

**PROPUESTA DE ACTUALIZACION CURRICULAR DEL PROGRAMA
INGENIERIA INDUSTRIAL**

MONICA QUIJANO CAICEDO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2008**

**PROPUESTA DE ACTUALIZACION CURRICULAR DEL PROGRAMA
INGENIERIA INDUSTRIAL**

MONICA QUIJANO CAICEDO

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director
HERNAN SOTO GARCIA
Ingeniero Industrial
Msc. Ingeniería Industrial

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2008**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Industrial.

Ing. Jenny Alexandra Mosquera
Jurado

Santiago de Cali, Agosto de 2008

Para mi madre, que me ha brindado todo su amor y confianza para sacar adelante este proyecto, quiero manifestarle mi orgullo de tenerla como el más digno ejemplo del amor incondicional que se gesta a medida que crecemos en conjunto para desarrollar nuestras propias virtudes y expresar nuestros deseos de vivir y luchar por nuestras metas. De hecho, no podría sentirme más dichosa por tener este logro profesional producto de todo el esfuerzo y sacrificio de mi madre por brindarme la oportunidad de enriquecer mi aprendizaje y con la firme convicción de alcanzar todos mis propósitos en la vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este proyecto a través del apoyo constante que me brindaron para enriquecer mi aprendizaje a nivel personal, académico y profesional. Entre ellas, quiero manifestar mi gratitud al Ing. Hernán Soto, quien a través de su carisma y amplios conocimientos, me enseñó muchas cosas valiosas que estoy segura me van a servir para siempre a medida que crezco como profesional. Así mismo, quiero agradecer a mi madre por confiar en mí y por brindarme tanto amor para seguir adelante con mis proyectos de vida; y a mi hermano por creer en mí y manifestar los deseos de seguir adelante.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	16
RESUMEN	18
INTRODUCCIÓN	19
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1. ANTECEDENTES	21
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	22
1.3 ANALISIS DEL PROBLEMA	22
2. OBJETIVOS	24
2.1 OBJETIVO GENERAL	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3. JUSTIFICACION	25
4. MARCO REFERENCIAL	27
4.1 MARCO LEGAL	27
4.1.1 Decreto 2170 de 2005	27
4.1.2 Resolución N° 2773 de 2003	28
4.2 MARCO TEORICO	30
5. METODOLOGIA	32
5.1 TIPO DE INVESTIGACION	32
5.2 DISEÑO METODOLOGICO	32

6. ESTADO DEL ARTE DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL	34
6.1 LA EVOLUCION DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL	34
6.1.1 Revolución Industrial	34
6.1.2 Primera Guerra Mundial	36
6.1.3 Segunda Guerra Mundial	37
6.1.4 La era de 1980 a 2000	38
6.1.5 Época Actual	39
6.2 RETOS Y OPORTUNIDADES EN ALGUNAS AREAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL	39
6.3 INGENIERIA DE LA MANUFACTURA	42
6.4 MANUFACTURA CONCURRENTE	43
6.5 MEJORES PRACTICAS	45
6.5.1 Mejores practicas de manufactura	45
6.5.2 Administración de operaciones	45
6.5.3 Conceptos y sistemas de la administración de calidad	46
6.5.4 Administración de la cadena de abastecimiento	47
6.5.5 Administración de la automatización, aplicaciones IT	48
6.5.6 Manufactura Ágil (Lean Manufacturing)	49
6.5.7 Seguridad y Ergonomía	50
6.5.8 La integración de recursos humano y técnicos	51
6.5.9 Conversión de información a conocimiento	52
6.5.10 Compatibilidad ambiental	53

6.6 ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE	55
6.7 PRONOSTICOS DE INNOVACION	58
6.8 NUEVAS TENDENCIAS Y HERRAMIENTAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL	62
6.8.1 Mantenimiento en el área de producción	62
6.8.2 Equilibrio en la línea de montaje	63
6.8.3 Sistemas de medición del trabajo	64
6.8.4 Estudio de tiempos	64
6.8.5 Administración de recursos	64
7. ANALISIS DE LOS PLANES DE ESTUDIO	66
7.1 REFERENTES INTERNACIONALES	66
7.1.1 Justificación de elección	66
7.1.2 Estructura de los planes de estudio	68
7.1.3 Intensificación de áreas de conocimiento	69
7.1.4 Contenidos académicos	72
7.2 REFERENTES NACIONALES	93
7.2.1 Análisis de los contenidos académicos	98
7.3 ANALISIS DE UNIVERSIDADES	103
8. ANALISIS DEL SECTOR EMPRESARIAL	105
8.1 CONTEXTO GLOBAL	105
8.2 CONTEXTO NACIONAL	106
8.2.1 Grupos industriales en Colombia	107

8.2.2 Distribución por escala de personal	110
8.2.3 Áreas metropolitanas	111
8.2.4 Distribución de los establecimientos por área metropolitana	112
8.2.5 Grupos industriales con mayor participación	112
8.2.6 Grupos industriales con mayor participación por producción bruta	113
8.3 PRINCIPALES INDUSTRIAS DE COLOMBIA	114
8.3.1 Zona industrial de Bogota	116
8.3.2 Zona industrial de Medellín	116
8.3.3 Zona industrial de Cali	116
8.3.4 Zona industrial de Barranquilla	116
8.3.5 Zona industrial de Boyacá	116
8.3.6 Exportaciones	116
8.3.7 Importaciones	117
8.3.8 Tendencia prospectiva de la industria Colombiana	118
8.4 CONTEXTO REGIONAL	119
8.4.1 Sectores con mayor participación en el Valle	120
8.4.2 Exportaciones	122
8.4.3 Importaciones	124
8.4.4 Apuestas productivas del Valle del Cauca	127
8.5 ESCENARIOS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL	129
8.5.1 Manufactura Integrada por computador	129

8.5.2 Manufactura esbelta (Lean production)	129
8.5.3 La logística	129
8.5.4 Normalización y aseguramiento de la calidad	130
8.5.5 Diseño robusto y control de calidad	130
8.5.6 Talento humano, Organización y productividad del trabajo	130
8.5.7 Gerencia para la competitividad	130
8.5.8 Mentalidad empresarial	131
8.6 DESAFIOS PARA LA INGENIERIA	131
8.7 INVERSIONES EN EL VALLE DEL CAUCA	132
9. PERFIL PROFESIONAL	133
9.1 INTRODUCCION	133
9.2 LINEAS DE TRABAJO	134
9.3 PERFIL PROFESIONAL	137
10. COMPETENCIAS	141
10.1 COMPETENCIAS GENERICAS	141
10.1.1 Instrumentales	141
10.1.2 Personales	141
10.1.3 Sistémicas	142
10.2 COMPETENCIAS ESPECIFICAS	144
11. PLAN DE ESTUDIOS	146
11.1 PORCENTAJE DEL CONTENIDO DE LAS AREAS	148
11.2 RECOMENDACIONES PARA ELABORAR UN PLAN DE ESTUDIO	149

11.3 PROPUESTA DEL PLAN DE ESTUDIOS	152
12. PROPUESTA DE MICROCURRÍCULO	188
12.1 INSTRUCTIVO PARA ELABORAR EL MICROCURRÍCULO	188
12.2 EJEMPLO DE MICROCURRÍCULO	191
13. BUENAS PRACTICAS PARA LA ENSEÑANZA	198
14. CONCLUSIONES	202
15. RECOMENDACIONES	205
BIBLIOGRAFIA	207

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Principales Industrias de Colombia	115
Figura 2. Malla curricular	153

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Distribución de los establecimientos por escala de personal.	111
Grafica 2. Distribución de los establecimientos por área metropolitana.	112
Grafica 3. Exportaciones según principales destinos	124
Grafica 4. Importaciones según principales destinos	126
Grafica 5. Porcentajes de los contenidos de las áreas	149

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Retos y oportunidades para los Ingenieros Industriales	40
Tabla 2. Tendencias de la manufactura	43
Tabla 3. Tendencias de la manufactura concurrente	44
Tabla 4. Mapa de tendencias	56
Tabla 5. Pronostico de tecnología	59
Tabla 6. Pronostico Vs. Área vinculada	60
Tabla 7. Tendencias de sectores económicos	61
Tabla 8. Estructura de los planes de estudio	68
Tabla 9. Descripción de las áreas de conocimiento	69
Tabla 10. Intensificación de las áreas de conocimiento	70
Tabla 11. Intensificación de las áreas de la UAO	71
Tabla 12. Descripción de las áreas de conocimiento. Según ACOFI	94
Tabla 13. Intensificación de las áreas de conocimiento	96
Tabla 14. Intensificación de las áreas de la UAO	97
Tabla 15. Asignaturas de área mayor de la Universidad de los andes	100
Tabla 16. Asignaturas de área menor de la Universidad de los andes	100
Tabla 17. Total encuestados divididos por departamentos	107
Tabla 18. Grupos industriales en Colombia	108
Tabla 19. Áreas metropolitanas	111
Tabla 20. Grupos industriales con mayor participación	113

Tabla 21. Grupos industriales con mayor participación por producción bruta	114
Tabla 22. Total nacional-valor FOB de las exportaciones	117
Tabla 23. Total nacional-valor CIF de las importaciones	118
Tabla 24. Exportaciones según sector económico 2006	122
Tabla 25. Exportaciones según principales destinos	123
Tabla 26. Importaciones según sector económico 2006	125
Tabla 27. Importaciones según principales mercados	126
Tabla 28. Apuestas productivas	127
Tabla 29. Otras apuestas productivas Vs. Aporte de la ingeniera Industrial	128
Tabla 30. Tendencia de líneas de trabajo	135
Tabla 31. Valoración de competencias genéricas	142
Tabla 32. Descripción de competencias específicas	144
Tabla 33. Básicas de Ingeniería	155
Tabla 34. Herramientas de Ingeniería	162
Tabla 35. Núcleo Profesional	168

GLOSARIO

ACOFI: asociación colombiana de facultades de ingeniería.

ANDI: asociación nacional de industriales.

ASME: american society of mechanical engineers.

CAN: comunidad andina de naciones, es una comunidad de 4 países que tienen un objetivo común: alcanzar un desarrollo integral, mas equilibrado y autónomo, estos países son: Bolivia, Ecuador, Perú y Colombia.

CIF: cost, insurance, freight, es decir costo, seguro y flete, es el precio total de la mercancía, incluyendo en su valor los costos de seguro y fletes.

DANE: departamento administrativo nacional de estadística.

DIAN: dirección de impuestos y aduanas nacionales.

ECAES: exámenes de calidad para la educación superior.

FOB: free on board, corresponde al precio de venta de los bienes embarcados a otros países sin incluir el valor del seguro y fletes.

ICER: informe de coyuntura económica regional.

ICFES: instituto colombiano de fomento de educación superior.

IT: tecnologías de información.

PIB: producto interno bruto.

PRODUCCIÓN BRUTA: el cálculo del valor de la producción bruta corresponde al valor de todos los productos y subproductos elaborados por el establecimiento durante el año valorados a precio de venta en fábrica (sin incluir los impuestos indirectos), más los ingresos por los trabajos industriales realizados para otros, más el valor de la energía eléctrica vendida, más el valor de otros ingresos operacionales (valor de los ingresos por instalación, reparación y mantenimiento de productos fabricados por el establecimiento, entre otros), más el valor del inventario final de productos en proceso de fabricación, menos el valor del inventario inicial de productos en proceso de fabricación,

PYMES: pequeña y mediana empresa.

SNIES: sistema nacional de información de la educación superior.

TLC: tratado de libre comercio.

UNESCO: organización de las naciones unidas para la educación, la ciencia y la cultura.

RESUMEN

Los programas académicos deben entrar en la dinámica de actualización de currículos, como una de las acciones fundamentales para fortalecer los pregrados y mantener su pertinencia social, científica y cultural.

El rediseño curricular es concebido como una de las estrategias fundamentales para alcanzar la excelencia académica, el currículo es entendido como una construcción flexible y permanente de un proceso educativo, tanto a nivel macro como a nivel micro, también como un proceso de adaptación de la propuesta educativa a las necesidades del educando, su comunidad y el país.

Los nuevos currículos combinarán orgánicamente ciencia y cultura, docencia e investigación, cultivarán en los estudiantes la sensibilidad creativa, permitirán su vinculación a la actividad investigativa y fomentarán la interdisciplinariedad. La reforma curricular la realizará cada programa, ya que ésta es inherente a las particularidades de cada unidad académica.

No basta modernizar ni cambiar los modelos de enseñanza, se requiere también una modernización de los contenidos, que los actualice continuamente y los ponga a girar alrededor de la investigación y el trabajo, e introduzca un cambio de actitud, vinculando el espíritu crítico a la sociedad a la cual nos debemos. La capacidad comunicativa o capacidad discursiva es considerada como el signo más importante de la razón humana, sin reducirla a la sola comunicación verbal, estas capacidades tiene que ser cultivadas como contenido básico del currículo.

Es necesario pensar en formas nuevas de actuación del profesor frente a sus alumnos, que le cambien su pretendido carácter de transmisor de conocimientos por una acción más bien de guía, orientador, provocador. Esto nos permitiría pasar de una enseñanza pasiva a una enseñanza activa.

INTRODUCCION

Se entiende por currículum o currículum el conjunto de objetivos, contenidos, criterios de enseñanza y de evaluación que los alumnos deben alcanzar en un determinado nivel educativo. De modo general, el currículum responde a las preguntas: ¿Qué enseñar?, ¿Cómo enseñar?, ¿Cuándo enseñar? Y ¿Qué, como y cuando evaluar?

La importancia de diseñar un currículum con un alto nivel educativo, es solo una parte de lo que se espera de esta investigación, ya que se pretende anexar otras variables externas que afectan directamente en la formación de un ingeniero industrial.

Se considerará entonces, que no solo las bases técnicas forman buenos ingenieros, si no también que el proceso formativo, debe capacitar a los alumnos en un conjunto de habilidades, conocimientos y destrezas profesionales, que los convertirán en personas altamente empleables, capaces de enfrentarse a las necesidades actuales de las empresas.

La educación en la Ingeniería Industrial debe anticipar los cambios esperados en sus distintas ramas y adaptarse a ellos. El adaptarse, significa prepararse para enfrentar a esta competencia global, que esta y estará en constante crecimiento. Según expertos internacionales y su visión de la ingeniería en los próximos 20 años, todos los ingenieros seguirán creando soluciones que resuelvan problemas reales. Estos serán cada día mas complejos y sus soluciones requerirán de conocimientos diversos, competencias generales y específicas que los ingenieros deberán integrar. Entendiendo como competencias generales (o transversales), aquellas capacidades que pueden ser comunes a varios perfiles y competencias específicas aquellas que son propias de un determinado perfil.

Ahora bien, ya entendiendo que el aprendizaje académico deberá ir ligado estrechamente a estas competencias, otra variable a introducir será la actualización de la Ingeniería Industrial, introduciendo en la enseñanza las nuevas tendencias hacia donde este enfocado este arte, como administrador de nuevas tecnologías en las organizaciones o independiente.

La creciente competencia en combinación con la gran demanda y exigencias del consumidor en cuanto a calidad, flexibilidad, rapidez, funcionalidad y bajos costos, han puesto no sólo a las organizaciones en revolución sino a las personas implicadas en estas.

Tendencias, técnicas y nuevas filosofías apuntan a un futuro en el que las habilidades de las compañías deben responder de manera rápida y decisiva a los cambios, ya que de eso dependerá la permanencia de las mismas en el contexto actual.

Para contribuir a esto, se han desarrollado un sin número de técnicas, herramientas, estrategias y filosofías para mejorar el desempeño organizacional, como son JIT (Just in Time), TQC (Total Quality Control), MRP (Management Requirement Production), y Círculos de Calidad, Grupos Auto dirigidos, TPM (Total Production Management), los cuales algunas veces son implementados y forman parte de la organización. Es importante para el currículo a diseñar investigar sobre las nuevas herramientas con las que cuenta un Ingeniero para la internacionalización del mismo, siendo competitivo a nivel mundial.

Se pretende que el currículo se diferencie, no solo en el análisis de los planes de estudio de universidades prestigiosas, junto con el desarrollo de competencias que deberán adquirir los estudiantes y la actualización de las nuevas tendencias, si no además teniendo en cuenta que el currículo es una construcción desde el saber pedagógico, en cuyo proceso intervienen diferentes fuentes de saberes y conocimientos, un objetivo importante para la elaboración de esta investigación es identificar estrategias de enseñanza acordes con el perfil, que irán dirigidos a los estudiantes de Ingeniería Industrial, pretendiendo que ellos ganen confianza, muestren interés en aprender, desarrollen destrezas de razonamiento, análisis, solución de problemas y sobre todo que tengan la capacidad de transponer ese conocimiento adquirido a situaciones reales del sector empresarial.

