

 Institución Universitaria	ACTA DE REUNIÓN COMITÉ CURRICULAR	Código	FG 002
		Versión	03
		Fecha	2008-04-18

CITANTE						
Andres Felipe Rojas Londoño – Jefe Departamento de Calidad y Producción						
Citación a Reunión de			Acta No.	Carácter de la Reunión		
Comité curricular articulado por ciclo propedéutico con Tecnología en Sistemas de Producción			Acta # 6 Tecnología en Sistemas y Acta # 9 Ingeniería Producción	Ordinaria	X	Extraordinaria
Fecha de Reunión			Lugar de Reunión		Hora inicio	Hora final
Día	Mes	Año				
29	10	2024	Presencial		9:00: a.m.	11:00 am
ORDEN DEL DÍA						
1. Verificación del quorum. 2. Lectura y aprobación del orden del día. 3. Aprobación de acta # 5 Tecnología en Sistemas de Producción acta # 8 Ingeniería de Producción 4. Propuestas de reestructuración del programa 5. Seguimiento a horas asignadas a profesores para trabajos de grado 6. Cronograma de seguimiento a plan de mejoramiento 7. Resultados de Aprendizaje Ingeniería de Producción articulada por ciclos propedéuticos con el programa de Tecnología en Sistemas 8. Propositiones y varios 9. Compromisos						

DESARROLLO Y DECISIONES
1. Verificación de quorum Asistentes: Andres Felipe Rojas Londoño, jefe de Oficina Departamento de Calidad y Producción. Presidente Comité Curricular Karla Cristina Alvarez Uribe Representante de los docentes comité curricular de Sistemas de Producción e Ingeniería de Producción Invitados: Nelcy Suarez Landazabal- Docente Libia María Baena- Docente Eduard Gañan- Docente Sergio Aristizabal- Docente Olga Larrea- Docente

Lilyana Jaramillo-Docente
Santiago Gil- Docente
Enrique Quiceno- Docente
Adrian Benitez- Docente
Maria Alejandra Rendon Montoya, Auxiliar Administrativa

2. Aprobación del orden del día

Sometido a consideración de los miembros del comité, el orden del día fue aprobado con modificaciones.

3. Aprobación de acta # 5 Tecnología en Sistemas de Producción acta # 8 Ingeniería de Producción

Los miembros del comité curricular aprueban el acta nº 5 y 8 realizada el 15 octubre del 2024 (ver anexo 1)

4. Propuestas de reestructuración del programa Ingeniería de Producción articulada por ciclos propedéuticos con el programa de Tecnología en Sistemas de Producción

se discuten 3 propuestas que fueron elaboradas en conjunto con la oficina de autoevaluación (Docente Carmen Rincon) para la presentación de modificaciones del programa y posterior presentación al consejo de facultad. Las tres propuestas son resumidas así: (ver anexo 2)

Modificaciones Opción 1- Mantener el ciclo con:

- Modificación al diseño del Ciclo propedéutico
- Modificaciones a plan de estudios
- Modificaciones a modalidades
- Modificaciones a cupos en primer semestre

Modificaciones Opción 2- Mantener el ciclo con:

- Modificación al diseño del Ciclo propedéutico
- Modificación a denominaciones de los programas
- Modificaciones a plan de estudios
- Modificaciones a modalidades
- Modificaciones a cupos en primer semestre

Modificaciones Opción 3 -Separar el ciclo propedéutico con:

- Modificación de separación de ciclo propedéutico
- Modificación a denominaciones de los programas
- Modificaciones a plan de estudios
- Modificaciones a modalidades
- Modificaciones a cupos en primer semestre

La representante al comité curricular se acoge a la tercera opción “Modificaciones Opción 3 - Separar el ciclo propedéutico”, indicando que esta opción fue la seleccionada en reunión previa con los profesores ocasionales del programa. La docente invitada Libia Baena, también se acoge a esa propuesta. Respecto a la docente Nelcy Suarez informa que ella no avala y no está de acuerdo con ninguna propuesta. Informa que ella ya había pasado una propuesta al comité curricular y al Consejo de Facultad y a la fecha sigue esperando la respuesta por parte del Consejo, propone que analicen la propuesta que ella envió al comité curricular y posteriormente al Consejo de Facultad. Sin embargo, expresa no oponerse a la decisión que se tome.

El comité curricular recomienda acoger la tercera opción: Separar el ciclo propedéutico. Esta propuesta se acoge según acompañamiento que fue solicitado al ministerio.

5. Seguimiento a horas asignadas a profesores para trabajos de grado

La docente invitada Libia informa que el caso se llevó al Consejo de Facultad, donde se evaluara el tema. Expresa que está en espera de un documento donde se definan las horas por modalidad de trabajo de grado y que posteriormente socializará las acciones tomadas.

6. Cronograma de seguimiento a plan de mejoramiento

El jefe informa que está trabajando con la oficina de autoevaluación para definir el cronograma del plan de mejoramiento y así poder concertar con cada docente encargado en cada factor y hacer seguimiento a estos avances en las sesiones del comité curricular. Este cronograma también tendrá en cuenta el informe de renovación de la acreditación de alta calidad.

La representante sugiere hacer semanalmente comité extraordinario para revisar los avances y hacer seguimientos oportunos a los lineamientos. La propuesta es aprobada por parte del comité curricular.

7. Resultados de Aprendizaje Ingeniería de Producción articulada por ciclos propedéuticos con el programa de Sistemas de Producción (Eduard Gañán, Sergio Aristizabal, Adrian Benitez, Olga Larrea, Lilyana Jaramillo, Santiago Gil)

El docente invitado, Eduard Gañán, presentó el trabajo que se viene desarrollado para la implementación de los Resultados de Aprendizaje en los programas de Tecnología en Sistemas de Producción e Ingeniería de Producción, articulados por ciclos propedéuticos. Este trabajo contiene el marco referencial sobre el cual se ha diseñado la metodología de implementación de los Resultados de Aprendizaje, considerando las recomendaciones del Consejo Nacional de Acreditación (CNA), los lineamientos institucionales y referentes internacionales, tales como el modelo EUR-ACE en Europa y el modelo ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), ajustados a los campos de estudio de los programas. Asimismo, el documento sustenta los aspectos metodológicos,

conceptuales y disciplinares que justifican la adopción del modelo ABET como referencia para el desarrollo e implementación de los Resultados de Aprendizaje. Bajo este enfoque, se estructura un plan de trabajo que incluye actividades, responsables y entregables definidos para cada semestre.

Además, con base en las mesas de trabajo del equipo de Resultados de Aprendizaje, el análisis del mercado laboral y la información recabada de la comunidad académica y sector productivo, se han definido los perfiles de egreso de los programas. Para ello, se han utilizado insumos clave como la vigilancia tecnológica realizada en 2022 por la unidad CTIC – ITM, los estudios de egresados y las competencias profesionales establecidas para cada ciclo. Posterior a la definición de los perfiles de egreso y basados en la revisión de programas nacionales acreditados en ABET en áreas afines, se establecieron los Resultados de Aprendizaje tanto para el ciclo de Tecnología como para el de Ingeniería, destacando la progresividad en el desarrollo de habilidades y conocimientos esperados a lo largo del plan de estudios.

De acuerdo con lo expuesto por el docente, el Comité Curricular recomienda aprobar la metodología, Resultados de Aprendizaje y cronograma presentado (ver Anexo 3 - documento que contiene información detallada sobre cada uno de estos aspectos).

Además, se advierte que el documento podrá recibir ajustes teniendo en cuenta que ha sido recomendado dentro del plan de mejoramiento, acciones de modificación a los programas y por tanto es susceptible de ajustes posteriores.

8. Propositiones y varios

Le jefe se compromete a realizar una reunión con el docente Eduard Gañan como líder en el proceso en los Resultados de Aprendizaje para dar los lineamientos al equipo de trabajo.

9. Compromisos

ACTIVIDAD	RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD	FECHA COMPROMISO
El jefe de programa se compromete a llevar la propuesta de la reestructuración del plan de mejoramiento al Consejo de Facultad.	Andres Rojas	6/11/2024
El jefe de programa se compromete a realizar una reunión con el líder del plan de mejoramiento para revisar los avances y dar lineamientos. "Eduard Gañan"	Andres Rojas	

 Institución Universitaria	ACTA DE REUNIÓN COMITÉ CURRICULAR	Código	FG 002
		Versión	03
		Fecha	2008-04-18

Revisar solicitud de la profesora Nelcy en conjunto con la respuesta emitida del Consejo de Facultad	Andres Rojas	5/11/2024
El jefe se compromete a realizar cronograma para el comité curricular sobre el seguimiento a los factores de autoevaluación y plan de mejoramiento	Andres Rojas	5/11/2024

Siendo las 11:50 a.m. del día 29 de octubre de 2024 y agotado el orden del día se da por terminada la sesión de comité curricular.



Andres Felipe Rojas Londoño
Presidente comité curricular

Original: Dependencia que ejerce Secretaría de Comité

 Institución Universitaria	ACTA DE REUNIÓN COMITÉ CURRICULAR	Código	FG 002
		Versión	03
		Fecha	2008-04-18

CITANTE							
Andrés Felipe Rojas Londoño – Jefe Departamento de Calidad y Producción							
Citación a Reunión de			Acta No.		Carácter de la Reunión		
Comité curricular articulado por ciclo propedéutico con Tecnología en Sistemas de Producción			Acta # 5 Tecnología en Sistemas y Acta # 8 Ingeniería Producción		Ordinaria	X Extraordinaria	
Fecha de Reunión			Lugar de Reunión			Hora inicio	Hora final
Día	Mes	Año					
15	10	2024	Presencial			8:00: a.m.	9:00 m
ORDEN DEL DÍA							
1. Verificación del quorum. 2. Lectura y aprobación del orden del día. 3. Posesión del representante docente al comité curricular Tecnología en Sistemas de Producción e Ingeniería de Producción 4. Aprobación de acta # 4 Tecnología en Sistemas de Producción acta # 7 Ingeniería de Producción 5. Socialización plan de Mejoramiento y planteamiento rediseño de programa 6. Propositiones y Varios- Asignación de horas de trabajo de grado 7. Compromisos							

DESARROLLO Y DECISIONES
1. Verificación de quorum Asistentes: Andres Felipe Rojas Londoño, Jefe de Oficina Departamento de Calidad y Producción. Presidente Comité Curricular Karla Cristina Alvarez Uribe Representante de los docentes comité curricular de Ingeniería de Producción Invitados: Maria Alejandra Rendon Montoya, Auxiliar Administrativa
2. Aprobación del orden del día Sometido a consideración de los miembros del comité, el orden del día fue aprobado si modificación
3. Posesión del representante docente al comité curricular Ingeniería de Producción.

 Institución Universitaria	ACTA DE REUNIÓN COMITÉ CURRICULAR	Código	FG 002
		Versión	03
		Fecha	2008-04-18

Se realiza la posesión del representante docente del programa Ingeniería de Producción. Ver anexo 1)

4. Aprobación de acta # 4 Tecnología en Sistemas de Producción acta # 7 Ingeniería de Producción

Los miembros del comité curricular aprueban el acta nº 4 y 7 realizada el 13 septiembre del 2024 (Ver anexo 2)

Se revisan los compromisos del acta anterior y todos se cumplieron.

5. Socialización del plan de mejoramiento y propuesta de rediseño del programa

El jefe del departamento informa que, tras haber revisado el plan de mejoramiento, se identificaron dos acciones clave para avanzar en el rediseño del programa:

1. Continuar trabajando en el plan de mejoramiento según las recomendaciones hechas por los pares evaluadores en una matriz actividades discriminadas entre el cuerpo docente del programa (ver anexo 3). Se confirma que las evidencias correspondientes han sido subidas a la plataforma Gmas, cumpliendo con los requisitos establecidos para su seguimiento y desarrollo según el calendario estipulado desde la oficina de autoevaluación.
2. Se trabajará de manera progresiva en el rediseño del programa, alineando este proceso con el informe de acreditación.

La representante de los docentes advierte de las fechas y el cronograma ajustado que tiene el programa para continuar con estas dos acciones sin una intervención urgente. Informa que se ha enviado una solicitud al Ministerio de Educación Nacional (MEN) para recibir asesoría en los ciclos propedéuticos, lo que constituye el primer paso en la intervención del programa (ver anexo 4). Además, sugiere elaborar una propuesta inmediata que contemple las opciones disponibles para avanzar en la reestructuración del programa. Sugiere contar con la asesoría de la oficina de autoevaluación para incluir en la propuesta, un cronograma detallado por cada opción. Sugiere que, el documento debe ser enviado al Consejo de Facultad para su estudio y decisión y, de ser necesario, podrá acudir el comité curricular en una sesión ampliada.

6. Propositiones y Varios

La profesora Libia Baena, representante de los docentes en el Consejo de Facultad, sugiere al comité curricular abordar el tema de la asignación de horas para la asesoría de trabajos de grado de pregrado, las cuales, según resolución, varían entre 2 y 6 horas. El

 Institución Universitaria	ACTA DE REUNIÓN COMITÉ CURRICULAR	Código	FG 002
		Versión	03
		Fecha	2008-04-18

comité curricular aclara que los planes de trabajo se han concertado adecuadamente con los docentes, pero se acoge la sugerencia de continuar con las buenas prácticas en la asignación de dichas horas. Además, se propone revisar casos específicos señalados por la profesora, en conjunto con el comité de trabajos de grado del programa.

Por otro lado, la representante Karla Álvarez solicita al jefe de programa que continúe con la revisión de los avances del plan de mejoramiento. Sugiere también la elaboración de un cronograma semanal para hacer seguimiento a estos avances en las sesiones del comité curricular.

Finalmente, el jefe del departamento informa que se llevó a cabo una socialización con los estudiantes de primer semestre para orientarlos respecto al ciclo complementario. Asimismo, se continuará con esta estrategia, enfocada en los estudiantes del último semestre de la tecnología, con el objetivo de motivarlos a continuar sus estudios.

7. Compromisos

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA COMPROMISO
Solicitar reunión a la oficina de autoevaluación para concretar las opciones y su respectivo cronograma para la restructuración del programa.	Andrés Rojas Londoño	18-10-2024
Realizar el cronograma para el comité curricular basado en el plan de mejoramiento, con el propósito de hacer seguimiento a su ejecución y desarrollo.	Andrés Rojas Londoño	22-10-2024

Siendo las 9:00 m. del día 15 de octubre de 2024 y agotado el orden del día se da por terminada la sesión de comité curricular.



Andrés Felipe Rojas

Jefe de Oficina Departamento de Calidad y Producción.
Presidente Comité Curricular

Original: Dependencia que ejerce Secretaría de Comité

PROPUESTA	Aprobación de procesos de aseguramiento de la calidad académica	
INSTANCIA A LA QUE SE PRESENTA LA PROPUESTA	Consejo de Facultad Ciencias Económicas y Administrativas	
PROGRAMAS	Ingeniería de Producción articulada por ciclos propedéuticos con el programa de Tecnología en Sistemas de Producción	
Identificación de los programas	Ingeniería de Producción • SNIES: 52131 • Resolución de Acreditación: 013004 31 JUL 2023 • Vigencia: 4 Años • Número de créditos: 166 • Estudiantes en primer semestre: 120	Tecnología en Sistemas de Producción • SNIES: 107534 • Resolución de Acreditación: 013042 31 JUL 2023 • Vigencia: 4 Años • Número de créditos: 94 • Estudiantes en primer semestre: 120
Compromisos prioritarios de los programas con los procesos de calidad académica MEN		
Compromiso 1: Informe de plan de mejoramiento, mitad de la vigencia de la acreditación. (Guía 4- CNA) <u>Requisito para radicar informe de renovación de la acreditación.</u>	<u>Fechas importantes:</u> • Julio de 2024 hasta 02 de mayo de 2025: Consolidación del Informe de seguimiento a plan de mejoramiento y anexos por factor; con el acompañamiento de la Dirección de Autoevaluación. • Mayo y junio de 2025: Revisiones de informe y anexos por Dirección de Autoevaluación, y ajustes por el programa. • 01 de julio a 15 de 2025: Aprobaciones de informe y anexos por Consejo de Facultad. • 31 de julio de 2025: Radicación del informe ante CNA	<u>Entregable:</u> • Informe de seguimiento a plan de mejoramiento y anexos aprobado por Consejo de Facultad para radicar al CNA. Informe de seguimiento a Plan de Mejoramiento de programas acreditados 1 vez V1 (2).docx

Compromiso 2: Modificaciones al programa (rediseño curricular, modificaciones a denominación ciclo propedéutico) <u>Requisito para renovación de la acreditación, recomendación de la resolución de acreditación.</u>	Fechas importantes: Octubre 21 a noviembre 21 de 2024: Presentación de propuesta y cronograma de modificaciones a Consejo de Facultad Noviembre 21 de 2024, hasta abril 30 2025: Elaboración de documento de condiciones con anexos para radicar las modificaciones. Mayo 01 a 30 de 2025: Revisiones del documento de condiciones y anexos por Dirección de Autoevaluación, y ajustes por el programa. Junio 01 a Junio 30 de 2025: Aprobaciones de la documentación y anexos por Consejo de Facultad y Consejo Académico. Julio 01 a Julio 30 de 2025: Radicaciones de las modificaciones en MEN, Plataforma Nuevo SACES. Julio 30 a diciembre 30 de 2025: Atención a completitudes, recepción de la resolución y notificación al CNA de las modificaciones aprobadas por MEN.	Entregable: Documento de condiciones de calidad del programa (Maestro) y anexos, aprobados por Consejo de Facultad y Consejo Académico. Documento Condiciones de Calidad Registro Calificado- Nuevos modificaciones y renovaciones (12).docx
Compromiso 3: Informe de Autoevaluación y Anexos para renovación de acreditación de alta calidad de programa. <u>Requisito para renovación de la acreditación</u>	Fechas importantes: Julio 2025 a marzo de 2026: Elaboración del informe de autoevaluación y anexos por parte del programa; con el acompañamiento de la Dirección de Autoevaluación. Abril- Mayo de 2026: Revisiones de informe y anexos por Dirección de Autoevaluación, y ajustes. Junio de 2026: Aprobaciones de informe y anexos por Consejo de Facultad. Antes de 16 de agosto de 2026: Radicación en CNA de Informe de Autoevaluación con fines de renovación de la acreditación y anexos.	Entregable Informe(s) de Autevaluación con fines de renovación de la acreditación de alta calidad del programa(s), y anexos aprobados por Consejo de Facultad para radicar al CNA
PROPUESTAS DE MODIFICACIONES PARA TOMA DE DECISIONES EN CONSEJO DE FACULTAD Ingeniería de Producción articulada por ciclos propedéuticos con el programa de Tecnología en Sistemas de Producción		

Modificaciones	Opción	1-	Justificación	Requerimientos y Observaciones
Mantener el ciclo con: - Modificación al diseño del Ciclo propedéutico- ciclo completo- incluso niveles precedentes y posteriores - Modificaciones a plan de estudios - Asignaturas disciplinares - Modificaciones a modalidades- Registros únicos - Modificaciones a cupos en primer semestre - cobertura			La Ley 1188 de 2008 decreta en su Artículo 5°: Todas las instituciones de Educación Superior podrán ofrecer programas académicos por ciclos propedéuticos hasta el nivel profesional, en todos los campos y áreas del conocimiento dando cumplimiento a las condiciones de calidad previstas en la presente ley y ajustando las mismas a los diferentes niveles, modalidades y metodologías educativas. Los ciclos propedéuticos continúan siendo una ruta de formación amparada en la normatividad MEN vigente como opción que facilita el tránsito entre niveles de formación desde formación Técnica Profesional, formación tecnológica, profesional, y especialización en un campo específico del área técnica, tecnológica y/o profesional. Para que esta opción continúe siendo viable, se requeriría pensar en unas modificaciones al ciclo propedéutico actual que incluyan nuevos niveles precedentes y posteriores, y reorganizar, los planes de estudio actuales de forma que se dé cumplimiento al Decreto 2216 de 2003, en el Capítulo IV, Artículo 10, señala: De los ciclos propedéuticos; el cual indica que la actividad formativa de una institución de educación superior está diseñada en ciclos propedéuticos cuando está organizada en ciclos secuenciales y complementarios, cada uno de los cuales brinda una formación integral correspondiente a ese ciclo y conduce a un título que habilita tanto para el desempeño laboral correspondiente a la formación obtenida, como para continuar en el ciclo siguiente. Para ingresar a un ciclo superior en la formación. En consecuencia, también se deberían redefinir en las modificaciones, las condiciones de ingreso a un ciclo determinado, las áreas en las cuales debe tenerse el título anterior, así como las condiciones de homologación y validación, tanto para los estudiantes propios como para aquellos que hayan cursado el ciclo anterior en otra institución.	Documento único de condiciones de programa
Mantener el ciclo con: - Modificación al diseño del Ciclo propedéutico Modificación a denominaciones de los programas - Modificaciones a plan de estudios - Modificaciones a modalidades		2-	Esta opción de modificación implica realizar todas las modificaciones anteriormente descritas en cuanto a ampliación de ciclo, modificaciones a planes de estudio para ajuste a los ciclos actuales, así como ajustes a condiciones de ingresos y homologaciones; sumando otras modificaciones sustanciales como el cambio de nombre de uno o los dos programas y sus modalidades para la oferta. Este tipo de modificaciones contempladas en esta segunda opción amerita atender de forma	Documento único de condiciones de programa

• Modificaciones a cupos en primer semestre	cuidadosa lo establecido en el Decreto 1330 de 2019, Sección 7, Artículo 2.5.3.2.7.1. sobre Ciclos propedéuticos, el cual Señala: Un ciclo propedéutico es una fase de la educación que le permite al estudiante desarrollarse en su formación profesional siguiendo sus intereses y capacidades, para lo cual requiere un componente propedéutico que hace referencia al proceso por el cual se prepara a una persona para continuar su formación en educación superior, lo que supone una organización de los programas con flexibilidad, secuencialidad y complementariedad. Cada programa que conforma el proceso formativo por ciclos propedéuticos debe conducir a un título que habilite de manera independiente para el desempeño laboral como técnico profesional, tecnólogo o profesional universitario... La oferta de la formación por ciclos propedéuticos deberá preservar la independencia entre los programas que conforman el ciclo, para lo cual cada nivel deberá garantizar un perfil de formación pertinente de acuerdo con el nivel ofrecido, que le permita al egresado insertarse en el campo laboral y a su vez le posibilita continuar su formación mediante el acceso a un nivel formativo superior, dado por el componente propedéutico incluido en el diseño curricular. El Decreto 1330 de 2019, Artículo 2.5.3.2.3.2.4. Aspectos curriculares. Parágrafo, señala: En el caso de los programas por ciclos propedéuticos, además se deberá describir el componente propedéutico que hace parte de los programas y las competencias asociadas a cada nivel de formación. En estas condiciones, de seleccionar esta segunda opción y mantener el ciclo propedéutico con cambios de denominaciones de los programas, se deberá tener especial cuidado en que el componente propedéutico debería ser también modificado en los planes de estudio, de los dos programas y este debería corresponder solo a las asignaturas disciplinares de cada programa.	
Modificaciones Opción 3 -Separar el ciclo propedéutico con: • Modificación de separación de ciclo propedéutico • Modificación a denominaciones de los programas • Modificaciones a plan de estudios • Modificaciones a modalidades	Justificación En el nuevo Decreto 0529 de 29 de abril de 2024 se indica en el Artículo 2.5.3.2.9.4. Modificaciones sobre las condiciones de calidad de carácter institucional y de programa en instituciones acreditadas en alta calidad. La institución deberá informar al Ministerio de Educación Nacional las modificaciones sobre las condiciones de calidad de carácter institucional y de programa, en los términos de los artículos 2.5.3.2.9.1 y 2.5.3. 2.10.2 del presente decreto. Artículo 2.5.3.2.10.2. Requisitos para la modificación sobre condiciones de calidad de carácter institucional y de programa. Para informar las modificaciones sobre condiciones de calidad de	Requerimientos y Observaciones Documento único de condiciones de programa

• Modificaciones a cupos en primer semestre	carácter institucional y de programa, la institución deberá presentar solicitud a través de la herramienta tecnológica o mecanismo que se disponga para ello y allegar lo siguiente: a) Descripción y razones que motivan la modificación. b) Identificación de la(s) condición(es) de calidad sobre la(s) cual(es) recae la modificación y justificación de cómo incide la modificación sobre esta(s). c) Aprobación de la modificación por el (los) órgano(s) competente(s) de la institución. d) Régimen de transición, cuando aplique, a través del cual se garanticen los derechos de los estudiantes ante eventualidades académicas, tales como repitencia, suspensiones y reintegros, entre otros, en coherencia con lo dispuesto en el respectivo reglamento estudiantil. Artículo 2.5.3.2.10.3. Tipo de modificaciones. Las modificaciones sobre las condiciones de calidad de carácter institucional y de programa, son de tres tipos: a) Las que requieren autorización previa y expresa del Ministerio de Educación Nacional para su implementación por parte de la institución: 1. Cambio de denominación y/o titulación del programa académico. 2. Cambio de estructura de un programa académico de pregrado terminal, para su oferta a través de ciclos propedéuticos, o viceversa. Contra el acto administrativo que decide las solicitudes previstas en los numerales 1 y 2 del presente literal, procede el recurso de reposición en los términos de la Ley 1437 de 2011. La autorización de las modificaciones no varía el término de la vigencia del registro calificado del programa académico. En estas condiciones, de seleccionar esta tercera opción requiere la autorización del Consejo de Facultad para iniciar la construcción de los documentos de condiciones de los dos programas académicos que separan el ciclo con sus respectivos anexos y posteriormente la aprobación por parte del Consejo Académico para radicar estos documentos de modificaciones. Posteriormente a la radicación de las modificaciones para separar los ciclos, cambiar denominaciones y planes de estudios de los programas, se atenderán posibles completitudes requeridas por parte del MEN, en caso	

	de que estas no sean solicitadas se espera la resolución de aprobación de las modificaciones. Una vez recibida la resolución de aprobación de las modificaciones se debe enviar copia de esa el CNA, informando las modificaciones, e iniciar los procesos de autoevaluación para los dos programas por separado para las respectivas renovaciones de la acreditación de alta calidad.	
Conclusiones y recomendaciones generales para todos los compromisos de los dos programas 2024-2026 relacionados con el aseguramiento de la calidad		
- Aprobar y dar cumplimiento a los cronogramas para cada uno de los 3 compromisos - Informe de plan de mejoramiento, mitad de la vigencia de la acreditación - Modificaciones al programa (rediseño curricular, modificaciones a denominación ciclo propedéutico) - Informe de Autoevaluación y Anexos para renovación de acreditación de alta calidad de programa. - Asignación de responsables por cada uno de los 3 compromisos - Aprobar por Consejo de Facultad el tipo de modificaciones para los programas antes del 20 de noviembre de 2024 - Presentar ante Comité primario de Vicerrectoría de Docencia la decisión tomada en Consejo de Facultad sobre el tipo de modificaciones realizará el programa, antes del 30 de noviembre de 2024.		

DESARROLLO RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Programas:
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
TECNOLOGÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Elaborado por:

Eduard Alexander Gañan Cárdenas
Karla Cristina Álvarez Uribe
Adrián José Benítez Lozano
Sergio Aristizábal Restrepo
Olga Lucia Larrea Serna
Lilyana Jaramillo Ramírez
Santiago Gil Durán
German Andrés Álvarez Lopez

Medellín
Diciembre, 2024

1 Contenido

2	JUSTIFICACIÓN	2
2.1	Modelo CNA.....	3
2.2	Modelo Europeo EUR-ACE.....	4
2.3	Modelo ABET	5
3	Desarrollo Resultados de Aprendizaje ABET.	8
3.1	Plan de trabajo de Resultados de Aprendizaje para los programas Ingeniería de Producción y Tecnología en Sistemas Producción.	10
4	Perfiles de Egreso.	12
4.1	Pertinencia del perfil de egreso.....	12
4.2	Perfiles de egreso	17
5	Resultados de Aprendizaje.	19
6	Indicadores de Desempeño.....	25
6.1	RA1-SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	26
6.2	RA2-DISEÑO	27
6.3	RA3-COMUNICACIÓN	28
6.4	RA4-ÉTICA PROFESIONAL	29
6.5	RA5-TRABAJO EN EQUIPO	30
6.6	RA6-ANÁLISIS DE DATOS	31
6.7	RA7-AUTOAPRENDIZAJE.....	32
7	Mapeo de los Indicadores de Desempeño	33

2 JUSTIFICACIÓN

Las instituciones de educación superior en Colombia son actores fundamentales en el sistema de aseguramiento de la calidad educativa, facilitando a los estudiantes un tránsito adecuado por la educación superior mediante la orientación académica y el desarrollo institucional. En este contexto, el ITM destaca la importancia de integrar los resultados de aprendizaje en el proceso formativo de los estudiantes como parte de una cultura de autoevaluación y mejora continua. La formulación de proyectos curriculares coherentes requiere alinear perfiles de

egreso, competencias, estrategias pedagógicas y criterios de evaluación para lograr la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje (ITM, 2022).

Dado que las competencias no son observables directamente, deben ser evidenciadas a través de acciones específicas y resultados tangibles en situaciones operativas. En el caso de las competencias cognitivas, los resultados pueden ser intangibles, reflejando el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y solución de problemas. Este enfoque se orienta hacia una educación integral, abarcando no solo habilidades técnicas, sino también valores, actitudes y capacidades transversales (ITM, 2022).

2.1 Modelo CNA

El modelo CNA se está moviendo de un modelo basado en capacidades a un modelo basado en resultados. En la función de “docencia”, los resultados se miden como Resultados de Aprendizaje (RA), con lo cual, el factor 4 “procesos académicos” se ha redefinido como “aspectos académicos y resultados de aprendizaje” (Consejo Superior de Educación Superior, 2020).

La razón de implementar los RA es una oportunidad para hacer explícito lo que se quiere que los egresados sepan y sepan hacer (ACOFI-CNA, 2019). Es un balance entre habilidades técnicas (“duras”) y profesionales (“blandas”), articulándose con las tendencias internacionales. De acuerdo con el CNA los resultados de aprendizaje son “Declaraciones expresas de lo que se espera que un estudiante conozca y demuestre en el momento de culminar su programa académico” (Decreto 1330 de 2019) (MEN, 2019). De acuerdo con lo resumido en la Figura 1, son cuatro acciones en torno a los RA: declararlos; definirlos de acuerdo con el plan de estudio; evaluarlos; y finalmente valorar o hacer las retroalimentaciones respectivas frente a los objetivos educacionales planteados.

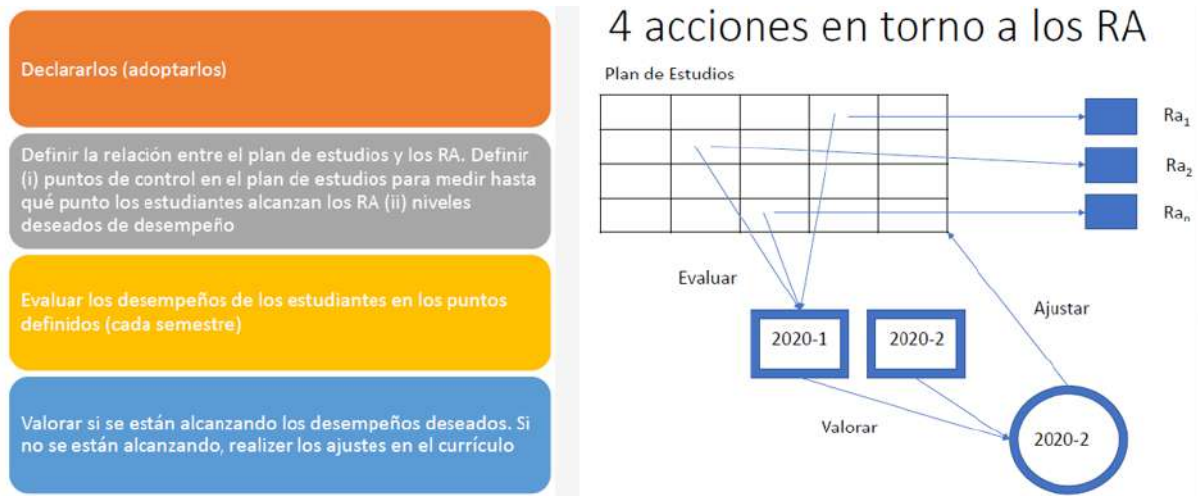


Figura 1. Cuatro Acciones propuestas por el CNA para la adopción de los RA. Tomado de ACOFI-CNA (2019).

2.2 Modelo Europeo EUR-ACE

El sello europeo de calidad internacional en ingeniería **EUR-ACE** acredita que los programas académicos cumplen de manera excelente con las exigencias profesionales de la ingeniería. Esta acreditación es otorgada por la agencia European Network for Accreditation of Engineering Education (ENAAE) en colaboración con la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) (EUR-ACE, 2024). El objetivo de la ENAAE es identificar programas de estudios de ingeniería de alta calidad en Europa y más allá de sus fronteras.

De acuerdo con el modelo europeo, los resultados del aprendizaje son declaraciones de lo que el individuo sabe, comprende y es capaz de hacer al finalizar un proceso de aprendizaje. Define tres aspectos importantes que especifican que i) El logro de los resultados del aprendizaje debe evaluarse mediante procedimientos basados en criterios claros y transparentes, ii) los resultados del aprendizaje se atribuyen a componentes educativos individuales y a los programas en su conjunto y iii) También se utilizan en los marcos de cualificaciones nacionales y europeos para describir el nivel de cualificación individual. En la Figura 2, se presentan los enfoques por resultados de aprendizaje que todo programa de ingeniería debería tener de acuerdo con la propuesta de este modelo europeo.



Figura 2. Propuesta de RA de acuerdo con el Modelo Europeo.

2.3 Modelo ABET

ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) es una organización sin fines de lucro que acredita programas de educación superior en disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) (ABET, n.d.-a). Su misión principal es asegurar que los programas educativos cumplan con altos estándares de calidad que preparen a los estudiantes para entrar en sus respectivas profesiones técnicas y científicas. Actualmente, **ABET ha acreditado 4,674 programas en todo el mundo, abarcando 920 instituciones en 42 países.**

En particular, como se observa en la Tabla 1, Colombia cuenta con **55 programas acreditados en 14 instituciones**, abarcando diversas áreas de la ingeniería como informática, mecánica, industrial, química, civil, eléctrica, electrónica, entre otras.

Tabla 1. Lista de instituciones con programas acreditados en ABET.

Universidad	Ciudad	Programas
Universidad de los Andes	Bogotá, Colombia	9
Universidad Autónoma de Occidente	Cali, Colombia	3
Universidad de Cartagena	Cartagena, Colombia	5
Universidad Icesi	Cali, Colombia	4
	Bucaramanga,	
Universidad Industrial de Santander	Colombia	9
Universidad Nacional de Colombia	Bogotá, Colombia	3
Universidad del Norte	Barranquilla, Colombia	6
Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá	Bogotá, Colombia	4
Pontificia Universidad Javeriana Cali	Cali, Colombia	4
Universidad de la Sabana	Chía, Colombia	3
Universidad de La Salle	Bogotá, Colombia	1
Universidad de San Buenaventura - Cali	Cali, Colombia	4

El proceso de acreditación de ABET se lleva a cabo a través de cuatro comisiones especializadas, cada una de las cuales establece normas de acreditación para áreas de programas y niveles de titulación específicos (ABET, n.d.-b):

1. **Engineering Accreditation Commission (EAC):** Acredita programas de ingeniería que se centran en un enfoque teórico y de diseño conceptual, en los niveles de Profesional (Bachelor) y Maestría (Master). Estos programas incluyen un nivel avanzado de matemáticas, que abarca varios semestres de cálculo, así como cursos de ciencias que se basan en el cálculo.
2. **Engineering Technology Accreditation Commission (ETAC):** Acredita programas orientados a la aplicación y la puesta en práctica de la ingeniería, en los niveles de Tecnología (Associate) y Profesional (Bachelor). A diferencia de los programas acreditados por la EAC, los programas de tecnología en ingeniería suelen centrarse en el álgebra, la trigonometría, el cálculo aplicado y otros cursos de naturaleza práctica, en lugar de teórica.
3. **Computing Accreditation Commission (CAC) :** Acredita programas en ciencias de la computación, ingeniería de software, entre otros, en los niveles de Tecnología (Associate) y Profesional (Bachelor).
4. **Applied and Natural Science Accreditation Commission (ANSAC):** Acredita programas en áreas de ciencias naturales y aplicadas, en los niveles de Tecnología (Associate), Profesional (Bachelor) y Maestría (Master).

Los programas que buscan la acreditación de ABET deben cumplir con criterios específicos. En el caso de la Engineering Accreditation Commission (EAC) para el período 2024-2025 (ABET, 2024a), estos criterios abarcan ocho aspectos clave:

1. **Criterio 1 - Estudiantes:** Se debe evaluar el desempeño de los estudiantes y dar seguimiento a su progreso para fomentar el logro de los resultados esperados. Además, es necesario contar con políticas claras para la admisión de nuevos estudiantes, transferencias, homologaciones y validación de requisitos de graduación. También se debe proporcionar orientación curricular y profesional a los estudiantes.
2. **Criterio 2 - Objetivos Educativos del Programa:** Son metas que los graduados deberían alcanzar pocos años después de completar el programa. Su definición debe incluir un proceso sistemático para su revisión y actualización periódica, con la participación de diferentes partes interesadas, asegurando que estén alineados con la misión institucional y las necesidades del programa.
3. **Criterio 3 - Resultados de los Estudiantes (Student Outcomes):** El programa debe documentar las habilidades y conocimientos que los estudiantes deben adquirir al graduarse, como la capacidad para resolver problemas complejos, aplicar principios de diseño y comunicarse de manera efectiva. Para la comisión de ingeniería, ABET define **7 resultados**, mientras que para la de Tecnología de Ingeniería se establecen **5 resultados**.
4. **Criterio 4 - Mejora Continua:** El programa debe tener procesos apropiados y documentados para medir y evaluar hasta qué punto se están logrando los resultados de los estudiantes. Estas evaluaciones, junto con otras fuentes de información, deben utilizarse como parte de un proceso sistemático de mejora continua.
5. **Criterio 5 - Plan de Estudios:** El plan de estudios debe proporcionar contenido coherente con los resultados de los estudiantes y los objetivos educativos del programa, incluyendo:
 - Un **mínimo de 30 horas crédito semestrales** (o su equivalente) en matemáticas y ciencias básicas de nivel universitario, con experiencia experimental adecuada al programa.
 - Un **mínimo de 45 horas crédito semestrales** (o su equivalente) en temas de ingeniería, que incluyan ciencias de la computación, diseño de ingeniería y el uso de herramientas modernas de ingeniería.
 - Un **componente educativo amplio** que complemente el contenido técnico y sea coherente con los objetivos educativos del programa.
 - Una **experiencia culminante de diseño de ingeniería** que 1) incorpore estándares de ingeniería apropiados y múltiples restricciones, 2) se base en los conocimientos y habilidades adquiridos en cursos anteriores.
6. **Criterio 6 - Profesorado:** El programa debe contar con un número suficiente de docentes competentes que cubran todas las áreas curriculares, proporcionen asesoramiento a los estudiantes y participen en actividades de servicio universitario, desarrollo profesional e interacción con la industria. Además, el profesorado debe tener la autoridad para orientar

adecuadamente el programa y para desarrollar e implementar procesos de evaluación y mejora continua.

7. **Criterio 7 - Instalaciones:** Las aulas, oficinas, laboratorios, equipos, servicios de biblioteca e infraestructura informática deben ser accesibles, mantenidos y actualizados de manera regular para garantizar que los estudiantes puedan alcanzar los resultados del programa.
8. **Criterio 8 - Apoyo Institucional:** Los recursos, incluidos los servicios institucionales, el apoyo financiero y el personal administrativo y técnico, deben ser adecuados para satisfacer las necesidades del programa. Además, deben asegurar la contratación, retención y desarrollo profesional continuo de un profesorado cualificado, así como la adquisición, mantenimiento y operación de instalaciones y equipos apropiados.

3 Desarrollo Resultados de Aprendizaje ABET.

En particular, el alcance de este documento solo tratará de la propuesta del modelo ABET en lo concerniente a los **criterios 3 y 4** para la mejora continua de los programas Ingeniería de Producción y Tecnología en Sistemas de Producción articulados por ciclos propedéuticos.

El modelo conceptual de mejoramiento de ABET se ilustra en la Figura 3. El modelo está basado en un conjunto de 5 pasos (ABET, n.d.-c):

1. **Establecer propósito y metas:** Esta etapa consiste en definir las metas/misión del programa educativo. Estas metas deben reflejar las necesidades de los stakeholders el programa y los objetivos de la misión institucional. Además, se debe colaborar con profesores y administradores para desarrollar un plan de acción que incluya un calendario claro, asegurando que las actividades de evaluación se realicen de manera organizada y cumpliendo con los plazos establecidos. Esto proporciona una base sólida para todas las etapas posteriores del proceso de evaluación y mejora continua.
2. **Definir/refinar objetivos educativos y resultados de aprendizaje:** consiste en establecer objetivos educativos (educational objectives), los resultados de los estudiantes (student outcomes) y los indicadores de desempeño (performance indicators).
 - **Los objetivos educativos del programa** se basan en las necesidades de los destinatarios del programa y se expresan en afirmaciones generales que describen lo que se espera que los graduados alcancen en los años siguientes a su graduación.
 - **Los resultados de los estudiantes (Student Outcomes-SO)** se refieren a los conocimientos, habilidades y comportamientos que los estudiantes adquieren a medida que progresan en el programa y describen lo que se espera que los estudiantes sepan y sean capaces de hacer en el momento de la graduación. La definición de los objetivos educativos y los resultados de los estudiantes proporciona al profesorado una comprensión común de las expectativas de aprendizaje de los estudiantes y apoya la coherencia en todo el plan de estudios, medida por indicadores de rendimiento.

- **Los indicadores de desempeño (Performance Indicators-PI)** representan los conocimientos, habilidades, actitudes o comportamientos que los estudiantes deben ser capaces de demostrar en el momento de la graduación y que indican la competencia relacionada con el resultado.
3. **Diseñar y realizar evaluaciones (Assessment):** Consiste en diseñar e implementar métodos para identificar, recopilar y preparar datos para evaluar el logro de los resultados de los estudiantes y los objetivos educativos del programa. Las evaluaciones eficaces utilizan medidas pertinentes directas, indirectas, cuantitativas y cualitativas apropiadas para el resultado u objetivo que se mide. Se pueden utilizar métodos de muestreo apropiados como parte de un proceso de evaluación. Para que las estrategias de evaluación sean eficientes y eficaces es **necesario ajustar la concordancia entre las prácticas y las estrategias educativas**. Esto puede lograrse mediante la asignación de estrategias educativas (que podrían incluir actividades co-curriculares) a los resultados del aprendizaje. Las estrategias de recogida y análisis de datos deben ser sistemáticas y coherentes, y centrarse en la evaluación relacionada con los indicadores de resultados.
 4. **Evaluar los resultados (Evaluation):** Consiste en interpretar los datos y evidencia obtenidos durante el proceso de evaluación para determinar en qué medida se están cumpliendo los resultados de los estudiantes y los objetivos educativos del programa. Una evaluación cuidadosa de los hallazgos es crucial para asegurar que las decisiones y acciones tomadas conduzcan a mejoras efectivas del programa, garantizando así su calidad y relevancia continua.
 5. **Utilizar resultados para la toma de decisiones:** Aplicar los hallazgos para ajustar estrategias y mejorar el programa. Se utiliza la retroalimentación obtenida del proceso de evaluación para guiar decisiones estratégicas. Esto permite mantener un sistema continuo de aseguramiento de calidad, asegurando que el programa siga siendo relevante para las profesiones que atiende. Al hacerlo, se mejora la experiencia educativa de los estudiantes y se garantiza que los graduados estén bien preparados para sus carreras profesionales.

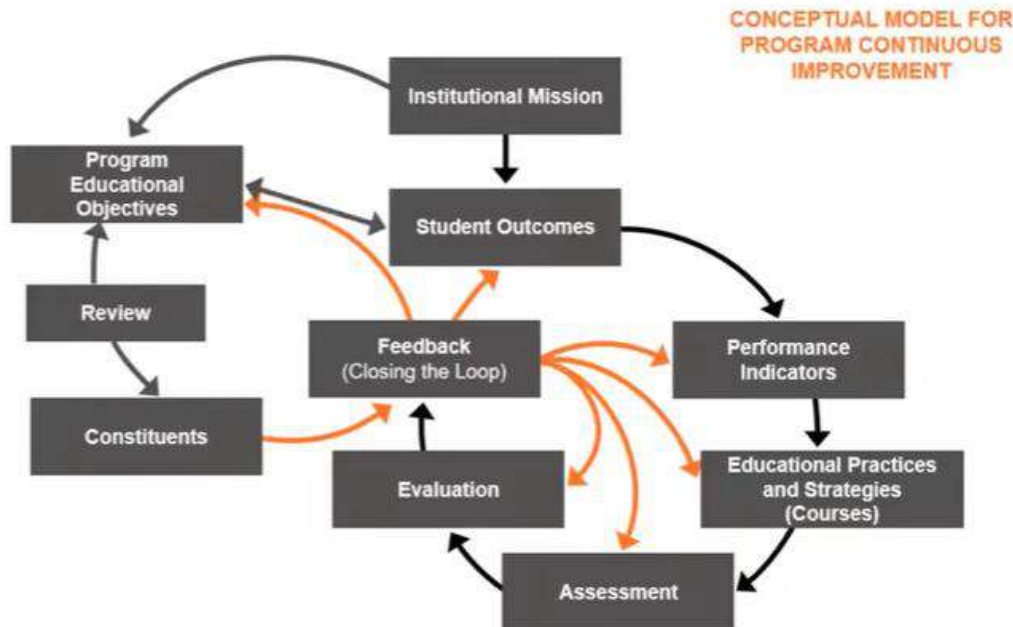


Figura 3. Modelo conceptual de mejora continua de programa basado en ABET. Tomado de (Huggins, 2021)

3.1 Plan de trabajo de Resultados de Aprendizaje para los programas Ingeniería de Producción y Tecnología en Sistemas Producción.

El modelo de acreditación ABET ofrece un enfoque estructurado para el desarrollo de resultados de aprendizaje de programas académicos, el cual se ajusta con las directrices del ACOFI-CNA sobre acciones para alcanzar los resultados de aprendizaje. Además, comparte elementos con el sistema de acreditación europeo EUR-ACE. Basándose en el plan de mejoramiento de ABET, se propone un plan de trabajo para los programas de **Ingeniería de Producción y Tecnología en Sistemas Producción** articulados en ciclos propedéuticos, siguiendo los lineamientos de una organización de prestigio internacional en la mejora de la calidad educativa en ingeniería.

Tabla 2. Plan de trabajo para el desarrollo del modelo de evaluación ABET en los programas de Ingeniería de Producción y Tecnología en Sistemas de Producción.

Etapas	Observaciones	Responsable	Semestre
2. Construcción de marco teórico de sistemas de evaluación de RA		Equipo RA	2024-02
3. Establecer el propósito y metas del programa de Tecnología e Ingeniería		PEI-PEP	2024-02
4. Definir objetivos educativos de Tecnología e Ingeniería		PEI-PEP	2024-02
3. Definir resultados de aprendizaje de Tecnología e Ingeniería	*Adoptar recomendaciones de ABET *Revisar traducción	Eduard - Equipo RA	2024-02
4. Definir Indicadores de Desempeño de Tecnología e Ingeniería. 4.1. Seguir recomendaciones ABET. 4.2. Investigar programas acreditados en ABET 4.3. Diferencia etapa de tecnología/ingeniería con VERBO de nivel de logro esperado	RA1-Tecnología-Ingeniería (Solución de problemas)	Eduard	2024-02
	RA2-Tecnología-Ingeniería (Diseño)	Sergio	2024-02
	RA3-Tecnología-Ingeniería (Experimentación)	Olga	2024-02
	RA4-Tecnología-Ingeniería (Habilidades Comunicativas)	Santiago	2024-02
	RA5-Tecnología-Ingeniería (Trabajo en Equipo)	Lyliana	2024-02
	RA6-Tecnología-Ingeniería (Ética Profesional)	Adrian	2024-02
	RA7-Ingeniería (Autoaprendizaje)	German	2024-02
5. Mapeo general de Indicadores de Desempeño en toda la malla (Tecnología e Ingeniería) 5.1. BD micros plan de estudio 5.2. Formatos de recolección de información 5.3. Señalar (X) las asignaturas de introducción, desarrollo y culminación. 5.4. Definir objetivo de desarrollo del indicador en la asignatura.	RA1-Tecnología-Ingeniería (Solución de problemas)	Eduard	2024-02
	RA2-Tecnología-Ingeniería (Diseño)	Sergio	2024-02
	RA3-Tecnología-Ingeniería (Experimentación)	Olga	2024-02
	RA4-Tecnología-Ingeniería (Habilidades Comunicativas)	Santiago	2024-02
	RA5-Tecnología-Ingeniería (Trabajo en Equipo)	Lyliana	2024-02
	RA6-Tecnología-Ingeniería (Ética Profesional)	Adrian	2024-02
	RA7-Ingeniería (Autoaprendizaje)	German	2024-02
6. Mapeo de Indicadores de Desempeño en aspectos metodológicos y curriculares (Tecnología e Ingeniería) 6.1. Definir estrategia pedagógica de desarrollo del indicador en la asignatura. 6.2. Definir mecanismo de medición del indicador en la asignatura.	RA1-Tecnología-Ingeniería (Solución de problemas)	Eduard	2024-02
	RA2-Tecnología-Ingeniería (Diseño)	Sergio	2024-02
	RA3-Tecnología-Ingeniería (Experimentación)	Olga	2024-02
	RA4-Tecnología-Ingeniería (Habilidades Comunicativas)	Santiago	2024-02
	RA5-Tecnología-Ingeniería (Trabajo en Equipo)	Lyliana	2024-02
	RA6-Tecnología-Ingeniería (Ética Profesional)	Adrian	2024-02
	RA7-Ingeniería (Autoaprendizaje)	German	2024-02

7. Definir modelo de evaluación	7.1. Definir escenario, instrumento, evidencia, responsables y frecuencia de medición.	Equipo RA	2025-01
	7.2. Definir lineamientos de instrumentos de evaluación.	Equipo RA	2025-01
	7.3. Desarrollo de instrumentos de evaluación.	Equipo RA	2025-01
8. Aplicación de instrumentos de evaluación	8.1. Aplicar instrumentos de evaluación bajo las condiciones definidas.	Equipo RA	2025-02
	8.2. Procesamiento, organización de los resultados y generación de informe.	Equipo RA	2025-02
9. Valoración de resultados y plan de mejoramiento	9.1. Definir metodología de plan de mejora (comité, responsables, frecuencia de reunión, alcance, seguimiento)	Equipo RA	2025-02
	9.2. Definir procedimiento de acciones de mejora y retroalimentación	Equipo RA	2025-02
	9.3. Definir formatos de acciones de mejora	Equipo RA	2025-02
	9.4. Definir medios tecnológicos	Equipo RA	2025-02

4 Perfiles de Egreso.

4.1 Pertinencia del perfil de egreso

Para la construcción de los perfiles de egreso, se tomaron en cuenta diversos referentes clave. Entre ellos, se consideraron las definiciones epistemológicas de los programas establecidas en el rediseño curricular (ver Anexo 1) y los hallazgos de la vigilancia tecnológica realizada en 2022 por la unidad CTIC – ITM. Este ejercicio investigativo analizó las necesidades de talento humano del sector empresarial y productivo, utilizando como base los requisitos y funciones descritos en ofertas de empleo publicadas en plataformas como CompuTrabajo, LinkedIn, y El Empleo, entre otras (ver Anexo 3). Además, incluyó un análisis comparativo de los perfiles de egreso y ocupacionales ofrecidos por otras universidades a nivel nacional y regional en programas educativos equivalentes. La Tabla 3 presenta una agrupación temática de las necesidades expresadas por las empresas, mientras que la Tabla 4 establece un paralelo entre las categorías de formación solicitadas por las empresas y los perfiles académicos ofertados.

Otra fuente relevante es el informe de la oficina de prácticas del ITM. Según la encuesta realizada por esta oficina (ver Anexo 2), los empresarios destacan la importancia de que los estudiantes desarrollen competencias como el trabajo en equipo, la capacidad de liderar procesos, y una actitud propositiva frente a los retos del entorno profesional. Complementariamente, el informe de egresados brinda una visión del desempeño actual de los graduados del programa en el ámbito laboral (ver Anexo 4). Por ejemplo la Figura 4 se presentan las necesidades de formación expresadas por los egresados, y la Figura 5 ilustra la relevancia de las cualidades para la contratación.

Tabla 3. Temáticas de formación expresadas por el sector empresarial (vigilancia tecnológica 2022)

Sistemas de gestión y desempeño	
	Liderar procesos administrativos
	Construcción y análisis de indicadores de gestión.
	así como por el desempeño diario de cada trabajador encargado de algún proceso productivo.
	Indicadores de gestión
	Verificar que se mantenga la integridad de los sistemas de gestión y propender por su mejora.
Gestión de la calidad	
	Encargado de verificar la calidad de la materia prima.
	Encargado de verificar la calidad del producto terminado, confirmando que cuente con los requisitos de calidad.
	asegurar las especificaciones del proceso de producción para garantizar la calidad del producto terminado.
	Control estadístico de procesos, estadística básica
	sistemas de calidad
Salud ocupacional	
	salud ocupacional
Gestión de la demanda, Aprovisionamiento, Inventarios	
	Coordinación del proceso de demanda PVO con el área comercial y la oferta.
	Analizar y canalizar el plan de demanda.
	Realizar seguimiento de ejecución del plan de demanda y estimados de eventos
	Monitorear y detonar acciones sobre el Inventario
	Encargado de verificar la disponibilidad materia prima y aditivos necesarios para la producción programada
	manejo de inventarios entre procesos (producción -logística), manejo, monitoreo, control y seguimiento al programa del elemental.
	manejo de MRP Siesa

Realización de requisiciones
Registrar OC de clientes
Cadenas de suministro
Conocimientos sobre logística y mejoramiento de cadenas de suministro.
Manejo de personal de producción y programación de entregas y despachos.
Planeación y programación de producción
Coordinar productos según su prioridad de fabricación.
Controlar que la producción se lleve de acuerdo con lo planeado (tiempo y especificaciones) en programa de producción.
Programación de lotes de confección, corte y logística de entrega.
Supervisar y controlar las actividades del área asignada, cumpliendo con los estándares e indicadores de operación.
Planeación y programación de la producción (materia prima, máquina, personas),
planeación y programación de producción
programación de área de corte, trazo, extensión de la a, corte etiquetado y embalaje.
Apoyo para coordinar y planear la planta de producción.
Apoyar procesos productivos de la empresa.
Supervisar la elaboración del producto y la operatividad de la maquinaria.
Crear, imprimir y poner a disposición del personal los códigos de trazabilidad necesarios para cada OP.
Tener conocimiento de toda la parte operativa de la planta.
Mejoramiento de procesos productivos
Construir procesos del área de producción.
Presentar propuestas para mejorar los procesos, procedimientos y optimizar el proceso productivo en los talleres satélites.
Diagnosticar las dificultades del proceso productivo de los clientes a cargo, y definir las estrategias que le permitan mejorar sus resultados.
Mejorar los métodos de trabajo.
Participar activamente en la solución de los inconvenientes presentados durante la cadena de producción.
Estudia cuáles son los métodos más efectivos para reducir el riesgo de incidencias con el flujo de materiales, pérdidas o deterioro.
Conocimientos en el sector de las confesiones, métodos y tiempos
Realizar mediciones de tiempos para la determinación de estándares (S.A.M).
Maquinaria, equipos, mantenimiento
Supervisa el mantenimiento de las instalaciones productivas, vela por el correcto funcionamiento de maquinarias y equipos,
Conocimiento de maquinaria, uso de las tecnologías, manejo de Tablet.
Conocimiento de maquinaria industrial para el proceso productivo y garantizar el mantenimiento óptimo de las mismas.

	Conocimiento en neumática y mantenimiento industrial.
	Interpretación de manuales y planos.
	Diseño de máquina - Manejo de paquetes de diseño.
	máquinas y herramientas
	Hacer seguimiento, acompañamiento y solucionar inconvenientes que se lleguen a presentar al interior de la planta en maquinaria.
	Garantizar la fiabilidad de los equipos y dispositivos de producción y logística Realizando el mantenimiento correctivo/preventivo con el fin de evitar paros de producción
Automatización de procesos	
	Automatización de procesos
	Electricidad básica.
Sector confecciones	
	Conocimientos en el sector de las confecciones, métodos y tiempos
	Programación de lotes de confección, corte y logística de entrega.
	Empresa del sector textil busca a un ingeniero de producción o tecnólogo quien será el encargado del proceso y línea de corte, trazo, supervisar el proceso de inicio a fin de cargo
	Tecnólogo de producción con énfasis en confecciones en Medellín con estudios en tecnología en gestión de la producción industrial o afines
Herramientas ofimáticas	
	Conocimiento en herramientas ofimáticas: Office (Excel, Word, Power Point).
	Manejo de Excel
	Informática básica

Nota: Los colores representan una valoración cualitativa del nivel de ajuste de los programas de producción. Verde significa que la necesidad se observa muy alineada por perfil de los agregados de los programas de producción. Rojo significa que no se considera una función apta para la tecnología o ingeniería de producción; y en blanco son funciones que pueden rivalizar con otros programas profesionales o su necesidad es ambigua.

Tabla 4. Paralelo categorías de empleo y categorías de perfiles ofertados por las universidades (elaborado a partir de vigilancia tecnológica 2022).

Categorías Empleo	Categorías Perfiles Universidades
Sistemas de gestión y desempeño	Gestión de procesos
	Gestión del recurso humano
Mejoramiento de procesos productivos	Diseño, optimización de procesos productivos/servicio, plantas
	Formulación y evaluación de proyectos, Financiero
Gestión de la calidad	Control de calidad

Gestión de la demanda, Aprovechamiento, Inventarios	Logística, inventarios, almacenamiento
Cadenas de suministro	Investigación de operaciones
Planeación y programación de producción	Planeación y programación de la producción
	Métodos y tiempos
Automatización de procesos	Automatización, Sistemas de información, Transformación tecnológica
Salud ocupacional	Seguridad industrial
Maquinaria, equipos, mantenimiento	Mantenimiento
	Mercadeo
	Emprendimiento
	Investigador
Sector confecciones	
Herramientas ofimáticas	

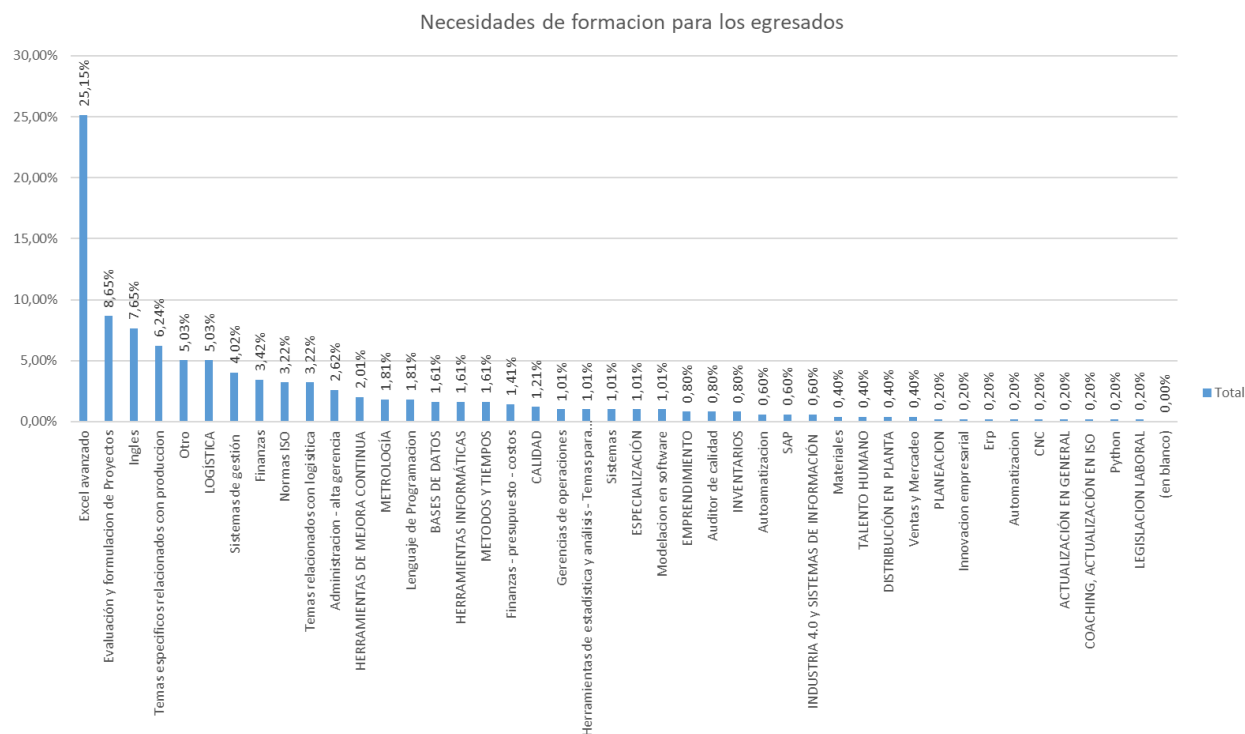


Figura 4. Necesidades de formación de los egresados (tomado de encuestas de egresados, Anexo 4-Impacto de los egresados)

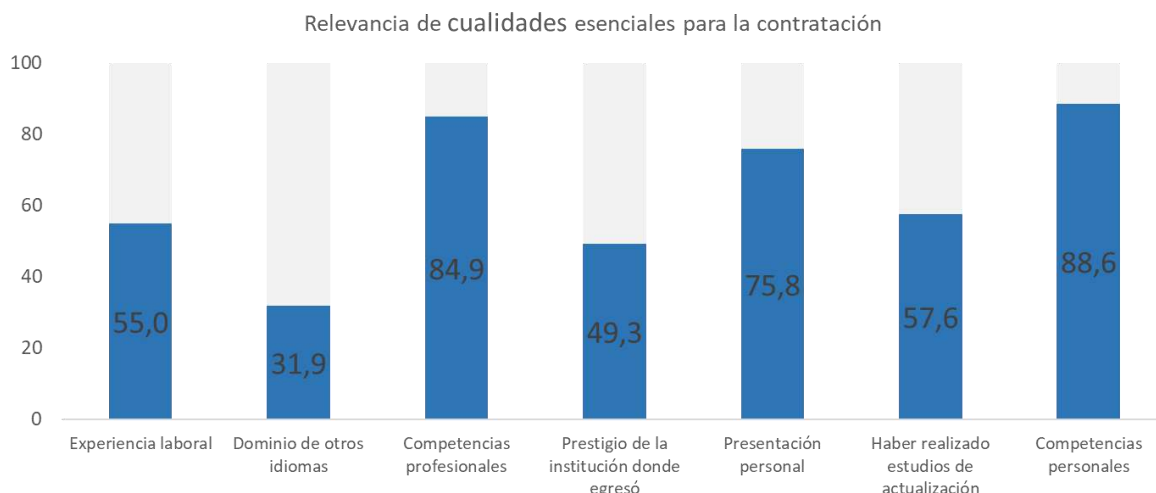


Figura 5. Relevancia de cualidades esenciales para la contratación (tomado de encuestas de egresados, Anexo 4-Impacto de los egresados)

4.2 Perfiles de egreso

Los programas en cuestión no cuentan con un perfil de egreso, en su lugar, tiene un Perfil profesional y un Perfil ocupacional:

- **PERFIL PROFESIONAL:**

- El **Tecnólogo en Sistemas de Producción** es un profesional que interviene los sistemas de producción y sus procesos, en las organizaciones productoras de bienes y servicios, incorporando nuevos métodos de trabajo, gestionando la producción y utilizando los recursos de manera eficiente, con responsabilidad social y criterios de calidad y productividad.
- El **Ingeniero de Producción** es un profesional que diseña, direcciona y optimiza los procesos productivos, las operaciones y la logística en organizaciones de bienes y servicios; mediante la aplicación de métodos cuantitativos para la toma de decisiones, integrando la cadena de abastecimiento y adaptándose a los procesos de globalización con responsabilidad social y criterios de calidad y productividad.

- **PERFIL OCUPACIONAL:**

- El **Tecnólogo en Sistemas de Producción** es un profesional que puede desempeñarse en las diferentes organizaciones públicas o privadas del sector productivo y de servicios, y en desarrollo tecnológico, en los siguientes procesos:

planeación; programación y control de la producción; diseño de métodos de trabajo; planeación y selección de materiales, en procesos productivos.

- El **Ingeniero de Producción** articulado por ciclo propedéutico con Tecnología en Sistemas de Producción, es un profesional que puede desempeñarse en las diferentes organizaciones públicas o privadas del sector productivo y de servicios, y de desarrollo tecnológico, en los siguientes procesos: Diseño, optimización y simulación de sistemas de producción, logística y estrategia de operaciones. Diseño de sistemas tomando en consideración la gestión y el control de procesos de manufactura, así como la elaboración de productos con procesos optimizados.

De acuerdo con este contexto, se plantean los siguientes perfiles egreso, para la Tecnología en Sistemas de Producción y la Ingeniería de Producción:

Tabla 5. Perfiles de egreso

Tecnología en Sistemas de Producción	Ingeniería de Producción
El Tecnólogo o la Tecnóloga en Sistemas de Producción es un ser humano integral, proactivo, solidario, con conciencia social y ambiental, que se adapta a los cambios tecnológicos, se comunica de manera asertiva, trabaja en equipo y se proyecta en los ámbitos nacional e internacional en perspectiva de la resolución (o para la intervención) de problemáticas inherentes a los sistemas de producción. Competencias Específicas: -Planea, implementa y controla los sistemas de producción de bienes y servicios de acuerdo con las necesidades de la organización y su entorno. -Interviene los sistemas, flujos y procesos de producción a través del conocimiento y transformación de los diversos materiales, con criterios de eficiencia y productividad	El Ingeniero de Producción articulado por ciclos propedéuticos con el Tecnólogo en Sistemas de Producción del ITM es un profesional íntegro, con conciencia social y ambiental, que responde a las problemáticas de productividad y competitividad de los sectores económicos del país y la región. Afronta de forma crítica las situaciones problemáticas que se presentan, aplicando métodos cuantitativos para el análisis, el diagnóstico de problemas y la toma de decisiones. Se comunica de forma oral y escrita a un nivel correspondiente a un profesional, trabajando en equipo y liderando con asertividad y empatía los equipos de trabajo. Competencias Específicas: -Diseña y optimiza de manera sistémica las actividades relacionadas con el flujo de materiales e información a lo largo de la cadena de suministro. -Planea, programa y controla los diferentes procesos de manufactura presentes en los diversos sectores industriales y su articulación

en la gestión de ciclo de vida del producto, garantizando un continuo mejoramiento de los sistemas productivos.

5 Resultados de Aprendizaje.

Para la definición de los resultados de aprendizaje de ambos programas y que dieran respuesta a los perfiles de egreso, se consultaron tanto fuentes nacionales como las recomendaciones de ABET.

Referente Nacional - ACOFI: Análisis de la Ingeniería Industrial

La Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), resalta que los programas de Ingeniería Industrial deben adaptarse a los avances científicos, tecnológicos y culturales, definiendo un perfil mínimo alineado con las demandas contemporáneas del mercado.

Las competencias identificadas en el campo de la Ingeniería Industrial sirven como un referente clave para los programas de Producción, dada la cercanía con el campo de Ingeniería Industrial. En este contexto, se busca formar profesionales que combinen habilidades blandas, como la comunicación y el trabajo en equipo, con competencias específicas en la gestión de sistemas logísticos, control de procesos y toma de decisiones. La incorporación de estos elementos permitirá al egresado gestionar operaciones logísticas complejas, alineadas con las necesidades del mercado y los estándares de calidad actuales.

Un estudio del Consejo Social de la Universidad del País Vasco (s.f.), citado por (ACOFI, 2020), identificó siete competencias esenciales para los ingenieros industriales, basándose en la percepción de empleadores y expertos. Estas competencias facilitan la optimización de procesos, sistemas y estructuras, alineando al profesional con las demandas de la industria. Aunque estas competencias se consideran blandas y no específicas del campo industrial, son fundamentales para el desempeño profesional en diversos sectores. Las competencias declaradas son:

- Comunicación clara y efectiva, tanto en presentaciones orales como en documentos escritos.
- Planificación y organización del trabajo, seleccionando técnicas y métodos adecuados.

- Resolución de problemas y toma de decisiones con enfoque estratégico.
- Pensamiento creativo, fomentando el desarrollo de nuevas ideas y conceptos.
- Colaboración en equipo y capacidad para trabajar eficazmente con otros.
- Capacidad para trabajar en un contexto internacional y con movilidad geográfica.
- Autoaprendizaje y gestión del conocimiento para el desarrollo continuo.

Asimismo, el documento, identifica adicionalmente competencias técnicas y específicas que los programas de ingeniería deben desarrollar en sus egresados. Estas competencias garantizan que el profesional esté preparado para enfrentar los desafíos de la industria y gestionar sistemas complejos con responsabilidad social (ACOFI, 2020). Estas son:

- Gestión y solución de problemas en sistemas de producción de bienes, servicios y logística.
- Estudio crítico y sistémico de problemas organizacionales, proponiendo soluciones mediante métodos cualitativos y cuantitativos.
- Diseño e integración interdisciplinaria de sistemas para resolver problemas complejos.
- Gestión integral de talento humano, procesos y proyectos desde una perspectiva sistémica.
- Aplicación de ciencias básicas e ingeniería para el diseño de sistemas industriales eficientes.
- Responsabilidad ética y social, reconociendo y respetando la diversidad cultural y ambiental.
- Comunicación efectiva en distintos contextos sociales y profesionales.
- Diseño de soluciones que contemplen la seguridad y el bienestar, así como factores sociales y ambientales.

Referentes Internacionales: Modelo ABET

La Comisión de Acreditación de Ingeniería (EAC) y la Comisión de Acreditación de Ingeniería Tecnológica (ETAC) definen los resultados de aprendizaje mínimos requeridos para programas académicos acreditados en los niveles profesional (Bachelor) y tecnológico (Associate), respectivamente. Estos resultados de aprendizaje garantizan que los egresados estén preparados para ingresar a la práctica profesional con las competencias necesarias en ingeniería o tecnología (ABET, 2024b, 2024a).

A pesar de que cada nivel académico tiene enfoques y resultados diferenciados, el modelo ABET permite a las instituciones ajustar o complementar los resultados de aprendizaje definidos con aquellos específicos para su contexto o necesidades particulares. En la Tabla 6 se comparan los resultados de aprendizaje definidos por las comisiones EAC y ETAC:

Tabla 6. Resultados de aprendizaje definidos por ABET para niveles de Tecnología y Profesional.

Resultados de Aprendizaje - ETAC (Tecnología, Associate)	Resultados de Aprendizaje - EAC (Ingeniería, Bachelor)
1. An ability to apply knowledge, techniques, skills and modern tools of mathematics, science, engineering, and technology to solve well-defined engineering problems appropriate to the discipline	1. an ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.
2. An ability to design solutions for well-defined technical problems and assist with the engineering design of systems, components, or processes appropriate to the discipline.	2. an ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors.
3. An ability to apply written, oral, and graphical communication in well-defined technical and non-technical environments; and an ability to identify and use appropriate technical literature	3. an ability to communicate effectively with a range of audiences.
4. An ability to conduct standard tests, measurements, and experiments and to analyze and interpret the results	4. an ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts.
5. An ability to function effectively as a member of a technical team.	5. an ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives.
	6. an ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.
	7. an ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.

Tabla 7. Resultados de aprendizaje definidos universidades acreditadas en ABET a nivel nacional

Universidad de los Andes	Universidad ICESI	Universidad del Norte	Universidad de la Sabana
*Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas.	*SOLUCIÓN DE PROBLEMAS: Identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería, mediante la aplicación de los principios de las ciencias, las matemáticas, y la ingeniería.	1. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería, aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas.	*Resolución de problemas. Capacidad de identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería mediante la aplicación de los principios de ingeniería, ciencias y matemáticas.
*Habilidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas con consideración de la salud pública, seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.	*DISEÑO DE SOLUCIONES EN INGENIERÍA: Diseñar soluciones que satisfagan necesidades específicas y requisitos establecidos, considerando la salud pública, la seguridad, y el bienestar de las personas, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.	2. Habilidad para aplicar el diseño de ingeniería en la obtención de soluciones que satisfagan necesidades específicas considerando salud pública, seguridad, y bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.	*Diseño. Capacidad de aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan las necesidades específicas teniendo en cuenta la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
*Habilidad para desarrollar y conducir apropiadamente experimentación, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería para elaborar conclusiones.	*EXPERIMENTACIÓN: Desarrollar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar datos para generar conclusiones a partir de juicios basados en principios de ingeniería.	6. Habilidad para desarrollar y llevar a cabo experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y utilizar juicios basados en principios de ingeniería para generar conclusiones.	*Análisis de datos. Capacidad de desarrollar y llevar a cabo la experimentación adecuada, analizar e interpretar datos, y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones.
*Habilidad para comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.	*COMUNICACIÓN: Comunicarse efectivamente con múltiples audiencias de forma oral y	3. Habilidad para comunicarse efectivamente con un rango de audiencias.	*Comunicación. Capacidad de comunicarse efectivamente con un rango de audiencias.

	escrita, tanto en español como en inglés.		
*Habilidad para trabajar efectivamente en equipo cuyos miembros proporcionan liderazgo, generan un ambiente colaborativo e incluyente, establecen metas, planean actividades y alcanzan objetivos.	*TRABAJO EN EQUIPO Y LIDERAZGO: Funcionar de manera efectiva en un equipo, cuyos miembros colectivamente proporcionan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen objetivos, planifican tareas y cumplen objetivos.	5. Habilidad para funcionar efectivamente en un equipo cuyos miembros, colectivamente, proporcionen liderazgo, creen un ambiente colaborativo e inclusivo, establezcan metas, planifiquen tareas y cumplan objetivos.	*Trabajo en equipo. Capacidad de funcionar de manera efectiva en un equipo cuyos miembros juntos proporcionan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen objetivos, planifican tareas y cumplen objetivos.
*Habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en la práctica de la ingeniería y elaborar juicios informados en los que se debe considerar el impacto de soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.	*ÉTICA, RESPONSABILIDAD SOCIAL E IMPACTO DE LAS SOLUCIONES DE INGENIERÍA: Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales como ingenieros, y hacer juicios informados considerando el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.	4. Habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y construir juicios informados en los que se consideren los impactos de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.	*Ética e impacto. Capacidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
*Habilidad para adquirir y aplicar nuevo conocimiento según sea necesario, usando estrategias de aprendizaje apropiadas.	*AUTOAPRENDIZAJE A LO LARGO DE LA VIDA: Aprender y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, de forma autónoma y utilizando estrategias de aprendizaje adecuadas.	7. Habilidad para adquirir y aplicar nuevo conocimiento según sea necesario, utilizando estrategias apropiadas de aprendizaje.	*Autoaprendizaje. Capacidad de adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje adecuadas.

La Tabla 7 presenta los resultados de aprendizaje implementados por las universidades acreditadas por ABET en programas de Ingeniería Industrial a nivel nacional. Es evidente que todas las instituciones han alineado sus programas educativos con el modelo ABET, garantizando la incorporación de los resultados de aprendizaje definidos por esta organización. Esto refleja un compromiso con estándares internacionales de calidad y con la formación de profesionales que respondan a las necesidades globales de la industria. Por otro lado, se puede observar similitud con las competencias planteadas por (ACOFI, 2020)

Siguiendo este mismo modelo de estándares internacionales, en la Tabla 8 proponen los resultados de aprendizaje para los programas de **Tecnología en Sistemas de Producción** e **Ingeniería de Producción**, garantizando su alineación con las competencias esperadas y considerando las diferencias entre ambos niveles académicos.

Tabla 8. Resultados de Aprendizaje de los programas Tecnología en Sistemas de Producción e Ingeniería de Producción

Tecnologías en Sistemas de Producción	Ingeniería de Producción
RA1. Solución de Problemas: Habilidad para aplicar conocimientos, técnicas, habilidades y herramientas modernas de matemáticas, ciencias, tecnología y disciplinas específicas para resolver problemas bien definidos, apropiados a su área de estudio	RA1. Solución de Problemas: Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas.
RA2. Diseño: Habilidad para diseñar soluciones a problemas técnicos bien definidos y asistir en el diseño de sistemas, componentes o procesos de ingeniería apropiados a la disciplina.	RA2. Diseño: Habilidad para aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas, considerando factores como la salud pública, la seguridad, el bienestar, así como aspectos globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
RA3. Comunicación: Habilidad para comunicarse efectivamente de forma escrita, oral y gráfica en entornos técnicos y no técnicos bien definidos; y para identificar y utilizar literatura técnica adecuada.	RA3. Comunicación: Habilidad para comunicarse efectivamente de forma escrita, oral y gráfica con una variedad de audiencias; y para identificar y utilizar literatura técnica adecuada.

RA4. Ética Profesional: Habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de profesionales y tomar decisiones informadas, considerando el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.	RA4. Ética Profesional: Habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones profesionales y tomar decisiones informadas, considerando el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
RA5. Trabajo en Equipo: Habilidad para trabajar de manera efectiva como miembro de un equipo técnico, contribuyendo a ambientes colaborativos e inclusivos, definición de metas, planificación de tareas y cumplimiento de objetivos.	RA5. Trabajo en Equipo: Habilidad para trabajar efectivamente en equipos que incluyan liderazgo, ambientes colaborativos e inclusivos, definición de metas, planificación de tareas y cumplimiento de objetivos.
RA4. Análisis de Datos: Habilidad para realizar pruebas estándar, mediciones y experimentos, así como analizar e interpretar los resultados.	RA6. Análisis de Datos: Habilidad para desarrollar y llevar a cabo experimentos apropiados, analizar e interpretar datos y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones.
-	RA7. Autoaprendizaje: Habilidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje apropiadas.

6 Indicadores de Desempeño

Una vez definidos los resultados de aprendizaje, se procede a establecer los Indicadores de Desempeño, siguiendo la definición de ABET como aquellos elementos que representan los conocimientos, habilidades, actitudes o comportamientos que los estudiantes deben demostrar al momento de la graduación, indicando su competencia en relación con el resultado. Para este propósito, se desarrolla una guía específica para la definición de indicadores de desempeño, la cual incluye conceptos teóricos para su construcción, el marco teórico de cada indicador y referencias de literatura que muestran cómo otros programas acreditados por ABET han definido indicadores para cada resultado de aprendizaje (ver Anexo 5 - Guía para la definición de Indicadores de Desempeño).

En cada una de las siguientes tablas se presentan los indicadores de desempeño definidos a partir de la revisión y análisis realizado. El detalle de la definición de los indicadores de desempeño para cada resultado de aprendizaje se encuentra en los anexos correspondientes:

- RA1-SOLUCIÓN DE PROBLEMAS
- RA2-DISEÑO
- RA3-COMUNICACIÓN
- RA4-ÉTICA PROFESIONAL

- RA5-TRABAJO EN EQUIPO
- RA6-ANÁLISIS DE DATOS
- RA7-AUTOAPRENDIZAJE

6.1 RA1-SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

RA1-SOLUCIÓN DE PROBLEMAS		
Indicadores de Desempeño	Alcance Ingeniero de Producción	Alcance Tecnólogo Sistemas de Producción
1. Define el problema.	Define problemas complejos en el marco de los sistemas de producción y la cadena de suministro, identificando características clave, restricciones y condiciones. Estableciendo criterios de evaluación económicos, de eficiencia, sociales o ambientales necesarios para validar la solución.	Define los requerimientos operativos del sistema productivo, identificando las entradas y salidas del proceso y los criterios de evaluación necesarios para medir la efectividad de la solución en términos de eficiencia productiva y recursos operacionales disponibles.
2. Genera soluciones.	Genera estrategias de solución utilizando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas, asegurando que cumplan con los requisitos y restricciones definidos para abordar el problema de manera efectiva.	Selecciona el método de solución más adecuado en función de los atributos críticos del problema.
3. Desarrolla un plan de solución.	Desarrolla un plan de solución estructurado siguiendo principios de ingeniería, ciencias y matemáticas, garantizando el cumplimiento de los requisitos y restricciones definidos para abordar el problema.	Aplica el procedimiento seleccionado, asegurando que se sigan las condiciones específicas del método y los requerimientos del proceso.
4. Evalúa soluciones	Evalúa soluciones utilizando modelos avanzados de ingeniería, reflexionando sobre los resultados obtenidos y las suposiciones hechas. Identifica oportunidades de mejora y propone soluciones alternativas cuando sea necesario.	Verifica si los resultados cumplen con los requisitos operativos establecidos y evalúa la necesidad de ajustar o modificar el procedimiento aplicado, en caso de que no se alcancen los objetivos previamente definidos.

6.2 RA2-DISEÑO

RA2-DISEÑO		
Indicadores de Desempeño	Alcance Ingeniero de Producción	Alcance Tecnólogo Sistemas de Producción
1. Define la situación de diseño.	Identifica en una población, mercado, organización o sujetos, situaciones factibles de ser intervenidas con algún tipo de sistema tecnológico que las solucione, mejore o haga más eficientes o satisfactorias. Establece para él, los requerimientos, características clave, restricciones y condiciones que lo hagan atractivo como solución. Y, determina la viabilidad de desarrollo de dicha solución. Además, establece criterios de evaluación económicos, de eficiencia, sociales o ambientales necesarios para validar la solución	Define los requerimientos de desarrollo de alternativas de solución para una situación determinada. Establece los criterios de evaluación de los sistemas solución en consideración a la viabilidad de ejecución.
2. Desarrolla propuestas de solución.	Genera propuestas de solución utilizando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas, asegurando que cumplan con los requisitos y restricciones definidos para abordar la oportunidad de diseño de manera efectiva.	Selecciona los componentes o portadores de función, para cada propuesta que se presente de modo que sea técnicamente viable y garantice la efectividad de cada una.
3. Determina la alternativa más adecuada.	Evalúa las diferentes alternativas en consideración a su configuración, tecnología, consumo energético, peso relativo de los criterios de evaluación, expectativas del usuario o cliente, factores económicos y de tiempo de desarrollo. Reflexiona sobre los resultados obtenidos y el nivel de satisfacción de los requerimientos planteados e Identifica oportunidades de mejora o soluciones alternativas cuando sea necesario.	Establece el valor de cada propuesta con base en los criterios de evaluación y su peso relativo, determinando las alternativas mejor calificadas. Verifica si los resultados cumplen con los requisitos funcionales establecidos y evalúa la necesidad de ajustar o modificar la configuración de la solución, en caso de que no se alcancen los objetivos previamente definidos.

4. Desarrolla el diseño de detalle.	Aplica sus conocimientos de ingeniería para determinación de los parámetros de construcción o implementación de la alternativa de solución seleccionada considerando su impacto ambiental, económico, social, así como su eficiencia al momento de implementarla	Ejecuta la propuesta seleccionada, bien sea una construcción o una implementación, teniendo en cuenta las restricciones a ella, las condiciones de utilización y mantenimiento.

6.3 RA3-COMUNICACIÓN

RA3-COMUNICACION		
Indicadores de Desempeño	Alcance Ingeniero de Producción	Alcance Tecnólogo Sistemas de Producción
1. Comunicación Oral	Hace presentaciones orales usando una estructura, lenguaje y estilo apropiados con diferentes audiencias	Hace presentaciones orales usando una estructura, lenguaje y estilo apropiados con diferentes audiencias
	Escucha, evaluar y brinda retroalimentación con diferentes audiencias en un contexto de ingeniería	Escucha, evalúa y brinda retroalimentación con diferentes audiencias en un contexto técnico
	Utilizando diversas herramientas y tecnologías de comunicación propias de la práctica de la ingeniería	Utiliza diversas herramientas y tecnologías de comunicación propias de la práctica profesional
	Idioma: Español / Ingles	Idioma: Español
2. Comunicación escrita	Produce documentos técnicos que desarrollan el método científico con una estructura gramática y claridad apropiadas para diferentes audiencias	Produce documentos técnicos con una estructura, gramática y claridad apropiadas para diferentes audiencias
	Evalúa y brinda retroalimentación a partir del análisis de diferentes fuentes de información	Evalúa y brinda retroalimentación a partir del análisis de diferentes fuentes de información
	Crea documentos utilizando herramientas y tecnologías de la práctica de la ingeniería	Crea documentos utilizando diferentes fuentes de información, herramientas y tecnologías propias de la práctica profesional
	Idioma: Español / Ingles	Idioma: Español

6.4 RA4-ÉTICA PROFESIONAL

RA4-ÉTICA PROFESIONAL		
Nombre indicador	Descripción/Alcance-objetivo del indicador (Ingeniería)	Descripción/Alcance-objetivo del indicador (Tecnología)
1. Definir sistema de referenciación y citación.	Utiliza al menos un sistema de referenciación, y produce como mínimo 5 citas debidamente referenciadas.	Utiliza al menos un sistema de referenciación, y produce como mínimo 3 citas debidamente referenciadas.
2. Originalidad y autenticidad en trabajos.	El contenido de documento o ideas de otros autores y textos, científicos y académicos es menor al 10%.	El contenido de documento o ideas de otros autores y textos, científicos y académicos es menor al 30%.
3. Reconocimiento conflictos de ética.	El estudiante produce e identifica los elementos esenciales que debe tener en cuenta relacionados a la producción de su documento académico e investigación que podrían obstaculizar su desarrollo.	El estudiante produce e identifica los elementos esenciales que debe tener en cuenta relacionados a la producción de su texto, trabajo o monografía que podrían obstaculizar su desarrollo.
4. Soluciones con responsabilidad ética.	Conoce al menos 3 normas y/u organismos internacionales en el desarrollo, normatividad relacionada a la solución de ingeniería planteada.	Conoce al menos una norma y organismo internacional en el desarrollo, normatividad relacionada a la solución de ingeniería planteada.
5. Impactos en soluciones de tecnología e ingeniería.	Propone alternativas de solución a situaciones desde distintas dimensiones, fundamentadas en una visión justa y consciente de la construcción de una sociedad ética.	Propone alternativas de solución a situaciones desde distintas dimensiones, fundamentadas en una visión justa y consciente de la construcción de una sociedad ética.

6.5 RA5-TRABAJO EN EQUIPO

RA5-TRABAJO EN EQUIPO		
INDICADORES DE DESEMPEÑO	ALCANCE INGENIERO DE PRODUCCIÓN	ALCANCE TECNÓLOGO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
1. Organización del equipo	Desarrolla y lidera equipos de trabajo interdisciplinarios, estableciendo roles y responsabilidades en función de sus competencias y su capacidad para contribuir al logro de los objetivos, promoviendo reuniones regulares para revisar el progreso y ajustar si es el caso.	Participa en la organización de equipos de trabajo, apoyando la asignación de roles y responsabilidades definidos, cumpliendo con las responsabilidades asignadas, y contribuyendo al logro de las metas del proyecto de manera efectiva.
2. Participación en el equipo	Contribuir activamente al logro de los objetivos del equipo mediante la identificación de problemas, la propuesta de soluciones innovadoras y la asignación de responsabilidades, manteniendo una comunicación efectiva con los integrantes del equipo.	Participar en las actividades del equipo cumpliendo con las tareas asignadas, aportando ideas enfocadas en la solución de problemas y promoviendo un ambiente colaborativo para alcanzar los objetivos establecidos.
3. Interacción en el equipo	Participa de manera proactiva en equipos multidisciplinarios, promoviendo el respeto, la toma de decisiones consensuada y el cumplimiento de metas mediante la resolución efectiva de conflictos y la asignación estratégica de tareas.	Contribuye activamente y con respeto al logro de los objetivos del equipo mediante la comunicación asertiva, la colaboración en la ejecución de actividades asignadas y el soporte para la solución de problemas y conflictos.

6.6 RA6-ANÁLISIS DE DATOS

RA6-ANÁLISIS DE DATOS		
Indicadores de Desempeño	Alcance Ingeniero de Producción	Alcance Tecnólogo Sistemas de Producción
1. Diseñar un Plan Experimental	Diseñar un plan experimental orientado a la optimización de procesos productivos, definiendo claramente los objetivos, las variables clave y los métodos cuantitativos para la recolección de datos. El plan debe estar alineado con la mejora de la cadena de suministro, integrando el flujo de materiales e información para obtener datos útiles en la toma de decisiones operativas.	Diseñar un plan experimental que defina de manera clara los objetivos del experimento, las variables clave a medir, y las herramientas adecuadas para la recolección de datos, considerando las restricciones técnicas, éticas y sociales que impactan los procesos de producción. Este plan debe incluir una justificación de las metodologías seleccionadas, considerando las limitaciones y posibles desafíos del proceso productivo.
2. Recolectar Datos	Recolectar datos cuantitativos y cualitativos utilizando herramientas avanzadas de medición y análisis, asegurando que los datos recolectados reflejen las condiciones reales de los procesos de manufactura y la cadena de suministro. La recolección debe considerar posibles fluctuaciones o fallos en el sistema, asegurando la confiabilidad de la información obtenida.	Recolectar datos precisos utilizando las herramientas e instrumentos adecuados, demostrando responsabilidad y compromiso con la calidad y confiabilidad de la información obtenida. Los estudiantes deberán tener en cuenta las condiciones operativas del sistema de producción, así como las limitaciones inherentes al proceso, con el fin de garantizar que los datos recolectados sean representativos y útiles para la toma de decisiones en la mejora y control de los procesos productivos.
3. Analizar e Interpretar Datos	Analizar e interpretar datos de procesos productivos aplicando métodos cuantitativos y modelos matemáticos, identificando áreas de mejora en los flujos de materiales e información. El análisis debe considerar aspectos de eficiencia, tiempos de ciclo y costos operativos, con el fin de optimizar la cadena de	Analizar e interpretar los datos obtenidos durante los experimentos, aplicando criterios sólidos y justificando las conclusiones basadas en evidencia confiable, identificando posibles errores o anomalías en el proceso, empleando métodos estadísticos y herramientas de software adecuadas para identificar

	suministro y la producción.	patrones, tendencias y anomalías en los sistemas de producción. El análisis debe permitir extraer conclusiones relevantes que faciliten la toma de decisiones para la optimización de los procesos y la mejora de la eficiencia en la producción.
4. Aplicar Juicio de Ingeniería y Comunicar los Resultados	Aplicar el juicio de ingeniería para evaluar los resultados obtenidos a partir del análisis de datos y comunicar las conclusiones de manera clara y efectiva. Este proceso debe considerar las limitaciones de los modelos teóricos utilizados y los posibles errores experimentales. Los estudiantes deben justificar las decisiones propuestas y sugerir mejoras, utilizando lenguaje técnico adecuado y apoyándose en gráficos, tablas o informes escritos para diferentes audiencias dentro de los sistemas de producción.	Aplicar el juicio de ingeniería para evaluar las conclusiones obtenidas a partir del análisis de datos, considerando posibles errores experimentales y las limitaciones de los modelos teóricos. Comunicar los resultados de manera clara y efectiva, utilizando gráficos, tablas o informes escritos, adaptados a diferentes audiencias (técnicas y no técnicas), justificando las decisiones propuestas y sugiriendo mejoras en los sistemas de producción

6.7 RA7-AUTOAPRENDIZAJE

RA7-AUTOAPRENDIZAJE	
Indicadores de desempeño	Alcance Ingeniero de Producción
1. Reflexiona sobre su desempeño	Reflexiona sobre su desempeño y ajusta sus estrategias de aprendizaje según las metas establecidas
2. Nuevas técnicas y tecnologías	Aplica nuevas técnicas y tecnologías adaptando sus estrategias de aprendizaje
3. Conocimientos previos para una temática particular	Gestiona estrategias de aprendizaje autónomo para adquirir o reforzar los conocimientos previos para una temática particular

7 Mapeo de los Indicadores de Desempeño

El mapeo de los resultados de aprendizaje se realizó a través de los Indicadores de Desempeño de siguiendo el modelo de ABET (Kevin Huggins, n.d.), como se muestra en la Figura 6. En particular se siguió la siguiente estrategia:

1. **Mapeo inicial:** Una vez definidos los indicadores de desempeño, estos deben ser mapeados en el plan de estudios de acuerdo con el ejemplo mostrado en la Figura 6.
2. **Asignación significativa:** Señale con una "X" las asignaturas donde considere que se realizará un desarrollo significativo del indicador de desempeño. Este aporte puede basarse en la metodología y temática actual de la asignatura, o, si lo considera necesario, ajustar el microcurrículo para que la asignatura cumpla con el rol de desarrollar ese indicador.
3. **Distribución de indicadores:** Tenga en cuenta que todos los indicadores de un resultado de aprendizaje no necesitan desarrollarse en una misma asignatura; pueden distribuirse a lo largo del plan de estudios.
4. **Diferencias entre niveles:** Algunos indicadores pueden tener un mayor desarrollo en el nivel tecnológico que en el de ingeniería, y viceversa, según la estructura de cada nivel.
5. **Principio de eficiencia:** Evalúe dónde se desarrollará cada indicador con eficiencia. Evite saturar una misma asignatura con múltiples indicadores, asegurándose de que cada asignatura aporte una experiencia significativa en términos de contenido y metodología.
6. **Progresión y proyecto:** Visualice el desarrollo del indicador a lo largo del plan de estudios, por ejemplo, semestre a semestre, para facilitar una progresión coherente. Esto ayudará a identificar posibles proyectos integradores o líneas de aprendizaje a futuro.

	First Year					Sophomore				Junior				Senior		
	CSCI 1301	CSCI 2200	CSCI 1302	CSCI 2611	CSCI 2210	CSCI 1730	CSCI 2200	CSCI 2720	CSCI 2020	CSCI 3270	CSCI 4270	CSCI 4210	CSCI 4230	CSCI 4235	CSCI 4910	CSCI 4911
ANALYZE COMPLEX COMPUTING PROBLEMS																
Identifies the problem and problem-solving strategy	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Applies appropriate solution method using math/science/engineering principles	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Generates a problem solution	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Evaluates alternative solutions			X		X							X		X	X	X
WORK EFFECTIVELY ON A TEAM																
Participates in the establishment of goals and workplan of the team					X			X					X			X
Contributes to the development of a collaborative team environment					X			X					X			X
Encourages an inclusive team environment					X			X					X			X
Exhibits dependability in the achievement of the team's goals					X			X					X			X
COMMUNICATE EFFECTIVELY IN WRITING																
Provides supporting details which enhances the quality of the report	X				X			X			X	X		X	X	X
Uses logical organizational pattern which enhances	X				X			X			X	X		X	X	X

Figura 6. Mapeo curricular de Indicadores de Desempeño (tomado de (Kevin Huggins, n.d.))

En la Figura 7 se ilustra el resultado del proceso de mapeo de todos los indicadores de desempeño en todo el plan de estudios, incluyendo los ciclos de Tecnología e Ingeniería. Como puede apreciarse, al final se tiene una columna que contabiliza el número de indicadores mapeados por asignatura, esto se utiliza como un mecanismo de control, de modo que el desarrollo de los indicadores de desempeño sea equilibrado. El detalle del mapeo puede ser observado en el anexo **Mapeo Indicadores de Desempeño.xlsx**, hoja: Mapeo General.

		RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS				DISEÑO DE SOLUCIONES			COMUNICACIÓN		ÉTICA PROFESIONAL					TRABAJO EN EQUIPO			ANÁLISIS DE DATOS				ASISTENCIA				#
		PS-1 Problemas	PS-2 Solución colectiva	PS-3 Resolución individual	PS-4 Evaluación de la solución	PS-5 Diseño de soluciones alternativas	PS-6 Evaluación de las soluciones	PS-7 Evaluación de la solución	PS-8 Comunicación verbal	PS-9 Comunicación escrita	PS-10 Ética profesional	PS-11 Ética profesional	PS-12 Ética profesional	PS-13 Ética profesional	PS-14 Trabajo en equipo	PS-15 Trabajo en equipo	PS-16 Trabajo en equipo	PS-17 Análisis de datos	PS-18 Análisis de datos	PS-19 Análisis de datos	PS-20 Análisis de datos	PS-21 Asistencia	PS-22 Asistencia	PS-23 Asistencia	PS-24 Asistencia		
1. FUNDAMENTOS DE FÍSICA		Química	X	X	X	X			X	X																1	
2. FUNDAMENTOS DE QUÍMICA		Química	X	X	X	X			X	X																1	
3. FUNDAMENTOS DE MATEMÁTICAS		Matemáticas	X	X	X	X			X	X																1	
4. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
5. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
6. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
7. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
8. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
9. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
10. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
11. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
12. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
13. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
14. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
15. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
16. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
17. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
18. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
19. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
20. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
21. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
22. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
23. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
24. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
25. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
26. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
27. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
28. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
29. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
30. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
31. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
32. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
33. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
34. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
35. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
36. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
37. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
38. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
39. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
40. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
41. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
42. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
43. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
44. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
45. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
46. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
47. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
48. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
49. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
50. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
51. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
52. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
53. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
54. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
55. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
56. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
57. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
58. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
59. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
60. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
61. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
62. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
63. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
64. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
65. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
66. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
67. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
68. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
69. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
70. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
71. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
72. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
73. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
74. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
75. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
76. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
77. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
78. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
79. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
80. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
81. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
82. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
83. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
84. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
85. FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA		Ingeniería	X	X	X	X			X	X																1	
86. F																											

- ABET. (n.d.-a). *ABET: Accreditation Board for Engineering and Technology*. Retrieved October 26, 2024, from <https://www.abet.org/>
- ABET. (n.d.-b). *Accreditation Commissions*. Retrieved October 26, 2024, from <https://www.abet.org/accreditation/>
- ABET. (n.d.-c). *Assessment Planning*. Retrieved October 26, 2024, from <https://www.abet.org/accreditation/get-accredited/assessment-planning/>
- ABET. (2024a). *Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2024 - 2025 - ABET*. <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2024-2025/>
- ABET. (2024b). *Criteria for Accrediting Engineering Technology Programs, 2024 – 2025*. <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-technology-programs-2024-2025/>
- ACOFI. (2020). *Lineamientos curriculares para Ingeniería Industrial en Colombia*.
- ACOFI-CNA. (2019). *Actualización Modelo de Acreditación Taller sobre Resultados de Aprendizaje*. https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2020/03/3.-PPT-R_Aprendizaje-CNA.pdf
- Consejo Superior de Educación Superior. (2020). *Acuerdo-02-2020-CESU* (pp. 1–67).
- EUR-ACE. (2024). *Modelo Europeo EUR-ACE*.
- Huggins, K. (2021). *ABET y Mejora Continua de la Calidad*. Intl Federation of Engineering Education Societies. <https://www.youtube.com/watch?v=-lhmV0DWlqc&t=3185s>
- ITM. (2022). *Orientaciones Curriculares en Relación con las Competencias y los Resultados de Aprendizaje*.
- Kevin Huggins. (n.d.). *Webinar: Curriculum Map*. <https://Assessment.Abet.Org/Webinar/Curriculum-Map/>.
- MEN. (2019). *Decreto 1330 de 2019*.

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO



**INFORME PARA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE REGISTRO CALIFICADO
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
EN ARTICULACIÓN POR CICLOS PROPEDEÚTICOS CON
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN (CAMBIO DE DENOMINACIÓN:
TECNOLOGÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN)
REGISTRO SNIES 52131 – INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
REGISTRO SNIES 53967 – TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS
DEPARTAMENTO DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN**

**MEDELLÍN
2017**

TABLA DE CONTENIDO

INFORMACIÓN DEL PROGRAMA	12
1. DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA	14
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA	19
2.1. Identificación de la oferta	19
2.2. Articulación con los planes de desarrollo	43
2.2.1. Importancia de la formación en el área del programa en el desarrollo del país y la región	43
2.2.2. Importancia de la formación en el área del programa con los lineamientos institucionales	52
2.3. Estado actual de la educación en el área del programa.....	53
2.4. Rasgos o atributos distintivos del programa de la institución.....	57
3. CONTENIDOS CURRICULARES.....	59
3.1. Propósito de formación, competencias profesionales, perfil profesional y perfil ocupacional	59
3.2. Plan de estudios	62
3.2.1. Plan de estudios actual	63
3.2.2. Plan de estudios Propuesto	68
4. ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS	99
4.1. Política de Créditos de la Institución	99
4.2. Actividades presenciales y no presenciales	99
4.2.1. Actividades presenciales	99
4.2.2. Actividades no presenciales	101
5. RECURSOS DISPONIBLES	103
6. BIBLIOGRAFÍA.....	123

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Programas ofertados en Tecnología Sistemas de Producción o afines.....	20
Tabla 2. Descripción programa referente nacional.....	20
Tabla 3. Instituciones que ofertan el programa Ingeniería de Producción a nivel nacional	21
Tabla 4. Descripción programas referentes nacionales	21
Tabla 5. Descripción programa referente internacional	29
Tabla 6. Instituciones y programas de Ingeniería de Producción en Brasil	32
Tabla 7. Descripción programas referentes en Brasil.....	32
Tabla 8. Instituciones y programas referentes de Ingeniería de Producción en Chile....	34
Tabla 9. Instituciones y programas referentes de Ingeniería de Producción en el Reino Unido	37
Tabla 10. Instituciones y programas referentes de Ingeniería de Producción en otros países	38
Tabla 11. Áreas propias de Ingeniería de Producción según ABEPRO.....	40
Tabla 12. Relación criterios para acreditación programas de Ingeniería 2016-2017 por el Organismo ABET	41
Tabla 13. Ítems relacionados entre Ley 1286 de 2009 y la Tecnología en Sistemas de Producción.	49
Tabla 14. Ítems relacionados entre la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación 2015-2025 y el programa en Tecnología en Producción	49
Tabla 15. Ítems relacionados entre el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación Medellín 2011 – 2021 y el programa de Tecnología en Sistemas en Producción.....	50
Tabla 16. Ítems relacionados entre el estudio “Promoviendo el desarrollo de sistemas locales de innovación – Caso Medellín” y el programa en Tecnología en Sistemas de Producción.	51
Tabla 17. Comparativo entre programa de tecnología e ingeniería actual y el programa propuesto de rediseño	60
Tabla 18. Relación trabajo presencial (TP) – trabajo independiente (TI) para un crédito académico	63
Tabla 19. Actual vs Propuesta	63
Tabla 20. Resumen del plan de estudios vigente por áreas de formación	64
Tabla 21. Distribución de asignaturas del plan de estudios vigente.....	66
Tabla 22. Distribución de asignaturas del plan de estudios propuesto.....	69
Tabla 23. Resumen del plan de estudios propuesto por áreas de formación	73
Tabla 24. Universidades referentes en la denominación y pertinencia en Operations Management	78
Tabla 25. Universidades referentes en la denominación y pertinencia con Procesos de manufactura	83

Tabla 26. Disposiciones para la asignatura Trabajo de grado	91
Tabla 27. Plan de transición. Equivalencias entre asignaturas	94
Tabla 28. Relación de principios pedagógicos y estrategias metodológicas	100
Tabla 29. Proyección de docentes de tiempo completo para el Departamento de Calidad y Producción	106
Tabla 30. Espacios deportivos del ITM.....	107
Tabla 31. Infraestructura física por campus y por uso	109
Tabla 32. Recursos en software	112
Tabla 33. Recursos informáticos de la institución.....	113
Tabla 34. Recursos académicos de la institución	114
Tabla 35. Recursos académicos de la institución	115
Tabla 36. Personal a cargo del programa	117
Tabla 37. Proyección de costos del rediseño ciclo tecnológico -Tecnología en Sistemas de Producción	119
Tabla 38. Proyección de costos del rediseño ciclo ingenieril – Ingeniería de producción	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura general de un sistema de producción	15
Figura 2. Componentes de un sistema de producción	16
Figura 3. Desarrollo de un proceso de producción	16
Figura 4. Monitoreo de las tendencias de investigación en Sistemas de Producción.....	18
Figura 5. Áreas de estudio de Ingeniería de Producción en Alemania.....	25
Figura 6. Áreas de especialización de los estudiantes alemanes	25
Figura 7. Plan de estudios de Ingeniería de Producción en la Universidad de Kassel en Alemania.....	27
Figura 8. Pregrado en Ingeniería Económica de la Universidad Técnica de Berlín.....	28
Figura 9. Módulo de Logística en Ingeniería Económica de la Universidad Técnica de Berlín	28
Figura 10. Habilidades que deben desarrollar los ingenieros de producción en Brasil..	34
Figura 11. Malla del programa de Ingeniería de ejecución Industrial vespertino	36
Figura 12. Malla de estudio para los estudiantes diurnos de Ingeniería de ejecución Industrial	36
Figura 13. Plan de estudios actual del programa de Ingeniería de producción en articulación con Tecnología en Producción. Pensum 3.....	65
Figura 14. Plan de estudios rediseñado del programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción	72
Figura 15. Áreas de formación en ciencias básicas	74
Figura 16. Componente de formación en ingeniería y tecnología aplicada - <i>Gestión de Operaciones - Operations Management</i> (Tecnología en Sistemas de Producción).....	75
Figura 17. Componente de formación en ingeniería y tecnología aplicada - <i>Gestión de Operaciones - Operations Management</i> (Ingeniería de Producción).....	77
Figura 18. Monitoreo de las tendencias de investigación en OM	79
Figura 19. Componente de formación en ingeniería y tecnología aplicada – <i>Procesos de Manufactura</i> (Tecnología en Sistemas de Producción).....	80
Figura 20. Componente de formación en ingeniería y tecnología aplicada – procesos de manufactura	82
Figura 21. Monitoreo de las tendencias de investigación en procesos de manufactura .	84
Figura 22. Asignaturas que componen el ciclo propedéutico para avanzar al nivel profesional.	86
Figura 23. Líneas de optativas definidas para el programa	86
Figura 24. Electivas ofertadas por las diferentes facultades.....	91
Figura 25. Componente de inglés según lineamientos institucionales	92
Figura 26. Asignaturas de reconocimiento	98
Figura 27. Ubicación de los campus del ITM	106

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Participación por sectores en el capital constituido 2016.....	46
Gráfico 2. Total, sociedades constituidas según actividad económica 2016.....	48
Gráfico 3. Áreas de desempeño del Ingeniero de Producción del ITM.	54
Gráfico 4. Funciones asignadas a los tecnólogos de producción en la industria.....	55
Gráfico 5. Cargos desempeñados por los Ingenieros de Producción	56

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Resolución 15188 del 29 de octubre de 2013
Anexo 2	Resolución 12546 de 13 de septiembre de 2013
Anexo 3	Acuerdo Directivo 05 de 2005. Ingeniería de Producción
Anexo 4	Resolución 15186 de 29 de octubre de 2013
Anexo 5	Resolución 12545 del 13 de septiembre de 2013
Anexo 6	Resolución 5082 del 10 de abril de 2014
Anexo 7	Plan de Desarrollo de Antioquia
Anexo 8	Plan de Desarrollo Institucional ITM
Anexo 9	Proyecto Educativo Institucional
Anexo 10	Estudio de factibilidad ITM - UNAL
Anexo 11	Taller con expertos 2015
Anexo 12	Acta de Consejo Académico número 8 de 2017
Anexo 13	Detalle contenidos generales microcurrículos plan propuesto
Anexo 14	Resolución 23 del 30 de septiembre de 2015
Anexo 15	Estatuto Profesorial
Anexo 16	Reglamento de Profesor de Cátedra
Anexo 17	Plan de mantenimiento ITM 2017
Anexo 18	Plan de Desarrollo Físico de la Institución
Anexo 19	Creación del Sistema de Bibliotecas ITM
Anexo 20	Resolución 071 de 1997
Anexo 21	Resolución 281 de 1999
Anexo 22	Resolución 253 de 2008
Anexo 23	FGL 029 Formato Guía de Trabajo Practico - Experimental

INTRODUCCIÓN

La creación del programa académico de pregrado Ingeniería de Producción se hizo en el marco de la Ley 749 del 19 de julio de 2002, la cual permite ofrecer y desarrollar programas de formación hasta el nivel profesional por ciclos propedéuticos y en las áreas de ingeniería, tecnología de la información y administración, siempre que se deriven de los programas de formación tecnológica que ofrezcan, previo cumplimiento de los requisitos señalados en la misma ley. Es por esto que el programa de Ingeniería de Producción se da en articulación por ciclos propedéuticos con el programa de Tecnología en Producción.

Tecnología en Producción

El Programa inició con el nombre de Tecnología en Manufactura, según registro ICFES 330226817660500111100 del 15 de abril de 1998. En el 2001 buscando hacer el programa más pertinente para atender las exigencias del sector productivo se hizo una reforma curricular y se solicitó ante el ICFES el cambio de denominación de Tecnología en Manufactura a Tecnología en Producción, la cual se otorgó con registro ICFES 330226817660500111400 de 1 de noviembre de 2001. En el año 2006, con la transformación del Instituto Tecnológico Metropolitano de Institución Tecnológica a Institución Universitaria, se creó el ciclo complementario de Ingeniería en Producción; este hecho llevo a que se realizara una nueva reforma curricular al programa de Tecnología en Producción con el fin de fortalecer el área de ciencias básicas y así preparar mejor al tecnólogo para enfrentar la formación como ingeniero. Posteriormente, el Programa de Tecnología en Producción obtuvo la renovación de su registro calificado, con Resolución MEN 4155 del 4 de julio de 2008 modificada parcialmente mediante la Resolución 2194 del 18 de marzo de 2011, y Registro de acreditación de alta calidad según Resolución MEN 3511 del 23 de agosto de 2005, otorgada por 8 años. En el año 2013 se renueva por última vez el Registro Calificado del programa mediante la Resolución 15188 del 29 de octubre de 2013¹ con acreditación de alta calidad desde el mismo año por el término de 4 años (Resolución 12546 de 13 de septiembre de 2013²).

La denominación del programa obedece al nombre de Tecnología en Producción, que otorga el Título de Tecnólogo(a) en Producción; el programa está adscrito a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas del Instituto Tecnológico Metropolitano; la modalidad es presencial y se realiza con una oferta de 96 créditos, distribuidos en 6 niveles semestrales de 16 créditos y 16-18 horas presenciales por semana.

¹ Anexo 1. Resolución 15188 del 29 de octubre de 2013

² Anexo 2. Resolución 12546 de 13 de septiembre de 2013

El Tecnólogo de Producción del ITM es un profesional integral que interviene los sistemas de producción y sus procesos en las organizaciones productoras de bienes y servicios, desde la perspectiva de la incorporación de nuevos métodos de trabajo y la optimización de la gestión de la producción, utilizando los recursos e indicadores de gestión de acuerdo con los requerimientos de desarrollo del entorno, con responsabilidad social y criterios de calidad.

Las competencias profesionales- ciclo tecnológico están encaminadas en:

Estudio del Trabajo

- Diseñar nuevos métodos de trabajo.
- Analizar los puestos de trabajo mediante el uso de técnicas y procedimientos de estudio de métodos, medición del trabajo y distribución en planta con el fin de mejorar las condiciones de trabajo de los procesos productivos de las organizaciones

Administración de la Producción

- Conocer los métodos, técnicas y herramientas necesarios para administrar los recursos productivos
- Aplicar las herramientas para planear, programar y controlar los sistemas de producción acorde con las necesidades del mercado que permitan facilitar la toma de decisiones

Ingeniería de Producción

El Programa de Ingeniería de Producción fue creado mediante el acuerdo 05 del Consejo Directivo del año 2005³ del Instituto Tecnológico Metropolitano y, mediante Resolución 1747 de 26 de abril de 2006 del Ministerio de Educación Nacional se le otorga el Registro Calificado por un término de siete (7) años, renovado en el año 2013 mediante Resolución 15186 de 29 de octubre de 2013⁴ por el mismo período, adicionalmente, el programa cuenta con Acreditación de Alta Calidad según Resolución 12545 del 13 de septiembre de 2013⁵ por el término de cuatro (4) años, con modificación por parte de la Resolución 5082 del 10 de abril de 2014⁶.

³ Anexo 3. Acuerdo Directivo 05 de 2005. Ingeniería de Producción

⁴ Anexo 4. Resolución 15186 de 29 de octubre de 2013

⁵ Anexo 5. Resolución 12545 del 13 de septiembre de 2013

⁶ Anexo 6. Resolución 5082 del 10 de abril de 2014

La denominación del programa obedece al nombre de Ingeniería de Producción por ciclos propedéuticos, que otorga el Título de Ingeniero(a) de Producción; el programa está adscrito a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas del Instituto Tecnológico Metropolitano; la modalidad es presencial y se realiza con una oferta de 160 créditos, distribuidos en 10 niveles semestrales.

El Ingeniero en Producción del ITM, es un profesional integral que interviene los sistemas de producción y sus procesos en las organizaciones productoras de bienes y servicios, desde la perspectiva de la incorporación de nuevos métodos de trabajo, la optimización de la gestión de la producción, la gerencia de las operaciones y la integración de la cadena de abastecimiento, adaptándose a los procesos de globalización y a las exigencias en las áreas de producción, con responsabilidad social y criterios de calidad.

Las Competencias profesionales - ciclo ingenieril están encaminadas a:

Gerencia de operaciones

- Establecer y aplicar las técnicas operacionales para el ambiente empresarial, incorporando mejoras tecnológicas en las operaciones empresariales, valiéndose de herramientas como indicadores de gestión, sistematización de procesos administrativos, productivos y de control para el aumento de la competitividad empresarial.
- Presentar proyectos de inversión, económica y financieramente evaluados, aplicando herramientas y técnicas de análisis para la toma de decisiones.

Integración de la cadena de abastecimiento

- Seleccionar y aplicar las herramientas para monitorear, soportar y controlar la toma de decisiones en actividades de compra, negociación de bienes y servicios, administración de inventarios, almacenamiento de materiales y productos, distribución y gestión del transporte a nivel nacional e internacional, mediante la integración de los procesos productivos con los logísticos cuidando los costos operativos y perfeccionando constantemente la cadena de abastecimiento.

El documento de rediseño presenta el cambio de denominación del primer ciclo de Producción por Tecnología en Sistemas de Producción, el cual le permite establecer una identidad con el quehacer del tecnólogo, desde la perspectiva de la gestión de operaciones (*operations management*) y los procesos de manufactura, y de esta forma establecer

correspondencia entre el título a otorgar, contenidos curriculares y las competencias propias del nivel y del área de formación. Consecuentemente, se reestructura, el perfil profesional y ocupacional del Ingeniero de Producción, implicando modificaciones al plan de estudios, su pertinencia en los contenidos de las asignaturas. Asimismo, se presentan las necesidades en términos de docentes, laboratorios de prácticas y de investigación, para dar respuesta a una industria permeada por los constantes cambios que trae consigo la globalización y las nuevas políticas de internacionalización.

INFORMACIÓN DEL PROGRAMA

Institución:	Instituto Tecnológico Metropolitano	
Nombre del Programa:	Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Producción	
Título que otorga:	Ingeniero(a) de Producción	Tecnólogo(a) en Producción
Ubicación del programa:	Medellín-Antioquia-Colombia	
¿Extensión de programa acreditado?	No	
Institución Acreditada:	Si	
Nivel del programa:	Universitaria	
Modalidad de Maestría	No Aplica	
Norma interna de creación:	Acuerdo	Acuerdo
Número de la norma:		
Fecha de la norma:	09/09/2005	18/12/1997
Instancia que expide la norma:	Consejo Directivo	Consejo Directivo
Metodología:	Presencial	
Ciclos propedéuticos:	Tecnológico - Universitario	
Campo amplio:	Ingeniería, Industria y construcción	
Campo específico:	Industria y producción	
Campo detallado:	Producción textiles	
Duración del programa:	10 semestres	6 semestres
Periodicidad de la admisión:	Semestral	
Dirección:	Calle 73 # 76A 354 Vía al Volador	
Teléfono:	440 51 07	
Fax:	440 51 03	
Apartado aéreo:	54959	
Correo Electrónico:	rector@itm.edu.co	
Fecha de inicio del programa:	01/08/2006	03/08/1998
Número de créditos académicos:	160	96
Número de estudiantes en el primer período:	120	240
Valor de la matrícula al iniciar S.M.L.V:	0,5 a 3 SMLV	

El programa está adscrito a:	Facultad
Nombre de entidad adscrita:	Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Desarrollado por convenio:	No
Otros Convenios:	No
Observaciones:	Se solicita articulación en doble vía de los programas que componen el ciclo propedéutico (Tecnología en Producción e Ingeniería de Producción), modificación a la denominación del ciclo tecnológico: Tecnología en Producción por Tecnología en Sistemas de Producción y, por tanto, al título que otorga. Igualmente, se solicitan cambios en los contenidos curriculares.

1. DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA

De acuerdo al decreto 1075 de 2015 Artículo. 2.5.3.2.5.2, “los programas deben responder a campos auxiliares, asistenciales, complementarios, innovadores y propositivos de las profesiones, tal que su denominación sea diferenciable y permita distinción de las ocupaciones, disciplinas y profesiones”. Además, “Los programas técnicos profesionales y tecnológicos deben adoptar denominaciones que correspondan con las competencias propias de su campo de conocimiento”. Respecto a los programas por ciclos propedéuticos en los cuales este mismo decreto se pronuncia específicamente, el Artículo. 2.5.3.2.5.1, enuncia que: “Programas estructurados por ciclos propedéuticos son aquellos que se organizan en niveles formativos secuenciales y complementarios. Cada programa que conforma la propuesta de formación por ciclos propedéuticos debe conducir a un título que habilite para el desempeño laboral como técnico profesional, tecnólogo o profesional universitario, y debe tener una orientación y propuesta metodológica propia que brinde una formación integral en el respectivo nivel, y el componente propedéutico para continuar en el siguiente nivel de formación”. La citada disposición en el artículo 2, prescribe: “La denominación del programa debe corresponder con los contenidos curriculares y el nivel metodológico, esta corresponde a las competencias propias del campo de conocimiento siendo claramente diferenciables con una clara distinción de la ocupación, las disciplinas y la profesión”.

La propuesta de rediseño del programa solicita el cambio de la denominación de la Tecnología actual -Tecnología en Producción- por Tecnología en Sistemas de Producción buscando preparar profesionales para enfrentarse y hacer parte activa de una industria permeada por los constantes cambios que trae consigo la globalización y las nuevas políticas de internacionalización.

Desde la perspectiva internacional, el Programa de Tecnología en Sistemas de Producción sustenta su denominación en los principios y teorías de la Ingeniería (Producción, Industrial, de Manufactura, de Producto) y su aplicación tecnológica, puesto que enfatiza en la gestión, el control y la mejora continua de la producción de bienes y/o servicios, lo que requiere de una planeación, fabricación o transformación de todos los insumos a través de tecnologías propias y/o adaptadas en un entorno de clase mundial con el fin de lograr la satisfacción de las necesidades del cliente y una retroalimentación a lo largo de los procesos.

Consecuentemente, se propone un enfoque sistémico para la Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción en aspectos claves para el manejo de cualquier organización: Áreas como la investigación de

operaciones, la simulación de sistemas, el manejo de grandes volúmenes de datos, herramientas gerenciales en la toma de decisiones de la cadena de suministro (*operations management*); y áreas como procesos de manufactura, automatización y control, se convierte en una de las principales fortalezas a abordar por la tecnología propuesta en Sistemas de Producción y por consiguiente los ajustes relacionados a la Ingeniería de Producción. La propuesta de un programa que responda a las necesidades del entorno tanto en las organizaciones de bienes y servicios hace parte de la justificación del cambio de denominación del programa.

En principio, los sistemas de producción son sistemas socio-técnicos, dado que durante el proceso de fabricación los elementos del subsistema técnico (máquinas e instalaciones) junto con los elementos del subsistema social (personas) permiten el proceso de producción (a partir de la entrada de material, la producción – transformación, hasta la salida del producto) (Ropohl, 2012).

Los sistemas de producción, considerados al nivel más abstracto, podrían ser considerados como "procesos de manufactura", procesos que transforman los recursos en bienes y servicios útiles. El proceso de transformación utiliza típicamente recursos comunes como mano de obra, capital (para maquinaria y equipo, materiales, etc.) y espacio (tierra, edificios, etc.) para efectuar un cambio. Los economistas llaman a estos recursos los "factores de producción" y generalmente se refieren a ellos como trabajo, capital y tierra (Tanenbaum & Holstein, 2007). Los gerentes de producción se refieren a ellos como los "cinco P's", como se observan en la Figura 1.

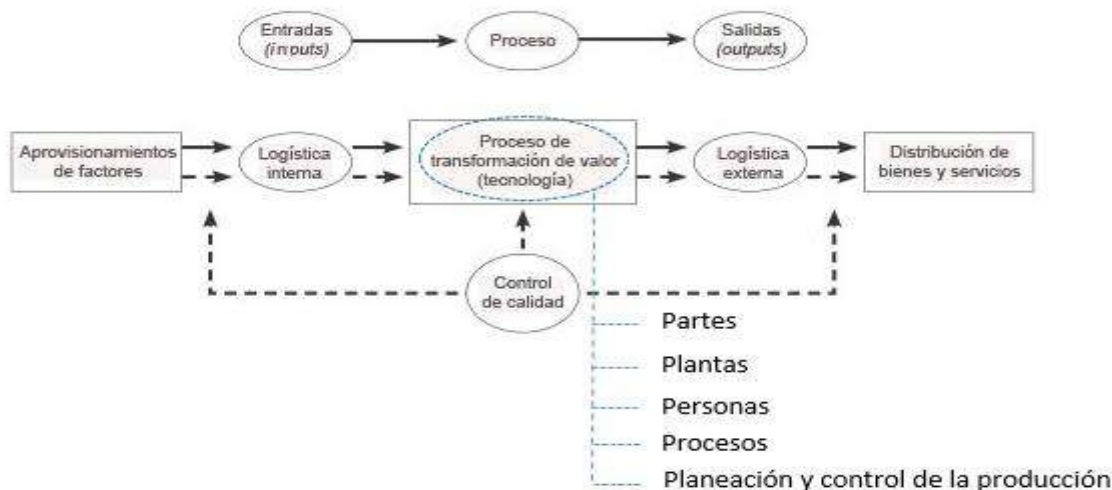


Figura 1. Estructura general de un sistema de producción

Fuente: Adaptado de Bueno (2004).

La tarea de un sistema de producción es transformar insumos (por ejemplo, productos, partes) mediante el uso de procesos de creación de valor (Abele, E., Nyhuis, P., & Reinhart, G., 2008). Según Gräßler, I., & Yang, X. (2016), los sistemas de producción a un nivel más complejo suelen consistir en tres subsistemas: sistema de información, sistema de flujo de materiales y fabricación/sistema de montaje. La Figura 2, muestra sistemáticamente un sistema de producción a un nivel más complejo (Eversheim, W., 2013).

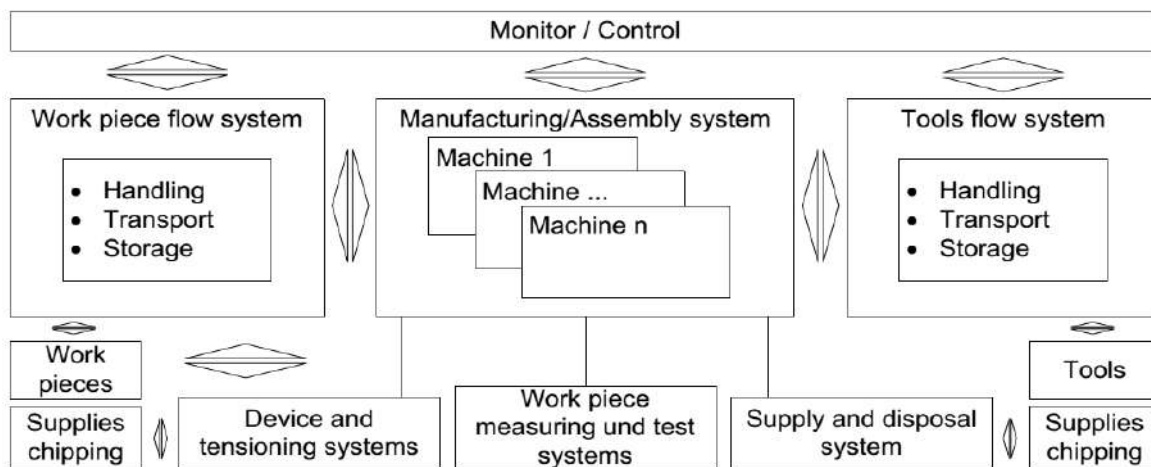


Figura 2. Componentes de un sistema de producción
 Fuente: Eversheim, W., (2013).

El sistema de información permite el procesamiento de información para el monitoreo y control durante el proceso productivo. Sus principales tareas son almacenar, procesar, gestionar e intercambiar. El flujo de material transporta, almacena y prepara materiales, máquinas, piezas de trabajo y, por tanto, equipos, herramientas, etc. Sistemas de fabricación/montaje todos los medios de producción para completar la producción. Basados en estos subsistemas, un sistema de producción ejecuta diferentes procesos de producción que incluye técnicas, logística, gestión y apoyo (Gräßler, I., & Yang, X., 2016). En este sentido, los sistemas de producción determinan no sólo el propio sistema de producción, sino también procesos de fabricación y montaje, características de productos y procesos de negocio conectados (ver Figura 3).

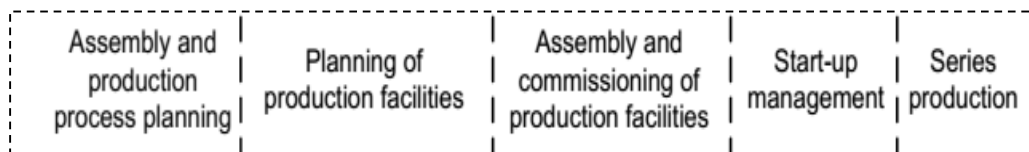


Figura 3. Desarrollo de un proceso de producción
 Fuente: Gräßler, I., & Yang, X., 2016.

Los sistemas de producción, su concepción y fundamentación deben responder a los

diversos factores externos que condicionan algunas políticas internas. Todo sistema de producción debe estar soportado con la planeación, programación y control de su producción, así como su constante retroalimentación, contiene la transformación de partes y/o información, flujos y procesos en aras de un mejoramiento continuo del sistema productivo. Chase, Jacobs, & Aquilano, (2009), fundamentan la administración eficiente de los sistemas de producción sean de bienes o servicios a través de la delimitación del concepto de administración de operaciones y suministro que se entiende como el diseño, la operación y la mejora de dichos sistemas que crean y entregan los productos y los servicios primarios de una empresa (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

Wang, Törngren, & Onori, (2015); Wiendahl, Reichardt, & Nyhuis, (2014); Grundig, (2014) y Bellgran, & Säfsen, (2010), proporcionan enfoques genéricos y otras áreas relacionadas para el desarrollo de sistemas de producción. Similar a las presentadas por Eversheim, W., (2013) y Gräßler, I., & Yang, X. (2016), la participación de múltiples disciplinas y una colaboración interdisciplinaria, es necesaria para el desarrollo de un sistema de producción. El concepto actual y evolución de los sistemas de producción en articulación con nuevas tecnologías, ciencias computacionales, manejo de grandes volúmenes de información, minería de datos y el concepto de industria, contextualizan y argumentan la evolución de estos sistemas.

Adicionalmente, la Figura 4, muestra un monitoreo de las tendencias de investigación en Sistemas de Producción. A través de la herramienta Thomson Data Analyzer - Thomson Reuters se identifican los campos relacionados con *Operations Management*, investigación de operaciones, procesos de manufactura (diseño de producto, ciclo de vida) y Sistemas de Producción, así mismo, aparecen otras correlaciones como lean manufacturing y mantenimiento.

En este sentido, la integración y sinergia de los elementos que actúan dentro de un sistema de producción se abordan desde el concepto sistémico. El estudio de este sistema es el punto de partida de las principales competencias del Tecnólogo en Sistemas de Producción del ITM. Este enfoque abordando los equipos y materiales (partes), el recurso humano (personas), procesos, la planeación y control de la producción, y la logística asociada, además, de su continua intervención en búsqueda de eficiencia y mejoramiento continuo a lo largo de la cadena, hacen fundamental la formación y oferta de personal idóneo en el campo de los sistemas de producción.

En consecuencia, se propone el cambio en la denominación del programa: Tecnología en Producción por Tecnología en Sistemas de Producción. Esta nueva denominación obedece a condiciones de ley, estatutarias, administrativas y académicas para mejorar la pertinencia

de las competencias de formación adquiridas en el ciclo tecnológico antes de continuar con el ciclo ingenieril, para el cual no se presenta cambios en su denominación.



Figura 4. Monitoreo de las tendencias de investigación en Sistemas de Producción

Fuente: Elaboración propia a través de *Thomson Data Analyzer - Thomson Reuters*.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA

El cambio de la denominación del programa en tecnología de Sistemas de Producción y por consiguiente los ajustes curriculares que conllevan a la Ingeniería de Producción, obedece a aspectos fundamentales que responden a su pertinencia basados en las tendencias académicas nacionales e internacionales y las tendencias económicas- sociales del país y la región, como respuesta al entorno de aplicación. Las actividades de ajuste curricular tienen como finalidad mejorar aspectos inherentes al programa de educación como el perfil del egresado, el campo de intervención en un contexto productivo y sobre un conjunto de elementos incluidos dentro del plan de estudios del programa de formación. Dichos elementos orientan las competencias de los estudiantes hacia la generación de factores diferenciadores, permitiendo así el desarrollo de la región y el aumento en la competitividad de los sectores económicos.

Cumpliendo con las políticas institucionales, en este rediseño curricular se presenta una propuesta actual de acuerdo a las tendencias académicas en el campo de conocimiento, las políticas nacionales y la evaluación del entorno, coherente y enriquecida por las necesidades de la industria.

2.1. Identificación de la oferta

Los programas de Ingeniería de Producción en Colombia nacen a partir de la oferta de la Universidad EAFIT quienes a partir del convenio con las universidades alemanas de Aachen y de Bochum, en 1977, apropiaron tecnología en Colombia a través de la capacitación de docentes de diferentes áreas con apoyo de GTZ (Entidad Gubernamental de Cooperación Técnica de la República Federal de Alemania), en 4 saberes: Procesos de producción, máquinas y herramientas, materiales y automatización. La primera Ingeniería de Producción en el país se inició 1979. Así mismo, el gobierno alemán replicó el apoyo en Latinoamérica y auspicio de manera similar a las universidades, Federico Santa María (Chile) y la Universidad de Santa Catarina (Brasil).

a. Referentes nacionales

A nivel nacional, según el Sistema Nacional de Información de Instituciones de Educación Superior –SNIES- no se presentan referentes nacionales con el programa de Tecnología en Sistemas de Producción. En la Tabla 1 se presentan las denominaciones similares al ciclo tecnológico a nivel nacional.

Tabla 1. Programas ofertados en Tecnología Sistemas de Producción o afines

Universidad	Estado	Programa	Nivel	Departamento
Universidad de los Llanos	Inactivo	Técnica Profesional en Sistemas de Producción Avícola	Pregrado	Meta
Universidad de los Llanos	Inactivo	Técnica Profesional en Sistemas de Producción Porcícola	Pregrado	Meta
Servicio Nacional de Aprendizaje- SENA-	Activo	Tecnología en Sistemas de Producción Limpia	Pregrado	Antioquia

Fuente: SNIES 2016.

De los programas mostrados en la Tabla 1, sólo uno actualmente está operando y hace parte del área de conocimiento Ingeniería, Arquitectura Urbanismo y afines, por ello es el único referente nacional del cual se muestra a continuación su descripción (ver Tabla 2).

Tabla 2. Descripción programa referente nacional

Programa	Tecnología en Sistemas de Producción Limpia
Modalidad	Presencial
Créditos	77
Duración	24 Períodos mensuales
Acreditaciones	-
Áreas de énfasis	Procesos de producción ambiental.
Perfil del egresado	Brinda profesionales al sector productivo con altas calidades laborales y profesionales que contribuyan al desarrollo económico, social y tecnológico de su entorno y del país, así mismo formados en producción más limpia aplicada a los procesos, los productos y servicios buscando mayor eficiencia y reducción de los riesgos a los seres humanos y protección ambiental.
Competencias	-Estructura equipos de trabajo con base en la filosofía y estrategia definida por la empresa.
	-Identifica y cuantifica en un sistema las entradas, los procesos y las salidas con base a la metodología de PML.
	-Identificar opciones en los procesos productivos con base en la metodología PML.
	-Estructurar proyectos de acuerdo con las oportunidades de PML identificadas en los procesos productivos.
	-Coordina los proyectos estructurados con base PML en cualquiera de los sistemas productivos.
	-Evaluar el proceso de implementación de los proyectos de PML estructurados en cualquiera de los procesos productivos, de acuerdo con los indicadores establecidos.
	-Administrar los recursos logrando la productividad del área.
	-ejecutar planes de mercadeo de acuerdo con los objetivos y recursos de la organización.

Fuente: <http://tecnologoambientalsena.blogspot.com.co/p/tecnologias.html>

En la Tabla 3, se presentan aspectos detallados de programas en Ingeniería de Producción, ofrecidos por Instituciones de Educación Superior- IES- a nivel nacional, de carácter oficial y privado con registro calificado y algunos acreditados en alta calidad por el Consejo Nacional de Acreditación –CNA-, los cuales, se constituyen en referentes para la oferta del programa de Ingeniería de Producción de la Institución.

Tabla 3. Instituciones que ofertan el programa Ingeniería de Producción a nivel nacional

Institución de Educación Superior		Nombre del programa	Departamento
Corporación Escuela Tecnológica del Oriente	Registro Calificado	Ingeniería de Producción	Bucaramanga
Instituto Universitario de la Paz	Registro Calificado	Ingeniería de Producción	Bucaramanga
Universidad Distrital-Francisco José de Caldas	Registro Calificado	Ingeniería de Producción	Bogotá
Universidad EAFIT-	Registro Calificado y Acreditación en Alta Calidad	Ingeniería de Producción	Medellín
Universidad EAN	Registro Calificado y Acreditación en Alta Calidad	Ingeniería de Producción	Bogotá

Fuente: SNIES 2016.

Cabe resaltar que el ITM y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, ofrecen el programa de Ingeniería de Producción por ciclos propedéuticos, generando la posibilidad a los egresados de la Tecnología de continuar con el ciclo profesional, ya sea de manera inmediata al finalizar la tecnología o en el momento que su situación profesional y/o personal sean las adecuadas.

Analizando las mallas curriculares, perfiles y competencias de los diferentes programas relacionados en la Tabla 4, se encuentra en general, que las instituciones buscan que sus estudiantes se puedan desempeñar profesionalmente en cargos como administradores, directores, gerentes, jefes o coordinadores, además de tener conocimientos adecuados conforme a las competencias para ocupar estas posiciones. Los siguientes análisis presentan en detalle los programas ofertados a nivel nacional con denominación en ingeniería de Producción o afines descritas anteriormente.

Tabla 4. Descripción programas referentes nacionales

Institución	Universidad EAFIT
Programa	Ingeniería de Producción

Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	178
Duración	10 Semestres
Acreditaciones	CNA (Nacional)
Áreas de énfasis	Procesos de manufactura (Formación básica en Procesos de Manufactura, Gestión de Operaciones, y Automatización y Control)
Perfil del egresado	Pueden desempeñarse como: directores de operaciones y logística o producción, gerentes de planta, gerentes de operaciones y logística, directores de manufactura, jefes de manufactura, administradores de centros de distribución y almacenamiento, coordinadores de producción y programadores de producción. Es un profesional con capacidad de desempeñarse profesionalmente en las diferentes clases de industria manufacturera y de servicios, tanto en el ámbito nacional como internacional.
Dirección URL	http://www.eafit.edu.co/programasacademicos/pregrados/ingenieria-produccion/plan-de-estudios/Paginas/plan-de-estudios.aspx
Institución	Universidad EAN
Programa	Ingeniería de Producción
Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	144
Duración	8 Semestres
Acreditaciones	CNA (Nacional) – ABET (Internacional)
Áreas de énfasis	Innovación y Empresarismo (Formación básica en Procesos de Manufactura, Gestión de Operaciones, y Automatización y Control)
Perfil del egresado	El Ingeniero de Producción de la Universidad EAN, se desempeñará en las áreas de operación de las empresas, principalmente aquéllas con actividades industriales y de servicios de valor agregado, como gerentes, directores de estas áreas o guiando departamentos con nombres como: Producción, Logística y Distribución, Mantenimiento, Ingeniería, Materiales, Aseguramiento de la Calidad, Productividad, Seguridad Industrial, Investigación y desarrollo de Productos y Procesos. Igualmente la Universidad EAN enfoca la formación hacia la creación y dirección integral de empresas.
Dirección URL	http://universidadean.edu.co/seccion/ingenieria-de-produccion.html
Institución	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Programa	Ingeniería de Producción (Por ciclos propedéuticos)
Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	175
Duración	10 Semestres
Acreditaciones	-
Áreas de énfasis	Gestión de Operaciones (Formación básica en Procesos de Manufactura, Gestión de Operaciones, y Automatización y Control).

Perfil del egresado	El perfil del egresado responde a profesionales de alta calidad, con la capacidad de aplicar el conocimiento científico y tecnológico en la gestión integral de los sistemas productivos, en un marco de actuación socialmente responsable. El propósito es ofrecer una alternativa de educación superior que dé respuesta a las necesidades y expectativas del entorno social y empresarial de estudiantes y egresados, en términos del incremento de los niveles de competitividad organizacional y de mejora en la calidad de vida.
Dirección URL	https://www.udistrital.edu.co

Institución	Instituto Universitario de la PAZ
Programa	Ingeniería de Producción
Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	170
Duración	10 Semestres
Acreditaciones	-
Áreas de énfasis	Control y procesos químicos, manufactura (Formación básica en Procesos de Manufactura, Gestión de Operaciones, y Automatización y Control)
Perfil del egresado	La formación técnica y humanística del Ingeniero de producción de UNIPAZ, lo faculta para satisfacer las necesidades del sector productivo de Barrancabermeja, la región del Magdalena Medio y el país, con características que incluyen valores, aptitudes y conocimientos en los diferentes sectores industriales y de servicios, para las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas, mediante el diseño, mejoramiento y optimización de los sistemas de producción. El profesional en Ingeniería de producción de UNIPAZ presenta: Aptitudes para participar en planes y programas de desarrollo industrial locales y regionales. Conocimientos suficientes para planear, organizar, controlar y gerenciar los diferentes procesos productivos. Capacidad para generar, diseñar, manejar y optimizar estratégicamente, empresas de los sectores metalmecánico, petroquímico, manufacturero, textil, de servicios y demás que se deriven de la transformación de recursos naturales renovables y no renovables de la ciudad, la región y el país. Capacidad para generación de una dinámica exportadora en las empresas. Capacidad para dirigir la implementación de los sistemas modernos de calidad.
Dirección URL	http://www.unipaz.edu.co/pingproduccion.html

Institución	Corporación Escuela Tecnológica de Oriente
Programa	Ingeniería de Producción por ciclos propedéuticos
Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	167
Duración	10 Semestres

Acreditaciones	CNA (Nacional)
Áreas de énfasis	Gestión de Operaciones (Formación básica en Procesos de Manufactura, Gestión de Operaciones, y Automatización y Control)
Perfil del egresado	El Ingeniero de Producción de la Escuela Tecnológica del Oriente se puede desempeñar en la industria de transformación de bienes y en empresas de servicio en áreas como: Administración y finanzas. Producción e ingeniería de planta Planeación y aseguramiento de la calidad. Procesos de manufactura. Gestión estratégica organizacional. Gestión y desarrollo del talento humano. Diseño y desarrollo de productos. Investigación aplicada e innovación. Logística Integral.
Dirección URL	http://tecnologicadeloriente.edu.co

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

El área de gestión de operaciones – *Operations Management* (Investigación de Operaciones-métodos cuantitativos) es común en todas las instituciones nacionales analizadas. La universidad Francisco José de Caldas y la Corporación Tecnológica de Oriente ofrecen en sus planes académicos un conjunto considerable de asignaturas y créditos alusivos a esta área, en promedio, el 20 % de los créditos de los planes de estudios corresponden al área de gestión de operaciones, respecto a las otras áreas en las que se fundamenta la Ingeniería de Producción a nivel nacional (Emprendimiento e Innovación, Diseño e Ingeniería de Sistemas, Procesos Químicos, Automatización y Control, Procesos de Manufactura).

La Universidad EAFIT, presenta un programa académico con un mayor número de créditos y materias pertenecientes al área de procesos de manufactura, figurando un porcentaje mayor respecto a las otras áreas que tiene en su plan de estudios. La universidad EAN ofrece un factor diferenciador en el área de formación en emprendimiento e innovación, además de considerar áreas de gestión de operaciones aproximadamente 10%, procesos de manufactura 5% y automatización y control 6%. En general, se observa una concentración de asignaturas considerable en las áreas de formación básica comunes en Procesos de Manufactura, Gestión de Operaciones, y Automatización y Control, siendo consecuentes con la formación de la Ingeniería de Producción a nivel internacional.

b. Referentes internacionales

La oferta académica de Ingeniería de Producción a nivel internacional está enfocada en la formación universitaria de pregrado, sin embargo, se ofrecen especializaciones, maestrías y doctorados que profundizan en investigación de operaciones, procesos productivos y de manufactura, productividad y mantenimiento. Se detalla a continuación algunos programas con diferentes enfoques a nivel internacional.

▪ Ingeniería de Producción en Alemania

En la actualidad la Ingeniería de Producción de Alemania se considera una mezcla de Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Procesos. El nombre con el que se conoce la Ingeniería de Producción es *Produktionstechnik*. La carrera de Ingeniería de Producción en Alemania está compuesto por las siguientes áreas (ver Figura 5).



Figura 5. Áreas de estudio de Ingeniería de Producción en Alemania

Los estudiantes alemanes se especializan en un área de estudio y a su vez en otros aspectos como tecnologías de información, economía, administración de proyectos entre otros (ver Figura 6).



Figura 6. Áreas de especialización de los estudiantes alemanes

Un total de 46 instituciones en Alemania ofrecen Ingeniería de Producción. De estas, las universidades de Kassel, Bremen y de Berlín han sido el objeto de estudio para el rediseño del programa.

La base de la Ingeniería de Producción en Kassel es la Ingeniería mecánica. El pregrado consiste en 7 semestres, donde se debe realizar una práctica profesional y un trabajo de grado, mientras que el Master debe tener un trabajo de maestría y este consiste de 3 semestres. El pregrado tiene 210 créditos y el estudio de Master 90 créditos (ver Figura 5). La Universidad de Kassel está constituida por 6 institutos:

- Instituto de Ingeniería Industrial y Gestión de Procesos
- Instituto para la Tecnología de Propulsión y Tecnología de Vehículos
- Instituto de Mecánica
- Instituto de Ingeniería de Producción y Logística
- Instituto de Técnicas de Energía Térmica
- Instituto de Ingeniería de Materiales
- Área de Tecnología de Medición y Control

El Instituto de Técnicas de Producción y Logística de la Universidad de Kassel, es hoy día un referente en los procesos de producción y logística de la región por su alto desempeño, además, es un centro de excelencia por los servicios prestados a la industria, así como los procesos de investigación y enseñanza que poseen: procesos de fabricación, máquinas y sistemas de las máquinas, la organización, la logística y la fábrica, en su conjunto, han hecho que este instituto sea un gran referente para la industria alemana. El instituto está conformado por las siguientes áreas:

- Tecnología de fundición
- Organización de la producción y la planificación de fábricas
- Separación y acoplamiento de procesos de fabricación
- Técnicas de transformación
- Productos y procesos respetuosos con el medio ambiente

El área de organización de la producción y la planificación de fábricas se ocupa especialmente de la utilización de métodos innovadores, uso de modelos y herramientas para la adecuada planificación de una fábrica. En esta área juegan un rol importante los nuevos conceptos de producción y las empresas virtuales, así como las infraestructuras en tecnologías de información para planificar y modelar una fábrica con bases digitales, esto permite que se realicen simulaciones y procedimientos que permitan visualizar lo que sucede en una planta de manera digital, permitiendo introducir una nueva realidad y tomar decisiones importantes. Sus líneas de investigación son: simulación y visualización de métodos digitales de planeación en producción y logística, análisis basado en modelos de las redes logísticas y la cadena de abastecimiento, modelos de proceso y funciones de asistencia para planeación colaborativa, modelación y experimentación, criterios de calidad para modelado y simulación, utilización de métodos para análisis eficiente y efectivo, paradigmas de modelación y conceptos de interoperabilidad, soluciones para la industria y modelos digitales de fábrica. La Figura 7 presenta el plan de estudios de la universidad de Kassel de acuerdo al módulo y el grado de formación.

Semestre	Módulo							Suma		
10	Trabajo de master (30c)							30		
9	Modelación y simulación (6c) Análisis de sistemas continuos Modelación de planos de fábrica	Bases de profundización (6c)	Profundización especial (15c)	Cualificación clave (3c)				30		master
8	Matemática 4 (6c) Estocástica para Ingenieros Matemática numérica para Ingenieros	Método de elementos finitos (6c)	Bases de profundización (6c)	Profundización especial (6c)	Cualificación clave (6c)			30		
7	Prácticas profesionales (15c)	Trabajo de grado (12c)	Seminario (3c)					30	Estudios principales	Pregrado
6	Proyecto sobre Técnicas de medida y control (2c)	Física (5c)	Práctica avanzada de ingeniería mecánica (4c)	Bases de profundización (6c)	Profundización especial (8c)	Trabajo de semestre (6c)		31	Estudios principales	
5	Técnicas de medida y control (5c)	Termodinámica II (5c)	Bases de profundización (6c)	Profundización especial (10c)	Cualificación clave (4c)			30	Estudios principales	
4	Técnicas de oscilación y dinámicas de máquinas (5c)	Termodinámica I (4c)	Mecánica de corriente (5c)	Técnicas de construcción 3 (6c)	Técnicas de manufactura 3 (2c)	Electrotecnia y electronica 2 (4c)	Cualificación clave (4c)	30	Estudios fundamentales	
3	Matemática 3 (8c)	Técnica mecánica 3 (7c)	Técnicas de construcción 2 (6c)	Técnicas de manufactura 2 (2c)	Electrotecnia y electronica 1 (2c)	Técnica de materiales 2 (3c)	Práctica en técnica de materiales (2c)	30	Estudios fundamentales	
2	Matemática 2 (9c)	Técnica mecánica 2 (5c)	Técnicas de construcción 1 (6c)	Técnicas de manufactura 1 (2c)	Proyecto (3c)	Técnica de materiales 1 (3c)	Cualificación clave (2c)	30	Estudios fundamentales	
1	Matemática I (9c)	Técnica mecánica 1 (5c)	CAD (5c)	Química (2c)	Técnicas de información: Bases del programa (6c)	Operación de fábricas (2c)		29	Estudios fundamentales	
								300		

Figura 7. Plan de estudios de Ingeniería de Producción en la Universidad de Kassel en Alemania

Fuente: Universidad de Kassel en Alemania.

Por su parte, la Universidad Técnica de Berlín en su Facultad de Economía y Administración cuenta con los siguientes institutos:

- Instituto de Tecnología y Administración
- Instituto de Administración de Empresas
- Instituto de Administración de Empresas del Campo y Derecho Económico

Particularmente, el Instituto de Tecnología y Administración tiene las siguientes áreas (ver Figura 8), mientras que, la Figura 9, muestra la constitución del programa cuando su orientación es hacia el área de logística.

Áreas	Créditos	Ingeniería civil	Química y tecnología de procesos	Electrotecnia y sistemas de información y comunicación	Construcción de máquinas y transporte
Matemáticas	22	Considerado común para todas las áreas de estudio			
Economía	54	Considerado común para todas las áreas de estudio			
Ingeniería	56	Considerado individual			
Área de integración	30	Considerado común para todas las áreas de estudio			
Electivas libres	6	Considerado común para todas las áreas de estudio			
Trabajo de grado	12	Considerado común para todas las áreas de estudio			
Total	180	Considerado común para todas las áreas de estudio			

Figura 8. Pregrado en Ingeniería Económica de la Universidad Técnica de Berlín

Fuente: Universidad Técnica de Berlín

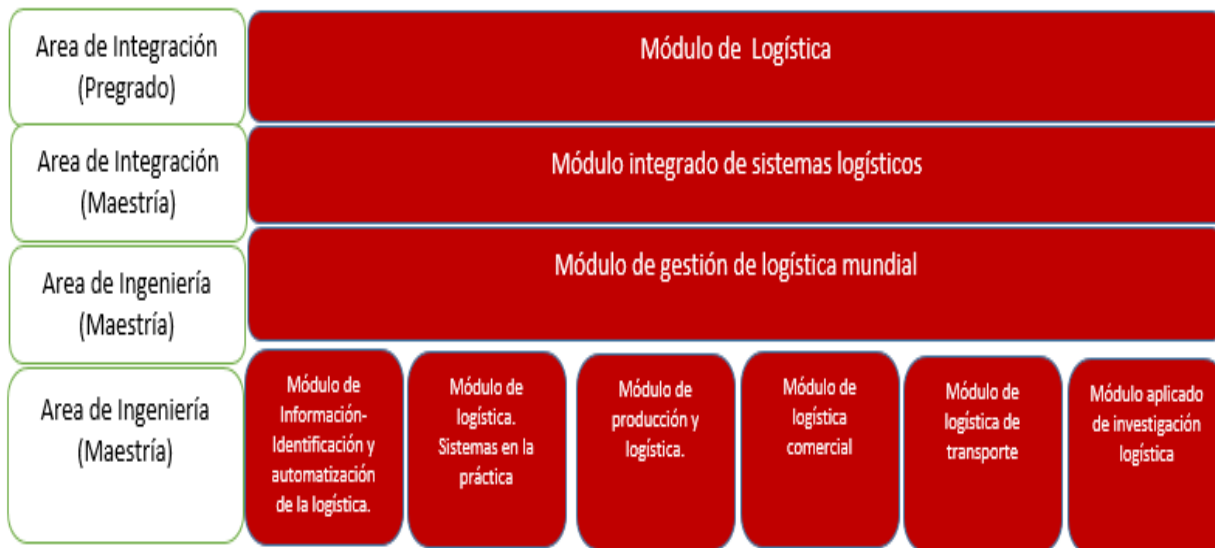


Figura 9. Módulo de Logística en Ingeniería Económica de la Universidad Técnica de Berlín

Fuente: Universidad Técnica de Berlín.

Las Universidades alemanas se adhieren en 2011 al proceso de Bolonia, por consiguiente, los pregrados tienen una duración de 7 semestres, la maestría 4 semestres y los doctorados 6 semestres. Adicionalmente, Ingeniería de Producción está integrada con otras áreas como Ingeniería Mecánica en el caso de la Universidad de Kassel y con Ingeniería Económica en el caso de la Universidad Técnica de Berlín.

La Universidad de Bremen con su programa de Ingeniería de Producción - Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Procesos, que ofrece una combinación de elementos de los dos

temas clásicos de Ingeniería mecánica e Ingeniería de procesos. A continuación, se detalla los aspectos relevantes del programa ofertado por la universidad de Bremen.

Tabla 5. Descripción programa referente internacional

Institución	Universidad de Hochschule Bremen/Universität Bremen
Programa	Ingeniería de Producción, Mecánica y Procesos
Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	210 (210 CP –Puntos o Créditos)
Duración	7 Semestres
Descripción del programa y perfil del egresado	El programa de Ingeniería de Producción, mecánica y procesos, posee la combinación de los temas clásicos de Ingeniería Mecánica, Ingeniería de procesos y áreas en tecnología de Producción, donde se enfoca en el pensamiento técnico y trabajo de manera integral. No sólo se considera el producto en sí, sino todo el proceso de su preparación y obtención. Se ocupa del proceso de diseño y desarrollo de sistemas de producción, el uso eficiente de maquinarias y equipos para la aplicación de las nuevas tecnologías de Información, el proceso y la protección del medio ambiente.

Fuente: www.fb4.uni-bremen.d

▪ **Ingeniería de Producción en Brasil**

La Ingeniería de Producción aparece como una respuesta al desarrollo industrial que necesitaba estructurar los sistemas de producción. La necesidad de esta profesión en Brasil (con el nombre de Engenharia de Produção) surgió con la llegada de las multinacionales que trajeron consigo la dinámica de la planta desarrollada en el extranjero, y con ello, la necesidad de adaptar las condiciones de trabajo, materias primas y la logística de Brasil.

El programa estructura su identidad a partir de 3 núcleos distintos: (i) Núcleo Básico General Común (NBGC); (ii) Núcleo Común del Área de Ingeniería; y (iii) Núcleo de Formación Específica, a continuación se explican cada uno de ellos:

- (i) *El Núcleo Básico General Común (NBGC):* tiene el fin de obtener una formación humanista para crear un profesional capaz de manejar múltiples y rápidas transformaciones de la realidad, conscientes de su papel social y capaces de intervenir en la sociedad para transformarla según con las necesidades.

Todos los estudiantes deben cursar 28 créditos. De estos, 12 créditos son cursados en las disciplinas fundamentales, que sirven como disciplinas de entrada en el sentido de construir y desarrollar una conexión de dos grandes líneas: ciencias humanas y

ciencias sociales aplicadas. Estas se dividen en disciplinas básicas y disciplinas específicas.

- (ii) *Núcleo Común del Área de Ingeniería:* Tanto los estudiantes de Ingeniería Industrial como los de Producción tienen un núcleo común de cursos de formación general. Estos cursos son en las áreas de Física, Química, Matemáticas y Diseño.

Núcleo común

Código	Disciplina		
GL301	Estadística I	LE203	Cálculo II
LE100	Diseño Técnico Asistido por Computador	LE204	Fundamentos de Cálculo en Ingeniería
LE101	Cálculo I	LE300	Cálculo III
LE103	Talleres	LE301	Física General II
LE105	Introducción a la Ingeniería	LE302	Física Experimental II
LE106	Geometría Analítica y Álgebra Lineal	LE303	Algoritmos y programación de Computadores
LE200	Química General	LE400	Mecánica General
LE201	Física General I	LE402	Cálculo Numérico
LE202	Física Experimental I	LE408	Termodinámica I
		LE504	Termodinámica II

- (iii) *Núcleo de Formación Específica en Ingeniería de Producción.* El programa de Ingeniería de Producción tiene un conjunto de cursos centrados en la formación específica de los estudiantes en el ámbito de acción de la Ingeniería de Producción. Estos cursos son en las áreas de Planificación y Control de Producción, Planificación de Procesos, Sistemas productivos, entre otros.

Formación específica

Código	Disciplina
LE701	Gestión de Proyectos
LE801	Planificación y Control de la Producción
LE700	Ingeniería de Calidad
LE803	Gestión de Calidad
GL605	Gestión de Sistemas de Logística
ER808	Proyecto de Fábrica
LE703	Sistemas Productivos
GL500	Gestión de Sistemas de Producción
LE702	Gestión de Recursos Humanos

El plan de estudios fue desarrollado para cumplir los objetivos de implementación del proyecto educativo y el perfil deseado de los graduados en Ingeniería de Producción. Se puede decir que la matriz se organiza con el fin de dar crédito a un conjunto de actividades académicas que se consideran importantes para la formación profesional. Estas actividades están representadas por el conjunto de cursos que los estudiantes deben visitar durante el periodo de prácticas para el trabajo de grado en Ingeniería de Producción y de las actividades curriculares complementarias: Cursos del Núcleo de Conocimientos Básicos; Cursos del Núcleo de Conocimientos Profesionales y de Formación Específica; Disciplinas Optativas; Actividades Complementares; Prácticas Supervisadas y Trabajo de Grado.

- *Núcleo de conocimientos básicos*

Los conocimientos básicos buscan desarrollar el pensamiento lógico, servir de base para la formación tecnológica y permitir la formación de habilidades y actitudes necesarias para el ingeniero. Según la Resolución CNE / CES 11, del 11 de marzo de 2002, el núcleo de contenidos básicos debe representar aproximadamente el 30% de la carga horaria mínima (1.470 horas) y considerar los siguientes temas: Metodología Científica y Tecnológica; Comunicación y expresión; Informática; Expresión Gráfica; Matemáticas; Física; Fenómenos de Transporte; Mecánica de Sólidos; Electricidad Aplicada; Química; Ciencia y Tecnología de Materiales; Administración; Economía; Ciencias Ambientales; Humanidades, Ciencias Sociales y Ciudadanía. El núcleo de conocimiento básico consta de un total de 110 créditos (1.650 horas), por lo que representa el 41,67% de la carga horaria.

- *Núcleo de conocimientos profesionales y específicos*

El núcleo de conocimientos profesionales y la formación específica incluye temas considerados esenciales para la formación de un ingeniero de producción. Según lo previsto en la Resolución CNE / CES 11, de 11 de marzo de 2002, el contenido profesional de los programas de Ingeniería de Producción debe incluir un subconjunto coherente de sus 10 sub-áreas, y representar el 15% de la carga horaria. Estas sub-áreas según ABEPRO (Asociación Brasileña de Ingeniería de Producción) son: Gestión de Producción; Logística; Gestión Económica; Ergonomía y Seguridad; Gestión de Productos; Sistemas productivos, Investigación de Operaciones; Gestión Estratégica y Organizacional; Gestión del Conocimiento Organizacional; Gestión Ambiental; Educación en Ingeniería de Producción.

- *Cursos Optativos*

El estudiante de Ingeniería de Producción tiene la posibilidad de visitar un conjunto de cursos clasificados como optativos. Debe cursar 8 créditos de cualquier curso ofrecido en la universidad.

- *Actividades Complementarias*

Durante el Programa de Ingeniería de Producción, el estudiante puede realizar actividades que complementen su formación en las áreas de docencia, investigación y extensión.

- *Practica supervisada*

El objetivo de la práctica supervisada es prepararse para el ambiente de trabajo y aprender las competencias propias de la actividad profesional. Por lo tanto, el proyecto pedagógico del área de ingeniería no sólo prevé la realización de la práctica, sino que también determina que las actividades desarrolladas por los estudiantes deben estar relacionadas con el semestre que cursa en el programa.

- *Trabajo de Grado*

El trabajo de conclusión del curso es un componente obligatorio del plan de estudios de Ingeniería de Producción. Cuenta con una carga total de trabajo de 8 horas semanales durante los semestres 9 y 10 (correspondiente a 4 créditos por semestre durante de 15 semanas).

La Tabla 6, resume los referentes en Brasil en Ingeniería de producción para el rediseño del programa, así mismo, se presenta en la Tabla 7, un análisis detallado de algunos programas referentes en Brasil para el rediseño del programa de Ingeniería de Producción en articulación con Tecnología en Sistemas de Producción.

Tabla 6. Instituciones y programas de Ingeniería de Producción en Brasil

Institución	Programa	Tipo de formación
Universidad de Campinas	Ingeniería de Producción	Universitaria
Universidad de Santa Catarina	Ingeniería de Producción	Universitaria
Universidad de Sao Paulo	Ingeniería de Producción	Universitaria
Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro	Ingeniería de Producción	Maestría

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

Tabla 7. Descripción programas referentes en Brasil

Institución	Universidad de Campinas (Brasil)
Programa	Ingeniería de Producción
Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	242
Duración	10 Semestres
Acreditaciones	-
Áreas de énfasis	Área Gestión de Operaciones, Área de Materiales y Manufactura.

Perfil del egresado	El ingeniero de producción se dedica a la planificación, diseño y gestión de los sistemas socio-técnicos, es decir, los sistemas de organización que involucren a personas, materiales, tecnologías, recursos financieros y ambientales. El ingeniero de producción tiene una sólida formación en las disciplinas fundamentales de las ciencias exactas y un conjunto de disciplinas específicas de la ingeniería, incluyendo la logística, la investigación de operaciones de computación y disciplinas asociadas a los campos de la administración, la sociología y la economía. Esta amplia formación coloca al ingeniero de producción en una posición distintiva en relación con otras profesiones, para entender los problemas industriales y otros entornos de negocio.
Dirección URL	http://www.fca.unicamp.br/portal/graduacao/cursos/integrais/eng-producao.html
Institución	Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro (Brasil)
Programa	Ingeniería de Producción
Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	238
Duración	10 Semestres
Acreditaciones	-
Áreas de énfasis	Área Gestión de Operaciones, Área de Materiales y Manufactura.
Perfil del egresado	Sus funciones incluyen la especificación, los sistemas de gestión y control y los procesos de producción, la evaluación de su desempeño y las mejoras de ejecución en su funcionamiento y las condiciones de trabajo. Además, de los conocimientos básicos de ingeniería tecnológica, la ingeniería de producción, enfatiza en aspectos tales como la organización de la producción y métodos de trabajo, evaluación de costos y proyectos, gestión financiera, transporte y logística, Microeconomía Aplicada, métodos estadística, la modelación matemática y el uso de ordenadores para resolver problemas de organización.
Dirección URL	http://www.pucrio.br/ensinopesq/ccg/eng_producao.html#periodo_2016

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

El Ingeniero de Producción en Brasil está formado, en la mayoría de las escuelas analizadas, para tener un conocimiento global del funcionamiento de una empresa, actuando normalmente en las actividades de gestión, ya que tiene en sus cursos de formación disciplinas como: análisis financiero, gestión ambiental, gestión de la producción y la Ingeniería de calidad, entre otros. Por esta razón, podría confundirse con un ingeniero - administrador; sin embargo, el ingeniero de producción difiere en el conocimiento tecnológico de los procesos de producción y la investigación de operaciones, áreas

prioritarias de esta Ingeniería. El Ingeniero de Producción debe comprender, en buen nivel de detalle, la base técnica de los sistemas de producción que diseña, implementa y administra. La definición del trazado óptimo de una instalación de producción supone un buen conocimiento de la tecnología subyacente.

La Figura 10 presenta, en forma simplificada, las habilidades deseables de los ingenieros en una industria de transformación de materias primas en productos. Se aduce que el ingeniero industrial tiene un mayor foco de acción en las actividades que están a la derecha de la Figura 10, dejando en manos del ingeniero de producción las funciones a la izquierda del diagrama. Sin embargo, ambas Ingenierías contienen todas las habilidades, garantizando a estos profesionales una sólida comprensión del funcionamiento de toda la industria.



Figura 10. Habilidades que deben desarrollar los ingenieros de producción en Brasil.

Fuente: <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/education/met/a/> (Engineering Department, University of Cambridge).

El programa de Ingeniería de Producción tiene un enfoque diferente respecto a su sector de acción. Aunque la Ingeniería de Producción se originó a partir de la industria, un fuerte énfasis en las herramientas matemáticas y en la investigación operacional permitiendo a los ingenieros de producción aplicar sus habilidades en un conjunto diverso de sectores como el financiero, salud, industria, comercio minorista, logística, aviación, educación, entre otros. En consecuencia, estos ingenieros se caracterizan por la flexibilidad y la capacidad de actuar tanto en organizaciones industriales como en funciones administrativas en diversas organizaciones.

▪ Ingeniería de Producción en Chile

El nombre del programa es Ingeniería de ejecución Industrial, y está orientado a la formación de un profesional de mando medio, capacitado para resolver problemas de gestión de producción. Con formación en ciencias básicas y de ingeniería, complementada con asignaturas como Planificación y Control de la Producción, Sistemas de Manufactura, Ingeniería de Métodos, Procesos Industriales, Diseño Industrial y Tópicos Profesionales, que permite a sus egresados una visión integral de la gestión de operaciones en organizaciones complejas. La Tabla 8, muestra las instituciones y programas referentes en Chile para el rediseño del programa.

Tabla 8. Instituciones y programas referentes de Ingeniería de Producción en Chile

34	Informe para solicitud de modificación de registro calificado Programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Producción (cambio de denominación: Tecnología en Sistemas de Producción)

Institución	Programa	Tipo de formación
Universidad de Santiago de Chile (USACH)	Ingeniería de Ejecución en Industria	Universitaria
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)	Ingeniería Civil Industrial	Universitaria
Universidad Diego Portales (UDP)	Ingeniería Civil Industrial	Universitaria
Universidad de Santiago de Chile (USACH)	Ciencias de la Ingeniería, Mención Ingeniería Industrial	Maestría
Universidad de Concepción (UdeC)	Ingeniería Industrial	Maestría
Universidad de Chile	Ingeniería Industrial	Maestría
Universidad de Santiago de Chile (USACH)	Ciencias de la Ingeniería, Mención Ingeniería de Procesos	Doctorado
Universidad de Santiago de Chile (USACH)	Ciencias de la Ingeniería, Mención Ingeniería de Materiales	Doctorado

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

Las áreas principales de conocimiento que se destacan son:

- Procesos y tecnologías de producción fabril y de servicios
- Modelación matemática para la toma de decisiones
- Teoría de organizaciones y gestión empresarial
- Tecnologías de información aplicada a la gestión
- Gestión de sistemas de producción y operaciones
- Economía de empresas
- Evaluación y gestión de proyectos

Se catalogan dos tipos de estudiantes, estudiante vespertino y estudiante diurno. La malla del programa para el programa de Ingeniería Industrial vespertino se presenta en la Figura 11 mientras que en la Figura 12, la malla de estudio para los estudiantes diurnos.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
1 14251 CALCULO 4-2-0 INGRESO	6 14256 PROBABILIDAD Y ESTADISTICA 4-2-0 1	11 14261 METODOS ESTADISTICOS 4-2-0 6	16 14266 OPTIMIZACION 4-2-0 14	21 14271 SISTEMAS DE GESTION 4-2-0 17	26 14276 COMUNICACION ORAL EN INGLES 4-0-2 20	31 14281 TOPICO PROFESIONAL I 4-0-0 *
2 14252 ALGEBRA 4-2-0 INGRESO	7 14257 MATERIALES Y ESTRUCTURAS 4-0-2 3	12 14262 ESPAÑOL I 4-0-0 ING.	17 14267 ADMINISTRACION DE EMPRESAS IND. 4-2-0 9	22 14272 TALLER DE GESTION Y LIDERAZGO 2-0-2 NIVEL 4	27 14277 DESARROLLO DE PRODUCTOS 4-0-2 23	32 14282 TOPICO PROFESIONAL II 4-0-0 *
3 14253 FISICA 4-2-0 INGRESO	8 14258 TOPICOS DE FISICA 4-2-0 3	13 14263 MAQUINAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES 4-0-2 6-10	18 14268 DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES 4-0-2 13	23 14273 GESTION DE OPERACIONES 4-2-0 18	28 14278 ELECTIVO 4-2-0 *	33 14283 TALLER DE GESTION DE OPERACIONES 2-0-4 23-29
4 14254 FUNDAMENTOS DE INFORMATICA IND. 2-2-0 INGRESO	9 14259 PROCESOS INDUSTRIALES 4-0-2 ING.	14 14264 ECONOMIA INDUSTRIA 4-2-0 1	19 14269 CONTABILIDAD Y COSTOS INDUSTRIALES 4-2-0 14	24 14274 FACTORES HUMANOS Y ERGONOMIA 4-0-2 13	29 14279 INGENIERIA ECONOMICA 4-2-0 19	34 14284 SEMINARIO DE TITULACION 0-0-12 NIVEL 6
5 14255 INTRODUCCION A LA ING. INDUSTRIAL 4-0-0 INGRESO	10 14260 ELECTROTECNIA - IND. 4-0-2 3	15 14265 INGENIERIA DE METODOS 4-0-2 5	20 14270 LECTOCOMPRESION EN INGLES 4-0-2 12	25 14275 SISTEMAS DE INFORMACION 4-0-2 4-17	30 14280 PROYECTO DE TITULACION 4-0-2 18-25	
26 hrs.	30 hrs.	28 hrs.	30 hrs.	28 hrs.	30 hrs.	26 hrs.