Por ende el procesamiento de la información que un individuo recibe, depende del estilo de aprendizaje, es aquí donde radica la importancia de proporcionar un modelo pedagógico que permita a los estudiantes memorizar, interactuar, demostrar, practicar, preguntar, reflexionar, evaluar, crear, crecer, etc.

En resumen, se busca que todas estas variables anteriormente mencionadas converjan sistemáticamente en la propuesta de actualización curricular para el programa de Ingeniería Industrial.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

La función del Ingeniero como gestor de procesos y organizaciones industriales es reconocida desde antiguo. Ya en 1886, H. R. Towne presenta en la ASME (American Society of Mechanical Engineers) su comunicación clásica, "The engineer as economist". La misma se resume en la expresión, "El tema de la gestión de plantas de fabricación es tan importante como el de su ingeniería".

En 1908 se crean en Peen State University los estudios de Ingeniería Industrial, adoptando como núcleo central y diferenciador de los mismos las enseñanzas de Frederick W. Taylor relativas a la "Organización Científica del Trabajo" y "Dirección Científica de la Producción".

Los estudios de Ingeniería Industrial con esta orientación de Organización Industrial prosperan en USA tanto por el número de universidades que imparten esta enseñanza como por la demanda de este tipo de profesionales. Sin embargo dichos estudios no tienen el mismo desarrollo en Colombia, hasta 1958 que fue fundada la primera facultad.

La ingeniería industrial en Colombia surgió como respuesta al rezago del país, consecuencia de la falta de consideración apropiada por el trabajo humano y la falta de habilidades necesarias para el gobierno de las personas y se nutrió de los ingenieros químicos, que además son ingenieros de procesos, con una mentalidad analítica. La escuela de Ingeniería Industrial se inicio en Colombia en el año 1958, dirigida por el Ingeniero Químico Guillermo Camacho Caro en la Universidad Industrial de Santander. Los primeros Ingenieros Industriales se graduaron en el año de 1961; desde entonces hace 47 años, han egresado de las universidades más de 100.000 ingenieros industriales de los 172 programas que existen en el país¹.

En sus inicios la Ingeniería Industrial tenía la tarea fundamental de unir el trabajo de los hombres con la actividad de las maquinas. Nace en las plantas de producción de bienes, con procesos industriales centrados en manufactura, pero hoy en día abarca la producción de bienes y servicios, pues cada día es más importante aplicar la ingeniería de procesos a la prestación de servicios. Los

¹ Proyecto Educativo Institucional (PEP), Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, 2007. p. 13

primeros programas de Ingeniería Industrial establecidos en Colombia tuvieron un claro perfil hacia la Ingeniería industrial clásica orientada a la producción.

En la última década la ingeniería industrial experimentó diversos cambios, pasando de los métodos mecánicos a los métodos electrónicos, de procedimientos de diseño cualitativo a nuevas técnicas que requieren modelación, simulación y amplio empleo de estadísticas; de un enfoque centrado en la producción a un enfoque integrador de sistemas. El interés pasó de sistemas relativamente pequeños a macrosistemas, y de la medición de las actividades y diseños de espacio de trabajo al diseño y análisis de sistemas más grandes y complejos.

Esta evolución produjo un cambio en las funciones que los ingenieros industriales atienden. La profesión también da cuenta de la función social de incrementar la productividad con el objeto de generar bienestar compartido por los trabajadores, técnicos, administradores, inversionistas, gobierno y público, independientemente del sistema económico, sectores o ramas industriales o de servicios. De esta manera la profesión incorpora explícitamente tanto el objetivo técnico como el objetivo social que caracteriza a la ingeniería en el mundo moderno.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El currículo académico actual del programa de Ingeniería Industrial permite llevar a cabo un proceso de formación acorde con las necesidades del sector y con las tendencias de la carrera a nivel mundial, preparando estudiantes competitivos para afrontar los problemas actuales y futuros de las organizaciones?

1.3 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

El programa de Ingeniería Industrial desde el año 2003 no ha sido expuesto a ningún cambio significativo, en su plan de estudios, por esta razón se considera necesario realizar una evaluación del mismo, para saber hasta que punto el plan actual se encuentra desactualizado en referencia a las tendencias de la Ingeniería Industrial a nivel mundial y si cumple con las necesidades socio-económicas y tecnológicas requeridas por la región y sus planes de desarrollo.

Se pretende en este proyecto evaluar y analizar el plan de estudios existente, las interrelaciones y articulaciones de los saberes, las falencias en las metodologías, la dirección de las diversas áreas de conocimiento y si realmente los profesionales que se están formando, adquieren las competencias requeridas para enfrentarse a los diversos campos de acción que existen en el mercado tanto nacional como internacional, es en resumen la justificación de esta investigación.

Por esta razón se tomó como referente estudios realizados por ACOFI, donde se expusieron diversas falencias, en el currículo del ingeniero industrial, para que en la ejecución de este proyecto, se evite caer en dichos errores y al contrario usarlos de guía en la elaboración del mismo.

- Manejo de contenidos de carácter enciclopedista, dispersos en donde la transmisión de los conocimientos en ciencias básicas no es más que la repetición de los mismos.
- Falta mayor conocimiento del entorno, lo que hace que el currículo no responda a la realidad mundial. En este sentido es rígido y carece de enfoque sistémico.
- No se tiene una definición del papel de la tecnología en el quehacer del ingeniero en cuanto al objeto de la ingeniería industrial.
- Existe una gran desarticulación entre el ciclo básico y el ciclo profesional, frente a las áreas y asignaturas, presentando así la falta de una secuencia adecuada.
- Algunos planes de estudios empiezan a ser obsoletos en algunas áreas y muchas veces son inflexibles, no se permiten cambios fáciles ni de actualización con los de la ciencia y tecnología².

Para conseguir enfrentar estas falencias, se realizó una investigación acerca de las tendencias de la ingeniería industrial, con el fin de anexar en lo posible estos nuevos enfoques al plan de estudios.

También se efectuó un análisis de planes de estudios de otras universidades que cuentan con prestigio a nivel nacional e internacional, con el fin de observar sus secuenciaciones y sus contenidos académicos.

Otro factor importante, que se presentan en la elaboración curricular del programa de Ingeniería Industrial y se debe tener en cuenta, es que el aprendizaje obtenido debe ir enfocado a situaciones reales, para que el estudiantes al finalizar sus estudios se encuentre capacitados para enfrentarse al sector en que deberá desenvolverse, por que el conocimiento de las bases no es menos significativo que la aplicación de estas, por ende este proyecto también incluye un análisis del sector empresarial enfocado sobre todo a nivel nacional y regional.

² Contenidos programáticos básicos para ingeniería, Santafé de Bogota D.C.: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, 2004, p. 160.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

“Elaboración de un programa curricular de alto nivel académico y formativo en las competencias genéricas y específicas del Ingeniero Industrial siendo pertinente a los requerimientos de la región y a las nuevas tendencias globales, a través de las líneas de aprendizaje y de énfasis”.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Conocer el estado del arte de la Ingeniería Industrial a nivel mundial y nacional.
- Conocer programas académicos de ingeniería industrial, tomando como referente instituciones académicas prestigiosas tanto en el campo nacional como internacional.
- Identificar las necesidades en el sector empresarial en las áreas de la ingeniería industrial.
- Definir un perfil profesional y competencias del Ingeniero Industrial acorde con la investigación.
- Evaluación del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente.
- Propuesta de un currículo que responda a los requerimientos de la región y a los nuevos cambios globales de la ingeniería industrial.

3. JUSTIFICACION

En Colombia, la Ingeniería Industrial es uno de los programas mas demandados en educación superior y el mayor concentración en el área de ingeniería, el objeto de la carrera difiere por tipo de institución, se concibe al ingeniero industrial como un coordinador de todas y cada una de las actividades involucradas en los procesos de producción, desde su diseño hasta su implementación y puesta en marcha, con un amplio manejo de negociación con otros países.

En las instituciones privadas, las diferencias de énfasis se plasman en el currículo a través de la organización de los planes de estudio, el trabajo departamental que se dirige a fortalecer la comunicación oral y escrita, los valores en el ejercicio profesional y las actitudes personales.

En el ámbito internacional, las funciones del ingeniero industrial se han definido como la habilidad para optimizar procesos y sistemas, desarrollar modelos, realizar análisis económico, diagnosticar y resolver problemas y llegar a soluciones creativas. Un agente de cambio cuyo reto no es sólo optimizar lo que existe sino crear e implementar procesos e integrar los procesos globales de la compañía. En 1993, el National Council of Examiners for Engineering and Surveying (NCEES) en Estados Unidos, identificó como áreas de conocimiento en la práctica moderna de los ingenieros industriales: probabilidad y estadística; software, hardware y sistemas operativos; medición e instrumentación, estándares e investigación de operaciones; principios de administración, ergonomía e ingeniería humana, métodos de trabajo y técnicas de medición; materiales y procesos de manufactura; ciencia de materiales y sus propiedades físicas y mecánicas; análisis y diseño de sistemas, así como análisis de costos e ingeniería económica; confiabilidad, análisis de falla y estadística para el control de calidad.

Desde la perspectiva internacional las tendencias en la formación de ingenieros industriales se manifiesta en un interés renovado y diferente en las funciones tradicionales; en el énfasis en la información tecnológica, en el rediseño de procesos; en el enfoque a procesos y sistemas y en la tendencia hacia la administración de la tecnología y la información. En general, la educación en ingeniería industrial tiende a cubrir un amplio espectro de funciones técnicas y gerenciales, con incremento del poder de decisión a todos los niveles, y en muchos casos, una ampliación de la práctica profesional fuera del campo de exclusividad de la manufactura.

En los últimos años, y como resultado del cambio tecnológico, del nuevo paradigma productivo y del proceso de globalización productiva, hay una brecha

en el ámbito mundial entre las demandas de educación en ingeniería industrial y lo que el sistema educativo produce.

Las nuevas tecnologías han mejorado la precisión y la velocidad en la producción y han incrementado la posibilidad de cubrir una mayor variedad de intereses; la consideración de la empresa como sistema socio técnico se ha acompañado de la implementación de un modelo flexible de producción mientras la globalización productiva ha cambiado la forma como se produce y donde se produce. La ingeniería concurrente o simultánea, el trabajo en equipo, y en general, hace que los ingenieros industriales deban obtener un conocimiento actualizado para cubrir estas necesidades que demanda el sector.

Es aquí donde se justifica la propuesta de un currículo que garantice la formación del ingeniero industrial, para que éste pueda estar preparado a los cambios globales, y además de esto, conocer el sector en que aplicará sus conocimientos, pero no menos importante el desarrollo de las habilidades y destrezas que su perfil le exige para la ejecución idónea de su trabajo.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO LEGAL

Teniendo en cuenta leyes que hacen referencia al currículo de Ingeniería, comunicados por el Ministerio de Educación, para la ejecución de este proyecto se toma como referencia legal:

4.1.1 Decreto 2170 de 2005. Teniendo en cuenta, el decreto numero 2170* junio del 2005, publicado por el Ministerio de Educación.

•**Artículo 1º.** Modificase el artículo 4º del decreto 2566 ** del 10 de septiembre de 2003.

Aspectos curriculares. La institución deberá presentar la fundamentación teórica, práctica y metodológica del programa; los principios y propósitos que orientan la formación; la estructura y organización de los contenidos curriculares acorde con el desarrollo de la actividad científica-tecnológica; las estrategias que permitan el trabajo interdisciplinario y el trabajo en equipo; el modelo y estrategias pedagógicas y los contextos posibles de aprendizaje para su desarrollo y para el logro de los propósitos de formación; y el perfil de formación.

El programa deberá garantizar una formación integral, que le permita al egresado desempeñarse en diferentes escenarios, con el nivel de competencias propias de cada campo.

Los perfiles de formación deben contemplar el desarrollo de las competencias y las habilidades de cada campo y las áreas de formación.

Los programas académicos de educación superior ofrecidos en la metodología de educación a distancia, deberán demostrar que hacen uso efectivo de mediaciones pedagógicas y de las formas de interacción apropiadas que apoyen y fomenten el desarrollo de competencias para el aprendizaje autónomo y la forma como desarrollarán las distintas áreas y componentes de formación académica.

* Este decreto, modifica el artículo 4 del decreto 2566 del 10 de Septiembre de 2003

** Este artículo, hace hincapié a las características específicas de calidad aplicable a los programas de formación profesional de pregrado en Ingenierías, corresponde al ministerio de educación con la participación activa de la comunidad académica nacional de la respectiva área de conocimiento.

4.1.2 La resolución número 2773* de 2003. La ministra de educación nacional en uso de sus atribuciones legales y en especial las conferidas en el decreto 2566** del 10 de Septiembre de 2003.

•**Artículo 1.** Denominación académica del programa. La denominación académica del programa debe ser claramente diferenciable como programa profesional de pregrado.

Las denominaciones académicas de los programas de ingeniería serán de tres tipos: básicas, integración de dos o más básicas, y otras denominaciones.

Denominaciones académicas básicas. Corresponden a los programas que derivan su identidad de un campo básico de la ingeniería. Estas denominaciones corresponden los programas de Ingeniería.

Denominaciones académicas que integran dos o más básicas: Corresponden a los programas que derivan su identidad de la combinación de dos o más campos básicos de la ingeniería. En la información que presente la institución de educación superior deberá incluir una sustentación acerca de la validez de la combinación propuesta, la cual será evaluada mediante un procedimiento de carácter académico por parte de la Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior –CONACES-.

Otras denominaciones académicas: Corresponden a los programas que aplican los conocimientos de las ciencias naturales y las matemáticas a campos diferentes de los contemplados anteriormente. En la información que presente la institución de educación superior deberá incluir una sustentación acerca de la validez de la denominación propuesta, en términos de su correspondencia con el concepto de ingeniería.

•**Parágrafo 1.** En los casos previstos en este artículo, Comisión Nacional Intersectorial de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior –CONACES- deberá emitir concepto sobre la correspondencia de la denominación académica de los programas de acuerdo con los parámetros de esta resolución.

•**Artículo 2.** Aspectos curriculares. El programa debe poseer la fundamentación teórica y metodológica de la Ingeniería que se fundamenta en los conocimientos

* Resolución que define las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Ingeniería, elaborado en Noviembre del 2003, por el Ministerio de Educación.

** Decreto que complementa la resolución 2773 del 2003, Elaborado por el Gobierno Nacional donde reglamenta las condiciones mínimas de calidad y demás requisitos para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior.

las ciencias naturales y matemáticas; en la conceptualización, diseño, experimentación y práctica de las ciencias propias de cada campo, buscando la optimización de los recursos para el crecimiento, desarrollo sostenible y bienestar de la humanidad. Para la formación integral del estudiante en Ingeniería, el plan de estudios básico comprende, al menos, las siguientes áreas del conocimiento y prácticas:

Área de las Ciencias Básicas: está integrado por cursos de ciencias naturales y matemáticas. Área sobre la cual radica la formación básica científica del Ingeniero. Estas ciencias suministran las herramientas conceptuales que explican los fenómenos físicos que rodean el entorno. Este campo es fundamental para interpretar el mundo y la naturaleza, facilitar la realización de modelos abstractos teóricos que le permitan la utilización de estos fenómenos en la tecnología puesta al servicio de la humanidad. Este campo de formación incluye la matemática, la física, la química y la biología. Las áreas de química y biología tienen diferentes intensidades de acuerdo con la especialidad.

Área de Ciencias Básicas de Ingeniería: Tiene su raíz en la Matemática y en las Ciencias Naturales lo cual conlleva un conocimiento específico para la aplicación creativa en Ingeniería. El estudio de las Ciencias Básicas de Ingeniería provee la conexión entre las Ciencias Naturales y la matemática con la aplicación y la práctica de la Ingeniería.

Área de ingeniería Aplicada: Esta área específica de cada denominación suministra las herramientas de aplicación profesional del Ingeniero. La utilización de las herramientas conceptuales básicas y profesionales conduce a diseños y desarrollos tecnológicos propios de cada especialidad.

Área de Formación Complementaria: comprende los componentes en Economía, Administración, Ciencias Sociales y Humanidades. El programa desarrollará las competencias comunicativas básicas en una segunda lengua.

•**Parágrafo 2.** En la propuesta del nuevo programa deberá hacerse explícita la estructura y organización de los contenidos, las estrategias pedagógicas, así como los contextos posibles de aprendizaje para el logro de los resultados esperados.

•**Artículo 3.** Medios educativos. Además de los medios educativos señalados en el decreto 2566* del 10 de Septiembre de 2003, el programa de Ingeniería deberá contar con laboratorios de Ciencias Básicas de Ingeniería y de Ingeniería aplicada, así como de sus correspondientes equipos, instrumentos e insumos.

* Decreto elaborado por el Gobierno Nacional, reglamentó las condiciones mínimas de calidad y demás requisitos para el ofrecimiento y desarrollo de programas académicos de educación superior, en septiembre del 2003.

•**Artículo 4.** Vigencia. La presente resolución rige a partir de su publicación.