NOTA: * Requisito definido según el tópico por el Departamento

Figura 11. Malla del programa de Ingeniería de ejecución Industrial vespertino

Fuente: http://ingenieriaindustrial.usach.cl/sites/industrias/files/paginas/mallaiei_v.pdf

1° Año		2° Año		3° Año		4° Año	
Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8
Cálculo I para Ingeniería	Cálculo II para Ingeniería	Métodos Gráficos - Industrias	Fundamentos de Economía	Administración	Sistemas de Gestión	Electivo A	Electivo B
Álgebra I para Ingeniería	Álgebra II para Ingeniería	Tecnología de los Materiales	Estadística Aplicada	Procesos Industriales	Diseño de Sistemas de Producción y Operaciones	Gestión de Operaciones	Tópico Profesional I
Física I para Ingeniería	Física II para Ingeniería	Electricidad y Magnetismo para Ingeniería	Diseño Estructural	Factores Humanos y Ergonomía	Taller de Gestión y Liderazgo	Gestión de Servicios	Tópico Profesional II
Introducción a la Ingeniería	Fundamentos de Computación y Programación	Análisis Estadístico para Ingeniería	Ingeniería de Métodos	Optimización	Desarrollo de Productos	Ingeniería Económica	Taller de Gestión de Operaciones
Métodos de Estudio	Química General	Comunicación Efectiva	Comunicación en Inglés	Contabilidad y Costos Industriales	Sistemas de Información	Proyecto de Titulación	Seminario de Titulación
Taller de Desarrollo Personal e Integral	Introducción a la Ingeniería Industrial	Lectocomprensión en Inglés	Electrotecnia	Máquinas y Equipos Industriales			

Figura 12. Malla de estudio para los estudiantes diurnos de Ingeniería de ejecución Industrial

Fuente: http://ingenieriaindustrial.usach.cl/sites/industrias/files/paginas/mallaiei_v.pdf

▪ Ingeniería de Producción en Reino Unido

Las carreras asimilables a Ingeniería de Producción en el reino unido tienen un enfoque tendiente al programa en ingeniería mecánica. Se observa en el análisis detallado de su plan de estudios que el número de asignaturas o áreas está en mayor número para módulos en diseño, materiales y sistemas de manufactura. Aun así, aparece el área de investigación de operaciones en todos los planes de estudio abordados, y el área de automatización sólo en dos universidades (Derby y Strathclyde). Existe un fuerte enfoque en los proyectos y tutorías personalizadas para los estudiantes, donde se dedica un año para realizar sus prácticas y proyectos de grado en un área aplicada. Se detalla a continuación 2 programas ofertados en dicho país.

Tabla 9. Instituciones y programas referentes de Ingeniería de Producción en el Reino Unido

Institución	Universidad de Strathclyde (Reino Unido)
Programa	Production engineering and Management
Modalidad	Presencial tiempo completo
Duración	10 Semestres
Acreditaciones	Engineering Council
Áreas de énfasis	Diseño y desarrollo de producto
Dirección URL	https://www.strath.ac.uk
Institución	Universidad de Derby (Reino Unido)
Programa	Ingeniería de Producción / Manufacturing and Production Engineering
Modalidad	Presencial tiempo completo
Duración	10 Semestres
Acreditaciones	Institution of Mechanical Engineers –ImechE - Engineering Council
Perfil del egresado	Se especializan en módulos tales como la ingeniería lean, estrategia y sistemas de fabricación, así como las consideraciones éticas y medioambientales en la ingeniería. Todos estos temas son aspectos esenciales de un perfil de ingeniero de fabricación moderna.
Dirección URL	http://www.derby.ac.uk/mechanical-and-manufacturing-engineering-courses/manufacturing-and-production-engineering-beng-hons/

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

▪ Otros programas referentes a nivel internacional

Otros referentes fueron analizados con el fin de identificar áreas comunes de énfasis,

número de créditos, duración y perfil de egreso la Tabla 10 detalla algunas características.

Tabla 10. Instituciones y programas referentes de Ingeniería de Producción en otros países	
Institución	Universidad de las Américas (Ecuador)
Programa	Ingeniería de Producción
Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	195
Duración	10 Semestres
Áreas de énfasis	Área de Gestión de Operaciones, Área de Materiales y Manufactura, Área de Automatización y Control.
Perfil del egresado	El profesional en producción industrial diseña, implementa, maneja y optimiza las operaciones industriales de cualquier bien o servicio: investigación y desarrollo, producción, cadena de abastecimiento, calidad, seguridad industrial. De la misma manera, con un enfoque global y transversal, analiza, formaliza y mejora todos procesos de la organización. En apoyo a su labor, interpreta y aplica efectivamente las tecnologías manufactureras en las cadenas productivas; simula y optimiza sistemas complejos con herramientas de alta tecnología; analiza y evalúa los costos y la rentabilidad económica de procesos y proyectos industriales. El egresado de la carrera, conjuntamente con su título profesional alcanza el grado de Ingeniero en Producción Industrial.
Dirección URL	http://www.udla.edu.ec
Institución	Universidad Metropolitana (Venezuela)
Programa	Ingeniería de Producción
Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	180
Duración	10 Semestres
Áreas de énfasis	Área Gestión de Operaciones, Área de Materiales y Manufactura.
Perfil del egresado	El Ingeniero de Producción se dedica a la organización, planificación, mejoramiento continuo y control de los procesos de producción de bienes y servicios. Aplica sus capacidades y conocimientos de gestión en la optimización de los recursos materiales, humanos y tecnológicos con que cuentan las empresas para lograr que el área de operaciones sea capaz de generar bienes y servicios de alta calidad, creando una posición competitiva en el mercado.
Dirección URL	http://www.unimet.edu.ve/ingenieria-de-produccion/
Institución	Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado (México)
Programa	Ingeniería de Producción
Modalidad	Presencial tiempo completo
Créditos	213
Duración	10 Semestres

Áreas de énfasis	Área Gestión de Operaciones, Área de Materiales y Manufactura.
Perfil del egresado	Es un profesional con motivación, conocimientos, destrezas y habilidades que lo capacitan en el análisis, diseño, optimización, ensamblaje, operación, evaluación y administración de los sistemas y procesos de producción de bienes tangibles e intangibles en el contexto de una Venezuela integrada en un mundo de globalización y alta competitividad. Con capacidad de gestionar lo referente a financiamiento, aprovisionamiento de personal, materiales y equipos para la óptima planificación, organización y gerencia de la producción y comercialización de productos terminados en una empresa de manufactura o producción de bienes tangibles e intangibles con un espíritu creativo y emprendedor de nuevas empresas e instituciones.
Dirección URL	http://www.ucla.edu.ve/valores/carreras/pensum/IngProduccion.pdf

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

c. Relación del programa con las recomendaciones de formación de organismos nacionales e internacionales

Clásicamente se ha identificado al Ingeniero de Producción como un profesional encargado del diseño, planeación, instalación, mejora de productos y sistemas de producción. Según la ONUDI⁷ el sector manufacturero es uno de los motores principales para el crecimiento económico, pues favorece el paso de actividades simples, basadas en recursos naturales y de escaso valor agregado, a actividades más productivas que generan más rentas y que están más ligadas al desarrollo tecnológico y la innovación, dado que posibilitan un crecimiento más rápido en las capacidades de mayor calidad; afirmación que fortalece el enfoque de conocimientos técnicos dentro de los programas de Ingeniería de Producción.

Según el análisis realizado en el 2014 por la Universidad EAFIT en cuanto a las tendencias de la Ingeniería de Producción, dentro de las áreas con mayor interés de estudio analizadas figuran: Manejo de Producción por medio de máquinas inteligentes (PLC, Mantenimiento Preventivo, correctivo y predictivo), automatización de máquinas y equipos, Logística Urbana (solución de problemas de movilidad por medio de simulaciones antes de la implementación de manera rápida, sencilla y flexible, utilizando logística inversa), Logística Portuaria (Distribución física internacional para contenerizar productos, dándole importancia a las operaciones portuaria para mejorar la competitividad existente en la región).Adicionalmente, en el devenir del ingeniero de producción se presentan 3 campos de acción:

⁷ Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial – 2007.

- Mejoramiento de los procesos logísticos para aumentar la competitividad de las organizaciones y de los países como herramienta de diferenciación.
- Aumento de la competitividad en el país para la exportación de productos, bienes y servicios.
- La mejora de la planeación para las pequeñas y medianas empresas a partir de estrategias genéricas.

Asimismo, analizando las tendencias basados en organizaciones, asociaciones y organismos propios del programa, según la Asociación Brasileira de Ingeniería de Producción - (ABEPRO) existe un conjunto de áreas que están inherentemente ligadas a la Ingeniería de producción y que constituyen el ciclo de profesionalización del programa. La Tabla 11 muestra las áreas que conforman el programa de Ingeniería de Producción según la organización.

Tabla 11. Áreas propias de Ingeniería de Producción según ABEPRO

Áreas y cursos según ABEPRO			
Processos Produtivos (Procesos productivos)			Processos Discretos de Produção Processos Contínuos de Produção Gestão da Manutenção
Gerência da Produção (Gerencia de producción)			Planejamento e Controle da Produção Logística e Cadeia de Suprimentos Sistemas Produtivos
Qualidade (Calidad)			Gestão da Qualidade Controle Estatístico da Qualidade
Pesquisa Operacional (Investigación de operaciones)			Pesquisa Operacional
Engenharia do Trabalho (Ingeniería del trabajo)			Organização do Trabalho Ergonomia Engenharia de Segurança do Trabalho
Estratégia e Organizações (Estrategia de organizaciones)			Organização Industrial Sistemas de Informação
Gestão Econômica (Gestión económica)			Engenharia Econômica Custos da Produção Economia

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

Se describe en la Tabla 12, el organismo de acreditación internacional –ABET- en materia del programa en Ingeniería de producción y afines, como entes fundamentales en los procesos de homologación internacional del programa.

Tabla 12. Relación criterios para acreditación programas de Ingeniería 2016-2017 por el Organismo ABET

Áreas Clave - ABET	Criterios Propuestos para el Cumplimiento en la Carrera
Generalidades del ente acreditador	8 criterios que debe lograr la universidad aplicante: Estudiantes, evaluación estudiantes, objetivos del programa, mejoramiento continuo, currículo del programa, Facultades, facilidades y Soporte internacional.
1. Estudiantes	El rendimiento del estudiante debe ser evaluado. El progreso del estudiante debe ser monitoreado para fomentar el éxito en la consecución de resultados de los estudiantes, lo que permite a los graduados para alcanzar los objetivos educativos del programa. Se debe advertir a los estudiantes en materias del plan de estudios y de la carrera. El programa debe tener y hacer cumplir las políticas para aceptar tanto los nuevos como los estudiantes de transferencia, otorgar crédito académico apropiado por los cursos realizados en otras instituciones, y la concesión de créditos académicos apropiados para el trabajo en lugar de los cursos tomados en la institución. El programa debe tener y aplicar procedimientos para asegurar y documentar que los estudiantes que se gradúan cumplan con todos los requisitos de graduación.
2. Objetivos del programa	El programa deberá haber publicado los objetivos educativos del programa que son consistentes con la misión de la institución, las necesidades de los diversos grupos del programa.
3. Evaluación de estudiantes	El programa debe haber documentado resultados de los estudiantes que preparan para alcanzar los objetivos educativos del programa. (A) La capacidad de aplicar el conocimiento de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería (B) La capacidad de diseñar y realizar experimentos, así como analizar e interpretar los datos (C) La capacidad de diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas dentro de las limitaciones realistas tales como económicos, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, la fabricación, y la sostenibilidad (D) La capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios (E) Una capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería (F) Una comprensión de la responsabilidad profesional y ética (G) La capacidad de comunicarse de manera efectiva (H) La amplia formación necesaria para comprender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social (I) Un reconocimiento de la necesidad y la capacidad de participar en el aprendizaje de por vida (J) Conocimiento de los problemas contemporáneos (K) La capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica de

Áreas Clave - ABET	Criterios Propuestos para el Cumplimiento en la Carrera
	la ingeniería.
4. Mejoramiento continuo	El programa debe utilizar regularmente r procedimientos documentados para determinar y evaluar el grado en que se alcancen los resultados de los estudiantes. Los resultados de estas evaluaciones deben ser utilizados de manera sistemática como entrada para la mejora continua del programa.
5. Plan de estudios o requisitos del programa	Los requisitos del programa especifican las materias correspondientes a la ingeniería, pero no prescriben cursos específicos. La facultad debe asegurar que el programa de estudios dedica atención y el tiempo adecuado para cada componente, en consonancia con los resultados y los objetivos del programa y de la institución. El componente profesional debe incluir: (A) Un año de una combinación de las matemáticas a nivel universitario y de las ciencias básicas (algunos con experiencia experimental) apropiadas para la disciplina. Ciencias básicas se definen como biológica, química y ciencias físicas. (B) Uno y medio (1.5) años de temas de ingeniería, que consiste en ciencias de la ingeniería y el diseño de ingeniería correspondientes al ámbito de estudio del alumno. Las ciencias de la ingeniería tienen sus raíces en las matemáticas y las ciencias básicas, pero llevan más hacia el conocimiento aplicación creativa. (C) Un componente de educación general que complementa el contenido técnico del plan de estudios y es coherente con los objetivos del programa y de la institución.
6. Facultad	El programa debe demostrar que los miembros de la facultad son en número suficiente y tienen las competencias para cubrir todas las áreas del plan de estudios del programa. La facultad del programa debe tener la preparación adecuada y debe demostrar suficiente autoridad para asegurar la orientación adecuada del programa y para desarrollar e implementar procesos para la evaluación, la evaluación y la mejora continua del programa. La competencia general de la facultad puede ser juzgada por factores tales como la educación, la diversidad de antecedentes, experiencia en ingeniería, eficacia de la enseñanza y la experiencia, habilidad para comunicarse.
7. Facilidades e infraestructura	Aulas, oficinas, laboratorios y equipos asociados deben ser adecuadas para apoyar el logro de los resultados de los estudiantes y para proporcionar un ambiente propicio para el aprendizaje. Las herramientas modernas, equipos, recursos informáticos y los laboratorios correspondientes al programa deben estar disponibles, accesibles y mantenidos o actualizados para permitir a los estudiantes alcanzar los resultados eficientes y para apoyar las necesidades del programa de manera sistemática. Los servicios de biblioteca y la computación e infraestructura de información deben ser adecuados para apoyar las actividades académicas y profesionales de los estudiantes y profesores.

Áreas Clave - ABET	Criterios Propuestos para el Cumplimiento en la Carrera
8. Soporte y apoyo internacional	El apoyo institucional y el liderazgo deben ser adecuados para garantizar la calidad y la continuidad del programa. Recursos incluidos, los servicios institucionales, apoyo financiero, y el personal (tanto administrativo y técnico) previstos para el programa deben ser adecuados para satisfacer las necesidades del programa.

Fuente: Adaptado de ABET (2016).

La Ingeniería de Producción como área emergente de Ingeniería está destinada a proporcionar métodos analíticos cuantitativos para el análisis, la mejora continua y el diseño de sistemas de producción. Se basa entonces, en el modelado matemático de líneas en serie y sistemas de ensamblaje, con análisis posteriores basados en procedimientos de agregación recursiva. Como resultado, se derivan métodos para resolver problemas derivados del análisis de rendimiento; identificación de cuello de botella; mejora continua; lean buffering diseño; calidad del producto y control de liberación de materia prima para asegurar el tiempo de entrega deseado, entre otros. Cada problema tiene su origen en el piso de la fábrica. El Ingeniero de Producción utiliza términos tradicionales, pero los infunde con conocimientos de ingeniería precisos y, por lo tanto, ofrece la posibilidad de diseñar y gestionar sistemas de producción con la más alta eficiencia y rendimiento garantizado.

2.2. Articulación con los planes de desarrollo

2.2.1. Importancia de la formación en el área del programa en el desarrollo del país y la región

▪ Pertinencia a nivel nacional

El Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018- “*Todos por un nuevo país*”, contempla como uno de sus tres pilares a la educación. Una sociedad educada posibilita la formación de capital humano e intelectual, mejora la distribución de la renta al ir afectando positivamente la diferencia de ingresos de los colombianos y, propicia la formación de personas con capacidades para resolver conflictos contribuyendo así a la paz del país. Para el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, la educación es “el más poderoso instrumento de igualdad social y crecimiento económico en el largo plazo, con una visión orientada a cerrar brechas en acceso y calidad al sistema educativo entre individuos, grupos poblacionales y entre regiones, acercando al país a altos estándares internacionales y logrando la igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos”. El Plan de Desarrollo plantea cinco estrategias transversales que trazan líneas de política:

- Infraestructura y competitividad estratégicas
- Movilidad social
- Transformación del campo y crecimiento verde
- Consolidación del Estado Social de Derecho
- Buen gobierno

En la estrategia de movilidad social se inscribe la educación con retos como aumentar la calidad y cobertura del sistema educativo del país. Para la educación superior se propone la construcción del sistema de educación terciaria, entendido como aquella oferta educativa que continúa después del ciclo básico y la formación media, con el fin de “avanzar hacia una mayor cobertura, mejor calidad y una mayor pertinencia y tránsito entre los diferentes niveles”.

Según el Plan Decenal de Educación (2006-2016) “Pacto social por la educación” en su segundo propósito define que la educación “en su función social, reconoce a los estudiantes como seres humanos y sujetos activos de derechos y atiende a las particularidades de los contextos local, regional, nacional e internacional, debe contribuir a la transformación de la realidad social, política y económica del país, al logro de la paz, a la superación de la pobreza y la exclusión, a la reconstrucción del tejido social y al fomento de los valores democráticos, y a la formación de ciudadanos libres, solidarios y autónomos” (p.13). En su propósito 5 determina que la educación “como política de Estado debe materializarse en políticas, planes, programas, proyectos y acciones que promuevan la cultura, la investigación, la innovación, el conocimiento, la ciencia, la tecnología y la técnica, que contribuyan al desarrollo humano integral, sostenible y sustentable, a través de la ampliación de las oportunidades de progreso de los individuos, las comunidades, las regiones y la nación” (p.14). En su propósito 6 determina que se debe “impulsar la actualización curricular, la articulación de los niveles escolares y las funciones básicas de la educación, así como la investigación, las innovaciones y el establecimiento de contenidos, prácticas y evaluaciones que propicien el aprendizaje y la construcción social del conocimiento, de acuerdo con las etapas de desarrollo, las expectativas y las necesidades individuales y colectivas de los estudiantes, propias de su contexto y del mundo actual” (p.14).

En el Numeral I. Fines y calidad de la educación en el siglo XXI (globalización y autonomía), en el macroobjetivo 1. Articulación y coherencia del sistema educativo, el cuarto objetivo plantea que se debe “adoptar, consolidar y poner en marcha una política de Estado que articule el sistema educativo incluyente, coherente y con flexibilidad pedagógica en sus diferentes niveles de educación inicial, básica, media, superior y de formación para el trabajo y el desarrollo humano, y entre los distintos contextos y entornos

de aprendizaje, alrededor del desarrollo de las capacidades de aprender a aprender, aprender a ser, aprender a hacer, para lograr una formación integral ciudadana, democrática y de convivencia pacífica” (p.16).

En el macro-objetivo 3. Cultura de investigación, se define el objetivo así: “Generar, desarrollar y fortalecer una cultura de investigación, ciencia, tecnología, humanidades y arte, pertinente, articulada con los contextos y acorde con los objetivos específicos de los diferentes niveles del sistema educativo, con la finalidad de lograr un pensamiento crítico e innovador y un desarrollo humano sostenible, con la participación y el apoyo de los sectores productivo y social” (p.17).

Los dos objetivos del macro-objetivo 4. Uso y apropiación de las TIC: 1) “Asegurar la incorporación, actualización, utilización y apropiación crítica y reflexiva de las TIC en el proceso formativo, por parte de todos los actores y de los diferentes niveles del sistema educativo, que además favorezca la divulgación del conocimiento, teniendo en cuenta la superación de las desigualdades económicas, regionales, étnicas, de género y de las condiciones de vulnerabilidad” (p.17) y 2) “Promover los aprendizajes autónomos y colaborativos que desarrollen las oportunidades y capacidades mediante la utilización crítica y reflexiva de las TIC, cerrando la brecha digital en todo el territorio nacional y haciendo posible la participación activa en la sociedad global”.

El macro-objetivo número 5. Currículo, afirma que se deben “desarrollar las competencias comunicativas en lengua materna y por lo menos en una segunda lengua” y que se debe “impartir y fortalecer la formación en competencias laborales, generales y específicas para lograr una educación pertinente y articulada al mundo productivo, que genere una cultura de emprendimiento, liderazgo, innovación para la asociación, solidaridad y creatividad para el desarrollo humano sostenible y el mundo laboral” (p.18-19).

▪ **Pertinencia a nivel departamental**

El departamento de Antioquia en su Plan de Desarrollo 2016-2019 “Antioquia Piensa en Grande”⁸ ha concebido dentro de su componente educación, la necesidad de procesos educativos en áreas temáticas que se ajusten a la realidad del departamento, que visualicen calidad, que sean congruentes con las necesidades laborales y que sean incluyentes para personas de estratos socioeconómicos bajos.

Plantea, una educación en sintonía con los requerimientos del mundo de las comunicaciones, y un mercado laboral competitivo como instrumento de desarrollo, productividad y reducción de la desigualdad. “Es necesario potenciar las capacidades de las

⁸ Anexo 7. Plan de Desarrollo de Antioquia 2016-2019

gentes y del territorio para responder a las exigencias de un mundo cambiante, construyendo competencias para el desarrollo social y productivo de las personas”.

El estudio realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística establece la composición del PIB a nivel regional - Antioquia, donde se muestra claramente la importancia y crecimiento de los establecimientos financieros y de servicios, sin dejar de lado la importancia que tiene la industria manufacturera en el país.

Una revisión del PIB de Antioquia correspondiente al año 2016 (Gráfico 1) revela la importancia que el sector servicios ha cobrado dentro de la economía regional, con una participación cerca del 60% (Seguros y finanzas, comercio, restaurante y hoteles, transporte y comunicaciones, servicios sociales y personales) frente a un 11,57% de la industria manufacturera y un aproximado del 6% del sector agropecuario, minas y canteras; una diferencia altamente marcada comparada con los dos sectores subsiguientes más importantes de la región, sin embargo, es de resaltar que los demás sectores se mantienen, aunque en menor crecimiento.



Gráfico 1. Participación por sectores en el capital constituido 2016

Fuente: Cámara de comercio de Medellín. Cálculo investigaciones económicas.

Lo anterior es consecuente con el informe Antioquia 2020: Estrategia de competitividad para Medellín, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y Antioquia, construido por la comisión tripartita: Alcaldía de Medellín, Gobernación de Antioquia y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, citando extensamente:

“La industria, que llegó a representar la tercera parte del PIB regional y ha sido históricamente el motor de la economía regional, en los últimos treinta años ha venido perdiendo terreno frente al sector servicios, generándose una tercerización de la economía, asociada a la creciente urbanización y concentración de la población en la región metropolitana”.

El informe analiza las diferentes actividades en las cuales el departamento debe concentrar

esfuerzos en el perfeccionamiento de propuestas científicas y tecnológicas, con el objetivo de aumentar su tendencia hacia el desarrollo. Dentro de estas actividades se encuentran algunas dedicadas a la fabricación de productos de manufactura clásica de la región; sin embargo, es posible encontrar sectores emergentes como los servicios de ingeniería y consultoría y servicios financieros y de empresas.

El cambio de la tendencia industrial de la región hacia una tendencia de servicios, prioriza los clústeres de salud, tecnologías de la información y la comunicación y energía. En este cambio de tendencia se definen como líneas estratégicas de intervención el desarrollo empresarial, la ciencia, tecnología e innovación, la infraestructura y la conectividad, la formación del talento humano y el desarrollo institucional. En este sentido se vinculan líneas cuantitativas con líneas cualitativas de análisis.

▪ **Pertinencia a nivel municipal**

Según el Plan de desarrollo de Medellín 2016-2019, se establece explícitamente el promover una educación pertinente e integral para los ciudadanos, que contribuya de manera estratégica al desarrollo y la competitividad de la ciudad y promueva procesos innovadores y de investigación, en sus retos: Fortalecer el sistema de educación técnica y superior.

La educación superior ocupa uno de los principales puntos de la agenda de desarrollo de la ciudad de Medellín, considerándola como una herramienta de gran valor estratégico para superar problemas públicos complejos como la desigualdad, la pobreza y la exclusión social, razón por la cual se ha hecho una apuesta significativa por robustecer, a partir del trabajo interinstitucional, un sistema de educación superior a partir de los criterios de cobertura, calidad y pertinencia.

El fortalecimiento del sistema de educación superior continúa siendo un reto, donde se debe seguir trabajando por un modelo de educación superior cimentado en un criterio de pertinencia, por la promoción de semilleros y grupos de investigación del sistema de educación superior, y por la consolidación de la infraestructura especializada para la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

Para garantizar el fortalecimiento de la educación postsecundaria se hace necesario cimentarla bajo los criterios de pertinencia y calidad que permita garantizar el desarrollo económico, social y cultural de nuestra ciudad, para lo cual se desarrollarán proyectos orientados a: propiciar los procesos innovadores y creativos desde la educación, avanzar en la implementación de la jornada única como espacio para el fortalecimiento de habilidades

desde la investigación, lógica, matemática y comprensión lectora, las cuales son necesarias para desarrollar competencias básicas en nuestros estudiantes en todo nivel, permitiéndonos mejorar el posicionamiento de la educación en la ciudad; pero de igual forma el buen tránsito a la educación superior garantizará una orientación vocacional para que los estudiantes escojan programas orientados a su proyecto de vida y a la vocación de la ciudad, teniendo así estudiantes formados para la competitividad de la ciudad y llevando la educación postsecundaria a un nuevo nivel.

A nivel municipal, los sectores con mayor crecimiento en el capital constituido son: comercio, restaurantes y hoteles, seguros y finanzas, transporte y comunicaciones y la mayor reducción en el capital constituido se presentó en explotación de minas y canteras, agropecuario, y servicios sociales, comunales y personales. En 2016 cerca del 80% del total sociedades constituidas correspondió a los sectores seguros y finanzas, comercio, restaurantes y hoteles, construcción e industria manufacturera. Los principales sectores económicos de las empresas de la ciudad de Medellín, presentaron la siguiente distribución: 37% comercio; 13,1% industria manufacturera; 9% alojamiento y servicios de comida; y, el 8% actividades profesionales, científicas y técnicas (ver Gráfico 2).

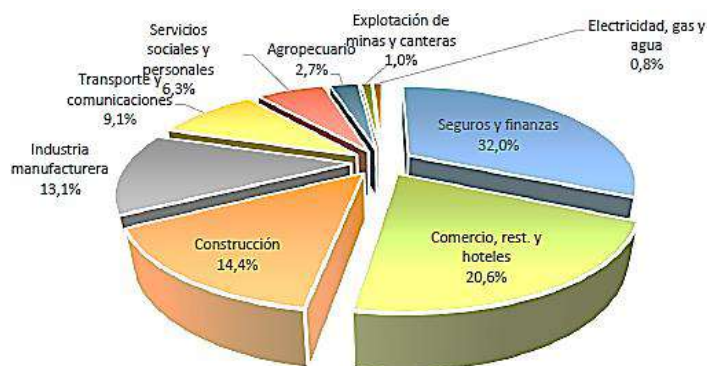


Gráfico 2. Total, sociedades constituidas según actividad económica 2016
 Fuente: Camara de Comercio de Medellín para Antioquia (2016).

▪ Políticas nacionales de ciencia, tecnología e innovación

- Ley 1286 de 2009

La Ley tiene como objetivo la creación de valor en productos y servicios, para el logro del desarrollo sostenible, mediante la incorporación de la ciencia, la tecnología y la innovación (Congreso de Colombia, 2009). El programa se relaciona con la Ley 1286 en los siguientes puntos, exhibidos en la Tabla 13.

Tabla 13. Ítems relacionados entre Ley 1286 de 2009 y la Tecnología en Sistemas de Producción.

Ítems Relacionados con la Educación	Ítems Relacionados con la Industria
"Promover la calidad de la educación formal y no formal, particularmente en la educación media, técnica y superior para estimular la participación y desarrollo de las nuevas generaciones de investigadores, emprendedores, desarrolladores tecnológicos e innovadores."	"Incorporar la ciencia, la tecnología y la innovación, como ejes transversales de la política económica y social del país."
"Propiciar la generación y uso del conocimiento, a través del desarrollo científico, tecnológico y la innovación, como actividades esenciales para darle valor agregado a nuestros recursos..."	"Incorporar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación a los procesos productivos, para incrementar la productividad y la competitividad"
"Diseñar modelos contemporáneos y visionarios de desarrollo económico y social, basados en procesos de enseñanza aprendizaje permanente y democratizado de la ciencia, la tecnología y la innovación..."	"Establecer los mecanismos para promover la transformación y modernización del aparato productivo nacional, estimulando la reconversión industrial, basada en la creación de empresas con alto contenido y dando prioridad a la oferta nacional de innovación."

Fuente: Ley 1286 de 2009.

- Documento preliminar Conpes - Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) 2015 – 2025

El documento Conpes que propone una política nacional de CTI entre los años 2015-2025, hace parte de uno de los lineamientos fundamentales dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. La política se fundamenta, en la necesidad de lograr para el país un desarrollo económico y social por medio de la ciencia, la tecnología y la innovación (Conpes, 2016). La definición planteada para la política de CTI tiene una conexión con los programas planteados en este estudio, esta se observa en la Tabla 14.

Tabla 14. Ítems relacionados entre la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación 2015-2025 y el programa en Tecnología en Producción

Ítems Relacionados con la Educación	Ítems Relacionados con la Industria
"Incrementar el capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación."	"Aumentar la actividad innovadora y el emprendimiento en el aparato productivo"
"Aumentar la generación de conocimiento de alto valor que dé respuesta a las necesidades y oportunidades sociales y de desarrollo productivo"	"Preparar al aparato productivo para el aprovechamiento de la transferencia de conocimiento y tecnología."

Ítems Relacionados con la Educación del país.”	Ítems Relacionados con la Industria

Fuente: Política Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación 2015-2025.

- **Plan de ciencia, tecnología e innovación Medellín 2011 – 2021.**

El plan se centra en lograr que la ciudad de Medellín al 2021 alcance altos niveles de desarrollo productivo a través de la tecnología y el conocimiento, logrando así, ventaja competitiva sostenible, la cuál será traducida en calidad de vida y aumento del ingreso per cápita de sus habitantes. Es así, como el objetivo del plan es “promover y coordinar las políticas de apoyo a la investigación y al desarrollo científico, tecnológico y de innovación en Medellín, con miras a la identificación y a la explotación de nuevos negocios de conocimiento” (Ruta n, 2010). De esta manera, el plan responde al fortalecimiento del Sistema Regional de innovación, el cual abarca actores tanto del sector público como del sector privado, teniendo como premisa el desarrollo económico de Medellín. Ahora, el programa refleja su conexión con el plan bajo los siguientes aspectos (ver Tabla 15).

Tabla 15. Ítems relacionados entre el Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación Medellín 2011 – 2021 y el programa de Tecnología en Sistemas en Producción.

Ítems Relacionados con la Educación	Ítems Relacionados con la Industria
“Promover proyectos de ciencia, tecnología e innovación entre el sector académico y los sectores productivos y sociales...”	"Promover la creación y el desarrollo de empresas de base tecnológica para la producción de bienes y servicios con tecnología de punta..."
“Impulsar la capacitación, la especialización y la actualización del recurso humano, estableciendo programas de maestrías y doctorados en ingeniería y ciencias asociadas a las cadenas productivas prioritarias.”	"Promover en las empresas la adopción de sistemas de gestión de la tecnología, la innovación y el conocimiento como funciones de la dirección estratégica organizacional moderna."
"Vincular la comunidad académica al sector productivo para generar tecnología de vanguardia y bienes y servicios de alto valor agregado."	"Fomentar el desarrollo de nuevos negocios de conocimiento en las tres cadenas productivas prioritarias e identificar nuevas cadenas productivas generadoras de alto valor agregado tecnológico."

Fuente: Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación Medellín 2011 – 2021.

- **Promoviendo el desarrollo de sistemas locales de innovación – Caso Medellín.**

Bajo la premisa del Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2021 y el liderazgo de Ruta n en materia de innovación, se realiza un diagnóstico con el ánimo de exponer los resultados actuales del sistema de innovación de Medellín. Es así como el documento bajo los resultados del diagnóstico, propone recomendaciones específicas para

la ciudad de Medellín y diferentes opciones políticas (OCDE, 2015). La Tabla 16 presenta las áreas temáticas del estudio que se articulan con el programa.

Tabla 16. Ítems relacionados entre el estudio “Promoviendo el desarrollo de sistemas locales de innovación – Caso Medellín” y el programa en Tecnología en Sistemas de Producción.

Ítems Relacionados con la Educación	Ítems Relacionados con la Industria
“Generación de capital humano calificado. A este tema se reconducen las acciones de generación de nuevas capacidades (sobre todo educación superior, universitaria y posgrado)...”	"Rediseño, que apunta a la mejora del recurso humano para las necesidades de la industria y el medio."
“Desarrollo y fortalecimiento del capital humano, considerando acciones diferenciadas y específicamente diseñadas a la medida para las distintas tipologías de empresas...”	"Auto-descubrimiento, correspondiente a la aparición de una atractiva actividad empresarial a partir de la convergencia entre una actividad de I+D+i y una actividad empresarial relacionada."
“Emprender acciones orientadas a establecer un sistema de articulación entre los actores locales de la educación, de la formación, del gobierno y de las empresas, para asegurar el gobierno de acciones sinérgicas concernientes a los factores relacionados con el capital humano hacia la CTI que persistan en el tiempo.”	"Extensión consistente en el descubrimiento de un nicho nuevo a partir de la aplicación de tecnologías transversales en áreas de negocio emergentes."

Fuente: estudio “Promoviendo el desarrollo de sistemas locales de innovación – Caso Medellín”.

De acuerdo con las tendencias en el entorno académico, las nuevas tendencias en la gestión de la producción son el mejoramiento de los sistemas de información y el desarrollo del internet, que permitan proporcionar medios a las empresas para recolectar grandes volúmenes de datos a altas velocidades. Dicho entorno se encuentra en un estado cambiante desde un enfoque basado en la manufactura hacia la gestión y administración eficiente de los recursos productivos, tomando decisiones con grandes volúmenes de información.

El Instituto Tecnológico Metropolitano como institución adscrita al municipio de Medellín forma profesionales que respondan a las necesidades del entorno económico, social y académico de la ciudad y de la región. Por tanto, se hace necesario que el Ingeniero de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con la Tecnología en Sistemas de Producción posea conocimientos versátiles que le permitan desempeñarse en un sector de servicios en constante crecimiento, así como en un sector manufacturero con participación económica a nivel regional.

2.2.2. Importancia de la formación en el área del programa con los lineamientos institucionales

■ Plan de Desarrollo Institucional 2016-2019 y PEI

Con el acuerdo No 6 de mayo 4 de 2016, el Consejo Directivo del Instituto Tecnológico Metropolitano aprueba y adopta el Plan de Desarrollo Institucional “*ITM: Modelo de calidad, para una ciudad innovadora y competitiva*” 2016-2019⁹, asumiendo como objetivos generales los contemplados en el artículo 6 de la Ley 30 de 1992.

El Plan de Desarrollo se orienta en su componente estratégico por la Política Institucional de Innovación y Competitividad. Dicha política busca “Consolidar el trabajo participativo y solidario de la comunidad académica del ITM, como Institución Universitaria de carácter público y del orden municipal, en aras de garantizar la sostenibilidad de un modelo de educación superior con calidad para una ciudad innovadora y competitiva, como lo es Medellín, donde el mejoramiento continuo del proceso educativo, junto con su posicionamiento y visibilidad en todos sus niveles es trascendental para la construcción de un mejor país con excelencia en la investigación científica y aplicada en atención a las necesidades de los sectores empresarial, académico y gubernamental. Lo anterior, enmarcado en la consolidación de una gestión basada en un enfoque por procesos y bajo principios de responsabilidad social, cumpliendo la normativa aplicable, comprometidos con la protección ambiental, incluida la prevención de la contaminación, y con el sistema de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo”.

El desarrollo de la política institucional se hace por medio de seis ejes temáticos, siendo el primero de ellos el de *Formación con calidad para la transformación*, que plantea como objetivo, “el fortalecimiento del proceso de formación, articulado a la oferta de programas y gestión de la docencia a las nuevas tendencias del entorno”. El rediseño de los programas de pregrado aquí planteados, contribuirán como producto en la consecución de la meta del cuatrienio del Plan de Desarrollo 2016- 2019, bajo las características de fortalecer y profundizar la formación en lo superior, respondiendo a las necesidades del entorno.

En el marco del Proyecto Educativo Institución (PEI) del ITM, los programas de tecnología e ingeniería se conciben como el diseño de un proceso curricular que orienta los procesos de enseñanza y de aprendizaje, con miras a la formación de capacidades, habilidades o destrezas desde una perspectiva integral, integrando además en el ejercicio de los procesos curriculares, la gestión administrativa a su servicio y la práctica de una cultura de la calidad, además de la proyección social y la investigación, buscando contribuir con la

⁹ Anexo 8. Plan de Desarrollo Institucional 2016-2019

solución de problemas reales de la sociedad, la comunidad de conocimiento, de la institución y del sector real.

Por tanto, como proceso curricular o de diseño de un proceso de formación en lo superior a nivel de pregrado, busca contribuir con la materialización de la concepción de ciudadanía, “expresión donde la razón permite la reinterpretación e implementación de alternativas sostenibles para el mejoramiento de la calidad de vida de los pueblos y sus habitantes, en el marco del respeto por la diversidad y la convivencia pacífica, el acatamiento de la norma y una interacción sana con el medio ambiente” (ITM-PEI, Acuerdo No. 16 de abril 19 de 2013¹⁰).

2.3. Estado actual de la educación en el área del programa

La pertinencia social planteada en el estudio de factibilidad realizado por la Universidad Nacional y el ITM en el 2005¹¹, para la creación del programa de Ingeniería de Producción en el ITM; da indicaciones claras sobre la pertinencia de la creación de un programa de este tipo a nivel regional. En el estudio se identificaron una serie de actividades consideradas como estratégicas en países altamente desarrollados, por su capacidad de dinamizar la economía e incorporar intensivamente ciencia y tecnología para el desarrollo:

- Información, tecnologías de la comunicación y electrónica
- Materiales y procesos industriales
- Salud y ciencias de la vida
- Medio ambiente
- Explotación agrícola, pecuaria, silvicultura y forestal
- Explotación de minas y energía
- Transporte y logística
- Construcción e infraestructura
- Industria química

En el entorno regional, el estudio hace una identificación de actividades económicas claves para el desarrollo económico, social y sostenible de la región, se apoya en los ejercicios de planeación estratégica y consulta a expertos en las siguientes áreas:

- Turismo de negocios y ecológico
- Transporte, logística, distribución y comercialización
- Telecomunicaciones e informática

¹⁰ Anexo 9. Proyecto Educativo Institucional

¹¹ Anexo 10. Estudio de factibilidad ITM - UNAL

- Comercialización nacional e internacional
- Modelos de gestión pública y privada
- Software
- Servicios profesionales
- Comercio
- Mercado de capitales

Los conceptos de la producción, la logística y su identificación como una actividad estratégica de gran interés en países subdesarrollados y a la vez clave para el desarrollo económico, social y sostenible de la región, da indicaciones claras sobre la pertinencia de la creación de un programa de Ingeniería de Producción en el 2005.

En el 2013 para establecer como se encuentra direccionado el programa en la industria, se realizó un muestreo estratificado, encuestando egresados del programa en un estudio realizado por el Departamento de Calidad y Producción. Se analizó el área de desempeño del Ingeniero de Producción, el tipo de organización en el cual trabajan y los estudios de posgrado que han seguido (Ver Gráfico 3).

Coherente con el objeto de formación del programa, el 63% de los egresados encuestados laboralmente activos se han desempeñado en el área de producción y el resto está distribuido entre, administración, calidad, finanzas, ingeniería, planeación y ventas y mercadeo.

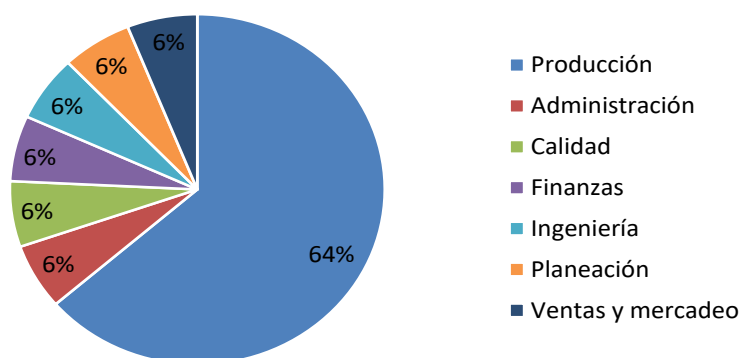


Gráfico 3. Áreas de desempeño del Ingeniero de Producción del ITM.

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

Para tener mejores referentes y a partir de la invitación institucional para actualizar y realizar los rediseños curriculares de todos los programas de las diferentes facultades, se realizó un sondeo desde la oficina de prácticas profesionales a diferentes empresas, sobre las funciones asignadas a los ingenieros de producción y las necesidades de formación.

La información de la oficina de prácticas arrojó los siguientes resultados en las funciones asignadas de los tecnólogos de producción en la industria (Ver Gráfico 4).

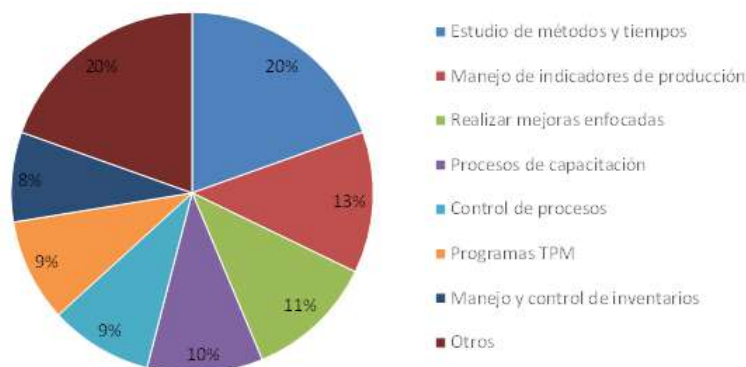


Gráfico 4. Funciones asignadas a los tecnólogos de producción en la industria
Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

Las funciones más relevantes de los practicantes de Tecnología en Producción a la fecha, en las organizaciones en un 20% son la realización de estudios de métodos y tiempos, con un 13% las funciones relacionadas con el manejo de indicadores de producción y con un porcentaje del 11 % la realización de planes de mejora. Las funciones menos relevantes son la realización de instructivos de proceso con un 3%, y el apoyo a los sistemas de Salud Ocupacional y Gestión Ambiental (Manejo de Residuos y Prevención de accidentes). De lo anterior se concluye que los practicantes de Tecnología en Producción se encuentran realizando actividades propias de su objeto de formación y apoyan sistemas de calidad, ambiental y salud ocupacional.

Para el ciclo ingenieril las funciones de desempeño se muestran en el Gráfico 5. Las funciones más relevantes de los practicantes en producción en las organizaciones son el manejo de inventarios y la eliminación de tiempos improductivos, así como, la implementación de indicadores para medir la productividad.

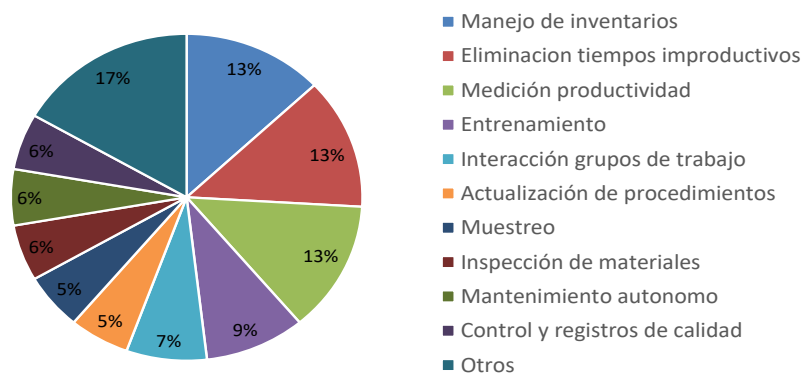


Gráfico 5. Cargos desempeñados por los Ingenieros de Producción

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

A continuación, se presentan las diferentes necesidades observadas por las empresas durante los períodos en los que tienen estudiantes practicantes de Tecnología de Producción:

- Manejo de herramientas informáticas
- Redacción de informes.
- Aplicación de herramientas de productividad que en la actualidad están manejando las empresas en su funcionamiento y aplicación.
- Estandarización de procesos.
- Implementación de indicadores de gestión.
- Liderazgo
- Conocimientos de planeación y programación de producción

En cuanto a las competencias del ser, las empresas manifiestan requerir profesionales con mayores capacidades en:

- Innovación
- Trabajo en equipo
- Capacidad de análisis
- Mejorar la parte de iniciativa al realizar diferentes tareas
- Mejorar la comunicación
- Ser más propositivos
- Generar ideas
- Ser más proactivos
- Liderazgo

Finalmente, en el año 2015 se realiza un taller con expertos para determinar los campos de conocimiento más relevantes para la creación o rediseño de programas en el área de ingeniería de producción; el taller¹² arroja los campos más relevantes de la siguiente forma:

- Planeación y control de la producción	- Diseño de experimentos
- Dirección de operaciones	- Manufactura
- Investigación de operaciones	- Automatización
- Logística	- Herramientas de Lean Manufacturing
- Materiales	- Simulación

2.4. Rasgos o atributos distintivos del programa de la institución

La globalización le exige a cada profesional el dominio de las teorías, modelos, instrumentos y herramientas propias de su quehacer; la conciencia de sus limitaciones y de sus complementariedades con otras profesiones; su capacidad para investigar problemas de la realidad desde su óptica profesional, su comprensión de la realidad y de sus posibilidades y limitaciones para intervenirla y mejorarla (Paipa, 2009).

Como consecuencia de dicha globalización y de la apertura de los mercados, los diferentes sectores industriales se encuentran en la obligación de aumentar la productividad de sus operaciones, las cuales ayudan a las organizaciones a cumplir con las exigencias competitivas del mercado a través de operaciones confiables y eficientes. Dentro de éste contexto, las instituciones de educación superior más destacadas con programas de Producción o afines enfocados en la gestión y mejoramiento de operaciones manufactureras-productivas y logísticas, se han visto en la necesidad de formar profesionales que se destaquen por una formación cada vez más complementaria, donde convergen e interactúan simultáneamente métodos y herramientas de modelamiento de fenómenos matemáticos, físicos y sociales que le permiten una visión más amplia de las diferentes problemáticas organizacionales, centradas en la aplicación de principios enfocados en la toma de decisiones acertadas de gran impacto en la rentabilidad de las organizaciones.

Se enuncia que los ingenieros deben tener conocimiento del comportamiento económico de su país y el resto del mundo. Según Valencia, Carrillo, & Aedo (2012), proponen en su estudio que la Ingeniería tiene una marcada tendencia a la producción económica, lo que incluye:

- Investigación redituable.

¹² Anexo 11. Taller con expertos 2015

- Diseños adecuados y de alta calidad.
- Materiales económicos y adecuados.
- Procesos de producción altamente eficientes, automatizados, de calidad y económicos.
- Administración basada en la mejora continua.
- No dependencia de la mano de obra.

El ciclo tecnológico tiene como objetivo formar Tecnólogos con competencias en temas relacionados con la gestión de la producción, más específicamente, con la intervención directa de los sistemas productivos en lo relacionado con sus procesos, insumos y productos, así como el conocimiento en procesos de manufactura que le permitan tener una comprensión holística de cualquier organización. En consecuencia, y de acuerdo a las tendencias académicas e investigativas, económico-sociales y de industria, se concibe un programa interdisciplinario y complementario.

El ciclo ingenieril tiene un componente basado en diferentes métodos, estrategias y herramientas que le permiten representar sus ideas, caracterizar un problema y sistematizar su solución, pero muy particularmente asumir una postura creativa en la cual, con los recursos de que disponga en un momento determinado, plantea y desarrolla una solución óptima. De esta forma, el programa, garantiza la formación de profesionales con herramientas fuertemente centradas en la gestión y administración de procesos productivos y de servicios (*operations management*), a la vez que comprende los procesos de manufactura. Por tanto, incorpora no solo habilidades ingenieriles esenciales, sino competencias claves que le permiten la aplicación sistémica de principios propios de la ingeniería en las diferentes dinámicas organizacionales, brindándole una visión interdisciplinaria y complementaria que facilita el análisis de sistemas integrados de procesos de manufactura -productivos, la gestión de las operaciones, la información y el medio ambiente.

3. CONTENIDOS CURRICULARES

3.1. Propósito de formación, competencias profesionales, perfil profesional y perfil ocupacional

- **Propósito de formación**

El propósito global de los programas aquí expuestos, consiste en satisfacer las necesidades de las organizaciones públicas y privadas por profesionales entrenados en la aplicación de herramientas estadísticas, técnicas predictivas, métodos de simulación y optimización, habilidades de visualización, modelos de riesgo, y el uso eficiente de grandes volúmenes de datos; así como el conocimiento básico en procesos de manufactura, su transformación, automatización y control, como soporte al proceso de toma de decisiones, la creación de ventajas competitivas y la generación de valor en las organizaciones.

Así mismo, la estructura del programa se basa en las necesidades actuales de las organizaciones en cuanto al tipo de conocimiento requerido y al tipo de problemas que se enfrentan a nivel operacional, táctico y estratégico. Es así como en los cursos se incluyen temas relevantes a nivel empresarial/organizacional, buscando mantenerlos actualizados para responder a las nuevas tendencias de la industria.

- **Competencias profesionales y perfil profesional**

La propuesta de rediseño curricular plantea reforzar competencias de acuerdo a tendencias académicas y de entorno económico-social; se enfatiza en brindar al Tecnólogo en Sistemas de Producción y al Ingeniero de Producción articulado por ciclo propedéutico con Tecnología en Sistemas de Producción, competencias lo suficientemente versátiles (adaptables y replicables) para desempeñarse tanto en un sector industrial (manufacturero) como en un sector de servicios.

En la

Tabla 17, se presenta una comparación entre el programa actual y el programa rediseñado (Tecnología en Producción y Tecnología en Sistemas de Producción; e Ingeniería de Producción), en relación con el perfil profesional- campo de intervención, perfil ocupacional y las competencias profesionales.

Tabla 17. Comparativo entre programa de tecnología e ingeniería actual y el programa propuesto de rediseño

Tecnología en Producción	Tecnología en Sistemas de Producción
Actual	Propuesta de rediseño curricular
<i>Perfil profesional- Campo de intervención</i>	
El Tecnólogo de Producción del ITM es un profesional integral que interviene los sistemas de producción y sus procesos, en las organizaciones productoras de bienes y servicios, desde la perspectiva de la incorporación de nuevos métodos de trabajo y la optimización de la gestión de la producción, utilizando los recursos e indicadores de gestión de acuerdo con los requerimientos de desarrollo del entorno, con responsabilidad social y criterios de calidad.	Es un profesional que interviene los sistemas de producción y sus procesos, en las organizaciones productoras de bienes y servicios, incorporando nuevos métodos de trabajo, gestionando la producción y utilizando los recursos de manera eficiente, con responsabilidad social y criterios de calidad y productividad.
<i>Perfil ocupacional</i>	
El Tecnólogo de Producción del ITM interviene los sistemas de producción y sus procesos por medio de la administración de la producción y el análisis de métodos y tiempos.	El Tecnólogo en Sistemas de Producción es un profesional que puede desempeñarse en las diferentes organizaciones públicas o privadas del sector productivo y de servicios, y en desarrollo tecnológico, en los siguientes procesos: Planeación, programación y control de la producción, y diseño de métodos de trabajo; Planeación y selección de materiales, en procesos productivos.
<i>Competencias profesionales</i>	
Estudio del Trabajo - Diseñar nuevos métodos de trabajo. - Analizar los puestos de trabajo mediante el uso de técnicas y procedimientos de estudio de métodos, medición del trabajo y distribución en planta con el fin de mejorar las condiciones de trabajo de los procesos productivos de las organizaciones	- Planea, implementa y controla los sistemas de producción de bienes y servicios de acuerdo con las necesidades de la organización y su entorno. - Interviene los sistemas, flujos y procesos de producción a través del conocimiento y transformación de los diversos materiales, con criterios de eficiencia y productividad.
Administración de la Producción - Conocer los métodos, técnicas y herramientas necesarios para administrar los recursos productivos - Aplicar las herramientas para planear,	

Tecnología en Producción		Tecnología en Sistemas de Producción	
Actual		Propuesta de rediseño curricular	
programar y controlar los sistemas de producción acorde con las necesidades del mercado que permitan facilitar la toma de decisiones			
Ingeniería de Producción			
Actual		Propuesta de rediseño curricular	
Perfil profesional- Campo de intervención			
El Ingeniero en Producción por ciclos propedéuticos, es un profesional integral que interviene los sistemas de producción y sus procesos, en las organizaciones productoras de bienes y servicios, desde la perspectiva de la incorporación de nuevos métodos de trabajo, la optimización de la gestión de la producción, la gerencia de las operaciones y la integración de la cadena de abastecimiento, adaptándose a los procesos de globalización y a las exigencias en las áreas de producción, con responsabilidad social y criterios de calidad.		Es un profesional que diseña, direcciona y optimiza los procesos productivos, las operaciones y la logística en organizaciones de bienes y servicios; mediante la aplicación de métodos cuantitativos para la toma de decisiones, integrando la cadena de abastecimiento y adaptándose a los procesos de globalización con responsabilidad social y criterios de calidad y productividad.	
Perfil ocupacional			
El Ingeniero en Producción por ciclos propedéuticos, interviene los sistemas de producción y sus procesos, desde varios frentes: la administración de la cadena productiva, la materia prima hasta el cliente, el análisis económico, financiero, logístico, el análisis del puesto de trabajo, sus funciones, sus métodos y la planeación de actividades que mejoran la productividad.		El Ingeniero de Producción articulado por ciclo propedéutico con Tecnología en Sistemas de Producción, es un profesional que puede desempeñarse en las diferentes organizaciones públicas o privadas del sector productivo y de servicios, y de desarrollo tecnológico, en los siguientes procesos: Diseño, optimización y simulación de sistemas de producción, logística y estrategia de operaciones. Diseño de sistemas tomando en consideración la gestión y el control de procesos de manufactura, así como la elaboración de productos con procesos optimizados.	
Competencias profesionales			
Gerencia de operaciones		-	
- Establecer y aplicar las técnicas operacionales para el ambiente empresarial, incorporando mejoras tecnológicas en las operaciones		Diseña y optimiza de manera sistémica las actividades relacionadas con el flujo de materiales e información a lo largo de la cadena de suministro.	

Ingeniería de Producción	
Actual	Propuesta de rediseño curricular
empresariales, valiéndose de herramientas como indicadores de gestión, sistematización de procesos administrativos, productivos y de control para el aumento de la competitividad empresarial. - Presentar proyectos de inversión, económica y financieramente evaluados, aplicando herramientas y técnicas de análisis para la toma de decisiones.	- Planea, programa y controla los diferentes procesos de manufactura presentes en los diversos sectores industriales y su articulación en la gestión de ciclo de vida del producto, garantizando un continuo mejoramiento de los sistemas productivos.
Integración de la cadena de abastecimiento - Seleccionar y aplicar las herramientas para monitorear, soportar y controlar la toma de decisiones en actividades de compra, negociación de bienes y servicios, administración de inventarios, almacenamiento de materiales y productos, distribución y gestión del transporte a nivel nacional e internacional, mediante la integración de los procesos productivos con los logísticos cuidando los costos operativos y perfeccionando constantemente la cadena de abastecimiento.	

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

3.2. Plan de estudios

Con fundamento en el Decreto Nacional 1075 de 2015 el Instituto definió políticas para la implementación del sistema de créditos en los programas, las cuales se han venido ajustando de conformidad con las tendencias curriculares a nivel nacional e internacional, y los requerimientos particulares de los programas de la Institución. Actualmente, los créditos académicos están orientados por la Política de Rediseño¹³, la cual define y reglamenta los programas académicos de pregrado y posgrado que ofrece la Institución, definiendo el concepto de crédito, el total de créditos por programa, los propósitos, la equivalencia, los períodos académicos, el número de horas, la modalidad y la duración del plan de estudios.

Buscando un mejor aprovechamiento de los créditos, se realiza en el año 2016 un ajuste a las relaciones de las asignaturas que comprenden los currículos institucionales para generar

¹³ Anexo 12. Acta de Consejo Académico número 8 de 2017

62 Informe para solicitud de modificación de registro calificado Programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Producción (cambio de denominación: Tecnología en Sistemas de Producción)

fortalezas al desarrollo de contenidos teórico-práctico y el aprovechamiento del tiempo de trabajo independiente con relación al total de créditos que representa cada asignatura. Este rediseño incorpora dicha actualización institucional donde se considera que la intensidad de la hora cátedra es de 60 minutos, la relación trabajo presencial (TP) trabajo independiente (TI) varía de acuerdo la tipología de la asignatura como se muestra en la Tabla 18:

Tabla 18. Relación trabajo presencial (TP) – trabajo independiente (TI) para un crédito académico

Tipo de asignatura	Relación	Horas trabajo presencial	Horas trabajo independiente	Total horas	Créditos
Teóricas	1 a 2	2 / 32	4 / 64	6 / 96	2
	1 a 1,25	4 / 64	5 / 80	9 / 144	3
Prácticas y laboratorios	2 a 1	2 / 32	1 / 16	3 / 48	1
		4 / 64	2 / 32	6 / 96	2
Teórico-prácticas	1 a 2	2 / 32 *	4 / 64	6 / 96	2
	1 a 1,25	4 / 64 *	5 / 80	9 / 144	3
	1 a 1,5	6 (4 + 2) / 96 *	9 / 144	15 / 240	5

Fuente: Acuerdos Comité de Rediseño Curricular.

Actualmente, el Programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con la Tecnología en Producción, está diseñado con 48 horas máximo de trabajo presencial e independiente semanal, 16 semanas por período, 6 períodos académicos en el ciclo Tecnológico y 4 semestres en el ciclo ingenieril. Por medio de este rediseño se propone un ajuste en la cantidad de créditos para generar claridad en las materias del componente propedéutico y lograr las fortalezas en el perfil, descritas anteriormente. La generalidad de los ajustes se presenta en la Tabla 19.

Tabla 19. Actual vs Propuesta

Ítem	Actual	Propuesto
Denominación del programa	Ingeniería de producción ciclo Propedéutico de Tecnología en Producción	Ingeniería Producción en articulación por ciclo propedéutico con Tecnología en Sistemas de Producción
Créditos totales del programa:	160 créditos	166 créditos
Composición de los créditos:	Créditos ciclo tecnología: 96	Créditos ciclo tecnología: 94
	Créditos componente propedéutico: Sin definir	Créditos componente propedéutico: 11
	Créditos ciclo ingeniería: 64	Créditos ciclo ingeniería: 61

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

3.2.1. Plan de estudios actual

El programa de Ingeniería de Producción articulada por ciclos propedéuticos con la Tecnología en Producción es de modalidad presencial y se realiza con una oferta de 160 créditos en diez semestres académicos distribuidos de la siguiente manera: un primer ciclo de formación tecnológico, con una duración de seis niveles semestrales y 96 créditos académicos, y un ciclo profesional de formación en ingeniería de cuatro semestres académicos y 64 créditos adicionales.

El plan de estudios del programa Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con la Tecnología en Producción se muestra en la Figura 13. En la Tabla 20 se observan las áreas académicas, el trabajo presencial, el trabajo independiente, y los créditos de los dos ciclos que componen el programa, y en la Tabla 21 se detalla la cantidad de créditos académicos que tiene el plan de estudios del programa, además de la intensidad horaria de cada asignatura en relación a las horas de trabajo presencial semanal (HTP), horas de trabajo independiente semanal (HTI) y al trabajo presencial total semestral (TPT) y trabajo independiente total semestral (TIT).

Tabla 20. Resumen del plan de estudios vigente por áreas de formación

Ciclo Tecnológico (Tecnología en Producción)				
Áreas		TPT	TIT	%
	Ciencias Básicas	384	768	25
	Ciencias Básicas (Tecnología e Ingeniería)	288	528	17,71
	Ingeniería o Tecnología Aplicada	646	784	27,08
	Formación complementaria	368	736	23,96
	Electivas	96	192	6,25
Total		1.600	3.008	100
Ciclo profesional (ingeniería de Producción)				
Áreas		TPT	TIT	%
	Ciencias Básicas	512	1.024	20
	Ciencias Básicas (Tecnología e Ingeniería)	832	1.104	24,38
	Ingeniería o Tecnología Aplicada	784	1.424	28,75
	Formación complementaria	496	992	19,37
	Electivas	256	320	7,5
Total		2.880	4.864	100

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

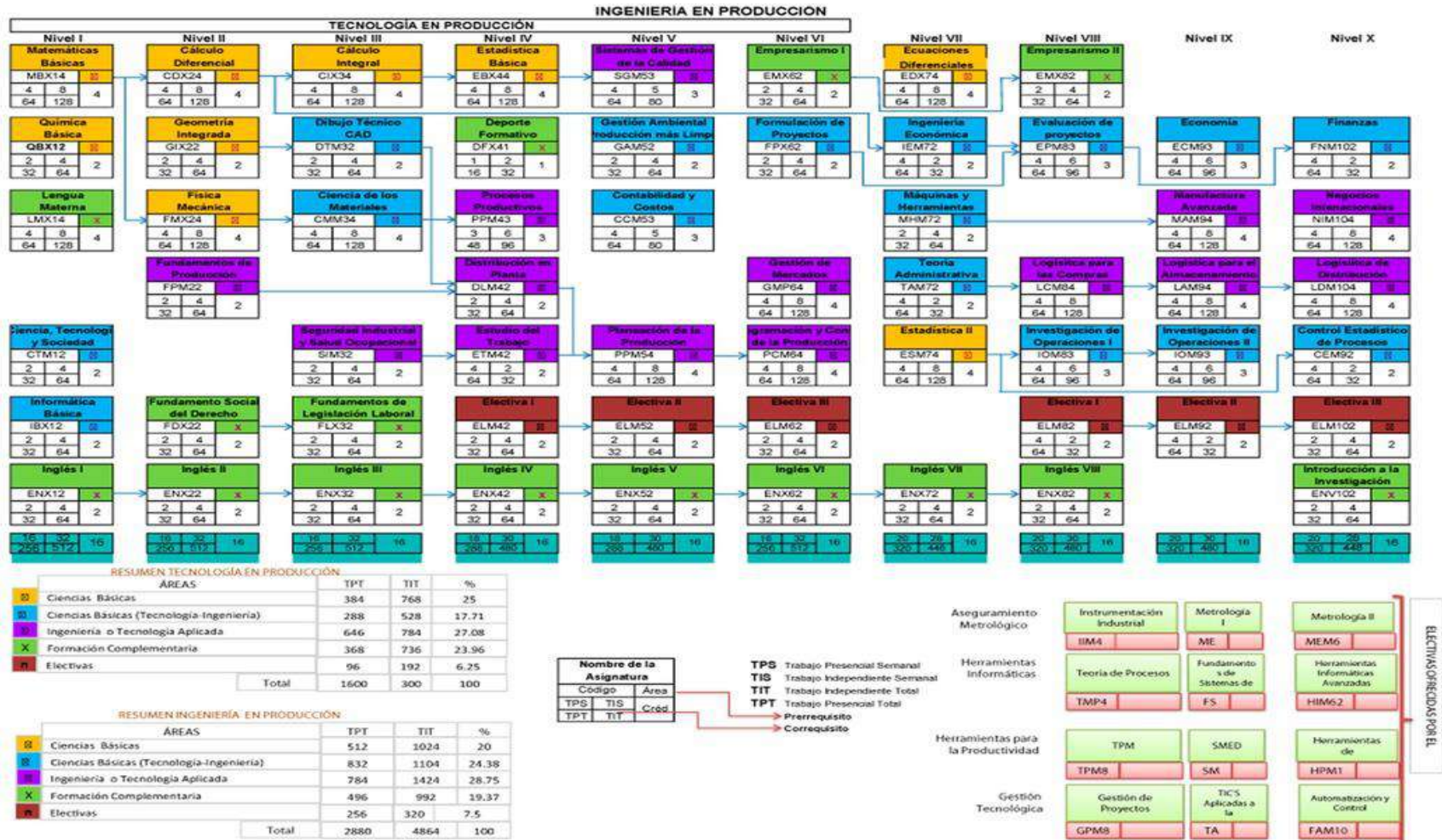


Figura 13. Plan de estudios actual del programa de Ingeniería de producción en articulación con Tecnología en Producción. Pensum 3
Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

Tabla 21. Distribución de asignaturas del plan de estudios vigente

Programa	Semestre	Asignatura	Créditos	HTP	HTI	TPT	TIT
Ciclo Tecnológico	I	Matemáticas Básicas	4	4	8	64	128
		Química Básica	2	2	4	32	64
		Lengua materna	4	4	8	64	128
		Ciencia, Tecnología y Sociedad	2	2	4	32	64
		Informática Básica	2	2	4	32	64
		Ingles I	2	2	4	32	64
		Totales	16	16	32	256	512
	II	Cálculo Diferencial	4	4	8	64	128
		Geometría Integral	2	2	4	32	64
		Física Mecánica	4	4	8	64	128
		Fundamentos en Producción	2	2	4	32	64
		Fundamento Social del Derecho	2	2	4	32	64
		Ingles II	2	2	4	32	64
		Totales	16	16	32	256	512
	III	Cálculo Integral	4	4	8	64	128
		Dibujo Integral CAD	2	2	4	32	64
		Ciencias de los Materiales	4	4	8	64	128
		Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	2	2	4	32	64
		Fundamentos de Legislación Laboral	2	2	4	32	64
		Ingles III	2	2	4	32	64
		Totales	16	16	32	256	512
	IV	Estadística Básica	4	4	8	64	128
		Deporte Formativo	1	1	2	16	32
		Procesos Productivos	3	3	6	48	96
		Distribución en Planta	2	2	4	32	64
		Estudio del Trabajo	2	4	2	64	32
		Electiva I	2	2	4	32	64
		Ingles IV	2	2	4	32	64
		Totales	16	18	30	288	480
	V	Sistemas de Gestión de la Calidad	3	4	5	64	80
		Gestión Ambiental Producción más Limpia	2	2	4	32	64
		Contabilidad y Costos	3	4	5	64	80
		Planeación de la producción	4	4	8	64	128

Programa	Semestre	Asignatura	Créditos	HTP	HTI	TPT	TIT
		Electiva II	2	2	4	32	64
		Inglés V	2	2	4	32	64
		Totales	16	18	30	288	480
	VI	Empresarismo I	2	2	4	32	64
		Formulación de Proyectos	2	2	4	32	64
		Gestión de Mercados	4	4	8	64	128
		Programación y Control de la Producción	4	4	8	64	128
		Electiva III	2	2	4	32	64
		Inglés VI	2	2	4	32	64
		Totales	16	16	32	256	512
	Totales Ciclo Tecnológico		96	100	188	1.600	3.008
	Ciclo Ingenieril	Ecuaciones Diferenciales	4	4	8	64	128
		Ingeniería Económica	2	4	2	64	32
		Máquinas y Herramientas	2	2	4	32	64
		Teoría Administrativa	2	4	2	64	32
		Estadística II	4	4	8	64	128
		Inglés VII	2	2	4	32	64
		Totales	16	20	28	320	448
	Ciclo Ingenieril	Empresarismo II	2	2	4	32	64
		Evaluación de Proyectos	3	4	6	64	96
		Logística para las compras	4	4	8	64	128
		Investigación de Operaciones I	3	4	6	64	96
		Electiva I	2	4	2	64	32
		Inglés VIII	2	2	4	32	64
		Totales	16	20	30	320	480
	Ciclo Ingenieril	Economía	3	4	6	64	96
		Manufactura Avanzada	4	4	8	64	128
		Logística para el Almacenamiento	4	4	8	64	128
		Investigación de Operaciones II	3	4	6	64	96
		Electiva II	2	4	2	64	32
		Totales	16	20	30	320	480
	Ciclo Ingenieril	Finanzas	2	4	2	64	32
		Negocios Internacionales	4	4	8	64	128
		Logística de distribución	4	4	8	64	128
		Control estadístico de procesos	2	4	2	64	32

Programa	Semestre	Asignatura	Créditos	HTP	HTI	TPT	TIT
		Electiva III	2	2	4	32	64
		Introducción a la investigación	2	2	4	32	64
		Totales	16	20	28	320	448
		Totales Ciclo Ingenieril	64	80	116	1.280	1.856
Total Programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con la Tecnología en Producción			160	180	304	2.880	4.864
Requisito de Grado			Trabajo de Grado				

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

Evaluando el plan de estudios actual, en función de su correspondencia con las áreas definidas para los dos ciclos, además de la coherencia, impacto, vigencia y actualización que este presenta para el cumplimiento de los perfiles definidos, se tienen las siguientes premisas:

- Se observa una serie de asignaturas que, si se reorganizan, apuntan con mayor coherencia e impacto al logro de los perfiles del programa.
- Los cambios que se proponen buscan plantear soluciones a los problemas en la industria, la creación de nuevos procesos y su gestión para el aporte al desarrollo local y regional con base en la sostenibilidad social y empresarial.
- En los cursos obligatorios del programa se busca contextualizar y desarrollar en los estudiantes competencias que le permitan generar proyectos fundamentados en las áreas de formación propuestas. El ciclo obligatorio es completado con cursos optativos que ofrecen la posibilidad de profundizar en las áreas ofrecidas, y a la vez les permite decidir entre un abanico de posibilidades que no sólo lo fortalece en lo particular del programa, sino que también le permite formarse en campos interculturales de acuerdo a sus intereses y demanda del mercado.
- Contar con acreditación de alta calidad para ambos programas, implica proponer cambios consensuados de tal forma que no ponga en riesgo los futuros procesos de renovación de alta calidad de los mismos.

3.2.2. Plan de estudios Propuesto

La modalidad para el plan de estudios propuesto sigue siendo presencial y se realiza con una oferta de formación por ciclos propedéuticos. Un primer ciclo de formación tecnológico con una duración de seis niveles semestrales y 94 créditos académicos, durante el cual el estudiante puede decidir continuar o no con el ciclo profesional de formación en ingeniería. Para ello deberá cursar 11 créditos de componente propedéutico posterior al tercer semestre de formación tecnológica o posterior a la culminación del ciclo tecnológico,

pero siempre antes de iniciar el ciclo de formación ingenieril. Y un ciclo profesional de formación en ingeniería compuesto por cuatro semestres académicos y 61 créditos adicionales, para un total de 166 créditos.

Para la actualización del macro diseño curricular del programa de Ingeniería de Producción en articulación con la Tecnología en Producción, se consideraron los cambios en los contextos regional y nacional, las recomendaciones de los pares académicos del CNA, las evaluaciones al desarrollo curricular del programa, los informes de estudiantes, docentes y expertos en diversas instancias, el estudio, la evaluación y el análisis del programa, en Colombia y en el exterior, además de los documentos emitidos por ACOFI.

En consecuencia, se presenta en la Figura 14 la propuesta de actualización del plan de estudios del programa Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción, el cual se detalla en la Tabla 22 (ver detalle de temas de microcurrículos en el anexo 13).

Tabla 22. Distribución de asignaturas del plan de estudios propuesto

Programa	Semestre	Asignatura	Créditos	HTP	HTI	TPT	TIT
Ciclo Tecnológico	I	Matemáticas Básicas	3	4	5	64	80
		Geometría Vectorial y Analítica	3	4	5	64	80
		Habilidades Comunicativas	2	4	2	64	32
		Introducción a la Formación Profesional	2	2	4	32	64
		Introducción a la Informática	3	4	5	64	80
		Totales	13	18	21	288	336
	II	Cálculo Diferencial	3	4	5	64	80
		Álgebra Lineal	3	4	5	64	80
		Química General y Laboratorio	5	6	9	96	144
		Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo	2	2	4	32	64
		Dibujo Asistido por Computador	2	2	4	32	64
		Electiva I	2	2	4	32	64
		Totales	17	20	31	320	496
	III	Cálculo Integral	3	4	5	64	80
		Física Mecánica y Laboratorio	5	6	9	96	144
		Ciencias de los	5	6	9	96	144

Programa	Semestre	Asignatura	Créditos	HTP	HTI	TPT	TIT	
		Materiales y Laboratorio						
		Sistemas de Producción	3	4	5	64	80	
		Totales	16	20	28	320	448	
	IV	Estadística Básica I	3	4	5	64	80	
		Lógica de Programación y laboratorios	5	6	9	96	144	
		Fundamentos de Manufactura	3	4	5	64	80	
		Ingeniería de Métodos	3	4	5	64	80	
		Fundamentación Ambiental	2	2	4	32	64	
		Totales	16	20	28	320	448	
		V	Estadística II	3	4	5	64	80
			Sistemas de Automatización	3	4	5	64	80
			Planeación de la producción	3	4	5	64	80
	Optativa I		2	2	4	32	64	
	Ingles I		2	4	2	64	32	
	Trabajo de Grado Tecnología		4	2	10	32	160	
	Totales		17	20	31	320	496	
	VI	Control Estadístico de Procesos	3	4	5	64	80	
		Fundamentos de Física de Plantas	3	4	5	64	80	
		Programación de la Producción	3	4	5	64	80	
		Optativa II	2	2	4	32	64	
		Ingles II	2	4	2	64	32	
		Ciencia Tecnología y Sociedad	2	2	4	32	64	
		Totales	15	20	25	320	400	
Total Ciclo Tecnológico			94	118	164	1.888	2.624	
Ciclo Propedéutico		Física de campos y la Laboratorio	5	6	9	96	144	
		Calculo de Varias Variables en Calculo Real	3	4	5	64	80	
		Sistemas de control	3	4	5	64	80	
		Total	11	14	19	224	304	
Ciclo Ingenieril	VII	Ecuaciones Diferenciales	3	4	5	64	80	
		Optimización	3	4	5	64	80	

Programa	Semestre	Asignatura	Créditos	HTP	HTI	TPT	TIT
		Procesos de Manufactura	3	4	5	64	80
		Economía General	3	4	5	64	80
		Inglés III	2	4	2	64	32
		Totales	14	20	22	320	352
		Métodos Numéricos	3	4	5	64	80
		Procesos Estocásticos	3	4	5	64	80
		Procesos de Manufactura II	3	4	5	64	80
	VIII	Electiva II	2	2	4	32	64
		Inglés IV	2	4	2	64	32
		Seminario de Investigación	2	2	4	32	64
		Totales	15	20	25	320	400
		Logística Integral I	3	4	5	64	80
		Simulación de Sistemas	3	4	5	64	80
		Procesos de Manufactura III	3	4	5	64	80
	IX	Formulación de Proyectos	3	4	5	64	80
		Optativa III	2	2	4	32	64
		Trabajo de Grado Profesional	4	2	10	32	160
		Totales	18	20	34	320	544
		Lógica Integral II	3	4	5	64	80
		Diseño de Instalaciones	3	4	5	64	80
		Estrategias de Operaciones	3	4	5	64	80
	X	Evaluación de Proyectos	3	4	5	64	80
		Optativa IV	2	2	4	32	64
		Totales	14	18	24	288	384
Total Ciclo Ingenieril			72	92	124	1.472	1680
Total Programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con la Tecnología en Sistemas de Producción			166	210	288	3.360	4.608
Requisito de Grado			Cátedra de Ciudadanía y Paz				
			Cátedra de Deporte y Cultura				

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

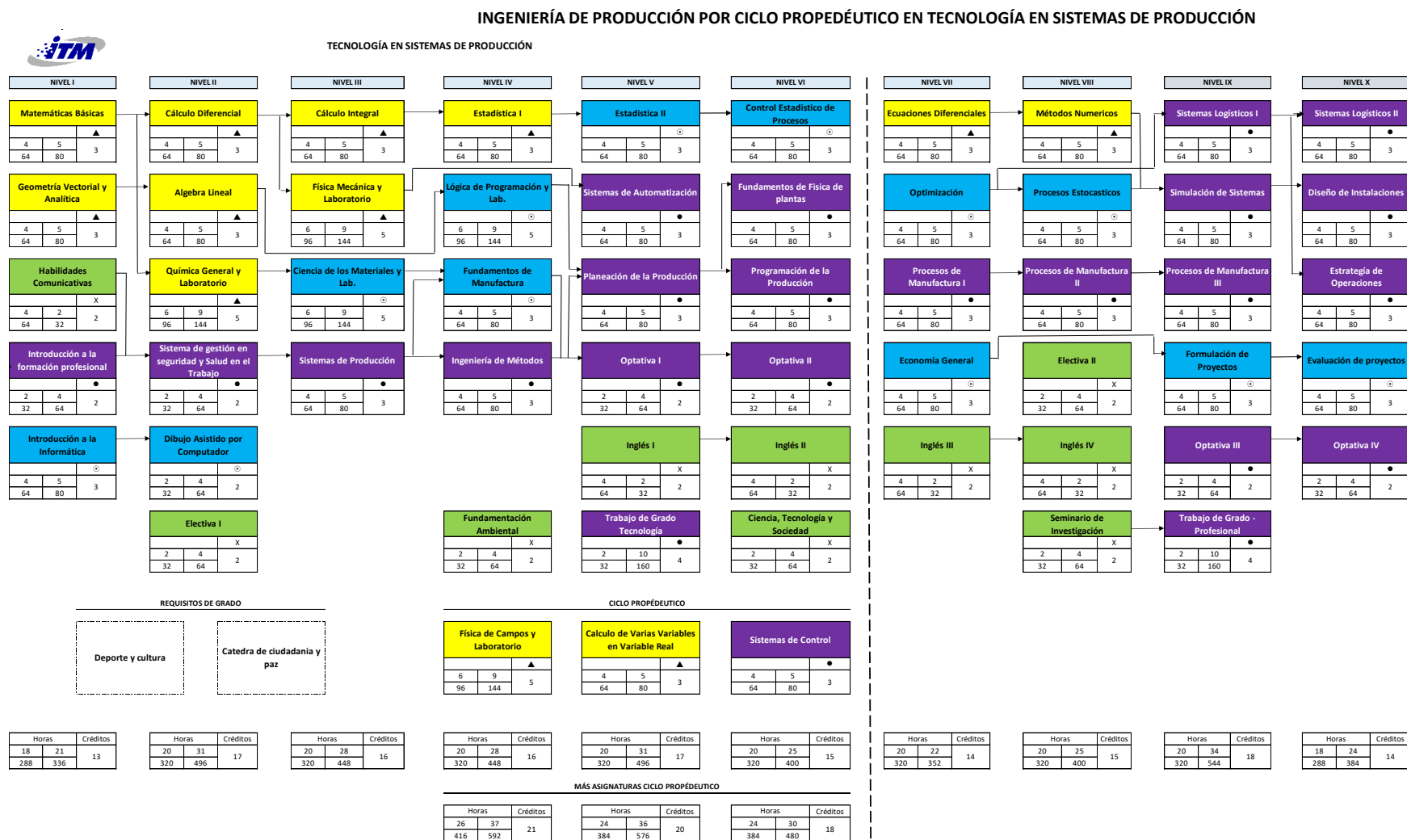


Figura 14. Plan de estudios rediseñado del programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción

En la Tabla 23 se observan las áreas académicas, el trabajo presencial, el trabajo independiente y los créditos de los dos ciclos que componen el programa. Se distinguen cinco áreas: ciencias básicas, básicas de ingeniería y tecnología, ingeniería y tecnología aplicada, formación complementaria, las cuales se detallan en los siguientes ítems.

Tabla 23. Resumen del plan de estudios propuesto por áreas de formación

Ciclo Tecnológico (Tecnología en Sistemas de Producción)				
	Áreas	TPT	TIT	%
▲	Ciencias Básicas	576	768	29.79
⊙	Ciencias Básicas (Tecnología e Ingeniería)	480	672	25.53
●	Ingeniería o Tecnología Aplicada	544	896	31.91
×	Formación complementaria	288	288	12.77
	Total	1.888	2.624	100
Ciclo profesional (Ingeniería de Producción)				
	Áreas	TPT	TIT	%
▲	Ciencias Básicas	864	1152	25.30
⊙	Ciencias Básicas (Tecnología e Ingeniería)	800	1072	23.49
●	Ingeniería o Tecnología Aplicada	1.216	1904	39.16
×	Formación complementaria	480	480	12.05
	Total	3.360	4.608	100

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

El primer semestre para todos los programas del ITM se rediseña con el propósito de fortalecer las áreas de las matemáticas y las habilidades comunicativas, adicionalmente, se crea la asignatura Introducción a la Formación Profesional, donde se le dan pautas y se le muestra al estudiante lo que es, lo que implica y la importancia del programa que eligió. Este primer semestre igual para toda la Institución permite al estudiante tener la flexibilidad de poder evaluar su verdadera vocación y hacer el tránsito de un programa a otro sin entorpecer su proceso formativo.

A continuación, se describe la estructura del plan de estudios por áreas de formación y el aporte de cada una de ellas para lograr las competencias planteadas para la Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con la Tecnología en Sistemas de Producción.

▪ **Componente de formación en Ciencias básicas**

De acuerdo a las competencias mencionadas, las asignaturas del área de ciencias básicas son desarrolladas desde la formación en el ciclo tecnológico. Dicho componente reforzó las horas presenciales en las asignaturas de Geometría Vectorial y Analítica, Química General

y laboratorio, Física Mecánica y laboratorio, así mismo, se incluye la asignatura de Álgebra Lineal y se actualiza el micro-curriculum de Estadística I. Las asignaturas que componen dicha área son transversales a todos los ciclos de formación de Tecnología e ingeniería del ITM. Finalmente, se adiciona la asignatura de Métodos Numéricos y se actualiza el micro-curriculum de Ecuaciones Diferenciales en el ciclo ingenieril (ver Figura 15).

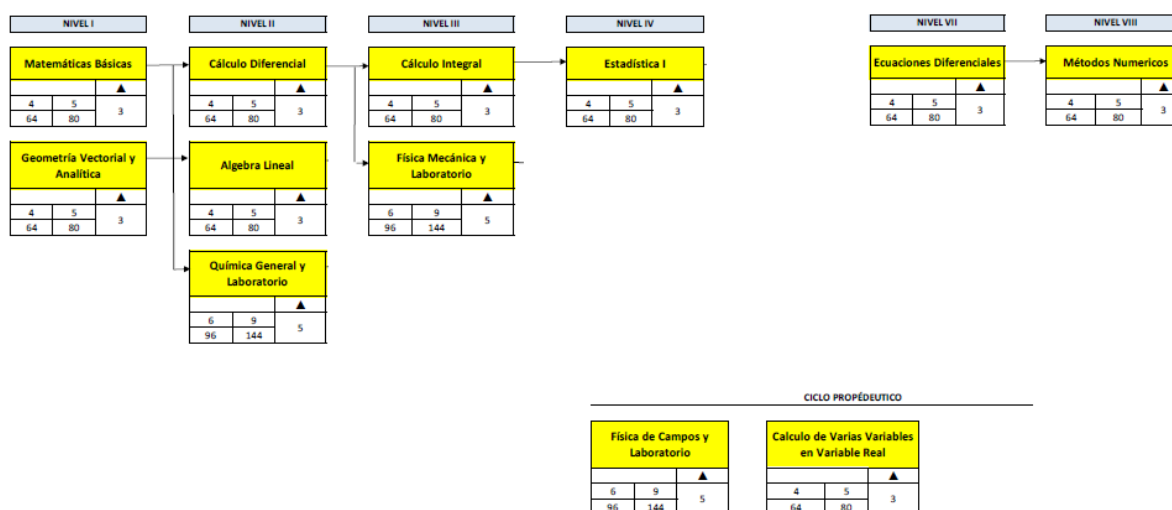


Figura 15. Áreas de formación en ciencias básicas
Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

▪ Componente de formación en Ingeniería –Tecnología aplicada

Las asignaturas de este componente responden a las competencias específicas del Ingeniero de Producción. Se reconocen dos enfoques fuertes conformados por asignaturas que son las responsables en gran medida de fundamentar dichas competencias (Gestión de Operaciones y Procesos de Manufactura). Se describe a continuación cada una de las líneas y asignaturas que la componen.

- *Gestión de Operaciones - Operations Management*

En el ciclo tecnológico, este enfoque busca integrar los elementos de la cadena de abastecimiento y fortalecer la planeación, implementación y control de los sistemas de producción a través de diversas áreas específicas que fundamentan las herramientas productivas en los sistemas y los métodos cuantitativos como herramientas en la toma de decisiones a través de asignaturas como los Sistemas de Producción, Ingeniería de Métodos, Planeación y Programación de la Producción, Fundamentos de Física de Plantas, y como materias que complementan los conceptos de estas se encuentran como soporte las

áreas de estadística y control estadístico de procesos, dando una fuerte cimentación en la primera competencia del Tecnólogo en Sistemas de Producción. En este sentido, se adicionan las asignaturas de Sistemas de Producción, Fundamentos de Física de Plantas, Estadística II y Control Estadístico de Procesos y se reestructuran los micro-curricúlos de Ingeniería de Métodos, Planeación de la Producción y Programación de la Producción (ver Figura 16).

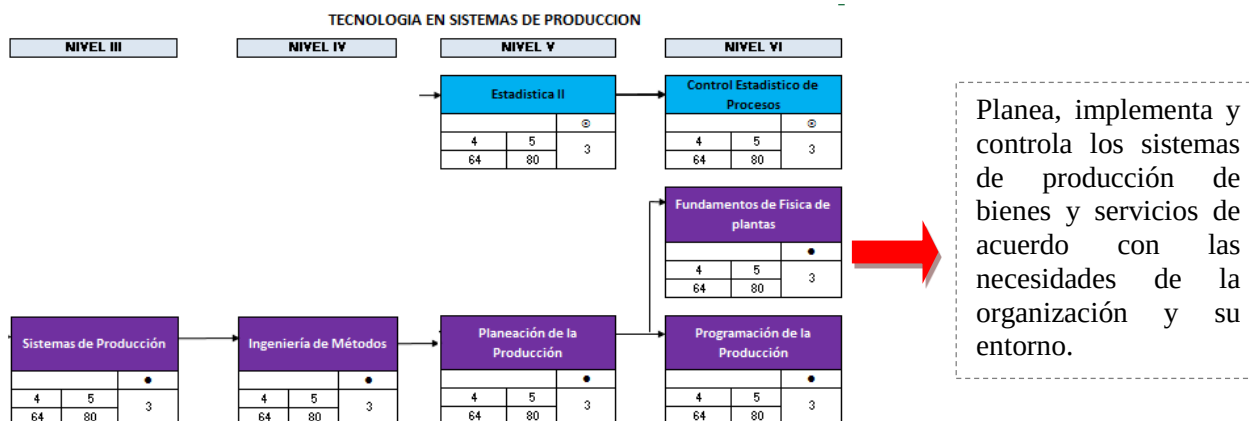


Figura 16. Componente de formación en ingeniería y tecnología aplicada - *Gestión de Operaciones - Operations Management* (Tecnología en Sistemas de Producción)

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

Este conjunto de asignaturas es una de las fortalezas que fundamentan las competencias y centro de interés del objeto de formación del Tecnólogo en Sistemas de Producción del ITM. Busca profundizar en contenidos necesarios para intervenir la cadena de abastecimiento por medio la planeación y la programación de la producción bajo cimientos como sistemas de producción e ingeniería de métodos a la vez de emplear estrategias que permitan la toma de decisiones a través de los fundamentos de física de plantas. Este conjunto de asignaturas se complementa con estadística, lógica de programación como herramientas necesarias para el soporte de las decisiones.

La función sustantiva de la gestión de la producción/operaciones consiste en planear, programar, dirigir y controlar las actividades necesarias para proveer los productos y servicios. En esta actividad, el interés primordial es el de suministrar los inputs (entradas) como las materias primas, maquinarias, materiales de operación, productos semi-terminados, energía y mano de obra. Una vez que los inputs están compilados, o ensamblados, se busca la creación del valor. Así mismo, la organización de horarios, la asignación de puestos polivalentes, el control de la calidad en la producción, la adaptación de nuevos y mejores métodos para efectuar diversas labores, y el manejo de materiales dentro de la compañía aparecen como elementos sustanciales. La etapa final del proceso de

producción/operaciones consiste en el consumo de los outputs, es decir, los productos y los servicios terminados. Estos productos y servicios terminados quedan entonces disponibles para su comercialización y distribución.

En un proceso de planificación y programación de la producción se determina paralelamente los niveles de producción, inventario y capacidad de una organización para un horizonte de planificación conocido con el fin de minimizar los costos totales generados por el plan de producción (Miranda, 2005). La incertidumbre de los parámetros juega un papel importante, por tanto, la herramienta de apoyo para la toma de decisiones debe seleccionarse de manera que facilite la toma de decisiones y responda a los posibles imprevistos (Arango, Urán y Pérez, 2010).

La gestión de operaciones de hoy día no se limita al control de las actividades en la planta, sino que incluye múltiples actividades, que deben tener en cuenta cambios en el ambiente socio-económico, por lo que no se reduce a optimizar cada paso de la producción o del sistema productivo, sino que requiere una acción integrada que cubre todo el espectro de las actividades citadas, que deben responder a circunstancias cambiantes, y deben lograr una eficiencia global creciente. Por tanto, se convierte indispensable para esta área de conocimiento, el suministrar al estudiante competencias generales del área de producción y operaciones, de tal manera que esté en capacidad de relacionar la información con las respectivas decisiones estratégicas del campo productivo; determinando el origen y el impacto para que pueda proponer planteamientos acertados respecto a la medición y control del desempeño de cualquier compañía.

La Figura 17, muestra las asignaturas bajo el componente de formación de la ingeniería-tecnología aplicada bajo gestión de operaciones – operations management - para el programa de Ingeniería de Producción articulado por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción.

Dentro de las asignaturas que se adicionan al ciclo ingenieril, figuran Simulación de Sistemas y Estrategia de Operaciones. Se incorpora con mayor número de horas presenciales y de trabajo independiente la asignatura de Diseño de Instalaciones, así mismo, se reestructura los micro-currículos de Sistemas Logísticos I y II, Optimización y Procesos Estocásticos.

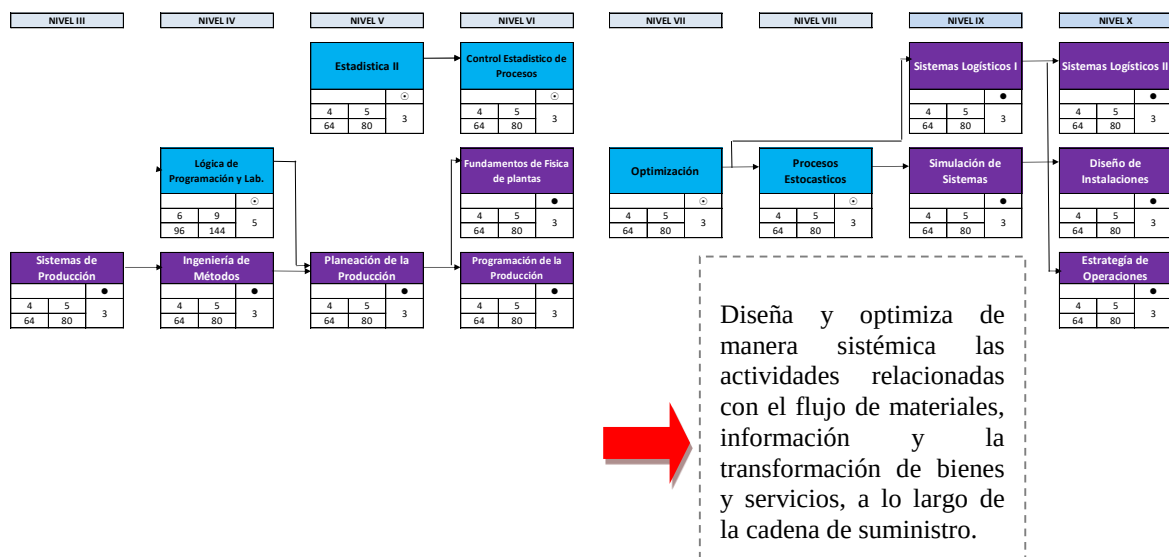


Figura 17. Componente de formación en ingeniería y tecnología aplicada - *Gestión de Operaciones - Operations Management* (Ingeniería de Producción)

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

En la identificación de la base de las tendencias de pensamiento que fortalecen una de las competencias del Ingeniero de Producción como parte indispensable, es la teoría de *Operations Management* (OM), esta proporciona un marco para el análisis del desarrollo operativo de las industrias, facilitando el desarrollo eficiente del campo de acción misional, necesario para la aplicabilidad a los problemas prácticos del mundo real dentro del sector de cada empresa (Wacker, 1998). Este núcleo puede identificarse como aquel que se centra en el estudio de la base operativa misional de las compañías, lo cual soporta la generación y captura de valor y las bases de la estrategia competitiva.

El núcleo de OM presenta las alternativas más simples para la gestión de operaciones en las que los estudiosos tratan de explicar el rendimiento de la unidad empresarial basada en prácticas transferibles (Bromiley & Rau, 2016). En su trabajo los autores Hitt, Xu, & Carnes (2016) aseguran que en los últimos años se ha presentado un mayor énfasis en el uso de la teoría de OM en la investigación. En este trabajo ellos discuten su posición versus autores como Pilkington & Meredith (2009) quienes estudian la evolución de la OM a lo largo de las últimas 3 décadas (1980 – 2006), en busca de identificar tendencias de herramientas y aplicaciones en el área de la OM. Hitt, Xu, & Carnes (2016) definen, basados en otros autores, que en los últimos años la investigación en el campo de la OM ha comenzado a enfatizar en temas más estratégicos y macro (por ejemplo, cadenas de suministro), centrándose más en el desarrollo de nuevas teorías. Algunos de los temas resaltados son:

- Gestión de la cadena de suministros (*Supply chainmanagement*)
- Estrategia de operaciones (*Operations strategy*)
- Gestión del desempeño (*Performance management*)
- Innovación en productos y servicios (*Product/service innovation*)

Relacionando las conclusiones de estos autores, con un monitoreo tecnológico realizado por medio de bases de datos de investigación (SCOPUS® (Elsevier, 2017) y Thompson Innovation® (Thomson Reuters, 2016) a través de la herramienta Data Analyzer, se puede visualizar que las temáticas globales resaltadas en la Figura 18, se encuentran estrechamente relacionadas en las tendencias marcadas por Bromiley & Rau (2016). Con base en estas tendencias y en universidades referentes en el campo (ver Tabla 24).

Tabla 24. Universidades referentes en la denominación y pertinencia en Operations Management

Universidad	Asignaturas de <i>Operations Management</i>
MIT (Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2016)	Ingeniería en probabilidad y estadística (<i>Engineering Probability and Statistics</i>) – Sistemas de optimización y análisis de operaciones (<i>System Optimization and Analysis for Operations</i>) – Estrategia de operaciones (<i>Operations Strategy</i>)
Harvard Business School (Harvard Business School, 2016)	Estrategia de operaciones (<i>OperationsStrategy</i>) - Gestión con analítica (<i>Managingwithanalytics</i>) – Cadena de suministros global (Global Supply Chains)
Universidad politécnica de Catalunya (Universidad politécnica de Catalunya, 2016)	Métodos cuantitativos en organizaciones - Modelos y herramientas de decisión – Diseño de la cadena de aprovisionamiento – Técnicas de optimización
University of Oxford (University of Oxford, 2016)	Tecnología y Gestión de operaciones (<i>Technology&OperationsMangement</i>)

Fuente: Basado en (Harvard Business School, 2016; Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2016; Universidad politécnica de Catalunya, 2016; University of Oxford, 2016).

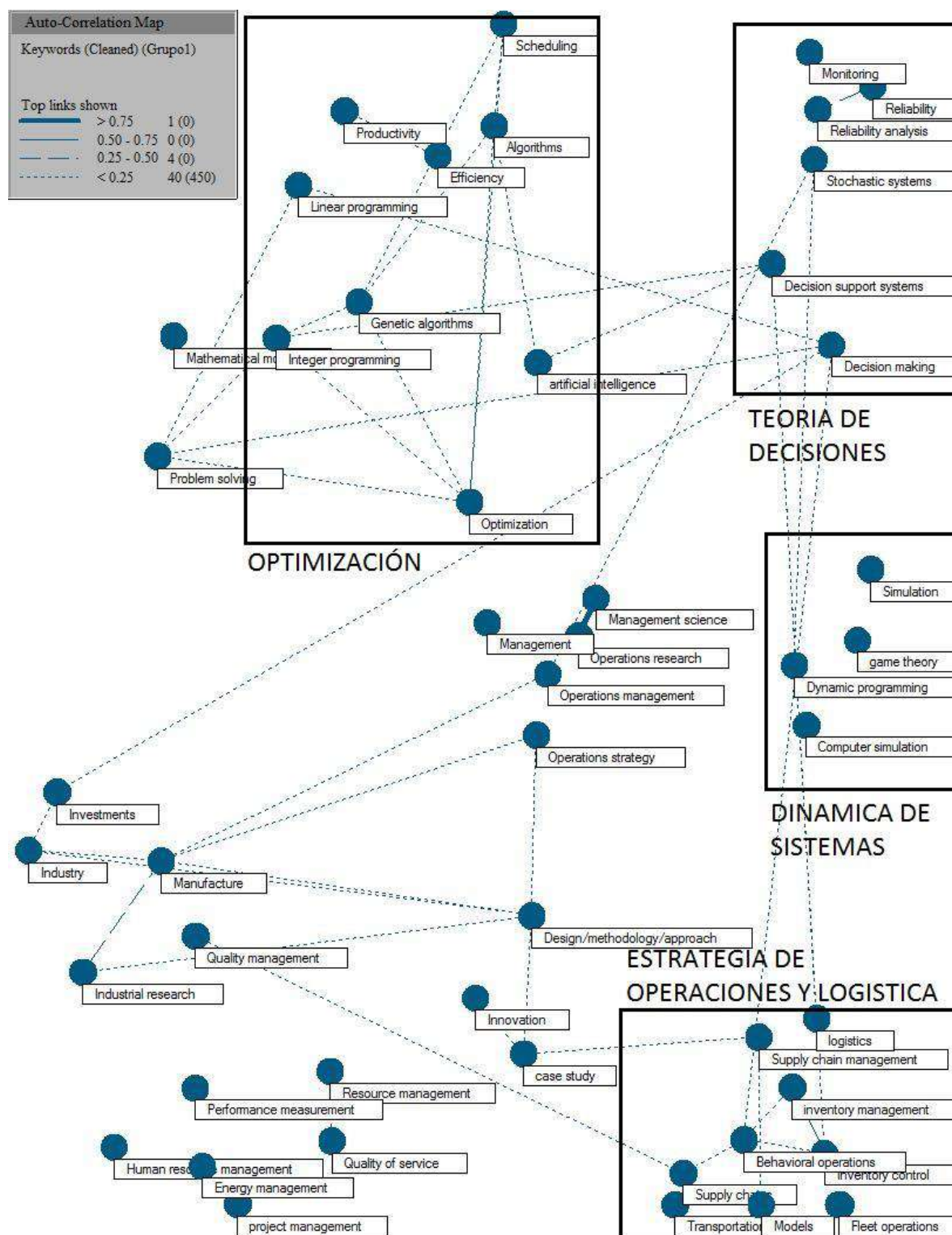


Figura 18. Monitoreo de las tendencias de investigación en OM
 Fuente: Elaboración propia a través de *Thomson Data Analyzer - Thomson Reuters*.

- **Procesos de Manufactura**

Para el ciclo tecnológico, este enfoque busca que el Tecnólogo en Sistemas de Producción analice los principios básicos de las propiedades de los materiales, su importancia tecnológica y aplicabilidad, para poder intervenir adecuadamente los procesos de manufactura. Identificar la relación entre estructura, propiedades y procesamiento de los diferentes materiales usados en la cadena productiva e identificar procesos productivos en empresas de bienes y servicios, que es uno de los ejes fundamentales de la competencia. Entre las asignaturas que componen esta área, se incrementa el número de horas presenciales y de trabajo independiente, además de incluir el laboratorio de la asignatura de Ciencia de los Materiales y Laboratorio, así mismo, se adicionan las asignaturas de Sistemas de Producción, Fundamentos de Manufactura, y Sistemas de Automatización, como soportes de dicha competencia (ver Figura 19).

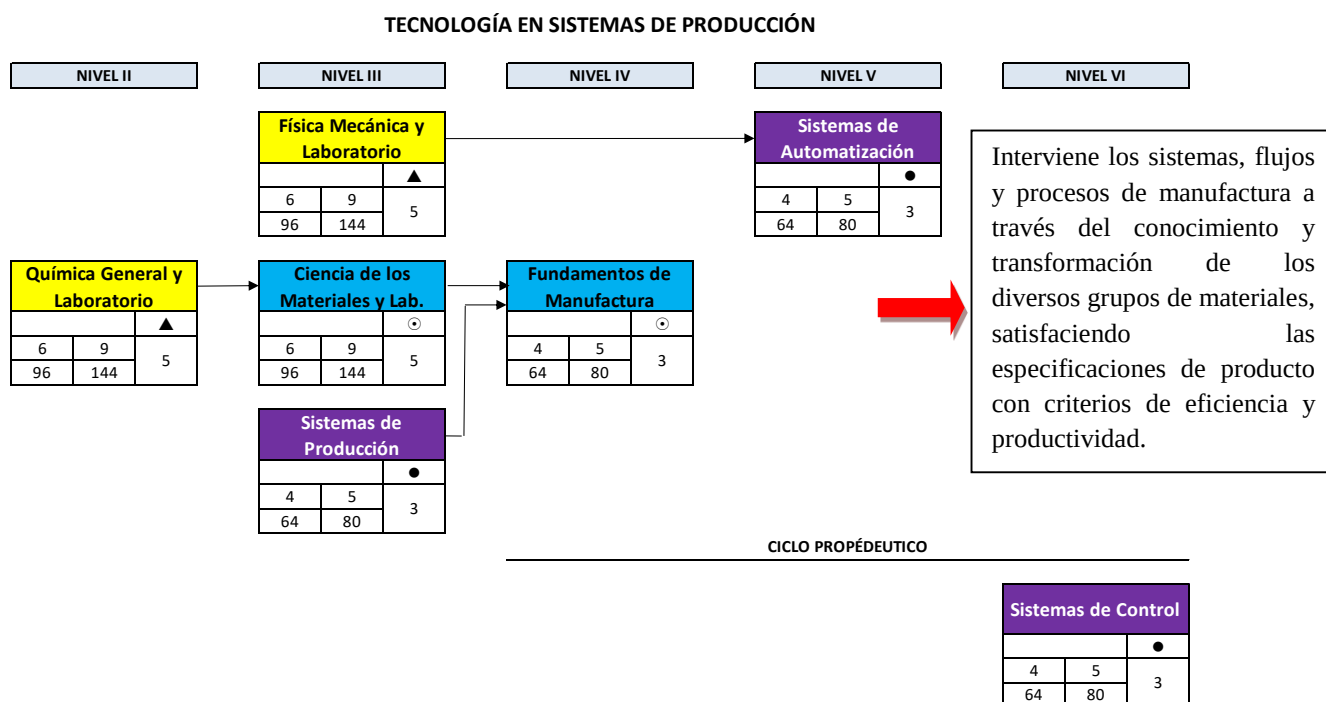


Figura 19. Componente de formación en ingeniería y tecnología aplicada – *Procesos de Manufactura* (Tecnología en Sistemas de Producción)

Fuente: Elaboración propia. Departamento de Calidad y Producción.

El conjunto de asignaturas que dan respuesta a la competencia, buscan formar en procesamiento, diseño y la articulación de los sistemas de producción con los procesos de manufactura y transformación de materiales, enmarcados en el contexto integral de las tendencias globales del desarrollo tecnológico. El núcleo del enfoque en procesos de

manufactura aborda los siguientes ejes de formación:

- Procesamiento de nuevos materiales.
- Diseño de productos a partir de nuevos materiales.
- Simulación de procesos de transformación y propiedades de productos.
- Manufactura sostenible.
- Diseño y selección de procesos de acuerdo a configuraciones productivas.

El objetivo común de los núcleos académicos e investigativos es reducir sustancialmente el tiempo y el costo de los materiales de diseño e implementación de los mismos. El logro de este objetivo requiere tomar ventaja de los recientes avances en las ciencias de datos y de información, tendencias internacionales, desarrollos y actual estado del arte en materia de investigación. Esta necesidad crítica ha impulsado el surgimiento de una nueva disciplina, los sistemas de manufactura. Esta disciplina emergente no sólo debe abordar los retos científicos/tecnológicos relacionados con la información y bases de la ciencia e ingeniería de materiales, sino también, una serie de retos igualmente importantes en los alrededores de transformación impulsado por los datos de la cultura actual, prácticas y flujos de trabajo empleados para el trabajo de innovación en materiales (Kalidindi et al., 2016). Un esfuerzo integral que aborde estos aspectos de una manera sinérgica es probable que tenga éxito en la realización de la visión de la innovación de materiales a mayor escala, tomando cada vez más fuerza a nivel global como una disciplina que toma un posicionamiento en la academia e investigación para la ingeniería y su aplicación a grandes necesidades del entorno productivo.

Para la simulación de procesos de manufactura, propiedades de productos y manufactura sostenible existen diversos trabajos en materia de investigación¹⁴ que actualmente buscan articularse con energías limpias y sistemas de producción verdes y ecológicos, que estén comprometidos con el desarrollo ambiental y los procesos productivos, buscando que las cadenas productivas sean ecosostenibles y rentables desde todo punto de vista financiero. Las características de los componentes manufacturados pueden afectar el rendimiento de los equipos, el deterioro progresivo, la resistencia al desgaste funcional, la corrosión y la fatiga, y, en consecuencia, puede determinar la vida útil de los componentes de las máquinas y equipos en diversas industrias como la aeroespacial, de automoción entre otras. El desarrollo de métodos de procesamiento avanzado y modelos predictivos para el control de muchas variables, son fundamentales para lograr una mayor vida útil del producto, esto ha sido uno de los aspectos esenciales en el área de la fabricación avanzada (Jawahir, Kaynak, & Lu, 2014).

¹⁴ 4th International Conference on Advances in Materials and Manufacturing, ICAMMP 2013, 2014.

81 | Informe para solicitud de modificación de registro calificado Programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Producción (cambio de denominación: Tecnología en Sistemas de Producción)

Así mismo, las nuevas tendencias en manufactura, manufactura aditiva con diversos tipos de materiales, gestión de ciclo de vida del producto, ingeniería colaborativa, trabajos con robótica y automatización como los recientemente presentados en el campo de la manufactura y robótica (Ding, Dwivedi, & Kovacevic, 2017), se reconocen como núcleos que fundamentan y soportan esta importante competencia del programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción.

En la Figura 20, se muestra las asignaturas bajo el componente de formación de la ingeniería- tecnología aplicada bajo el enfoque de procesos de manufactura para el programa de Ingeniería de Producción articulado por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción. Se adicionan las asignaturas para el ciclo ingenieril de Procesos de Manufactura I,II, III, y Sistemas de Control.

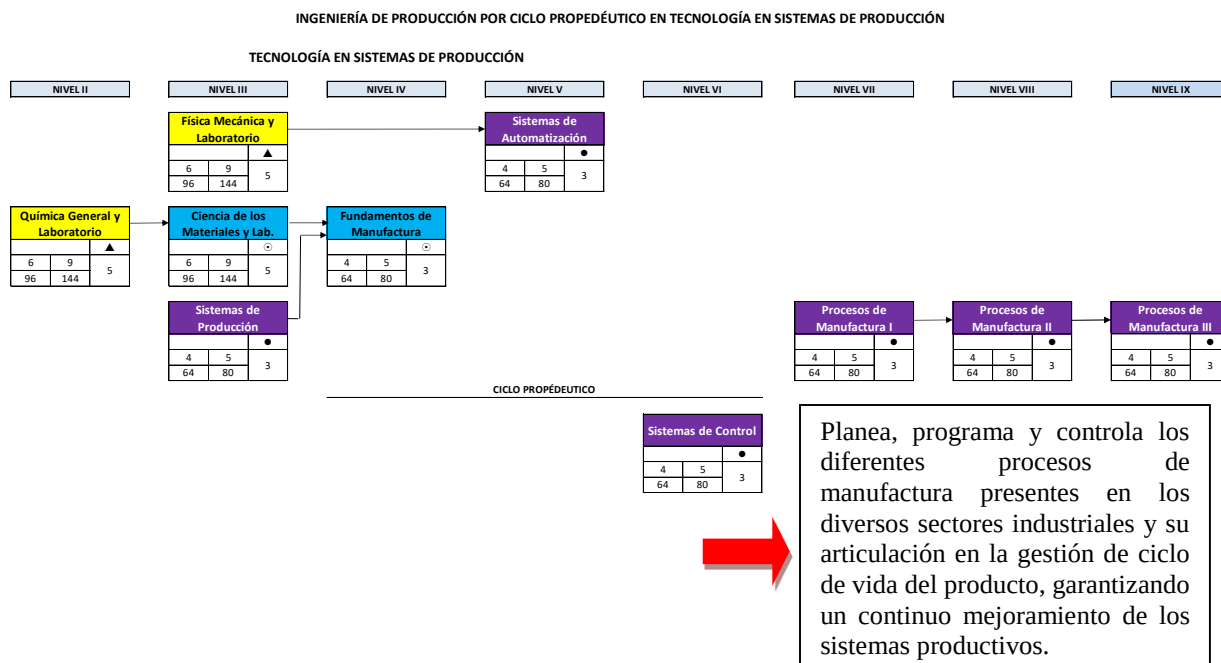


Figura 20. Componente de formación en ingeniería y tecnología aplicada – procesos de manufactura

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

Relacionando las conclusiones de varios autores, con un monitoreo tecnológico realizado por medio de bases de datos de investigación (SCOPUS® (Elsevier, 2016) y Thompson Innovation® (Thomson Reuters, 2016)), se presenta una de las temáticas globales: Los procesos de manufactura y su relación con los programas (ver Figura 21). De acuerdo a las

tendencias y en universidades referentes en el campo (ver Tabla 25), se define la pertinencia de esta área.

Tabla 25. Universidades referentes en la denominación y pertinencia con Procesos de manufactura

Universidad	Asignaturas relacionadas a <i>Procesos de Manufactura</i>
Universidad Metropolitana (Venezuela)	Principios de procesos industriales, electromecánica, procesos de fabricación y mantenimiento.
Universidad Lisandro Alvarado (México)	Procesos de Manufactura, Manufactura Integrada por Computador, Laboratorio de materiales y manufactura.
Universidad de las Américas (Ecuador)	Procesos de manufactura y Sistemas CAM/CAE
Universidad de Santa Catarina (Brasil)	Mecanizado de materiales, Conformación de Metales e Inyección de Polímeros, Laboratorio de manufactura y Metrología, Soldadura, Elementos de Máquinas.
Universidad De Sao Paulo (Brasil)	Proyectos de Manufactura, estrategia de producción del producto.
Universidad de Rio de Janeiro	Caracterización y procesamiento de materiales, tecnología mecánica.
Universidad de Campinas (Brasil)	Tecnología mecánica, generalidades en procesos de Manufactura, proyectos de fabricación, desarrollo de productos.
Universidad de Strathclyde (Inglaterra)	Diseño y administración de manufactura, Procesos primarios de manufactura, proyectos de diseño y manufactura, técnicas no convencionales de manufactura.
Universidad de blackpool and the fylde college (Inglaterra)	Sistemas de manufactura, manufactura asistida por computador, sistemas de manufactura rápida.
Universidad de Derby (Inglaterra)	Materiales y procesos de manufactura, Diseño para la manufactura y optimización de materiales, manufactura integrada por computador, sistemas y tecnologías de manufactura avanzada,
Universidad de Bremen (Alemania)	Fundamentos de tecnología de fabricación, elementos de máquinas.
Universidad GUC (Alemania-El Cairo)	Introducción a los materiales y procesos de manufactura, procesos y máquinas de remoción de materiales, procesos de fundición de metalurgia, procesos y máquinas de conformado de metales, tecnologías de corte de metales, diseño y simulación de sistemas de manufactura, diseño y manufactura asistida por computador, procesos no convencionales de manufactura.

Fuente: Elaboración propia basado en mallas curriculares de Ingeniería de Producción.



Figura 21. Monitoreo de las tendencias de investigación en procesos de manufactura

Fuente: Elaboración propia a través de *Thomson Data Analyzer - Thomson Reuters*.

Consecuentemente, de acuerdo con la Figura 21, existe una directa relación entre procesos de manufactura (centros de manufactura, maquinas, herramientas de máquinas) con el área de operations management (optimización, toma de decisiones, algoritmos y programación) y control estadístico de procesos.

▪ **Componente de Ciclo Propedéutico**

Este componente es necesario para conectar el ciclo tecnológico al ciclo ingenieril del programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción, a su vez es importante hacer énfasis en que las asignaturas de este componente no hacen parte del plan de estudios de Tecnología en Producción, pero son las asignaturas que los habilita para iniciar el ciclo ingenieril y, por tanto, son un requisito de ingreso a la ingeniería.

Las asignaturas propedéuticas fueron elegidas con base a los siguientes criterios, según lineamientos institucionales:

- Conjunto de asignaturas no obligatorias para el nivel de Tecnología pero habilitantes para avanzar en el nivel profesional.
- Después del 3° semestre el estudiante de nivel de Tecnología decide sobre la continuación hacia el nivel profesional (ciclo complementario).
- El componente propedéutico es tomado como créditos adicionales en el 4°, 5° y 6° semestre o después de obtener el título de Tecnólogo.
- El componente propedéutico se conforma de asignaturas de ciencias básicas y específicas, según las áreas de conocimiento requeridas
- Las asignaturas del componente propedéutico deberán sumar un máximo de 16 créditos.
- Las asignaturas propedéuticas no deben ser pre-requisito o co-requisito entre ellas, de tal forma que puedan ser cursadas en un solo semestre, después de haber culminado la tecnología.

De acuerdo a los lineamientos institucionales el ciclo propedéutico en particular se compone de 11 créditos, los cuales pueden cursarse a partir del cuarto semestre como créditos complementarios, lo anterior se ajusta a los lineamientos institucionales. Es así, como se adicionan las asignaturas de Física de Campos y Laboratorio y Cálculo en Varias Variables en Variable Real pertenecientes al componente de formación en ciencias básicas y, Sistemas de Control perteneciente al componente de áreas específicas (ver Figura 22).

CICLO PROPÉDEUTICO								
Física de Campos y Laboratorio			Calculo de Varias Variables en Variable Real			Sistemas de Control		
6	9	▲	4	5	▲	4	5	●
96	144	5	64	80	3	64	80	3

Figura 22. Asignaturas que componen el ciclo propedéutico para avanzar al nivel profesional.

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

▪ Componente de Asignaturas Optativas

Son aquellas que buscan la profundización en áreas del conocimiento propias del saber profesional específico. Se presentan a continuación las asignaturas (4 asignaturas por cada línea de optativas) que componen el conjunto de optativas con las cuales los estudiantes del programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción pueden profundizar en un área de conocimiento específico (Ver Figura 23).

	OPTATIVAS TECNOLOGÍA		OPTATIVAS INGENIERÍA	
Línea Optativa 1: Administración de la Producción	Optativa I	Optativa II	Optativa III	Optativa III
Línea Optativa 2: Logística	Optativa I	Optativa II	Optativa III	Optativa III
Línea Optativa 3: Procesos de Manuf. Materiales Polimericos	Optativa I	Optativa II	Optativa III	Optativa III
Línea Optativa 4: Procesos de Manuf. Materiales metálicos	Optativa I	Optativa II	Optativa III	Optativa III
Línea Optativa 5: Diseño de producto	Optativa I	Optativa II	Optativa III	Optativa III
Línea Optativa 6: Automatización y control	Optativa I	Optativa II	Optativa III	Optativa III
Línea Optativa 7: Liderazgo y emprendimiento	Optativa I	Optativa II	Optativa III	Optativa III

Figura 23. Líneas de optativas definidas para el programa

Fuente: Elaboración Propia. Departamento de Calidad y Producción.

Los alcances de algunas de estas líneas optativas que responden a las competencias profesionales del programa se describen a continuación de forma general. Cabe aclarar que se propone líneas de optativas que responden a las tendencias académicas y fortalecen las competencias profesionales.

- *Línea optativa 1: Administración de la Producción*

Esta línea está diseñada para transmitir a los estudiantes tanto los fundamentos de las operaciones como los resultados cuantitativos para que la empresa pueda establecer una fuente fundamental de ventaja competitiva. La gestión de los procesos subyacentes por los que las empresas crean y entregan valor está en la función de las operaciones en cada línea de negocio. Contiene los módulos de gestión de la capacidad, la gestión de la cadena de suministro, herramientas para la mejora de productividad y la mejora operativa, usando una variedad de configuraciones de servicio y manufactura. La línea hace transparente el impacto de las decisiones sobre los resultados empresariales de decisiones operativas, y proporciona el conocimiento y la perspectiva que permita a cualquier gestor el aprovechamiento de las operaciones.

Se estudiarán los diferentes tipos de problemas que se presentan en los sistemas productivos y los flujos de materiales e información inherentes a ellos, abordando con técnicas apropiadas. Estos temas son de alta relevancia en el estudio de sistemas empresariales a nivel de la gerencia de operaciones. El estudiante requiere conocer los fundamentos de gestión y modelación para el análisis de sistemas empresariales que expliquen la realidad y permitan una gestión eficiente en la toma de decisiones. Las asignaturas ofrecen al estudiante los fundamentos conceptuales y de modelamiento generales para la gestión eficiente de sistemas productivos.

- *Línea Optativa 2: Logística*

En cualquier sistema se hacen presentes diversos problemas de tipo complejo de planeación o administración de recursos, estos son clasificados de esta forma principalmente por su gran número de opciones de solución. Las organizaciones no son ajenas a este tipo de escenarios. El conocimiento de la teoría de optimización clásica o programación matemática está constituida por un conjunto de resultados y métodos analíticos y numéricos enfocados a encontrar e identificar al mejor candidato de entre una colección de alternativas de solución, sin tener que enumerar y evaluar explícitamente todas esas alternativas existentes, esto se constituye en una base para soportar las decisiones a nivel logístico. Un problema de optimización es, en general, un problema de decisión con un sin número de posibles soluciones, el objeto de las técnicas enmarcadas dentro de esta línea, tienen como fin el desarrollo de mejoras en problemas clasificados de esta forma. Autores como Hitt et al. (2016) evidencian la tendencia del desarrollo de investigaciones en logística y en *operations mangement* en busca del control de desempeño organizacional o lo que ellos llaman Gestión del desempeño (*Performance management*), que no es más que buscar

satisfacer las necesidades de los clientes, proporcionando un mayor valor por medio de una mayor eficiencia y eficacia.

Las decisiones empresariales, tanto tácticas y estratégicas, con frecuencia se hacen difíciles por la presencia de incertidumbre en las consecuencias resultantes. Esta línea presenta una filosofía para enmarcar, analizar y gestionar de forma proactiva las decisiones relativas a la incertidumbre; se centrará en hacer que la incertidumbre pueda ser analizada objetivamente. Una forma de gestionar el riesgo de manera proactiva es reducir la incertidumbre inherente, por ejemplo, a través de una mejor previsión con herramientas y técnicas enfocadas a perfiles de riesgo, valor esperado, simulación, análisis de sensibilidad, flujos de caja descontados, distribuciones de probabilidad de análisis, análisis de datos, teoría del muestreo y de regresión, árboles de decisión, valor de la información, valor del control, las decisiones posteriores, opciones reales, y la teoría de juegos.

- *Línea optativa 3: Procesos de manufactura de materiales poliméricos*

El crecimiento de la industria de los materiales poliméricos durante los últimos cincuenta años ha sido consecuencia, en gran medida, de los avances de la Ciencia de Polímeros. El gran impacto de los materiales poliméricos en la economía colombiana se ve reflejado en el aporte sustancial en el PIB en los últimos años en las diferentes unidades productivas, el aporte directo es de un 13% durante los últimos tres años, reflejando un incremento sustancial, estos materiales también generan un aporte significativo a los demás procesos productivos, dando a estos un valor agregado. Así, la aceptación de este material en la mayoría de los sectores permitirá contribuir al desarrollo y competitividad del sector polimérico regional y nacional, a través de la generación y transferencia de conocimiento científico y tecnológico.

- *Línea optativa 4: Procesos de manufactura de materiales metálicos.*

El sector metalmecánico ha sido reconocido como uno de los sectores potenciales y de mayor interés para el desarrollo económico y empresarial dentro de la ciudad y del país. A nivel internacional, un sector metalmecánico sólido es señal de una economía industrializada y avanzada, y por este motivo, la correcta evolución de esta industria tiene una importancia evidente en el crecimiento de otros sectores y demás actividades industriales y de servicios. Debido a la importancia que tiene el sector metalmecánico en la Industria y en los sistemas productivos del país, se ha identificado la necesidad de diseñar una línea optativa sobre “Procesos de manufactura de materiales metálicos” para el programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con

Tecnología en Sistemas de Producción como soporte de una de las competencias de los programas de producción como lo es “los procesos de manufactura de los diversos grupos de materiales”. Los procesos de conformado y transformación de metales comprenden un amplio grupo de procesos de manufactura, en los cuales se usa la deformación plástica para cambiar las formas de las piezas metálicas. El profesional estará a cargo de supervisar y evaluar el correcto desarrollo de los diversos procesos de manufactura de los materiales metálicos en una planta productiva del sector metalmecánico, de aquí la importancia de implementar la línea optativa.

- *Línea optativa 5: Diseño de Producto*

La línea en diseño de producto busca integrar toda la cadena de manufactura del producto, desde su concepción, diseño y fabricación, ahondar en criterios de selección de materiales para su posterior procesamiento, propender por el método más eficiente de producción como solución a desarrollos de productos, toma el ciclo de vida del producto y lo integra a la cadena productiva. Se ha convertido en una tendencia mundial lo concerniente a la manufactura de la empresa y de ser responsable de todo el ciclo de vida de sus productos (Li, Cao, Wang, & Deng, 2016). En virtud de la circunstancia, la sostenibilidad será ampliamente comprendida y más profundamente considerada en la etapa de diseño de producto. El punto de partida de esta línea es el desarrollo de un amplio conocimiento en selección y caracterización de materiales que permita sugerir diversos métodos de transformación de dichos materiales. A partir de la selección del proceso es fundamental comprender desde la etapa de diseño los procesos de manufactura del producto, diseñar para manufacturar hace una competencia especializada para el profesional en el campo del diseño, fabricación y análisis de productos, llevando a cabo la secuencia y artículo de manera sinérgica, campos que han sido tratados de forma separada (diseño y la manufactura).

- *Línea optativa 6: automatización y control*

Esta línea busca soportar las competencias a través de áreas específicas del conocimiento que parten de la fundamentación en automatización y control de los sistemas productivos para fortalecer ciertos saberes específicos que el Ingeniero podría necesitar para desempeñarse en la industria y organizaciones del sector productivo.

▪ **Componente de Asignaturas Electivas**

Estas asignaturas son aquellas que no tienen relación exclusiva con la formación

profesional específica, buscan además de la flexibilidad curricular que, el estudiante adquiera una formación interdisciplinaria mediante el contacto con otras disciplinas o profesiones diferentes a las suyas. Las asignaturas electivas del programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción serán ofrecidas de manera institucional a nivel inter-facultades, con el objetivo de extender la frontera de conocimiento del estudiante por fuera de su campo de acción específico. Las asignaturas electivas desarrollan diferentes contenidos temáticos que pueden tener aplicaciones transversales a los diferentes programas ofrecidos por el ITM.

Los lineamientos institucionales definen como mínimo incluir dos materias electivas en un programa completo de formación por ciclos propedéuticos, para lo cual, en este programa particular se plantea una electiva a cursar en el semestre II de la tecnología, y para el nivel complementario en el semestre VIII. En la Figura 24 se observan las electivas ofertadas por las diferentes facultades de la institución.

CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS		CIENCIAS EXACTAS Y APLICADAS	
Vigilancia Tecnológica	X	Diseño asistido por software	X
Principios de administración	X	Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	X
Gestión Empresarial	X	Procesamiento de Imágenes Con Matlab	X
Mentalidad Emprendedora	X	Revolución Geoespacial: Los Nuevos Mapas	X
Liderazgo	X	ARDUINO	X
Mercadeo	X	Materiales en la Construcción	X
Gestión de Calidad	X	Programación de Microcontroladores	X
Revolución Industrial	X	La evolución del pensamiento Físico	X
Desarrollo Sostenible	X	Entorno Económico	X
Finanzas personales	X	Creatividad e Innovación	X
		Matemática Literatura, Arte, y Arquitectura	X

ARTES Y HUMANIDADES			INGENIERIA		
Antropología Cultural		X	Fundamentos de programación		X
Fotografía		X	Redes de computadores		X
Fotografía de Producto		X	Gestión de proyectos de ingeniería		X
Historia del Arte		X	Energía y medio ambiente		X
Estética Contemporánea		X	Fundamentos de combustión		X
Historia de la Música		X	Mantenimiento		X

Figura 24. Electivas ofertadas por las diferentes facultades

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por las Facultades del ITM.

▪ Trabajo de grado Profesional

El trabajo de grado es un componente obligatorio del plan de estudios tanto del ciclo tecnológico en el nivel V como del ciclo ingenieril en el nivel IX. Cada alumno dispone de un profesor responsable de su orientación para la elaboración del trabajo de grado, dicho profesor puede ser el mismo responsable asesor de práctica.

En la Tabla 26, se presentan los lineamientos y la disposición de la asignatura en el plan de estudio respectivo, según lineamientos institucionales. Los Consejos de Facultad definen las modalidades por Resolución (según lo establecido en el Art. 98 del reglamento estudiantil).

Tabla 26. Disposiciones para la asignatura Trabajo de grado

Nivel de formación	Nivel de plan de estudios	Créditos	Denominación asignatura
Profesional	5 Semestre	4 créditos	Trabajo de grado - Tecnología
Profesional	8 Semestre	2 créditos	Seminario de Investigación
	9 Semestre	4 créditos	Trabajo de grado - Profesional

Fuente: Lineamientos de rediseño Institucional.

Las modalidades de trabajo de grado para la Facultad de Ciencias Económicas y

Administrativas están dispuestas en la resolución 23 del 30 de septiembre de 2015¹⁵, en donde se definen como “El resultado final de una labor de compilación, selección, sistematización y análisis de información, dirigido sistemáticamente. Es requisito de grado para el profesional o tecnólogo del ITM. Es la aplicación de los conocimientos adquiridos o exposición de solución a un problema.”. Dichas modalidades son monografía, seminario de profundización, participación en investigación, emprendimiento, cursos de posgrado, prácticas, sistematización de aporte laboral, producto obtenido en talleres o laboratorios del ITM.

▪ **Componente Interdisciplinar y de Contexto: Lengua Extranjera (L.E.) -Inglés**

El objetivo de este conjunto de asignaturas se centra en desarrollar las habilidades receptivas y productivas de la lengua extranjera (comprensión auditiva y lectora e interacción oral y escrita), cuenta con las siguientes mejoras implementadas:

- Nuevo enfoque lingüístico basado en tareas y distintas metodologías de enseñanza.
- Aumento del número de horas presenciales por nivel.
- Reducción del número de estudiantes por curso.
- Implementación de rúbricas para la evaluación.
- Cumplimiento de requisitos por parte de los docentes para orientar las asignaturas de L.E.
- Actualización y flexibilización de la normativa para la acreditación de las competencias en L.E.

Según los lineamientos institucionales, es requisito cursar (2) niveles para el ciclo tecnológico y dos (2) niveles más para el ciclo ingenieril (ver Figura 25), además, es ofrecido un nivel adicional como electiva tanto para tecnologías como para profesionales. Posee una categoría de asignatura practica con dos (2) créditos (Horas TP semanal: 4, Horas TI semanal: 2).

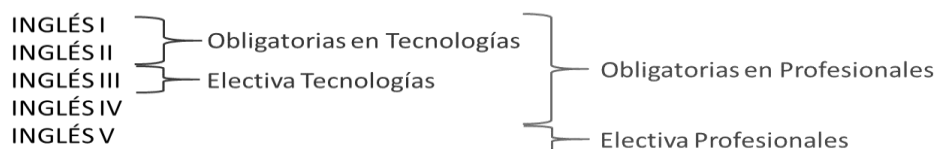


Figura 25. Componente de inglés según lineamientos institucionales

Fuente: Vicerrectoría de Docencia.

¹⁵ Anexo 14. Resolución 23 del 30 de septiembre de 2015.

Adicionalmente, se han dispuesto diferentes estrategias para desarrollar la competencia comunicativa de un segundo idioma, entre ellas se tienen:

- I. Adquisición, análisis y discusión de información de fuentes secundarias en un segundo idioma durante las asignaturas dispuestas a cursar y declaradas en el plan de estudios del programa.
- II. Los seminarios declarados a nivel institucional con invitados internacionales y en un segundo idioma de acuerdo a lineamientos de la dirección de relaciones nacionales e internacionales, que puedan permitir la internacionalización a nivel cultural y de currículo.
- III. Los estudiantes podrán desarrollar o fortalecer su competencia comunicativa en segundo idioma mediante el portafolio de servicios ofrecidos por el centro de idiomas del ITM.

▪ **Componente Interdisciplinar y de Contexto: Cátedra de Ciudadanía y Paz**

La cátedra de ciudadanía y paz, es una asignatura de tipo cátedra abierta sin créditos, como requisito de grado, es importante ya que tiene como objetivo contribuir a formar ciudadanos y profesionales integrales, críticos, creativos, participativos, con iniciativa y sensibilidad social. Para el cumplimiento del plan de estudios, las mejoras implementadas se centran en:

- Ampliar la flexibilidad y la interdisciplinariedad de los currículos de pregrado en el ITM.
- Cambio de cátedra magistral a un espacio participativo
- Formación integral desde elementos multidisciplinarios
- Integrar a los procesos de formación profesional y ciudadana
- Elementos de contexto sobre la realidad nacional
- Generar espacios para el desarrollo de temáticas y discusiones de interés

▪ **Componente Interdisciplinar y de Contexto: Deporte y Cultura**

Esta asignatura tiene como objetivo desarrollar programas extracurriculares deportivos, artísticos y culturales para formar profesionales integrales, críticos, reflexivos, autónomos y constructores de desarrollo social. Es un curso por fuera del plan de estudios como cátedra abierta, que contempla la interdisciplinariedad y flexibilidad curricular al tenerlo combinado con deporte y cultura fortaleciendo no solo lo relacionado con la educación física y el deporte sino también con la recreación y el aprovechamiento del tiempo libre, realizando a su vez optimización del recurso instalado.

Plan de Transición

De acuerdo al decreto 1075 del 26 de mayo de 2015, en su numeral 2.5.3.2.10.5 (modificaciones a los programas) y en especial al Parágrafo: se otorgará el título de Tecnólogo en Sistemas de Producción e Ingeniero(a) de Producción articulado por ciclos Propedéuticos con la Tecnología en Sistemas de Producción, a los estudiantes que hayan iniciado la cohorte con posterioridad a la fecha de autorización. Los estudiantes de las cohortes iniciadas con la anterior denominación que otorga el Título de Ingeniero en Producción por Ciclos Propedéuticos podrán obtener el título correspondiente a la nueva denominación, solicitando formalmente a la institución su ingreso y transición. En la Tabla 27, se presentan las asignaturas homologables según el plan de estudios vigente. Un total del 63,22% del plan de estudio corresponde a asignaturas de reconocimientos (Ver Figura 26).

Tabla 27. Plan de transición. Equivalencias entre asignaturas

Programa	Semestre	Asignatura plan propuesto	Créditos	Asignatura plan actual	Créditos
Ciclo Tecnológico	I	Matemáticas Básicas	3	Matemáticas Básicas	4
		Geometría Vectorial y Analítica	3	N/A	
		Habilidades Comunicativas	2	Lengua Materna	4
		Introducción a la Formación Profesional	2	N/A	
		Introducción a la Informática	3	N/A	
		Total	13	Total	8
	II	Cálculo Diferencial	3	Cálculo Diferencial	4
		Álgebra Lineal	3	N/A	
		Química General y Laboratorio	5	N/A	
		Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo	2	Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	2
		Dibujo Asistido por Computador	2	Dibujo Técnico CAD	2
		Electiva I	2	Empresarismo I	4
		Total	17	Total	12
	III	Cálculo Integral	3	Cálculo Integral	4
		Física Mecánica y Laboratorio	5	Física Mecánica	4
		Ciencias de los Materiales y Laboratorio	5	Química	2
				Ciencias de los Materiales	4
		Sistemas de Producción	3	Fundamentos de Producción	2

Programa	Semestre	Asignatura plan propuesto	Créditos	Asignatura plan actual	Créditos
				Distribución en Planta	2
		Total	16	Total	18
		Estadística Básica I	3	Estadística I	4
		Lógica de Programación y laboratorios	5	N/A	
		Fundamentos de Manufactura	3	N/A	
	IV	Ingeniería de Métodos	3	Estudio del trabajo	4
		Fundamentación Ambiental	2	Gestión Ambiental y Producción más Limpia	2
		Total	16	Total	10
		Estadística II	3	Estadística II	4
		Sistemas de Automatización	3	N/A	
		Planeación de la producción	3	Planeación de la Producción	4
	V	Optativa I	2	N/A	
		Inglés I	2	Inglés I	2
				Inglés II	2
		Trabajo de Grado Tecnología	4	Requisito de grado	
		Total	17	Total	12
		Control Estadístico de Procesos	3	Control Estadístico de Procesos	4
		Fundamentos de Física de Plantas	3	N/A	
		Programación de la Producción	3	Programación y Control de la Producción	4
	VI	Optativa II	2	N/A	
		Inglés II	2	Inglés III	2
				Inglés IV	2
		Ciencia Tecnología y Sociedad	2	Ciencia Tecnología y Sociedad	2
		Total	15	Total	14
		Física de campos y la Laboratorio	5	N/A	
		Calculo de Varias Variables en Calculo Real	3	N/A	
		Sistemas de control	3	N/A	
		Total	11	Total	0
		Ecuaciones Diferenciales	3	Ecuaciones Diferenciales	4
	VII	Optimización	3	Investigación de Operaciones I	4

Programa	Semestre	Asignatura plan propuesto	Créditos	Asignatura plan actual	Créditos
		Procesos de Manufactura	3	Procesos Productivos	3
				Máquinas y herramientas	2
		Economía General	3	Economía	4
		Ingles III	2	Ingles V	2
				Ingles VI	2
		Total	14	Total	21
	VIII	Métodos Numéricos	3	N/A	
		Procesos Estocásticos	3	Investigación de Operaciones II	3
		Procesos de Manufactura II	3	Manufactura Avanzada	4
		Electiva II	2	Finanzas	2
		Inglés IV	2	Ingles VII	2
				Ingles VIII	2
		Seminario de Investigación	2	Introducción a la Investigación	2
		Total	15	Total	15
	IX	Sistemas Logísticos I	3	Logística para las compras	4
				Logística para el almacenamiento	4
		Simulación de Sistemas	3	N/A	
		Procesos de Manufactura III	3	N/A	
		Formulación de Proyectos	3	Formulación de Proyectos Ingeniería Económica	6
		Optativa III	2	N/A	
		Trabajo de Grado Profesional	4	Requisito de Grado	
		Total	18	Total	14
	X	Sistemas Logísticos II	3	Logística de Distribución	4
		Diseño de Instalaciones	3	N/A	
		Estrategia de Operaciones	3	N/A	
		Evaluación de Proyectos	3	Evaluación de Proyectos	4
		Optativa IV	2	N/A	
		Total	14	Total	8
Requisitos de grado		Cátedra de Ciudadanía y Paz		Fundamento Social del Derecho	
		Deporte y Cultura		Deporte Formativo	



Programa	Semestre	Asignatura plan propuesto	Créditos	Asignatura plan actual	Créditos
		Trabajo de Grado _tecnología		Requisito de grado	
		Trabajo de grado-Profesional			

Fuente: Elaboración propia. Departamento de Calidad y Producción.

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN POR CICLO PROPEDÉUTICO EN TECNOLOGÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

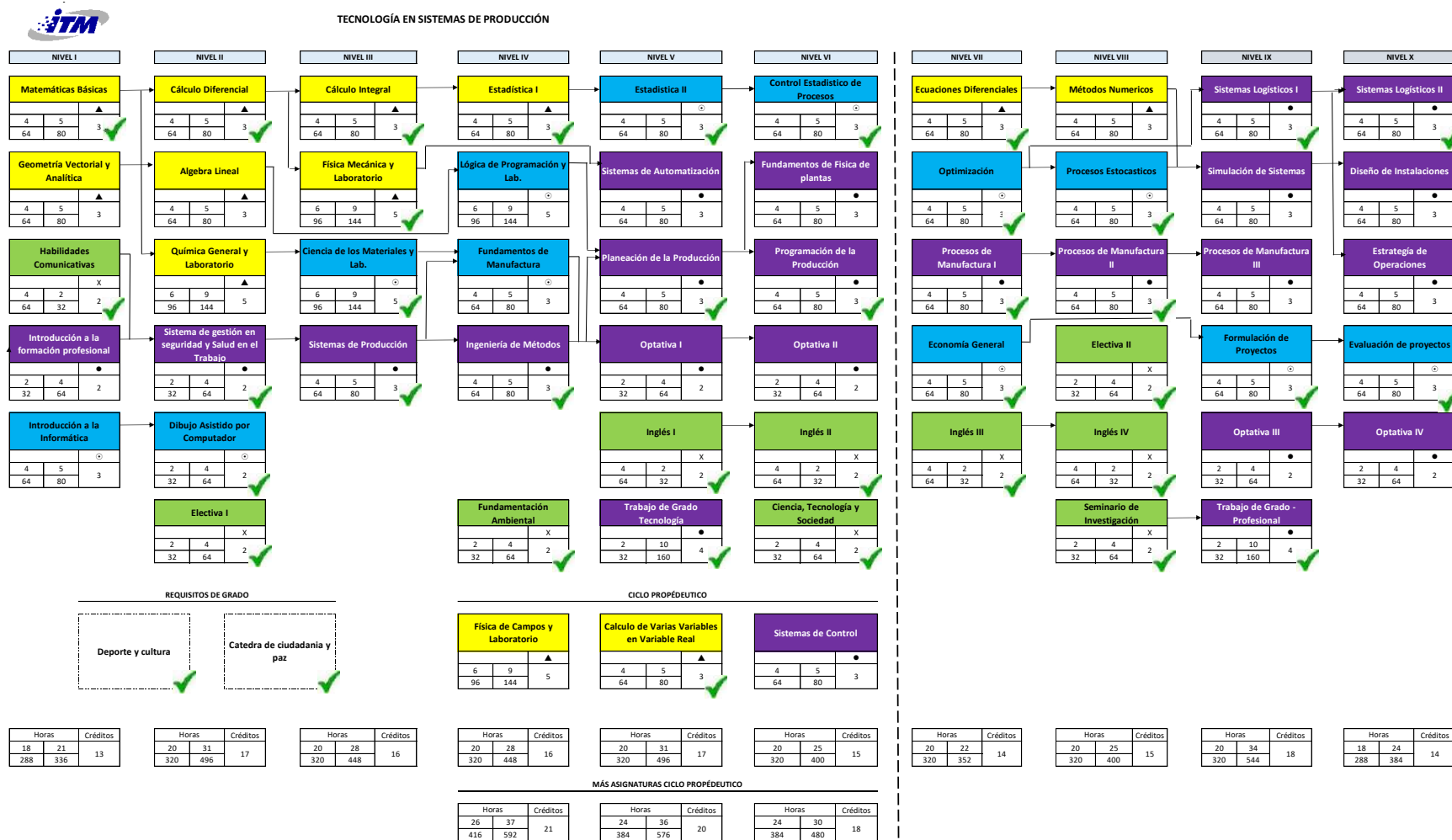


Figura 26. Asignaturas de reconocimiento
Fuente: Elaboración propia. Departamento de Calidad y Producción

4. ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS

4.1. Política de Créditos de la Institución

Como se explicó en el capítulo anterior, el plan de estudios del programa de Ingeniería de Producción articulada por ciclos propedéuticos con la Tecnología en Sistemas de Producción ha sido diseñado por créditos académicos, con sujeción al Decreto 1075 de 2015 del Ministerio de Educación Nacional. Los créditos académicos son la unidad de medida del trabajo académico para expresar todas las actividades que hacen parte del plan de estudios que deben cumplir los estudiantes. Un crédito académico equivale a cuarenta y ocho (48) horas de trabajo académico del estudiante, que comprende las horas con acompañamiento directo del docente y las horas de trabajo independiente que el estudiante debe dedicar a la realización de actividades de estudio, prácticas u otras que sean necesarias para alcanzar las metas de aprendizaje.

La definición de los créditos académicos depende del tipo de asignatura, éstas pueden ser teóricas, prácticas y teórico prácticas. Bajo los criterios anteriores, el Instituto Tecnológico Metropolitano configura su política de créditos considerando que la intensidad de la hora cátedra es de 60 minutos.

La integración de los componentes curriculares del programa se desarrolla mediante las actividades académicas presenciales y no presenciales asignadas durante cada periodo académico. Estas actividades se configuran teniendo en cuenta el acompañamiento del docente en el camino hacia el aprendizaje y, de otro lado, la autonomía del estudiante para aprender a aprender.

4.2. Actividades presenciales y no presenciales

4.2.1. Actividades presenciales

En el marco del trabajo con acompañamiento se realizará las clases presenciales, en éstas, y bajo el criterio de libertad de cátedra, los docentes podrán utilizar en su proceso de enseñanza diferentes estrategias que contribuyan con el aprendizaje de los estudiantes y su formación, tales como la clase magistral, el estudio de caso, el aprendizaje basado en problemas, o el aprendizaje basado en proyectos. En todo caso, con las estrategias implementadas por los docentes, se pretende la formación en las capacidades y habilidades que se ha trazado, además de otros elementos de la formación integral, como son la habilidad para el trabajo en equipo, la autonomía, la actitud ética, la destreza en la comunicación verbal y escrita, entre otras.

Entre las actividades se tienen: clases magistrales, talleres dirigidos, prácticas de laboratorio, visitas técnicas, formación en investigación, etc.

- Clases magistrales: en las cuales se implementan estrategias como el Aprendizaje Cooperativo, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Talleres y Estudios de Caso, entre otras.
- Trabajo preparatorio: Se entiende como trabajo preparatorio aquel que el estudiante realiza previo a la clase, como lecturas acordes con el tema, ya sean libres o asignadas, elaboración o finalización de trabajos de corte procesual y técnico, como soportes o acabados en el caso de expresiones visuales.
- Prácticas en el taller o laboratorio: se refieren al aprendizaje de una técnica o desarrollo de una competencia por medio de un sistema de aprendizaje que involucre además de la reflexión conceptual, el hacer desde la producción específica encaminada a la elaboración y control de productos.
- Formación en Investigación: esta modalidad está orientada a la formación por medio de asignaturas específicas o a través de una transversalidad en todas las áreas. También incentiva la creación de semilleros para que el estudiante sienta la experiencia investigativa como una actividad de disfrute académico y de interacción social en la comunidad académica.

Además, se propone el diseño de estrategias metodológicas para ser aplicadas en las sesiones (asignaturas) de enseñanza-aprendizaje del programa. Las estrategias metodológicas generales son las siguientes: Debates y discusión, grupos de trabajo, formación de preguntas y dinámicas de agrupación (Díaz, 2001). En la Tabla 28, se relacionan los principios pedagógicos declarados y sus posibles estrategias metodológicas.

Tabla 28. Relación de principios pedagógicos y estrategias metodológicas

	Principios Pedagógicos			
	Saber conocer	Saber hacer	Saber ser	Saber convivir
Estrategias metodológicas específicas	Resúmenes - ensayos o monografías - elaboración de esquemas - mapas conceptuales - analogías - debates - entrevistas - entre otros.	Juego de negocios - juego de roles - simulación - aprendizaje basado en problemas - método de caso - método de proyecto - entre otros.	Discusión de dilemas morales - diagnóstico de situaciones - habilidades sociales - entre otros.	Enfoque interculturales (convivencia, discusión de dilema) - Enfoque de género (diagnóstico de situaciones) - Enfoque medio ambiente (Role-playing).

Fuente: Elaboración propia a partir Díaz *et al.*, (2001); González., (1999); Urreo & Castaño, (1999).

4.2.2. Actividades no presenciales

Para el buen desarrollo académico, es fundamental que los estudiantes hagan buen empleo de su trabajo independiente, dado que deberá realizar lecturas previas a la clase o elaborar avances en los trabajos requeridos de acuerdo con las estrategias que el docente se haya propuestos desarrollar en el ejercicio de la enseñanza. En todo caso, se demanda al estudiante un trabajo extra clase que le permita: realizar lectura activa de diferentes artículos científicos facilitados o recomendados por el docente (para su análisis y discusión en clase), el desarrollo de ejercicios práctico, la asistencia a laboratorios (para modelación y simulación, el análisis estadístico, etc.), la consulta de información especializada (científica o disciplinar) en base de datos (bases bibliográficas), preparación de pruebas y elaboración de los productos requeridos por los cursos conforme a los compromisos académicos acordados para el desarrollo de éstos.

La organización de las actividades académicas con base en créditos académicos, unido al desarrollo de diferentes estrategias para el aprendizaje de los estudiantes, y con él su formación, permite que éstos aprendan a enunciar, argumentar y defender públicamente afirmaciones que, en calidad de estudiantes, exponen de manera verbal o escrita en su trabajo académico, aspecto importante en su posterior aplicación en la elaboración y sustentación de su trabajo de grado. Éste aprendizaje se afianza con el desarrollo de los diferentes cursos del programa y sus competencias.

Se considera que con un buen uso de las horas dedicadas al trabajo con acompañamiento y al trabajo independiente, estimados en los créditos académicos, aunado con el desarrollo eficiente de las actividades que cada estrategia de aprendizaje implementada en los diferentes cursos se planeó, se crean las condiciones para un desarrollo académico en condiciones adecuadas para la formación pretendida en su diseño curricular.

Dentro de las actividades que se realizan para fortalecer su formación, sin que necesariamente se encuentre acompañado de un docente de forma presencial; incluye actividades de prácticas y actividades investigativas.

- Eventos académicos: el Programa realiza actividades para la formación adicional, las cuales tienen como objetivo el profundizar conocimientos con respecto a los avances en el objeto de formación, tales como:
 - o Muestra de Proyectos de Aula: Es una actividad donde los estudiantes presentan trabajos de aula que involucran los temas de las asignaturas que cursan. Su objetivo es promover el desarrollo de proyectos interdisciplinarios

de carácter tecnológico, como producto de su formación académica e investigativa. Los trabajos propuestos por estudiantes y docentes, cuentan con asesoría durante el semestre en las asignaturas que integran el proyecto, al finalizar se presentan los resultados a la comunidad académica y son evaluados por jurados de diferentes programas. Adicionalmente, se entregan reconocimientos a los mejores proyectos presentados, en una ceremonia especial.

- Seminarios y cursos: a través de los grupos de investigación del ITM. Los estudiantes pueden tener la oportunidad de asistir a eventos académicos, así como cursos y conferencias ofrecidos que permiten la relación con la investigación y el mundo laboral.
 - Visitas empresariales: La asistencia a diferentes visitas empresariales organizadas por los docentes, han permitido a los estudiantes evidenciar los procesos productivos y reconocer su rol en la industria.
 - Simposios: se propician actividades como Simposios en Productividad, Seminarios itinerantes de asociaciones y con otras universidades, favoreciendo con ellos un encuentro entre la comunidad de estudiantes del programa con expertos, investigadores y docentes relacionados con el tema central.
- Actividades de investigación: se cuenta con grupos de investigación que están categorizados por Colciencias y que gracias a los proyectos desarrollados tienen resultados de investigación para ser transferidos a la industria y a la sociedad. La investigación es un medio para dinamizar el diseño curricular, los productos de investigación inciden en la generación de las asignaturas electivas como consecuencia de la acción investigativa, en el desarrollo de la docencia en los espacios de aprendizaje y en el perfil de egreso de los estudiantes del programa.
 - Actividades de extensión: concebida como formación integral en áreas diferentes a la disciplinar, y a las fundamentadas en las asignaturas del área complementaria, son las que se trabajan en los cursos, actividades o prácticas ofertadas desde la Dirección de Extensión, Bienestar Institucional, Museo de Ciencias Naturales, Departamento de Biblioteca y Extensión Cultural.
 - Proyecto monográfico: Dentro del trabajo se incluye un componente presencial basado en asesorías del docente o tutor y un componente investigativo y de estructuración conceptual que le permita construir su propuesta escrita.
 - Actividades de Prácticas Profesionales y Proyección Social: Están encaminadas a brindar una retroalimentación con el medio del que hacer académico y brindar por medio del hacer una conjunción de experiencias direccionadas y responsables para nutrir la comunidad con aportes desde su formación.

5. RECURSOS DISPONIBLES

La institución cuenta con directrices y referentes normativos que determinan los criterios para la selección y vinculación de docentes, tanto de tiempo completo como de cátedra, los primeros a través del Estatuto Profesor¹⁶, Acuerdo Directivo 08 de marzo 1 de 2013, y los segundos a través del Reglamento de Profesor de Cátedra¹⁷, Acuerdo Directivo 04 de febrero 15 de 2013.

Es así como con base en lo dispuesto en el artículo 70 de la Ley 30 de diciembre 28 de 1992, los profesores de tiempo completo se seleccionan por convocatoria pública y cumplirán sus funciones en el marco de las políticas de la institución, de acuerdo con el Estatuto Profesor, Capítulo 10, Artículo 29, el cual dictamina que para ser nombrado profesor vinculado se requerirá tener título profesional universitario y de posgrado mínimo a nivel maestría, haber sido seleccionado en concurso público abierto de méritos y cumplir los demás requisitos generales establecidos para funcionarios públicos. Asimismo, la convocatoria pública de méritos tiene el siguiente procedimiento: publicación de convocatoria, reclutamiento, elaboración y aplicación de pruebas o instrumentos de selección, conformación de lista de elegibles y periodo de prueba.

En el proceso de consolidación de la planta docente se adelantan acciones tendientes tanto a la cualificación de la misma como a su incremento. Por tanto, en la perspectiva de la cualificación, uno de los principales lineamientos para participar en las convocatorias es que el aspirante debe tener mínimo un título de maestría, demostrar competencias en inglés, y producción científica que evidencie su experiencia investigativa en el área de conocimiento.

Por su parte, en el Reglamento del profesor de Cátedra se define la selección y contratación de los docentes de cátedra, la cual se realiza bajo criterios de excelencia académica y el cumplimiento de los siguientes requisitos: acreditar título profesional universitario; acreditar título de posgrado; estar inscrito en la base de datos de la institución y acreditar experiencia profesional o docente mínimo de un (1) año en educación superior. El proceso de selección de los docentes de cátedra, por tanto, se realiza con fundamentos académicos (nivel de estudios mínimo de especialización), laborales, de contexto en las tendencias del mundo contemporáneo e institucionales, relacionados con la disposición para el conocimiento y desarrollo de la filosofía institucional y del Modelo Pedagógico. Esta consideración lleva a la institución a optar por la vinculación de docentes de cátedra,

¹⁶ Anexo 15. Estatuto Profesor

¹⁷ Anexo 16. Reglamento de Profesor de Cátedra

preferiblemente vinculados al sector productivo, para el desarrollo de la formación específica de cada Programa, dado que la formación y actualización tecnológica tiene como referente obligado la producción de bienes y servicios, espacio donde tienen significado las innovaciones, los desarrollos y las aplicaciones tecnológicas; además deben tener experiencia docente en educación superior. Es importante señalar, que en el portal web institucional se cuenta con una convocatoria permanente para la inscripción de hojas de vida de aspirantes a docentes de cátedra, además, cada periodo se publican los requisitos para contratar a docentes en esta modalidad. Previo a su contratación por primera vez, el aspirante a docente de cátedra debe acreditar competencias en software ofimático, en B-Learning o tener disponibilidad para inscribirse en los cursos ofrecidos por la institución.

Según el Capítulo 19, Artículo 75 del Estatuto Profesor, la evaluación docente es un proceso permanente que tiene como finalidad que la institución conozca los niveles de desempeño de los profesores y tome las medidas necesarias para procurar la excelencia. La evaluación deberá ser objetiva, imparcial, formativa e integral, oportuna, pública y periódica, debe de garantizar igualdad de tratamiento y derecho de controversia sobre las decisiones, y valorará el cumplimiento y calidad de las actividades desarrolladas por el profesor, ponderadas según la importancia de ellas y el grado de responsabilidad del profesor en cada una. Asimismo, con la evaluación la institución busca conocer los niveles de desempeño de los profesores y tomar las medidas necesarias para procurar la excelencia; y estará dirigida a: identificar los aciertos y desaciertos de la actividad académica, fijar políticas y estrategias para preservar y estimular los aciertos y para corregir los desaciertos, y mejorar el desempeño del profesor y de su respectiva unidad académica.

La evaluación de los docentes de carrera se consolida cada año, mediante la ponderación de las calificaciones obtenidas por el profesor en las diferentes funciones y actividades consignadas en el plan de trabajo. Por su parte, los docentes de cátedra se evalúan por lo menos una vez antes del vencimiento del período respectivo, y tomará como fuentes de información la evaluación realizada por los estudiantes, la evaluación realizada por el jefe inmediato y la autoevaluación y/o cumplimiento del objeto del contrato, realizados en el periodo académico en desarrollo.

Será competencia de los Consejos de Facultad efectuar la evaluación de los profesores, y bajo el procedimiento e instrumento de evaluación aprobado por el Consejo Académico. De conformidad con el Artículo 81 del Estatuto Profesor la evaluación del docente será condición para la ubicación y promoción de los profesores en el escalafón, su permanencia en la institución y el otorgamiento de estímulos académicos; mientras que el Reglamento del Profesor de Cátedra en su artículo 14 define que el resultado satisfactorio de la

evaluación será condición para ser recomendado para una nueva contratación, sin embargo, esta recomendación no obliga al ITM a hacer efectiva dicha contratación.

En el año 2016 se contaba con 37 profesores de tiempo completo (7 profesores de carrera y 30 profesores ocasionales) disponibles para atender al estudiantado del Departamento de Calidad y Producción, el cual atiende a los programas. Se aclara que uno de los docentes de carrera ocupa actualmente el cargo de Vicerrector de Investigación y Extensión del ITM, para un total de 36 docentes. Para el 2017-2 se cuenta con dos plazas adicionales para un total de 38 docentes de tiempo completo, distribuidos en 7 profesores de carrera y 31 profesores ocasionales.

En prospectiva, para atender el número de estudiantes del Departamento, se continuará con el incremento de las plazas de docentes ocasionales, mediante el uso de recursos percibidos por la Institución del Programa de Becas promovido por la Alcaldía de Medellín y la Agencia de Educación Superior SAPIENCIA, recursos a los cuales ya se le debe el incremento de plazas de docentes ocasionales en el segundo semestre del año 2017.

Como soporte a lo mencionado, está el Convenio 090 de 2017, suscrito entre SAPIENCIA y el ITM por un valor de \$ 7.412.431.194, con el objetivo ofrecer 560 becas para que jóvenes de Medellín cursen a partir del segundo semestre del año 2017, diferentes programas académicos de Tecnología, incluida la Tecnología en Producción. En curso se encuentra la suscripción de un nuevo convenio entre las mismas partes para ofrecer 680 becas a partir del primer semestre del año 2018 por un valor de \$ 9.000.809.307.

El programa de becas de la Alcaldía de Medellín, el cual busca impactar a aproximadamente 10.000 beneficiarios, está sustentado en el programa 4.1.2. Fortalecer el sistema de educación técnica y superior, del Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019¹⁸. De esta manera, la Alcaldía está comprometida con este programa y ha destinado las becas para estudios del nivel de Tecnología, en sus tres instituciones de educación superior: Institución Universitaria Pascual Bravo, Colegio Mayor de Antioquia e Instituto Tecnológico Metropolitano.

Sustentado en lo anterior y considerando la necesidad de atender tanto éste como todos los demás Departamentos Académicos, el ITM proyecta el incremento de las plazas de docentes ocasionales del Departamento de Calidad y Producción, en por lo menos dos (2)

¹⁸consultado en:

https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_17/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2016/GACETA%204383.pdf.

plazas durante los dos próximos años, 2018 y 2019. Lo anterior, con el objetivo de conservar y elevar cada vez más, mediante el recurso humano docente, el compromiso con el desarrollo del programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Sistemas de Producción (ver Tabla 29).

Tabla 29. Proyección de docentes de tiempo completo para el Departamento de Calidad y Producción

Año / Tipo de docente	2016	2017	2018	2019
Docentes de carrera	7	7	7	7
Docentes ocasionales	29	31	32	33
Total	36	38	39	40

Nota: los años 2018 y 2019 están proyectados.

Fuente: Vicerrectoría de docencia

El ITM para su funcionamiento y servicio a la comunidad cuenta con cinco (5) Campus ubicados estratégicamente en diferentes puntos de la ciudad de Medellín, atendiendo a diferentes comunidades del Área Metropolitana y municipios aledaños. La ubicación de cada una de sus Campus permite ofrecer un fácil acceso a toda la ciudadanía debido a las excelentes vías que las enmarcan y las diferentes rutas de transporte público e integrado que las comunican. De sus cinco (5) Campus, dos de los inmuebles, Prado (comuna 10) y Robledo (comuna 7) son propiedad del Instituto, mientras que los campus de Castilla (comuna 5), Floresta (comuna 12) y Fraternidad Medellín (comuna 8) son propiedad del Municipio de Medellín y han sido entregados para la administración y manejo por el Instituto y orientados al desarrollo de sus proyectos, en virtud de la figura del comodato (ver Figura 27).

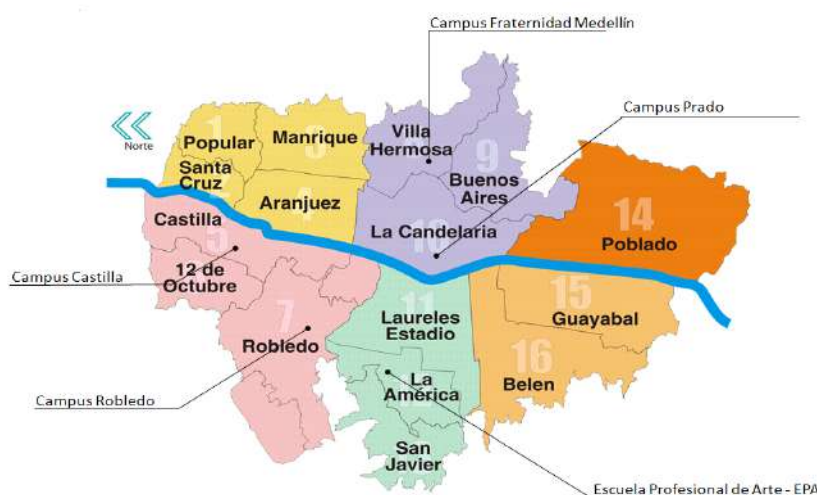


Figura 27. Ubicación de los campus del ITM

Fuente: Departamento de Área física y Servicios Generales.

En la Tabla 31 se describe la distribución de los espacios conforme a aulas, laboratorios, talleres, auditorios, bibliotecas, oficinas, escenarios deportivos, cafeterías y zonas de recreación ubicadas en cada campus de la Institución. Es importante señalar que en el campus Robledo, se encuentra una sede de visitantes, con cuatro (4) habitaciones para alojamiento de visitas a la institución. Por último, el programa desarrolla sus actividades académicas principalmente en el campus Robledo con el apoyo de la infraestructura del campus Fraternidad.

El Campus de Robledo se encuentra ubicado en la Calle 73 No. 76 A – 354, Vía el volador, en la zona occidental de Medellín y posee dos entradas vehiculares y peatonales (sobre la calle 73 El Volador y sobre la calle 75 Pilarica). Es el campus principal de la Institución, donde se concentra la mayor parte de sus actividades administrativas. El campus de Robledo tiene aulas especializadas (B-Learning y con tablero interactivo), aulas de dibujo, dos auditorios, el Aula Magna (capacidad de 180 personas) y el Auditorio Pedro Nel (capacidad de 176 personas), laboratorios de docencia e investigación, talleres, centro de Bienestar (atención médica y psicológica), oficinas de docentes, estudio de televisión y radio, una biblioteca central con mediateca y amplias zonas de estudio, un aula pedagógica infantil (para el cuidado de hijos de empleados y estudiantes), zona deportiva (ver Tabla 30), plazoletas de circulación, de estancia y un teatrino a campo abierto, locales de papelerías y zonas de comidas (restaurante y cafeterías) capaces de suplir las necesidades de la comunidad académica, amplias oficinas para el cuerpo administrativo y académico, además de parqueaderos para carros, motos y bicicletas (ver Tabla 30).

Tabla 30. Espacios deportivos del ITM

Espacios	Cantidad		Total
	Robledo	Fraternidad	
Cancha múltiple (Placa polideportiva)	2	1	3
Cancha de Fútbol y Rugby		1	1
Piscina (Con bomba de calor y silla de inmersión para personal en situación de discapacidad)	1	1	2
Pozo		1	1
Solario	1		1
Piscina infantil	1	1	2
Salón de tenis de mesa	1	1	2
Sala de taekwondo y yoga	1	1	2
Pista de atletismo	1		1
Gimnasio	1	1	2
Sala de spinning	1	1	2
Zona húmeda (sauna - turco) iluminación nocturna	1		1
Consultorio nutricional	1	1	2



Institución Universitaria

Acreditada en Alta Calidad

Rampa discapacitados	1		1
Guardarropas	1	1	2

Fuente: Dirección de Bienestar.

Tabla 31. Infraestructura física por campus y por uso

Inmueble	Tenencia	Unidad de medida	Descripción de infraestructura por uso												Total
			Aulas	Laboratorios	Talleres	Auditorios	Bibliotecas	Sitios de prácticas	Oficinas	Esce. deportivos	Cafeterías, comedores	Zonas recreativas	Serv. sanitarios	Otros	
Campus Robledo	Propiedad	Unidades	81	28	5	2	1	-	78	3	15	4	293	-	510
		m ²	6.239	2.653	225	813	2.473	-	4.361	2.218	246	964	878	8.539	29.609
Campus Fraternidad	Comodato	Unidades	83	21	-	2	1	-	41	3	10	4	255	-	420
		m ²	7.735	2.232	-	1.972	769	-	2.736	1.692	-	4.482	776	9.633	32.027
Campus Floresta	Comodato	Unidades	7	8	8	2	1	-	12	-	1	2	31	-	72
		m ²	512	517	-	458	162	-	318	-	21	283	103	746	3.120
Campus Prado	Propiedad	Unidades	9	1	-	-	-	-	5	-	1	-	27	-	43
		m ²	731	49	-	-	-	-	153	-	30	-	84	1.053	2.100
Campus Castilla	Comodato	Unidades	14	1	-	1	1	-	11	-	1	1	37	-	67
		m ²	1.987	80	-	178	99	-	190	-	80	300	112	2.574	5.600

Fuente: Departamento de Área Física y Servicios Generales.

La institución cuenta en sus procesos de calidad con el procedimiento de Administración de bienes muebles e inmuebles, adscrito a la Vicerrectoría Administrativa y Financiera quien es la encargada de solicitar a todas las dependencias la información requerida para la elaboración del presupuesto y Plan Anual de Adquisición de compras para el año siguiente. Igualmente, la entidad posee un plan de mantenimiento anualizado¹⁹ por componentes para todos los bienes muebles e inmuebles del ITM. Lo anterior va ligado al plan de desarrollo de la institución, plan de acción y al plan de gastos mensual previamente aprobado. Para el mantenimiento y conservación de la planta física de la institución, el ITM trabaja con base en el plan de desarrollo físico²⁰ en donde se establecen las políticas de crecimiento físico y se consignan los proyectos a ejecutar en el corto y mediano plazo.

Los profesores de tiempo completo (ocasionales y de carrera), tienen un espacio individual con escritorio, acceso a internet y con el software necesario para facilitar la preparación y desarrollo de sus actividades de docencia, extensión, investigación y administrativas. Así mismo, los profesores de cátedra tienen un espacio en el campus Fraternidad en el que pueden preparar sus clases y acceder a internet. Todos los docentes del Departamento de Calidad y Producción se encuentran ubicados en el campus Robledo en el Bloques I tercer piso, Bloque E segundo piso y en Parque i.

El Bienestar en el ITM es una cultura transversal a la docencia, la investigación y la extensión que, contribuye a la formación integral con calidad de vida en un clima organizacional caracterizado por el desarrollo armónico, de lo físico, de lo psicológico, de lo social y de lo cultural de estudiantes, egresados, docentes, personal administrativo, jubilados y familias de la comunidad institucional. Es así como la institución cuenta con diversos espacios físicos para la prestación de servicios de bienestar como consultorios médicos y psicológicos (9), oficinas para el Servicio de Intervención y Gestión Académica SIGA²¹ (2), salones de asesoría académica (2), enfermerías (4), oficinas de cultura y trabajo social (2), oficinas de formación para personas con discapacidad física (2) y un oratorio (1).

Por otro lado, la institución cuenta con dos Bibliotecas Universitarias, en los campus de Robledo y Fraternidad, las cuales junto con un Centro de Documentación especializado en Artes en el campus La Floresta y una Biblioteca escolar en el campus Castilla, constituyen

¹⁹ Anexo 17. Plan de mantenimiento ITM 2017

²⁰ Anexo 18. Plan de Desarrollo Físico de la Institución

²¹ El proyecto SIGA cuenta con un grupo interdisciplinario de profesionales en áreas de ciencias básicas y psicología que ofrecen al estudiante estrategias académicas y orientadoras para el mejoramiento de competencias y estilos de aprendizaje. Entre las actividades dirigidas desde SIGA para desarrollar las estrategias antes mencionadas, se tienen asesorías individualizadas de matemática y ciencias básicas, de Inglés, psicológicas, médicas y talleres de estrategias de aprendizaje.

el SISTEMA DE BIBLIOTECAS ITM, establecido mediante Resolución 099 de 1997²² que, interactúan para brindar apoyo a las actividades de docencia, investigación y extensión, facilitando los recursos documentales y bibliográficos requeridos por los programas académicos y líneas de investigación de la institución. Las colecciones son especializadas en ciencias sociales y humanas, ciencias básicas y aplicadas.

Con el objetivo de tener un desarrollo de colecciones acorde a los requerimientos de la misión institucional, y que la adquisición bibliográfica garantice la pertinencia de los recursos de información frente a las necesidades de la docencia y la investigación, la Rectoría del ITM estableció la política de adquisiciones de material bibliográfico mediante las Resoluciones Rectorales 071 de 1997²³, 281 de 1999²⁴ y 253 de 2008²⁵. La ejecución de esa política es planeada y evaluada por el Comité de Selección y Adquisición Bibliográfica, el cual tiene una amplia representación de la academia y vigila por que los materiales adquiridos sean de calidad y actualidad.

Como estrategia de ejecución de dicha política, la Biblioteca cuenta con el Programa de Gestión de la Colección que define las metas y las directrices de selección, adquisiciones y acceso a la información según la misión del ITM, elabora y aprueba los criterios de selección para las nuevas adquisiciones (incluyendo el canje, la aceptación de donaciones o legados y la elección de los diferentes tipos de soportes informativos), como también, los procedimientos para la gestión de las adquisiciones, establece las condiciones para la preservación, conservación y restauración de fondos, determina criterios para el descarte de colecciones y un procedimiento para la evaluación de las mismas. De esta manera el ITM se soporta en una amplia disposición de recursos bibliográficos puestos en diferentes unidades de información.

La Biblioteca de Educación Superior, la Hemeroteca de Educación Superior, la Videoteca, la Mediateca Digital, la Biblioteca Escolar, Educación Básica y Media de Adultos, el Centro de Documentación Especializado en Artes y Música, el Centro de Documentación, CECM, Museo Historia Natural de la Salle, las Salas de Consulta Electrónica (salas de Internet) son las unidades de información con que cuenta el ITM en sus diferentes campus.

En cuanto a recursos documentales (físicos y de multimedia) la institución cuenta con libros (54.079), publicaciones seriadas (14.808), Multimedios (6.681) - DVD, CD-ROM y videos, partituras (723) y bases de datos suscritas (13). Cabe resaltar que, la adquisición de

²² Anexo 19. Creación del Sistema de Bibliotecas ITM

²³ Anexo 20. Resolución 071 de 1997

²⁴ Anexo 21. Resolución 281 de 1999

²⁵ Anexo 22. Resolución 253 de 2008

recursos bibliográficos desde el año 2010 se ha incrementado año a año de forma sustancial. También, se ofrece a la comunidad académica el acceso a fuentes electrónicas de información para las actividades académicas y de investigación a través de trece bases de datos que contienen información especializada y multidisciplinar en las áreas de ciencia y tecnología, ingeniería, ciencias sociales y humanas, algunas de ellas son digitalia, EBSCO, Engineering Village, Web of Science Thomson Reuters, Science Direct, Scopus. El Sistema de Bibliotecas ofrece en forma permanente capacitación y asesoría en manejo de las bases de datos para la comunidad académica, a través del programa de Alfabetización Informacional ALFIN. Las bases de datos se pueden consultar por internet, mediante la página web del DByEC: <http://biblioteca.itm.edu.co/>

Igualmente, como apoyo bibliográfico se cuenta con una Biblioteca Digital, entendida esta como un servicio de recursos bibliográficos en formato electrónico y en línea con disponibilidad 24/7 es decir 24 horas al día, 7 días a la semana que, dispone de más de 630 libros a texto completo en formato electrónico de las editoriales Mac Graw-Hill, Pearson y Cengage. Estos libros son de préstamo electrónico, modalidad que le permite al usuario descargar el texto completo de un título en su computador personal o Tablet durante varios días.