Finalmente, La resolución en mención estipuló una serie de mecanismos para registrar y acreditar los programas de ingeniería resaltando, entre otras cosas, que los programas deben establecer de forma precisa los criterios académicos que sustentan los sistemas de evaluación de los aprendizajes y el desarrollo de las competencias de los estudiantes. De ahí que las formas de evaluación deben ser coherentes con los propósitos de formación, con las estrategias pedagógicas y con las competencias esperadas. Igualmente, las Instituciones de Educación Superior -IES- deben tener políticas y estrategias de seguimiento a sus egresados que permitan valorar el impacto social del programa y el desempeño laboral de sus egresados así como otras estrategias que faciliten el aprovechamiento de los desarrollos académicos en el área del conocimiento por parte de los egresados.

4.2 MARCO TEORICO

Se tomó como marco referencial, para la elaboración de esta investigación el proyecto de “Actualización y Modernización del curriculum en Ingeniería Industrial” elaborado por El ICFES y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), cuyos objetivos fundamentales fueron³:

- Reflexionar sobre la formación del Ingeniero Industrial bajo un marco de apertura, competitividad y modernidad nacional e internacional.
- Diseñar mecanismos para el mejor rendimiento de las actividades del Programa de Ingeniería Industrial, para lograr una mejor adaptación a la situación socio-económica actual y futura del país.
- Elaborar una propuesta para la actualización del curriculum de ingeniería industrial, hacia la búsqueda de la calidad y de la excelencia de la educación en ingeniería industrial, basada o sustentada en un esquema curricular sistémico y flexible, con un enfoque humanista e investigativo, que trascienda lo ocupacional, con una concepción orgánica del saber y llevada a cabo con metodologías que propendan más por formar que por informar, que motive la participación del alumno para que descubra y aprenda con una orientación profesional de contextualización universal, a tono con los avances de la ciencia y la tecnología en un mundo de competencia global y cambio inexorable.

³ Actualización y modernización del currículo de Ingeniería Industrial. Santafé de Bogotá DC: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior-ICFES-, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-. Santafé de Bogotá: 1996. p. 11-12.

- Determinar las necesidades de reestructuración, vigencia y validez de los perfiles, planes de estudio y demás aspectos curriculares del programa de Ingeniería Industrial, que le permitan a la Universidad ser una institución más competitiva en la formación de sus ingenieros.

En resumen los referentes que se usaron fueron:

Investigación del estado del arte de la Ingeniería Industrial, donde se encontraron muchas tendencias de las cuales se considera que los estudiantes deberían estar capacitados y familiarizados con estas, para desarrollar en su actividad laboral.

Un análisis de planes de estudios de otras universidades prestigiosas a nivel nacional e internacional, que complemento de las tendencias anteriormente mencionadas y permitió visualizar las interrelaciones de los conocimientos que adquiere el ingeniero industrial.

Se analizó el sector empresarial donde el ingeniero desempeña su labor, con el fin de que los conocimientos aplicados, simulen estos sectores, y los estudiantes estén calificados para aplicar con mayor fluidez sus conocimientos a la nación que se debe.

En base a todo este estudio, se definieron unas competencias y un perfil profesional, que se desea desarrollar en los estudiantes para que estos se diferencien a nivel nacional, y sean altamente competentes, y por último una propuesta de plan de estudios actualizado, con el objetivo de desarrollar dichas competencias.

5. METODOLOGIA

5.1 TIPO DE INVESTIGACION

Para el desarrollo de este proyecto, se aplicó una metodología investigativa basada en la observación de cada uno de los objetivos propuestos, para el cumplimiento de los mismos.

5.2 DISEÑO METODOLOGICO

Las acciones que se llevaron a cabo para desarrollar este proyecto estuvieron orientados al cumplimiento de los objetivos planteados de manera que se diese respuesta al problema central, para la ejecución de esta propuesta se recurrió a la siguiente secuenciación de actividades divididas en las siguientes fases:

•**Exploratoria.** En esta etapa se reunió información que sirvió para lograr los objetivos que se buscaban alcanzar, esta información fue: relevante, suficientemente detallada, precisa, continua y oportuna.

Tomando como fuente principal de información informes, libros, artículos o publicaciones, bases de datos e Internet.

Las actividades específicas que se desarrollaron en esta etapa son:

- Exploración del estado del arte de la Ingeniería Industrial en Colombia y el mundo, donde se recopiló información sobre las nuevas tendencias globales de la misma.
- Información sobre programas académicos de la Ingeniería Industrial tomando como referente Universidades prestigiosas a nivel nacional e internacional.
- Información sobre las necesidades del sector empresarial, en referencia a los requerimientos del perfil del ingeniero industrial que se necesita.
- Información de estudios realizados, sobre las competencias genéricas y específicas que debe poseer un Ingeniero Industrial.

•**Análisis.** Se refiere al análisis de los resultados obtenidos, compararlos entre ellos y con los resultados de observaciones anteriores. En esta etapa los pasos que se realizaron fueron:

- Definición y especificación de las tendencias globales de la ingeniería industrial, que puedan ser aplicables al plan de estudios.
- Definición de la intensidad y secuencia, que otras universidades aplican a las diversas áreas de conocimiento en plan de estudio, junto con el análisis de la metodología utilizada.
- Se analizaron las necesidades del sector empresarial.
- Valoración de las competencias genéricas y específicas.

•**Examinar.** En este paso se definirá un perfil del egresado acorde a las nuevas tendencias globales, los requerimientos del sector empresarial nacional e internacional, además se propuso un plan de estudios que especifica los énfasis que se deberían profundizar en relación con el perfil propuesto en el paso anterior, con el objetivo que este cumpla con los análisis definidos, donde abarque todo el conocimiento y habilidades que el Ingeniero Industrial debe poseer.

•**Ejecución.** Para complementar y culminar la propuesta curricular se realizara un estudio que identifique los modelos y estrategias pedagógicas, y un protocolo de microcurrículo específico de una asignatura involucrada en el plan de estudios.

6. ESTADO DEL ARTE DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

Tratando de descender de lo general a lo particular, podemos empezar con una definición generalista, según la cual, la ingeniería es el arte (técnica) de transformar las materias primas y usar las fuentes de energía de la naturaleza para la producción de bienes y servicios para el bienestar del hombre, que colocaría al ingeniero como “sumo transformador” del mundo material de la naturaleza hostil.

Según ICFES y ACOFI, Los nuevos modelos económicos basados en la apertura y el libre mercado, hacen necesaria la generación de grandes desarrollos tecnológicos, en donde el sector productivo y la educación superior tienen en el conocimiento su principal activo, con el cual los países pueden enriquecer sus sistemas económicos y sociales. Dentro de éste contexto, la ingeniería es uno de los principales motores de desarrollo del país, permite dar mayor valor agregado a los productos y servicios, debido a su estrecha relación con la ciencia y con los avances tecnológicos. Los permanentes cambios con la globalización de la economía y la apertura de los mercados hacen necesario que se deba mirar críticamente la manera como se están formando los ingenieros de hoy y los que se formaron en el siglo XXI⁴.

6.1 LA EVOLUCION DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

Los acontecimientos históricos que condujeron al nacimiento de la Ingeniería Industrial brindan aportes significativos respecto a muchos de los principios que dominaron su práctica y su desarrollo a lo largo de la primera mitad del siglo XX. Si bien esos principios aun influyen en la profesión, muchos otros desarrollos conceptuales y tecnológicos que en la actualidad dan forma y siguen modelando la práctica de la profesión se originaron en la segunda mitad de dicho siglo. Se pretenderá sintetizar los principales hechos que contribuyeron al nacimiento y a la evolución de este arte.

6.1.1 Revolución industrial. Los sucesos que tuvieron lugar en esta época cambiaron de manera drástica, las prácticas de fabricación y sirvieron como guía para muchos conceptos que influyeron en el nacimiento científico de la disciplina un siglo más tarde.

⁴Ibid., p. 3.

Las fuerzas que impulsaron estos desarrollos fueron las innovaciones tecnológicas que ayudaron a mecanizar muchas operaciones manuales tradicionales en la industria textil.

La innovación mas importante fue la maquina de vapor creada por James Watt en 1765, al convertir el vapor en una fuente de energía destinada a una infinidad de aplicaciones, este invento liberó a los fabricantes de su dependencia de la energía hidráulica, lo cual terminó con la restricción respecto de la ubicación y la organización industrial. También proporcionó potencia más barata, que condujo a menores costos productivos y mercados más amplios.

También gracias a los escritos realizados por Adam Smith, sobre los conceptos como la división del trabajo, sirvieron para motivar a muchos de los innovadores tecnológicos de la Revolución Industrial a que establecieran e implementaran sistemas para fábricas. Algunos ejemplos son, la implantación de sistemas de control de administración de Arkwright a fin de regular la producción y el rendimiento de los trabajadores fabriles, otro ejemplo fue la construcción de la fábrica bien organizada de Watt y su socio, Matthew Boulton, para producir motores de vapor. Los esfuerzos de Watt y su socio dieron como resultado la planificación y la creación de la primera instalación integrada de fabricación con maquinas, incluida la implementación de conceptos como el sistema de control de costos diseñado para disminuir el desperdicio, mejorar la productividad y brindar a los artesanos capacitación de la habilidad.

Otra persona que contribuyó de modo incipiente fue Charles Babbage, los descubrimientos que llevo a cabo, a principios del siglo XIX se documentaron en su libro *On the Economy of Machinery and Manufacturers*. Este libro incluye temas como el tiempo necesario para aprender a realizar una tarea en particular, los efectos de la subdivisión de tareas en elementos mas pequeños y menos detallados, el ahorro del tiempo y en costos asociados con el cambio de una tarea a otra, y las ventajas que pueden obtenerse mediante la realización de tareas repetitivas. también incluyo nociones relativas al pago de salarios, ideas asociadas con la organización del trabajo y relaciones laborales, pero su labor se basó en la observación y no intento mejorar los métodos de fabricación de productos, ni reducir los tiempos requeridos, ni fijar estándares de cuales serian los tiempos ideales.

Otro desarrollo clave en la historia fue el concepto de “piezas intercambiables”, esta practica quedo demostrada gracias a los esfuerzos de Eli Whitney y Simeon North en la fabricación de fusiles y pistolas para el gobierno de los Estados Unidos, bajo este sistema, cada una de las piezas se producía en masa con tolerancias lo bastantes ajustadas para permitir su uso en cualquier producto terminado, este resultado fue objeto de estudio de Frederick W. Taylor , que se centró en la desmenuzar el proceso productivo en sus partes integrantes y mejorar la eficiencia de cada una de ellas, prestó poca atención a las reglas empíricas y a

los estándares, y dotó a las tareas manuales de máxima eficiencia mediante el examen de cada componente por separado y la eliminación de todo movimiento falso, lento e inútil. El trabajo se aceleró por medio del uso de plantillas, accesorios y otros dispositivos.

La mejora en la eficiencia del trabajo bajo el sistema de Taylor se basaba en el análisis y en la mejora de los métodos de trabajo, en la reducción del tiempo requerido para llevarlo a cabo y en el desarrollo de estándares que lo regulaban. El aporte de Taylor se desarrollo en resumen al “estudio de tiempos”.

Frank y Lillian Gilbreth, complementaron la medición de movimientos fundamentales involucrados en la realización del trabajo, al utilizar una cámara cinematográfica en la tarea de análisis de movimientos, pudiendo clasificar los elementos de la motricidad humana en 18 elementos básicos, o “therbligs”.

6.1.2 Primera guerra mundial. Una mirada mas profunda sobre los aspectos conductistas asociados con el lugar de trabajo y el elemento humano, fueron las investigaciones que se llevaron a cabo en esta época. A pesar de que el enfoque adoptado por Taylor y sus seguidores no logró apreciar las cuestiones psicológicas asociadas con la motivación del trabajador, su análisis sirvió como catalizador del enfoque conductista de la administración mediante el planteo sistemático de preguntas sobre la autoridad, la motivación y la capacitación.

Un importante episodio en el afán de comprender los aspectos de la conducta lo constituyó la serie de estudios llevados a cabo por la planta Wester Electric Hawthorne, de Chicago, entre 1924 y 1932. Estos estudios comenzaron con una pregunta simple “¿Cómo influye el alumbrado del lugar de trabajo en la productividad de los trabajadores?”. Los investigadores concluyeron que la productividad relativa al grupo, se incrementaba conforme se hacia lo mismo con la iluminación, en otro experimento afirmaron que también aumentaba la productividad cuando disminuía la iluminación. Incapaces de explicar los resultados, abandonaron los estudios de iluminación y comenzaron otras pruebas sobre el efecto de los periodos de descanso, la duración de la semana de trabajo, los planes de incentivos, los almuerzos gratuitos y los estilos de supervisión sobre productividad. Se denominó entonces el efecto Hawthorne, el cual se argumento que el trabajo es una actividad grupal y que los trabajadores se esfuerzan por obtener una sensación de pertenencia en sus puestos y no solo una ganancia monetaria.

En 1931, el libro de Sherwart, *Economic Control of the Quality of Manufactured Product*, contiene mas de veinte años de trabajo sobre la teoría del muestreo como enfoque efectivo para controlar la calidad del proceso productivo. Su trabajo marco tanto el comienzo del moderno control estadístico de la calidad como el uso de muchas herramientas derivadas.

En 1943 el American Society of Mechanical Engineers –ASME-, incluyó bajo la expresión Ingeniería Industrial, funciones como presupuestos y control de costos, ingeniería de fabricación, administración de sistemas y procedimientos, análisis de la organización y administración de sueldos y salarios. La mayoría de las actividades detalladas se relacionaba, sobre todo, con la tarea de desarrollo de métodos y análisis, axial como el desarrollo de estándares cronológicos, si bien también incluían en esta definición actividades como la distribución de plantas, el manejo de materiales y control de la producción para el establecimiento de rutas y programación. El nivel de cobertura de estos temas vario de manera significativa entre las organizaciones manufactureras, y desde el punto de vista organizacional, se consideró que las actividades se encuadraban dentro del departamento de ingeniería como parte de la manufacturera.

6.1.3 Segunda guerra mundial. En 1948 se fundó el American Institute of Industrial Engineers (AIIE) en Columbus, Ohio.

Durante la Segunda Guerra Mundial y el resto de la década de 1949, se suscitaron acontecimientos de crucial importancia, uno de ellos es las Investigación de Operaciones, debido a las semejanzas entre los problemas de operaciones militares y problemas de operación para producir y distribuir bienes llevaron a los investigadores de operaciones que habían actuado en la guerra a incluir problemas industriales como parte de su actividad.

Sin embargo es la década de los 60's, que metodologías como la programación lineal, la teoría de colas, la simulación y otras técnicas matemáticas de análisis de decisión integraban la corriente central educativa de la ingeniería industrial. El reconocimiento de este nuevo papel y la amplitud de la disciplina se reflejaron en la definición de la ingeniería industrial adoptada por el American Institute of Industrial Engineers a principios de la década de 1960:

“La ingeniería industrial se ocupa del diseño, la mejora y la instalación de sistemas integrados de hombre, materiales, equipos y energía. Se alimenta del conocimiento especializado y de la habilidad en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño en ingeniería para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtendrán de esos sistemas”.

Se consideró que en las décadas de lo 1960 y 1970 constituyen la segunda fase en la historia de la ingeniería industrial durante el siglo XX. En esos años, esta disciplina se oriento hacia la generación de modelos, y su desarrollo se baso sobre todo, en la matemática y en el análisis computacional, se oriento en remplazar muchos aspectos subjetivos y cualitativos de sus primeros años con herramientas y técnicas más cuantitativas y científicas.

Se realizaron algunos avances en el área de la conducta humana y organizativa, sobre todo en la adopción de factores humanos o conceptos ergonómicos para el diseño y la mejora de sistemas integrados de trabajo.

6.1.4 La era de 1980 a 2000. Muchos de los ambientes de fabricación estaban formados por complejos conjuntos de maquinas computarizadas; axial, el diseño y la integración de sistemas de información que podían controlar y manejar con efectividad datos relativos a diseños de productos, materiales, inventarios de piezas, ordenes de trabajo, cronogramas de producción e ingeniería de diseños se convirtieron en un elemento creciente en el papel del ingeniero. La generación automática de planes de proceso, facturas de materiales, ordenes de entrega de herramientas, cronogramas de trabajo e instrucciones para operadores, el crecimiento en la capacidad controlada en forma numérica de las maquinas-herramienta y el uso de robots en una cantidad de ambientes industriales son ejemplos de las aplicaciones en las cuales la ingeniería industrial desempeño un papel preponderante durante la década de 1980. Muchas de estas funciones, que incluyen tareas criticas para el éxito del diseño asistido por computador (CAD), fabricación asistida por computador (CAM) o fabricación integrada por computador (CIM), reflejaron el papel, creciente y relacionado con los sistemas del ingeniero industrial en muchas organizaciones fabriles.

También se aplicaron con éxito complejas herramientas para analizar problemas y diseñar sistemas a actividades de servicio como sistemas de reservaciones en aerolíneas, sistemas telefónicos, financieros, sanitarios y muchos otros ambientes no industriales.

Una de las principales causas del proceso de reevaluación que la ingeniería industrial empezó a experimentar a mediados de la década de 1980 fueron los sorprendentes resultado obtenidos por las organizaciones japonesas como Toyota, Sony y otras que cuestionaron muchos de los sistemas fabriles subyacentes y las practicas administrativas asociadas con las áreas de calidad y puntualidad, que condujo a filosofías de administración de manufactura como justo a tiempo (just-in-time) y la consiguiente aplicación de muchos de los principios que, en la actualidad, asociamos con metodologías de mejora continua.

Una de las enseñanzas mas importantes que dejaron estos acontecimientos, desde la perspectiva de la ingeniería industrial, fue que los japoneses pudieron ilustrar con absoluta claridad que el desarrollo continuo de técnicas mas complejas de control de calidad o modelos de inventario no debía necesariamente conducir, en la practica, a una mayor productividad organizativa. Provocó el cuestionamiento de los conceptos, ya dados por sentados, asociados con las técnicas utilizadas para determinar los límites aceptables en la calidad, los tiempos de ciclo de producción, las cantidades económicas para órdenes y otros conceptos

relacionados que constituían la base de la productividad organizativa, en la mayoría de los ambientes manufactureros.

6.1.5 Época actual. El creciente papel desempeñado por los ingenieros industriales, como integradores de sistemas manufactureros y los cambios de paradigma que muchos ingenieros industriales impulsaron en el desarrollo de nuevas tecnologías fabriles sirven como ejemplos de esta nueva orientación en los ambientes de fabricación. En la década de 1980, el problema del uso de excesivas tecnologías sin una adecuada integración condujo a la creación de muchas “Islas de automatización”, o situaciones donde diversas partes de una fabrica automatizada por computadoras, robots y maquinas flexibles no dieron como resultado un ambiente productivo, debido a la falta de integración entre sus componentes.

Una mayor concentración en la integración de sistemas produjo mas organizaciones cuyas funciones se racionalizaron y coordinaron entre si gracias a niveles apropiados de computadoras en conjunción con tecnologías de información y comunicación.

El papel desempeñado por los ingenieros industriales durante esta época, radica en los esfuerzos no solo la integración de actividades de la planta y las islas de automatización, sino además, un mayor énfasis en el acortamiento de desarrollo y en tiempos de adelanto en la fabricación, el comportamiento en el conocimiento, la toma de decisiones y la coordinación distribuida, la integración de los procesos de decisión acerca de la fabricación, la integración de la empresa y la coordinación de actividades de fabricación con ambientes externos, como el cuidado del medio ambiente. La aplicación de de conceptos como sistemas y procesos de fabricación flexibles, ágiles e inteligentes, técnicas de diseño y criterios para la fabricación, el montaje y la ingeniería concurrente, creación rápida de prototipos y herramental, y modelos de operación que incluyan aporte significativos en la simulación fabril y capacidades integradas para generación de modelos.

6.2 RETOS Y OPORTUNIDADES EN ALGUNAS AREAS DE INGENIERIA

La profesión de la ingeniería industrial se estableció para satisfacer las necesidades de la industria, desarrollando y diseñando sistemas y métodos para hacer eficientes y eficaces las operaciones de producción. Mientras esto último se extendía también hacia áreas de servicio, el enfoque hacia el desarrollo y mejora de sistemas para alcanzar la máxima eficiencia continua, siendo el impulsador de esta profesión, la presencia de los ingenieros industriales es idónea, ya que son mas interdisciplinarios, y abarcan todos estos conocimientos para gestionar adecuadamente las operaciones que se presentan en las organizaciones. No es

una sorpresa que sus actividades sean tan diversas y que el apoyo de investigación de la ingeniería industrial provenga de distintas áreas. Claro está que esto ha afectado el desenvolvimiento de los programas de formación y de investigación. Es un verdadero reto organizar y promover una agenda para la investigación de la Ingeniería Industrial que incluya todos los campos relacionados con ella y que conozca las necesidades y esperanzas de la sociedad.

En la siguiente tabla se presenta algunas oportunidades y retos para los ingenieros industriales. En esta, convergen cinco núcleos de conocimiento tradicionales con siete áreas emergentes que se espera cobren aún más relevancia en el siglo XXI.

Tabla 1. Retos y oportunidades para los ingenieros industriales.

Áreas emergentes y su relación con los núcleos de conocimiento	Eficiencia y medición de productividad y mejoramiento	Calidad y medición de valor y mejoramiento	Factores humanos relacionados	Sistemas y metodologías de integración	Investigación de Operaciones y aplicaciones estadísticas
1. Fuerza de trabajo del siglo XXI	-Diseñar un sistema de trabajo.		-Diseño de ambientes laborales seguros	-Apoyar y entrenar grupos de trabajo diversos en información.	
2. Manufactura del siglo XXI	-Diseño de sistemas de manufactura y diseño de sistemas. -Mediciones multicriterio basadas en los riesgos.		-La salud del trabajador, los estándares de seguridad, la transición de manufactura hacia la red internacional. -La tecnología resalta la importancia de equipos de trabajo cooperativo	-Ubicación de decisiones e intercambio entre hardware y software. -La inteligencia distribuida, métodos desde diversos panoramas de producción, estándares.	-Integración a pequeña escala, de nivel de desempeño operacional con logística, modelar las decisiones con horizontes de tiempo finitos, técnicas de recolección de información.
3. Diseño y manufactura de productos biomédicos	-Facetas de manufactura rápida, incluyendo metodologías CAD-CAM, prototipos rápidos y con ingeniería coexistentes en productos biomédicos		-La ingeniería social de equipos biomédicos de manufactura.	-Contribuir al uso de ingenierías coexistentes que utilizan físicos e ingenieros para diseñar ayuda biomédica y otros productos.	

4. Sistemas biomédicos	-Análisis de fluido de trabajo y mapeo de manufactura biomédica y sistemas de servicio.	-Desarrollo en sistemas de calidad para nuevos productos en manufactura biomédica, desarrollo de estándares globales para la industria biomédica.	-Calculo de riesgo de nuevas drogas y equipos de salud, riesgos de los nuevos procesos de manufactura para los trabajadores, protección requerida al trabajar con materiales biomédicos.	-Impacto de nuevas tecnologías sobre producción y sistemas de manufactura biomédicas. Intersección de los sistemas biomédicos, biotecnológicos y su impacto.	-Aplicación de métodos de optimización para mejorar las operaciones de sistemas de manufactura para productos y equipos biomédicos.
5. Infraestructura civil		-Métodos avanzados de monitoreo, fusión e interpretación de información sensorial para detectar fallas en sistemas de repartición de agua, degradación de puentes y estructuras.		-Modelar escenarios complejos y habilidades para integrar información desde distintas fuentes, mapas de infraestructura, reportes de clima, etc. -Planeando respuestas de urgencia, técnicas de distribución de información.	-Integración de optimización y de la teoría de decisión multiobjetiva para resolver problemas de infraestructura. -Metodologías para asesoría de riesgos que combinen métodos estadísticos, que determine la probabilidad de riesgos de Infraestructura.
6. Automatización de la construcción	-Adaptar métodos de ingeniería industrial para la automatización de actividades de la construcción.	-Evaluar y planear una coordinación propia entre disponibilidad suministros-personal, herramientas estadísticas en el área de construcción.	-Investigación para incrementar eficiencia y minimizar accidentes, por cambio constante de ubicación, tamaño, localización de materiales	-Integración de ingeniería de valor y calidad six sigma para negociar.	-Modelar las logísticas de construcción, métodos robustos para analizar los tiempos complejos de proyectos de construcción a gran escala.
7. Empresas de Ingeniería	-Técnicas para una mayor aplicación de sensores, procesamiento de información, impulsores y controladores	-Calidad de despliegue y estándares para organizaciones altamente distribuidas, incluyendo diversas	-Empresas virtuales deberán comprender asuntos sociales y psicológicos, métodos para la innovación	-Manejo de contradicciones, robusta colaboración y nuevas técnicas para las decisiones paralelas y	-Modelar protocolos y algoritmos distribuidos para manejo eficiente de proyectos de servicio y producción.

	con una comunicación empresarial inalámbrica	culturas y antecedentes.	y creatividad.	de planeación distribuidas en empresas con bases en redes.	
--	--	--------------------------	----------------	--	--

Fuente: MUÑOZ NEGRON, David. Introducción a la Ingeniería: Un enfoque Industrial. México: Thomson Learning Internacional, 2006. p. 44-46.

Las tendencias de las economías emergentes, las transiciones políticas y sociales y las nuevas maneras de hacer negocios están cambiando al mundo dramáticamente. Estas tendencias sugieren que el ambiente competitivo para la práctica de la Ingeniería Industrial en el futuro cercano será significativamente diferente a como es hoy.

La profesión de la Ingeniería Industrial y su función han cambiado propiamente en los últimos 20 años; el surgimiento de nuevas tecnologías exigido por la intensa competencia continuará dirigiéndose al desarrollo de nuevos procesos y productos tanto en servicios como en manufactura.

Surgirán también nuevas prácticas de administración y trabajo, estructuras organizativas y métodos de decisión como complemento a estos nuevos procesos y productos. Los ingenieros industriales requerirán mejorar significativamente sus capacidades para tener éxito en este ambiente competitivo. El desarrollo de esas capacidades representa uno de los retos principales que enfrentan los ingenieros industriales. Esta pequeña introducción nos lleva a observaciones que se plantearán más adelante, haciendo referencia a nuevas prácticas y conocimientos que un Ingeniero Industrial deberá dominar, para que sea competente y su adaptación al sector económico fructuoso.

6.3 INGENIERIA DE LA MANUFACTURA

Las tendencias en el desarrollo de tecnología a grandes rasgos se pueden clasificar y a su vez adjudicar el área de conocimiento asociada a esta, en la siguiente tabla:

Tabla 2. Tendencias de manufactura.

TENDENCIA	AREA DE CONOCIMIENTO
Manufactura determinística o basada en matemáticas. Habilitación de maquinas-herramientas superiores, procesos más eficientes, capacidades de fabricación avanzadas.	-Algoritmos -Procesos. -Sistemas Integrados de Manufactura. -Distribución de Planta -Balanceo de líneas.
Integración de la gente y la tecnología. Integrar recursos humanos y técnicos para mejorar la satisfacción y el cumplimiento de la fuerza de trabajo.	-Recursos Humanos. -Salud Ocupacional y Ergonomía. -Medición del trabajo -Estudio de Tiempos.
Transformar instantáneamente la información reunida desde un conjunto extenso de fuentes en conocimiento útil para hacer decisiones efectivas.	-Tecnología de la Información (IT). -Logística. -Cadena de abastecimiento.
Reducir el impacto ambiental del producto y el desperdicio de producción cerca de cero.	- Gestión Ambiental. - Six Sigma
Reconfigurar las empresas de fabricación rápidamente con respecto a oportunidades y necesidades cambiantes.	-Logística. -Diseño de productos. -Investigación de Operaciones. -Investigación de mercados.
Desarrollar procesos de fabricación innovadores y productos con un enfoque en escala dimensional decreciente.	-Gestión de Operaciones. -Investigación de Operaciones. -Diseño de Productos. -Sistemas Integrados de Manufactura

6.4 MANUFACTURA CONCURRENTES

Concurrencia significa que la planificación, el desarrollo, y la implementación se harán en paralelo, más que secuencialmente. La meta es que la conceptualización, el diseño, y la producción de productos y los servicios sean tan concurrentes como sea posible para reducir tiempo de entrada al mercado, fomentar la innovación, y mejorar la calidad. Las empresas concurrentes considerarán, durante las fases de diseño y producción, el soporte del producto, incluyendo la entrega, el servicio y, al término de vida, la disposición (reciclando, reusando, o desechando).

Todos los aspectos de la fabricación están en red para que las decisiones en lo que concierne a una actividad puedan tomarse con base en la información del conocimiento y la experiencia desde todos los aspectos de la empresa.

La retroalimentación durante la vida de los productos y los servicios será continua. La fabricación concurrente revolucionará las maneras de actuar de la gente recíprocamente a todos los niveles de una organización. *Teamwork* (trabajo en equipo) es la palabra usada para describir estas interacciones, pero no puede describir precisamente las relaciones del futuro. Las redes interactivas de computadora vincularán a los trabajadores en todos los aspectos del negocio.

Serán necesarias nuevas relaciones sociales y habilidades de comunicación, así como también una nueva cultura incorporada en que el éxito requerirá no solamente de pericia y experiencia, sino también de la capacidad para usar conocimiento rápidamente y efectivamente.

La concurrencia acortará drásticamente el tiempo entre la concepción de un producto y su realización. Por ejemplo podemos mencionar algunas de las tendencias que se esperan en un futuro alcanzar unidas al conocimiento que debe poseer el ingeniero para su ejecución.

Tabla 3. Tendencias de manufactura concurrente.

TENDENCIA	AREA VINCULADA
- Productos de consumo, cuyo diseño toma ahora de seis a nueve meses para alcanzar el mercado, se entregarán a los clientes en semanas.	-Sistemas Integrados de manufactura. -Mantenimiento en el Área de Producción -Gestión de Operaciones. -Logística y Distribución.
- Los productos grandes que son las combinaciones de electrónica y estructuras mecánicas, que ahora tardan años en desarrollarse, se pondrán en servicio en meses.	- Gestión de Operaciones. -Procesos. -Logística y Distribución. -Sistemas de Planeación.
- El diseño de microprocesadores se reducirá de un ciclo de dos meses a uno de un mes apoyado por instalaciones flexibles de fabricación que pueden producir nuevos diseños.	- Procesos - Diseño de Productos. - Logística y Distribución. - Métodos y Tiempos.
- Los materiales compuestos y sintéticos estarán disponibles casi inmediatamente después de haber especificado sus propiedades para aplicaciones del producto.	- Procesos y Materiales - Logística y Distribución. - Métodos y Tiempos.

En resumen se puede concluir sobre las técnicas, los conceptos y tópicos a los que se enfocan las diversas áreas en las que se encuentra involucrado esta profesión, para enfrentarse a estas nuevas tendencias futuras que esperan el aporte activo de los ingenieros industriales.

6.5 MEJORES PRÁCTICAS

6.5.1 Mejores prácticas de manufactura. Se refieren a cómo la innovación y la medición, el control y la reducción de costos influyen en mantener la ventaja competitiva, incluyen técnicas como:

- Costos basados en actividades (ABC).
- Costos basados en manufactura ágil (*LEAN Accounting*).
- Uso innovativo de recursos o procesos.
- Grupos efectivos de trabajo en alta tecnología de manufactura.
- *Benchmarking* de procesos de manufactura (MPB).
- Diseño para el ambiente (DFE).
- Ecoeficiencia.
- Teoría del análisis del ciclo de vida.
- Evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA).
- Principios del cambio sostenible.
- El ciclo PHVA del desarrollo sistemático.

6.5.2 Administración de operaciones. Se enfoca a conceptos como:

- Planeación, desarrollo e implementación en paralelo.
- Redes interactivas de computadoras.
- Una nueva cultura organizacional en que el éxito requerirá no solamente de pericia y experiencia, sino también de la capacidad de usar el conocimiento rápidamente y efectivamente.
- Estándar para el intercambio de datos del producto, STEP (*Standard for the Exchange of Product- Model Data*).
- Modelado de capacidad de sistemas.
- Metodologías de diseño flexible y modular; procesos de fabricación y equipamiento flexible; y materiales y procesos adaptables.

- Manufactura: ágil, sincrónica, flexible, celular, justo a tiempo, etc.
- Análisis: AMEF (del modo y efecto de falla), RCA (de causa raíz), HAZOP (de operabilidad y riesgo).
- Conceptos de conservación y confiabilidad como Mantenimiento Productivo Total (TPM) y Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).
- Teoría de Restricciones (TOC).
- Sistema Tambor, reserva, cuerda (DBR).
- Sistemas de planeación avanzada (SAP).
- Sistemas de administración de mantenimiento computarizados (CMS).
- Procesos de producción complejos.
- Instalaciones extensas de líneas de producción que desarrollan sus propios sistemas de dirección de fabricación y operación, y que generalmente consisten de 20 a 30 elementos que pueden auditarse. Millares de componentes, innumerables subcomponentes que necesitan ser planificados y pronosticados para asegurar una operación óptima.
- La Confiabilidad y la Conservación son áreas clave donde los conceptos están cambiando rápidamente para mantener costos bajos y mejorar operaciones.

6.5.3 Conceptos y sistemas de administración de calidad total. En el ámbito global, la alta calidad es el requisito para competir en el mercado mundial. La Administración de Calidad Total ha creado grandes expectativas en el mercado global. Esto ha elevado los estándares de rendimiento organizacional y ha aumentado la demanda para más mejoras en productos, servicios y procesos.