Específicamente, para el programa, existe una disposición de material bibliográfico en diversas áreas como básicas en ingeniería y tecnología (12.491 volúmenes), ciencias básicas (24.633 volúmenes), formación complementaria (7.429 volúmenes) y específicas y electivas (15.989 volúmenes). Como apoyo informático, la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, cuenta con ocho software y/o aplicaciones (16 licencias) alojados en sus diferentes laboratorios, haciendo creciente la formación y el desarrollo de la docencia y la investigación (ver Tabla 32).

Tabla 32. Recursos en software

Software y aplicación	Licencias actuales
Matlab: Software para modelación matemática	2
Optimization toolbox: Herramienta de optimización matemática	2
Financial toolbox: Herramienta para la modelación financiera	2
Financial Instruments Toolbox: Herramientas para valoración y administración financiera	2
Statitics toolbox: Herramientas para simulación financiera estadística	2
Stata/IC V12 : Herramienta estadística	1
Thomson Innovation: Herramienta bibliográfica en patentes	3
Software E-views	2

Fuente: Inventario de laboratorios de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

El Departamento de Sistemas, adscrito a la Vicerrectoría General, administra los bienes y

servicios de la plataforma tecnológica en Software y Hardware, el soporte técnico de los equipos, el desarrollo y mantenimiento de las aplicaciones y la administración de los servidores Institucionales para asegurar la disponibilidad y preservación de la información. Este departamento es el encargado de aspectos tecnológicos e informáticos como la administración de redes, área encargada de prevenir, adaptar, controlar y gestionar la disponibilidad de la Infraestructura Tecnológica institucional. Para el desarrollo académico tanto de los docentes como de los estudiantes la institución dispone de los recursos informáticos y de comunicaciones suficientes, actualizados y adecuados a la naturaleza del programa. Por otra parte, cuenta con talleres, laboratorios, equipos, medios audiovisuales y sitios de práctica acordes con las necesidades del Programa y el número de estudiantes.

Es así como existe correspondencia entre la naturaleza y objetivos del Programa y la pertinencia, actualización y suficiencia de los recursos informáticos y de comunicación con que cuenta el ITM para apoyar el desarrollo de las distintas actividades académicas. En la Tabla 33 se presenta la información respectiva de los recursos de hardware y software general y específico. Es importante resaltar que el ITM en estos momentos cuenta con una conectividad a internet de 880 Megas, 97 servidores, 1.337 computadores para uso administrativo, 3.925 computadores para uso de estudiantes, 178 salas de cómputo y aulas especializadas, 193 tableros interactivos (Mimio – Polivision), y 49 aulas B-Learning. El ITM posee en la mayoría de las aulas dos (2) plataformas de apoyo a la pedagogía como son MIMIO y B-Learning, esta última permite tener un intercambio abierto entre el profesor y el estudiante a través de la tecnología.

Tabla 33. Recursos informáticos de la institución

Recurso informático			Especificación 2016-II
Recursos comunes de software			Sistema Operativo Windows 8, 8.1 y 10, Office 2013 y 2016, Project, Visio, Lync, Adobe Reader.
Recursos específicos de Software			Insight, Matlab, Finale, Reason, Sonar, Waves, Fl Studio, ProTools -HD, Native Instruments, EWQLO, Melodyne Editor, Vocaling, Ozone 6 – Isotope, Cubase 8, Composer 8, Geomarketing, ArcGis, SPSS, Adobe CS5 - CS6, NX, Solid Edge, Autodesk, OLIB, PTC CREO, LabView, Enterprise Architect, Ansys, Corel, Decision Tool, Deep Freeze.
Recursos comunes de Hardware			Un total de 3.925 equipos de cómputo para uso de estudiantes, de los cuales 1.989 son equipos de escritorio y 1.936 equipos portátiles.
Ancho de banda externo			880 Mbps
Ancho de banda interno			de 100 Mbps a 1000 Mbps
Topología de la red			Estrella
Categoría de la conexión			6 y 6a
Norma de la red			TIA 568 A

Fuente: Departamento de Sistemas.

Las aulas B-Learning cuentan con equipos de cómputo portátiles en cantidad de 32 a 42

dependiendo del área del aula y en cada una de ellas está instalado un tablero interactivo conectado en línea con los computadores. En total, la institución cuenta con 29 aulas B-Learning para la sede Robledo, 18 para la sede Fraternidad y 2 para el campus de la Floresta. En las aulas con plataforma Mimio, se cuenta con la posibilidad de grabar las clases audio/video y le permite al profesor tener acceso a internet para el envío de la información a los estudiantes. La institución cuenta con aulas Mimio para la Sede Robledo y para la sede Fraternidad (ver Tabla 34).

Tabla 34. Recursos académicos de la institución

Campus	Aula de clase	Aula B-Learning	Sala de cómputo	Aula de dibujo
Robledo	73	29	13	10
Prado	1	-	3	-
Fraternidad	65	18	12	-
Castilla	1	-	4	-
La Floresta	4	2	1	-
Total	144	49	33	10

Fuente: Departamento de Sistemas.

Por otro lado, el ITM cuenta con 8 talleres y 69 laboratorios distribuidos en los campus Robledo, Fraternidad, Floresta, Castilla, Hospital General de Medellín y Parque i, los cuales están direccionados por la intencionalidad que le determinan las funciones sustantivas de la institución: docencia, investigación y extensión; por cuanto se constituyen en un mediador de primordial importancia para la construcción de academia, en tanto permiten la realización de operaciones técnicas que hacen viable la confrontación, la validación y la construcción o aplicación del conocimiento.

Para la docencia, el laboratorio es un mediador pedagógico que apoya el desarrollo de las competencias práctico-experimentales orientadas a la confrontación o verificación del conocimiento, para mediar en la comprensión de la lógica de los conceptos y de los objetos de estudio relacionados con los objetos de formación de cada programa. Para la investigación, el laboratorio sirve de espacio para la experimentación y diseño de soluciones científico-tecnológicas relacionadas con los proyectos de investigación que tienen impacto significativo en el desarrollo económico y social de la ciudad. Para la extensión, el laboratorio se constituye en una fortaleza tecnológica de la institución y en un espacio de proyección de fortalezas académicas construidas en la docencia y en la investigación, para convocar a los sectores sociales y productivos en torno a ejecuciones concretas con fundamento en su potencial técnico.

Particularmente, la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas tiene a su

disposición 10 laboratorios en las áreas de producción, metrología, finanzas, empresarial, innovación y administración. Por tanto, el programa tendrá a su disposición laboratorios dotados adecuadamente para el pleno desarrollo del plan de estudios, de acuerdo a los requerimientos y tipo de asignaturas, como se señaló en los ítems de Contenidos Curriculares y Actividades Académicas. Por ende, el espacio de las aulas y laboratorios puede ser usado de manera curricular y extracurricular y los estudiantes pueden realizar trabajo independiente de acuerdo a la modalidad que presta el programa, algunas de las actividades que se pueden realizar en los laboratorios se observan en la Tabla 35; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Las actividades del laboratorio están documentadas a través de Guía de Trabajo Práctico Experimental-FGL029²⁶. En los laboratorios y salas de sistemas se encuentra publicado el horario disponible para el trabajo independiente y se hace un control documental de usabilidad.

Tabla 35. Recursos académicos de la institución

Laboratorio	Asignatura	Actividades
Metrología e instrumentación G303 y G304	Física, Mecánica y Laboratorio	- Fundamentación teórica de las medidas.
		- Reconocimiento de instrumentos y equipos de Medición.
		- Sistema internacional de medida.
		- Actividades de Medición en diferentes magnitudes.
		- Aplicación de las diferentes leyes físicas
		- Introducción a la instrumentación
		- Mediciones con aplicación industrial
		- Calibración de magnitudes (longitud, presión, masas, temperatura, humedad, variables eléctricas, fuerza).
Medidas para la producción G305	Procesos de Manufactura	- Normativas de calibración
		- Introducción a herramientas de corte
Producción G402 y 403	Introducción a la Formación Profesional	- Medición de magnitudes (longitud, masa).
		- Fundamentación sistemas productivos.
	Sistemas de Producción	- Reconocimiento de instrumentos y equipos.
		- Sistemas de producción bajo la simulación con equipos.
	Ingeniería de Métodos	- Estudio de métodos de trabajo.
		- Medición del trabajo.

²⁶ Anexo 23. FGL 029 Formato Guía de Trabajo Practico - Experimental

Laboratorio	Asignatura	Actividades
Metrología e instrumentación G303	Sistema de gestión en seguridad y Salud en el Trabajo	- Técnicas de muestreo.
		- Productividad.
		- Reconocimiento equipos de protección personal.
	Optativas	- Simulación panoramas de riesgos industriales.
Metrología e instrumentación G303	Diseño de Instalaciones	- Experimentación con sistemas productivos aplicando herramientas de productividad TPM, SMED, entre otras
	Sistemas Logísticos	- Simulación de diseño de plantas.
		- Simulación de almacenamiento, sistemas de transporte.

Fuente: Departamento de Calidad y Producción.

Adicionalmente, el ITM cuenta con un campus virtual conformado por dos plataformas Moodle destinadas tanto a estudiantes en modalidad virtual como a estudiantes presenciales. Los estudiantes pueden acceder a los recursos de las plataformas acomodando su tiempo y horario.

En la actualidad, la institución sigue creciendo en infraestructura física, cualifica su planta de docentes y personal administrativo, innova sus programas académicos, y goza de un amplio reconocimiento por su trayectoria educativa ofreciendo a la comunidad programas de pregrado en el nivel de formación tecnológica, programas de ciclo complementario de ingeniería, programas de nivel profesional, especializaciones y maestrías.

El programa está adscrito al Departamento de Calidad y Producción de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, y se encuentra bajo la dirección general de la Vicerrectoría de Docencia, como todos los programas académicos de la institución. La gestión del programa se realiza con la colaboración de los docentes e investigadores de la Facultad que apoyan el desarrollo del currículo, y las decisiones se apoyan desde un Comité Curricular y el Consejo de la Facultad, instancias previas al Consejo Académico que es la máxima autoridad académica del Instituto Tecnológico Metropolitano.

El programa se organiza, administra y gestiona con un personal con altas calidades académicas (ver Tabla 36) y funciones claramente definidas, encaminados al logro de sus funciones misionales. En primer lugar, desde el punto de vista académico, la función fundamental está centrada en la administración de las funciones sustantivas del Programa, esto es docencia, investigación, extensión y las relaciones nacionales e internacionales. En segundo lugar, desde la perspectiva administrativa, las funciones principales son mantener

las condiciones de recursos humanos, económicos y financieros, de recursos de apoyo físicos, de infraestructura y logísticos para que los desarrollos del Programa sean de excelencia. De lo anterior se concluye que la organización, administración y gestión del Programa es coherente con las políticas institucionales.

Tabla 36. Personal a cargo del programa

Cargo	Nombre	Formación	Experiencia (ITM)	Función
Decano	Yudy Elena Giraldo Pérez	Maestría en Economía Universidad de Antioquia	Decana de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas 2013 - Actual Jefe de Programa 2011	Es la encargada de dirigir las funciones académico administrativas de los programas adscritos a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
		Economía Universidad de Antioquia	Docente de carrera 2008 - Actual	
Jefe Oficina Departamento Académico	Análida Moreno Castañeda	Especialización en Finanzas Públicas Politécnico Jaime Isaza Cadavid	Jefe de Oficina - Departamento Académico Facultad Ciencias Económicas y Administrativas 2013-Actual Jefe de oficina – Departamento Académico Facultad Ciencias Exactas y Aplicadas 2011 - 2013	Apoyar las labores académico administrativas de los programas adscritos a la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
		Contaduría Pública Politécnico Jaime Isaza Cadavid		
Jefe de Oficina Departamento de Calidad y Producción	Melba Elena Marin Ramírez	Maestría en Estudios de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación ITM	Jefe de Oficina - Departamento de Calidad y Producción 2013-Actual	Coordinar las actividades académico administrativas de los programas adscritos al departamento de Calidad y Producción.
		Especialización en Alta Gerencia con Énfasis en Calidad	Jefe de Oficina - Departamento Académico Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas 2012-2013	
		Ingeniería Industrial Universidad de Antioquia	Jefe de Oficina – Vicerrectoría de Docencia	

Cargo	Nombre	Formación	Experiencia (ITM)	Función
			2012	
			Decano Programa de Docencia – Unidad de Docencia Ciencias Administrativas 1999 – 2012	
			Asesor Línea de Investigación – Unidad de Investigaciones 1998 - 1999	

Fuente: Elaboración propia. Departamento de Calidad y Producción.

Finalmente, en las Tabla 37 y Tabla 38 se presenta la proyección de costos de una cohorte teniendo en cuenta el plan de estudios propuesto.

Tabla 37. Proyección de costos del rediseño ciclo tecnológico -Tecnología en Sistemas de Producción

CONCEPTO	I nivel	II nivel	III nivel	IV nivel	V nivel	VI nivel	TOTAL
Valor ingreso por estudiante	487.725	516.988	516.988	548.008	548.008	580.888	
INGRESOS							
Matrícula estudiantes	139.001.587	113.220.451	86.854.044	70.692.988	54.800.766	44.728.385	509.298.221
Carné	4.303.500						4.303.500
Bienestar	13.900.159	11.322.045	8.685.404	7.069.299	5.480.077	4.472.839	50.929.822
Seguro	2.365.500	1.926.762	1.478.064	1.203.039	932.588	761.178	8.667.131
Derechos de grado						11.802.849	11.802.849
Carne de Egresado						1.384.794	1.384.794
Créditos adicionales ciclo propedéutico	0	0	0	13.365.393	6.216.462	5.073.876	24.655.731
Transferencia Municipio de Medellín, Convenios y Extensión Académica	70.778.023	63.359.167	56.156.517	57.425.125	141.704.077	36.096.966	425.519.876
Descuento electoral	13.900.159	11.322.045	8.685.404	7.069.299	5.480.077	4.472.839	50.929.822
TOTAL INGRESOS	216.448.610	178.506.380	144.488.625	142.686.545	203.653.893	99.848.049	985.632.103
GASTOS							
Docencia	124.798.986	106.324.586	85.983.338	82.284.761	65.138.569	49.181.894	513.712.133
Asesor trabajo de grado					94.993.747		94.993.747
Administración Programa	9.883.800	8.050.615	6.175.814	5.026.672	3.896.645	3.180.441	36.213.988
Costo administración de un docente	10.906.380	8.883.534	6.814.765	5.546.732	4.299.792	3.509.491	39.960.694
Costo admisiones y registro	22.989.240	18.725.341	14.364.645	11.691.795	9.063.407	7.397.553	84.231.981
Aula de clase robleado	6.128.824	4.709.517	3.282.469	1.260.234	1.725.901	531.578	17.638.523
Aula B-Learning robleado	11.350.513	4.360.987	3.546.139	21.783.427	11.187.225	13.782.661	66.010.952
Sala de computadores robleado	0	4.231.557	0	0	0	0	4.231.557
Lab. Física mecánica / g 306 robleado	0	0	2.028.500	1.557.598	0	0	3.586.098
Lab. Control lógico programable plc robleado / g 206	0	0	0	0	0	1.340.433	1.340.433
Lab. Automatización industrial robleado / g 205	0	0	0	0	3.536.915	0	3.536.915
Lab. Química robleado / g 102	0	2.664.476	0	0	0	0	2.664.476
Lab. Construcción 1 - robleado / g 9901	0	0	5.969.631	0	0	0	5.969.631
Lab. Producción / g 403 robleado	0	0	850.405	0	536.565	413.155	1.800.126
Lab. Medidas para la producción /g 305 robleado	0	0	0	1.337.044	0	0	1.337.044
Licencia de Software	109.144	98.778	75.775	80.178	57.373	46.828	468.076
Material bibliográfico	6.156.964	5.015.009	3.629.368	2.954.046	2.160.338	1.763.268	21.678.994
Promoción y divulgación	2.052.596	1.671.893	1.209.951	984.814	720.209	587.835	7.227.298

119 Informe para solicitud de modificación de registro calificado Programa de Ingeniería de Producción en articulación por ciclos propedéuticos con Tecnología en Producción (cambio de denominación: Tecnología en Sistemas de Producción)

CONCEPTO	I nivel	II nivel	III nivel	IV nivel	V nivel	VI nivel	TOTAL
Papelería e impresiones	156.386	127.380	92.185	75.032	54.872	44.787	550.643
Bienestar	15.246.778	11.715.945	8.987.574	6.901.173	5.349.747	4.119.305	52.320.521
Descuento de carné bienestar seguro derechos de grado carne de egresado	6.669.000	1.926.762	1.478.064	1.203.039	932.588	13.948.822	26.158.275
TOTAL GASTOS	216.448.610	178.506.380	144.488.625	142.686.545	203.653.893	99.848.049	985.632.103
EXCEDENTE EJERCICIO	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Contabilidad. Vicerrectoría Administrativa y financiera.

Tabla 38. Proyección de costos del rediseño ciclo ingenieril – Ingeniería de producción

CONCEPTO	VII nivel	VIII nivel	IX nivel	X nivel	Total
Número de estudiantes	47	40	34	29	
Valor ingreso por estudiante	580.888	615.741	615.741	652.686	
INGRESOS					
Matrícula estudiantes	27.301.742	24.629.656	20.935.208	18.927.891	91.794.497
Carné					0
Bienestar	2.730.174	2.462.966	2.093.521	1.892.789	9.179.450
Seguro	464.615	419.142	356.271	322.111	1.562.140
Derechos de grado				4.994.659	4.994.659
Carne de egresado				586.009	586.009
Créditos adicionales ciclo propedéutico	0	0	0	0	0
Transferencia municipio de Medellín, convenios y extensión académica	14.458.178	12.931.233	13.625.573	40.731.358	81.746.342
Descuento electoral	2.730.174	2.462.966	2.093.521	1.892.789	9.179.450
TOTAL INGRESOS	42.224.535	37.980.031	34.917.052	65.562.028	180.683.646
GASTOS					
Docencia	24.319.969	21.405.301	18.318.907	14.268.711	78.312.888
Asesor trabajo de grado				30.953.142	30.953.142
Administración programa	1.941.308	1.751.308	1.488.612	1.345.880	6.527.109
Costo administración de un docente	2.142.157	1.932.499	1.642.624	1.485.125	7.202.405
Costo admisiones y registro	4.515.389	4.073.458	3.462.439	3.130.452	15.181.738
Aula de clase robleado	1.031.813	731.782	0	0	1.763.595
Aula b-Learning robleado	3.344.085	3.794.707	5.983.304	5.832.464	18.954.560
Sala de computadores robleado	0	0	0	0	0
Lab. Física mecánica / g 306 robleado	0	0	0	0	0
Lab. Control lógico programable plc robleado / g 206	0	0	0	0	0
Lab. Automatización industrial robleado / g 205	0	0	0	0	0
Lab. Química robleado / g 102	0	0	0	0	0
Lab. Construcción 1 - robleado / g 9901	0	0	0	0	0
Lab. Producción / g 403 robleado	0	0	409.962	174.837	584.798
Lab. Medidas para la producción /g 305 robleado	547.350	465.830	419.713	0	1.432.893
Licencia de software	23.819	21.488	18.265	14.862	78.434

CONCEPTO	VII nivel	VIII nivel	IX nivel	X nivel	Total
Material bibliográfico	1.015.359	915.983	734.515	664.088	3.329.945
Promoción y divulgación	338.498	305.369	244.871	221.392	1.110.130
Papelería e impresiones	25.790	23.266	18.657	16.868	84.580
Bienestar	2.514.381	2.139.899	1.818.914	1.551.426	8.024.620
Descuento de carné bienestar seguro derechos de grado carne de egresado	464.615	419.142	356.271	5.902.779	7.142.808
TOTAL GASTOS	42.224.535	37.980.031	34.917.052	65.562.028	180.683.646
EXCEDENTE EJERCICIO	0	0	0	0	0

Fuente: Contabilidad. Vicerrectoría Administrativa y financiera.

6. BIBLIOGRAFÍA

- 2013 4th International Conference on Advances in Materials and Manufacturing, ICAMMP 2013. (2014). *Advanced Materials Research* (Vol. 887–888).
- Abele, E., Nyhuis, P., & Reinhart, G. (2008). Wandlungsfähige Produktionssysteme: Heute die Industrie von morgen gestalten. *Verlag PZH Produktionstechnisches Zentrum, Garbsen*.
- ABEPRO. (n.d.). ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção.
- Bellgran, M., & Säfsen, K. (2010). Production System Development. *Production Development: Design and Operation of Production Systems*, 77-108.
- Bromiley, P., & Rau, D. (2016). Operations management and the resource based view: Another view. *Journal of Operations Management*, 41, 95–106. <http://doi.org/10.1016/j.jom.2015.11.003>
- Camara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2014). *Revista Antioqueña de Economía de Desarrollo*.
- Congreso de Colombia. (2009). *Ley 1286*. Bogotá - Colombia.
- Conpes. (2016). *Política nacional de ciencia, tecnología e innovación 2015 - 2025*. Bogotá - Colombia.
- Díaz, A. (2001). Corrientes pedagógicas, modelos pedagógicos y enfoques curriculares. *Revista Avanzada*.
- Ding, Y., Dwivedi, R., & Kovacevic, R. (2017). Process planning for 8-axis robotized laser-based direct metal deposition system: A case on building revolved part. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 44. <http://doi.org/10.1016/j.rcim.2016.08.008>
- Eversheim, W. (2013). *Organisation in der Produktionstechnik Band 4: Fertigung und Montage*. Springer-Verlag.
- Fonseca, M. (2007). *Enseñar en la universidad. Experiencias y propuestas universitarias*. La coruña.
- Gräßler, I., & Yang, X. (2016). Interdisciplinary Development of Production Systems Using Systems Engineering. *Procedia CIRP*, 50, 653-658.

González, E. (1999). Entre los modelos pedagógicos, las mediaciones curriculares y las estrategias didáctica. *Revista Cintex*.

Grundig, C. G. (2014). *Fabrikplanung: Planungssystematik-Methoden-Anwendungen*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Harvard Business School. (2016). Technology and Operations Management.

Hitt, M. A., Xu, K., & Carnes, C. M. (2016). Resource based theory in operations management research. *Journal of Operations Management*, 41, 77–94. <http://doi.org/10.1016/j.jom.2015.11.002>

Jawahir, I. S., Kaynak, Y., & Lu, T. (2014). The impact of novel material processing methods on component quality, life and performance. In *Procedia CIRP* (Vol. 22). <http://doi.org/10.1016/j.procir.2014.09.001>

Kalidindi, S. R., Brough, D. B., Li, S., Cecen, A., Blekh, A. L., Congo, F. Y. P., & Campbell, C. (2016). Role of materials data science and informatics in accelerated materials innovation. *MRS Bulletin*, 41(8). <http://doi.org/10.1557/mrs.2016.164>

Li, M., Cao, X., Wang, L., & Deng, L. (2016). The product service lifecycle management based on sustainable development. In *Proceedings - 2016 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, SOLI 2016*. <http://doi.org/10.1109/SOLI.2016.7551687>

OCDE. (2015). *Promoviendo el desarrollo de sistemas locales de innovación: el caso de Medellín - Colombia*. Medellín - Colombia.

Pilkington, A., & Meredith, J. (2009). The evolution of the intellectual structure of operations management—1980–2006: A citation/co-citation analysis. *Journal of Operations Management*, 27(3), 185–202. <http://doi.org/10.1016/j.jom.2008.08.001>

Producción, P. E. I. D. E., Miguel, L., & Gómez, J. (2016). No Title.

Ropohl, G. (2012). *Allgemeine technologie: Eine systemtheorie der technik* (p. 363). KIT Scientific Publishing.

Ruta n. (2010). *Plan de ciencia, ecnología e innovación de Medellín 2011 - 2021*. Medellín - Colombia.

Urreo, M., & Castaño, L. Modelo pedagógico ITM (1999).

Valencia, A., Carrillo, O., & Aedo, J. (2012). Las tendencias en la ingeniería. *Ingeniería Y Sociedad*, 29–31.

- Varela, R., Gómez, L., Vesga, R., & Pereira, F. (2014). *Dinámica empresarial colombiana*.
- Wacker, J. G. (1998). A definition of theory: research guidelines for different theory-building research methods in operations management. *Journal of Operations Management*, 16(4), 361–385. [http://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00019-9](http://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00019-9)
- Wang, L., Törngren, M., & Onori, M. (2015). Current status and advancement of cyber-physical systems in manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 37(Part 2), 517-527.
- Wiendahl, H. P., Reichardt, J., & Nyhuis, P. (2014). *Handbuch Fabrikplanung: Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.
- World Economic Forum. (2014). *The Global Competitiveness Report 2014 - 2015*. Davos.

EQUIPO DE TRABAJO PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Karla Cristina Alvarez Uribe - Docente de Carrera

Adrián José Benitez Lozano - Docente Ocasional

EQUIPO DE APOYO PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

Olga Lucía Larrea Serna - Docente Ocasional

Juan Esteban Muriel Villegas - Docente de Cátedra

Melba Elena Marín Ramírez - Jefe Oficina del Departamento

Yudy Elena Giraldo Pérez - Decana de la Facultad

Juan David Palacio Domínguez

Equipo de Dirección de Autoevaluación:

Director Operativo de Autoevaluación - Diego Alberto Salazar Moncada

Juan Fernando Madrigal Mesa - Docente Ocasional

Ana María Ramírez Serna - Docente Ocasional

Medellín, 2017



RESULTADOS ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE LOS EMPRESARIOS CON LOS PRACTICANTES DEL ITM 2021-2

Análisis frente a las encuestas realizadas para medir la satisfacción de los estudiantes y las empresas en el proceso de las prácticas profesionales

El propósito de las prácticas profesionales es vincular la academia al sector productivo y afianzar las competencias de las estudiantes adquiridas en los diferentes campos del saber, a través de las diferentes modalidades de prácticas profesionales, aplicando los conocimientos en una unidad productiva y generando espacios de proyección social, participación laboral y vinculación institucional

Para la Institución es de gran importancia conocer el resultado de las prácticas en cuanto a los dos actores fundamentales para el proceso: estudiantes y empresarios. Para esto, se incluyeron dentro del Sistema dos encuestas que dan cuenta de la satisfacción de ambas partes.

FORMATO FDE 019 PREGUNTAS REALIZADAS A EMPRESARIOS QUE TIENEN PRACTICANTES

RESPONDA SI USTED TIENE ESTUDIANTES PRACTICANTES DEL ITM:			
	Excelente	Bueno	Deficiente
	3	2	1
9. Considera que la calidad de la formación recibida por los estudiantes practicantes del ITM es:	3	2	1
10. Considera que la calidad en el desempeño de los estudiantes practicantes del ITM es:	3	2	1
11. ¿Qué fortalezas encuentra usted en el practicante del ITM? Marque todas las respuestas que considere adecuadas.			
a. Conocimiento técnico	b. Habilidades comunicativas	c. Relaciones interpersonales	
d. Presentación de informes	e. Segunda lengua	f. Proactividad	
g. Dinamismo	h. Compromiso	i. Respeto	
j. Recursividad	k. Planeación	l. Capacidad de trabajo en equipo	
m. Capacidad de adaptación	n. Otra ¿Cuál?		
12. ¿Qué debilidades encuentra usted en el practicante del ITM? Marque todas las respuestas que considere adecuadas.			
a. Conocimiento técnico	b. Habilidades comunicativas	c. Relaciones interpersonales	
d. Presentación de informes	e. Segunda lengua	f. Proactividad	
g. Dinamismo	h. Compromiso	i. Respeto	
j. Recursividad	k. Planeación	l. Capacidad de trabajo en equipo	
m. Capacidad de adaptación	n. Otra ¿Cuál?		
13. De acuerdo con las proyecciones y crecimiento del objeto de negocio liderado por la empresa, ¿cuáles competencias necesita para mejorar el recurso humano?			
a. Conocimiento técnico	b. Habilidades comunicativas	c. Relaciones interpersonales	
d. Presentación de informes	e. Segunda lengua	f. Proactividad	
g. Dinamismo	h. Compromiso	i. Respeto	
j. Recursividad	k. Planeación	l. Capacidad de trabajo en equipo	
m. Capacidad de adaptación	n. Otra ¿Cuál?		
14. Desde su conocimiento del sector ¿Qué tendencias o líneas de desarrollo considera importantes en el sector productivo?			

¡Agradecemos su compromiso con la educación!

1. RESULTADOS:

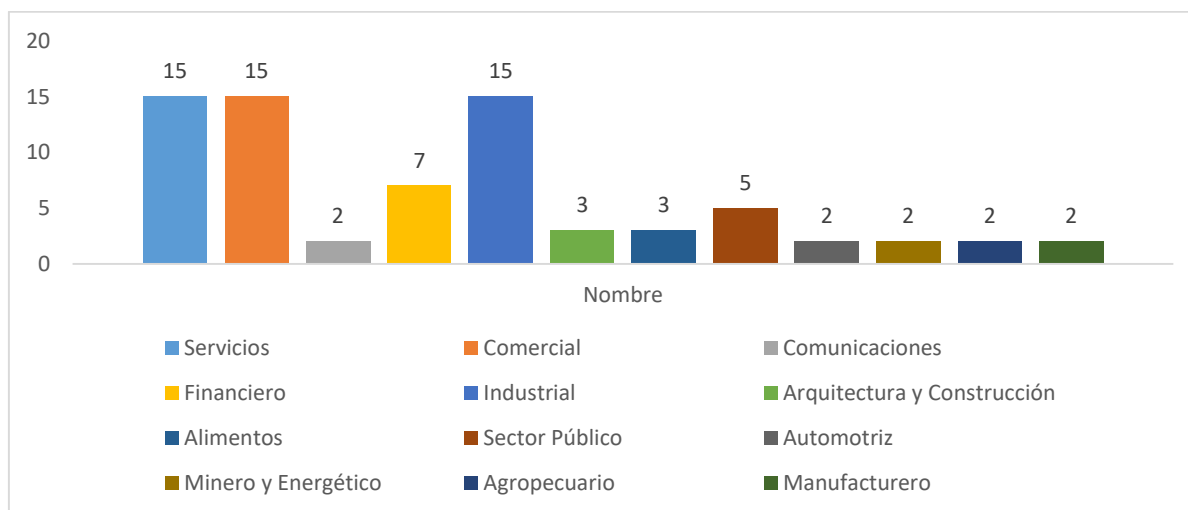
La encuesta FDE019 nos permite obtener datos de la satisfacción de la empresa con practicantes. Para este semestre ya contamos con la versión 3 actualizada el 6 de junio de 2017. Tiene como criterio de evaluación tres opciones del 1 al 3. Siendo 1 deficiente y 3 excelente. Tal como se menciona en el procedimiento, *PDEH 008 Procedimiento para requisito de grado modalidad prácticas profesionales en programas de pregrado*, esta actividad (13) debe cumplirse siempre al final de la experiencia de la práctica profesional.

La encuesta está diseñada para utilizarse en dos momentos. Evaluar la percepción de los empresarios frente a los egresados y evaluar la percepción de los empresarios frente a los practicantes.

El espacio para evaluar los practicantes cuenta con cinco preguntas (*desde la pregunta 9 hasta la 14*) que nos permiten evaluar la percepción de los empresarios frente a la calidad de la formación recibida por los estudiantes practicantes, la calidad en el desempeño; además, evidenciar que fortalezas y debilidades encuentran en los practicantes y conocer cuales creen que deben ser las competencias que necesitan para mejorar el recurso humano.

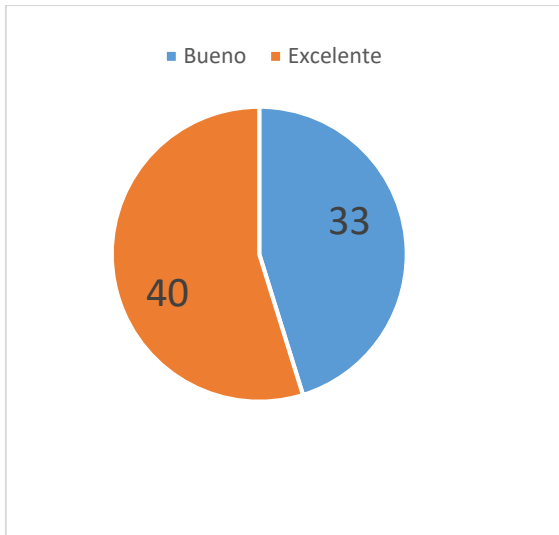
Los empresarios evaluaron 73 estudiantes:

Sector al que pertenece la empresa



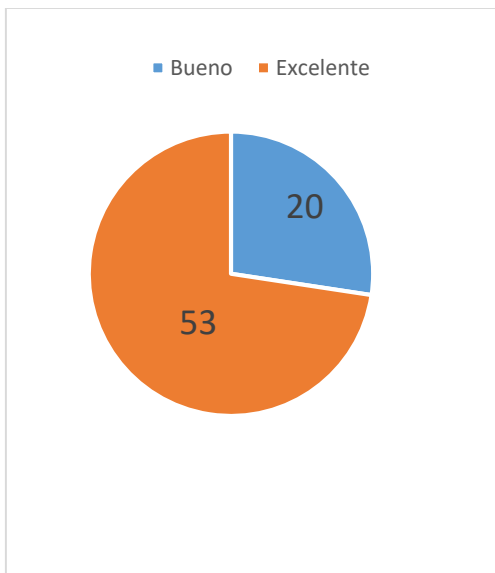
Programa Académico	Cantidad
Contaduría Pública	11
Ingeniería Financiera y de Negocios	20
Tecnología en Análisis de Costos y Presupuestos	35
Tecnología en Diseño Industrial	7
Total general	73

Considera que el impacto social de los programas desarrollados en el ITM es



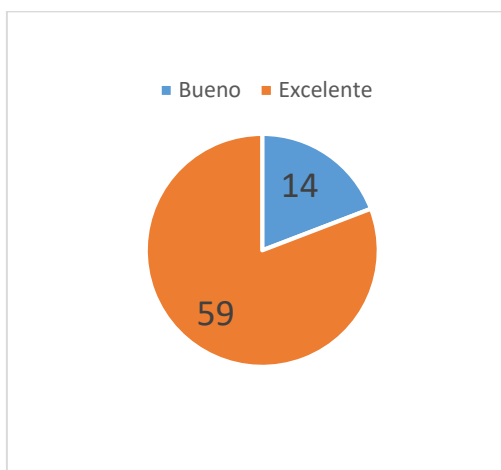
➤ **Frente a la pregunta 9.** Considera que la calidad de la formación recibida por los estudiantes practicantes del ITM es: excelente, buena o deficiente, el empresario respondió lo siguiente

El 72% de los empresarios considera que es excelente y el 28% considera que es bueno.



» **Frente a la pregunta 10.** Considera que la calidad de la formación recibida por los estudiantes practicantes del ITM es: excelente, buena o deficiente, el empresario respondió lo siguiente

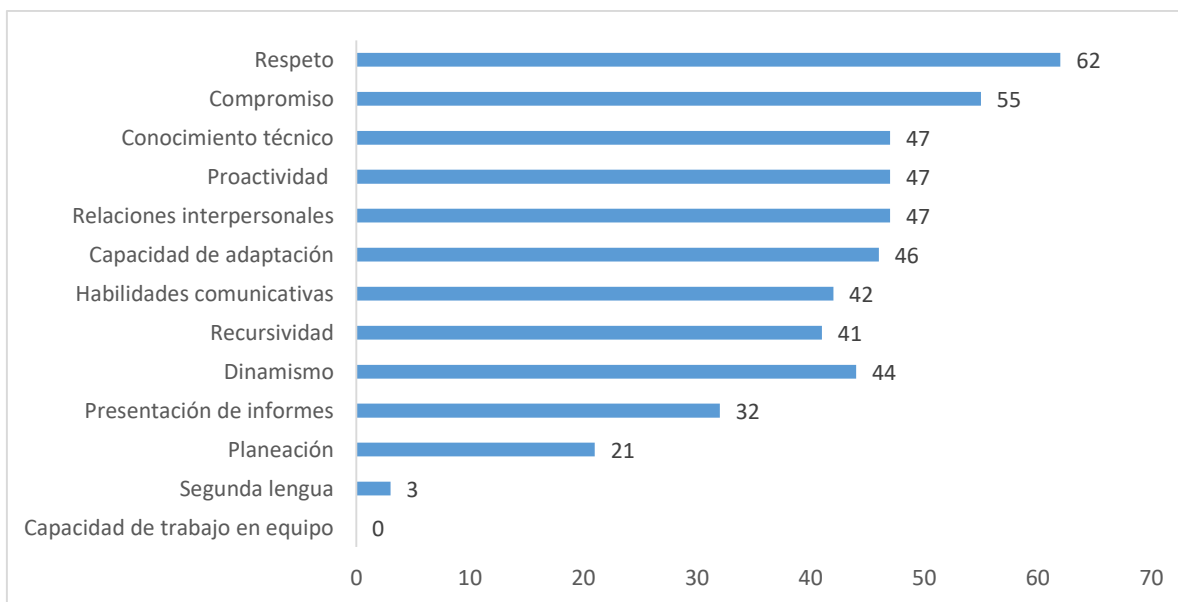
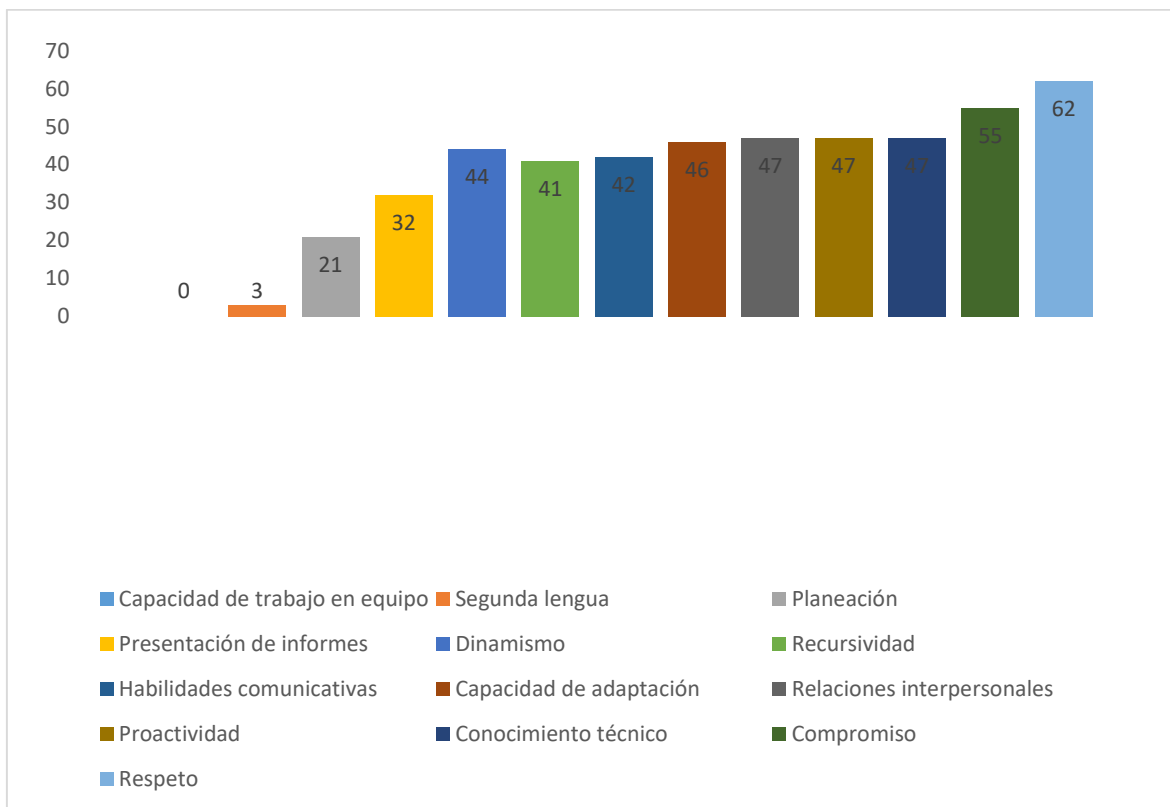
El 81% de los empresarios considera que es excelente y el 19% considera que es bueno.



» **Pregunta 11. ¿Qué fortalezas encuentra usted en el practicante del ITM? Marque todas las respuestas que considere adecuadas.**

a. Conocimiento técnico	b. Habilidades comunicativas	c. Relaciones interpersonales
d. Presentación de informes	e. Segunda lengua	f. Proactividad
g. Dinamismo	h. Compromiso	i. Respeto
j. Recursividad	k. Planeación	l. Capacidad de trabajo en equipo
m. Capacidad de adaptación	n. Otra ¿Cuál?	

Descripción	Cantidad	%
Capacidad de trabajo en equipo	0	0%
Segunda lengua	3	4%
Planeación	21	29%
Presentación de informes	32	44%
Dinamismo	44	60%
Recursividad	41	56%
Habilidades comunicativas	42	58%
Capacidad de adaptación	46	63%
Relaciones interpersonales	47	64%
Proactividad	47	64%
Conocimiento técnico	47	64%
Compromiso	55	75%
Respeto	62	85%



Entre las fortalezas están el respeto, compromiso, conocimiento técnico, proactividad y relaciones interpersonales. Esto permite identificar que el estudiante del ITM se destaca no solo por sus competencias técnicas, sino también por tener cualidades que permiten relacionarse con eficiencia y desde el “ser” en las empresas.

➤ **Pregunta 12. ¿Qué debilidades encuentra usted en el practicante del ITM? Marque todas las respuestas que considere adecuadas.**

a. Conocimiento técnico	b. Habilidades comunicativas	c. Relaciones interpersonales
d. Presentación de informes	e. Segunda lengua	f. Proactividad
g. Dinamismo	h. Compromiso	i. Respeto
j. Recursividad	k. Planeación	l. Capacidad de trabajo en equipo
m. Capacidad de adaptación	n. Otra ¿Cuál?	

Descripción	Cantidad	%
Dinamismo	0	0%
Proactividad	0	0%
Respeto	0	0%
Capacidad de trabajo en equipo	1	1%
Compromiso	1	1%
Capacidad de adaptación	3	4%
Planeación	4	5%
Recursividad	5	7%
Relaciones interpersonales	5	7%
Conocimiento técnico	10	14%
Habilidades comunicativas	14	19%
Presentación de informes	18	25%
Segunda lengua	45	62%

La mayor debilidad identificada en los practicantes del ITM es la segunda lengua, presentación de informes y habilidades comunicativas.



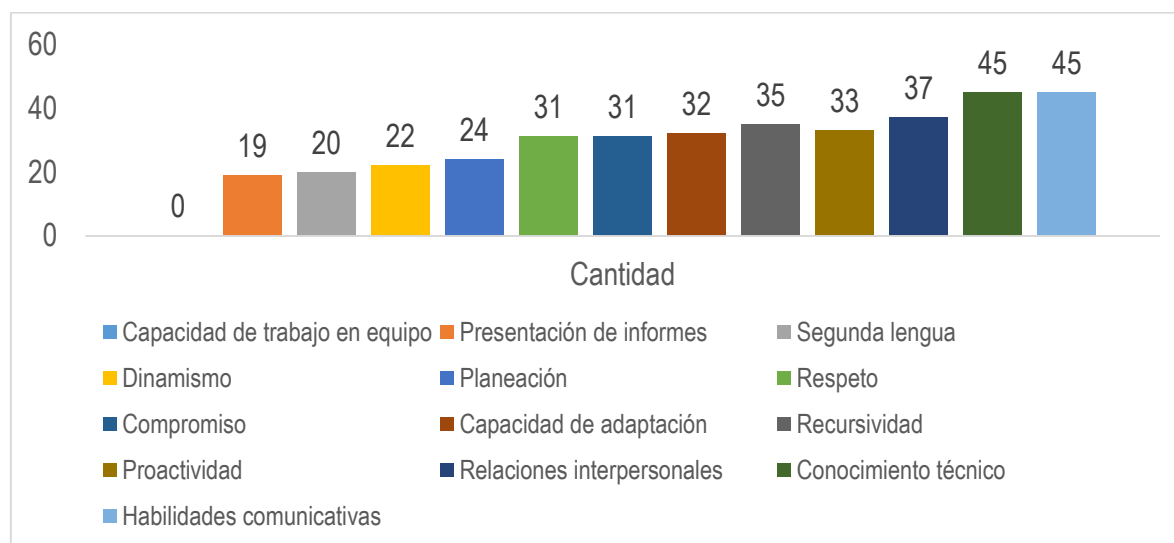
Cabe resaltar el empeño institucional para lograr disminuir estas debilidades identificadas

➤ **Pregunta 13. De acuerdo con las proyecciones y crecimiento del objeto de negocio liderado por la empresa, ¿cuáles competencias necesita para mejorar el recurso humano?**

a. Conocimiento técnico	b. Habilidades comunicativas	c. Relaciones interpersonales
d. Presentación de informes	e. Segunda lengua	f. Proactividad
g. Dinamismo	h. Compromiso	i. Respeto
j. Recursividad	k. Planeación	l. Capacidad de trabajo en equipo
m. Capacidad de adaptación	n. Otra ¿Cuál?	

Descripción	Cantidad	%
Capacidad de trabajo en equipo	0	0%
Presentación de informes	19	26%
Segunda lengua	20	27%
Dinamismo	22	30%
Planeación	24	33%
Respeto	31	42%
Compromiso	31	42%
Capacidad de adaptación	32	44%
Recursividad	35	48%
Proactividad	33	45%
Relaciones interpersonales	37	51%
Conocimiento técnico	45	62%
Habilidades comunicativas	45	62%

Se logró identificar que la competencia que más se necesita para mejorar el recurso humano son las habilidades comunicativas, conocimiento técnico y relaciones interpersonales.



 Pregunta 14. Desde su conocimiento del sector ¿Qué tendencias o líneas de desarrollo considera importantes en el sector productivo?

Entre lo que más mencionan los empresarios, están las siguientes líneas de desarrollo:

- Capacidad de Innovación
- Fundamentos tributarios
- Herramientas ofimáticas
- Nuevas tecnologías
- Planeación estratégica

» RESULTADOS ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE LOS ESTUDIANTES CON SU PRÁCTICA PROFESIONAL 2021-2

La encuesta FDE083 nos arroja datos acerca de la satisfacción del estudiante con su práctica profesional. Para este semestre ya contamos con la versión 5 actualizada el 6 de junio de 2017 que tiene como criterio de evaluación tres opciones. Siendo 1 deficiente y 3 excelente. Tal como se menciona en el procedimiento, *PDEH 008 Procedimiento para requisito de grado modalidad prácticas profesionales en programas de pregrado*, esta actividad (13) debe cumplirse siempre al final de la experiencia de la práctica profesional.

La encuesta se divide en dos evaluaciones. La primera evalúa la empresa y la segunda evalúa a la Oficina de Prácticas y al asesor. A continuación, relacionamos los resultados de las encuestas presentadas por los estudiantes en el 2021-2

Evaluación a la empresa

Evaluación a la empresa

ASPECTOS A EVALUAR	3	2	1
1. ¿En relación con su formación académica, su estancia en la empresa/ entidad le resultó?			
2. ¿Para el mejoramiento de su orientación profesional y vocacional la experiencia que tuvo fue?			
3. ¿La pertinencia de la Práctica fue?			
4. ¿El acompañamiento y orientación por parte de su tutor empresarial para desempeñar las tareas encomendadas durante la práctica fue?			
5. ¿El desempeño de las tareas establecidas durante su periodo de práctica fue?			
6. ¿Su puesto de trabajo para el desarrollo de las actividades fue?			

Análisis por Facultad

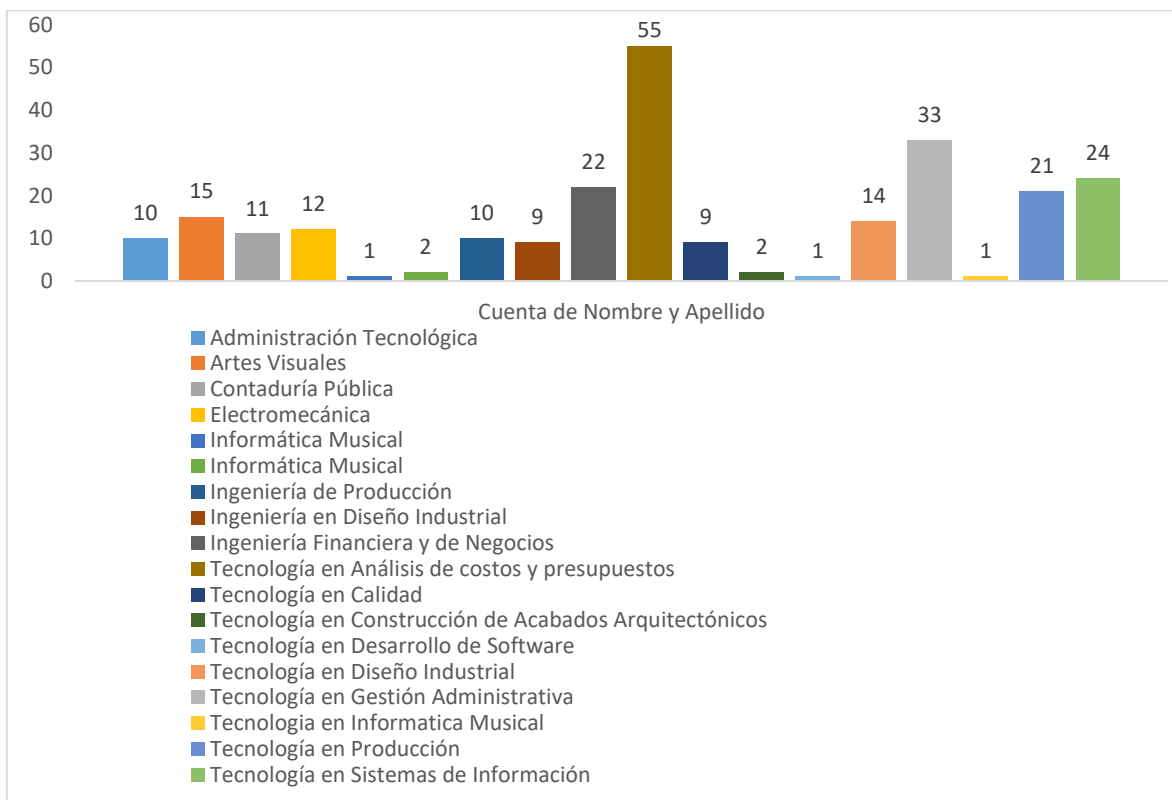
La encuesta fue contestada por 252 estudiantes, a continuación, se detalla por programa:

Programa Académico	Cantidad
Administración Tecnológica	10
Artes Visuales	15
Contaduría Pública	11
Electromecánica	12
Informática Musical	3
Ingeniería de Producción	10
Ingeniería en Diseño Industrial	9
Ingeniería Financiera y de Negocios	22
Tecnología en Análisis de costos y presupuestos	55
Tecnología en Calidad	9
Tecnología en Desarrollo de Software	1
Tecnología en Diseño Industrial	14
Tecnología en Gestión Administrativa	33
Tecnología en Informática Musical	1

Tecnología en Producción	21
Tecnología en Sistemas de Información	24
Tecnología en Construcción de Acabados Arquitectónicos	2
Total general	252

Facultad	Cantidad
Facultad de Artes y Humanidades	42
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas	171
Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas	2
Facultad de Ingenierías	37
Total general	252

Estudiantes que diligenciaron la encuesta por Programa Académico



Facultad de Ingenierías

La encuesta fue contestada por 37 estudiantes, así:

Programa Académico	Cantidad
Electromecánica	12
Tecnología en Desarrollo de Software	1
Tecnología en Sistemas de Información	24
Total general	37

- 1- En General, el 78% de los estudiantes consideró que, en relación con su formación académica, su estancia en la empresa o entidad le resultó excelente, y el 22% consideró que fue buena

Cantidad	
Bueno	8
Excelente	29
Total general	37

- 2- En cuanto a la experiencia que tuvieron los estudiantes con respecto a su orientación vocacional y profesional, el 73% de los estudiantes encuestados de la facultad de ingenierías consideró que fue excelente, el 27% bueno

Cantidad	
Bueno	10
Excelente	27
Total general	37

- 3- La pertinencia de la práctica en general, en la Facultad de Ingenierías para el 73% de los practicantes fue excelente y para el 27% fue buena

Cantidad	
Bueno	10
Excelente	27
Total general	37

- 4- El acompañamiento y orientación por parte de su tutor empresarial para desempeñar las tareas encomendadas durante la práctica en la Facultad de Ingenierías para el 76% de los practicantes fue excelente y para el 24% fue buena.

Cantidad	
Bueno	9
Excelente	28
Total general	37

- 5- El 81% de los estudiantes consideró excelente el desempeño de las tareas establecidas y el 19% buena.

Cantidad	
Bueno	7
Excelente	30
Total general	37

- 6- E 76% de los estudiantes consideraron excelente su puesto de trabajo para el desarrollo de la actividad:

Cantidad	
Bueno	9
Excelente	28
Total general	37

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

La encuesta fue contestada por 171 estudiantes, así:

Programa Académico	Cantidad
Administración Tecnológica	10
Contaduría Pública	11
Ingeniería de Producción	10
Ingeniería Financiera y de Negocios	22
Tecnología en Análisis de costos y presupuestos	55
Tecnología en Calidad	9
Tecnología en Gestión Administrativa	33
Tecnología en Producción	21
Total general	171

- 1- En General, el 81% de los estudiantes consideró que en relación con su formación académica y su estancia en la fue excelente, el 19% bueno.

	Cantidad	
Bueno	32	19%
Excelente	139	81%
Total general	171	

- 2- En cuanto a la experiencia que tuvieron los estudiantes con respecto a su orientación vocacional y profesional, el 79% de los estudiantes encuestados de la Facultad de ciencias económicas y administrativas consideró que fue excelente, el 20% bueno y 1% deficiente.

	Cantidad
Bueno	35
Deficiente	1
Excelente	135
Total general	171

- 3- La pertinencia de la práctica, el acompañamiento y orientación por parte de su tutor empresarial en general, en la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas para el 78% de los practicantes fue excelente, para el 21% fue buena y 1% deficiente.

	Cantidad
Bueno	36
Deficiente	1
Excelente	134
Total general	171

- 4- El acompañamiento y orientación por parte de su tutor empresarial para desempeñar las tareas encomendadas durante la práctica en la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas para el 82% de los practicantes fue excelente y para el 18% fue buena

Cantidad	
Bueno	31
Excelente	140
Total general	171

- 5- El 82% de los estudiantes consideró excelente el desempeño de las tareas establecidas, el 17% buena 1% deficiente.

Cantidad	
Bueno	29
Deficiente	1
Excelente	141
Total general	171

- 6- El 83% de los estudiantes consideró excelente el puesto de trabajo y el 17% buena.

Cantidad	
Bueno	29
Excelente	142
Total general	171

Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas

La encuesta fue contestada por 2 estudiantes de Construcción de Acabados Arquitectónicos

Programa Académico	Cantidad
Tecnología en Construcción de Acabados Arquitectónicos	2
Total general	2

- 1- En General, el 100% de los estudiantes consideró que, en relación con su formación académica, su estancia en la empresa o entidad le resultó excelente.

Cantidad	
Excelente	2
Total general	2

- 2- En cuanto a la experiencia que tuvieron los estudiantes con respecto a su orientación vocacional y profesional, el 100% de los estudiantes encuestados de la facultad de ciencias exactas y aplicadas consideró que fue excelente.

Cantidad	
Excelente	2
Total general	2

- 3- La pertinencia de la práctica en general, en la Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas para el 100% de los practicantes fue excelente.

	Cantidad
Excelente	2
Total general	2

- 4- El acompañamiento y orientación por parte de su tutor empresarial para desempeñar las tareas encomendadas durante la práctica en la Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas para el 100% de los practicantes fue excelente.

Cantidad	
Excelente	2
Total general	2

- 5- El 100% de los estudiantes consideró excelente el desempeño de las tareas establecidas

Cantidad	
Excelente	2
Total general	2

6- El 100% de los estudiantes consideró excelente el puesto de trabajo.

Cantidad	
Excelente	2
Total general	2

Facultad de Artes y Humanidades

La encuesta fue contestada por 42 estudiantes de la Facultad, así:

Programa Académico	Cantidad
Artes Visuales	15
Ingeniería en Diseño Industrial	9
Tecnología en Diseño Industrial	14
Tecnología en Informática Musical	4
Total general	42

- 1- En General, el 81% de los estudiantes consideró que, en relación con su formación académica, su estancia en la empresa o entidad le resultó excelente, el 19% restante consideró que fue buena.

	Cantidad	
Bueno	8	19%
Excelente	34	81%
Total general	42	

- 2- En cuanto a la experiencia que tuvieron los estudiantes con respecto a su orientación vocacional y profesional, el 81% de los estudiantes encuestados de la facultad de ciencias exactas y aplicadas consideró que fue excelente, 17% bueno y 2% deficiente.

	Cantidad
Bueno	7
Deficiente	1
Excelente	34
Total general	42

- 3- La pertinencia de la práctica en general, en el Programa de Diseño para el 79% de los practicantes fue excelente, para el 19% fue buena y 1% deficiente.

	Cantidad
Bueno	8
Deficiente	1
Excelente	33
Total general	42

- 4- El 93% de los estudiantes consideran excelente el acompañamiento y orientación por parte de su tutor empresarial, 5% buena y 2% deficiente.

Cantidad	
Bueno	2
Deficiente	1
Excelente	39
Total general	42

- 5- El 81% de los estudiantes consideró excelente el desempeño de las tareas establecidas y el 19% buena.

Cantidad	
Bueno	8
Excelente	34
Total general	42

- 6- El 69% de los estudiantes consideró excelente el puesto de trabajo y el 29% buena.

Cantidad	
Bueno	12
Deficiente	1
Excelente	29
Total general	42



Evaluación a la Oficina de Prácticas y Asesor

Evaluación a la Oficina de Prácticas y/o Asesor

ASPECTOS A EVALUAR	3	2	1
7. ¿El acompañamiento del asesor brindado por la Oficina de Prácticas fue?			
8. ¿El seguimiento realizado por la Oficina de Prácticas Profesionales durante su proceso fue?			
9. ¿La información brindada, sobre la normatividad, requisitos legales e institucionales por parte de la Oficina de Prácticas fue?			
10. ¿Recomienda a otro estudiante realizar la práctica Profesional?			
11. En términos generales su satisfacción frente al servicio es:			

En la **Facultad de ciencias Económicas y Administrativas** el 82% consideran que el acompañamiento, asesoría sobre normatividad, requisitos legales e institucionales y seguimiento de la Oficina de prácticas es excelente y el 18% considera que es bueno.

En la **Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas** el 100% consideran que el acompañamiento, asesoría sobre normatividad, requisitos legales e institucionales y seguimiento de la Oficina de prácticas es excelente.

En promedio el 81% de los estudiantes de la **Facultad de Ingenierías** consideran que el acompañamiento, asesoría sobre normatividad, requisitos legales e institucionales y seguimiento de la Oficina de prácticas es excelente y el 19% considera que es bueno.

En la **Facultad de Artes y Humanidades** el 93% consideran que el acompañamiento, asesoría sobre normatividad, requisitos legales e institucionales y seguimiento de la Oficina de prácticas es excelente y el 7% buena.

Con la pregunta 10- ¿recomienda a otro estudiante realizar la práctica profesional? Los estudiantes en general contestaron:

El 85% considera excelente la opción de recomendar la práctica profesional

El 14% considera bueno

El 1% considera deficiente

Cantidad	
Bueno	37
Deficiente	1
Excelente	214
Total general	252

Con la pregunta 11- En términos generales su satisfacción frente al servicio fue:

El 89% considera excelente la opción de recomendar la práctica profesional

El 11% considera bueno

	Cantidad
Bueno	27
Excelente	225
Total general	252

Cordialmente,

Diana Ruge Marín

Coordinadora de Prácticas

Vicerrectoría de Docencia

Medellín, 2 de mayo de 2022



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

Somos Innovación Tecnológica con *Sentido Humano*



Informe de vigilancia tecnológica sobre perfil egresado Tecnología e Ingeniería de Producción

Elaborado por

Observatorio de Ciencia, Tecnología y Artes adscrito al Centro de Emprendimiento –
Proyecto Centro de Transferencia, Innovación y Desarrollo del Conocimiento – CTIC

Coordinación ejercicio

David Alejandro Coy Mesa

Vigías

María Camila Martínez Londoño
Dumar Felipe Gutiérrez Patiño
Oscar David Luna Julio

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM
Medellín, 24 de mayo de 2022



SA CER 464990



SC 5541-1



Alcaldía de Medellín



Contenido

1. Etapa de planeación y búsqueda	7
1.1. Objetivo	7
1.2. Alcance	7
1.3. Palabras clave	7
1.4. Ecuaciones de búsqueda	8
1.5. Bases de datos y fuentes de información utilizadas en el estudio	8
2. Capítulo 2 Perfiles de egreso universidades	15
2.1 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS	16
2.2 UNIVERSIDAD EAFIT - MEDELLÍN, ANTIOQUIA, COLOMBIA	18
2.3 INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ – BUCARAMANGA	19
2.4 UNIVERSIDAD EAN - BOGOTÁ - PRIVADA	20
2.5 POLITECNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA - MEDELLÍN, ANTIOQUIA	21
2.6 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN, ANTIOQUIA	22
2.7 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA – UTP – PEREIRA, RISARALDA	24
2.8 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - MEDELLÍN, ANTIOQUIA	25
2.9 UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO - BARRANQUILLA, ATLÁNTICO	26
2.10 UNIVERSIDAD DEL VALLE - CALI, VALLE DEL CAUCA	27
2.11 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - BUCARAMANGA, SANTANDER	28
2.12 PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA – BOGOTA DC, CUNDINAMARCA	29
2.13 UNIVERSIDAD DE LOS ANDES - BOGOTÁ, CUNDINAMARCA	30
2.14 INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO - MEDELLÍN, ANTIOQUIA	31
3. Capítulo 3. Observatorios Laborales	32
3.1 Observatorio laboral del Sena	32
3.2 Observatorio del DANE	32
3.4 Observatorio Laboral para la Educación.	32
Capítulo 4 Hallazgos y recomendaciones	37
4.1 Ofertas de empleo Antioquia.	37
4.2 Ofertas de empleo Colombia	41
Conclusiones	43



Referentes bibliográficos.....44

Lista de tablas

Tabla 1 Ficha técnica.....	7
Tabla 2 Palabras claves para el estudio.....	8
Tabla 3 Perfiles LinkedIn.....	10
Tabla 4 Perfiles El empleo	11
Tabla 5 Perfiles CompuTrabajo	11
Tabla 6 Otras bolsas de empleo.	13
Tabla 7 Oferta de Programas en Colombia	16
Tabla 8. Comparativa de ofertas laborales Tecnología e ingeniería industrial y producción.....	38
Tabla. 9 Sectores económicos.....	40
Tabla. 10 Número de ofertas de empleo por departamento.....	41



Lista de Gráficos

Gráfico 1 Total, Graduados por Año y Programa.....	33
Gráfico 2 Salarios graduados vinculados laboralmente 2017 Ingeniería de producción.	34
Gráfico 3 Salarios graduados vinculados laboralmente 2018 Ingeniería de producción.	34
Gráfico 4 Salarios graduados vinculados laboralmente 2019 Ingeniería de producción.	35
Gráfico 5 Gráfico 4 Salarios graduados vinculados laboralmente 2017 Tecnología en producción	35
Gráfico 6 Salarios graduados vinculados laboralmente 2018 Tecnología en producción	36
Gráfico 7 Salarios graduados vinculados laboralmente 2019 Tecnología en producción	36
Gráfico 8 Número de vacantes por Municipio e Antioquia.....	37



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

Somos Innovación Tecnológica con *Sentido Humano*

Todos los derechos reservados Instituto Tecnológico Metropolitano 2022. La información contenida en esta presentación es confidencial, reservada y/o secreta y puede constituir secreto empresarial. Está prohibida su reproducción, divulgación, comunicación pública, distribución o revelación total o parcial a terceros, con cualquier finalidad, sin la autorización previa y expresa del ITM"

Dirección: Calle 73 No. 76A - 354, Vía El Volador
Teléfono: (+574) 440 51 00 Fax: (+574) 440 51 02
Código Postal: 050034
Medellín - Colombia

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ADSCRITA AL MUNICIPIO DE MEDELLÍN

Vigilada Mineducación

www.itm.edu.co |    



SA CER 464990



SC 5541-1



Alcaldía de Medellín

1. Etapa de planeación y búsqueda

Ficha técnicas participantes

Tabla 1 Ficha técnica

VT Estudio de tendencias en áreas de conocimiento ITM	
Participantes	• John Palacio Pereira - Jefe Oficina CTIC • David Alejandro Coy Mesa - Metodólogo VT - CTIC • Oscar David Luna Julio - Vigía tecnológico - CTIC • Maria Camila Martínez Londoño - Vigía tecnológica - CTIC • Dumar Felipe Gutierrez Patiño - Vigía Tecnológico - CTIC
Fecha cierre búsquedas	18 / 05 / 2022

Fuente: Elaboración propia

1.1. Objetivo

Realizar una búsqueda tipo vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva donde se indague acerca de los perfiles ocupacionales, profesionales y de egresados de la Tecnología en Producción, Tecnología en Sistemas de Producción e Ingeniería en Producción, su campo de acción a nivel empresarial, cuáles son los sectores económicos donde se pueda ejercer los egresados de estos programas y sus competencias laborales tanto a nivel nacional como internacional.

1.2. Alcance

Pregunta clave de inteligencia: Está en capacidad el (Tecnólogo - Ingeniero) de Producción para abordar las necesidades del entorno empresarial y académico a nivel nacional e internacional?

1.3. Palabras clave

La tabla siguiente da cuenta de las palabras claves usadas en la búsqueda.

Tabla 2 Palabras claves para el estudio

Palabras clave		
Tema	Palabra en español	Palabras en inglés
Perfiles	Perfil profesional producción	Professional profile and production
Profesión	Ingeniería de producción	production engineering
Profesión	Producción e ingeniería	Production and Engineering
Profesión	Ingeniería y producción	Engineering and Production
Empleo	Empleabilidad y producción	Employability and production
Empleo	Empresas y trabajo en producción	company and work production
Empresas y empleo	Productividad, trabajo y empresas	Productivity, work and company

Fuente: elaboración propia

1.4. Ecuaciones de búsqueda

Para la búsqueda se usaron diferentes ecuaciones que resultaron de la combinación de las palabras claves antes descritas. A continuación, se presentan algunas de las ecuaciones resultantes:

- TITLE-ABS-KEY (production AND engineering) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATE")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Production Engineering"))
- (perfil) and (empleabilidad) and ("ingeniero en producción" not "ingeniero industrial") =28.100
- (perfil) and (empleabilidad) and (tecnólogo) and (ingeniero) and (producción)=28.300
- ("ingeniería de producción" and "perfil ocupacional" and "Colombia")
- ("ingeniería de producción" and "productividad" and "Colombia" and "bolsa de empleo")
- ("ingeniería industrial" and "productividad" and "Colombia" and "bolsa de empleo")
- ("tecnología industrial" and "productividad" and "Colombia" and "bolsa de empleo")

1.5. Bases de datos y fuentes de información utilizadas en el estudio

Para dar cumplimiento al alcance se contemplaron fuentes de información como bases de datos científicas donde se encuentran: Scopus (base de datos bibliográfica), las revistas científicas de la editorial Taylor & Francis, ScienceDirect y la casa editorial Sage.

Por otro lado, se realizó búsqueda en los siguientes sitios web de anuncios y bolsas de empleo:

- Google empleos
- Locanto
- LinkedIn
- Agencia pública de Empleo Sena (SENA, 2022)
- Servicio Público de Empleo (Servicio Público de Empleo, 2022)
- Computrabajo(Computrabajo, 2022)
- Empleo.com (el Empleo, 2022)
- Hacendo.com(Hacendo, 2022)
- Hays Recruiting Experts world wide (Hays Recruiting Experts world wide, 2022)
- Indeed (Indeed, 2022)
- Jobomas.com (Jobomas, 2022)
- Kit Empleo.com(kitempleo, 2022)
- Magneto 365(Magneto365, 2022)

2. Capítulo 1 Necesidades del sector empresarial y productivo

El mundo en su devenir enfrenta innumerables retos a los cuales debe buscárseles soluciones y con ello mejorar la calidad de vida. Es por ello por lo que

(...) Una crisis económica global como la que afronta el mundo exige diversos tipos de respuestas e iniciativas por parte de la sociedad. Los cambios en las sociedades, las industrias y los servicios están exigen nuevos requerimientos y mejores prácticas, justificadas por la rapidez de las comunicaciones en todo el mundo, el uso de tecnología, la necesidad de resolver los problemas en plazos más cortos de tiempo, la inestabilidad de la situación económica, etc. Esta complejidad exige a los profesionales la capacidad de adaptarse a situaciones diferentes y desconocidas, es decir, exige más flexibilidad en la práctica profesional de la ingeniería (Lima et al., 2013)

Ratificando lo anterior, se realizó una búsqueda en las principales bolsas de empleo a nivel nacional, haciendo énfasis en los perfiles ocupacionales para los Tecnólogos en producción, Sistemas de producción e Ingeniería de producción, realizando una breve comparación con los Tecnólogos industriales y los Ingenieros industriales y con ello realizar un análisis de lo que se está requiriendo de estos profesionales en el mercado laboral. Se realiza el comparativo con industrial debido a que, la producción hace parte del núcleo básico de conocimiento Ingeniería industrial y afines.

En la siguiente tabla se logra identificar los perfiles en relación con los programas anteriormente citados, extraída desde bolsa de empleo LinkedIn.

Tabla 3 Perfiles LinkedIn

Bolsa de empleo	de	LinkedIn	Cargo	Ingeniero de planta Tecnólogo de planta
Profesión			Ingeniero en producción industrial y/o Tecnólogo en producción	
Perfiles			➤ Liderar procesos administrativos. ➤ Conocimientos en el sector de las confesiones, métodos y tiempos. ➤ Conocimiento en herramientas ofimáticas: Office (Excel, Word, Power Point). ➤ Conocimiento de maquinaria, uso de las tecnologías, manejo de Tablet. ➤ Registrar OC de clientes	
Requisitos			➤ Coordinación del proceso de demanda PVO con el área comercial y la oferta. ➤ Analizar y canalizar el plan de demanda. ➤ Realizar seguimiento de ejecución del plan de demanda y estimados de eventos. ➤ Monitorear y detonar acciones sobre el Inventario. ➤ Encargado de verificar la disponibilidad materia prima y aditivos necesarios para la producción programada. ➤ Encargado de verificar la calidad de la materia prima. ➤ Encargado de verificar la calidad del producto terminado, confirmando que cuente con los requisitos de calidad. ➤ Realizar mediciones de tiempos para la determinación de estándares (S.A.M). ➤ Mejorar los métodos de trabajo. ➤ Controlar que la producción se lleve de acuerdo con lo planeado (tiempo y especificaciones) en programa de producción.	

Fuente: elaboración propia con datos de las bolsas de empleo consultadas.

A continuación, se determinó los perfiles en relación con los programas anteriormente, extraída desde bolsa de trabajo de El empleo

Tabla 4 Perfiles El empleo

Bolsa de empleo	El empleo	Cargo	Ingeniero de planta Tecnólogo de planta
Profesión		Ingeniero en producción industrial y/o Tecnólogo en producción	
Perfiles		➤ Practicante de producción y Supervisión de producción. ➤ Tecnólogo e ingeniero en producción o industrial. ➤ Tecnólogo en productividad, procesos productivos, producción o producción industrial	
Requisitos		➤ Apoyar procesos productivos de la empresa. ➤ Supervisar y controlar las actividades del área asignada, cumpliendo con los estándares e indicadores de operación. ➤ Crear, imprimir y poner a disposición del personal los códigos de trazabilidad necesarios para cada OP.	

Fuente: elaboración propia con datos de las bolsas de empleo consultadas.

Tabla 5 Perfiles CompuTrabajo

Bolsa de empleo:	CompuTrabajo	Cargo	Ingeniero de producción Comercial Tecnólogo de producción Comercial
Profesión		Ingeniero en producción industrial y/ o Tecnólogo en producción	



Perfiles	➤ Supervisa el mantenimiento de las instalaciones productivas, vela por el correcto funcionamiento de maquinarias y equipos, así como por el desempeño diario de cada trabajador encargado de algún proceso productivo. ➤ Estudia cuáles son los métodos más efectivos para reducir el riesgo de incidencias con el flujo de materiales, pérdidas o deterioro. ➤ Planeación y programación de la producción (materia prima, máquina, personas), ➤ Automatización de procesos, manejo de Excel, manejo de inventarios entre procesos (producción-logística), manejo, monitoreo, control y seguimiento al programa del elemental. Realización de requisiciones, manejo de MRP Siesa. ➤ Garantizar la fiabilidad de los equipos y dispositivos de producción y logística ➤ Realizando el mantenimiento correctivo/preventivo con el fin de evitar paros de producción; y asegurar las especificaciones del proceso de producción para garantizar la calidad del producto terminado.
Requisitos	➤ Diagnosticar las dificultades del proceso productivo de los clientes a cargo, y definir las estrategias que le permitan mejorar sus resultados. ➤ Conocimientos sobre logística y mejoramiento de cadenas de suministro. ➤ Manejo de personal de producción y programación de entregas y despachos. ➤ Conocimiento de maquinaria industrial para el proceso productivo y garantizar el mantenimiento óptimo de las mismas. ➤ Conocimiento en neumática y mantenimiento industrial. ➤ Interpretación de manuales y planos. ➤ Diseño de máquina - Manejo de paquetes de diseño.

	➤ Electricidad básica. ➤ Construcción y análisis de indicadores de gestión. ➤ Presentar propuestas para mejorar los procesos, procedimientos y optimizar el proceso productivo en los talleres satélites. ➤ Programación de lotes de confección, corte y logística de entrega. ➤ Conocimientos específicos: Control estadístico de procesos, estadística básica, Indicadores de gestión, informática básica, sistemas de calidad, planeación y programación de producción, máquinas y herramientas, salud ocupacional.

Fuente: elaboración propia con datos de las bolsas de empleo consultadas.

A continuación, se hará énfasis en otras páginas de bolsas de empleo que fueron consultadas en la búsqueda de los perfiles ocupacionales para los egresados de la Tecnología e Ingeniería en producción, los sitios en la web que se consultaron como resultado de vigilancia fueron los siguientes:

- Jobrapido.com
- Hacendo.com
- Trabajos.com
- Locanto
- Indeed

En la consulta se obtuvo más resultado en el sitio **Locanto**, allí se encontraron ofertas de empleo que contribuyen al análisis de los perfiles más solicitados con lo cual se puede dar a conocer si el ITM (Instituto Tecnológico Metropolitano) está a la vanguardia de los solicitado en las empresas.

Asociamos los perfiles consultados en estas páginas.

Tabla 6 Otras bolsas de empleo.

Bolsa de empleo:		Cargo	
	➤ Hacendo.com ➤ Trabajos.com ➤ Locanto ➤ Indeed ➤ Jobrapido.com		➤ Ingeniero Industrial/producción Coordinador. ➤ Ingeniero o Tecnólogo Industrial Líder de planeación.



			➤ Tecnólogo En producción Sector De Confección Medellín. ➤ Tecnólogo En producción (Marketing, publicidad, RRPP)
Profesión		Ingeniero en producción industrial y/o Tecnólogo en producción	
Perfiles		➤ Empresa del sector textil busca a un ingeniero de producción o tecnólogo quien será el encargado del proceso y línea de corte, trazo, supervisar el proceso de inicio a fin de cargo. ➤ Persona con conocimientos en el área de carpintería. ➤ Importante empresa busca para su equipo de trabajo personal técnico o tecnólogo en calidad, producción o estudios afines, con experiencia en plantas de producción y calidad. ➤ Tecnólogo de producción con énfasis en confecciones en Medellín con estudios en tecnología en gestión de la producción industrial o afines.	
		➤ Conocimientos en procesos de manufactura de prendas de vestir en el área corte (conocer sobre, revisión, almacenamiento, organización de inventarios, recepción y empaque); programación de área de corte, trazo, extensión de la a, corte etiquetado y embalaje. ➤ Apoyo para coordinar y planear la planta de producción. ➤ Coordinar productos según su prioridad de fabricación.	

Requisitos

- Construir procesos del área de producción.
- Asesorar y apoyar al personal de las diferentes áreas de la empresa en la interpretación de los modelos referenciales aplicables y en el establecimiento e implementación de la documentación necesaria requerida para dar cumplimiento a dichos modelos.
- Verificar que se mantenga la integridad de los sistemas de gestión y propender por su mejora.
- Presentar propuestas para mejorar los procesos, procedimientos y optimizar el proceso productivo en los talleres satélites.
- Participar activamente en la solución de los inconvenientes presentados durante la cadena de producción.
- Hacer seguimiento, acompañamiento y solucionar inconvenientes que se lleguen a presentar al interior de la planta en maquinaria.
- Supervisar la elaboración del producto y la operatividad de la maquinaria.
- Tener conocimiento de toda la parte operativa de la planta.

Fuente: elaboración propia con datos de las bolsas de empleo consultadas.

2. Capítulo 2 Perfiles de egreso universidades

El análisis de los perfiles de egreso se realiza en Colombia, para ello se consulta (SNIES, 2022b) en lo concerniente a los programas académicos activos en el país, para este caso Ingeniería de producción, Tecnología en producción y Sistemas de producción. La consulta arroja los resultados que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 7 Oferta de Programas en Colombia

UNIVERSIDAD	PROGRAMA	DEPARTAM ENTO	MUNICIPIO	ACREDIT ADA ALTA CALIDAD	OFERT ADA	CODIGO SNIES
UNIVERSIDAD DISTRITAL-FRANCISCO JOSE DE CALDAS	INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN	Bogotá D.C.	Bogotá, D.C.	Si	Si	17632
UNIVERSIDAD EAFIT-	INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN	Antioquia	Medellín	Si	Si	1249
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ	INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN	Santander	Barrancabermeja			
UNIVERSIDAD EAN	INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN	Bogotá D.C.	Bogotá, D.C.			
INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO	INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN	Antioquia	Medellín			
INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO	TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN	Antioquia	Sabaneta			
INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO	TECNOLOGÍA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	Antioquia	Medellín			

Fuente: elaboración propia con datos de (SNIES, 2022b)

De acuerdo con lo anterior, es evidente que, la oferta de los programas es pequeña a nivel de país (7 es el total) sin embargo, es pertinente resaltar que, en los datos consultados el programa con una alta oferta en este núcleo básico del conocimiento es Ingeniería y Tecnología Industrial y/o producción Industrial, que de acuerdo con (SNIES, 2022b) se tiene una oferta de 187 ofertas académica en todo el país.

A continuación, se presenta la descripción de los perfiles de egreso de las universidades que cuentan con pregrados en Tecnología e Ingeniería de producción en Colombia.

2.1 UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas se encuentra localizada en la ciudad de Bogotá y es:

(...) ente autónomo del orden distrital, que tiene entre sus finalidades la formación de profesionales especializados y de ciudadanos activos; la producción y reproducción del conocimiento científico, además de la innovación tecnológica y la creación artística. Impulsa el diálogo de saberes y promueve una pedagogía, capaz de animar la reflexión y la curiosidad de los estudiantes; además, fomenta un espíritu crítico en la búsqueda de verdades abiertas; en la promoción de la ciencia y la creación; así mismo, de la ciudadanía y la democracia; y alienta la deliberación, fundada en la argumentación y en el diálogo razonado (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2022b).

La universidad tiene dentro de su oferta académica el programa de Ingeniería de Producción en ciclos propedéuticos con la Tecnología Gestión de la producción Industrial a continuación se describe el perfil de egreso.

Perfil de egreso Ingeniería de producción por ciclos



El perfil académico de Ingeniería de producción por ciclos propedéuticos ha sido formado para:

- Desarrollo de capacidades analíticas y críticas que le permitan la comprensión integral de la realidad, para que con un espíritu creativo y científico pueda transformarla favorablemente dando solución a los problemas existentes.
- Estímulo al trabajo en equipo como vía fundamental para la integración del individuo en los escenarios sociales de su área de desempeño, de modo que esté en capacidad de generar la sinergia necesaria que facilite su rol dentro de la empresa, a la vez que asume actitudes de liderazgo.
- Con una formación multidisciplinaria y una visión de conjunto, el Ingeniero de producción es un profesional que se encuentra en capacidad de liderar efectivamente los procesos de diseño, puesta en marcha y gestión de los sistemas productivos.
- Posee amplias capacidades analíticas y críticas que le permitan crear, desarrollar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico a la solución de problemas propios de la disciplina.
- Alta capacidad de interactuar al interior de equipos de trabajo interdisciplinarios, asumiendo en ellos roles de liderazgo.
- Posee conocimientos en gestión de organizaciones, planeación estratégica, toma de decisiones, gestión de costos de producción, gestión tecnológica, gestión de calidad, modelamiento matemático de sistemas de producción e interpretación estadística, gestión basada en enfoques por procesos, gestión humana, ambiental y de la producción, mantenimiento industrial, sistemas integrados de gestión, prospectivas tecnológicas y de mercados.
- Formación integral en emprendimiento, comprendida como la capacidad para formular y evaluar proyectos de inversión, recurrir a fuentes externas de financiamiento, crear y consolidar empresas (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2022a).

Perfil ocupacional del Ingeniero de producción por Ciclos

Se podrá desempeñar en áreas propias de la producción industrial, presentando competencias para el desarrollo de las actividades que se relacionan a continuación:

- **Área de gestión de producción, de prevención y mejoramiento ambiental:** Medición y mejoramiento de indicadores de productividad. Análisis de perfil tecnológico competitivo de las empresas y determinación de áreas estratégicas para su desarrollo. Informatización de la producción. Formulación y montaje de proyectos industriales. Evaluación de riesgos e impacto ambiental.



- **Área de gestión tecnológica:** Análisis, evaluación y mejora tecnológica de procesos industriales específicos. Liderazgo de procesos de innovación de productos o de procesos productivos. Dominio de las particularidades de la negociación tecnológica. Aplicación de métodos para la transferencia de tecnología.
- **Área de diseño de productos y procesos:** Diseño de prototipos, productos y procesos industriales, haciendo uso de herramientas de simulación y modelamiento. Aplicaciones de nuevos paradigmas tecnológicos que integren aspectos relacionados con diseño de producto, de proceso y control de procesos.
- **Área de automatización:** Evaluación de necesidades de racionalización, mecanización y automatización. Soporte en la formulación, montaje y seguimiento de procesos de automatización (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2022a).

2.2 UNIVERSIDAD EAFIT - MEDELLÍN, ANTIOQUIA, COLOMBIA

La universidad EAFIT es una universidad privada situada al sur de la ciudad de Medellín en el barrio El Poblado. Además, cuenta con sedes en Bogotá, Pereira, Cartagena y Rionegro. Su oferta académica consta de 25 pregrados, 44 especializaciones, 42 maestrías y 6 doctorados. En 2003, obtuvo del Ministerio de Educación la Acreditación Institucional, y desde 2010, cuenta con Acreditación Institucional de Alta Calidad como Institución de Educación Superior.

Dentro de su oferta académica se ofrece el pregrado en Ingeniería en producción, la cual es una disciplina que se encarga de operar y mejorar continuamente sistemas productivos y logísticos en las empresas de manufactura y servicios; sistemas que se encuentran conformados por personas, planta física, máquinas, procesos y dinero.

¿Cuál es el objetivo del pregrado en Ingeniería de producción?