En el escenario global, los fabricantes japoneses han demostrado varios conceptos efectivos en la Administración de Calidad Total como el Costo de Calidad Pobre (COPQ), Kaizen (mejora continua), Justo a Tiempo (JIT), sistemas de control de producción basados en tarjetas (KANBAN), Seis sigma, y el sistema a prueba de fallas (Poka-Yoke).

Es necesario incluir en estos conceptos los siguientes:

- (Hoshin Kanri) El sistema para la administración del cambio, la planificación, la implementación y la revisión que, además, es una estructura de despliegue de la política para la calidad exitosa.
- Sistemas colaborativos de calidad.
- Sistemas computarizados de calidad.
- Certificación de productos y procesos.
- La Organización Internacional de Estandarización (ISO).
- ISO 9000 y ISO 14000.
- Las 9S en la práctica.
- El despliegue de la función de calidad (QFD).
- Análisis de riesgos de puntos críticos de control (HACCP).
- Costos de calidad.

6.5.4 Administración de la cadena de abastecimientos. Es importante considerar cómo el Desarrollo de Proveedores y las Asociaciones, la Logística y la Administración de Inventarios, El Manejo de Almacenes y el Desarrollo Rápido de Tecnología de Información (IT), han ayudado a las empresas a reducir sus ciclos de órdenes y a incrementar su eficiencia en la entrega de los productos.

La Cadena de Abastecimiento es un proceso del negocio que vincula proveedores, fabricantes, minoristas y clientes para desarrollar y entregar productos como una sola organización virtual. Esto se hace para combinar diversos recursos, habilidades e información.

La Administración de la Cadena de Abastecimientos es una de las áreas claves que están siendo enfocadas por las principales compañías para ganar ventaja competitiva. En este enfoque es necesario incluir el estudio de conceptos como:

- Nuevo enfoque de Justo a tiempo.
- Reducción de tiempos de entrega.
- Reducción de tiempos de preparación.
- La técnica de cambio rápido de herramienta (SMED).

- Solución de problemas de inventarios.
- Logística.
- Logística de tercer partido.
- Logística de cuarto partido.
- Códigos seriales de contenedores de embarque.
- Operación de la cadena de abastecimientos.
- Medición del rendimiento de la cadena de abastecimientos.
- Exactitud de las órdenes de abastecimiento a nivel de perfección.
- Cadena de abastecimientos de tiempo real.
- Intercambio electrónico de datos (EDI).
- *Outsourcing* en logística.
- Desarrollo y selección de proveedores.
- Control de costos de operación.
- Desarrollo de asociaciones y alianzas estratégicas.
- Almacenaje.
- Recolección e identificación automática de datos.
- Identificación por Radio Frecuencia (RFID).
- Sistemas de localización en tiempo real (RTLS).
- Códigos de barras.
- Normas de etiquetado.
- El código universal del producto.
- Seguridad en almacenes.

6.5.5 Administración de la automatización, aplicaciones de IT. Este enfoque incluye conceptos como:

- Desarrollo rápido de prototipos.
- Prototipos digitales.
- CAD integrado a la planificación de inspección.
- Tecnología digital de medición de alta precisión.
- Manufactura digital.
- CAM, CIM, CAT, CAE, PDM, ERP, EAI, MRP, SCADA.
- Análisis de elemento finito.
- Simulación.
- Máquinas-herramienta de control numérico.
- Control de automatización.
- Software de piso de planta.
- Robótica.
- Visión de máquina.
- Automatización de diseño.
- Sistemas basados en conocimiento y Tecnología de Información (IT)

- Sistema inteligente de manufactura (IMS)
- Sistema holónico de manufactura (HMS)

6.5.6 Manufactura ágil (Lean Manufacturing). Enfoque al Futuro⁵. Para realzar la flexibilidad y asegurar la habilidad para cumplir con los requerimientos de los clientes se requiere aplicar un enfoque renovado en la implementación de LEAN:

- Educando a los empleados y trabajadores para encontrar nuevas maneras de eliminar el desperdicio y crear sistemas para mantenerse así.
- Creando la flexibilidad necesaria para mantener el ritmo con el mercado.
- Generando índices más altos de valores agregados.
- Convirtiendo todo esto en una filosofía a seguir para asegurar un futuro vigoroso.

La práctica empresarial tiende a aplicar:

- La administración del flujo de valor.
- El diseño de celdas de manufactura.
- Las 5S y controles visuales.
- El cambio rápido.
- El mantenimiento productivo total (TPM) que se basa en:
 - Mantenimiento Autónomo,
 - Mejora de los Equipos y Procesos,
 - Mantenimiento Programado,
 - Administrar con anticipación la inclusión de nuevos equipos,
 - Administración de la Calidad del Proceso,
 - El TPM en los departamentos administrativos y de soporte,
 - Educación y capacitación,
 - Administrar la Seguridad y el Control Ambiental.
- Rendimiento competitivo basado en el índice global de eficiencia del equipo (OEE).
- Mapeo del flujo de valor en la oficina.
- Herramientas 6 sigma.
- Causa efecto a través de CEDAC.
- Contabilidad LEAN.
- Resaltando esfuerzos continuos en las siguientes áreas:

⁵ PETERSON F. N. Maynard's Industrial Engineering Handbook: The interface between production system design and individual mechanical exposure, 5th ed. New York: McGrawHill, 2001.1550 p.

- Justo a tiempo (JIT).
- Reducción del tiempo del ciclo.
- Reducción del tiempo de preparación.
- Control de costos.
- Desarrollo de habilidades.
- Trabajo en equipo.
- Expansión de la capacidad.

6.5.7 Seguridad y Ergonomía. Los programas de Seguridad y Ergonomía deberán considerar la relación entre las tendencias industriales y como la Seguridad y la Ergonomía impactan dichas tendencias.

Partiendo de la situación actual en que hay muchas situaciones en las que se puede reducir accidentes y lesiones, y mejorar el lugar de trabajo.

De manera ideal, los programas de Seguridad y Ergonomía deberán establecerse cuando:

- Se planean las instalaciones.
- Se establecen los requerimientos de manufactura.
- Se diseñan las tareas.
- El producto está en la fase de concepción.

La aplicación de la Seguridad y la ergonomía se desarrollará en:

- Disposición del lugar de trabajo.
- Disposición de la estación de trabajo.
- Selección y configuración de equipo.
- Selección y uso de herramientas.
- Métodos de trabajo.
- Programas de rotación y engrandecimiento de trabajo.
- Programación del trabajo.
- Trabajos livianos y pesados.
- Administración médica conservativa.

Para lograr estar preparados para los cambios en esta rama será necesario aplicar técnicas de Administración de Salud Ocupacional e Ingeniería de Seguridad que incluyen:

- Estándares de Salud Ocupacional.
- Compensación de los trabajadores.
- Acta de la Administración de Salud Ocupacional y Salud.

- Estadísticas y Registro de accidentes.
- Modelos de causas de accidentes.
- Métodos de Investigación de accidentes.
- Fundamentos de Seguridad en construcción.
- Seguridad eléctrica.
- Incendios y explosivos.
- Herramientas manuales y de potencia.
- Materiales peligrosos.
- Manejo y almacenaje de materiales.
- Equipo de protección personal.
- Sistemas de seguridad de radiaciones y robots.
- Técnicas de análisis de seguridad.
- Análisis preliminar de peligros (PHA).
- Análisis de seguridad de trabajo (JSA).
- Análisis del modo y efecto de falla (FMEA).
- Sistemas de análisis de peligros (SHA).
- Árbol de análisis de fallas (FTA).
- Árbol de Análisis de Administración de vigilancia de riegos.

6.5.8 La integración de recursos humanos y técnicos. Las tecnologías de fabricación continuarán, en el año 2020, siendo planificadas, operadas, conservadas, coordinadas, y mejoradas por la gente. Un ambiente global competitivo, rápidamente cambiante, hará que la tecnología sea cada vez más dependiente de la gente. Las tecnologías tendrán que ser capaces de adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado, y la gente tendrá que saber cómo perfeccionarlas y mejorarlas.

Las empresas manufactureras requerirán:

- Sistemas integrados.
- Automatización de funciones habituales.
- Personal dedicado para desarrollar soluciones dirigidas a las necesidades de cliente.
- Aprendizaje rápido en toda la empresa.
- Información de tiempo real sobre la condición de cada paso en la cadena de abastecimiento.
- Sistemas que operen efectivamente redes multiculturales de gente y máquinas.

- Modelos de sistemas para todas las operaciones de manufactura.
- Tecnologías para Convertir Información en Conocimiento.
- Métodos y protocolos unificados para intercambio de información.
- Procesos para desarrollo, transferencia y utilización de tecnología.
- Nuevos métodos educacionales.
- Metodologías de diseño que incluyen un amplio rango de requerimientos del producto.
- Métodos de diseño y procesos de manufactura para reconfiguración de productos.
- Nuevos métodos de diseño de software.
- Sistemas y procesos de manufactura adaptables y reconfigurables.
- Optimización de interfaces hombre-máquina.

6.5.9 Conversión de información a conocimiento. Las empresas manufactureras son fundamentalmente e ineludiblemente dependientes de la tecnología de información, incluyendo recopilación, almacenaje, análisis, distribución, y aplicación de la información. Si el crecimiento exponencial de tecnologías de comunicación y computadora (*hardware* y *software*) continúa a su ritmo actual, los negocios de 2020 deberían estar sobre la tarea.

Los dos retos principales serán:

- Capturar y almacenar antecedentes e información instantáneamente y transformarlos en conocimiento útil.
- Poner este conocimiento a disposición de los usuarios (humanos y máquinas) instantáneamente donde quiera y cuando se necesite en una forma y un idioma familiares.

Uno de los retos para el futuro de la manufactura estará en reducir el plazo de espera para nuevos productos. La fabricación y el diseño concurrentes requerirán la transferencia de información en tiempo real entre diseñadores y fabricantes. La distribución global de recursos manufacturados y la expansión de redes de abastecimiento retarán a los sistemas de información para mantener el control

activo. La logística de los materiales físicamente en movimiento y los inventarios requerirán también sistemas de información de tiempo real.

Quizás el reto más grande estará en la educación. La gente bien instruida y entrenada, tomará decisiones mejores y más rápidas con base en una corriente sin precedentes de antecedentes, información y conocimiento. Únicamente la gente entrenada e instruida será apta para separar la información útil de la información inútil.

Entre las tecnologías que se requiere aplicar se deberá incluir:⁶

- Tecnología educacional.
- Tecnologías colaborativas, telepresencia, teleconferencias y telecontrol.
- Procesado de lenguaje natural.
- Agentes y filtros activos de conocimiento inteligentes para búsqueda, filtrado y archivado de datos e información.
- Sistemas de seguridad eficientes y a toda prueba para proteger datos, información y conocimientos.
- Sistemas de inteligencia artificial y de toma de decisiones.
- Sensores y actuadores para control automático de proceso y equipo.⁷
- Modelación y simulación integradas.

6.5.10 Compatibilidad Ambiental. Los cambios en la tecnología ambiental y metas ambientales que se listan más adelante se identificaron en un informe reciente por el Consejo Nacional de Investigación de USA:

- La preponderancia de enfoques de incentivos basados en la regulación ambiental (en vez de enfoques de autoridad y control usados hoy).
- Mejoramiento en los sistemas de medición y verificación de calidad ambiental para aumentar el entendimiento ecológico.

⁶ NGM (Next-Generation Manufacturing). Next-Generation Manufacturing: A Framework for Action. Bethlehem, Pa.: Agility Forum. 1997. Citado por: GONZALEZ Z, Domingo. Prospectiva de la Ingeniería Industrial. Mexico: EDAMEX, 2004. 28 p.

⁷ NRC (National Research Council). Manufacturing Process Controls for the Industries of the Future. NMAB-487-2. Washington, D.C.: National Academy Press. 1998. Citado por: GONZALEZ Z, Domingo. Prospectiva de la Ingeniería Industrial. Mexico: EDAMEX, 2004. 28 p.

- Disminución de efectos adversos de químicos en el ambiente.
- Desarrollo de fuentes alternas de energía y una evaluación de los impactos ambientales.
- Utilización de ingeniería de sistemas y enfoques ecológicos para reducir uso de recursos.
- Mejor entendimiento de la relación entre la población y el consumo como medio de reducir el impacto ambiental del crecimiento demográfico.
- Establecimiento de metas ambientales con base en índices y dirección del cambio más que sobre objetivos específicos⁸.

Las industrias manufactureras del futuro tendrán una ventaja competitiva si participan proactivamente en la evaluación de impactos ambientales, el establecimiento de metas ambientales, y el desarrollo de tecnología para alcanzar las metas ambientales.

Los fabricantes pueden identificar y desarrollar tecnologías de proceso que mejorarán dramáticamente su uso de energía, recursos humanos, y materiales. Las empresas manufactureras encararán dos retos ambientales principales:

El primer reto cierra la brecha entre la comprensión actual de impactos ambientales y las tecnologías que intentan reducir el control de la contaminación y el desperdicio y el entendimiento necesario para alcanzar las metas ambientales futuras. El segundo reto es cambiar el espíritu de las empresas de fabricación para incorporar cooperación, proactividad, trabajo en equipo, y asociaciones globales con gobiernos, la academia, alianzas de empresas competitivas de fabricación, y comunidades para alcanzar las metas ambientales.

Las acciones y tecnologías requeridas son:

- Evaluación y modelado del riesgo.
- Procesos de manufactura con desperdicio cercano a cero.
- Reducción del consumo de energía.
- Conciencia ambiental de las empresas manufactureras.
- Evaluación profunda y análisis costo beneficio del riesgo.

⁸ NRC. Linking Science and Technology to Society's Environmental Goals. Washington, D.C.: National Academy Press. 1996. Citado por: GONZALEZ Z, Domingo. Prospectiva de la Ingeniería Industrial. Mexico: EDAMEX, 2004. 32 p.

6.6 ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE

La ingeniería Industrial ha sido y seguirá siendo el agente del cambio tanto en los productos, como en procesos y servicios. Los ingenieros industriales han tenido la responsabilidad de construirlos mas rápido, mas fácil, mas baratos, mas seguros, mas confiables y mejores.

La motivación original para el desarrollo del campo de trabajo era impulsada por el deseo de aumentar la productividad mediante el análisis y el diseño de métodos y procedimientos de trabajo y para proporcionar un conjunto de principios científicos que servirían como fundamento para la continuación de estudios de esta naturaleza. Estos esfuerzos proporcionaron el marco de referencia sobre el que surgieron y se establecieron como puntales en su campo las áreas de conocimiento en diseño y análisis de trabajo, estándares y medición de trabajo, economía de ingeniería, y las funciones de planeación de producción e instalaciones.

La llegada de la Investigación de Operaciones junto con los desarrollos en tecnología de computación proporcionaron a la profesión un conjunto nuevo de herramientas y tecnologías que significativamente expandieron el alcance del campo más allá de sus áreas de aplicación originales en áreas tales como tecnologías de información y servicio.

Ha sido y seguirá siendo muy importante considerar la respuesta humana en relación a las innovaciones, los trabajos, productos y servicios que diseñan los ingenieros. La meta es una interfaz integral entre el ser humano y los requerimientos de trabajo, no importa qué trabajo requiera hacer la persona. La necesidad de reexaminar el verdadero impacto de estas innovaciones sobre la productividad organizacional ha sido un catalizador para desarrollos más recientes en áreas tales como diseño de producto y administración de calidad total, que han llegado a ser ahora una parte importante de los antecedentes académicos y la práctica de ingeniero industrial de hoy. La manufactura concurrente y la flexibilidad manufacturera es un gran reto que requerirá no solamente nuevas tecnologías importantes en la comunicación y los procesos por medio de las cuales se conciben productos y procesos, sino también una nueva definición del ambiente social y cultural para las organizaciones manufactureras. Esto será particularmente importante para organizaciones altamente transitorias en los ámbitos global, multidisciplinario, y multicultural.

A nivel de resumen, se desarrolla la siguiente tabla con el fin de recoger la información anterior y sintetizarla, para una mejor percepción del estudio.

Tabla 4. Mapa de tendencias.

AREA DE CONOCIMIENTO	TENDENCIA
Manufactura	Manufactura de productos biomédicos. Empleo de modelos complejos Nanotecnología. Manufactura flexible. Fabricación concurrente. Sistemas Integrados de manufactura. Desarrollo rápido de prototipo. Diseño para el ambiente. Mantenimiento productivo total – TPM. Mantenimiento centrado en la confiabilidad.- RCM Lean Manufacturing. Reciclado y rehusado. Manufactura mas limpia. Instalaciones flexibles de fabricación. Materiales compuestos y sintéticos. Manufactura digital. Tecnología digital de alta precisión Reducción de tiempos de preparación
Calidad	Desperdicio cero. Errores casi cero. Sistemas colaborativos de calidad. Aseguramiento de la calidad. Sistemas computarizados de calidad Sistemas colaborativos de calidad Análisis de riesgos de puntos críticos de control (HACCP)
Gestión de operaciones.	Costeo ABC Costos basados en manufactura ágil. Usos de grupos efectivos de trabajo. Ecoeficiencia. Procesos de producción complejos Modelado de capacidad de sistemas. Tecnologías IT Simulación de procesos. Metodologías de diseño flexible Sistemas de planeación avanzada (SAP)
Gestión de la información	Comunicación rápida y adecuada. Gestión del conocimiento.

	<p>Tecnologías para convertir la información en conocimiento.</p> <p>Agentes y filtros activos de conocimiento inteligentes, para búsqueda, filtrado y archivado de datos e información.</p> <p>Redes interactivas de computadores.</p>
<p>Cadena de Abastecimiento y Logística</p>	<p>Pensamiento sistémico.</p> <p>Tecnologías RFID y Código de barras.</p> <p>Sistemas de localización en tiempo real.</p> <p>Desarrollo y alianzas con proveedores.</p> <p>Código universal del producto</p> <p>Reducción de los tiempos de entrega</p> <p>Intercambio electrónico de datos</p> <p>Manejo de almacenes</p> <p>Desarrollo de las TI.</p> <p>Enfoque justo a tiempo</p> <p>Cadena de abastecimiento en tiempo real.</p>
<p>Seguridad y Ergonomía</p>	<p>Disposición de la estación de trabajo</p> <p>Diseño de tareas</p> <p>Disminución de riesgo de accidente</p> <p>Técnicas de análisis de seguridad</p> <p>Manejo y almacenaje de materiales</p> <p>Análisis preliminar de peligros PHA</p> <p>Análisis de seguridad del trabajo JSA</p> <p>Análisis modo y efecto de falla FMEA</p> <p>Sistema de análisis peligroso SHA</p> <p>Árbol de análisis de fallas FTA</p> <p>Administración de vigilancia de riesgos</p>
<p>Gestión Ambiental</p>	<p>Mejoramiento de los sistemas de Medición y verificación de calidad ambiental.</p> <p>Reducción del uso de recursos</p> <p>Reducción del impacto ambiental</p>

6.7 PRONOSTICOS DE INNOVACION

El reto está en aplicar conceptos totalmente nuevos en operaciones unitarias para fabricación que conducirán a cambios dramáticos en las capacidades de producción. Los adelantos importantes se harán posibles por diseñar procesos y productos a escalas menores, finalmente a niveles moleculares y atómicos. La necesidad de estos procesos revolucionarios será impulsada por las realidades competitivas en 2020.

Para el 2020, las capacidades y procesos revolucionarios tendrán como base tecnologías que están todavía en pañales como:

- Nanotecnología.
- Tecnología de nanofabricación.
- El nanomaquinado (oscila en las 0.1 a 100 nm) para crear estructuras a nanoescala agregando o quitando material desde componentes de macroescala.
- La fabricación molecular para construir sistemas desde el nivel atómico o molecular⁹.
- Biotecnología.
- Ingeniería genética de polímeros de proteína a través de procedimientos biosintéticos.
- Procesos de auto ensamble basados en actuantes biológicos de superficie que son efectivos en el rango de 1 nm a 1,000 nm.
- Métodos de síntesis de acoplamiento y autoensamble de procesos para producir estructuras orientadas y funcionalmente graduadas.
- Ingeniería de tejidos y siembra de células para habilitar producción *in vitro* de piel y membranas.
- Procesos de biomineralización incluyendo procesado de multicomponentes mediante vesícula.¹⁰

⁹ Nelson, M., and C. Shipbaugh. The Potential for Nanotechnology for Molecular Manufacturing. MR-615-RC. Santa Monica, Calif.: Rand Corporation. 1995. Citado por: GONZALEZ Z, Domingo. Prospectiva de la Ingeniería Industrial. México: EDAMEX, 2004. 35 p.

La predicción del futuro en relación con los avances tecnológicos de la manufactura es un tema que excita el interés de los Ingenieros industriales.

Tabla 5. Pronóstico de tecnología.

Num.	Predicción de los avances en tecnología de la manufactura	Año
1	Uso generalizado de sistemas para manejar información de administración unificada (órdenes, diseños, manufactura y mantenimiento) entre empresas relacionadas.	2005
2	Cambios radicales en las áreas de producción y maquinaria mediante tecnología multimedia, a través de interfaz entre el mundo analógico de la percepción humana-caracterizado por los sentidos de la vista y del oído-y el mundo digital de las computadoras y otros objetos artificiales operados en forma digital.	2006
3	Uso de la CIM para la construcción naval, que incorpora tanto bases de datos de diseño y producción como sistemas CAD y CAM inteligentes con los cuales se reducen a la mitad del nivel actual los costos de mano de obra en construcción.	2006
4	Fortalecimiento de la relación entre consumo y producción, y avances en la red entre las tiendas de abarrotes y las fabricas, lo cual conduce a fusiones generalizadas entre fabricantes y vendedores detallistas y mayoristas, y entre fabricantes y distribuidores.	2007
5	Uso de una secretaria electrónica que se desempeñe como agente de información, reconozca la voz y ejerza otras funciones.	2007
6	Eliminación del papel para la mayor parte del trabajo de oficina.	2007
7	Uso de tecnologías de proceso superprecisas (maquinado, análisis y mediciones para las pruebas) basadas en el conocimiento de la longitud y el desplazamiento y aspereza superficial hasta el nivel del ángstrom y el tiempo hasta el orden de femtosegundo	2009
8	Obtención de hasta un 90% de reciclado de las partes y materiales de vehículos automotores	2009
9	Desarrollo de robots de mantenimiento capaces de diagnosticar y reparar maquinaria y equipo	2009
10	Automatización de la mayoría de los trabajos de diseño de procesos de maquinado basados en técnicas de inteligencia artificial, que producen un uso amplio de tecnologías para maquinar directamente a partir de los datos de diseño.	2010
11	Desarrollo de tecnologías de diagnostico, las cuales permiten una estimación <i>in situ</i> de la vida restante de las estructuras de materiales metálicos y sus componentes, que dependen de las condiciones de servicio, mediante inspección no destructiva relacionada con la fatiga.	2010
12	Descubrimiento de nuevas leyes, efectos y fenómenos a través de microtecnicas, que determinan un cambio radical en las teorías de objetos de diseño artificial.	2011
13	Uso generalizado de robots para trabajo peligroso en condiciones extremas	2011
14	Uso generalizado de procesadores de texto activado por voz que pueden trabajar con un discurso ininterrumpido de personas no especificadas	2011
15	Uso generalizado de sistemas de diseño, producción, recolección y reciclado que hacen posible el reciclado de la mayoría de los materiales usados a través de establecer legalmente responsabilidades de los fabricantes para la recolección y la disposición de productos desusados.	2012
16	Uso de maquinas de bolsillo que actúan como interpretes y permiten la comunicación entre personas que no hablan el mismo idioma.	2012

17	Uso generalizado de sistemas de producción que brindan un soporte amplio para ancianos y personas con discapacidades que sufran degeneración funcional	2013
18	Uso de robots inteligentes con sensores visuales, auditivos y de otros tipos, capaces de emitir juicios sobre su medio y tomar decisiones	2014

Fuente: KARLINS, David, Maynard Manual del Ingeniero Industrial. 5 ed. Mexico: McGraw-Hill, 2006. 1137 p.

Los Ingenieros Industriales en conjunto con otros campos de la Ingeniería se enfrentan a pronósticos tecnológicos y de avance, los cuales no deberían tomarles ventaja, ahora bien, enfocaremos en cada uno de estos pronósticos de la tabla anterior, con el área de conocimiento que deberíamos explorar.

Tabla 6. Pronostico vs. Área vinculada.

Num. del Pronostico	Área Vinculada a la Ingeniería Industrial
1	Gestión de Operaciones. Administración de la Información.
2	Sistemas Integrados de Manufactura Simulación de Procesos. Estudio de Métodos y Tiempos. Administración de Operaciones.
3	CIM, CAD, CAM, CAT, CAE Simulación de Procesos Gestión de Operaciones Estudios de Métodos y Tiempos Ingeniería Económica Equilibrio en la línea de Montaje
4	Logística y Distribución. Gestión y Control de Calidad. Programación y Control de Inventarios. Administración de la Información y comunicación.
5	Administración de la Información y comunicación. Administración de datos. Aplicación de redes de Información.
6	Administración de datos Administración de la Información
7	Sistemas Integrados de Manufactura. Gestión y Control de Calidad.
8	Gestión Ambiental Six Sigma Procesos de Manufactura
9	Mantenimiento en el Área de Producción. Automatización y robótica. Sistemas Integrados de Manufactura.

10	Automatización. Sistemas Integrados de Manufactura. Diseño de productos
11	Procesos y Materiales. Lean Manufacturing. Sistemas Integrados de Manufactura.
12	Diseño de Productos Procesos y Materiales Sistemas Integrados de Manufactura.
13	Automatización y robótica Sistemas Integrados de Manufactura.
14	Tecnologías de Información.
15	Análisis de Experimentos Manufactura Flexible Gestión Ambiental
16	Tecnología de la Información.
17	Gestión de Operaciones. Procesos y Materiales Manufactura Flexible
18	Automatización y robótica Sistemas Integrados de Manufactura. Gestión Ambiental

Ahora veremos en la siguiente tabla el pronóstico de cambios en diversos sectores empresariales implicados a la carrera, que surgirán en los siguientes años, y como tal los Ingenieros Industriales estarán involucrados con estos.

Tabla 7. Tendencias de sectores económicos.

Tecnologías de información en servicios	2005-2009- Publicación en línea. Televida: Monitores de pared interactivos se usan para trabajar, comprar, aprender, etc 2010-2015- Teletrabajos, el 80% de los trabajadores realizarán alguna tarea a larga distancia. La educación de larga distancia es usada comúnmente en escuelas y universidades. 2015-2020- La realidad virtual es común. Las comunicaciones globales conectan a la mayoría de las personas.
Manufactura	2005- Tradiciones de productos en masa 2010- Las fábricas automatizadas son comunes. Autos reciclados. Compuestos de metal reemplazan los metales tradicionales. 2015-Robots inteligentes se usan en fábricas. Micromáquinas encuentran en uso muy difundido

	<p>2020-2025- Materiales inteligentes se usan en los hogares, oficinas, vehículos. Motores de cerámica son producidos en masa para vehículos comerciales.</p> <p>Más allá del 2030 La nanotecnología es desarrollada en aplicaciones comerciales.</p>
Transportación	<p>2005-2010- Automóviles que combinan motores eléctricos y de combustión se vuelven comunes.</p> <p>2010-2015- Automóviles con celdas de combustible. Los trenes de alta velocidad conectan la mayoría de las ciudades.</p> <p>2015-2020- Autopistas inteligentes se usan para disminuir la congestión, Autopistas automatizadas controlan la velocidad, la dirección, etc.</p> <p>2020-2025- Aviones hipersonicos se usan en la mayoría de los vuelos transoceánicos.</p>

Fuente: MUÑOZ NEGRON, David. Introducción a la Ingeniería: Un enfoque Industrial. México: Thomson Learning Internacional, 2006. p. 47.

6.8 NUEVAS TECNICAS Y HERRAMIENTAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

6.8.1 Mantenimiento en el área de producción. World Class se utiliza como sinónimo de excelencia, capacidad de cambio, buenas prácticas, resultados sobresalientes, productos y servicios de gran calidad. En numerosas empresas el término World Class engloba las estrategias utilizadas para optimizar la calidad de los productos, mejorar los tiempos de respuesta y eliminar todo tipo de pérdidas.

World Class es una capacidad competitiva central (*core competence*) que una organización ha construido a través de procesos de aprendizaje permanente, acumulación de conocimientos y utilización efectiva de la experiencia adquirida a través de los años.

El concepto World Class Manufacturing fue propuesto por el experto Schomberger para recoger las estrategias competitivas como TQC o Control Total de Calidad (TQC), Sistemas de Producción Justo a Tiempo (JIT), Mantenimiento Productivo Total (TPM), Ingeniería Concurrente y otras estrategias de gestión de tecnología y servicios.

World Class Maintenance es un sistema integrado de prácticas excelentes en dirección de mantenimiento, con una visión de negocio y de contribución al logro de objetivos estratégicos de la empresa. La función de mantenimiento vista con la óptica World Class se interpreta como una capacidad estratégica que posee una empresa y que le permite competir mediante una buena gestión integral de equipos a través de todo el ciclo de vida de estos.

6.8.2 Equilibrio en la línea de montaje. Enfoque para resolver los problemas de equilibrio de línea incluye el recocido simulado (SA) y los algoritmos genéricos (AG).

El SA es una técnica de búsqueda aleatoria que toma muchas de sus características del calentamiento y enfriamiento brusco de metales. Los tres componentes principales del algoritmo son el criterio de aceptación, el parámetro de control y el programa de enfriamiento. Una solución posible se logra primero con el traslado de la tarea a otra estación de trabajo o con el cambio de tareas entre estaciones de trabajo. El criterio de aceptación es una función de probabilidad que determina si se acepta una nueva solución actual con la probabilidad de 1. Sin embargo si genera un tiempo de ciclo mas largo que la solución actual, la probabilidad de que se acepte como la nueva solución actual se basa en el criterio de aceptación. Al comienzo del algoritmo, el parámetro de control SA se establece bastante alto para que casi todas las soluciones posibles se acepten como nuevas soluciones actuales. A medida que se repite el algoritmo del SA, este parámetro de control disminuye y también lo hace la probabilidad de que se acepte una solución posible deficiente. La tasa de disminución en el parámetro de control esta determinada por el programa de enfriamiento. Este mecanismo le proporciona al algoritmo del SA la posibilidad de evitar que quede atrapado en mínimos locales durante su búsqueda de mejores soluciones.

Los algoritmos genéricos (AG), son métodos evolutivos de búsqueda que pueden llegar a soluciones convenientes en medios ambientes de respuesta multimodal, discontinua y tumultuosa. Los aspectos de este algoritmo, inspirados en la biología, se consideran en 5 pasos básicos. En el primer paso se generan al azar varias soluciones. Este conjunto de soluciones representa la población de un AG. En el segundo paso se evalúa cada solución y se le asigna una clasificación que indica en que medida satisface la función buscada. En el tercer paso supone la reproducción de soluciones de supervivencia con base a la clasificación. La reproducción es probabilística, pues cuanto mejor es la clasificación de la solución, más probable es que se seleccione para la supervivencia. En el cuarto paso, llamado de *recombinación*, se crean nuevas soluciones a partir de las soluciones que persisten. Las dos formas de recombinación que utilizan los AG son *crusada* y *mutación*. En la primera, dos sobrevivientes intercambian partes de sus configuraciones, que representan sus respectivas soluciones. El resultado de intercambio es la formación de dos soluciones hijas y cada una de ellas posee características de ambos progenitores. La segunda es la mutación, en la que la configuración de uno de los progenitores se altera al azar, esta mutación genera una nueva solución hija, diferente a su progenitor. En el quinto paso, reemplazo, las soluciones recién creadas se convierten en la población de la siguiente generación. Los pasos 2 y 5, se repiten hasta llegar a un criterio de detención. Los AG pueden desarrollar en forma iterativa soluciones cada vez mejores para un problema y mantener al mismo tiempo una población diversa de soluciones.

6.8.3 Sistemas de medición del trabajo. La tendencia general en la industria es la automatización, por tanto, es obvio que veremos procedimientos automatizados por completo, como por ejemplo AutoMOST el cual es un software basado en la técnica de medición del trabajo MOST, para calcular y actualizar estándares de tiempo basados en datos desarrollados y mantenidos por ingenieros industriales.

Una conexión directa a un sistema de diseño asistido por computadora (CAD) o de planificación de recursos empresariales (BRP), con el fin de producir planes de procesos, programas y cálculos de costos basados en estándares de tiempos exactos y coherentes es probable que se convierta en una práctica común en los próximos años.

6.8.4 Estudio de tiempos. La técnica de cronograma grupal (GTT) es un procedimiento de muestreo del trabajo con intervalos fijos muy cortos para actividades múltiples, que permite que un observador realice un estudio detallado de tiempo de elementos con una cantidad de 2 a 15 empleados o máquinas en forma simultánea. Las observaciones elementales continuas se efectúan a intervalos fijos predeterminados y se registran como números en un formulario o en un dispositivo electrónico de recopilación de datos que enumera los elementos de trabajo. El autor y también muchos otros emplearon el muestreo del trabajo a intervalo aleatorio o fijo, con una frecuencia de 5 minutos o más. Se puede observar la misma operación o los mismos operarios cada 1 minuto, 3 minutos u otro intervalo más pequeño. La GTT es un procedimiento de medición eficiente y versátil, que se aplica con facilidad a la medición del trabajo y a la investigación cuantitativa de tareas en la industria.