Formar profesionales capaces de determinar la forma más efectiva de combinar personas, máquinas, materiales, información y energía para diseñar un proceso o elaborar un producto. Dominando de forma integral los diferentes aspectos de los procesos productivos y de servicios y que, con criterio creativo y dinámico, puedan plantear soluciones a las problemáticas que se les presenten en el medio (Universidad Eafit, 2022). Para lograr esto, los estudiantes cuentan con herramientas administrativas propias de la ingeniería, profundizando en temas como:

- Dirección de operaciones y logística
- Planeación y control de la dirección
- Manufactura
- Materiales



- Automatización

Perfil profesional

- Planear, programar y controlar la producción en un proceso tanto industrial como de servicios.
- Administrar y mejorar la cadena de suministro en una organización.
- Emprender ese servicio o producto que siempre te has imaginado.
- Liderar equipos de trabajo.
- Definir materiales, personal y equipos en los sistemas productivos.
- Mejorar los procesos de manufactura con técnicas modernas de producción.
- Crear procesos eficientes, productivos y rentables (Universidad Eafit, 2022).

2.3 INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ – BUCARAMANGA

UNIPAZ es una institución pública de educación superior comprometida en la búsqueda de la satisfacción del cliente y la formación integral de sus educandos, sustentada en la calidad de sus procesos, infraestructura adecuada, talento humano competente y la mejora continua como filosofía para la excelencia, propende por la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo de la región y el país en diversos escenarios, contribuyendo desde la socialización de los saberes a la paulatina conformación de una nueva cultura en un contexto de profundos contrastes: una región de grandes riquezas naturales y humanas con la mayor parte de su población en condiciones deplorables de pobreza; una región del Magdalena Medio con comunidades que enfrentan niveles de violencia superiores a los de todo el país. La cual dentro de sus programas académicos podemos encontrar el programa de Ingeniería en producción, ofertada para toda la población a nivel nacional (INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ, 2022a).

Perfil Profesional

El Ingeniero de producción de UNIPAZ diseña, innova, administra, controla y optimiza sistemas de producción de la industria manufacturera y de servicios, aplicando conocimientos de las ciencias y la ingeniería para contribuir a la solución de los problemas de productividad con calidad, sentido ético, liderazgo, conciencia social y ambiental (INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ, 2022b).

Perfil Ocupacional

El Ingeniero de producción egresado de UNIPAZ podrá desempeñarse como:

- Programadores de producción para la planeación y requerimiento de recursos para los procesos productivos.
- Profesional de ingeniería en diseño de plantas de manufactura y sistemas productivos y de servicios.
- Coordinadores de producción para la administración y operación de procesos productivos y de servicios.
- Supervisor de operaciones de optimización y automatización de sistemas de producción y de servicios.
- Gerentes de planta para el diseño, optimización y administración de sistemas de producción.
- Directores de manufactura para la planeación, administración, control de calidad y optimización de sistemas de producción.
- Jefes de manufactura para la operación de procesos productivos.
- Administradores de centros de distribución y almacenamiento de materias primas y productos terminados de la producción.
- Líder para la formulación, evaluación y ejecución de proyectos de inversión manufactureros y servicios (INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ, 2022b).

2.4 UNIVERSIDAD EAN - BOGOTÁ - PRIVADA

La Universidad EAN (originalmente las siglas de Escuela de Administración de Negocios) es una universidad privada colombiana con domicilio en la ciudad de Bogotá.

Dentro su oferta académica institucional cuenta con el programa de pregrado en Ingeniería de producción de manera virtual y presencial.

A continuación, se realiza una descripción del perfil de egreso:

Perfil de egreso

¿Qué hace y en qué se desempeña un Ingeniero de producción?

Habilidades

- Los ingenieros de producción de la Universidad EAN Implementan procesos sostenibles, teniendo en cuenta la creación de ventaja competitiva a través de la planificación, estrategia, calidad y control de la manufactura, vinculándose al equipo trabajando con ingenieros de diversas disciplinas.
- Los Ingenieros de producción son profesionales integrales que está en la capacidad de analizar, diseñar, implementar, optimizar, administrar, controlar y mantener procesos, sistemas de producción y de servicios, en el marco del emprendimiento sostenible.

- Los Ingenieros de producción son pensadores analíticos y creativos que trabajan para producir bienes de alta calidad de manera eficiente utilizando materiales industriales y sistemas modernos de fabricación, ensamble, automatización y operaciones.
- Los Ingenieros de producción planificarán y programarán la producción en cualquier industria manufacturera y de servicios, comprende desde la selección de materia prima y/o requerimientos hasta el diseño logístico para su desarrollo y entrega.
- Los Ingenieros de producción se encargan del desarrollo de nuevos métodos de fabricación, técnicas, herramientas y equipos utilizando la tecnología para mejorar la calidad del producto y reducir los costos de fabricación.

Perfil ocupacional

- Consultor en la reconversión de procesos industriales enfocado en la sostenibilidad.
- Gerente de Manufactura que desarrolla productos y procesos Industriales.
- Gerente de planta encargado de manejar y mejorar continuamente sistemas productivos y logísticos.
- Gerente de producción que organiza y controla recursos para la transformación en productos, bienes y servicios industriales.
- Jefe de Operaciones aplicando herramientas para aumentar la eficiencia del sistema de producción.
- Investigación para el desarrollo de tecnologías en manufactura (UNIVERSIDAD EAN, 2022).

2.5 POLITECNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA - MEDELLÍN, ANTIOQUIA

Es una Institución de educación superior estatal de vocación tecnológica, que con su talento humano ofrece una formación integral con programas de calidad en pregrado y posgrado, apoyados en la gestión del conocimiento de base científica; promovemos acciones innovadoras desde la investigación y la proyección social, para contribuir al desarrollo económico, social y ambiental de Antioquia y Colombia (Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 2022b).

Se trae al análisis el programa del **POLITECNICO COLOMBIANO JAIME ISAZA CADAVID** Ingeniería de productividad y Calidad por la relación directa con la Ingeniería de producción.

Para ello, se presentan los perfiles que dan cuenta de la relación de este programa con la Ingeniería de Producción.



Perfil profesional

El Ingeniero de Productividad y Calidad del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid es un profesional integral y competente para gestionar la productividad y la calidad en todas las áreas de los sistemas organizacionales, mediante el diseño, planeación, ejecución, control y mejoramiento de los procesos, con criterios de responsabilidad social, equidad, transparencia y respeto, en un marco de desarrollo sustentable (Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 2022a).

Perfil Ocupacional

El profesional en Ingeniería de productividad y Calidad puede desempeñarse como gerente, director, jefe, coordinador, analista y asistente en áreas de calidad, producción y logística en las organizaciones públicas y privadas, productoras de bienes y servicios; además puede ser consultor y asesor empresarial (Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 2022a).

Finalmente, se realiza un rastreo de los programas de Ingeniería Industrial, todo ello debido a que, la Ingeniería de producción hace parte del núcleo básico del conocimiento Ingeniería Industrial y afines.

A continuación, se presentan perfiles de Ingeniería Industrial de las universidades más representativas a nivel nacional:

2.6 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN, ANTIOQUIA

La Universidad Nacional de Colombia es una institución de educación superior de ámbito público cuya funcionalidad está a nivel nacional ofertando dentro de sus programas académicos de pregrado el programa de Ingeniería Industrial, el cual se ofrece en la sede Bogotá y la Facultad de Minas de la sede Medellín.

La Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín es una de las más prestigiosas instituciones de formación en ingeniería del país, desde su creación y hasta hoy, ha tenido una fuerte participación en la actividad social, cultural, económica colombiana, específicamente en el área de ingeniería (Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2022).

Para el análisis del perfil de egreso, se toma como referencia el programa de la sede Medellín de Facultad de Minas.

A continuación, se describe los perfiles del Ingeniero Industrial de la Facultad de Minas.



Perfil Profesional

El Ingeniero Industrial de la Facultad de Minas se debe desenvolver simultáneamente en cuatro grandes áreas:

- Sistemas de producción.
- Sistemas de información.
- Administración del talento humano.
- Análisis y evaluación integral de proyectos (Universidad Nacional Sede Medellín, 2022)

Estas áreas sintetizan las competencias profesionales y de formación básicas del programa de Ingeniería Industrial. La flexibilidad curricular permite que los estudiantes profundicen en temas específicos, como Ingeniería de software, estadística, economía, finanzas, producción, investigación de operaciones y mercado de valores. El Ingeniero Industrial de la Facultad de Minas ve la producción con un enfoque sistémico de mejoramiento continuo, esta visión de conjunto le permite tomar decisiones mucho más acertadas en el contexto actual de globalización para lograr una mayor competitividad de la industria y por lo tanto aportar al desarrollo económico del país. Las áreas de desempeño para los profesionales en Ingeniería Industrial de la Facultad de Minas son:

- **Relaciones Industriales:** administración de la relación empleador – trabajador, salud ocupacional, contratación, evaluación de productividad y costeo de los factores productivos.
- **Diseño Industrial:** soluciones en creación, desarrollo y rediseño de nuevos productos y procesos de producción, a nivel industrial y de planta, gerencial en administración y mercadeo, en estrategia de operaciones, logística y de abastecimiento y distribución.
- **Ingeniería de producción:** desarrollo de técnicas y métodos de trabajo, estudio de tiempos y movimientos de organización, diseño y planeación de sistemas productivos, programación de la producción, administración y control de calidad.
- **Logística:** en gestión logística, administración y políticas de inventarios, diseño de bodegas; administración de la cadena de abastecimiento de la empresa (supply chain management), por líneas de producto o unidad estratégica de negocio (UEN), y de la cadena de distribución, Incoterms y logística para el comercio internacional.
- **Investigación de operaciones y sistemas:** investigación de operaciones, asignación óptima de recursos en producción, costeo de lotes de producción y de los recursos asignados, pronósticos y probabilidades de falla en operaciones, determinación de puestos y tiempos de servicio en colas, políticas de pedido, aplicaciones matemáticas para la toma de decisiones.
- **Seguridad industrial:** diseño e implementación de sistemas de seguridad industrial, evaluación de riesgos y peligros ambientales, administración de programas de salud ocupacional y diseño de mapas de riesgo.



- **Gerencia y evaluación de proyectos:** estructuración del proyecto, análisis del proceso de inversión y su financiamiento; determinación del ciclo del proyecto, costeo del proyecto y criterios de evaluación financiera en diferentes escenarios (Universidad Nacional Sede Medellín, 2022)

2.7 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA – UTP – PEREIRA, RISARALDA

La Universidad Tecnológica de Pereira, es un ente universitario autónomo del orden nacional y pública, con régimen especial, con personería jurídica, autonomía administrativa, académica, financiera y patrimonio independiente, vinculado al Ministerio de Educación Nacional, cuyo objeto es la educación superior, la investigación y la extensión.(UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, 2022)

Dentro de sus programas académicos se oferta el pregrado en Ingeniería Industrial adscrito a la Facultad de Ingenierías, en los cuales se pueden analizar los perfiles de egreso descritos a continuación.

Perfil de Formación

El Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, es una persona competente para:

- Liderar, administrar, controlar y gestionar toda clase de organizaciones del sector público o privado, bajo los más estrictos principios de la ética, la moral y la responsabilidad social.
- Participar en grupos inter y transdisciplinarios dentro del contexto local, nacional e internacional, comprometido con el desarrollo del país.
- Aplicar soluciones a problemas complejos, empleando herramientas y métodos de optimización en la búsqueda del mejoramiento de la productividad, la calidad y la competitividad.
- Investigar, innovar y desarrollar procesos para la producción y distribución de bienes o prestación de servicios en toda clase de organizaciones, buscando los más altos rendimientos económicos, financieros y de impacto social.
- Perfilar su profesión hacia niveles superiores de formación(UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA – UTP, 2022)

Perfil Profesional

El Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, estará en capacidad de desempeñar las siguientes actividades:

- **Investigador:** Realizar investigación sobre problemas complejos que se presentan en la organización o su entorno utilizando los conocimientos adquiridos.



- **Directivo Administrativo:** Dirigir, administrar y/o controlar cualquier tipo de organización del sector público o privado buscando una utilización eficiente y efectiva de los recursos empleados en los procesos. Trabajar con equipos inter y multidisciplinarios en el logro de objetivos, metas y resultados de acuerdo con las políticas establecidas por la organización respetando la constitución, la ley y el entorno sobre el que actúa.
- **Directivo de producción:** Diseñar, desarrollar, analizar, controlar y manejar procesos generadores de productos o servicios.
- **Directivo Comercial, de logística y Mercadeo:** Establecer planes estratégicos de mercadeo para el corto, mediano y largo plazo, soportados en indicadores de gestión e investigaciones sobre el mercado, empleando técnicas cualitativas y cuantitativas.
- **Directivo financiero:** Analizar, validar, auditar y diagnosticar situaciones empresariales con base en estados e información financiera teniendo en cuenta las inversiones en el corto, mediano y largo plazo
- **Directivo de investigación de operaciones y estadística:** Diseñar, desarrollar y solucionar problemas para situaciones que implican la optimización de una función sujeta a restricciones usando técnicas variadas de programación matemática y recursos computacionales.
- **Empresario:** Crear negocios con altos niveles de productividad, rentabilidad y calidad que contribuyan al desarrollo social, económico y político del país, generando empleo y con respeto al medio ambiente (UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA – UTP, 2022)

2.8 UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - MEDELLÍN, ANTIOQUIA

La Universidad de Antioquia es una institución de educación superior de carácter público a nivel departamental ubicada en la ciudad de Medellín y con sedes en todo el departamento de Antioquia, cuya finalidad es formar estudiantes íntegros con el fin de influir en todos los sectores sociales mediante actividades de investigación, docencia y extensión. La investigación y la docencia constituyen los ejes de la vida académica y ambas se articulan con la extensión para lograr objetivos de carácter académico y social (Universidad de Antioquia, 2022a).

Dentro de sus programas académicos podemos encontrar el pregrado en Ingeniería Industrial ofertado dentro de la facultad de Ingenierías, en ambas modalidades de manera virtual y presencial.



A continuación, se describen los perfiles profesionales y ocupacionales para los egresados de este programa

Perfil profesional.

- Planear, programar y controlar la producción de bienes y servicios de acuerdo con las capacidades de la organización y las exigencias del mercado.
- Diseñar y gestionar el sistema logístico de la organización o relativo a proveedores, almacenamiento, transporte y distribución teniendo en cuenta las exigencias de los clientes.
- Gestionar el sistema de calidad en lo relativo al diseño, normalización, estandarización, mejoramiento y certificación de los procesos teniendo en cuenta las políticas de la organización y las normas internacionales de calidad.
- Diseñar métodos de trabajo, estandarizar tiempos y definir sistemas de incentivos con criterios de productividad, calidad, ergonomía y salud ocupacional.
- Formular y evaluar proyectos de inversión con criterios de rentabilidad, liquidez y riesgo.
- Formular, desplegar, monitorear y evaluar planes estratégicos de la organización de acuerdo con el diagnóstico de las condiciones internas y de la competencia.
- Analizar y presupuestar las finanzas de la organización en lo referente a su financiación, rentabilidad y liquidez teniendo en cuenta los estados financieros y el mercado de valores (Universidad de Antioquia, 2022b)

2.9 UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO - BARRANQUILLA, ATLÁNTICO

La Universidad del Atlántico es una institución de educación superior del orden público, está localizada en la ciudad de Barranquilla, capital del Departamento del Atlántico. Fue gestada por el filósofo Julio Enrique Blanco, quien, en su empeño por la educación pública como requisito de mayoría de edad del pueblo costero, diseñó y puso en marcha este claustro de educación superior (Universidad del Atlántico, 2022a).

En sus programas de educación ofertados se encuentra el pregrado en Ingeniería Industrial, programa adscrito a la facultad de Ingenierías, a continuación, se presentan los perfiles para los egresados de este programa.

Perfil de formación

El perfil ocupacional del egresado del programa de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Atlántico le brinda un abanico amplio de opciones ya que cuenta con la capacidad para desempeñarse en los muchos sectores



organizacionales ya sea en la empresa privada o en el sector público (Universidad del Atlántico, 2022b)

Los principales campos de acción profesional de desempeño de los ingenieros industriales de la Universidad del Atlántico durante su ejercicio profesional y sus respectivas actividades centrales son:

Como Independiente:

- Gestión de su propio negocio
- Consultoría y asesoría técnica en ingeniería industrial
- Realización y apoyo a la investigación en el área

Como Dependiente:

- Gestión de la calidad de productos, procesos y servicios.
- Diseño de procesos.
- Gestión financiera.
- Diseño de sistemas de información.
- Gestión del talento humano.
- Producción y procesos de manufactura y servicios.
- Gestión estratégica de las organizaciones.
- Ingeniería de tiempos y movimientos.
- Gestión del mercadeo.
- Formación y capacitación.
- Gestión de la tecnología.
- Seguridad industrial y salud ocupacional.
- Logística.
- Formulación, evaluación y ejecución de proyectos (Universidad del Atlántico, 2022b)

2.10 UNIVERSIDAD DEL VALLE - CALI, VALLE DEL CAUCA

La Universidad del Valle tiene como misión formar en el nivel superior, mediante la generación, transformación, aplicación y difusión del conocimiento en los ámbitos de las ciencias, la técnica, la tecnología, las artes, las humanidades y la cultura en general. Atendiendo a su carácter de universidad estatal, autónoma y con vocación de servicio social, asume compromisos indelegables con el desarrollo de la región, la conservación y el respeto del medio ambiente y la construcción de una sociedad más justa y democrática (Universidad del Valle, 2022a).

Dentro de sus pregrados incluyen programas de formación tecnológica y profesional, allí se oferta la carrera en Ingeniería Industrial perteneciente a la facultad de Ingenierías.

A continuación, se exponen los perfiles de egresados de este programa.



Perfil de egreso.

Las principales actividades profesionales realizadas por nuestro Ingeniero Industrial son:

- Determinar, analizar e implementar alternativas y metodologías para la modernización y tratamiento de problemas complejos asociados a la organización, planificación, operación y control de los sistemas de producción generadores de bienes y servicios.
- Aplicar técnicas de mejoramiento de procesos, procedimientos y actividades relacionadas con la ingeniería de métodos y la medición del trabajo, buscando el mayor y mejor impacto posible sobre la productividad de cualquier tipo de organización.
- Evaluar financiera y económicamente la factibilidad de proyectos relacionados tanto con el desarrollo de las organizaciones como al surgimiento de nuevos negocios. Igualmente podrá gerenciar tales proyectos con eficiencia y eficacia.
- Liderar procesos de cambio a todo nivel en las organizaciones, teniendo en cuenta el talento humano.
- Evaluar y gestionar el cambio tecnológico y la innovación, para contribuir a la productividad y competitividad de las organizaciones.
- Diseñar y optimizar cadenas y redes de suministro regionales e internacionales, de bienes o servicios, a través de la localización última de plantas y centros de distribución, y el análisis, modulación y mejoramiento de los sistemas de procesamiento de órdenes, gestión de compras y proveedores, almacenamiento y distribución, gestión de inventarios, transporte y servicio al cliente, incluyendo las actividades básicas de la logística regresiva y sus implicaciones medioambientales. (Universidad del Valle, 2022b).

2.11 UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - BUCARAMANGA, SANTANDER

La Universidad Industrial de Santander es una institución pública que forma ciudadanos como profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovadores; apropia, utiliza, crea, transfiere y divulga el conocimiento por medio de la investigación, la innovación científica, tecnológica y social, la creación artística y la promoción de la cultura; construye procesos colaborativos y de confianza social para la anticipación de oportunidades, el reconocimiento de retos y la construcción de soluciones a necesidades propias y del entorno. Este obrar institucional, dinamizado con redes diversas y abiertas de conocimiento y aprendizaje, busca el fortalecimiento de una sociedad democrática, participativa, deliberativa y pluralista, con justicia y equidad social, comprometida con la preservación del medio ambiente y el buen vivir (UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2022b).



Dentro de la oferta educativa la UIS ofrece el programa de pregrado en Ingeniería Industrial adscrita a la Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas.

A continuación, se describe los perfiles de egreso para este programa.

Perfil Egresado

El Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander, es una persona que aplica su creatividad y conocimiento de ingeniería para identificar y resolver problemas con propuestas innovadoras que incrementen la competitividad de las organizaciones. Se dedica al análisis, el diseño, la planeación y el control de procesos, bajo un enfoque de optimización considerando los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales (UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2022a).

- El Ingeniero Industrial de la UIS debe desarrollar competencias que le permitan:
- Diseñar, emprender, dirigir, mejorar e innovar procesos generadores de bienes y servicios, para incrementar la productividad y la rentabilidad de las organizaciones respetando al ser humano y su entorno.
- Aplicar los conocimientos adquiridos sobre ciencias básicas e ingeniería en el diagnóstico y solución de problemas en las organizaciones bajo principios éticos y el marco regulatorio del país.
- Gestionar procesos teniendo en cuenta criterios técnicos, tecnológicos y científicos para generar bienes y servicios de altos estándares de calidad.
- Administrar los recursos económicos de la organización realizando una gestión oportuna para obtener mayores niveles de rentabilidad.
- Liderar organizaciones del sector público y privado, por medio del trabajo efectivo de equipos aplicando los principios de la teoría de comunicación oral y su conocimiento en un segundo idioma impactando el medio local, nacional e internacional.
- Ser estratega desde la formulación hasta la ejecución de los planes y proyectos en los cuales participe.
- Buscar permanentemente el pleno desarrollo de sus potencialidades con compromiso social (UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, 2022a)

2.12 PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA – BOGOTÁ DC, CUNDINAMARCA

Es una universidad colombiana, que fue fundada y es regentada por la Compañía de Jesús. Es una Universidad Católica y Pontificia, de carácter privado, que ejerce su autonomía dentro del orden jurídico y teniendo en cuenta su relación con la Santa Sede, con la Iglesia Católica en Colombia y con la Compañía de Jesús, profesamos la libertad de docencia, investigación y expresión, a la vez que procuramos que todos participen pensando y actuando, no que todos piensen y actúen de la misma manera, dentro del



pluralismo ideológico y el ecumenismo religioso que tienen cabida en sus claustros (Pontificia Universidad Javeriana, 2022b).

Dentro de la oferta educativa, la universidad Pontificia Javeriana ofrece el programa de pregrado en Ingeniería Industrial adscrita a la facultad de Ingenierías.

A continuación, se describe los perfiles de egreso para este programa.

Perfil profesional

- Trabajarás en empresas privadas, públicas, fundaciones o en tu propio emprendimiento, y en áreas diversas como mercadeo, finanzas, producción, planeación, analítica, distribución, abastecimiento y calidad.
- Diseñar, optimizar y gestionar sistemas de producción integrada y de prestación de servicios asegurando su desempeño, confiabilidad y sostenibilidad, haciendo uso de laboratorios de clase mundial. Desarrollarás capacidades para integrar de manera efectiva, personas, información, materiales, equipos, procesos y energía, para alcanzar los objetivos organizacionales. Liderarás equipos interdisciplinarios y desarrollarás una visión innovadora, responsable social y ambientalmente (Pontificia Universidad Javeriana, 2022a)

2.13 UNIVERSIDAD DE LOS ANDES - BOGOTÁ, CUNDINAMARCA

La Universidad de los Andes es una institución autónoma de orden privado, independiente e innovadora que propicia el pluralismo, la tolerancia y el respeto de las ideas; que busca la excelencia académica e imparte a sus estudiantes una formación crítica y ética para afianzar en ellos la conciencia de sus responsabilidades sociales y cívicas, así como su compromiso con el entorno (Universidad de los Andes, 2022a).

Dentro de la oferta educativa, la universidad de los Andes ofrece el programa de pregrado en Ingeniería Industrial adscrita a la facultad de Ingenierías.

A continuación, se describe los perfiles de egreso para este programa.

Perfil del Egresado

El programa de Ingeniería Industrial forma profesionales en Ingeniería que pueden enfrentar cualquier tipo de problema relacionado con la gestión empresarial, incluyendo las áreas financieras, administrativas, producción y operaciones, que le permitan desenvolverse en campos de diversa índole. El programa de Ingeniería Industrial forma profesionales con capacidad de decisión, que contribuyen al desarrollo del país. Por lo general, estos profesionales se desempeñan en empresas del sector público, privado o



crean su propia empresa, en cualquiera de las áreas de la organización. En particular, se destaca su fortaleza en las áreas financiera, de gestión organizacional, producción y matemática aplicada (Universidad de los Andes, 2022b)

2.14 INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO - MEDELLÍN, ANTIOQUIA

Somos una institución universitaria de carácter público con 83 años de existencia, de tradición y estrecha relación con el sector empresarial. Tenemos presencia en la ciudad de Medellín y en diferentes municipios del departamento de Antioquia a donde llevamos nuestra oferta de acuerdo con las necesidades y vocación productiva de las regiones. Nuestra oferta académica se desarrolla en dos facultades: Ingeniería y producción y Diseño. Esta oferta se fortalece además con las diferentes estrategias que se ejecutan desde la Escuela de Pedagogía y la Unidad de Educación Digital (INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO, 2022a).

Dentro de la oferta educativa de la Institución Universitaria Pascual Bravo, ofrece el programa de pregrado en Ingeniería Industrial adscrita a la facultad de Ingenierías.

A continuación, se describe los perfiles de egreso para este programa.

Perfil profesional.

El Ingeniero Industrial es un profesional responsable técnica y socialmente, comprometido con el desarrollo industrial de la región y del país, que se encuentra en capacidad de diseñar y gestionar, apoyado en su capacidad de investigación y análisis, sistemas de planeación, programación y control de la producción en las organizaciones, sistemas de inventario, logísticos y de distribución, de analizar y llevar a cabo proyectos de carácter financiero y ambiental y de intervenir en los programas y procesos de calidad y mantenimiento de la industria, por medio de técnicas matemáticas, científicas y estadísticas, y de gestionar los recursos humanos de acuerdo a metas e indicadores, sirviéndose para ello de estudios y herramientas que potencian la relación de recursos financieros, administrativos, físicos y humanos para aumentar la productividad de la industria en que se desempeña (INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO, 2022b)

Perfil ocupacional.

El Ingeniero Industrial interviene los sistemas industriales, comerciales y de servicios en el contexto de los sistemas de transformación de dichos bienes y servicios, para la toma de decisiones y su operación eficiente, con responsabilidad social, técnica, económica y ambiental (INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO, 2022b).



3. Capítulo 3. Observatorios Laborales

En la búsqueda se consultaron diferentes observatorios laborales, dentro de estos se encuentran los que se describen a continuación:

3.1 Observatorio laboral del Sena

Este observatorio arroja estadísticas globales del estado del empleo en Colombia, además cuenta con la Agencia Pública de Empleo Sena, agencia de la cual se consultaron ofertas que permitieron realizar análisis del mercado laboral para los Ingenieros y Tecnólogos de Producción.

3.2 Observatorio del DANE

Aquí se realizan las estadísticas del mercado laboral del país, donde se muestran las diferentes tasas tanto de desempleo como de ocupación de forma global. Además de un análisis demográfico de la población en edad de trabajar.

Los datos de este observatorio no fueron objeto de análisis, ya que, solo realizan estudios de forma global y no por sectores económicos.

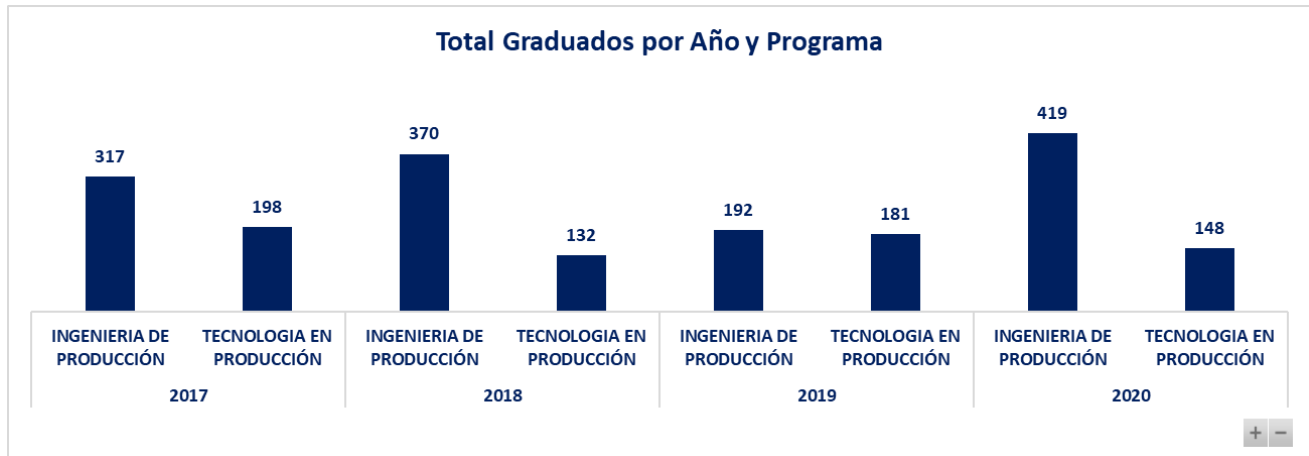
3.4 Observatorio Laboral para la Educación.

Se realizan consultas en el SNIES¹, aquí se investiga la información de los graduados de los programas objeto de análisis y con ello realizar un cruce con los datos arrojados por el Observatorio Laboral para la Educación, que muestra los empleados dependientes por carreras según programa académico y el salario devengado por dichos profesionales.

Las gráficas que se presentan a continuación muestran datos cuantitativos de lo anteriormente descrito.

¹ Sistema Nacional de Información de la Educación Superior.

Gráfico 1 Total, Graduados por Año y Programa



Fuente: elaboración propia con datos de (SNIES, 2022a)

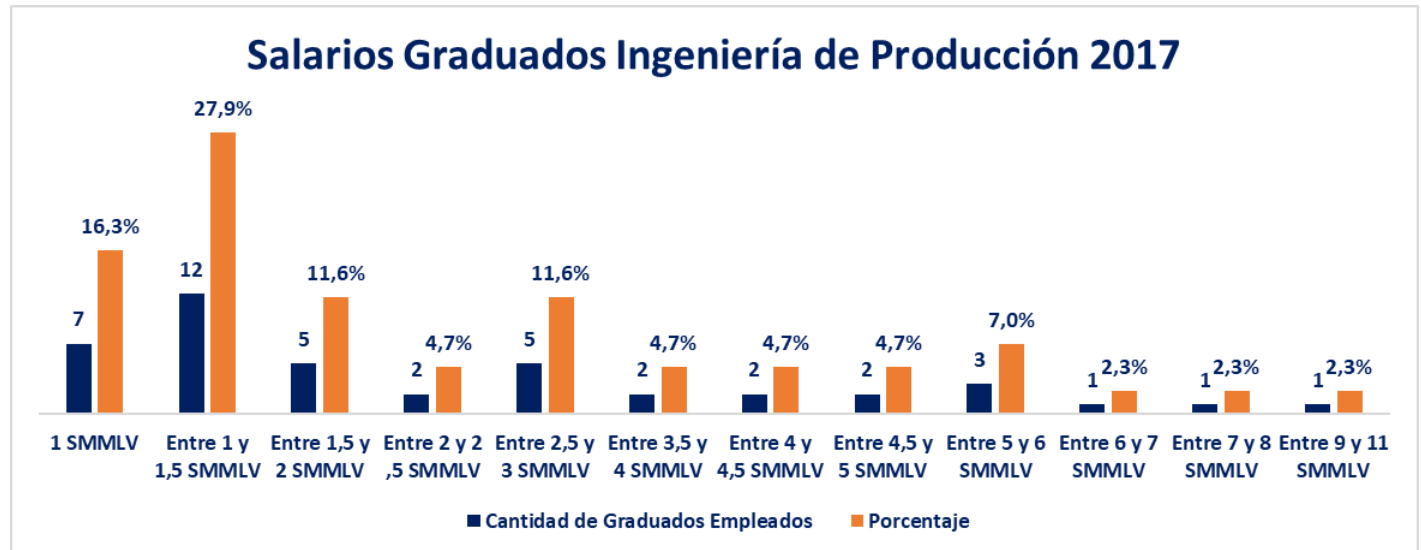
La grafica anterior muestra el total de graduados desde 2017 a 2020 para los programas de ingeniería y Tecnología en producción, como se observa en la gráfica, el mayor número de graduados es tendencia en la ingeniería, con un promedio de 324 graduados en el periodo analizado.

Lo anterior, es de vital importancia, en especial, que sea mayor el número de graduados de ingeniería para el análisis que se realiza más adelante con respecto a la vinculación laboral y los salarios devengados.

A continuación, se presentan las gráficas que describen los salarios de los graduados vinculados laboralmente por año. Con estos datos lo que se realiza es el cruce con respecto a los que se gradúan y de esta forma evidenciar la vinculación laboral de estos profesionales.

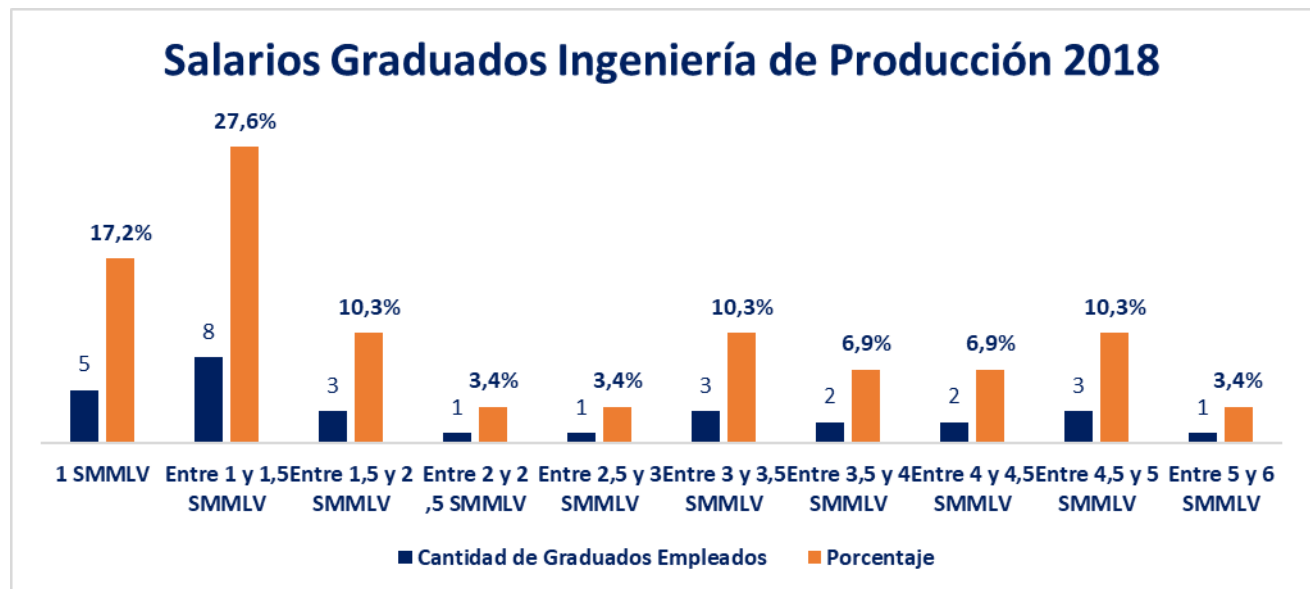
Gráficos de Ingeniería en producción

Gráfico 2 Salarios graduados vinculados laboralmente 2017 Ingeniería de producción



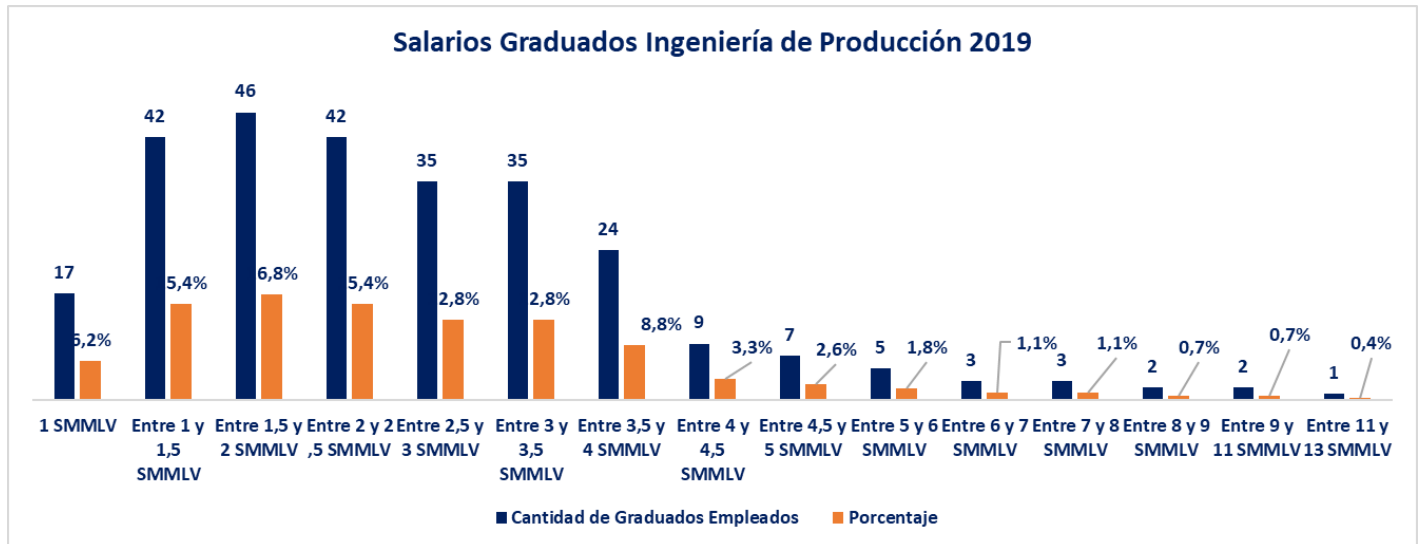
Fuente: elaboración propia con datos de (Ministerio de Educación, 2022)

Gráfico 3 Salarios graduados vinculados laboralmente 2018 Ingeniería de producción



Fuente: elaboración propia con datos de (Ministerio de Educación, 2022)

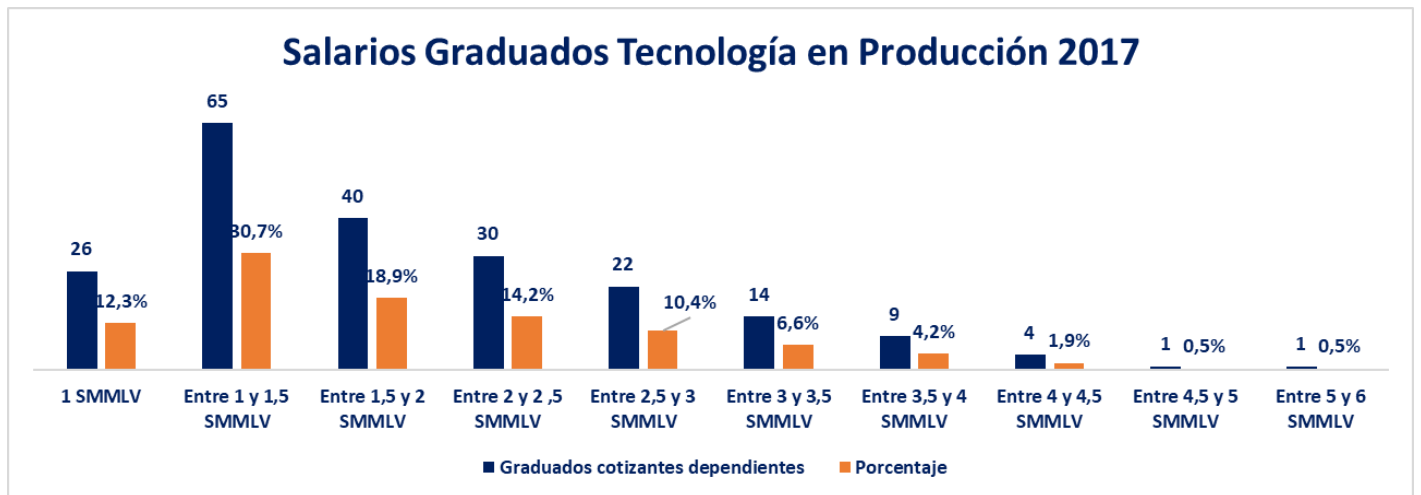
Gráfico 4 Salarios graduados vinculados laboralmente 2019 Ingeniería de producción



Fuente: elaboración propia con datos de (Ministerio de Educación, 2022)

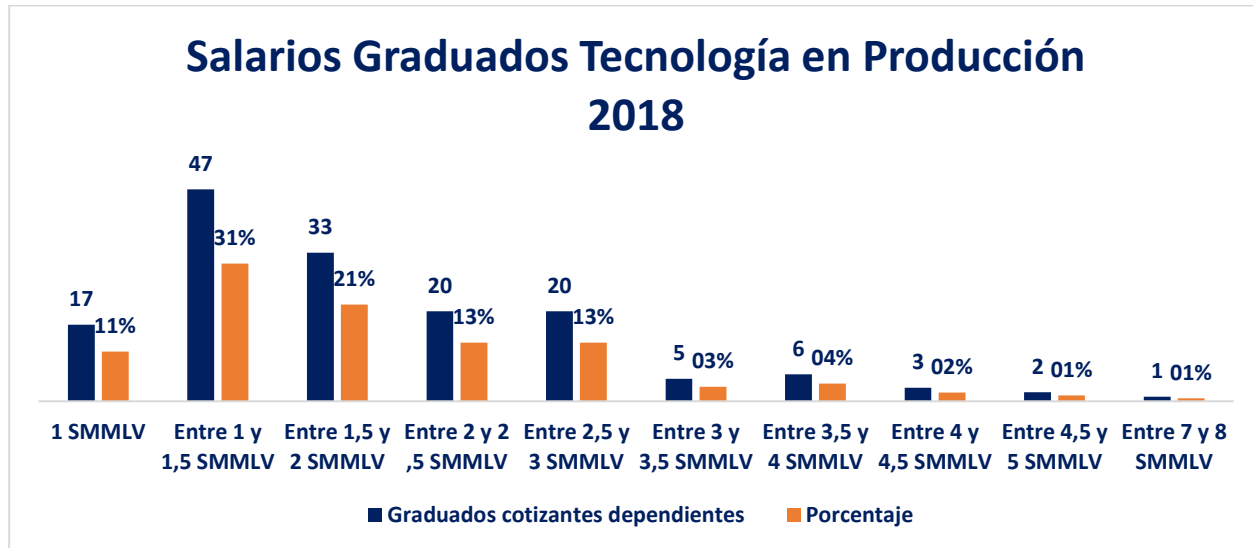
Gráficos de Tecnología en producción

Gráfico 5 Salarios graduados vinculados laboralmente 2017 Tecnología en producción



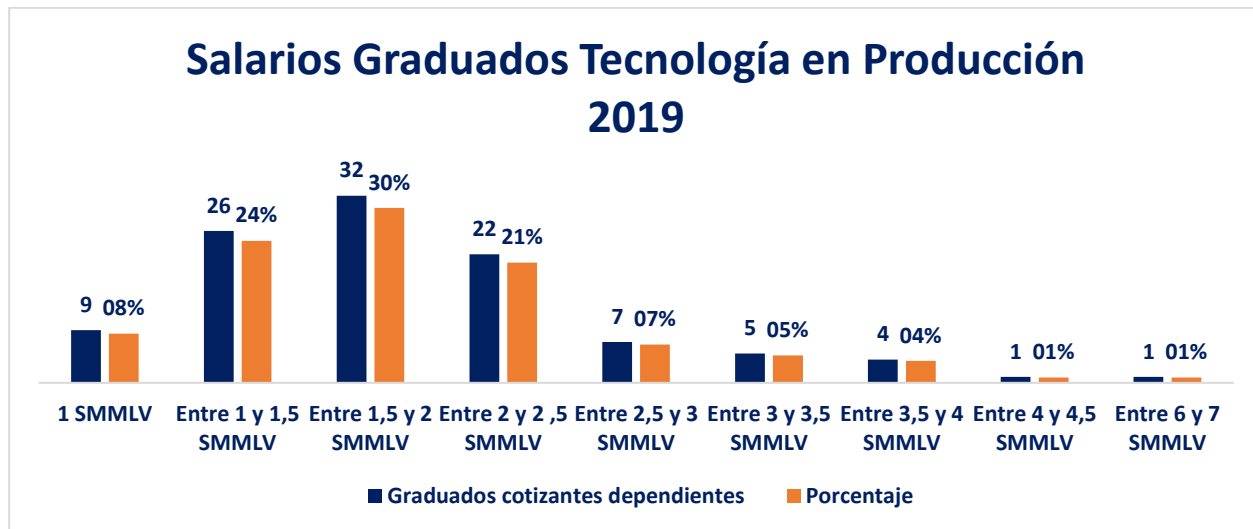
Fuente: elaboración propia con datos de (Ministerio de Educación, 2022)

Gráfico 6 Salarios graduados vinculados laboralmente 2018 Tecnología en producción



Fuente: elaboración propia con datos de (Ministerio de Educación, 2022)

Gráfico 7 Salarios graduados vinculados laboralmente 2019 Tecnología en producción



Fuente: elaboración propia con datos de (Ministerio de Educación, 2022)

Como se evidencia en las gráficas anteriormente presentadas, el salario promedio tanto para los Tecnólogos y los Ingenieros de Producción oscila entre 1.5 y 3 SMMLV², es decir, que no se presenta diferencia representativa entre el salario del Ingeniero con respecto al Tecnólogo. Además, los salarios que están devengando estos profesionales

² Salario mínimo mensual legal vigente

son bajos en especial para el ingeniero debido a que, su formación académica amerita un salario con mejores condiciones.

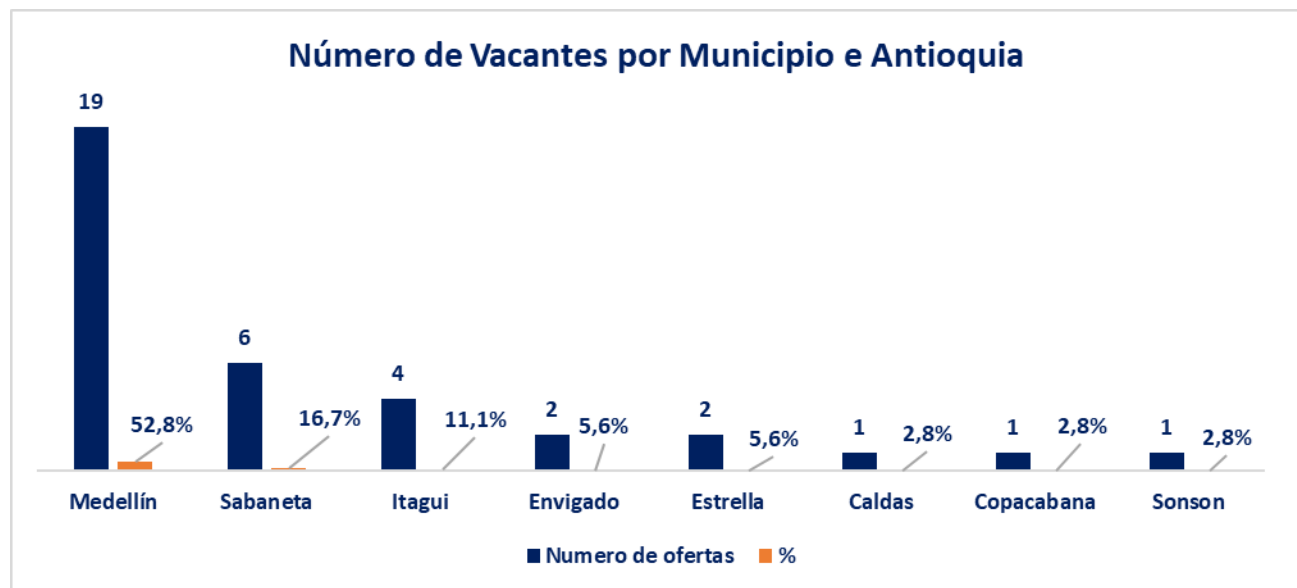
Es importante resaltar que, el mayor número de graduados según lo presentado en la gráfica de los graduados por año son los ingenieros, esto permite concluir que, hay más ingenieros que tecnólogos con salarios bajos, lo que también permite enunciar que, el mercado laboral para esta profesión se encuentra en condiciones poco favorables.

Capítulo 4 Hallazgos y recomendaciones

4.1 Ofertas de empleo Antioquia.

Dentro de la búsqueda realizada de los perfiles ocupacionales para Tecnólogos en producción, Sistemas de producción³, Ingeniería de producción, Tecnología Industrial e Ingenieros Industriales en el departamento de Antioquia, se evidenció lo presentado en el grafico siguiente:

Gráfico 8 Número de vacantes por Municipio e Antioquia



Fuente: elaboración propia con datos de las bolsas de empleo consultadas descritas en los apartados anteriores.

Como se evidencia en el gráfico, en Medellín y su área metropolitana es donde se encuentra la mayor demanda de los profesionales de esta área del conocimiento, esto está asociado a que, Medellín es la capital y la zona con mayor desarrollo en el departamento.

³ Según (SNIES, 2022) para el ITM el programa de Tecnología en Producción cambia de denominación a Tecnología en Sistemas de Producción.

Por otro lado, se evidenció una similitud en los perfiles para los Tecnólogos e Ingenieros de producción con los Tecnólogos e Ingenieros Industriales y con ello se observa que, el mercado laboral hace énfasis en la industria y los procesos productivos, donde salen funciones relacionadas al perfil de los Tecnólogos e Ingenieros de producción, todo ello, debida a que, esta profesión hace parte del núcleo básico del conocimiento en Ingeniería industrial y afines. Es de resalta que, sobresalen los conocimientos y los perfiles del Tecnólogo o Ingeniero Industrial, ya que, en los requisitos de las ofertas laborales predominan las solicitudes de Tecnólogos e Ingenieros industriales⁴

En la tabla siguiente se presenta un resumen de lo antes descrito.

Tabla 8. Comparativa⁸ de ofertas laborales Tecnología e ingeniería industrial y producción.

Cargo	➤ Ingeniera de producción. ➤ Ingeniero/a de producción - con experiencias. ➤ Supervisor en producción. ➤ Ingeniero Industrial. ➤ Ingeniero Industrial Control De Procesos.
Profesión	Ingeniero industrial y Tecnólogo Industrial y/o producción
Perfiles	➤ Ingeniero o Tecnólogo en carreras industriales o producción. ➤ Ingeniero de producción o tecnólogo en producción industrial. ➤ Tecnología o Ingeniería en carreras industriales, producción, o afines. ➤ Ingeniero industrial, ingeniero en producción o afines

⁴ En las distintas bolsas de empleo la gran mayoría de ofertas siempre se describen así: Se solicita ingeniero o tecnólogo industrial y/o de producción y carreras afines (calidad, alimentos, química)

Requisitos

- Asiste, apoya y revisa la preparación del proceso de producción (Inspección diaria a la planta de producción).
- Encargado de verificar la disponibilidad materia prima y aditivos necesarios para la producción programada.
- Encargado de verificar la calidad del producto terminado, confirmando que cuente con los requisitos de calidad.
- Asiste y apoya en la Impresión diaria los reportes de producción, reporte de fin de mes, horarios.
- Liquidación nómina.
- Reportar condiciones inseguras de trabajo.
- Asiste, apoya y revisa que toda la materia prima ingresada quede registrada en el sistema y cruce con las salidas diarias para brindar información exacta sobre existencias.
- Apoya los procesos disciplinarios a difundir instrucciones y comunica sobre cualquier anomalía del personal.
- Conocimientos sobre logística y mejoramiento de cadenas de suministro.
- Planear junto con la gerencia los diferentes procesos productivos y logísticos según los requerimientos comerciales y técnicos.
- Supervisar y controlar las actividades del área asignada en función del programa diario definido por la coordinación, cumpliendo con los estándares e indicadores de operación y administración de recursos, con la calidad y costo especificado para el proceso y las normas establecidas por la Empresa.
- Conocimientos en manejo de personal y conocimientos administrativos de acuerdo a las funciones indicadas.
- Conocimientos en control estadístico de procesos, Estadística básica, Indicadores de gestión, informática básica, sistemas de calidad, planeación y programación de producción, máquinas y herramientas, salud ocupacional, Manejo de personal, control de indicadores y control calidad.

	➤ Coordinar los recursos humanos y técnicos para el funcionamiento de la operación en las diferentes plantas asignadas. ➤ Realizar la conciliación de la factura de venta de materiales de las plantas por concepto de residuos industriales, posteriormente enviar para aprobación del jefe inmediato y causación de la misma.

Fuente: elaboración propia con datos de las bolsas de empleo consultadas.

En la búsqueda también, se indagó acerca de los sectores económicos que requieren de estos profesionales en el departamento de Antioquia y el resultado se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla. 9 Sectores económicos

Sector Económico	Caldas	Copacabana	Envigado	Itagüí	La Estrella	Medellín	Sabaneta	Sonsón	Total
No especifica			1	2		5	2		10
Producción sector textil					1	5	1	1	9
Manufacturas		1				4	1		8
Alimentos			1				1		2
Producción						2			2
Administración						1			1
Carpintería arquitectónica						1			1
Consultor de productividad						1			2
Eléctrico, Mecánico y Civil						1			1
Industria farmacéutica					1				2
Metalmecánico						1			1
Plástico							1		2
Producción litográfica				1					1
Químicos						1			1
Sector Automovilístico						1			1

Sector Lavado y limpieza	1								1
Servicios tecnológicos						1			1
Total, en Antioquia	1	1	2	4	2	29	6	1	46

Fuente: elaboración propia con datos de las bolsas de empleo consultadas.

La tabla anterior, muestra la misma lógica que se describió en el gráfico de número de vacantes por municipio en Antioquia, donde la mayor concentración se da en el municipio de Medellín y su área metropolitana. También se identificó los principales sectores que requieren tecnólogos en producción, Sistemas de producción e ingeniería de producción en comparación con los Tecnólogos Industriales e Ingenieros Industriales. Como se observa en la tabla, los sectores con mayor demanda de estos profesionales son: producción textil, manufactura y alimentos.

4.2 Ofertas de empleo Colombia

Para el caso de Colombia se presenta la misma dinámica que en el departamento de Antioquia, donde resalta la ingeniería y la Tecnología Industrial, además prima Bogotá DC y su área metropolitana con la mayor oferta de empleo. La tabla siguiente muestra lo antes descrito.

Tabla. 10 Número de ofertas de empleo por departamento.

Departamentos	Atlántico	Bogotá	Cundinamarca	Magdalena	Norte de Santander	Risaralda	Santander	Valle del Cauca	Total
Bogotá D.C.		8	14						22
Villa de San Diego de Ubaté			1		1			1	3
Cali								2	2
Barranquilla	1								1
Bucaramanga							1		1
Dosquebradas						1			1
Funza			1						1
Palmira								1	1
Santa Marta				1					1
Total	1	8	16	1	1	1	1	3	33

Fuente: elaboración propia con datos de las bolsas de empleo consultadas.



Los datos de la gráfica permiten concluir que, la mayor demanda de los profesionales sigue concentrada en las ciudades principales y sus áreas metropolitanas, esto está asociado a que, es en esta donde se concentra la producción industrial del país.



Conclusiones

En el desarrollo de la Vigilancia Tecnológica (VT), se evidencia que, en las ofertas laborales prima la ingeniería y tecnología industrial sobre la de producción, además es importante resaltar que, la ingeniería y tecnología de producción hacen parte del núcleo del conocimiento en ingeniería industrial y afines.

Lo anterior, se confirma cuando se realizan búsqueda en bases de datos científicas y bolsas de empleo para el área de producción, los mayores resultados arrojados son los de ingeniería industrial y afines, lo que permite afirmar que, la ingeniería producción es afín a la ingeniería industrial y que prima la industrial. Además, en las bolsas empleo en el mayor de los casos se solicita en los perfiles ingenieros industriales y profesiones a afines y es aquí donde se encuentra la ingeniería y tecnología en producción.

Por otro lado, los salarios devengados por los ingenieros y tecnólogos de producción en promedio se encuentran en 2.5 SMMLV y no hay diferencia en el nivel de formación, esto permite postular que, los del nivel profesional se les ofrece un salario en condiciones desfavorable. Lo anterior se analizó para el periodo comprendido entre los años 2017-2020 con los datos de (SNIES, 2022a, 2022b)

Finalmente, al ser la ingeniería industrial la profesión principal de esta área del conocimiento es la que mayor reconocimiento tiene a nivel académico y laboral, en ese orden de ideas, a nivel académico la formación del ingeniero industrial es más holística, es por ello que siempre prima en las ofertas laborales el ingeniero industrial sobre el de producción.

Por otro lado, es menester decir que, la oferta laboral se concentra en las ciudades principales, además en los sectores económicos textil, alimentos, manufactura y metalmecánico.



Referentes bibliográficos

- Computrabajo. (2022). *Computrabajo*. <https://www.computrabajo.com.co/trabajo-de-ingeniero-de-produccion>
- INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO. (2022a). *Identidad institucional*.
- INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO. (2022b). *Presentación del programa*.
- INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ. (2022a). *Misión y Visión*.
- INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ. (2022b). *Programa Ingeniería de Producción (Modalidad Presencial)*. https://www.unipaz.edu.co/ingenieria_produccion.html
- Ministerio de Educación. (2022). *VINCULACIÓN LABORAL DE RECIÉN GRADUADOS*. <http://bi.mineduacion.gov.co:8380/eportal/web/men-observatorio-laboral/tasa-de-cotizacion-por-programas>
- Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. (2022a). *Ingeniería de productividad y Calidad*. <https://www.politecnicojic.edu.co/profesionales/66-ingenieria-de-productividad-y-calidad>
- Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. (2022b). *Misión y Visión*.
- Pontificia Universidad Javeriana. (2022a). *Ingeniería Industrial*. <https://www.javeriana.edu.co/info-prg/carrera-ingenieria-industrial>
- Pontificia Universidad Javeriana. (2022b). *Nosotros*.
- SNIES. (2022a). *Bases consolidadas*. <https://snies.mineduacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>
- SNIES. (2022b). *Consulta de Programas*. <https://hecaa.mineduacion.gov.co/consultaspublicas/programas>
- Universidad de Antioquia. (2022a). *Funciones misionales*.
- Universidad de Antioquia. (2022b). *Perfil profesional*. https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/unidades-academicas/ingenieria/estudiar-facultad/pregrados/ingenieria-industrial/contenido/asmenulateral/perfil-profesional/!ut/p/z1/1ZXPU6MwFMf_IXrgiHkEaJu9tRVrq8Xi2tpycQIEmh1IMATr7F-_UXd2RqvVHbeH5QJJvu-TvB95oBitUCzoPS-o5ILQ0ozXcfc2jPzAwSO4GJ8HfYhmk-E0DE-Da6eHbp4EfTLCzsCDCzh3fBhEwTy8vHzNT6YYxZ-xh3eeAXzOfo8g3o9fohjFqdC13qB1LZWmZZsxagFtXo42smLP363gGc1Y06EpzY5S94iSique0sYCLggnO1NNkZqSs0W3Gqeow0SlpJ6dpW2qaWVArViiayV2jDhdZ22jFawIBKoU2i5l8PEHFRFtSzdtJss1Uzku7VjJnzXOUjCN1yjO0TmniY_CwTXA3sb3Ez2ziE7BxQvos72GSM9cELt4X22Do7Rd0x7AjmF6NIPLC5RIImTiXvdeCvuv5EMH5Ce4SB0_CHcHlxA0glqE_d8cT7PXc34J99fVRhqcoLkqZPBfzQCRuv0CxYjlTTB23ykvvtK6bbxZYsN1ujwspi5ldp7Ky4C2TjWw0Wr1UorUpw967ZUgA3dxztKULIVVITvL9L5N1Bh_t4Hxxh9f4s1MHosWCDJezyRiDf1h87x_jXwXnsPg5PizeOSzePSje734RP_3oD2CuKP9xdxcPTB9_bJcP5nb-343celTVbDQzTaememNzkUu0-oNAqxcI4-0uoq4Wi0XVd7tXwVWQz7Sf-EV1ezIM7fX0_uebrwt2Mzj6BcJjlo!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/?urile=wcm%3Apath%3A%2FPortalUdeA%2FasPortalUdeA%2FasHomeUdeA%2FUnidades



Acad!c3!a9micas%2FIngenier!c3!ada%2FEstudiar en la
Facultad%2FPregrados%2FIngenier!c3!ada
Industrial%2FContenido%2FasMenuLateral%2Fperfil-profesional
Universidad de los Andes. (2022a). *Misión*.
Universidad de los Andes. (2022b). *PREGRADO Ingeniería Industrial*.
Universidad del Atlántico. (2022a). *¡La mejor educación al alcance de todos!*
Universidad del Atlántico. (2022b). *Programa de Ingeniería Industrial*.
<https://www.uniatlantico.edu.co/pregrado/facultad-de-ingenierias/ingenieria-industrial/>
Universidad del Valle. (2022a). *Misión*.
Universidad del Valle. (2022b). *Pregrado en Ingeniería Industrial*.
<http://industrial.univalle.edu.co/pregrado-en-ingenieria-industrial>
Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2022a). *Ingeniería de Producción por ciclos propedéuticos*. <http://ingproduccion.udistrital.edu.co:8080/perfil-academico-profesional-y-ocupacional>
Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2022b). *Misión*.
<https://www.udistrital.edu.co/nuestra-universidad/direccionamiento-estrategico/mision-vision>
Universidad Eafit. (2022). *Pregrado en Ingeniería de Producción*.
<https://www.eafit.edu.co/programas-academicos/pregrados/ingenieria-produccion/Paginas/inicio.aspx>
UNIVERSIDAD EAN. (2022). *Ingenieros de Producción*.
<https://universidadean.edu.co/programas/carreras-profesionales/carrera-de-ingenieria-de-produccion>
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. (2022a). *Perfil Egresado del Programa Académico de Ingeniería Industrial*.
<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoMecanicas/escuelas/e-studiosIndustrialesEmpresariales/programaAcademicos/ingenieriaIndustrial/perfilEgresado.jsp>
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. (2022b). *Presentación Institucional*.
Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. (2022). *Conoce la Facultad*.
Universidad Nacional Sede Medellín. (2022). *Ingeniería Industrial*.
<https://minas.medellin.unal.edu.co/formacion/pregrado/ingenieriaindustrial>
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. (2022). *Función de la Universidad*.
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA – UTP. (2022). *Presentación del Programa*. <https://industrial.utp.edu.co/ingenieria-industrial/presentacion-programa.html>
SENA. (2022). Agencia Pública de Empleo Sena.
<https://agenciapublicadeempleo.sena.edu.co/spe-web/spe/cartelera>
Servicio Público de Empleo. (2022). Bolsa Única de Empleo.
<https://www.buscadordeempleo.gov.co/>
SNIES. (2022). Consulta de Programas.
<https://hecaa.mineducacion.gov.co/consultaspublicas/programas>



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

Somos Innovación Tecnológica con Sentido Humano

Dirección: Calle 73 No. 76A - 354, Vía El Volador
Teléfono: (+574) 440 51 00 Fax: (+574) 440 51 02
Código Postal: 050034
Medellín - Colombia

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ADSCRITA AL MUNICIPIO DE MEDELLÍN

Vigilada Mineducación

www.itm.edu.co |    



SA CER 464990



SC 5541-1



Alcaldía de Medellín



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

FACTOR: IMPACTO DE LOS EGRESADOS



Hacia una era de
Universidad y
Humanidad

www.itm.edu.co



Objetivo

¿QUÉ?

Establecer estrategias para el fortalecimiento de los programas de egresados y de practicas como mecanismos de proyección institucional hacia el entorno productivo y social (Res 45 de abril de 2016 – TITULO III)

¿CÓMO?

A través de la oferta de cursos de educación continua y estudios sobre egresados (Resolución 1196 del Consejo de Facultad 05/11/2013)

¿PARA
QUÉ?

Los egresados fortalezcan sus competencias y a la vez, se genere un sentido de pertenencia y compromiso de los egresados con el programa

El comité de egresados, junto con la escuela de egresados se crean por la necesidad de contar con un grupo de profesionales que apoyen los **procesos de autoevaluación**, facilitar la comunicación con los egresados, programas de **educación continua** y la **actualización de datos** de los egresados que permitan hacer seguimiento de su impacto en el medio.



Estrategias por ejes temáticos

Académico

- Vinculación en los **grupos de investigación** de Facultad e Institucionales.
- Formación **complementaria**.
- **Reconocimiento** a egresados destacados en el ámbito **académico**.

Laboral

- Fomento de la formación de **habilidades blandas**.
- **Reconocimiento** a egresados destacados en el ámbito **laboral**.

Segunda lengua

- Eventos de **inmersión** en segunda lengua.
- **Movilidad** hacia países no hispanohablantes.

Emprendimiento

- Fortalecimiento de la oferta de **formación en emprendimiento**.
- Divulgación de los servicios prestados por el **Centro de Emprendimiento**.



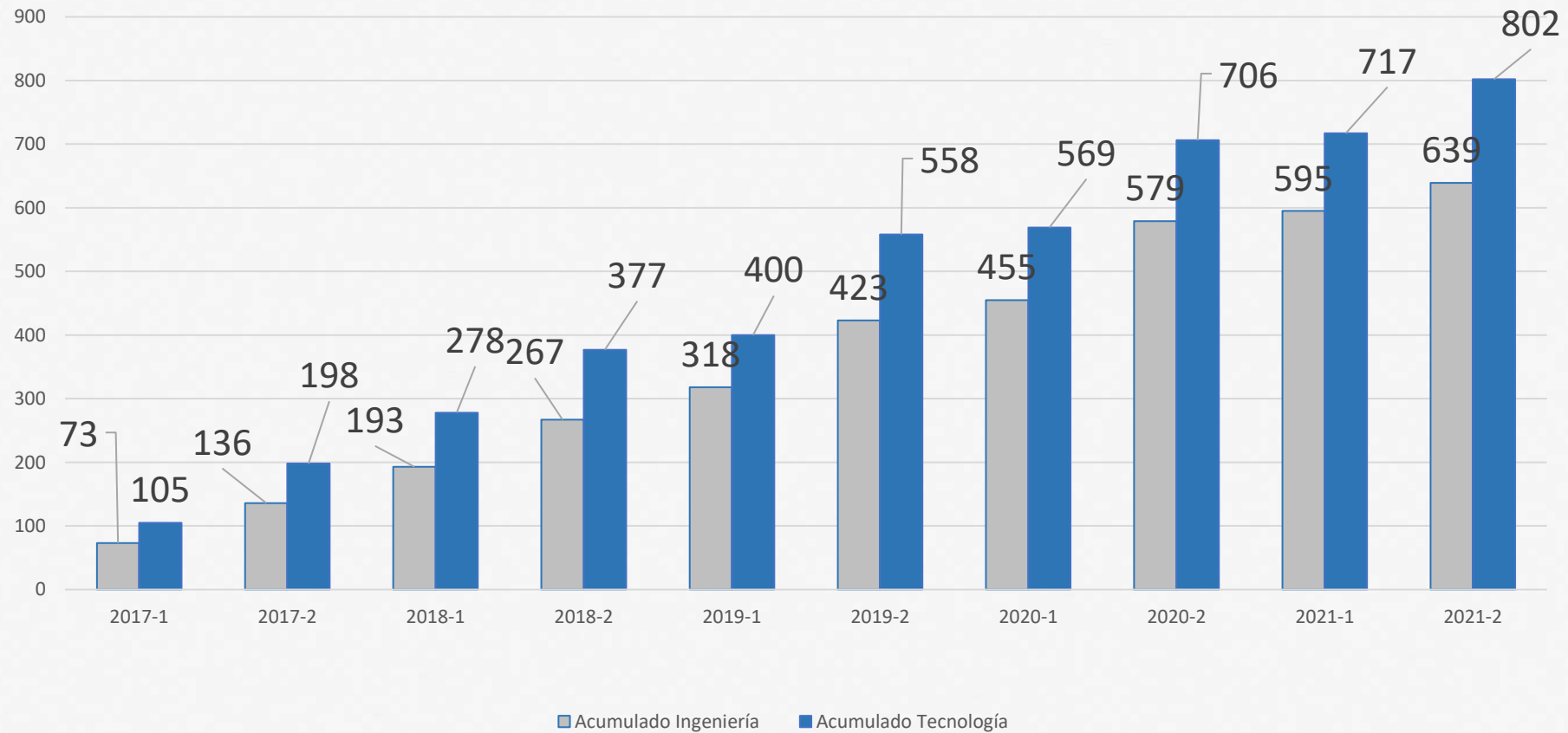
Graduados del programa

**Ciclo
tecnológico**

802 graduados totales
80 en promedio

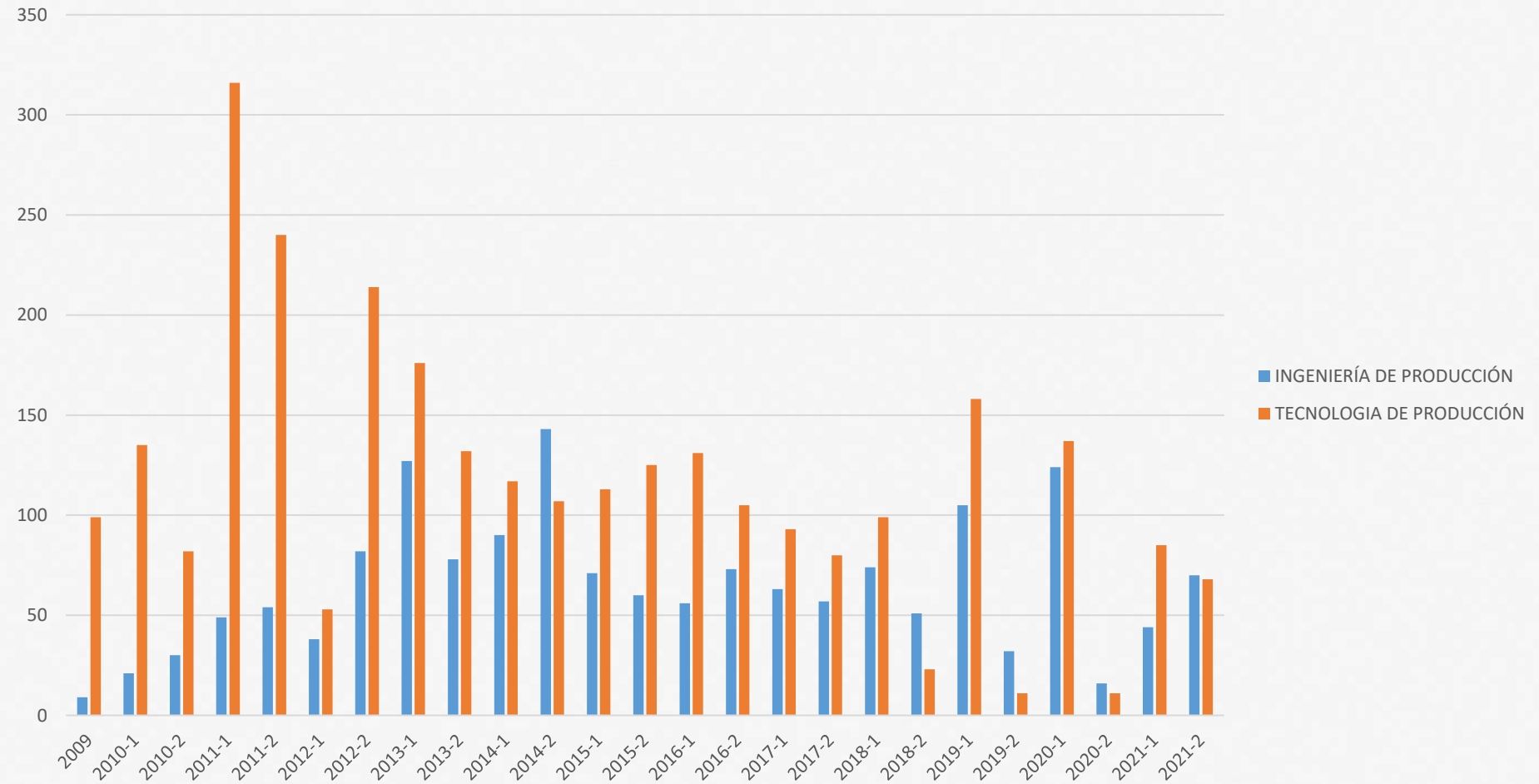
**Ciclo
ingenieril**

639 graduados totales
64 en promedio



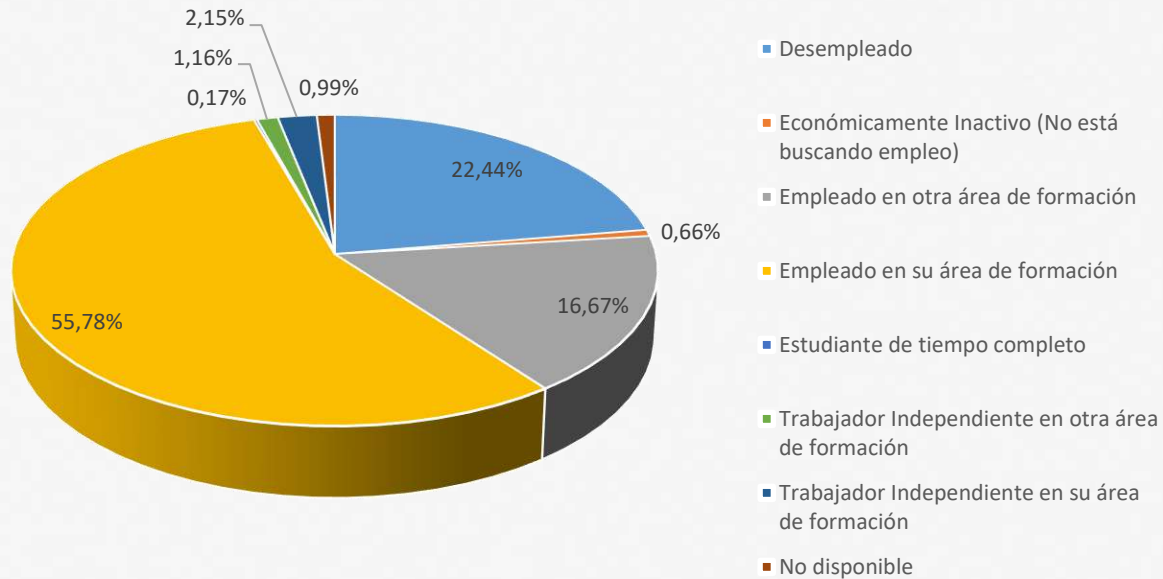


Graduados del programa





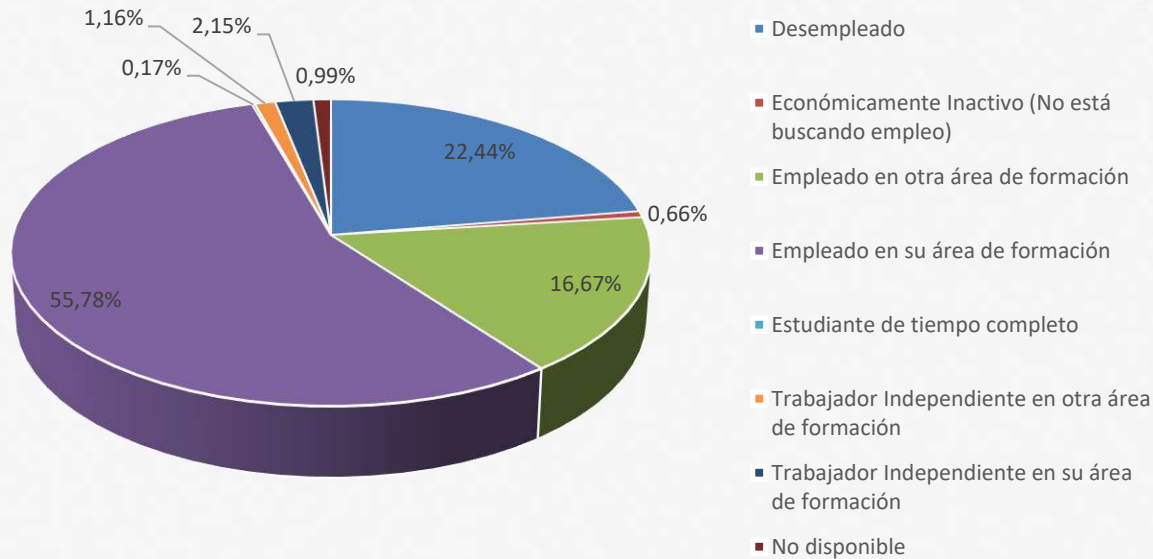
Empleabilidad de los egresados Tecnología en producción.



Programa Académico	Tecnología en Producción
Etiquetas de fila	Ocupación actual
Desempleado	28,50%
Económicamente Inactivo (No está buscando empleo)	1,01%
Empleado en otra área de formación	16,77%
Empleado en su área de formación	50,19%
Estudiante de tiempo completo	0,38%
Trabajador Independiente en otra área de formación	1,51%
Trabajador Independiente en su área de formación	1,13%
No disponible	0,50%
Total general	100,00%



Empleabilidad de los egresados Ingeniería de producción.

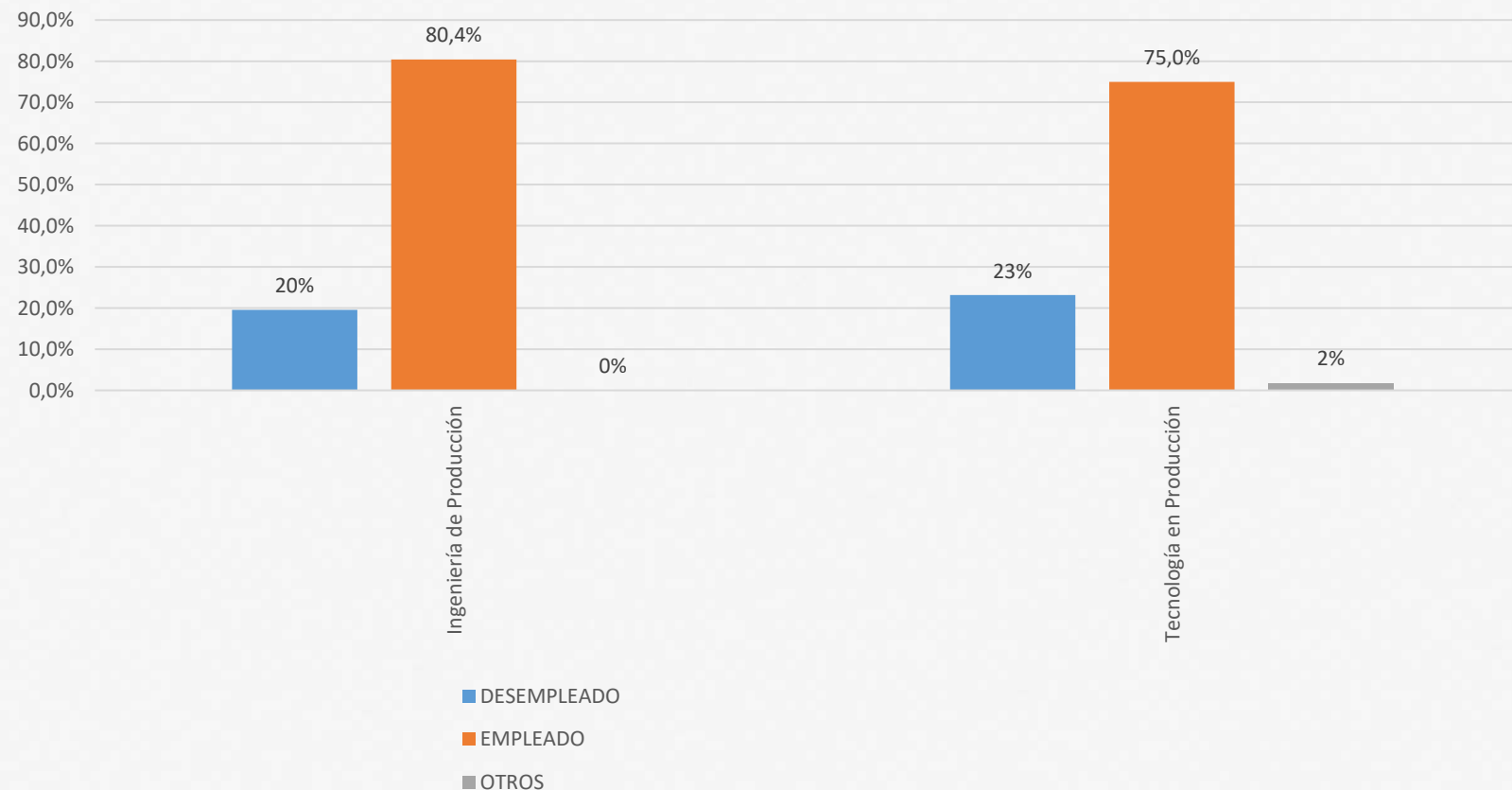


Programa Académico	Ingeniería de Producción
Etiquetas de fila	Ocupación actual
Desempleado	22,44%
Económicamente Inactivo (No está buscando empleo)	0,66%
Empleado en otra área de formación	16,67%
Empleado en su área de formación	55,78%
Estudiante de tiempo completo	0,17%
Trabajador Independiente en otra área de formación	1,16%
Trabajador Independiente en su área de formación	2,15%
No disponible	0,99%
Total general	100,00%



Empleabilidad de los egresados De la tecnología y la Ingeniería de producción – Oficina de egresados.

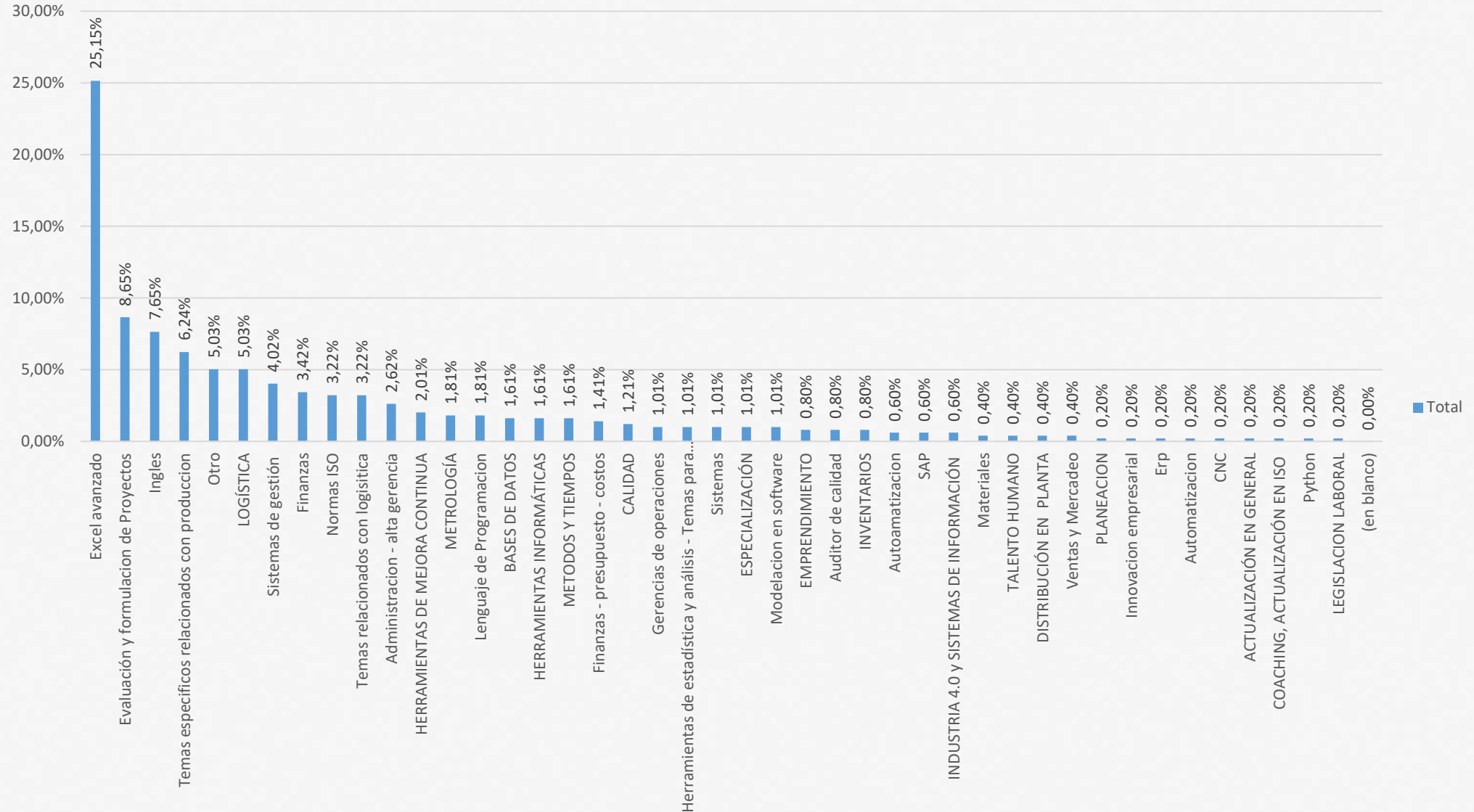
Situación Laboral Egresados x Programa





Necesidades de formación de los egresados.