La GTT a menudo puede reemplazar al estudio de tiempos cronometrado tradicional y proporciona datos mejores a un costo menor.

6.8.5 Administración de recursos. Empowerment es todo un concepto, una filosofía, una nueva forma de administrar la empresa que integra todos los recursos, capital, manufactura, producción, ventas, mercadotecnia, tecnología, equipo, y a su gente etc., haciendo uso de comunicación efectiva y eficiente para lograr así los objetivos de la organización. Sin embargo, para aceptar lo anterior es necesario profundizar más sobre este concepto para comprender en qué consiste y cuáles son sus alcances.

Una definición de esta sería: Empowerment es donde los beneficios óptimos de la tecnología de la información son alcanzados. Los miembros, equipos de trabajo y la organización, tendrán completo acceso y uso de información crítica, poseerán la tecnología, habilidades, responsabilidad, y autoridad para utilizar la información y llevar a cabo el negocio de la organización.

No sólo es el delegar poder y autoridad a los "subordinados" y conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo; es además una herramienta utilizada tanto en la calidad total, como en reingeniería, que provee de elementos para fortalecer los procesos que llevan a las empresas a su adecuado desarrollo. Se considera como el movimiento que busca dar poder a la gente vía entrenamiento; lleva la decisión a la gente que está en el frente. Se convierte en la herramienta estratégica que fortalece el que hacer del liderazgo, que da sentido al trabajo en equipo y que permite que la calidad total deje de ser una filosofía motivacional y se convierta en un sistema radicalmente funcional. Gracias a esta herramienta se reemplaza la vieja jerarquía por equipos autos dirigidos, en donde la información se comparte con todos. Los empleados tienen la oportunidad y la responsabilidad de dar lo mejor de sí.

7. ANALISIS DE LOS PLANES DE ESTUDIOS

7.1 REFERENTES INTERNACIONALES

Con el objetivo de desarrollar una propuesta para modernizar los planes de estudio, se considera importante conocer la formación de los ingenieros industriales en el mundo.

Para el desarrollo de este objetivo se han elegido seis universidades de distintas partes del mundo con alto prestigio en sus países correspondientes, a continuación se hará una breve justificación del por que, se escogieron estas instituciones para el estudio, los referentes son:

- Penn State University de USA
- Politecnico di Milano de Italia.
- Universitat Politecnica de Catalunya de España
- Universität Karlsruhe de Alemania
- Universidad de Palermo de Argentina
- Universidad Nacional Autonoma de México, de Méjico.

7.1.1 Justificación de elección. La justificación de escogencia de cada una de estas instituciones, como primera medida radica en que cada una de estas, posee un prestigio significativo en sus países de origen, pero para ampliar esta información se hará un repaso de estas.

- **Penn State University:** Por que su programa es el decano de todos los programas de Ingeniería Industrial en el mundo, habiendo impartido esta carrera por primera vez en 1908, adoptando las enseñanzas de Frederick W. Taylor, relativas a la Organización Científica del Trabajo y la Dirección Científica de la Producción. Esta Universidad ocupa el noveno puesto en el ranking* de las mejores universidades del mundo a nivel de ingeniería y el tercer puesto como universidad publica en Estados Unidos según un estudio elaborado por News & World**, además sus estudiantes de Ingeniería Industrial se encuentran entre los cinco mejores en el país.

* Ranking elaborado por la universidad Jiao Tong, de Shangai-China, en el año 2006.

** Revista norteamericana de carácter investigativo, publicada en el año 2005, en la cual expone un estudio acerca de las mejores universidades de los Estados Unidos.

- **Politecnico di Milano:** Es una universidad pública italiana de carácter científico-tecnológico, tiene como objetivo la formación de ingenieros, arquitectos y diseñadores industriales. El "Politecnico di Milano" fue fundado el 29 de noviembre de 1863 y en 1954 se inaugura el primer centro de cálculo de Europa. En 1989 comienza la expansión del centro inaugurando nuevas sedes en Bovisa (Milán), Como y Lecco. La red del Politécnico se amplía sucesivamente en los años posteriores con la apertura de las sedes de Cremona (1991), Mantova (1994) y Piacenza (1997), además de su crecimiento y prestigio en Italia, esta universidad esta recomendada por ACOFI, como referente en su plan de estudios.
- **Universitat Politècnica de Catalunya:** Cuenta con gran prestigio en España, esta universidad impulso un programa de creación de empresas de base tecnológica llamado INNOVA, donde se ha contribuido al lanzamiento de 96 empresas, dando empleo a mas de 450 personas, este programa fue creado en 1998 y esta considerado como el que gestiona mayor numero de proyectos en Cataluña. Los egresados de esta institución son de los mas demandados por el sector empresarial en España, además de esto, también es un referente propuesto por ACOFI.
- **Universität Karlsruhe:** Además del prestigio con el que cuenta en su país, este modelo incluye periodos de estancia en empresas, sus estudios poseen un enfoque aplicado.
- **Universidad de Palermo:** Tiene convenios y ha desarrollado programas de intercambio o de investigación con la Universidad de Yale en Derecho, la Universidad de Harvard en Arquitectura, Universidad de Purdue en Ingeniería, de París en Ciencias Económicas y Comunicación, con la de Universidad de Barcelona y la de Universidad de Milán en Diseño, y con La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en Educación, entre otras. En el ámbito nacional, mantiene una significativa interacción con empresas, profesionales y organismos especializados con el objetivo de brindar a sus estudiantes la posibilidad de mantener contacto con los problemas reales de cada profesión. Tiene firmado un acuerdo de colaboración con La Universidad Iberoamericana (UNIBE) cuyo principal objetivo es contribuir al desarrollo y fortalecimiento de las relaciones culturales, la investigación, y los procesos académicos entre ambas instituciones. También es referente de ACOFI.
- **Universidad Nacional Autónoma de México:** Es una de las más grandes e importantes universidades de México e Iberoamérica. Tiene como propósito primordial estar al servicio del país y de la humanidad, formar profesionales útiles a la sociedad, organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales. Además, genera numerosas publicaciones de interés general para todas las áreas del conocimiento, las cuales promueven el interés por la cultura y las ciencias. Los tres laureados con el Premio Nobel en

México son egresados de esta máxima casa de estudios. También podemos anexar que es usado por ACOFI como referente.

7.1.2 Estructura de los planes de estudio. Antes de empezar podemos observar que el título tiene denominaciones dispares, con contenidos académicos similares, y teniendo como resultado profesionales con la misma capacidad de ejercicio.

En USA se utiliza Industrial Engineering, ingeniero

En Alemania, Wirtschaftsingenieurwesen, Ingeniero en Economía.

En Italia, Ingeniería Gestionale, Ingeniero en Gestión.

En España, Ingeniería en Organización Industrial.

En Latinoamérica, Ingeniería Industrial.

A continuación se presentara un resumen de la estructura de los estudios equivalentes al Ingeniero Industrial conocido en Colombia.

Tabla 8. Estructuración de los planes de estudio.

PAIS	UNIVERSIDAD	ESTRUCTURACION	AÑO
USA	Penn State	• Bsc Industrial Engineering	4
		• Msc Industrial Engineering	1
ITALIA	Politecnico di Milano	• Laurea in Ingeniería Gestionale	3
		• Laurea Specialistica in Ing. Gestionale.	2
ALEMANIA	Universität Karlsruhe	• Wirtschaftsingenieurwesen	2
		• Msc in Production Engineering	2
ESPAÑA	Universitat Politecnica de Catalunya	• Licenciado en Ciencias	3
		• Especialización de Ingeniería en Organización Industrial	2
ARGENTINA	Universidad de Palermo	• Ciencias Básicas	3
		• Título de Ingeniero Industrial	2
MEJICO	Univ. Nacional Autónoma de México	• Ciencias Básicas	3
		• Título de Ingeniero Industrial	1,5

Prácticamente todos los países han adoptado una estructura cíclica, un primer ciclo (Bachelor Science (Bsc)) y un segundo ciclo (Master Science (Msc)), pero la duración de ambos difiere en cada país, el primer ciclo, es sobretodo las ciencias de conocimiento comunes a otras ingenierías, como son Ingeniería Mecánica, Electrónica y Producción, en resumidas las ciencias de la Ingeniería. Y el segundo ciclo es el aprendizaje específico a la Ingeniería Industrial, conocido también como Formación Profesional.

7.1.3 Intensificación de áreas de conocimiento. El contenido del plan de estudios tiene las mismas áreas generales, si bien con pesos diferentes, podremos apreciar como cada una de las instituciones abarca más o menos énfasis entre las áreas de formación básica y de formación profesional.

A continuación se desglosaran y especificaran estas áreas con el fin de analizar estas intensidades, que cada universidad proporciona a sus estudiantes.

Las definiciones de las áreas pueden diferir, se nombraran y especificaran según se considere acorde a cada situación.

Tabla 9. Descripción de las áreas de conocimiento.

AREAS DE CONOCIMIENTO	ESPECIFICACION
Área de ciencias básicas	Matemáticas, física, Química, Expresión Grafica , Informática, Algebra lineal, Dinámica
Área de ciencias aplicadas	Mecánica, Electricidad, Electrónica, Procesos Industriales, Termodinámica, Medio Ambiente, Estadística y Probabilidad, Investigación de Operaciones, Estudios de Factibilidad.
Área profesional	Logística, Gestión de la Producción, Control de Calidad, Finanzas, Estudio de Métodos y Tiempos, Simulación de Procesos Productivos, Ingeniería Económica, Diseño de planta, Calidad total, Planificación y control de la producción, Gestión de Recursos Humanos.
Área socio-humanística y asignaturas extracurriculares	Técnicas de comunicación oral y escrita, Idiomas, Ciencias del Comportamiento.

Una vez especificadas las diversas áreas de conocimiento que influyen en la formación de un Ingeniero Industrial, el siguiente paso es medir en proporción de tiempo que estas instituciones adjudican a sus asignaturas, mejor llamado como la intensificación de sus áreas.

Tabla 10. Intensificación de las áreas de conocimiento

UNIVERS.	PENN STATE	P. DI MILANO	P. DE CATALUÑA	KARLS.	PAL.	UNAM	UAO
Área de ciencias Básicas	21%	21%	31%	12%	29%	24%	30%
Área de ciencias Aplicadas	42%	42%	41%	35%	35%	47%	18%
Área profesional	14%	36%	27%	52%	22%	17%	35.5%
Área socio-humanística asignaturas extracurric.	23%	1%	1%	1%	14%	12%	16.5%

La diferencia mas significativa es el bajo porcentaje de contenidos transversales y humanísticos, que presentan las universidades europeas, mientras que en USA y América latina, si enfocan al estudiante a este tipo de disciplinas.

Podemos observar como Alemania, tiene una fuerte base en técnicas de Gestión, el cual involucra la mitad de su formación, con un 52% y también en ciencias aplicadas con un 35%, mientras que en ciencias básicas para la ingeniería, solo se presencia un 12%, lo que concluye, que el ingeniero alemán, profundiza en la aplicación directa.

El Politécnico di Milano y La Universidad Politécnica de Cataluña, tienen una similar estructura, en Italia el 42%, va dirigido al conocimiento de ciencias aplicadas y en España un 41%. También hay un fuerte peso en el área profesional de ambos países, lo que significa que al tener tal fuerza en formación profesional específica de la ingeniería Industrial, nos informa que el tiempo que se dedica en América, a los conocimientos transversales, estos los dedican a las ciencias aplicadas.

La Universidades Latinoamericanas, tiene mucha similitud, con el modelo norteamericano, aunque están enfatizan mas en formación profesional. También observamos la significancia que se da a las ciencias de básicas y aplicadas.

Penn State, muestra un importante peso en el área de ciencias aplicadas participando en un 42%, y en cuanto a las áreas profesionales obtiene un peso menor al resto con 14%. En cuanto a las comparaciones con la Universidad Autónoma de Occidente, podemos observar que esta posee menos énfasis en

ciencias aplicadas, participando tan solo un 18% respectivamente, enfatizando mas en las áreas profesionales, el cual cuenta con un 35.5%.

En la tabla distribuimos más minuciosamente, las áreas de conocimiento de la universidad autónoma de occidente:

Tabla 11. Intensificación de áreas de la Universidad Autónoma De Occidente

AREA DE CIENCIAS BASICAS	MATEMATICAS	16	30%
	FISICAS	12	
	QUIMICA	3	
	ALGEBRA	3	
	DISEÑO BASICO	3	
	INFORMATICA Y DISEÑO BASICO	9	
	INTRODUCCION A LA INGENIERIA	9	
	AREAS DE CIENCIAS APLICADAS	PROCESOS Y MATERIALES PROCESOS INDUSTRIALES PENSAMIENTO SISTEMICO SALUD OCUPACIONAL ESTADISTICA INVESTIGACION OPERACIÓN GESTION TECNOLOGICA	
AREA PROFESIONAL	FINANZAS Y ECONOMIA SIMULACION GESTION DE LA CALIDAD INGENIERIA DE METODOS GESTION DE OPERACIONES SISTEMAS INTEGRADOS DISEÑO DE PLANTA LOGISTICA SEMINARIO DE INVESTIGACION PROYECTO DE GRADO GERENCIA DE PROYECTOS ELECTIVAS	12 3 4 4 6 3 3 3 3 4 4 18	35.5%
HUMANISTICA Y EXTRACURRICULARES	HUMANIDADES INGLES	12 15	16.5%
TOTAL		175	100%

7.1.4 Contenidos académicos. Se comentaran ciertas ventajas que se encontraron en los contenidos académicos de cada una de las instituciones de educación superior anteriormente analizadas, como por ejemplo se observaron algunas asignaturas o modelos de aprendizaje de interés.

•**Penn State University.** Sus contenidos académicos, están divididos en cuatro grupos específicos, algunas asignaturas que los conforman pueden hacer parte de otro conjunto, se comentara un poco sobre cada uno de ellos, estos son: Cursos de Tecnológica de la Información, Cursos de Manufactura, Calidad y Factor Humano.

⇒ **Tecnologías de Información.** Es estos cursos se observa como incitan al estudiante a la investigación, su enfoque se centra sobre todo a Tecnologías de la Información, también la vinculación del ser humano y el sector con la tecnología, se nombraran algunas de las asignaturas que conforman este grupo, matizando con su respectivo objetivo son:

Exploración para la ingeniería industrial: El estudio y el uso de la tecnología de la información de la computación a la ingeniería industrial.

Diseño de interfaz del ser humano/computadora: El diseño y la evaluación del ser humano/computadora interconectados, incluyendo funcionamiento humano, representaciones visuales, diseño de software, y la supervisión de sistema automatizada.

Diseño de sistemas expertos: Énfasis constructivo de los sistemas avanzados en general, la representación de conocimiento y mecanismos de inferencia en el dominio de la fabricación.

Simulación del Humano en el trabajo: Este curso se diseña para proporcionar a estudiantes, la capacidad para desarrollar una simulación interactiva, en tiempo real y crear interfaces para una simulación interactiva. El curso cubrirá las fases dominantes en el ciclo vital del desarrollo del sistema interactivo, para incluir diseño, la puesta en práctica, y la evaluación. Los asuntos del curso serán explorados con el uso en el control de supervisión de sistemas complejos, dinámicos. Java será el lenguaje de programación usado para el desarrollo de programas en este curso.

Ingeniería del trabajo cognoscitivo: Modelos de tratamiento y de toma de decisiones, de la información obtenida por el ser humano en el lugar de trabajo moderno, acentuando la inspección visual y otros usos industriales.

Diseño de sistemas expertos en la ingeniería industrial: Aspectos metodológicos del diseño de sistemas expertos y revisión de algunos sistemas existentes, con énfasis sobre la fabricación y la ingeniería industrial.

Tecnología de la información avanzada para la ingeniería industrial y de la fabricación: Los estudiantes aprenderán conceptos avanzados, las herramientas y las técnicas de la tecnología de la información para diseñar y ejecutar sistemas de fabricación.

⇒ **Manufactura.** Este conjunto es mucho más amplio que los demás, contiene múltiples materias, tanto obligatorias como electivas, referentes a la producción y materiales, algunas asignaturas relevantes que se notaron son:

Diseño y análisis de procesamiento de maquinaria: Diseño y análisis de procesos con maquinaria. Uso de los principios de la ingeniería para el diseño y la puesta en práctica de procesos que trabajan a máquina económicos y efectivos.

Principios del proceso de deformación: Discusión, prácticas del laboratorio, y experimentos del laboratorio que cubren principios de retiro y de formación del metal, de proceso no-metálico, y de metrología.

Principios del proceso de la solidificación: Discusión, prácticas del laboratorio, y experimentos del laboratorio que cubren principios de bastidor y el ensamble del metal, prueba no destructiva, y proceso no-metálico.