Necesidades de formación para los egresados



Percepción de los empleadores

Para el análisis de las variables, se diseñó una escala, la cual aquí interpreta resultados del informe del estudio; esto facilitó la retroalimentación sobre el nivel desempeño de los egresados del Departamento de Calidad y Producción.

Escala de medición para la percepción de los empleadores de los egresados del Departamento de Calidad y Producción.

Concepto	Escala
<i>Muy alto (muy de acuerdo)</i>	81-100
<i>Alto (de acuerdo)</i>	61-80
<i>Medio (ni de acuerdo ni en desacuerdo)</i>	41-60
<i>Bajo (en desacuerdo)</i>	21-40
<i>Muy bajo (muy desacuerdo)</i>	0-20

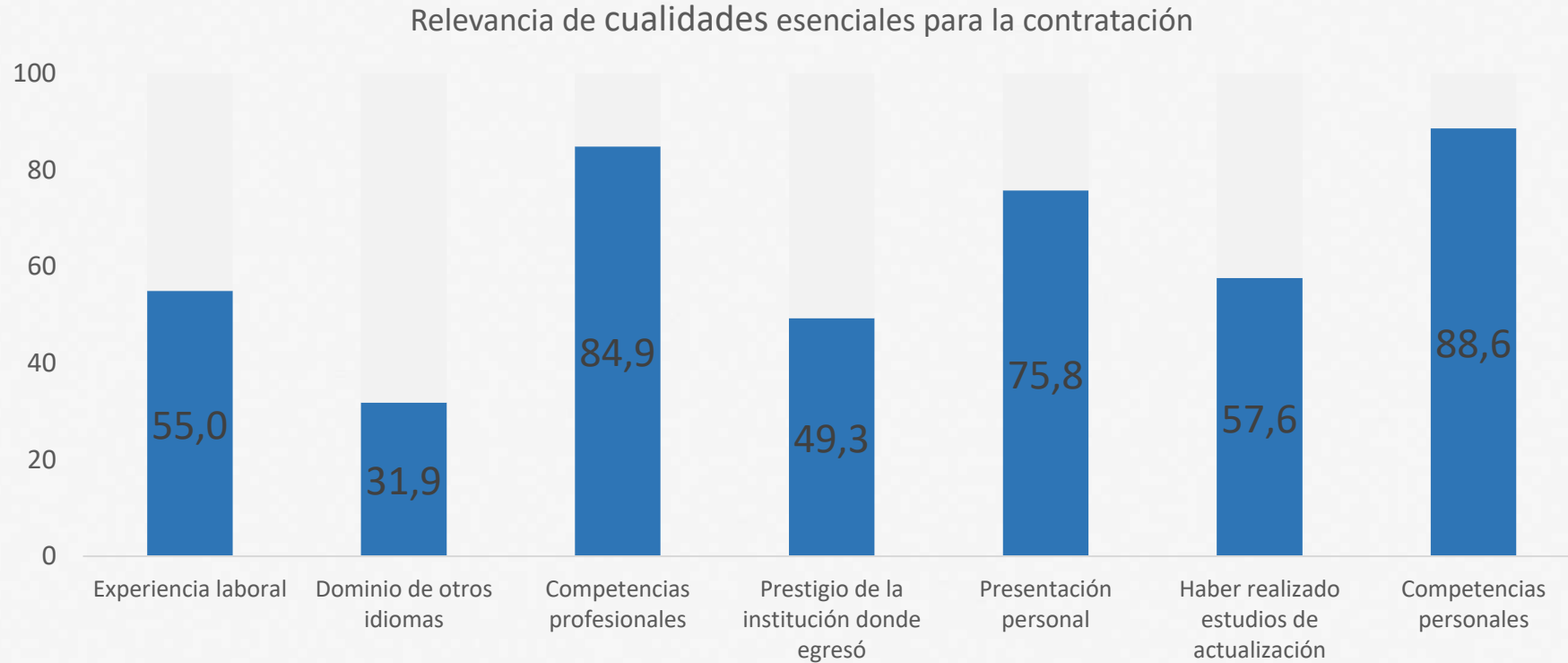


Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

Percepción de los empleadores Tecnología de producción.

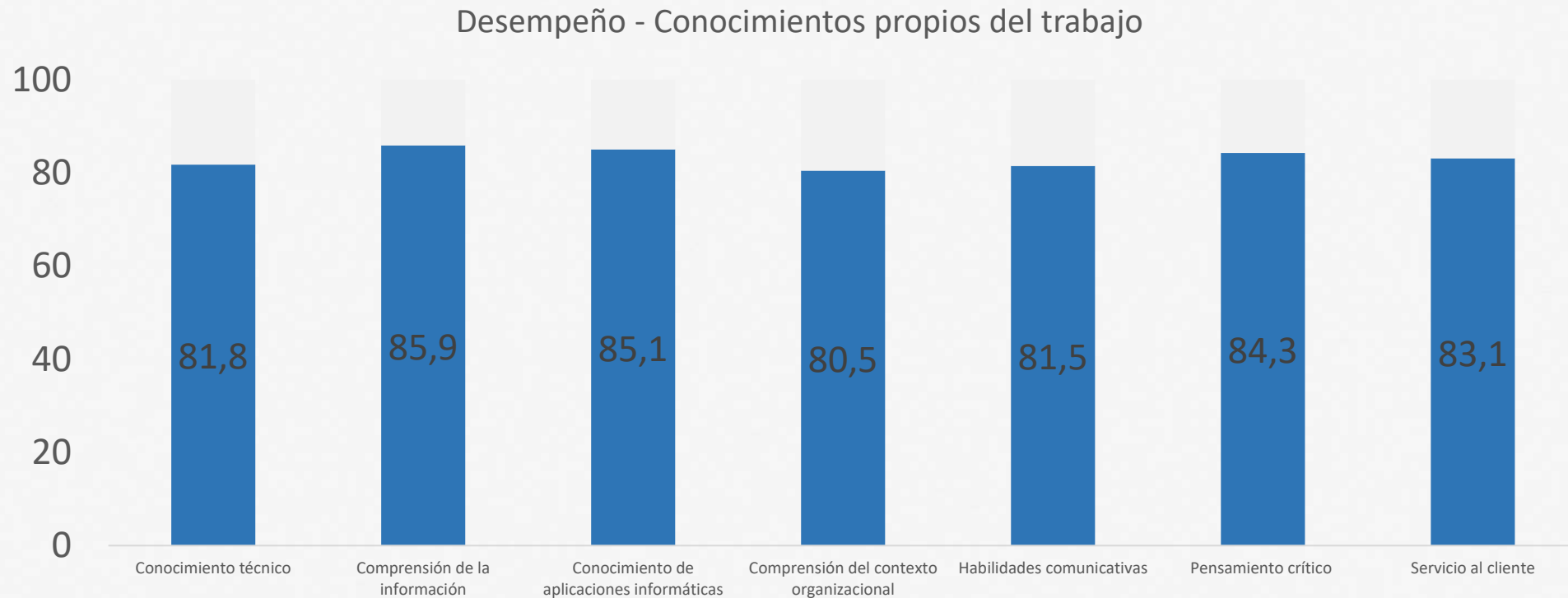
Percepción de los empleadores Tecnología en producción.

Relevancia de las **cualidades esenciales para la contratación** de un egresado de la Tecnología de Producción. Valor promedio de las respuestas, donde 0 es *sin relevancia* y 100 es *muy relevante*



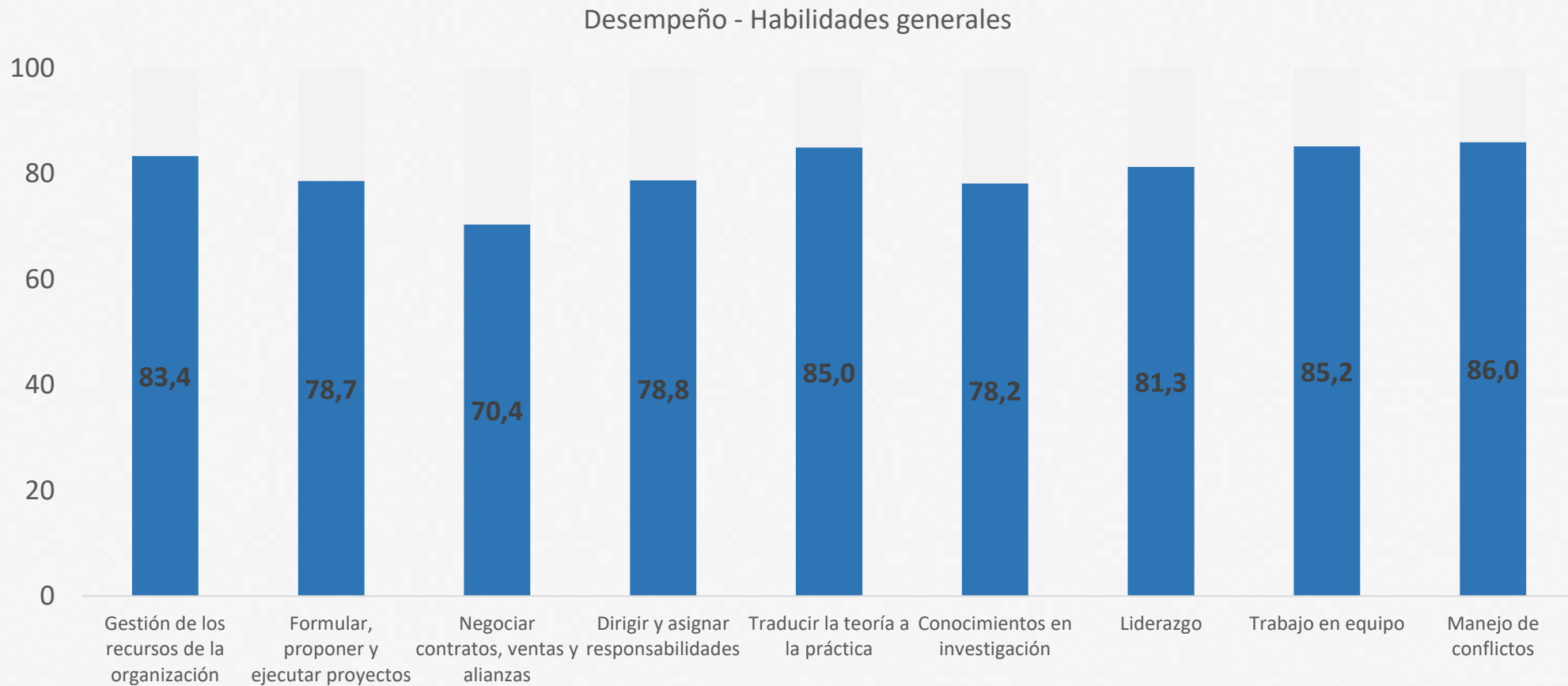
Percepción de los empleadores Tecnología en producción.

Calificación del desempeño del egresado de la Tecnología de Producción, sobre **conocimientos propios del trabajo**. Valor promedio de las respuestas, donde 0 es mal desempeño y 100 es buen desempeño.



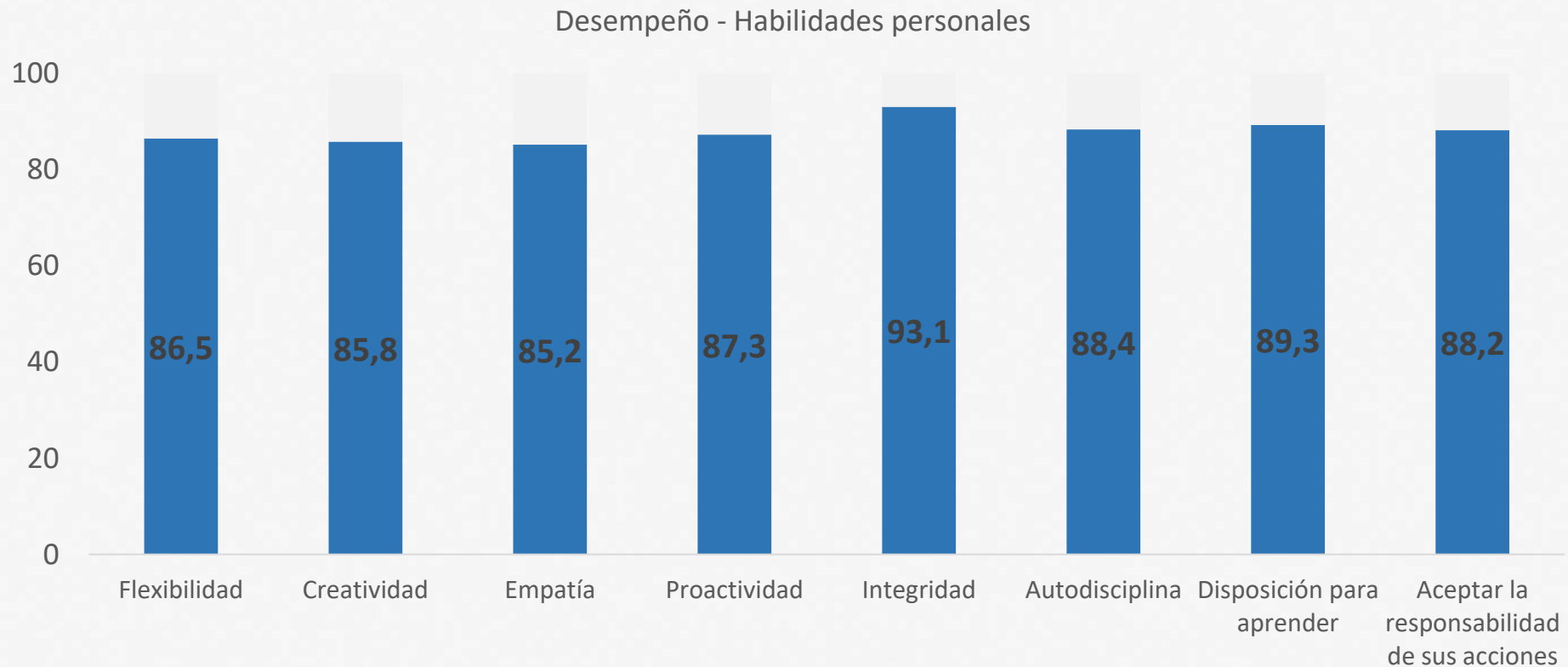
Percepción de los empleadores Tecnología en producción.

Calificación del desempeño del egresado de la Tecnología de Producción, sobre **habilidades generales**. Valor promedio de las respuestas, donde 0 es *mal desempeño* y 100 es *buen desempeño*.



Percepción de los empleadores Tecnología en producción.

Calificación del desempeño del egresado de la Tecnología de Producción, sobre **habilidades personales**. Valor promedio de las respuestas, donde 0 es *mal desempeño* y 100 es *buen desempeño*.



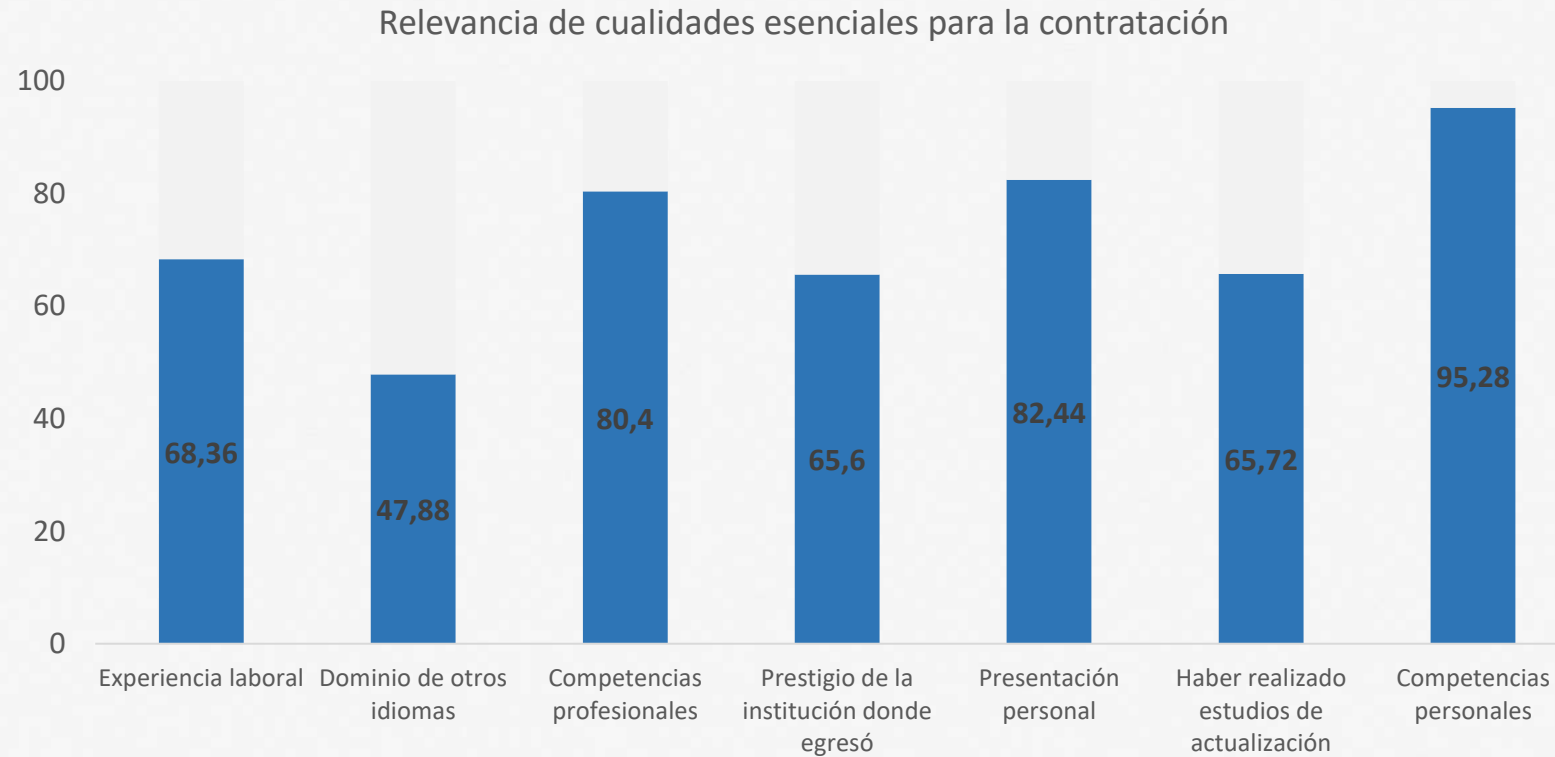


Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

Percepción de los empleadores Ingeniería de producción.

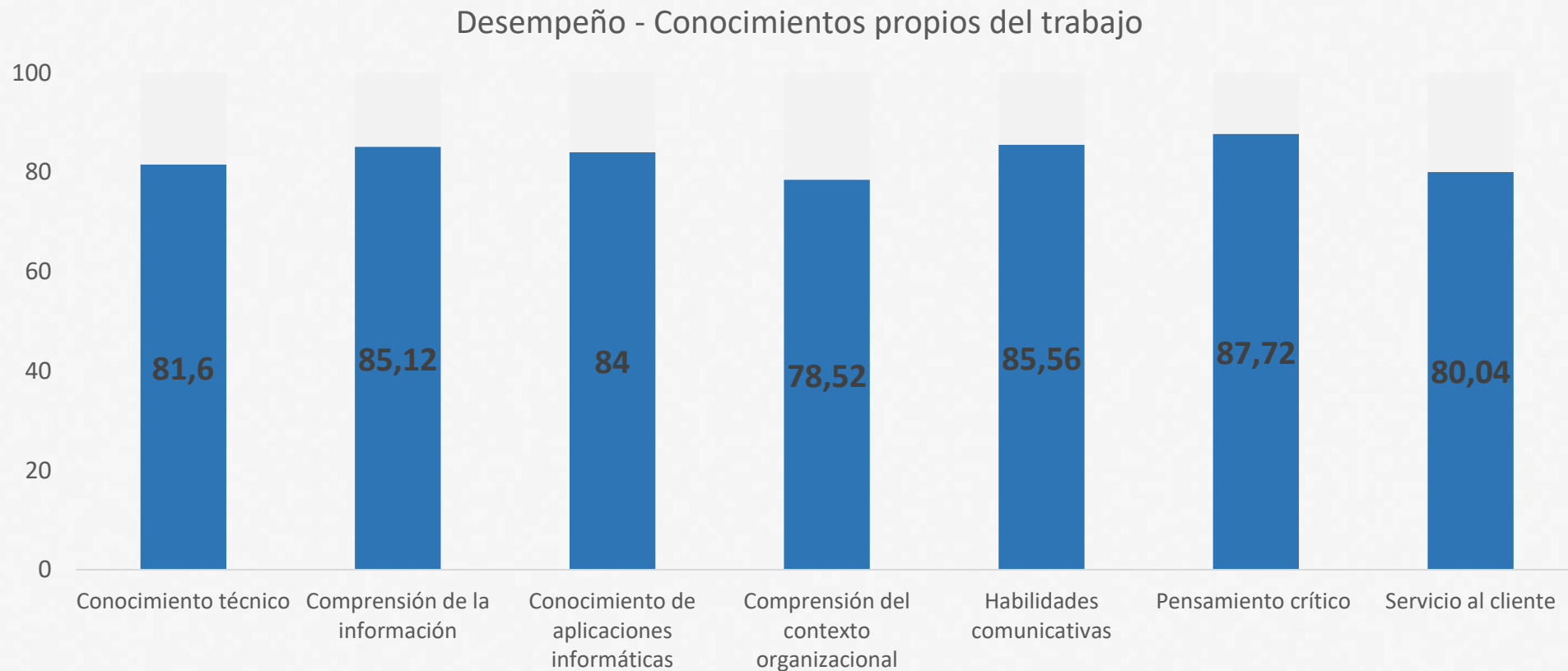
Percepción de los empleadores Ingeniería de producción.

Relevancia de las **cualidades esenciales para la contratación** de un egresado de la Ingeniería de Producción. Valor promedio de las respuestas, donde 0 es sin relevancia y 100 es muy relevante.



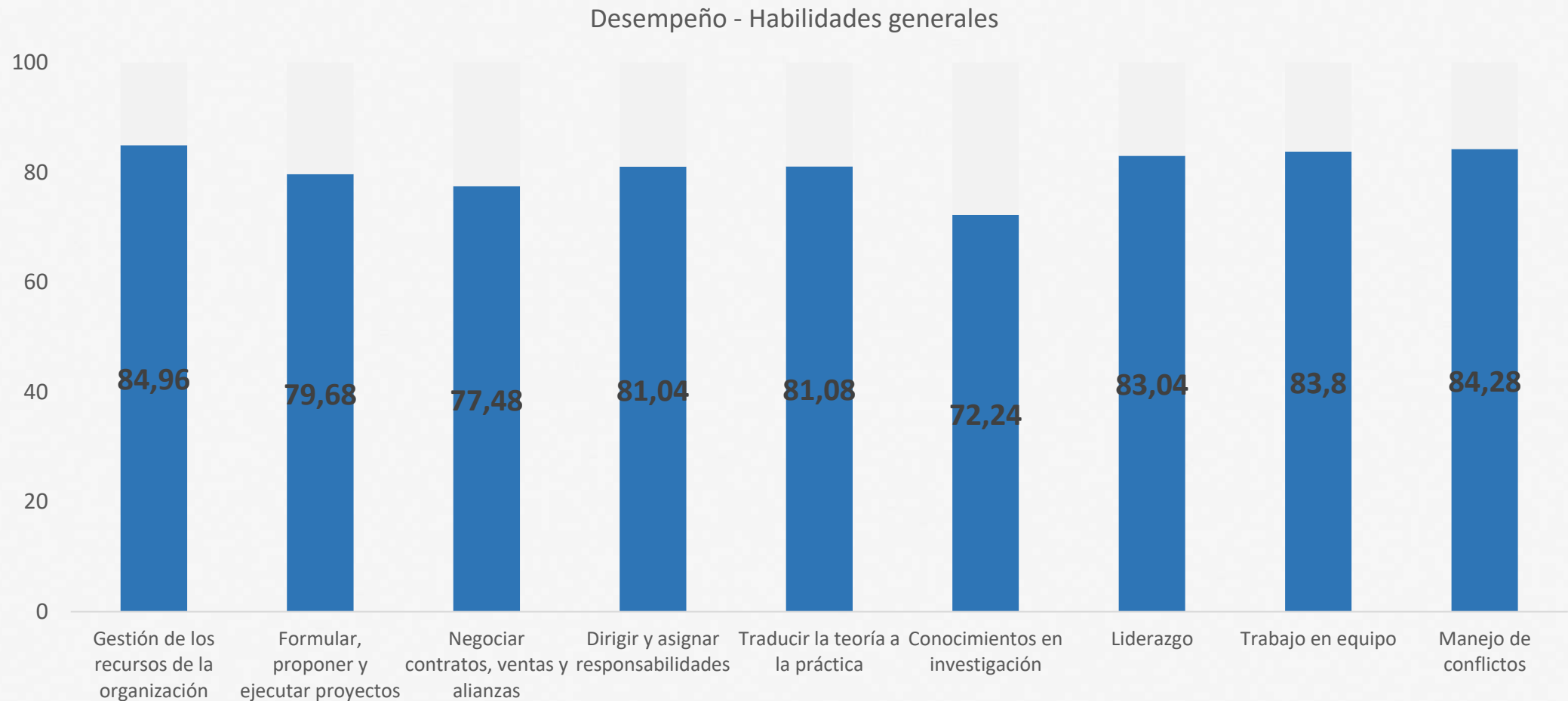
Percepción de los empleadores Ingeniería de producción.

Calificación del desempeño del egresado de la Ingeniería de Producción, sobre **conocimientos propios del trabajo**. Valor promedio de las respuestas, donde 0 es mal desempeño y 100 es buen desempeño.



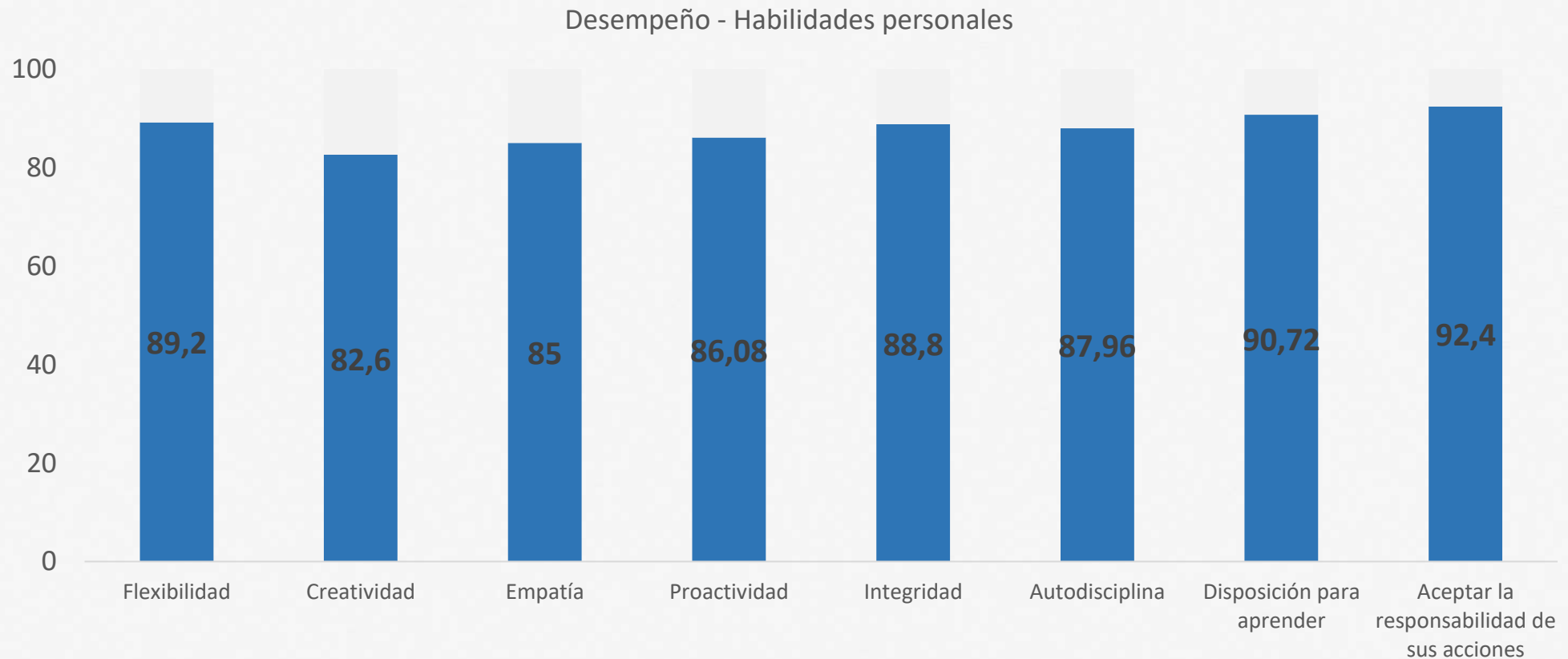
Percepción de los empleadores Ingeniería de producción.

Calificación del desempeño del egresado de Ingeniería de Producción, sobre habilidades **generales**.
Valor promedio de las respuestas, donde 0 es *mal desempeño* y 100 es *buen desempeño*.



Percepción de los empleadores Ingeniería de producción.

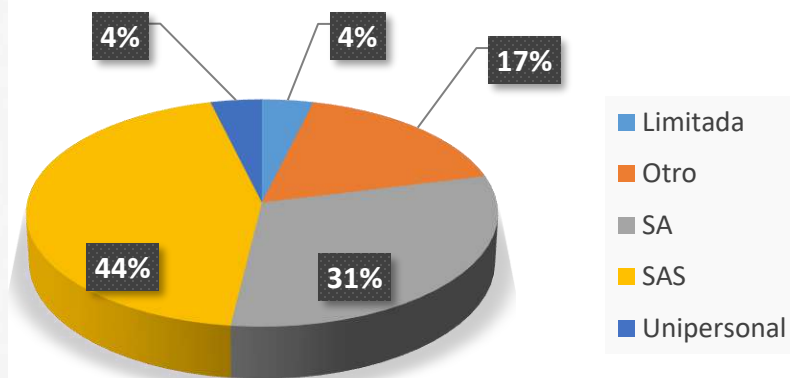
Calificación del desempeño del egresado de ingeniería de Producción, sobre **habilidades personales**. Valor promedio de las respuestas, donde 0 es *mal desempeño* y 100 es *buen desempeño*.



Impacto de los egresados en el medio

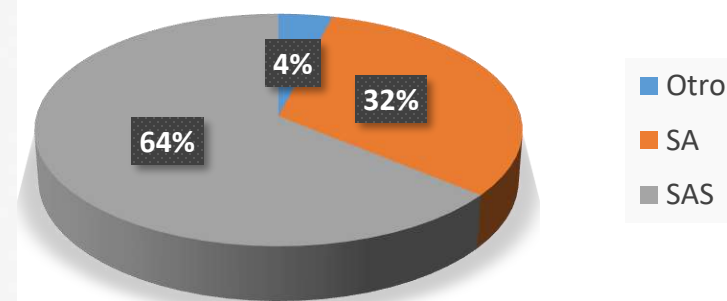
Caracterización de empleadores - Ciclo Tecnológico y Profesional

Ciclo tecnológico

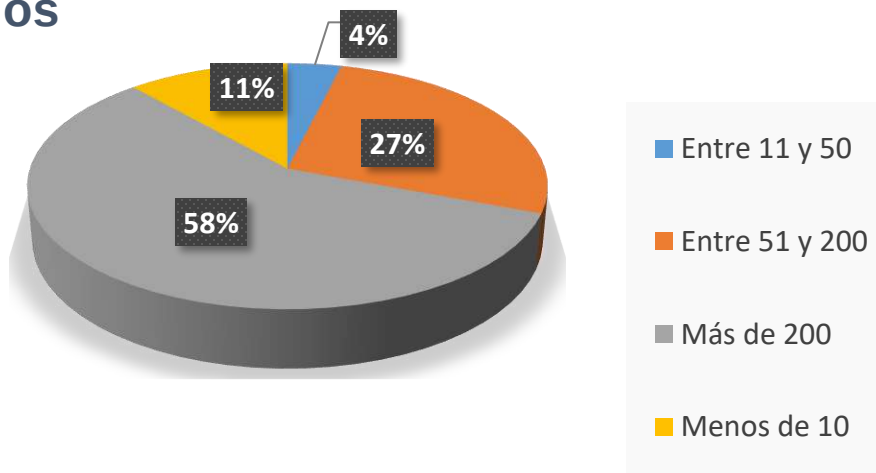
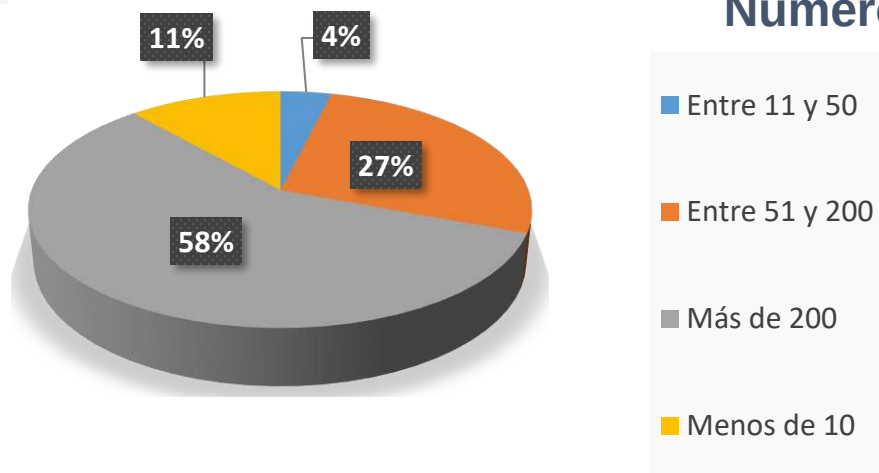


Tipo de sociedad

Ciclo profesional



Número de empleados

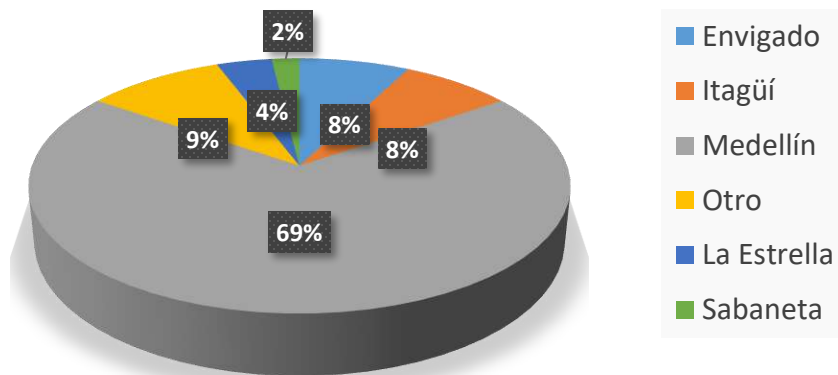


Impacto de los egresados en el medio

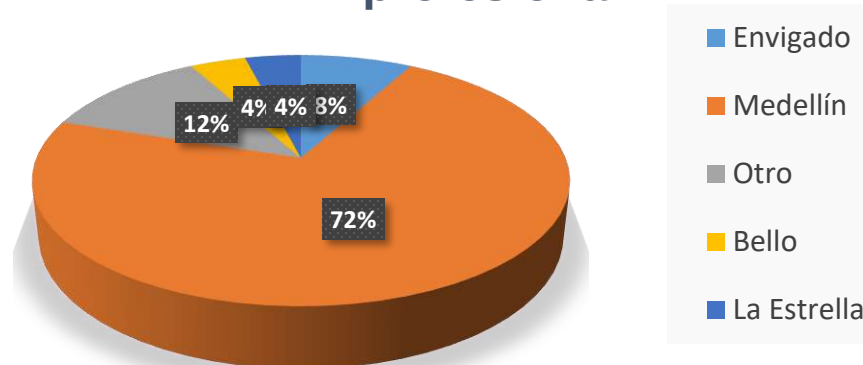
Caracterización de empleadores - Ciclo Tecnológico y Profesional

Ubicación

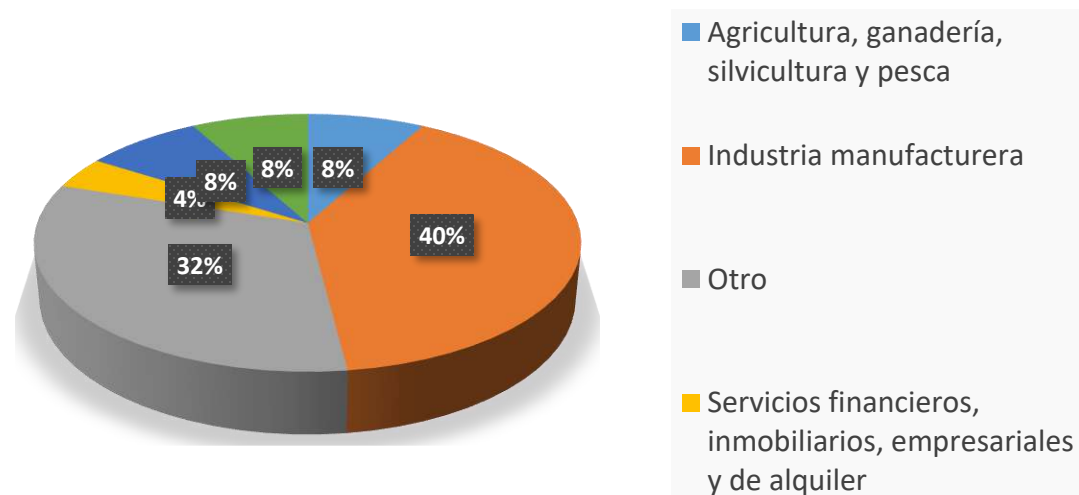
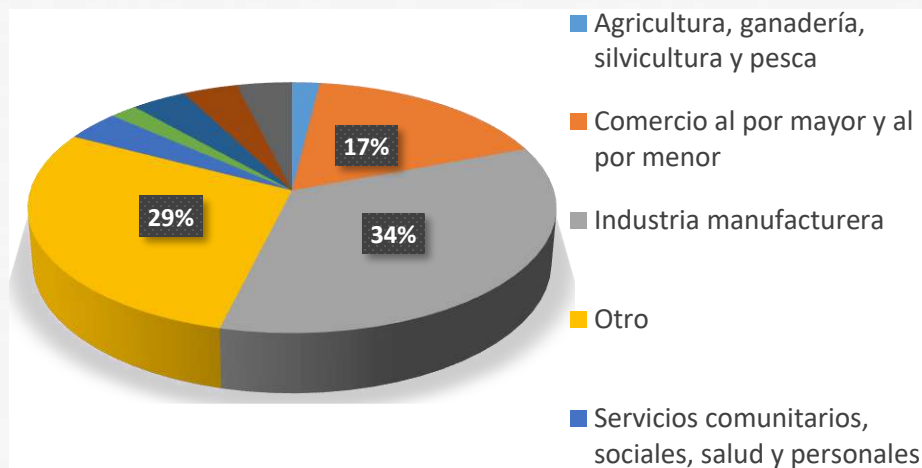
Ciclo tecnológico



Ciclo profesional



Rama de actividad económica



Impacto de los egresados en el medio

Modelo econométrico- Ciclo Tecnológico e Ingenieril

Conclusiones

- La percepción del sector productivo, frente a los aspectos evaluados, evidencian la calidad del profesional en sus **capacidades técnicas y habilidades para su desempeño** profesional.
- Los egresados que actualizaron los datos, valoran positivamente la **calidad de la formación** recibida y la asocian positivamente con el desarrollo de su **proyecto de vida** en diferentes aspectos.
- En el ámbito laboral son pocas las empresas que han otorgado **reconocimiento** a los egresados, sin embargo se reconoce la importancia parte del empresariado del reconocimiento publico como factor motivacional.

Aspectos a Mejorar

- * Invitar a la participación masiva de egresados en la actualización de sus datos.
- * Consolidar estrategias en relación al acompañamiento en la vida laboral de los egresados del programa.
- * Diseñar estrategias que permitan ampliar las necesidades del sector empresarial.
- * Desarrollar informes semestrales del impacto de los egresados en el medio

GUÍA DE DEFINICIÓN DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

Elaborado por

EDUARD ALEXANDER GAÑAN CARDENAS

Octubre 2024

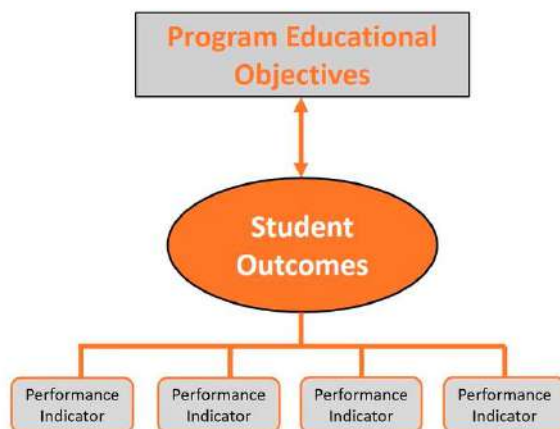
Objetivo de la guía:

Definir los indicadores de desempeño para cada resultado de aprendizaje en los niveles de Tecnología e Ingeniería.

Definición Indicador de Desempeño (Performance Indicator-PI) según ABET:

“Performance indicators represent the knowledge, skills, attitudes or behavior students should be able to demonstrate by the time of graduation that indicate competence related to the outcome.”

<https://www.abet.org/accreditation/get-accredited/assessment-planning/>



Como se muestra en la figura, los **Indicadores de Desempeño** desarrollan los Student Outcomes y facilitan su medición y mejora. En el webinar <https://assessment.abet.org/webinar/student-outcomes/> señalan que los **Indicadores de Desempeño** bien diseñados:

- Deben proporcionar a los docentes una comprensión clara para su implementación en el aula.

- Proporcionan una manera consistente para que el programa pueda medir los resultados entre diferentes docentes.
- Mejoran la enseñanza en el aula, al dejar explícitas las expectativas para los estudiantes.
- Facilitan la recolección de datos.
- Permiten identificar fortalezas y debilidades en el desempeño de los estudiantes.
- Permiten a los docentes desarrollar estrategias específicas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.
- Promueven la mejora del programa.

Los **Indicadores de Desempeño** deben ser declaraciones

- Específicas.
- Medibles.
- Capaces de identificar el rendimiento necesario de los estudiantes para cumplir con el resultado de aprendizaje.
- Confirmables mediante evidencia.

Los **Indicadores de Desempeño** tienen dos componentes esenciales:

1. **Verbo:** El verbo debe indicar el nivel de rendimiento específico esperado de los estudiantes.
2. **Contenido del sujeto:** Los temas o áreas que son el foco del aprendizaje.

Level of performance (Verb)	Content
Participates in	the establishment of goals and workplan of the team.
Contributes to	the development of a collaborative team environment.
Encourages	an inclusive team environment.
Exhibits dependability in	the achievement of the team's goals.

Figura 1. Ejemplo estructura de Pls para el student outcome trabajo en equipo. Tomado de <https://assessment.abet.org/webinar/student-outcomes/>

Los **Indicadores de Desempeño** deben alinearse con los **Student Outcomes** y considerar el desarrollo tanto cognitivo como afectivo de los estudiantes.

- **Aprendizaje cognitivo:** Los **Indicadores de Desempeño** deben evaluar qué tan bien los estudiantes están desarrollando habilidades intelectuales. Por ejemplo, un PI podría medir si los estudiantes son capaces de aplicar conocimientos de matemáticas y ciencia para resolver problemas, o si pueden evaluar diferentes soluciones técnicas y crear diseños innovadores. Al estructurar los PI, debes asegurarte de que cubran diferentes niveles del aprendizaje cognitivo, desde recordar conceptos básicos hasta crear nuevas soluciones. Estas habilidades incluyen:
 - **Remember (Recordar):** Ser capaz de recordar o reconocer hechos, términos y conceptos básicos.
 - **Understand (Comprender):** Ser capaz de explicar ideas o conceptos.
 - **Apply (Aplicar):** Utilizar la información en nuevas situaciones.
 - **Analyze (Analizar):** Dividir información en partes más pequeñas y examinar cómo se relacionan.
 - **Evaluate (Evaluar):** Emitir juicios basados en criterios y estándares.
- **Aprendizaje afectivo:** Los **Indicadores de Desempeño** deben medir el desarrollo de actitudes, valores y ética profesional. Por ejemplo, un PI podría evaluar si los estudiantes están comprometidos con prácticas éticas, si valoran el trabajo en equipo o si organizan su tiempo y responsabilidades de manera efectiva. Este involucramiento emocional, incluye:
 - **Receiving (Recibir):** Estar abierto a nuevas experiencias o información.
 - **Responding (Responder):** Mostrar voluntad para participar o responder activamente.
 - **Valuing (Valorar):** Estar motivado para invertir en ciertos comportamientos o creencias.
 - **Organization (Organización):** Organizar valores y comprometerse con ciertos comportamientos.
 - **Characterization (Caracterización por un valor o complejo de valores):** Actuar consistentemente según valores internos.

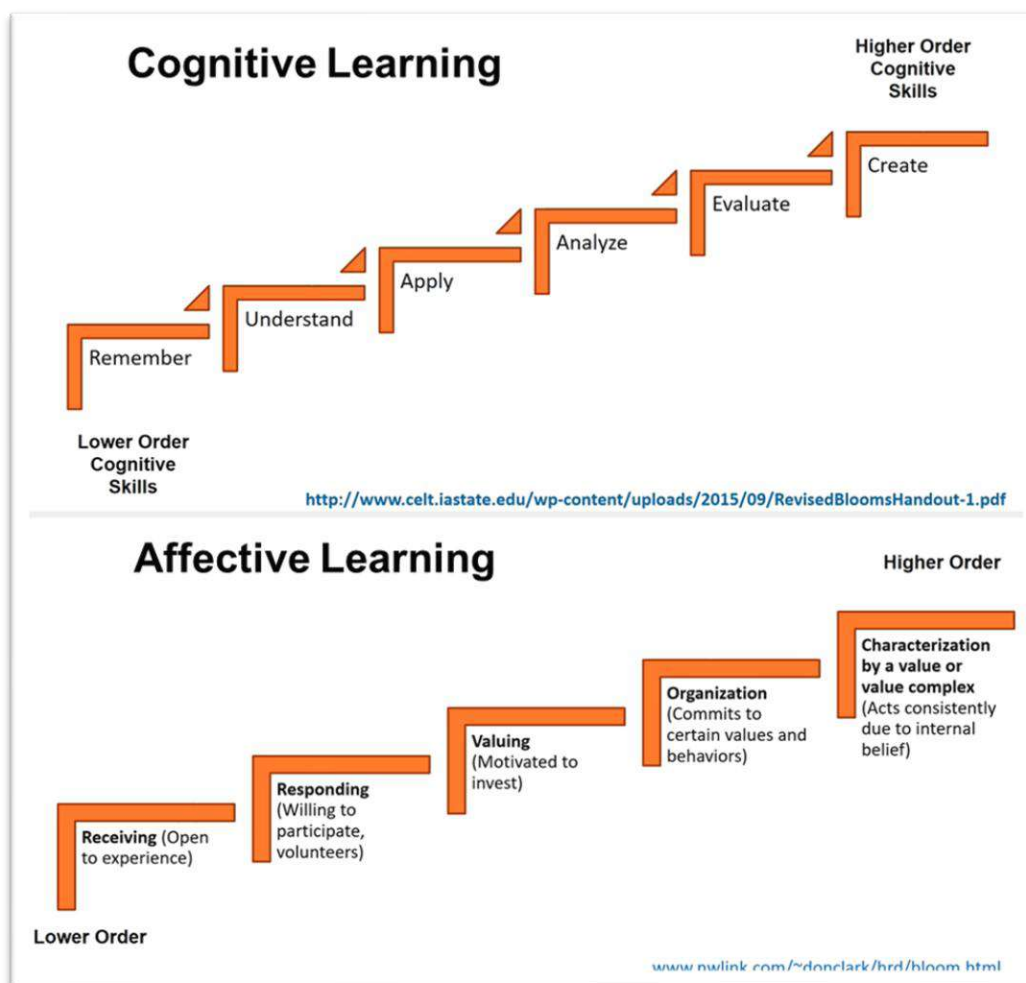


Figura 2. Indicadores de desempeño, aprendizaje cognitivo y afectivo. Tomado de <https://assessment.abet.org/webinar/student-outcomes/>

¿Cuántos Indicadores de Desempeño son suficientes por Student Outcome?

Según dicen en <https://assessment.abet.org/webinar/student-outcomes/> no hay un número específico, y su cantidad solo está determinada según los propios objetivos y características del programa.

Student Outcomes (SO)

1. **SOLUCIÓN DE PROBLEMAS:** An ability to identify, formulate, and solve complex engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.
2. **DISEÑO DE SOLUCIONES:** An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors.
3. **ANÁLISIS DE DATOS:** An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.
4. **COMUNICACIÓN:** An ability to communicate effectively with a range of audiences.
5. **TRABAJO EN EQUIPO:** An ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives.
6. **ÉTICA Y RESPONSABILIDAD SOCIAL:** An ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts.
7. **AUTOAPRENDIZAJE:** An ability to acquire and apply new knowledge as needed, using appropriate learning strategies.

PASO UNO: MARCO DE REFERENCIA.

Para definir los indicadores de desempeño del resultado de aprendizaje se busca construir un marco de referencia que permita conocer las recomendaciones o visiones de ABET con relación a los indicadores de desempeño del RA, así como las adaptaciones que han realizado otras universidades o entes expertos.

1. **Investigar si existen recomendaciones en ABET describiendo los indicadores de desempeño que deberían conformar el SO.**

Por ejemplo, Abet realiza la siguiente descripción del concepto de Diseño en Ingeniería:

Engineering Design

Engineering design is a process of devising a system, component, or process to meet desired needs and specifications within constraints. It is an iterative, creative, decision-making process in which the basic sciences, mathematics, and engineering sciences are applied to convert resources into solutions. Engineering design involves identifying opportunities, developing

requirements, performing analysis and synthesis, generating multiple solutions, evaluating solutions against requirements, considering risks, and making trade-offs, for the purpose of obtaining a high-quality solution under the given circumstances. For illustrative purposes only, examples of possible constraints include accessibility, aesthetics, codes, constructability, cost, ergonomics, extensibility, functionality, interoperability, legal considerations, maintainability, manufacturability, marketability, policy, regulations, schedule, standards, sustainability, or usability.

De lo anterior se podrían deducir los siguientes **indicadores de desempeño** para el SO de DISEÑO:

- 1) Identificar oportunidades.
- 2) Desarrollar requisitos.
- 3) Realizar análisis y síntesis para generar múltiples soluciones.
- 4) Evaluar las soluciones en función de los requisitos.
- 5) Considerar los riesgos y hacer concesiones para obtener una solución de alta calidad en las circunstancias dadas.

2. **Investigar programas acreditados en ABET:** Buscar fuentes en la web, video, papers, y documentos en general que permiten identificar los indicadores de desempeño utilizados para la medición y evaluación del RA respectivo.

- **Ejemplo SO de DISEÑO:**

- Por ejemplo, para el SO de DISEÑO, realizan la siguiente adaptación de los indicadores de desempeño:

Learning Outcome 2: Design

Upon graduation, students are expected to have an ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors

Performance Criteria (defined by ME Dept)

Students should

1. Based on an identified need, define a problem statement in engineering terms.
2. Develop design specifications (materials, geometry, operating parameters, etc.)
3. Generate design concepts for a system, component or process and perform analysis and verification. Select the best design.
4. Incorporate public health, safety, welfare, and environmental concerns in design decisions.
5. Perform a simple economic analysis of the design
6. Evaluate global, cultural and social considerations in design and/or manufacturing (for senior design, ME is using GE essays for assessment for this PC)

<https://www.youtube.com/watch?v=q8iruLwY2P4&t=71s>

- Otro ejemplo del SO de DISEÑO:
 - Identificación de los elementos y relaciones presentes en un sistema, componente o proceso, y descripción de las restricciones pertinentes. (Conocimiento)
 - Diseño de un sistema, componente o proceso, aplicando métodos, técnicas o procedimientos, considerando restricciones pertinentes. (Aplicación)
 - Evaluación y análisis del diseño de un sistema, componente o proceso. (Síntesis)
- **Ejemplo SO SOLUCIÓN DE PROBLEMAS:**
 - De la fuente <https://www.youtube.com/watch?v=q8iruLwY2P4&t=71s> se tiene la siguiente definición de los indicadores de desempeño para el SO SOLUCIÓN DE PROBLEMAS:

Learning Outcome 1 - Problem-Solving

...an ability to identify, formulate, and solve complex aerospace engineering problems by applying principles of engineering, science, and mathematics.

AE Performance Criteria (rubric)

1.1: Define open-ended, complex aerospace engineering problems in appropriate engineering terms (define one or more criteria (measures) for answering the question, if one is not explicitly given in the problem statement).

1.2: Explore problems (generate appropriate questions related to the "measures" defined in Step 1, identify possible approaches (models) for solving the problem, and make reasonable assumptions).

1.3: Develop a plan for the solution (select an appropriate model (theoretical or empirical) for developing a solution, break down the problem into sub-problems, and determine what needs to be found in each sub-problem).

1.4: Implement the solution plan and check the accuracy of the calculations (substitute appropriate values of known and assumed quantities in the equations and carry out calculations correctly. Produce sketches, figures, and drawings as necessary).

1.5: Evaluate the results (discuss whether answers make sense, evaluate appropriateness of models used and assumptions made).

1.6: Reflect on personal strengths and weaknesses in applying the problem-solving methodology.

- Otro ejemplo del SO SOLUCIÓN DE PROBLEMAS:
 - Identifica y describe conceptos fundamentales de matemáticas, ciencias e ingeniería. (conocimiento)
 - Comprende y explica conceptos fundamentales de matemáticas, ciencias e ingeniería. (conocimiento)
 - Formula y explica modelos, ecuaciones, procedimientos, algoritmos, o diseños. (Síntesis)
 - Identificación de variables del problema en ingeniería. (Comprensión)
 - Formulación de soluciones a problemas en ingeniería. (Análisis)

- **Ejemplo SO TRABAJO EN EQUIPO:**

- Para EL SO de TRABAJO EN EQUIPO:

Learning Outcome 5 Teamwork

Upon graduation, students are expected to have an ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives.

Performance Criteria (defined by ME Dept)

Students should

1. Participate in project management, including assigning tasks to team members, developing a schedule, tracking progress, and adjusting the project schedule as needed to ensure completion.
2. Participate fully in team work, meet commitments and due dates, and contribute quality work to the project.
3. Treat all team members respectfully, communicate professionally and consistently, encourage and listen to ideas from all team members, and avoid and resolve conflicts when appropriate.

Note that some assessment should be done by instructors, not all by peer evaluations. And assessment that is limited to statements like, "All the teams performed well and got good grades, so the teams must have worked OK" will be problematic.

- **Ejemplo SO ANÁLISIS DE DATOS:**
 - Para EL SO de ANÁLISIS DE DATOS:

Learning Outcome 6 - Lab Skills

...ability to design and conduct aerospace experiments, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.

AE Performance Criteria

6.1 - Ability to design experiments (*rubric*)

- 6.1.1: Define goals and objectives for the experiment.
- 6.1.2: Research relevant theory and published data from similar experiments.
- 6.1.3: Select the dependent and independent variables to be measured.
- 6.1.4: Select appropriate methods for measuring/controlling each variable.
- 6.1.5: Select a proper range for the independent variables.
- 6.1.6: Determine an appropriate number of data points for each type of measurement.

- Otro ejemplo del SO ANÁLISIS DE DATOS:
 - Diseño de un plan de experimentación
 - Adquisición de datos
 - Interpretación de dato

- **Ejemplo SO de COMUNICACIÓN:**

Indicadores de Desempeño (Performance Indicators PI)

Student Outcomes	Weight	Performance Indicators
SO-3: Habilidad para comunicarse efectivamente con un rango de audiencias.	40%	PI-3.1: Produce documentos con una estructura, gramática y claridad apropiadas, para diferentes audiencias.
	40%	PI-3.2: Hace presentaciones orales usando una estructura, lenguaje, fluidez y estilo apropiados.
	20%	PI-3.3: Usa un segundo idioma (inglés) para comunicarse.

<https://www.youtube.com/watch?v=gXxOnFPJGzg&list=PLF39yx-sLs90eyhFYRTZ-X6iSLXA4wQev>

- Otro ejemplo del SO COMUNICACIÓN:
 - Selección y clasificación de los contenidos
 - Estructuración y presentación de los contenidos

- **Ejemplo SO ÉTICA:**

- Reconocimiento de los derechos de autor, y aplicación de estándares de referenciación y citación en trabajos
- Interacción con su entorno académico de manera ética, y desde los valores franciscanos consignados en el reglamento estudiantil
- Comprensión y descripción de los impactos que se derivan de acciones o decisiones en un escenario particular de ingeniería, en los contextos social, económico, ambiental y global.
- Clasificación y explicación de los principios disciplinares aplicados en ingeniería, de acuerdo a los impactos generados en los contextos social, económico, ambiental y global.

- **Ejemplo SO AUTOAPRENDIZAJE:**

- Uso de fuentes externas de información para realizar proyectos de clase, elaborar trabajos o resolver problemas.
- Participación en actividades extracurriculares dispuestas por el programa.

PASO DOS: DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO.

De acuerdo con el análisis realizado proceda con la definición de los indicadores de desempeño que permitirán la medición del SO correspondiente.

- Tenga en consideración que se ajuste al lenguaje, características y disciplina del programa, y que deben ser comprensibles para los docentes y los estudiantes.
- Deben ser medibles. Así que, aunque no estamos en ese paso aun, realice un ejercicio de visualización de cómo se medirá ese indicador en las asignaturas, cuáles serían las asignaturas mapas factibles para hacer la medición y a través de qué instrumento se podría recolectar. Esta visualización sería una señal de la factibilidad del indicador en el programa.
- Igualmente, considere que los mismos indicadores se podrán desarrollar tanto en Tecnología como Ingeniería. Donde unos podrían tener un mayor nivel de desarrollo en tecnología y otros en ingeniería. Por ejemplo, considere la siguiente figura:

	First Year					Sophomore				Junior				Senior		
	CSCI 1301	CSCI 2200	CSCI 1302	CSCI 2611	CSCI 2210	CSCI 1730	CSCI 2200	CSCI 2720	CSCI 2920	CSCI 3270	CSCI 4270	CSCI 4210	CSCI 4230	CSCI 4235	CSCI 4910	CSCI 4911
ANALYZE COMPLEX COMPUTING PROBLEMS																
Identifies the problem and problem-solving strategy	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Applies appropriate solution method using math/science/engineering principles	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Generates a problem solution	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Evaluates alternative solutions			X		X							X		X	X	X
WORK EFFECTIVELY ON A TEAM																
Participates in the establishment of goals and workplan of the team.					X			X					X			X
Contributes to the development of a collaborative team environment.					X			X					X			X
Encourages an inclusive team environment.					X			X					X			X
Exhibits dependability in the achievement of the team's goals.					X			X					X			X
COMMUNICATE EFFECTIVELY IN WRITING																
Provides supporting details which enhances the quality of the report	X				X			X			X	X		X	X	X
Uses logical organizational pattern which enhances	X				X			X			X	X		X	X	X

Las asignaturas están en las columnas, y los student outcomes-SO (naranja) y los performance indicators-PI están en las filas. Se puede observar que el PI **“Identifies the problem and problem-solving strategy”** se desarrolla en todas las asignaturas del plan de estudios (x). Mientras que el **“Evaluates alternative solutions”** se desarrolla principalmente en las últimas asignaturas.

- Una vez definidos los Indicadores de Desempeño del SO, por favor complete la siguiente tabla:

Student Outcome		
Indicadores de Desempeño	Alcance Ingeniería	Alcance Tecnología
1.		
2.		
3.		

Elaborado por	
Fecha	Año-mes-día

- Construya un documento de Word con el Marco de referencia investigado, usando normas APA, y agregue la tabla anterior.
- Nombre el documento con el SO correspondiente + la fecha (año-mes-día).

Pautas Mapeo de Indicadores de Desempeño

- 1. Mapeo inicial:** Una vez definidos los indicadores de desempeño, estos deben ser mapeados en el plan de estudios mostrado en la imagen.
- 2. Asignación significativa:** Señale con una "X" las asignaturas donde considere que se realizará un desarrollo de desempeño. Este aporte puede basarse en la metodología y temática actual de la asignatura, o, si lo considera necesario, para que la asignatura cumpla con el rol de desarrollar ese indicador.
- 3. Distribución de indicadores:** Tenga en cuenta que todos los indicadores de un resultado de aprendizaje deben estar en la asignatura; pueden distribuirse a lo largo del plan de estudios.
- 4. Diferencias entre niveles:** Algunos indicadores pueden tener un mayor desarrollo en el nivel tecnológico que en el nivel de formación básica, por lo que la estructura de cada nivel.
- 5. Principio de eficiencia:** Evalúe dónde se desarrollará cada indicador con eficiencia. Evite saturar una asignatura asegurándose de que cada asignatura aporte una experiencia significativa en términos de **contenido y metodología**.
- 6. Progresión y proyecto:** Visualice el desarrollo del indicador a lo largo del plan de estudios, por ejemplo, una progresión coherente. Esto ayudará a identificar posibles proyectos integradores o líneas de aprendizaje a lo largo del plan de estudios.

Definiciones:

Contenido ¿Qué?: Se refiere a los conocimientos y habilidades específicos que los estudiantes deben aprender. Se refiere a los conocimientos y saber hacer esperado del ingenier@ y tecnolog@ de producción. **Saber y Saber Hacer**.

Metodología: Hace referencia a los métodos y técnicas que se utilizan para enseñar ese contenido. Puede ser **basado en problemas, estudios de casos, simulaciones, o uso de herramientas tecnológicas**. Es "cómo se enseña" de manera efectiva.

En cada asignatura hay **un qué**, que es lo que se va a enseñar ahí, es lo que se espera que aprenda. Por ejemplo, en comunicación se va a aprender "comunicación escrita". ¿qué es lo que voy a aprender ahí? conocer los elementos de un escrito, a conocer las partes de un documento, a conocer la estructura de una introducción, ¿Qué es lo que voy a aprender ahí?, ¿Qué se espera que aprenda en esta asignatura?

¿Cómo se espera que se desarrollen esos indicadores?, **el cómo**, ¿Cuál es la estrategia? ¿cómo se aprende?

En la hoja Estrategias de Aprendizaje hay un ejemplo. La idea es llenar esto e irlo organizando. Por ejemplo: Experiencial, Estudio de Casos, un Aprendizaje Basado en Problema, Salida de Campo, Talleres, Estrategias Comunicativas, Clases Magistrales, Mapas Mentales, *Team Teaching*, etc.

Las estrategias no se plantean por cada indicador, sino que, en general, con base en lo que se espera que aprenda respecto a estos indicadores.

Y lo otro es **la evaluación**. ¿Cómo se espera que se evalúe?

pero esto es la evaluación, ¿cómo se espera que se evalúe?

Entonces puede ser un cuestionario, un examen escrito. Esa debería ser la evaluación.

En la hoja Estrategias de Evaluación hay algunas estrategias. Pero la idea es que también depurando. La idea es tener una tabla donde se resuma esto, **estrategias de evaluación**. un cuestionario, una visita, una exposición.

de estudios de acuerdo con el ejemplo

rollo significativo del indicador de
dera necesario, ajustar el microcurrículo

no necesitan desarrollarse en una misma

o que en el de ingeniería, y viceversa, según

isma asignatura con múltiples indicadores,
metodología.

semestre a semestre, para facilitar una
futuro.

ender. En este contexto, el contenido se
ver Hacer

incluir estrategias como **aprendizaje**
o" se imparte el conocimiento de forma

se aprenda respecto a ese indicador.
a a aprender a identificar ahí?, a
estructura de, la estructura de un
espera que aprenda en esa

¿Cómo se espera que el estudiante

do.

de Campo, Proyecto de Aula,
§, Proyectos Colaborativos.

se van a prender en la asignatura

	First Year				
	CSCI 1301	CSCI 2200	CSCI 1302	CSCI 2611	CSCI 2211
ANALYZE COMPLEX COMPUTING PROBLEMS					
Identifies the problem and problem-solving strategy	X	X	X	X	X
Applies appropriate solution method using math/science/ engineering principles	X	X	X	X	X
Generates a problem solution	X	X	X	X	X
Evaluates alternative solutions			X		X
WORK EFFECTIVELY ON A TEAM					
Participates in the establishment of goals and workplan of the team.					X
Contributes to the development of a collaborative team environment.					X
Encourages an inclusive team environment.					X
Exhibits dependability in the achievement of the team's goals.					X
COMMUNICATE EFFECTIVELY IN WRITING					
Provides supporting details which enhances the quality of the report	X				X
Uses logical organizational pattern which enhances	X				X

se pusieran mas y que se vayan

Por ejemplo: un proyecto integrador,

	Sophomore				Junior				Senior		
CSCI 1010	CSCI 1730	CSCI 2200	CSCI 2720	CSCI 2920	CSCI 3270	CSCI 4270	CSCI 4210	CSCI 4230	CSCI 4235	CSCI 4910	CSCI 4911
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
							X		X	X	X
			X					X			X
			X					X			X
			X					X			X
			X					X			X
			X			X	X		X	X	X
			X			X	X		X	X	X

			RA1.SOLUCIÓN	
S	ASIGNATURA	CF	IP1-Define problema	IP2-Genera soluciones
1	MATEMÁTICAS BÁSICAS	Ciencias Básicas	X	X
1	GEOMETRÍA VECTORIAL Y ANALÍTICA	Ciencias Básicas	X	X
1	HABILIDADES COMUNICATIVAS	Institucional		
1	INTRODUCCIÓN A LA FORMACIÓN PROFESIONAL	Disciplinar		
1	INTRODUCCIÓN A LA INFORMÁTICA	Ciencias Básicas		
2	CÁLCULO DIFERENCIAL	Ciencias Básicas	X	X
2	ÁLGEBRA LINEAL	Ciencias Básicas	X	X
2	QUÍMICA GENERAL Y LABORATORIO	Ciencias Básicas		
2	SISTEMA DE GESTIÓN EN SS EN EL TRABAJO	Disciplinar		
2	DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADOR	Disciplinar		
2	ELECTIVA I	Institucional		
3	CÁLCULO INTEGRAL	Ciencias Básicas	X	X
3	FÍSICA MECÁNICA Y LABORATORIO	Ciencias Básicas	X	X
3	CIENCIA DE LOS MATERIALES Y LABORATORIO	Ciencias Básicas	X	
3	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	Disciplinar	X	
4	ESTADÍSTICA I	Ciencias Básicas		
4	LÓGICA DE PROGRAMACIÓN Y LABORATORIO	Disciplinar		
4	FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA	Disciplinar	X	X
4	INGENIERÍA DE MÉTODOS	Disciplinar	X	X
4	FUNDAMENTACIÓN AMBIENTAL	Institucional		
PROF	FÍSICA DE CAMPOS Y LABORATORIO	Ciencias Básicas	X	X
5	ESTADÍSTICA II	Disciplinar		
5	SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN	Disciplinar	X	X
5	PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	Disciplinar	X	X
5	OPTATIVA I	Disciplinar		
5	INGLES I	Idiomas		
5	TRABAJO DE GRADO TECNOLOGÍA	Disciplinar	X	X
PROF	CÁLCULO DE VARIAS VARIABLES EN VARIABLE REAL	Ciencias Básicas	X	X
6	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	Disciplinar		
6	FUNDAMENTOS DE FÍSICA DE PLANTAS	Disciplinar	X	X
6	PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	Disciplinar	X	X
6	OPTATIVA II	Disciplinar		
6	INGLES II	Idiomas		
6	CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD	Institucional		
PROF	SISTEMAS DE CONTROL	Disciplinar	X	X
7	ECUACIONES DIFERENCIALES	Ciencias Básicas	X	X
7	OPTIMIZACIÓN	Disciplinar	X	X
7	PROCESOS DE MANUFACTURA I	Disciplinar	X	X
7	ECONOMÍA GENERAL	Ciencias Básicas		
7	INGLES III	Idiomas		
8	MÉTODOS NUMÉRICOS	Ciencias Básicas	X	X
8	PROCESOS ESTOCÁSTICOS	Disciplinar	X	X
8	PROCESOS DE MANUFACTURA II	Disciplinar	X	X
8	ELECTIVA II	Institucional		
8	INGLES IV	Idiomas		
8	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN	Disciplinar		
9	SISTEMAS LOGÍSTICOS I	Disciplinar		
9	SIMULACIÓN DE SISTEMAS	Disciplinar		
9	PROCESOS DE MANUFACTURA III	Disciplinar		
9	FORMULACIÓN DE PROYECTOS	Disciplinar		X

9	OPTATIVA III	Disciplinar		
9	TRABAJO DE GRADO - PROFESIONAL	Disciplinar	X	X
10	SISTEMAS LOGÍSTICOS II	Disciplinar	X	X
10	DISEÑO DE INSTALACIONES	Disciplinar		
10	ESTRATEGIA DE OPERACIONES	Disciplinar		
10	EVALUACIÓN DE PROYECTOS	Disciplinar		X
10	OPTATIVA IV	Disciplinar		

DE PROBLEMAS		RA2.DISEÑO DE SOLUCIONES				RA3.COMUNICACIÓN	
IP3- Desarrolla/Ap lica solución	IP4-Evalúa solución	IP1- 1.Define la situación de diseño.	IP2- 2.Desarrolla propuestas de solución.	IP3- I3.Determina la alternativa más adecuada.	IP4- 4.Desarrolla el diseño de detalle.	IP1 - Comunicación Oral	IP2 - Comunicación escrita
X X		X				X	X
X X							
		X	X			X	X
X X							X
		X	X			X	
		X	X				
X							
X		X	X	X		X	
X							X
X X		X	X	X	X	X	X
			X	X			
X X						X	
		X	X	X			X
X X X	X X	X	X	X			
						X	X
		X	X	X	X	X	
X	X		X	X			

X	X							X
X	X	X	X	X	X			
		X	X	X	X			X
X	X		X	X			X	

[illegible]

	X	X	X	X	X			
	X	X	X	X	X		X	
	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X		X	
	X	X	X	X	X		X	

IS DE DATOS		RA7.AUTOAPRENDIZAJE				#ID
IP3	IP4	IP1- Reflexio na sobre su desemp eño	IP2- Nuevas técnica s y tecnolo gías	IP3- Conoci mientos previos	IP4	
						3
						4
						1
						1
						0
						3
						3
						6
						3
						3
						0
						3
						3
						6
						3
						3
						0
						3
						9
						8
						7
						0
						4
						10
						16
						2
						8
						0
						7
						15
						0
						0
						0
						9
						3
						5
						13
						12
						0
						0
						0
						9
						3
						12
						17
						5
						0
						3
						4
						17
						0
						0
						7
						10
						12
						14
						11

		0
	x	11
		14
		8
		11
		12
		0

				RA1.SOLUCIÓN	
S	ASIGNATURA	CF	Desarrollo	IP1-Define problema	IP2-Genera soluciones
1	MATEMÁTICAS BÁSICAS	Ciencias Básicas		X	X
			¿Qué?	*Desarrollar habilidades básicas en álgebra	
1	GEOMETRÍA VECTORIAL Y ANALÍTICA	Ciencias Básicas		X	X
			¿Qué?	*Desarrollar habilidades para representar	
1	HABILIDADES COMUNICATIVAS	Institucional			
			¿Qué?		
1	INTRODUCCIÓN A LA FORMACIÓN PROFESIONAL	Disciplinar			
			¿Qué?		
1	INTRODUCCIÓN A LA INFORMÁTICA	Ciencias Básicas			
			¿Qué?		
2	CÁLCULO DIFERENCIAL	Ciencias Básicas		X	X
			¿Qué?	*Proporcionar herramientas para analizar	
2	ÁLGEBRA LINEAL	Ciencias Básicas		X	X
			¿Qué?	*Comprender conceptos básicos como ve	
2	QUÍMICA GENERAL Y LABORATORIO	Ciencias Básicas			
			¿Qué?		
2	SISTEMA DE GESTIÓN EN SS EN EL TRABAJO	Disciplinar			
			¿Qué?		
2	DIBUJO ASISTIDO POR COMPUTADOR	Disciplinar			
			¿Qué?		
2	ELECTIVA I	Institucional			
			¿Qué?		
3	CÁLCULO INTEGRAL	Ciencias Básicas		X	X
			¿Qué?	*Resolver problemas relacionados con área	
3	FÍSICA MECÁNICA Y LABORATORIO	Ciencias Básicas		X	X
			¿Qué?	*Identificar los principios básicos de la me	
3	CIENCIA DE LOS MATERIALES Y LABORATORIO	Ciencias Básicas		X	
			¿Qué?	*Presenta conceptos sobre propiedades c	
3	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	Disciplinar		X	
			¿Qué?	*Identificar sistemas físicos complejos rel	
4	ESTADÍSTICA I	Ciencias Básicas			
			¿Qué?		
4	LÓGICA DE PROGRAMACIÓN Y LABORATORIO	Disciplinar			
			¿Qué?		
4	FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA	Disciplinar		X	X
			¿Qué?	*Identificar y comprender los procesos de	
4	INGENIERÍA DE MÉTODOS	Disciplinar		X	X

			¿Qué?	Identifica: *Identificar desperdicios y cuell
4	FUNDAMENTACIÓN AMBIENTAL	Institucional		
			¿Qué?	
PROF	FÍSICA DE CAMPOS Y LABORATORIO	Ciencias Básicas		X X
			¿Qué?	*Identificar sistemas físicos complejos rel
5	ESTADÍSTICA II	Disciplinar		
			¿Qué?	
5	SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN	Disciplinar		X X
			¿Qué?	*Comprender los principios de la automat
5	PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	Disciplinar		X X
			¿Qué?	*Identificar problemas asociados con la p productivos. *Identificar los elementos clave en la plan
5	OPTATIVA I	Disciplinar		
			¿Qué?	
5	INGLES I	Idiomas		
			¿Qué?	
5	TRABAJO DE GRADO TECNOLOGÍA	Disciplinar		X X
			¿Qué?	
PROF	CÁLCULO DE VARIAS VARIABLES EN VARIABLE REAL	Ciencias Básicas		X X
			¿Qué?	*Desarrollar capacidades de análisis de p
6	CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS	Disciplinar		
			¿Qué?	
6	FUNDAMENTOS DE FÍSICA DE PLANTAS	Disciplinar		X X
			¿Qué?	*Comprender de forma sistémica el comp
6	PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	Disciplinar		X X
			¿Qué?	*Comprender conceptos, métodos y herra
6	OPTATIVA II	Disciplinar		
			¿Qué?	
6	INGLES II	Idiomas		
			¿Qué?	
6	CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD	Institucional		
PROF	SISTEMAS DE CONTROL	Disciplinar		X X
			¿Qué?	*Comprender los principios de control lóg
7	ECUACIONES DIFERENCIALES	Ciencias Básicas		X X
			¿Qué?	*Proporcionar herramientas matemáticas
7	OPTIMIZACIÓN	Disciplinar		X X
			¿Qué?	*Proponer soluciones utilizando modelos
7	PROCESOS DE MANUFACTURA I	Disciplinar		X X

			¿Qué?	
				*Comprender y aplicar los fundamentos b
7	ECONOMÍA GENERAL	Ciencias Básicas		
			¿Qué?	
7	INGLES III	Idiomas		
8	MÉTODOS NUMÉRICOS	Ciencias Básicas		X X
			¿Qué?	*Desarrollar habilidades en la aproximaci
8	PROCESOS ESTOCÁSTICOS	Disciplinar		X X
			¿Qué?	*Comprender los principios de aleatoried
8	PROCESOS DE MANUFACTURA II	Disciplinar		X X
			¿Qué?	
				*Comprender los diversos procesos de tra
8	ELECTIVA II	Institucional		
			¿Qué?	
8	INGLES IV	Idiomas		
			¿Qué?	
8	SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN	Disciplinar		
			¿Qué?	
9	SISTEMAS LOGÍSTICOS I	Disciplinar		
			¿Qué?	
9	SIMULACIÓN DE SISTEMAS	Disciplinar		
			¿Qué?	
9	PROCESOS DE MANUFACTURA III	Disciplinar		
			¿Qué?	
9	FORMULACIÓN DE PROYECTOS	Disciplinar		X
			¿Qué?	*Desarrollar la capacidad para formular, p
9	OPTATIVA III	Disciplinar		
			¿Qué?	
9	TRABAJO DE GRADO - PROFESIONAL	Disciplinar		X X
			¿Qué?	
10	SISTEMAS LOGÍSTICOS II	Disciplinar		X X
			¿Qué?	*Identificar problemas relacionados con e
10	DISEÑO DE INSTALACIONES	Disciplinar		
			¿Qué?	
10	ESTRATEGIA DE OPERACIONES	Disciplinar		
			¿Qué?	
10	EVALUACIÓN DE PROYECTOS	Disciplinar		X

			¿Qué?	*Analizar los resultados de proyectos en te
10	OPTATIVA IV	Disciplinar		
			¿Qué?	

DE PROBLEMAS			RA2.DISEÑO	
IP3-Desarrolla/Aplica solución	IP4-Evalúa solución		IP1- 1.Define la situación de diseño.	IP2- 2.Desarrolla propuestas de solución.
X		Y	Ayuda a argumentar (C)	
ra y aritmética para formular y resolver problemas	Y			
X		Y		
y analizar problemas en el espacio	Y		Instruye sobre presentación de	
			X	
X	Y		Ayuda a argumentar (C)	
cambios y tasas de variación en sistemas de	Y			
X	Y			
ectores, matrices y sistemas de ecuaciones	Y			
			Instruye sobre herramientas de representación	
			X	
X	Y		Ayuda a argumentar (C)	
reas, volúmenes y funciones acumulativas	Y			
X	Y		Ayuda a argumentar (C)	
ecánica y sus aplicaciones en ingeniería, construcción	Y			
	Y		Ayuda a argumentar (C)	
de materiales y su relación con aplicaciones	Y			
	Y		Permite determinar la viabilidad de fabricación	
			X	
lacionados con fuerzas y energías	Y			
	Y		Permite determinar la viabilidad de fabricación	
			X	
transformación de materias primas desde	Y			
X	Y			

os de botella en procesos operativos.*Form	Y	
		Permite determinar la viabilidad de fabrica
		X
X	Y	
lacionados con fuerzas y energías	Y	
	Y	
ización y control, a la vez que, aprende a in	Y	
X	Y	
lanificación de recursos en sistemas		
ificación de recursos	Y	
X	Y	Permite validar la capacidad de propon
	Y	X X
X	Y	Ayuda a argumentar (C
problemas complejos con múltiples variable	Y	
X	Y	
ortamiento de un sistema de manufactura	Y	
X	Y	
imientos informáticas para la programación	Y	
	Y	
ico, síntesis de protocolos discretos, respu	Y	
X	Y	Ayuda a argumentar (C
para modelar y resolver problemas que im	Y	
X	Y	
de programación lineal o heurística para pr	Y	
	Y	Permite determinar la viabilidad de fabrica

[illegible]

límites de viabilidad técnica, económica y Y	



O DE SOLUCIONES			RA3.COMUNICACIÓN	
IP3- I3.Determina la alternativa más adecuada.	IP4- 4.Desarrolla el diseño de detalle.		IP1 - Comunicación Oral	IP2 - Comunicación escrita
Cálculos de ingeniería)		Y		
X		Y		
informes; ayuda a argumentar.		Y		
		Y	Comunicaciones informales orales	
				Comunicaciones informales escritas
Cálculos de ingeniería)		Y		
X		Y		
			Comunicaciones técnicas informales orales	
ion, normas; ayuda a presentar propuestas.		Y		
X				Comunicaciones técnicas escritas
		Y		
Cálculos de ingeniería)		Y		
X		Y		
Cálculos de ingeniería)		Y		
X		Y		
Cálculos de ingeniería)		Y		
X	X			Comunicaciones formales escritas
		Y		
ición o implementación de una propuesta.		Y		
X			Comunicaciones formales orales	
		Y		
ición o implementación de una propuesta.		Y		
X			Comunicaciones formales orales	
		Y		



RA4.ÉTICA PROFESIONAL		
IP1-Sistema de referenciación y citación	IP2-Originalidad y autenticidad en los trabajos	IP3-Reconocimiento de conflictos de ética
X	X	
Identificación y selección de sistemas de referenciación	Revisión de documentos en Turnitin o plataformas antiplagio	
X	X	X
X	X	X

Identificación y selección de sistemas de referenciación	Revisión de documentos en Turnitin o plataformas antiplagio	
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X

Identificación y selección de sistemas de referenciación		Revisión de documentos en Turnitin o plataformas antiplagio	
X		X	
		X	
X		X	
		X	
Identificación y selección de sistemas de referenciación		Revisión de documentos en Turnitin o plataformas antiplagio	
X		X	
		X	
X		X	
		X	
X		X	
		X	
X		X	
		X	
X		X	
		X	
X		X	
		X	
X		X	
		X	

|

			RA5.TRABAJO EN EQUIPO	
IP4-Soluciones con responsabilidad ética	IP5-Impactos de soluciones de ingeniería y tecnología		IP1: Organización del equipo	IP2: Participación en el equipo
			X	
			Realización de Prácticas de Laboratorio del contenido específico.	
			X	
			Actividades grupales, como proyectos colaborativos del curso.	
			X	
			Realización de Prácticas de Laboratorio del contenido específico.	
			X	
			Realización de Prácticas de Laboratorio del contenido específico.	
			X	
Comunicaciones formales orales y escritas			Realización de Prácticas de Laboratorio. Actividades grupales específicas.	
			Y	
			Y	
			Y	X
X	X	Y		X
X	X	Y		X

Comunicaciones formales orales y escritas

x

x

Y

Realización de Prácticas de Laboratorio y proyectos colaborativos específicos.

Y

Y

Comunicaciones formales orales y escritas

x

x

Y

x

Realización de Prácticas de Laboratorio y proyectos colaborativos específicos.

Y

x

x

Y

x

x

Y

Y

x

x

Y

Y

x

Realización de Prácticas en software flexsim y aplicación en

x

x

Y

x

Realización de Prácticas de Laboratorio y proyectos colaborativos

x

x

Y

x

Y

x

x

Y

x

x

Y

Y

x

Realización de Prácticas en software y aplicación en proyectos

x

x

Y

x

x

Realización de Prácticas en software flexsim y modelado de

x

x

Y

x

Realización de proyectos colaborativos del contenido específico

x

x

Y

x

Y

Realización de proyectos colaborativos del contenido espe

[illegible]

[illegible]

pecifico.

Y

[illegible]

Comprender las técnicas
de ingeniería para proponer

Y

x

Y

electromagnéticos. Diseñar y

Y

X

Implementar estrategias de aprendizaje
que le permiten cumplir las metas e ir al
ritmo del curso (por ejemplo, participar
activamente en clase, asistir a los
horarios de atención, entre otros)

x

Y

X

Experimentos en el laboratorio de	Y	Comprender la relevancia y la utilidad de las técnicas y tecnologías em
x para evaluar variables.	Y	
	Y	
x beta. Diseñar experimentos y	Y	X
	Y	
		X
		Aplica métodos o herramientas actuales para la revisión de la literatura asociada al problema de investigación



APRENDIZAJE

IP3-Conocimientos previos	IP4

[illegible]

ergentes en los procesos de manufactura

Y

X

Y

Y

Y

Y



El Cómo...

Estrategias de Aprendizaje
Aprendizaje experiencial
Estudios de caso
Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)
Salida de campo o visitas a empresas
Proyecto de aula
Talleres
Estrategias comunicativas
Clases magistrales
Evaluación formativa
Mapas mentales
Team Teaching
Proyectos colaborativos

Descripción
Actividades que promueven un aprendizaje significativo mediante la experimentación en la empresa, laboratorio o entornos simulados, para el refuerzo de los conceptos teóricos vistos en las clases. Consiste en proporcionar una serie de casos que representen situaciones problemáticas diversas de la vida real para que se estudien y analicen. La metodología pretende entrenar a los alumnos en la generación de soluciones, favoreciendo la identificación del contexto y realidad del entorno. El caso no proporciona soluciones sino datos concretos para reflexionar, analizar y discutir en grupo las posibles salidas que se pueden encontrar a cierto problema. Enfrentamiento a problemas reales o simulados para fomentar el análisis y la aplicación práctica del conocimiento. El proceso implica identificar qué conocimientos se necesitan para resolver el problema fomentando la investigación y el pensamiento crítico. Aunque no siempre genera un producto tangible, sino más bien la adquisición de habilidades y comprensión del problema. Fomentan ambientes donde los estudiantes refuerzan e incorporan los conocimientos teóricos adquiridos, mediante la observación de los procesos reales llevados a cabo en las empresas. Esta actividad permite que los estudiantes identifiquen problemáticas del entorno y a partir de las competencias adquiridas en las diferentes asignaturas propongan soluciones a dichas problemáticas, fomentando la creatividad para la resolución de problemas de su entorno. Análisis de situaciones reales, por medio del estudio de casos reales proporcionados por la industria, la literatura o en su defecto por experiencia del docente que guía la asignatura. Ejercicios en clase para la resolución de problemas de toda guía o reales. Permite desarrollar habilidades comunicativas, analíticas y críticas a través de la redacción de textos académicos, la generación de reportes técnicos simulando entornos laborales, y la realización de presentaciones orales. Esta estrategia promueve habilidades como la organización de ideas, argumentación, síntesis de información y uso adecuado de referencias y herramientas ofimáticas. Presentación de conceptos clave con integración de preguntas y debates interactivos en espacios físicos o virtuales. Uso de cuestionarios, autoevaluaciones y retroalimentación constante para guiar el aprendizaje. Organización de conceptos mediante herramientas visuales como diagramas y mapas conceptuales. Es una estrategia educativa en la que dos o más docentes trabajan juntos para planificar, organizar, enseñar e evaluar a un grupo de estudiantes. También se conoce como enseñanza colaborativa o co-docencia. Los estudiantes participan en equipos interdisciplinarios para resolver problemas complejos, ofrecer explicaciones claras, precisas, científicamente fundamentadas, aplicar el conocimiento técnico de una disciplina a la solución de situaciones reales. Permite desarrollar habilidades para organizar, planear y administrar el tiempo y los recursos, formular objetivos, metas y propósitos para iniciar y concluir un proyecto dentro de unos límites, recursos y esquemas determinados, utilizar el pensamiento crítico en la valoración de la información para la toma de decisiones, actuar responsablemente y proponer soluciones innovadoras.

Competencia 1: Solución de Problemas

MARCO DE REFERENCIA

Siguiendo la Comisión de Acreditación de Programas de Ingeniería para 2024-2025 ([ABET, 2024](#)), ABET define como la primera competencia esperada de un estudiante al culminar sus estudios de ingeniería como la solución de problemas, definida de la siguiente forma:

Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando los principios de la ingeniería, la ciencia y las matemáticas.

Asimismo, los problemas complejos de ingeniería son definidos como ([ABET, 2024](#)):

Los problemas complejos de ingeniería incluyen una o más de las siguientes características: implican cuestiones técnicas de gran alcance o conflictivas, no tienen una solución obvia, abordan problemas no contemplados en las normas y códigos actuales, implican a diversos grupos de partes interesadas, incluyen muchas partes componentes o subproblemas, implican a múltiples disciplinas o tienen consecuencias significativas en una serie de contextos.

Esta habilidad implica que los estudiantes deben ser capaces de **identificar, formular y resolver problemas de ingeniería** que no tienen soluciones fáciles o únicas, y que a menudo requieren la integración de varios campos de conocimiento para formular una solución adecuada. Para abordar estos problemas, los estudiantes deben **aplicar principios de ingeniería, ciencias y matemáticas** con el fin de desarrollar una solución adecuada.

Para materializar la valoración de esta competencia en plana de formación de un estudiante, [Mobasseri et al. \(2023\)](#) en su trabajo de conferencia titulado “*Challenges in Designing Complex Engineering Problems to Meet ABET Outcome 1*” ilustran que la creación de un problema complejo en ingeniería debe permitir al estudiante abordar la estructura completa de solución de problemas, delineadas como:

- 1) La definición de su problema.
- 2) La exploración de opciones.
- 3) La planificación de un método.
- 4) La aplicación de dicho método y
- 5) La reflexión sobre el éxito de su diseño.

Estas fases están en sintonía con la estructura de resolución de problemas de McMaster (Felder & Brent, 2016, pag 201) que establece que los alumnos deben definir, explorar, planificar, aplicar y reflexionar sobre el resultado obtenido, iterando con diferentes opciones en el caso de que la solución sea inaceptable, como se ilustra en la Figura 1.

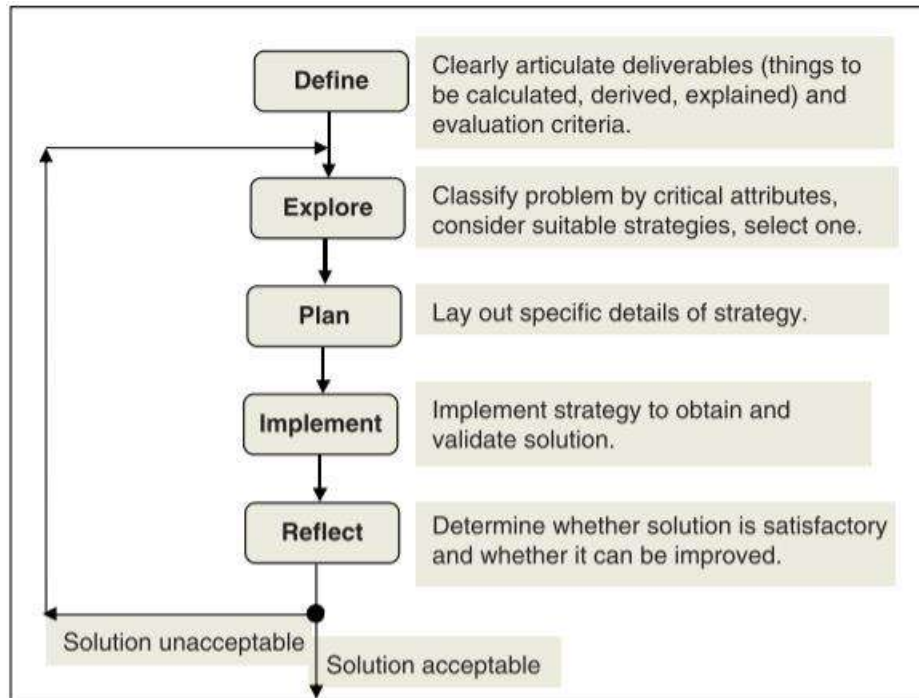


Figura 1. Estructura McMaster de Solución de Problemas. Imagen tomada de (Felder & Brent, 2016, pag 201)

- 1) **Definir el Problema:** Los estudiantes deben comenzar por **articular claramente el problema**, identificando los aspectos que necesitan ser calculados, derivados, explicados o evaluados. Se debe establecer con precisión lo que se requiere como resultado y los criterios de evaluación que se utilizarán para validar la solución.
- 2) **Explorar Opciones:** Los estudiantes deben **clasificar el problema según atributos críticos**, considerar diferentes enfoques o estrategias y seleccionar la más adecuada. Esta exploración es crucial para comprender la naturaleza multifacética de los problemas de ingeniería.
- 3) **Planificar un Método:** Una vez seleccionada la estrategia adecuada, los estudiantes deben **detallar los pasos específicos** para implementar dicha estrategia. Este plan debe ser claro y detallado para poder ser ejecutado de manera efectiva.
- 4) **Implementar el Método:** En esta etapa, los estudiantes **implementan la estrategia** diseñada para obtener y validar la solución. Esta es la fase en la que se materializa el plan y se lleva a cabo la parte práctica del problema.
- 5) **Reflexionar sobre el Resultado:** Finalmente, los estudiantes deben **reflexionar sobre la solución**, evaluando si es satisfactoria y si puede ser mejorada. Si el resultado no es aceptable, deben volver a fases anteriores e iterar para mejorar la solución.

Felder & Brent (2016) advierten que este modelo de 5 pasos en la práctica no es tan lineal. Y que pedirles a los estudiantes que implemente siempre esta estrategia en cada problema asignado puede ser una exageración. Ya que la estrategia está definida solo para problemas complejos que no tienen una solución obvia o tienen una solución abierta. **De modo que está**

orientada a desarrollar el nivel de pensamiento más alto de la taxonomía de Bloom (**analizar, evaluar y crear**). Por ejemplo, en un curso introductorio de cálculo con una actividad de encontrar $\int (2x + x^2)dx$, no se esperará que los alumnos apliquen la estrategia McMaster completa; simplemente evaluarán la integral y comprobarán su solución.

Un ejemplo de despliegue del Outcome 1 en términos de Indicadores de desempeño, es presentado por la profesora Nicole Okamoto, de la Universidad Estatal de San José (SJSU) del Colegio de Ingeniería Charles W. Davidson, en su curso titulado *Use of Rubrics for ABET Assessment Part 1*, en el programa de Ingeniería Mecánica (Okamoto, 2022).

EJEMPLO Criterios de Desempeño (rúbrica Ingeniería Mecánica) (Okamoto, 2022):

- 1) Definir problemas complejos abiertos de ingeniería aeroespacial en términos adecuados de ingeniería: Definir uno o más criterios (medidas) para responder a la pregunta, si no se especifica explícitamente en la declaración del problema.
- 2) Explorar los problemas: Generar preguntas apropiadas relacionadas con las “medidas” definidas en el Paso 1, identificar posibles enfoques (modelos) para resolver el problema y hacer suposiciones razonables.
- 3) Desarrollar un plan para la solución: Seleccionar un modelo apropiado (teórico o empírico) para desarrollar una solución, descomponer el problema en subproblemas y determinar qué se necesita encontrar en cada subproblema.
- 4) Implementar el plan de solución: Verificar la precisión de los cálculos (sustituir valores apropiados de cantidades conocidas y supuestas en las ecuaciones y realizar los cálculos correctamente). Producir bocetos, figuras y dibujos según sea necesario.
- 5) Evaluar los resultados: Discutir si las respuestas tienen sentido, evaluar la adecuación de los modelos usados y las suposiciones hechas.
- 6) Reflexionar sobre fortalezas y debilidades personales: Reflexionar sobre las fortalezas y debilidades personales al aplicar la metodología de resolución de problemas.

En el curso de ABET sobre Mapeo de Indicadores de desempeño, se presenta la siguiente ilustración de indicadores para un programa de computación:

Computer Systems Program																
	First Year					Sophomore				Junior				Senior		
	CSCI 1301	CSCI 2200	CSCI 1302	CSCI 2011	CSCI 2210	CSCI 1730	CSCI 2200	CSCI 2720	CSCI 2920	CSCI 3270	CSCI 4270	CSCI 4210	CSCI 4230	CSCI 4235	CSCI 4910	CSCI 4911
ANALYZE COMPLEX COMPUTING PROBLEMS																
Identifies the problem and problem-solving strategy	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Applies appropriate solution method using mathematics/ engineering principles	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Generates a problem solution	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Evaluates alternative solutions			X		X							X		X	X	X

De esta imagen se identifican 4 indicadores para el resultado de aprendizaje de solución de problemas:

1. Identifica el problema y una estrategia de solución.
2. Aplica un método de solución apropiado usando principios de matemáticas, ciencias e ingeniería.
3. Genera una solución al problema.
4. Evalúa alternativas de solución.

DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

Para la definición de los indicadores de desempeño del egresado de Ingeniería de producción tanto en el nivel de ingeniería como en el nivel tecnólogo debemos identificar el alcance del objeto de estudio de cada uno y su campo de acción.

- El **Tecnólogo en Sistemas Productivos** está orientado a la **gestión operativa y técnica** de los **sistemas de producción de bienes y servicios**, con énfasis en la implementación, control y mejora de los procesos productivos para optimizar la eficiencia y productividad. Su objeto de estudio incluye los **sistemas de producción**, **flujos de trabajo** y la **transformación de materiales**, enfocándose en maximizar la eficiencia de los recursos disponibles dentro de una organización.
- Por otro lado, el **Ingeniero de Producción** tiene un campo de acción amplio, enfocado en la **optimización sistémica** de las actividades relacionadas con la **cadena de suministro** y la gestión de **procesos productivos**. Su objeto de estudio abarca los **sistemas complejos de producción**, y la **cadena de suministro**, con un enfoque en el **diseño, planificación y optimización continua** de estos sistemas a lo largo del ciclo de vida del producto, buscando siempre mejoras estratégicas y sostenibles que aumenten la eficiencia y productividad en los diversos sectores industriales.

Se proponen los Indicadores de desempeño siguiente la estructura McMaster de solución de problemas (Felder & Brent, 2016), y ajustando al objeto y alcance del Ingeniero de Producción y Tecnólogo en Sistemas de Producción.

<i>SO1: Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando los principios de la ingeniería, la ciencia y las matemáticas.</i>		
Indicadores de Desempeño	Alcance Ingeniero de Producción	Alcance Tecnólogo Sistemas de Producción
1. Define el problema.	Define problemas complejos en el marco de los sistemas de producción y la cadena de suministro, identificando características clave, restricciones y condiciones. Estableciendo criterios de evaluación económicos, de eficiencia, sociales o ambientales necesarios para validar la solución.	Define los requerimientos operativos del sistema productivo, identificando las entradas y salidas del proceso y los criterios de evaluación necesarios para medir la efectividad de la solución en términos de eficiencia productiva y recursos operacionales disponibles.
2. Genera soluciones.	Genera estrategias de solución utilizando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas, asegurando que cumplan con los requisitos y restricciones definidos para abordar el problema de manera efectiva.	Selecciona el método de solución más adecuado en función de los atributos críticos del problema.
3. Desarrolla un plan de solución.	Desarrolla un plan de solución estructurado siguiendo principios de ingeniería, ciencias y matemáticas, garantizando el cumplimiento de los	Aplica el procedimiento seleccionado, asegurando que se sigan las condiciones específicas del método y los requerimientos del proceso.

	requisitos y restricciones definidos para abordar el problema.	
4. Evalúa soluciones	Evalúa soluciones utilizando modelos avanzados de ingeniería, reflexionando sobre los resultados obtenidos y las suposiciones hechas. Identifica oportunidades de mejora y propone soluciones alternativas cuando sea necesario.	Verifica si los resultados cumplen con los requisitos operativos establecidos y evalúa la necesidad de ajustar o modificar el procedimiento aplicado, en caso de que no se alcancen los objetivos previamente definidos.

Elaborado por	Eduard Alexander Gañan
Fecha	2024-10-19

ABET. (2024). *Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2024 - 2025 - ABET*.

<https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2024-2025/>

Felder, R. M., & Brent, R. (2016). *Teaching and learning STEM: A practical guide* (First Edition).

Jossey-Bass. <https://ipa-pasca.unpak.ac.id/pdf/Teaching-and-Learning-STEM-A-Practical-Guide.pdf>

Mobasser, B. G., Klein, L., & Char, E. S. (2023, June 25). Challenges in Designing Complex Engineering Problems to Meet ABET Outcome 1. *2023 Annual Conference & Exposition*.

<https://strategy.asee.org/challenges-in-designing-complex-engineering-problems-to-meet-abet-outcome-1.pdf>

Okamoto, N. (2022, October 6). *Use of rubrics for ABET assessment part 1 [Video]*

[Broadcast]. [SJSUCOEInstructionalDesign].

RA2- DISEÑO DE SOLUCIONES

Tecnología en Sistemas de producción e Ingeniería de Producción PCP

Este informe parte de haber convenido entre los desarrolladores que se tomaran como referencia los resultados de aprendizaje que propone ABET para las carreras de “ingeniería tecnológica” en dos niveles de formación, *Asociado*, que consideramos análogo a la Tecnología en Sistemas de Producción del ITM y de “*licenciatura*” que consideramos análogo a la Ingeniería de Producción por ciclos propedéuticos del ITM.

MARCO DE REFERENCIA

De acuerdo con la Comisión de Acreditación de Programas de Ingeniería para 2024-2025 ([ABET, 2024](#)), ABET establece como una de las competencias esperada de un estudiante al culminar sus estudios de ingeniería el del desarrollo de propuestas de diseño en diferentes campos según su área de formación, y define **Diseño de Soluciones** como:

“An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors”

“Capacidad para aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas teniendo en cuenta la salud, la seguridad y el bienestar públicos, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.” (Tomada de ABET y traducción propia)

Diseño en Ingeniería:

Es el proceso de desarrollo de un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades y especificaciones deseadas dentro de ciertas restricciones tales como: accesibilidad, estética, normas, capacidad de construcción, costo, ergonomía, extensibilidad, funcionalidad, interoperabilidad, consideraciones legales, capacidad de mantenimiento, capacidad de fabricación, comercialización, política, regulaciones, cronograma, estándares, sostenibilidad o facilidad de uso, entre otras.

. Es considerado un proceso iterativo y creativo de toma de decisiones en el que se aplican las ciencias básicas, las matemáticas y las ciencias de la ingeniería para convertir los recursos en soluciones.

El diseño de ingeniería se entiende como un proceso en el cual hay que identificar oportunidades, desarrollar requisitos o requerimientos, realizar análisis y síntesis de la situación e información, generar múltiples soluciones, evaluar, considerando riesgos y haciendo concesiones, las propuestas de solución en función de los requisitos, con el fin de obtener una solución de alta calidad adecuada a las circunstancias dadas. Estas acciones pueden ser secuenciales cronológicamente o ser de ejecución individual como tarea de diseño.

Algunos referentes

Para la selección y definición de los indicadores de logro en el campo del diseño, se han consultado diferentes páginas web de universidades e instituciones que incluyen dentro de sus programas de ingeniería el diseño de sistemas técnicos o de soluciones en general. *(Se ha aprovechado lo consultado por la Dra. Olga Larrea en cuanto a instituciones avaladas por ABET, específicamente: Universidad de los Andes, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Concepción, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Institut Químic de Sarrià (IQS), Kansas State University, Milwaukee School of Engineering, University of Pittsburgh).* La búsqueda se realizó consultando “Rubricas para el resultado de aprendizaje de Diseño” (SO 2), (ver algunos anexos), y de las cuales se estableció que los indicadores eran prácticamente los mismos.

Ejemplos de Rubricas encontradas para el Resultado de Aprendizaje que evalúa Diseño en Ingeniería

1- [http://www.ece.iit.edu/~abet/sopi/PI%20Rubric%20-%20Student%20Outcome%20\(2\).pdf](http://www.ece.iit.edu/~abet/sopi/PI%20Rubric%20-%20Student%20Outcome%20(2).pdf)
 Attach to graded student artifact or provide identifier: _____ Approved 11/10/2020

Rubric for Performance Indicators of Student Outcome (2):

An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors

PI #	Performance Indicator	Beginning	Developing	Proficient	Exemplary
PI-21	Formulate the problem (identify the "need") and analyze constraints	- Unable to formulate the problem at all - Does not understand the concept of constraint.	- Partial formulation, but missing some key constraints - Understands the concept of constraints but is unable to formulate the problem.	- Formulates the problem and use constraints in formulation - Unable to use the most efficient formulation.	- Formulates the problem and analyzes all relevant constraints - Finds the best formulation.
PI-22	Establish "fitness" criteria for evaluating potential solutions and tradeoffs	- Unable to establish fitness criteria - Does not understand the concept of tradeoffs.	- Somewhat able to establish fitness criteria and tradeoffs with major weaknesses. - Misses several critical tradeoffs.	Establishes fitness criteria and tradeoffs with minor weaknesses.	- Establishes complete fitness criteria - Analyzes tradeoffs thoroughly.
PI-23	Generate alternative solutions	Unable to derive any meaningful solution.	- Derives a meaningful solution - Unable to derive alternative solutions	- Derives multiple solutions - Has some weaknesses in evaluation of alternative solutions.	- Derives alternative solutions - Performs proper evaluation of alternative solutions.
PI-24	Build a prototype and analyze performance	Unable to build a proper prototype.	- Builds a prototype with some help. - Shows major weaknesses in analyzing performance.	- Builds an adequate prototype - Somewhat able to analyze performance.	- Builds a well-developed prototype - Fully analyzes the performance.
PI-25	Improve prototype	Unable to identify weakness in prototype.	- Identifies some weakness in prototype, but still missing some important items - Unable to make any improvement to the prototype.	- Identifies key weakness in prototype - Makes some improvements with minor weaknesses.	- Identifies any weakness in prototype - Remedies any weakness in prototype - Determines the best prototype.

2. https://engineering.ucdenver.edu/docs/librariesprovider29/college-of-engineering-and-applied-science/appendix-2.pdf?sfvrsn=d00bfebb_1

Attach to graded student artifact or provide identifier: _____

Approved 4/19/2013

Rubric for Performance Indicators of Student Outcome 2:

Performance Indicator	1: Beginning	2: Developing	3: Proficient	4: Exemplary
Formulate the problem and analyze constraints	• Unable to formulate the problem at all • Does not understand the concept of constraint	• Partial formulation, but missing some key constraints • Understands the concept of constraints but is unable to formulate the problem	• Formulates the problem and use constraints in formulation • Unable to use the most efficient formulation	• Formulates the problem and analyzes all relevant constraints • Finds the best formulation
Establish criteria for evaluating potential solutions	• Unable to establish fitness criteria • Does not understand the concept of tradeoffs	• Somewhat able to establish fitness criteria and tradeoffs with major weaknesses. • Misses several critical tradeoffs	• Establishes fitness criteria and tradeoffs with minor weaknesses	• Establishes complete fitness criteria • Analyzes tradeoffs thoroughly
Generate alternative solutions	• Unable to derive any meaningful solution	• Derives a meaningful solution • Unable to derive alternative solutions	• Derives multiple solutions • Has some weaknesses in evaluation of alternative solutions	• Derives alternative solutions • Performs proper evaluation of alternative solutions
Design a prototype and predict its performance	• Unable to design a proper prototype	• Designs a prototype with some help. • Shows major weaknesses in predicting performance	• Designs an adequate prototype • Somewhat able to predict performance	• Designs a well-developed prototype • Fully predicts its performance

3. <https://www.pmu.edu.sa/attachments/academics/pdf/udp/coe/dept/ce/rubric-for-abet-key-performance-indicators.pdf>

Outcome 2: An ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified need with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors.				
Criteria	Low (1)	Needs Improvement (2)	Good (3)	Excellent (4)
2.1. Define design specifications and constraints and Utilize proven design methodologies and practices and available resources to achieve design intent.	Fails to Define design specifications and constraints and Utilize proven design methodologies and practices and available resources to achieve design intent.	Shows limited and less than adequate ability to Define design specifications and constraints and Utilize proven design methodologies and practices and available resources to achieve design intent.	Demonstrates satisfactory ability to Define design specifications and constraints and Utilize proven design methodologies and practices and available resources to achieve design intent.	Understands and applies properly and accurately Define design specifications and constraints and Utilize proven design methodologies and practices and available resources to achieve design intent.
2.2. Produce design alternatives.	Fails to Produce design alternatives	Shows limited and less than adequate ability to Produce design alternatives	Demonstrates satisfactory ability to Produce design alternatives	Perform properly and accurately in producing design alternatives
2.3. Verify the component/system/process design against the design specifications and constraints.	Fails to Verify the component/system/process design against the design specifications and constraints	Shows limited and less than adequate ability to Verify the component/system/process design against the design specifications and constraints	Demonstrate satisfactory ability to verify the component/system/process design against the design specifications and constraints	Perform properly and accurately in verifying the component/system/process design against the design specifications and constraints

4. <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2022/04/Diapositiva-13.pdf>

Table 4-4: Student Outcome (2) Assessment process

Performance Indicators (PI)	Educational Strategies	Method(s) of Assessment	Where Summative data are collected (Time of data collection)	Where Formative data are collected (201930-202010)	Length of assessment cycle	Target for performance
PI1. Identify the problems and / or needs to define the evaluation criteria, restrictions and design requirements.	IIN0010 - IIN4300 - IIN7171 - IIN7050 - IIN7100 - AMB8607 - IIN9321 and courses where summative and formative data are collected	Direct (Student's Work)	INV7366 (2017, 2018, 201910, 201930-202010)	IIN7030 IIN8945 IIN7105	1 year	70%
PI2. Propose conceptual design alternatives according to the scope.		Direct (Student's Work)	INV7366 (2017, 2018, 201910, 201930-202010)	IIN7030 IIN8945* IIN7105	1 year	70%
PI3. Evaluate and select the most convenient alternative taking into account the criteria, restrictions and design requirements.		Direct (Student's Work)	INV7366 (201910, 201930-202010)	IIN7030 IIN8945* IIN7105	1 year	70%
PI4. Design the selected alternative.		Direct (Student's Work)	INV7366 (2017, 2018, 201910, 201930-202010)	IIN7030 IIN8945 IIN7105	1 year	70%
SO (2)		Indirect	Exit Survey (2016, 2017, 2018, 2019 2020)	Internet based	1 year	90%

5. Traducción de: <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2022/04/Diapositiva-13.pdf>

Rúbricas

SO (2): an ability to apply engineering design to produce solutions that meet specified needs with consideration of public health, safety, and welfare, as well as global, cultural, social, environmental, and economic factors.				
Rúbrica SO (2)	Muy deficiente	Deficiente	Bueno	Muy Bueno
Identificar la problemática y/o necesidades para definir los criterios de evaluación, restricciones y requerimientos del diseño	No identifica la problemática, los criterios, restricciones y requerimientos, o la mayoría de los identificados no son pertinentes o no están debidamente soportados	Identifica la problemática, pero no los criterios, restricciones y requerimientos, o algunos de los identificados no son pertinentes o no están debidamente soportados.	Identifica la problemática, considera algunos criterios, restricciones y requerimientos pertinentes pero no todos están debidamente soportados	Identifica la problemática, todos los criterios, restricciones y requerimientos pertinentes, y están debidamente soportados
Proponer alternativas de diseño conceptual en función del alcance	Presenta alternativas de diseño que no son pertinentes	Presenta solo una alternativa de solución en función del alcance y es pertinente	Presenta más de una alternativa de solución en función del alcance pero no todas son pertinentes	Presenta suficientes alternativas del diseño conceptual en función del alcance y todas son pertinentes
Evaluar y seleccionar la alternativa más conveniente teniendo en cuenta los criterios, restricciones y requerimientos del diseño	La evaluación de las alternativas es incorrecta o la alternativa seleccionada no cumple con los criterios, restricciones y requerimientos.	La evaluación de las alternativas está incompleta (pocas consideraciones) pero correcta y la alternativa seleccionada cumple con pocos criterios, restricciones y requerimientos.	La evaluación de las alternativas está incompleta (se evalúan la mayoría) pero correcta y la alternativa seleccionada cumple con la mayoría de los criterios, restricciones y requerimientos.	La evaluación de las alternativas está completa y correcta y la alternativa seleccionada cumple con todos los criterios, restricciones y requerimientos.
Diseñar la alternativa seleccionada	El diseño no cumple con los criterios de evaluación, restricciones y requerimientos.	El diseño cumple con algunos (pocos) criterios de evaluación, restricciones y requerimientos.	El diseño cumple con la mayoría de los criterios de evaluación, restricciones y requerimientos.	El diseño cumple con todos los criterios de evaluación, restricciones y requerimientos.

DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

Con base en lo anterior se plantean cuatro indicadores de desempeño por los cuales debe responder el ingeniero de producción:

- 1) Identificar la problemática y/o necesidad para definir los criterios de evaluación, restricciones y requerimientos del Diseño
- 2) Proponer alternativas de solución en función de la tecnología, los costos, la manufactura, el consumo energético, la eficiencia o la usabilidad.
- 3) Evaluar y seleccionar la alternativa mas conveniente de acuerdo a los requerimientos planteados
- 4) Desarrollar el diseño de detalle de la alternativa Seleccionada.

Tomando como referencia la estructura McMaster de solución de problemas (Felder & Brent, 2016), y en consideración a que el Diseño, como gestión, se asemeja a la

solución de problemas y de acuerdo al objeto y alcance del Ingeniero de Producción y del tecnólogo en sistemas de producción, se proponen los siguientes indicadores:

SO2: “Capacidad para aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas teniendo en cuenta la salud, la seguridad y el bienestar públicos, así como factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.”		
Indicadores de Desempeño	Alcance Ingeniero de Producción	Alcance Tecnólogo Sistemas de Producción
1. Define la situación de diseño.	Identifica en una población, mercado, organización o sujetos, situaciones factibles de ser intervenidas con algún tipo de sistema tecnológico que las solucione, mejore o haga mas eficientes o satisfactorias. Establece para él, los requerimientos, características clave, restricciones y condiciones que lo hagan atractivo como solución. Y, determina la viabilidad de desarrollo de dicha solución. Además, establece criterios de evaluación económicos, de eficiencia, sociales o ambientales necesarios para validar la solución	Define los requerimientos de desarrollo de alternativas de solución para una situación determinada. Establece los criterios de evaluación de los sistemas solución en consideración a la viabilidad de ejecución.
2. Desarrolla propuestas de solución.	Genera propuestas de solución utilizando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas, asegurando que cumplan con los requisitos y restricciones definidos para abordar la oportunidad de diseño de manera efectiva.	Selecciona los componentes o portadores de función, para cada propuesta que se presente de modo que sea técnicamente viable y garantice la efectividad de cada una.
3. Determina la alternativa más adecuada.	Evalúa las diferentes alternativas en consideración a su configuración, tecnología, consumo energético, peso relativo de los criterios de evaluación, expectativas del usuario o cliente, factores económicos y de tiempo de desarrollo. Reflexiona sobre los resultados obtenidos y el nivel de satisfacción de los requerimientos planteados e Identifica oportunidades de mejora o soluciones alternativas cuando sea necesario.	Establece el valor de cada propuesta con base en los criterios de evaluación y su peso relativo, determinando las alternativas mejor calificadas. Verifica si los resultados cumplen con los requisitos funcionales establecidos y evalúa la necesidad de ajustar o modificar la configuración de la solución, en caso de que no se alcancen los objetivos previamente definidos.
4. Desarrolla el diseño de detalle.	Aplica sus conocimientos de ingeniería para determinación de los parámetros de construcción o implementación de la alternativa de solución seleccionada considerando su impacto ambiental, económico, social, así como su eficiencia al momento de implementarla	Ejecuta la propuesta seleccionada, bien sea una construcción o una implementación, teniendo en cuenta las restricciones a ella, las condiciones de utilización y mantenimiento.

Elaborado por	Sergio Aristizabal R
Fecha:	noviembre 28 de 2024.

Referencias

ABET. (2024, October 27). *Assesment planning*.

Vargas, F. A., Peláez, L. E., Parra, J. A., & Delgado, I. A. (2022). *Autoevaluación y gestión curricular orientada a resultados de aprendizaje*.

20231128_Guia_RA Ingeniería de Producción. (2023) Varios Autores

ABET. (2015). Program outcomes and performance indicators. Recuperado de <https://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/program-outcomes-and-performance-indicators.pdf>

ABET. (2024). Criteria for accrediting engineering programs. Recuperado de <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2024-2025/>

Páginas web:

<https://mecanica.uniandes.edu.co/es/departamento/acreditaciones/abet>

<https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/formacion/pregrado/ingenieria-electrica.html>

<https://fi.udec.cl/tres-nuevas-carreras-de-ingenieria-udec-reciben-certificacion-internacional-abet/>

<https://www.upc.edu.pe/nosotros/acreditaciones/acreditaciones-programaticas/>

<https://iqs.edu/es/iqs/>

<https://www.mne.k-state.edu/academics/accreditation/>

<https://www.msoe.edu/academics/undergraduate-degrees/engineering/mechanical-engineering/>

[Pitt - Departamento de Ingeniería Civil](#)

<https://www.iit.edu/engineering/about/abet-accreditation>

<https://www.angelo.edu/current-students/accreditation.php>

<https://engineering.ucdenver.edu/about/accreditation>

<https://industri.ft.unand.ac.id/new/about/accreditation/abet>

<https://www.mccormick.northwestern.edu/academics/undergraduate/abet/>

<https://www.seattleu.edu/science-engineering/academic-departments/department-of-electrical-and-computer-engineering/#:~:text=Your%20Degree%3A%20ABET%20Accredited,prepares%20you%20for%20your%20field.>

Habilidades comunicativas

Las habilidades comunicativas son un pilar fundamental en el proceso de acreditación ABET, esta se define como “*Habilidad para comunicarse de forma efectiva con un amplio rango de audiencias*” (ABET., 2023). Los profesionales en el área de ingeniería pasan alrededor del 55 % del tiempo utilizando diferentes formas de comunicación (Passow et al., 2017), de esta manera, es fundamental a lo largo de los programas se desarrollen habilidades para comunicarse efectivamente con diferentes audiencias utilizando la forma, los medios y las tecnologías apropiadas, y así proveer a los estudiantes las competencias necesarias para tener éxito en su campo profesional (Cancelado & Osorio., 2024). A continuación, en la siguiente tabla se muestra como para diferentes Instituciones/Universidades en Colombia se han definido la habilidad comunicativa para ser acreditados ABET

Institución / Universidad	Definicion
Universidad de Cartagena (publica)	Habilidad para comunicarse efectivamente.
Universidad Nacional (publica)	Habilidad para comunicarse de forma efectiva con un amplio rango de audiencias
Universidad Industrial de Santander (publica)	Comunicarse efectivamente y/o transferir conocimiento de forma oral y escrita con diferentes audiencias.
Universidad de los Andes (privada)	Habilidad para comunicarse efectivamente con diferentes audiencias
Universidad Icesi (privada)	Comunicarse efectivamente con múltiples audiencias de forma oral y escrita, tanto en español como en inglés
Universidad del Norte (privada)	Habilidades para comunicarse efectivamente con un rango de audiencias
Universidad de la sabana (privada)	Capacidad de comunicarse efectivamente con un rango de audiencias

Las habilidades comunicativas están basadas en la lectura, escritura y oralidad para la comunicación en el marco de la ingeniería y tecnología (ABET., 2022), esta comprende presentar información a través de escritos y presentaciones orales en un contexto profesional en los que se tenga en cuenta diferentes fuentes de información, así como la utilización de graficas, tablas, ecuaciones y herramientas tecnológicas para comunicarse de manera efectiva (Cornett, K. J., 2024). A continuación, se muestra la definición de los los indicadores de desempeño propuestos para el alcance de un ingenieros/as de producción y un tecnólogos/as en sistemas de producción de la Institución Universitaria ITM.

Si bien estos indicadores de desempeño dan unas pautas generales, se recomienda el uso de indicadores de desempeño que brinden información específica, que sea medible y se

Habilidades comunicativas: <i>Se comunica efectivamente con diferentes audiencias utilizando la forma, los medios y las tecnologías apropiadas. / Se comunica de forma efectiva con un amplio rango de audiencias / Comunicarse eficazmente con diferentes audiencias, adaptando el mensaje a contextos diversos.</i>		
Indicadores de Desempeño	Alcance Ingeniero de Producción	Alcance Tecnólogo Sistemas de Producción
Comunicación Oral	Realiza presentaciones orales usando una estructura, lenguaje y estilo apropiados, favoreciendo la escucha, para tener una comunicación efectiva bidireccional con diferentes audiencias en un contexto de ingeniería utilizando diversas herramientas y tecnologías de la práctica de la ingeniería segundo idioma ingles	Realiza presentaciones orales usando una estructura, lenguaje y estilo apropiados, favoreciendo la escucha, para tener una comunicación efectiva bidireccional con diferentes audiencias en un contexto profesional utilizando herramientas y tecnologías de comunicación en un contexto profesional
Comunicación escrita	Produce documentos técnicos que desarrollan el método científico con una estructura gramática y claridad apropiadas a partir de la síntesis de diferentes fuentes de información utilizando herramientas y tecnologías de la práctica de la ingeniería segundo idioma ingles	Produce documentos técnicos con una estructura, gramática y claridad apropiadas a partir de la síntesis de diferentes fuentes de información utilizando herramientas y tecnologías de comunicación en un contexto profesional

alineee con los resultados de aprendizaje del programa. A continuación se proponen diferentes indicadores de desempeño para ser medidos en el tendiendo en cuenta el alcance de un ingenieros/as de producción y un tecnólogos/as en sistemas de producción de la Institución Universitaria ITM.

Indicadores de Desempeño	Alcance Ingeniero de Producción	Alcance Tecnólogo Sistemas de Producción

Comunicación Oral	Hace presentaciones orales usando una estructura, lenguaje y estilo apropiados con diferentes audiencias	Hace presentaciones orales usando una estructura, lenguaje y estilo apropiados con diferentes audiencias
	Escucha, evalúa y brinda retroalimentación con diferentes audiencias en un contexto de ingeniería	Escucha, evalúa y brinda retroalimentación con diferentes audiencias en un contexto técnico
	Utilizando diversas herramientas y tecnologías de comunicación propias de la práctica de la ingeniería	Utiliza diversas herramientas y tecnologías de comunicación propias de la práctica profesional
	Idioma: Español / Inglés	Idioma: Español
Comunicación escrita	Produce documentos técnicos que desarrollan el método científico con una estructura gramática y claridad apropiadas para diferentes audiencias	Produce documentos técnicos con una estructura, gramática y claridad apropiadas para diferentes audiencias
	Evalúa y brinda retroalimentación a partir del análisis de diferentes fuentes de información	Evalúa y brinda retroalimentación a partir del análisis de diferentes fuentes de información
	Crea documentos utilizando herramientas y tecnologías de la práctica de la ingeniería	Crea documentos utilizando diferentes fuentes de información, herramientas y tecnologías propias de la práctica profesional
	Idioma: Español / Inglés	Idioma: Español

Referencias

Criteria for accrediting engineering programs, 2022 - 2023. (2022, enero 5). ABET. <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2022-2023/>

Cancelado, H., & Osorio, L. L. (2024). Ruta para el desarrollo de competencias comunicativas del programa de ingeniería industrial. Una apuesta desde la transversalidad del currículo central. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.

Passow, H. J., & Passow, C. H. (2017). What competencies should undergraduate engineering programs emphasize? A systematic review. *Journal of Engineering Education*, 106(3), 475-526.

Cornett, K. J. (2024, September). Program Level Assessment of Undergraduate Engineering Communication for ABET Accreditation. In 2024 ASEE Midwest Section Conference.

Criteria for accrediting engineering programs, 2024 - 2025. (2023, diciembre 2). ABET. <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2024-2025/>

Tarea resultados de aprendizaje-Competencia SO ÉTICA

MARCO DE REFERENCIA. -ABET (Paso 1)

ABET es la organización internacional encargada de acreditar programas universitarios en las disciplinas de ciencias naturales y aplicadas, informática, ingeniería y tecnología de ingeniería a nivel de tecnología, pregrado y maestría. El modelo de autoevaluación de ABET está estructurado en Criterios Generales (CG) que se aplican a todos los programas que se someten a la acreditación y los Criterios de Programas (CP), que son propios de la especialidad y la disciplina (Vargas et al., 2022). En la figura 1, se relacionan los criterios generales que se exigen para este modelo.

ABET

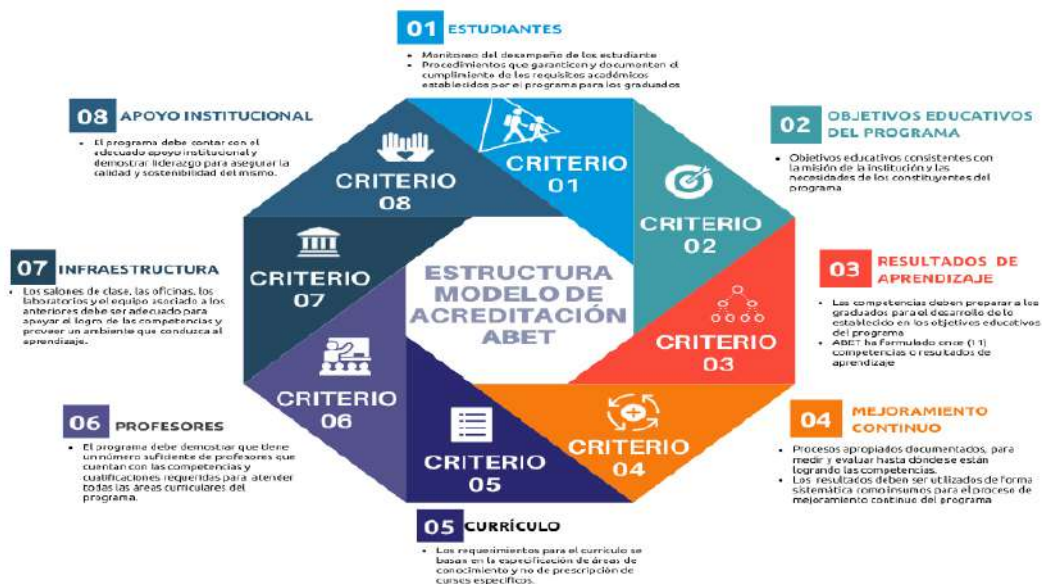


Figura 1. Modelo ABET

La acreditación ABET es importante ya que agrega valor y garantiza la confianza de que un programa universitario ha cumplido con los estándares esenciales para preparar a los graduados a ingresar a campos críticos en la proyección laboral global.

De acuerdo a la comisión ABET (ABET, 2024), estos son los fundamentos que todo programa debería tener:

- Objetivos educativos del programa: Están basados en las necesidades del programa y son expresadas mediante la descripción de lo que los egresados o graduados del programa se espera que logren dentro de unos pocos años después de graduarse. ---competencias

- Resultados de aprendizaje: relaciona los conocimientos, las habilidades y comportamientos que los estudiantes adquieren a medida que avanzan en el programa y describen lo que se espera que los estudiantes sepan y puedan hacer al momento de graduarse.
- Indicadores de desempeño: representan los conocimientos, habilidades, aptitudes o comportamientos que los estudiantes están en capacidad de demostrar para el momento de su graduación que indica la competencia relacionada en el resultado de aprendizaje.

La comisión ABET presenta 7 “student outcomes” (SO), o resultados de aprendizaje, entre los cuales, se presenta en este documento, o apartado, lo relacionado a los aspectos éticos y responsabilidades profesionales en el desarrollo de la carrera de ingeniería, a continuación, se presenta en detalle este resultado y su traducción al español:

“4. An ability to recognize ethical and professional responsibilities in engineering situations and make informed judgments, which must consider the impact of engineering solutions in global, economic, environmental, and societal contexts.”

///Español.:

Habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en la práctica de la ingeniería y elaborar juicios informados en los que se debe considerar el impacto de soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.

De acuerdo a las recomendaciones en ABET describiendo los indicadores de desempeño que deberían conformar los “student outcomes” SO, para el aspecto de ética se presentan algunos ejemplos de indicadores, listados a continuación:

- Reconocimiento de los derechos de autor, y aplicación de estándares de referenciación y citación en trabajos
- Interacción con su entorno académico de manera ética, y desde los valores franciscanos consignados en el reglamento estudiantil
- Comprensión y descripción de los impactos que se derivan de acciones o decisiones en un escenario particular de ingeniería, en los contextos social, económico, ambiental y global.
- Clasificación y explicación de los principios disciplinares aplicados en ingeniería, de acuerdo con los impactos generados en los contextos social, económico, ambiental y global.

Los anteriores ejemplos de indicadores de desempeño recomendados para los SO estudiados en este documento (Ética) serán abordados y puntualizados en la propuesta de resultados de aprendizajes e indicadores de la tabla 2 del paso 2.

A continuación, en la tabla 1, se presentan los programas acreditados ABET-Colombia, y la declaración expresa de los resultados de aprendizaje de acuerdo al aspecto de ética estudiado en este documento:

PROGRAMAS ACREDITADOS POR ABET EN COLOMBIA		
UNIVERSIDAD	PROGRAMA	RESULTADO DE APRENDIZAJE DECLARADO (ÉTICA)
Universidad de los ANDES	Ingeniería ambiental	Habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en la práctica de la ingeniería y elaborar juicios informados en los que se debe considerar el impacto de soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
	Ingeniería biomédica	
	Ingeniería civil	
	Ingeniería eléctrica	
	Ingeniería electrónica	
	Ingeniería industrial	
	Ingeniería mecánica	
	Ingeniería química	
	Ingeniería de sistemas e información	
Universidad Industrial de Santander (UIS)		La capacidad de reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y emitir juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
	Ingeniería industrial	
	Ingeniería de sistemas	
Universidad de la Sabana	Ingeniería industrial	Capacidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
	Ingeniería informática	
	Ingeniería química	
Pontificia Universidad Javeriana de Colombia	Ingeniería civil	Habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en la práctica de la ingeniería y elaborar juicios informados en los que se debe considerar el impacto de soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
	Ingeniería electrónica	
	Ingeniería industrial	
	Ingeniería de sistemas	
Universidad del norte	Ingeniería industrial	Habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en la práctica de la ingeniería y elaborar juicios informados en los que se debe considerar el impacto de soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
Universidad Autónoma de Occidente (UAO)	Ingeniería mecánica	Habilidad para reconocer las responsabilidades éticas y profesionales y profesionales en situaciones de la ingeniería y emitir juicios fundamentados, los cuales deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
	Ingeniería mecatrónica	
	Biomédica	
Universidad ICESI	Ingeniería industrial	Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales como ingenieros, y hacer juicios informados considerando el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales,
	Ingeniería de sistemas	
	Ingeniería telemática	
	Ingeniería bioquímica	

Tabla 1. Programas acreditados por ABET y declaración de su resultado de aprendizaje relacionado a SO de Ética.

DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO. -(Paso 2)

Una vez definidos los Indicadores de Desempeño del SO, se presenta la siguiente tabla 2, con la estructura e indicadores de desempeño propuestos, cada indicador de desempeño tiene dos partes esenciales, la primera en color negrilla hace parte del sujeto y lo subrayado el verbo que especifica el nivel del desempeño propuesto por el indicador, finalmente el contenido del sujeto el cual declara los temas o áreas que son foco del aprendizaje.

Student Outcome/ Resultado de aprendizaje		El estudiante tiene la habilidad para reconocer responsabilidades éticas y profesionales en la práctica de la ingeniería y elaborar juicios informados en los que se debe considerar el impacto de soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.	
Nombre indicador	Indicadores de desempeño	Descripción/Alcance -objetivo del indicador (Ingeniería)	Descripción/Alcance -objetivo del indicador (Tecnología)
Definir sistema de referenciación y citación.	El estudiante realiza trabajos académicos e investigaciones con el estándar de referenciación de citas propuesto.	Utiliza al menos un sistema de referenciación, y produce como mínimo 5 citas debidamente referenciadas.	Utiliza al menos un sistema de referenciación, y produce como mínimo 3 citas debidamente referenciadas.
Originalidad y autenticidad en trabajos.	El estudiante realiza trabajos académicos e investigaciones con contenido y originalidad.	El contenido de documento o ideas de otros autores y textos, científicos y académicos es menor al 10%.	El contenido de documento o ideas de otros autores y textos, científicos y académicos es menor al 30%.
Reconocimiento o conflictos de ética.	El estudiante conoce y desarrolla los documentos y apartados relacionados a conflictos de ética que pudiesen generarse en	El estudiante produce e identifica los elementos esenciales que debe tener en cuenta relacionados a la producción de su documento académico e investigación que podrían obstaculizar el	El estudiante produce e identifica los elementos esenciales que debe tener en cuenta relacionados a la producción de su texto, trabajo o monografía que podrían obstaculizar el

	sus diferentes trabajos y proyectos.	desarrollo de la misma.	desarrollo de la misma.
Soluciones con responsabilidad ética.	4. El estudiante <u>reconoce</u> su responsabilidad ética y profesional tanto en las soluciones de ingeniería como en su desarrollo personal y profesional.	Conoce al menos 3 normas y/u organismos internacionales en el desarrollo, normatividad relacionada a la solución de ingeniería planteada.	Conoce al menos una norma y organismo internacional en el desarrollo, normatividad relacionada a la solución de ingeniería planteada.
Impactos en soluciones de tecnología e ingeniería.	5. El estudiante <u>considera</u> el impacto de las soluciones de ingeniería en el contexto global, económico, ambiental y social.	Propone alternativas de solución a situaciones desde distintas dimensiones, fundamentadas en una visión justa y consciente de la construcción de una sociedad ética.	Propone alternativas de solución a situaciones desde distintas dimensiones, fundamentadas en una visión justa y consciente de la construcción de una sociedad ética.

Elaborado por	Adrian Benitez Lozano
Fecha:	Octubre 24 de 2024.

Referencias

ABET. (2024, October 18). *Assesment planning*.

Vargas, F. A., Peláez, L. E., Parra, J. A., & Delgado, I. A. (2022). *Autoevaluación y gestión curricular orientada a resultados de aprendizaje*.

Competencia 5: TRABAJO EN EQUIPO

MARCO DE REFERENCIA

ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc.) fue fundado en 1932, inicialmente como el Consejo de Ingenieros para el Desarrollo Profesional (ECPD), un organismo profesional de ingeniería dedicado a la educación, acreditación, regulación y desarrollo profesional de profesionales y estudiantes de ingeniería en los Estados Unidos. Luego, pasó a llamarse Junta de Acreditación de Ingeniería y Tecnología (ABET) para describir con mayor precisión su énfasis en la acreditación de programas. (ABET, 2024)

Esta acreditación, (ABET, 2024), garantiza que un programa cumple con los estándares de calidad y que entregan al medio graduados preparados para ingresar a una fuerza laboral global, además de ser muy respetada, pues agrega un valor fundamental a los programas académicos en las disciplinas técnicas, donde la calidad, la precisión y la seguridad son de suma importancia.

A su vez, ABET establece que los indicadores de desempeño *...deben ser específicos y medibles, representando el conocimiento, habilidades y actitudes que los estudiantes deben demostrar antes de graduarse* (ABET, 2024). Estos criterios tienen como objetivo estimular la búsqueda sistemática de mejoras en la calidad de la educación en ingeniería, que satisfagan las necesidades de esta en un entorno dinámico y competitivo. Dichos criterios se centran en lo que los estudiantes experimentan y aprenden.

Dentro de las competencias esperadas de un estudiante de ingeniería, está el SO 5 (ABET, 2024):

“La capacidad de funcionar eficazmente en un equipo cuyos miembros juntos brindan liderazgo, crean un entorno colaborativo e inclusivo, establecen metas, planifican tareas y cumplen objetivos”.

“An ability to function effectively on a team whose members together provide leadership, create a collaborative and inclusive environment, establish goals, plan tasks, and meet objectives”.

Competencias ABET:

a) An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering [Aplica].	2.1 La habilidad de aplicar el conocimiento de matemáticas, ciencias e ingeniería.
b) An ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data [Experimental].	2.2 La habilidad de diseñar y realizar experimentos, así como analizar e interpretar los resultados obtenidos.
c) An ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability [Diseña].	2.3 La habilidad de diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer las necesidades planteadas, con limitaciones reales dentro del ámbito económico, ambiental, social, político, ético, de salud y seguridad, la fabricación, y la sostenibilidad.
d) An ability to function on multidisciplinary teams [Trabaja en equipo].	2.4 La habilidad de trabajar en equipos multidisciplinarios.
e) An ability to identify, formulate, and solve engineering problems [Resuelve].	2.5 La habilidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
f) An understanding of professional and ethical responsibility [Es responsable].	2.6 Comprensión de las responsabilidades éticas y profesionales.
g) An ability to communicate effectively [Comunica].	2.7 La habilidad de comunicarse efectivamente.
h) The broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context [Entiende los impactos].	2.8 La capacidad de entender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social.
i) A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning [Se actualiza].	2.9 Reconocer la necesidad del aprendizaje a lo largo de la vida y la capacidad de practicarlo.
j) A knowledge of contemporary issues [Conoce].	2.10 Presentar amplio conocimiento de los temas contemporáneos.
k) An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice [Usa herramientas].	2.11 La habilidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas de ingeniería necesarias para la práctica de la misma.

Figura 1. Criterios de ABET para estudiantes que finalizan programas de Ingeniería. Fuente: (ABET, 2024).

Competencia de trabajo en equipo:

“An ability to function on multidisciplinary teams.” Capacidad para funcionar en equipos multidisciplinarios.

El ritmo al que se desarrolla el conocimiento y la tecnología requiere que los estudiantes de ingeniería adquieran habilidades de trabajo en equipo, ya que los grupos de trabajo demandan cada vez más competencias personales con un mayor grado de desarrollo, los equipos multidisciplinarios de ingeniería tienden a trabajar con más frecuencia en países diferentes, de manera simultánea o secuencial, configurados en torno a los conocimientos técnicos requeridos para alcanzar un fin.

La competencia de trabajo en equipo tiene como objetivo fundamental orientar a los alumnos a alcanzar objetivos comunes mediante la mutua colaboración.

Por ello, es necesario propiciar el aprendizaje de conocimientos básicos necesarios en el ámbito profesional, reforzando especialmente la comunicación, el trabajo en equipo y el dominio de las tecnologías de la información y comunicación.

De acuerdo con las especificaciones descritas por ABET, los alumnos deben ser capaces de trabajar en grupo adoptando diferentes roles, siendo el liderazgo es uno de estos. Para el trabajo en equipo, (ABET, 2024) destaca la importancia de que los estudiantes demuestren liderazgo, colaboración y una comunicación efectiva en un entorno de trabajo inclusivo. Este enfoque se refleja en programas de Ingeniería Industrial, donde la capacidad de trabajar en equipo es esencial para abordar proyectos complejos.

El trabajo en equipo se reconoce como una de las herramientas más efectivas para lograr objetivos en diversos contextos, sectores o actividades. En las organizaciones, el trabajo en equipo resulta más efectivo que el trabajo individual cuando se enfrentan tareas complejas que requieren del conocimiento, habilidades, creatividad y compromiso colectivo para alcanzar la meta (Morales & Vargas, 2010; Viles, Jaca, Campos, Serrano, & Santos, 2012). Entre las competencias que deben desarrollar los ingenieros en los nuevos planes de estudio se incluyen aquellas relacionadas con el liderazgo y la colaboración en equipo (Maffioli & Augusti, 2003) (Marín García, Maheut, & García Sabater, 2017). Más allá de fomentar el desarrollo individual, la universidad, como institución, debería actuar como una plataforma para la capacitación y preparación de los futuros profesionales en estas habilidades, integrándolas en sus planes de estudio y orientaciones académicas.

Se llama equipo de trabajo, según (Viles, Jaca, Campos, Serrano, & Santos, 2012), a un pequeño grupo de personas con habilidades y conocimientos complementarios, que están comprometidos con una misión, un conjunto de metas de desempeño y con un enfoque común, para los cuales son mutuamente responsables. El trabajo en equipo implica tanto los resultados individuales como los que se producen de manera colectiva. Por tanto, los grupos se convierten en equipos cuando desarrollan un sentido compartido y utilizan la sinergia entre sus miembros (París Mañas, Mas Torelló, & Torrelles Nadal, 2016).

Otra Fuente importante para considerar en este contexto, es el Proyecto Tuning, el cual involucra la colaboración de más de 175 universidades europeas con el objetivo de facilitar la comprensión de las estructuras educativas y contribuir a la creación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), en respuesta al reto planteado por la Declaración de Bolonia. Este proyecto propone un modelo que incluye una lista de treinta competencias genéricas aplicables a todas las titulaciones, así como una lista específica de competencias para cada disciplina. (González & Wagenaar, 2003)

El verbo "to tune" en el contexto del proyecto Tuning (González & Wagenaar, 2003), se refiere a afinar, ajustar y poner a punto, similar a cómo se afina un instrumento musical. En el marco del proyecto educativo, el término se utiliza para describir el proceso de ajuste y alineación de las estructuras educativas europeas con el fin de crear un Espacio Europeo de Educación Superior coherente y compatible. Tuning no implica estandarizar o unificar los programas educativos, sino encontrar puntos comunes de referencia y fomentar la cooperación y convergencia entre instituciones educativas, respetando la diversidad y autonomía de cada universidad.

En el marco de este proyecto europeo, se trabaja, entre otras, las competencias Comunicación y Trabajo en Equipo, y las competencias genéricas se dividen en tres categorías:

- a. **Instrumentales:** Esta categoría, compuesta por diez competencias, abarca la capacidad de comprender y manejar ideas, organizar el tiempo, desarrollar estrategias de aprendizaje, tomar decisiones, resolver problemas, utilizar herramientas y software de oficina, gestionar información, comunicarse de manera oral y escrita, y dominar lenguas extranjeras.
- b. **Interpersonales:** Se incluyen ocho competencias que se relacionan con la capacidad de expresar sentimientos, hacer críticas, interactuar en grupos y gestionar el trabajo en equipo.
- c. **Sistémicas:** Las doce competencias restantes pertenecen a este grupo e implican una combinación de comprensión, sensibilidad y conocimiento. Incluyen la habilidad de planificar mejoras en sistemas existentes o diseñar nuevos sistemas.

La competencia 5 de los OS esperadas en ABET: Trabajo en Equipo, está incluida en la categoría interpersonales, la cual incluye aspectos que se relacionan con la capacidad del estudiante para expresar sentimientos, hacer críticas, interactuar en grupos y gestionar el trabajo en equipo. Esta competencia blanda, también apunta a competencias sistémicas que incluyen el liderazgo. Las competencias mencionadas anteriormente del proyecto Tuning, se especifican en la siguiente tabla:

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES	COMPETENCIAS INTERPERSONALES	COMPETENCIAS SISTÉMICAS
Capacidad de análisis y síntesis	Capacidad crítica y autocrítica	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
Capacidad de organizar y planificar	Trabajo en equipo	Habilidades de investigación
Conocimientos generales básicos	Habilidades interpersonales	Capacidad de aprender
Conocimientos básicos de profesión	Capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios	Capacidad para adaptarse a las nuevas situaciones
Comunicación oral y escrita en la propia lengua	Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas	Capacidad para generar nuevas ideas
Conocimiento de una segunda lengua	Apreciación de la diversidad y de la multiculturalidad	Liderazgo
Habilidades básicas de manejo del ordenador	Habilidad de trabajar en un contexto internacional	Conocimiento de culturas y costumbres de otros países
Habilidades de gestión de la información	Compromiso ético	Habilidad para trabajar de forma autónoma
Resolución de problemas		Diseño y gestión de proyectos
Toma de decisiones		Iniciativa y espíritu emprendedor
		Preocupación por la calidad
		Motivación de logro

Figura 2. Clasificación de competencias genéricas según el proyecto Tuning (González & Wagenaar, 2003).

Por lo anterior, se puede mencionar que, durante el ciclo tecnológico, se busca que los alumnos se esfuercen por participar aportando sus conocimientos y habilidades para alcanzar el objetivo común, así como que ordenen, incorporen y concilien sus contribuciones para lograr este fin. Por ejemplo, en las sesiones de laboratorio de las asignaturas que tienen trabajo práctico por equipos guiado por el docente, quien actúa como observador analizando la participación y realización de las tareas de los estudiantes.

Por otro lado, en el ciclo de ingeniería, se busca que los participantes colaboren, escuchen de manera activa, acepten diferentes enfoques, compartan ideas y generen nuevas propuestas a partir de ese intercambio. Además, se espera que planifiquen y organicen su propio método de trabajo, distribuyendo las tareas de forma ordenada e integrando las contribuciones de todos los miembros para alcanzar un objetivo común. Desde esta perspectiva, el estilo y la estructura del trabajo final del equipo deben ser coherentes y tener una secuencia lógica, permitiendo que cualquier integrante sea capaz de presentar y defender cualquier parte del proyecto realizado. En este sentido, deben ser capaces de participar activamente, resolver discrepancias, llegar a soluciones conjuntas y facilitar la integración de distintos puntos de vista. Esto se aplica tanto a trabajos realizados en clase como a informes finales de asignaturas o trabajos de grado.

Teniendo en cuenta lo expresado en el marco conceptual se propone la siguiente tabla de indicadores:

Indicadores de Desempeño para Competencia 5: Trabajo en equipo

INDICADORES DESEMPEÑO	DE	ALCANCE INGENIERO DE PRODUCCIÓN	DE	ALCANCE TECNÓLOGO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
1. Organización del equipo		Desarrolla y lidera equipos de trabajo interdisciplinarios, estableciendo roles y responsabilidades en función de sus competencias y su capacidad para contribuir al logro de los objetivos, promoviendo reuniones regulares para revisar el progreso y ajustar si es el caso.		Participa en la organización de equipos de trabajo, apoyando la asignación de roles y responsabilidades definidos, cumpliendo con las responsabilidades asignadas, y contribuyendo al logro de las metas del proyecto de manera efectiva.

2. Participación en el equipo	Contribuir activamente al logro de los objetivos del equipo mediante la identificación de problemas, la propuesta de soluciones innovadoras y la asignación de responsabilidades, manteniendo una comunicación efectiva con los integrantes del equipo.	Participar en las actividades del equipo cumpliendo con las tareas asignadas, aportando ideas enfocadas en la solución de problemas y promoviendo un ambiente colaborativo para alcanzar los objetivos establecidos.
3. Interacción en el equipo	Participa de manera proactiva en equipos multidisciplinarios, promoviendo el respeto, la toma de decisiones consensuada y el cumplimiento de metas mediante la resolución efectiva de conflictos y la asignación estratégica de tareas.	Contribuye activamente y con respeto al logro de los objetivos del equipo mediante la comunicación asertiva, la colaboración en la ejecución de actividades asignadas y el soporte para la solución de problemas y conflictos.

Bibliografía

- ABET. (2024). *Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2024 - 2025 - ABET*. <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2024-2025/>.
- González, J., & Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Informe final. Fase 1*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Maffioli, F., & Augusti, G. (2003). Tuning engineering education into the European higher education orchestra. *European journal of engineering education*, 28(3), 251-273. doi:<https://doi.org/10.1080/0304379031000098832>
- Marín García, J., Maheut, J., & García Sabater, J. (2017). In-Red 2017. III Congreso Nacional de innovación educativa y de docencia en red. *Análisis del grado de consistencia entre diferentes modos de evaluar las competencias transversales de creatividad, pensamiento crítico, liderazgo y trabajo en equipo/red*. (pp. 1172-1182). Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Morales, A., & Vargas, J. (2010). *Trabajo en equipo. Network de Psicología Organizacional*. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.
- París Mañas, G., Mas Torelló, O., & Torrelles Nadal, C. (2016). La evaluación de la competencia 'trabajo en equipo' de los estudiantes universitarios. *Revista d'Innovació Docent Universitària*(8), 86-97.
- Viles, E., Jaca, C., Campos, J., Serrano, N., & Santos, J. (2012). Evaluación de la competencia de trabajo en equipo en los grados de ingeniería. *Dirección y Organización*(46), 67-75.

Student Outcomes (SO)

3. ANÁLISIS DE DATOS: An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.

Capacidad para desarrollar y realizar experimentaciones apropiadas, analizar e interpretar datos y utilizar el criterio de ingeniería para sacar conclusiones.

MARCO DE REFERENCIA.

1. Investigar si existen recomendaciones en ABET describiendo los indicadores de desempeño que deberían conformar el SO.

En la búsqueda de desarrollar indicadores de desempeño para el resultado de aprendizaje "An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions", ABET recomienda la creación de performance indicators (indicadores de desempeño) específicos y medibles para guiar la evaluación y mejora continua de los programas de ingeniería. ABET define los indicadores de desempeño como las habilidades, conocimientos y comportamientos que los estudiantes deben demostrar para cumplir con los student outcomes (resultados de aprendizaje) al finalizar el programa académico (ABET, 2024).

Para este resultado particular, ABET sugiere que los programas de ingeniería incluyan indicadores **como la capacidad de diseñar y llevar a cabo experimentos adecuados, recolectar y analizar datos, y utilizar el juicio de ingeniería para formular conclusiones fundamentadas**. Estos indicadores de desempeño permiten medir el nivel de competencia de los estudiantes y asegurar que el proceso educativo esté alineado con las necesidades actuales de la industria y los estándares de acreditación (ABET, 2015).

Según ABET, los indicadores de desempeño (Performance Indicators, PI) son descripciones específicas y medibles de las habilidades, conocimientos o comportamientos que los estudiantes deben demostrar al graduarse para cumplir con los student outcomes. En el caso del resultado de aprendizaje relacionado con la capacidad de realizar experimentos, analizar datos y tomar decisiones de ingeniería, es esencial desarrollar PI que se alineen con este resultado. Estos PI deben reflejar el nivel de rendimiento que se espera de los estudiantes tanto en los programas de Tecnología en Sistemas de Producción como en Ingeniería de Producción (ABET, 2024).

Adicionalmente, ABET ofrece recursos complementarios, como el curso “Performance Indicators and Curriculum Mapping,” (<https://cred.abet.org/courses/picm/>) que brinda orientación a las instituciones para desarrollar indicadores de desempeño alineados con el currículo, asegurando una evaluación rigurosa del aprendizaje de los estudiantes en este tipo de competencias (ABET, 2024).

Análisis de Datos “Capacidad de diseñar y llevar a cabo experimentos adecuados, recolectar y analizar datos, y utilizar el juicio de ingeniería para formular conclusiones fundamentadas”.

El análisis de datos es el proceso mediante el cual se desarrollan y conducen experimentos adecuados, se recopilan y se interpretan datos, y se aplican juicios de ingeniería para formular conclusiones informadas. Este proceso implica el uso de principios científicos y de ingeniería para identificar preguntas relevantes, diseñar procedimientos experimentales, seleccionar herramientas y métodos apropiados, y analizar los resultados para tomar decisiones fundamentadas (ABET, 2024).

El proceso de análisis de datos implica la recopilación, procesamiento y modelado de datos, seguido de la interpretación de estos con el fin de extraer conclusiones significativas y aplicables. Es un proceso iterativo que abarca la planificación del experimento, la observación sistemática, el uso de herramientas de análisis, y la formulación de juicios críticos (ABET, 2024). Durante este proceso, se consideran varios factores y restricciones, como la precisión de los datos, la incertidumbre de las mediciones, la validez de las hipótesis, y la robustez de las conclusiones. Para lograr un análisis efectivo, es necesario realizar compensaciones entre precisión, tiempo, costo y recursos (ABET, 2015).

Ejemplos de restricciones incluyen la disponibilidad de datos, la precisión de las herramientas de medición, el tiempo disponible para realizar los experimentos, la replicabilidad de los resultados, la viabilidad económica, y las consideraciones éticas y de sostenibilidad (ABET, 2024).

De lo anterior se podrían deducir los siguientes indicadores de desempeño para el SO de ANÁLISIS DE DATOS:

Diseñar un plan experimental que permita la recolección adecuada de datos.

Ejecutar el experimento utilizando técnicas de medición apropiadas y asegurando la calidad de los datos.

Analizar e interpretar los datos recolectados, identificando patrones, relaciones y anomalías.

Aplicar el juicio de ingeniería para formular conclusiones que guíen la toma de decisiones o la mejora de procesos.

Considerar la incertidumbre y los posibles errores en los datos al evaluar la validez de las conclusiones, haciendo concesiones para obtener resultados precisos dentro de las limitaciones del experimento (ABET, 2015; ABET, 2024).

2. Investigar programas acreditados en ABET

Universidad	Programa	País	Indicadores de Desempeño SO Experimentación	Resumen de la Acreditación	Fuente
Universidad de los Andes	Ingeniería Mecánica	Colombia	- Diseño de Experimentos: Capacidad para planificar y ejecutar experimentos que permitan la recopilación de datos relevantes.	El programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes está acreditado por ABET, cumpliendo con los estándares internacionales de calidad en educación en ingeniería.	https://mecanica.uniandes.edu.co/es/departamento/acreditaciones/abet
			- Análisis de Datos: Habilidad para interpretar resultados experimentales y extraer conclusiones significativas.		
			- Juicio de Ingeniería: Aplicación de conocimientos técnicos para tomar decisiones informadas basadas en datos.		
Universidad Nacional de Colombia	Ingeniería Eléctrica	Colombia	- Planificación Experimental: Desarrollo de metodologías para experimentos que validen hipótesis en sistemas eléctricos.	Los programas de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional de Colombia fueron acreditados internacionalmente por la comisión EAC de ABET, garantizando su cumplimiento con los más altos estándares de calidad en la formación de ingenieros.	https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/formacion/pregrado/ingenieria-electrica.html
			- Interpretación de Resultados: Análisis crítico de datos para identificar tendencias y comportamientos en circuitos eléctricos.		

			- Decisiones de Ingeniería: Uso de criterios técnicos y económicos para seleccionar soluciones óptimas en proyectos eléctricos.		
Universidad de Concepción	Ingeniería Civil	Chile	- Diseño y Conducción de Experimentos: Habilidad para estructurar y llevar a cabo experimentos en laboratorio y campo.	La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción alcanzó un nuevo hito al obtener la certificación internacional ABET para tres carreras: Ingeniería Civil Eléctrica, Ingeniería Civil e Ingeniería Civil Industrial, validando la calidad y excelencia de sus programas de ingeniería.	https://fi.udec.cl/tres-nuevas-carreras-de-ingenieria-udec-reciben-certificacion-internacional-abet/
			- Análisis Estadístico: Uso de herramientas estadísticas para interpretar datos geotécnicos y estructurales.		
			- Evaluación de Soluciones: Capacidad para comparar alternativas de diseño considerando factores como costo, tiempo y recursos.		
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	Ingeniería Industrial	Perú	- Experimentación en Procesos Industriales: Diseño y ejecución de experimentos para mejorar la eficiencia en procesos de producción.	Las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas lograron la acreditación de la comisión de ingeniería de ABET, asegurando una formación de calidad para sus estudiantes.	https://www.upc.edu.pe/nosotros/acreditaciones/acreditaciones-programaticas/
			- Análisis de Datos: Interpretación de datos para la toma de decisiones en gestión de operaciones.		

			- Juicio de Ingeniería: Aplicación de criterios de ingeniería para optimizar recursos y mejorar la productividad.		
Institut Químic de Sarrià (IQS)	Ingeniería Química	España	- Diseño de Experimentos Químicos: Planificación y ejecución de experimentos para la síntesis y análisis de compuestos químicos.	IQS obtuvo la acreditación ABET en los estudios de Ingeniería Química, siendo la primera universidad en España en conseguirla, destacando la orientación internacional y la calidad de su programa.	https://iqs.edu/es/iqs/
			- Análisis Espectroscópico: Interpretación de datos obtenidos de técnicas espectroscópicas para la identificación de sustancias.		
			- Optimización de Procesos: Aplicación de principios de ingeniería para mejorar la eficiencia de procesos químicos industriales.		
Kansas State University	Ingeniería Civil	Estados Unidos	- Planificación y Ejecución de Proyectos: Diseño de experimentos y recopilación de datos para resolver problemas en la ingeniería civil.	El programa de Ingeniería Civil en KSU está acreditado por ABET, cumpliendo con 3 objetivos educativos y los 7 Student Outcomes establecidos por ABET.	https://www.mne.k-state.edu/academics/accreditation/
			- Análisis de Datos: Interpretación de resultados experimentales y su aplicación en decisiones técnicas.		

			- Evaluación de Soluciones: Juicio de ingeniería para optimizar proyectos civiles bajo restricciones como presupuesto, tiempo y sostenibilidad.		
Milwaukee School of Engineering	Ingeniería Mecánica	Estados Unidos	- Diseño y Experimentación en Ingeniería Mecánica: Planificación y ejecución de experimentos para analizar sistemas mecánicos complejos.	El programa de Ingeniería Mecánica y el programa de Ingeniería Industrial están acreditados por ABET y forman parte de la School of Engineering en Milwaukee.	https://www.msoe.edu/academics/undergraduate-degrees/engineering/mechanical-engineering/
			- Optimización de Procesos: Uso de datos para mejorar la eficiencia en los sistemas mecánicos e industriales.		
			- Juicio de Ingeniería: Aplicación de resultados experimentales en la toma de decisiones de diseño e ingeniería.		
University of Pittsburgh	Ingeniería Civil	Estados Unidos	- Diseño de Experimentos Hidrológicos: Planificación y ejecución de experimentos en recursos hídricos.	El programa de Ingeniería Civil con énfasis en recursos hídricos está acreditado por ABET.	Pitt - Departamento de Ingeniería Civil
			- Análisis y Modelado de Datos: Análisis estadístico de datos hidrológicos y ambientales.		

			- Juicio de Ingeniería: Evaluación de soluciones basadas en datos para la gestión de recursos hídricos.		
Palestine Polytechnic University	Ingeniería en Sistemas	Palestina	- Diseño de Experimentos Computacionales: Desarrollo de algoritmos para la gestión de sistemas de información.	El programa de ingeniería en sistemas está acreditado por ABET.	PPU - Programa de Ingeniería
			- Evaluación de Soluciones: Análisis de datos y aplicación de juicios técnicos en sistemas computacionales complejos.		
Illinois Institute of Technology	Ingeniería Mecánica	Estados Unidos	- Diseño y Experimentación en Ingeniería: Realización de experimentos para resolver problemas mecánicos avanzados.	Acreditado por ABET.	https://www.iit.edu/engineering/about/abet-accreditation
			- Análisis de Datos y Resultados: Interpretación de datos para el desarrollo de sistemas mecánicos eficientes.		
Angelo State University	Ingeniería Civil	Estados Unidos	- Diseño de Soluciones: Planificación y ejecución de experimentos que permiten la resolución de problemas en ingeniería civil.	Acreditado por ABET.	Angelo State - Ingeniería Civil https://www.angelo.edu/current-students/accreditation.php
			- Análisis de Resultados: Habilidad para interpretar datos y formular conclusiones.		

University of Colorado Denver	Ingeniería Industrial	Estados Unidos	- Diseño y Optimización de Sistemas Industriales: Planificación de experimentos y análisis de datos para mejorar sistemas productivos.	El programa de Ingeniería Industrial está acreditado por ABET.	Industrial Engineering Program - CU Denver https://engineering.ucdenver.edu/about/accreditation
			- Juicio de Ingeniería: Aplicación de criterios técnicos para optimizar operaciones industriales.		
Universitas Andalas	Ingeniería Industrial	Indonesia	- Evaluación de Sistemas Productivos: Planificación y ejecución de experimentos en procesos industriales.	El programa de Ingeniería Industrial está acreditado por ABET.	Assessment Plan Universitas Andalas https://industri.ft.unand.ac.id/new/about/accreditation/abet
			- Juicio de Ingeniería: Aplicación de análisis de datos para mejorar la eficiencia operativa.		
Johns Hopkins University	Ingeniería Mecánica	Estados Unidos	- Diseño y Conducción de Experimentos Mecánicos: Planificación y ejecución de experimentos complejos en sistemas mecánicos.	Acreditado por ABET.	Johns Hopkins - ABET Accreditation Process
			- Análisis de Resultados: Uso de datos experimentales para optimizar procesos mecánicos.		
Northwestern University	Ingeniería en Computación	Estados Unidos	- Experimentación en Sistemas Computacionales: Planificación y evaluación de sistemas computacionales.	Acreditado por ABET.	https://www.mccormick.northwestern.edu/academics/undergraduate/abet/

			- Juicio de Ingeniería: Evaluación y mejora de procesos computacionales mediante análisis de datos.		
Seattle University	Ingeniería Eléctrica	Estados Unidos	- Diseño y Conducción de Experimentos: Planificación de experimentos para evaluar y mejorar sistemas mecánicos.	Acreditado por ABET.	https://www.seattleu.edu/science-engineering/academic-departments/department-of-electrical-and-computer-engineering/#:~:text=Your%20Degree%3A%20ABET%20Accredited,prepares%20you%20for%20your%20field.
			- Juicio de Ingeniería: Aplicación de criterios técnicos en decisiones de diseño.		

DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO.

- Diseño de un Plan Experimental
- Adquisición de Datos
- Análisis e Interpretación de Datos
- Juicio de Ingeniería para la Toma de Decisiones

Tabla Indicadores de Desempeño para la Ingeniería de Producción y la Tecnología en Sistemas de Producción.

Student Outcome: ANÁLISIS DE DATOS: An ability to develop and conduct appropriate experimentation, analyze and interpret data, and use engineering judgment to draw conclusions.		
Capacidad para desarrollar y realizar experimentaciones apropiadas, analizar e interpretar datos y utilizar el criterio de ingeniería para sacar conclusiones.		
Indicadores de Desempeño	Alcance Ingeniero de Producción	Alcance Tecnólogo Sistemas de Producción
1. Diseñar un Plan Experimental	Diseñar un plan experimental orientado a la optimización de procesos productivos, definiendo claramente los objetivos, las variables clave y los métodos cuantitativos para la recolección de datos. El plan debe estar alineado con la mejora de la cadena de suministro, integrando el flujo de materiales e información para obtener datos útiles en la toma de decisiones operativas.	Diseñar un plan experimental que defina de manera clara los objetivos del experimento, las variables clave a medir, y las herramientas adecuadas para la recolección de datos, considerando las restricciones técnicas, éticas y sociales que impactan los procesos de producción. Este plan debe incluir una justificación de las metodologías seleccionadas, considerando las limitaciones y posibles desafíos del proceso productivo.
2. Recolectar Datos	Recolectar datos cuantitativos y cualitativos utilizando herramientas avanzadas de medición y análisis, asegurando que los datos recolectados reflejen las condiciones reales de los procesos de manufactura y la cadena de suministro. La recolección debe considerar posibles fluctuaciones o fallos	Recolectar datos precisos utilizando las herramientas e instrumentos adecuados, demostrando responsabilidad y compromiso con la calidad y confiabilidad de la información obtenida. Los estudiantes deberán tener en cuenta las condiciones operativas del sistema de producción, así como las limitaciones inherentes al proceso, con el fin de garantizar que los datos

	en el sistema, asegurando la confiabilidad de la información obtenida.	recolectados sean representativos y útiles para la toma de decisiones en la mejora y control de los procesos productivos.
3. Analizar e Interpretar Datos	Analizar e interpretar datos de procesos productivos aplicando métodos cuantitativos y modelos matemáticos, identificando áreas de mejora en los flujos de materiales e información. El análisis debe considerar aspectos de eficiencia, tiempos de ciclo y costos operativos, con el fin de optimizar la cadena de suministro y la producción.	Analizar e interpretar los datos obtenidos durante los experimentos, aplicando criterios sólidos y justificando las conclusiones basadas en evidencia confiable, identificando posibles errores o anomalías en el proceso, empleando métodos estadísticos y herramientas de software adecuadas para identificar patrones, tendencias y anomalías en los sistemas de producción. El análisis debe permitir extraer conclusiones relevantes que faciliten la toma de decisiones para la optimización de los procesos y la mejora de la eficiencia en la producción.
4. Aplicar Juicio de Ingeniería y Comunicar los Resultados	Aplicar el juicio de ingeniería para evaluar los resultados obtenidos a partir del análisis de datos y comunicar las conclusiones de manera clara y efectiva. Este proceso debe considerar las limitaciones de los modelos teóricos utilizados y los posibles errores experimentales. Los estudiantes deben justificar las decisiones propuestas y sugerir mejoras, utilizando lenguaje técnico adecuado y apoyándose en gráficos, tablas o informes escritos para diferentes audiencias dentro de los sistemas de producción.	Aplicar el juicio de ingeniería para evaluar las conclusiones obtenidas a partir del análisis de datos, considerando posibles errores experimentales y las limitaciones de los modelos teóricos. Comunicar los resultados de manera clara y efectiva, utilizando gráficos, tablas o informes escritos, adaptados a diferentes audiencias (técnicas y no técnicas), justificando las decisiones propuestas y sugiriendo mejoras en los sistemas de producción.

Elaborado por	Olga Lucia Larrea Serna
Fecha	2024-10-día

Referencias

ABET. (2015). Program outcomes and performance indicators. Recuperado de <https://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/program-outcomes-and-performance-indicators.pdf>

ABET. (2024). Criteria for accrediting engineering programs. Recuperado de <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2024-2025/>

Resultado de aprendizaje Autoaprendizaje (SO7)

La definición del resultado de aprendizaje (RA) o *student outcome* asociado a Autoaprendizaje, así como los indicadores de desempeño propuestos para su medición y sus correspondientes objetivos, se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** En este caso, para la definición del RA se consultaron la definición formal de ABET (ABET Engineering Accreditation Commission, 2022) y las de dos programas en Colombia que tienen la acreditación vigente: el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes (Ingeniería Industrial Universidad de Los Andes, 2019) y el de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena (Ingeniería de Sistemas Universidad de Cartagena, 2024). En general, se ve que ambos programas hicieron una traducción textual del RA, por lo cual acá también se propone una traducción textual de la definición formal de ABET.

<i>SO7: Capacidad para adquirir y aplicar nuevo conocimiento según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje apropiadas</i>	
Indicadores de desempeño	Alcance Ingeniero de Producción
1. Reflexiona sobre su desempeño	Reflexiona sobre su desempeño y ajusta sus estrategias de aprendizaje según las metas establecidas
2. Nuevas técnicas y tecnologías	Aplica nuevas técnicas y tecnologías adaptando sus estrategias de aprendizaje
3. Conocimientos previos para una temática particular	Gestiona estrategias de aprendizaje autónomo para adquirir o reforzar los conocimientos previos para una temática particular

Tabla 1. Definición del resultado de aprendizaje Autoaprendizaje con sus indicadores de desempeño y correspondientes alcances.

Para la definición de los indicadores de desempeño se hicieron consultas en las páginas web de universidades e instituciones de ingeniería referentes a nivel mundial, que tienen alineados sus resultados de aprendizaje con los Student Outcomes de ABET o que cuentan con esta certificación, como la Universidad de Michigan (Universidad de Michigan, 2024) , Universidad de Waterloo (Universidad de Waterloo, 2024), Instituciones de Ingeniería de Singapur (Institution of Engineers Singapore: Engineering Accreditation board, 2024), Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong (Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong, 2024) y la Alianza Internacional de Ingeniería.

En general, se ve que estas instituciones coinciden en la medición de tres indicadores de desempeño. Primero, si el estudiante evalúa su proceso de aprendizaje y ajusta sus estrategias según las metas establecidas. Segundo, si el estudiante se adapta a las nuevas técnicas y tecnologías emergentes . Tercero, si el estudiante gestiona estrategias de aprendizaje autónomo. En este sentido, este último indicador se propone para el caso del Ingeniero de Producción del ITM con el fin de que los estudiantes gestionen esas estrategias para que puedan contar con los conocimientos previos para una temática en particular.

LISTA DE REFERENCIAS

- ABET Engineering Accreditation Commission. (2022, October). *2023-2024 Criteria for Accrediting Engineering Programs*. ABET Engineering Accreditation Commission.
https://www.abet.org/wp-content/uploads/2023/01/23-24-EAC-Criteria_FINAL.pdf
- Ingeniería de Sistemas Universidad de Cartagena. (2024, July 5). *Detalles del Programa Académico Ingeniería de Sistemas*. Ingeniería de Sistemas Universidad de Cartagena.
<https://www.unicartagena.edu.co/estudia-con-nosotros/programa-ingenieria-de-sistemas>
- Ingeniería Industrial Universidad de Los Andes. (2019, December 27). *Pregrado Ingeniería Industrial Universidad de Los Andes*. Ingeniería Industrial Universidad de Los Andes.
<https://industrial.uniandes.edu.co/es/programas-academicos/pregrado/ingenieria-industrial>
- Institution of Engineers Singapore: Engineering Accreditation board. (2024, July). *Accreditation manual*. Institution of Engineers Singapore.
- Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong. (2024). *Outcome-Based Education at HKUST*. Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong.
https://science.hkust.edu.hk/academic_programs/obe_at_ust
- Universidad de Michigan. (2024). *General Education Goals and Assessment*. Universidad de Michigan. <https://www.umflint.edu/gened/learning-outcomes/>
- Universidad de Waterloo. (2024). *Engineering graduate attributes*. Universidad de Waterloo.
<https://uwaterloo.ca/engineering/graduate-attributes>