Diseño, especificación y medida del producto: Principios de diseño del producto, especificaciones y métodos para la verificación del producto.

Diseño de producto y procesos de fabricación: Teoría y principios de fabricación; efecto sobre la selección del diseño y la calidad del producto; en el proceso se incluye el retiro material, bastidor, ensamblando, moldeado plástico.

Economía avanzada de ingeniería: Conceptos y técnicas del análisis, útil en proyectos de evaluación de ingeniería bajo condiciones deterministas e inciertas.

Bastidor del metal: Uso de los principios de ingeniería al diseño de bastidores; bastidor de aleaciones ferrosas y no ferrosas; laboratorio y proyectos de la simulación.

Regresión y diseño de experimentos: Teoría y uso del análisis de regresión y del diseño de experimentos para construir modelos y para optimizar proceso y parámetros del producto.

Principios y práctica para corte de metales: Principios de para corte de metales y introducción a las teorías actuales; análisis de los procesos del retiro del metal; experimentos del laboratorio para el análisis para corte de metales.

Simulación para la ayuda de toma de decisiones: Introducción de conceptos de modelado y de análisis de la simulación, con el uso a los sistemas de la fabricación, de la producción y de servicio.

Aplicaciones de la robótica industrial: Introducción a la robótica, con énfasis sobre la selección de la robótica en la industria, la programación y la justificación económica para los usos de la fabricación.

CAD y fabricación: Modelado y fabricación tridimensionales de partes y ensamblajes usando software del diseño automatizado y de la fabricación y máquinas de control numérico.

Ingeniería concurrente: Métodos de fabricación y utillaje concurrentes para el producto y el desarrollo de proceso, capturando requisitos del cliente, asegurando manufactura y utilidad

Disposición, diseño y manipulación de materiales: Análisis, simulación y métodos gráficos automatizados para generar diseños eficaces de la disposición, diseño e integración de los sistemas y del equipo, junto con la manipulación de materiales.

Diseño y análisis de sistemas de fabricación: Metodologías contemporáneas del diseño y del análisis, usadas para organizar los sistemas de la fabricación económica de productos.

Control de computarizado de las máquinas y de los procesos de la fabricación: Elementos del control computadoras y el modelado en tiempo discreto. Diseño y análisis de los controles numéricos para las máquinas y los procesos de la fabricación.

Proyecto de diseño del Capstone (piedra cimera): Proyecto de diseño Industrial basado en el uso de la piedra cimera, acentuando en sistemas de fabricación, sistemas de servicio, y sistemas de información en un ajuste interdisciplinario.

Fabricación en escala micro/nano: Una exploración de los conceptos emergentes de la ciencia y el dirigir cómo fabricar componentes muy pequeños y dispositivos en escala nano.

Creación de un prototipo rápido: La creación de un prototipo rápido, consiste en varios procesos de fabricación por los cuales un modelo físico sólido de una pieza

es hecho directamente de datos automatizados del diseño 3D (CAD). El advenimiento de la creación de un prototipo rápido ha dado lugar a la reducción significativa en coste, plazo de entrega y ciclo de la fabricación, y ahora es considerado por la mayoría de las compañías como parte importante del ciclo de diseño.

Tecnologías de la compresión del tiempo, el diseño y fabricación: La velocidad al mercado es un elemento esencial de la competitividad. Las nuevas tecnologías, conducidas por el CAD, tal como creación de un prototipo rápido, e ingeniería inversa, están permitiendo para que las compañías disminuyan las duraciones perceptiblemente del diseño y de ciclos de fabricación. Este curso explorará estas tecnologías, entenderá los procesos básicos y su papel en el diseño y el ciclo de la fabricación.

Diseño experimental en la ingeniería: Diseño estadístico y análisis de experimentos en la ingeniería; modelos experimentales y diseños experimentales usando el análisis de variación.

Materiales, procesos, y calidad: Estudio de los principios y mecanismos de los procesos de fabricación convencionales y los métodos para determinar la calidad y características del objeto.

Simulación de sistemas del acontecimiento discreto: El estudio fundamental de la simulación de acontecimiento discreto, incluyendo la previsión del acontecimiento, los mecanismos anticipados del tiempo, la generación al azar de la variante aleatoria, y el análisis de salida.

Teoría para corte de metales: Estudio de la teoría de problemas para corte de metales, contemporáneos y futuros de los procesos; el retiro del metal; análisis críticos de la situación actual.

Ingeniería de confiabilidad: Curso basado en los métodos de la confiabilidad, en los cual es modelada la probabilidad de confiabilidad de sistemas con sus múltiples componentes y es usado el modelado estadístico de la confiabilidad de los componentes individuales basados en datos.

Investigaciones experimentales en el tratamiento de materiales: Investigación experimental en temas seleccionados en el proceso; la instrumentación, los métodos, y de análisis de participación.

Simulación de sistemas de fabricación: Uso de la simulación en el diseño y de la mejora de proceso de los sistemas de fabricación. Análisis de la estructura de la lengua de simulación.

Sistemas de fabricación: Teoría fundamental para analizar sistemas de fabricación, incluyendo la fabricación con ayuda del análisis estructural, de la optimización y de la economía de fabricación de los sistemas automatizados.

Control computarizado de los sistemas de fabricación: Este curso se piensa para exponer a estudiantes a las ediciones modernas del control. El curso presentará una arquitectura formal para el control de fabricación. Esta arquitectura entonces será utilizada para discutir las ediciones del control básico para varios niveles de la fábrica que necesitan ser controlados. La discusión detallada de los reguladores llanos del proceso, del sitio de trabajo y de la célula será conducida.

Producción, planeación y control: Análisis de la literatura de la investigación para los asuntos incluyendo la previsión, el planeamiento de capacidad, y la clasificación de la porción aplicada a la fabricación y a la producción.

Conceptos robóticos: Análisis de sistemas robóticos: efectores finales, sistemas de la visión, sensores, estabilidad y control, programación fuera de línea, y simulación de sistemas robóticos.

Diseño de soldaduras: Examina la configuración común, condiciones de cargamento, tamaño de la soldadura, para evitar fractura frágil y fallo de cansancio en soldaduras.

Diseño de sistemas avanzados en la ingeniería industrial: Aspectos metodológicos del diseño de sistemas avanzados y revisión de algunos sistemas existentes con énfasis sobre la fabricación y la ingeniería industrial.

Diseño automatizado para el estudio de la fabricación: Estudios de los sistemas y de los conceptos de CAD en 3D y modelando sistemas, acentuando usos de la fabricación.

Control de calidad: Asuntos avanzados de la garantía y del control de calidad, incluyendo métodos multivariantes, el diseño económico para el análisis del control y de la aceptación. Incluyendo la dimensión, las tolerancias y error.

Tolerancia automatizada en diseño y la fabricación: Un tratamiento comprensivo de tolerancias dimensionales y geométricas con las aplicaciones informáticas para el diseño, la fabricación, el ensamble y la inspección.

Diseño para las familias de producto: Los estudiantes internarán los conceptos de una familia de producto y de una plataforma del producto; entendiendo las dificultades de realizar mercancías y las familias de producto modificadas para requisitos particulares en masa; realizar con métodos avanzados y herramientas

para el diseño de la familia de productos y de la plataforma del producto; y demostrar el uso de este conocimiento en el contexto de un proyecto del grupo.

Análisis de la precisión del trabajo con maquinaria: El objetivo de este curso es dar instrucciones, conocer las técnicas para analizar el impacto del diseño, de la herramienta y el trabajo con máquinas, usando parámetros de proceso con error geométrico del objeto.

Tecnología de la información avanzada para la ingeniería industrial y de la fabricación: Los estudiantes aprenderán conceptos avanzados, las herramientas y las técnicas de la tecnología de la información para diseñar y ejecutar sistemas de fabricación.

Optimización y La metodología superficial de respuesta (RSM): Es un sistema de técnicas estadísticas y de optimización dirigidas, optimizando las características de calidad del proceso de producción estático y estocástico. Los asuntos incluyen: diseño para los modelos polinómico de la primera orden, diseños para los modelos polinómicos de la segunda orden, optimización de los modelos polinómicos de la primera y segunda orden, optimización múltiple de la superficie de respuesta, Los parámetros del diseño robusto TAGUCHI y RSM, el diseño y el análisis de ambos experimentos.

Ajuste de proceso y control de la series de tiempo: Análisis estadístico y diseño de métodos del proceso, ajustes para los propósitos de la mejora de calidad. Los tópicos incluyen modelos de serie de tiempos ARIMA, autocorrelación SPC, integración de los esquemas SPC y del control de regeneración, identificación y valoración de la serie de tiempo, el diseño y el análisis de la función de transferencia del control estocástico óptimo de los controladores PID y de EWMA, autoajustable y multivariante.

Fabricación global: Tendencias en la fabricación global junto con respuestas, oportunidades y respuestas estratégicas.

Selección integrada de los materiales y del proceso de fabricación: Selección de materiales y de métodos de fabricación rentables para fabricar componentes.

Control y análisis estadísticos de procesos operativos: Técnicas estadísticas para la supervisión univariante y multivariante de la independencia y de procesos dependientes; acercamientos teóricos y numéricos para analizar funcionamiento.

⇒ **Calidad.** Aquí se hallaron algunas asignaturas que también pertenecen al grupo de Manufactura y otras propias de calidad, como son:

Control estadístico de la calidad: Técnicas estadísticas para la supervisión univariante y multivariante de procesos correlacionados e independientes, fundamentos del control de calidad y de la mejora.

Metodología de Six Sigma: Técnicas para solucionar problemas estructurales, mejora la calidad y el coste de productos y de procesos.

Producto biomédico e ingeniería de proceso: Un curso de conferencia y del diseño para presentar a estudiantes de ingeniería los fundamentos para el desarrollo de productos y de la fabricación biomédicos.

Diseño experimental en la ingeniería: Diseño estadístico y análisis de experimentos en la ingeniería; modelos experimentales y diseños experimentales usando el análisis de variación.

Ingeniería de confiabilidad: Curso basado en los métodos de la confiabilidad, en los cual es modelada la probabilidad de confiabilidad de sistemas con sus múltiples componentes y es usado el modelado estadístico de la confiabilidad de los componentes individuales basados en datos.

Control de calidad: Asuntos avanzados de la garantía y del control de calidad, incluyendo métodos multivariantes, el diseño económico para el análisis del control y de la aceptación. Incluyendo la dimensión, las tolerancias y error.

Tolerancia en diseño y la fabricación: Un tratamiento comprensivo de tolerancias dimensionales y geométricas con las aplicaciones informáticas para el diseño, la fabricación, el ensamble y la inspección.

Optimización y La metodología superficial de respuesta (RSM): Es un sistema de técnicas estadísticas y de optimización dirigidas, optimizando las características de calidad del proceso de producción estático y estocástico. Los asuntos incluyen: diseño para los modelos polinómico de la primera orden, diseños para los modelos polinómicos de la segunda orden, optimización de los modelos polinómicos de la primera y segunda orden, optimización múltiple de la superficie de respuesta, Los parámetros del diseño robusto TAGUCHI y RSM, el diseño y el análisis de ambos experimentos.

Ajuste de proceso y control de la series de tiempo: Análisis estadístico y diseño de métodos del proceso, ajustes para los propósitos de la mejora de calidad. Los tópicos incluyen modelos de serie de tiempos ARIMA, autocorrelación SPC, integración de los esquemas SPC y del control de regeneración, identificación y valoración de la serie de tiempo, el diseño y el análisis de la función de transferencia del control estocástico óptimo de los controladores PID y de EWMA, autoajutable y multivariante.

Control y análisis estadísticos de procesos operativos: Técnicas estadísticas para la supervisión univariante y multivariante de la independencia y de procesos correlacionados; acercamientos teóricos y numéricos para analizar funcionamientos.

⇒ **Factor Humano.** El enfoque de este grupo, es sobre todo dirigido al diseño del puesto de trabajo, físico y cognitivo, realizando también simulaciones por computador.

Introducción al diseño de trabajo: Consideraciones cognoscitivas y físicas del análisis de puesto de trabajo, en el diseño de trabajo, medida de trabajo. .

Tecnología de la información para la ingeniería industrial: El estudio y el uso de la tecnología de la información de computación y a la ingeniería industrial.

Diseño de trabajo cognoscitivo: Diseño y evaluación del trabajo cognoscitivo, incluyendo el interfaz del ser humano y de la computadora, mediante representaciones visuales, diseño de software, y la supervisión de sistema automatizada, con énfasis sobre funcionamiento humano

Diseño de trabajo - productividad y seguridad: Mejora de los métodos, diseño de trabajo físico, productividad, medida de trabajo; principios y práctica de la seguridad.

Diseño de interfaz del ser humano/computadora: El diseño y la evaluación del ser humano/computadora interconectados, incluyendo funcionamiento humano, representaciones visuales, diseño de software, y la supervisión de sistema automatizada.

Simulación para la toma de decisiones: Introducción de conceptos de modelado y de análisis de la simulación, con el uso a los sistemas de la fabricación, de la producción y de servicio.

Diseño experimental en la ingeniería: Diseño estadístico y análisis de experimentos en la ingeniería; modelos experimentales y diseños experimentales usando el análisis de variación.

Simulación de sistemas del acontecimiento discreto: El estudio de los fundamentos de la simulación de acontecimiento discreto, incluyendo la previsión del acontecimiento, los mecanismos anticipados del tiempo, la generación al azar de la variante aleatoria, y el análisis de la salida.

Mecánicas del sistema músculo esquelético: Estructura y biomecánica del hueso, del cartílago, y del músculo esquelético; dinámica y control de los modelos de sistema músculo esquelético.

Ingeniería del trabajo humano: La física y fisiología de seres humanos en el trabajo; modelos de la fuerza muscular, movimientos dinámicos; control de los nervios; capacidad de trabajo física; asignación del trabajo.

Simulación del Humano en el trabajo: Este curso se diseña para proporcionar a estudiantes, la capacidad para desarrollar una simulación interactiva, en tiempo real y crear interfaces para una simulación interactiva. El curso cubrirá las fases dominantes en el ciclo vital del desarrollo del sistema interactivo, para incluir diseño, la puesta en práctica, y la evaluación. Los asuntos del curso serán explorados con el uso en el control de supervisión de sistemas complejos, dinámicos. Java será el lenguaje de programación usado para el desarrollo de programas en este curso.

Ingeniería del trabajo cognoscitivo: Modelos de tratamiento y de toma de decisiones para la información del ser humano en el lugar de trabajo moderno, acentuando la inspección visual y otros usos industriales.

Diseño de sistemas expertos en la ingeniería industrial: Aspectos metodológicos del diseño de sistemas expertos y revisión de algunos sistemas existentes con énfasis sobre la fabricación y la ingeniería industrial.

Tecnología de la información avanzada para la ingeniería industrial y de la fabricación: Los estudiantes aprenderán conceptos avanzados, las herramientas y las técnicas de la tecnología de la información para diseñar y ejecutar sistemas de fabricación.

•**Politécnico di Milano.** Este plan de estudios, posee una fuerte base teórica y también de gestión, podremos observar como al igual que la universidad Peen State, este tiene asignaturas para gestionar la Tecnología de la Información, y además también enfatizan en la Gestión Ambiental y Económica, algunas de las asignaturas que aquí se encontraron fueron:

Análisis financieros de los sistemas: La estructura de los sistemas financieros. La institución financiera de posición, de los campos verdaderos de la economía italiana. La función monetaria del sistema financiero, la teoría de la institución financiera de la mediación. Los instrumentos financieros. Los mercados financieros. El banco. Definición, funciones y norma. La gerencia bancaria. La colección política. El acceso movible del mercado. La gerencia de Hacienda. El balance bancario y su análisis. El mercado movible. La orden institucional: el cuerpo unificado de las leyes de las finanzas. La micro-estructura de los mercados: el mercado de seguridades. El código de la autodisciplina de las sociedades cotizadas.

Análisis financiero de los sistemas: La introducción de valoración de la empresa. Los métodos de la valoración. La valoración de las empresas tradicionales. La valoración del negocio. La valoración de las empresas a los instrumentos del financiamiento. El ciclo de la vida de las empresas y los requerimientos financieros. El financiamiento, actividades bancarias del comerciante y de la inversión. Las operaciones de las finanzas estructuradas: La reestructuración financiera y de deuda, principios de gerencia de riesgo.

Fundamentos para la valoración del impacto ambiental: Instrumentos para el proceso de decisión: las ventajas ambientales, la rentabilidad del análisis ambiental, el análisis de muchos criterios, la valoración del impacto ambiental. El problema de la transparencia y del estudio. La relación con el planeamiento territorial. Aspectos legislativos. La fase de la pauta. El análisis territorial. Los métodos del análisis. La distancia lógica del estudio de VÍA. El control y la participación. La comparación entre alternativas.

Automatización y Organización Sanitaria: Organización sanitaria. Señales históricas. Organizaciones internacionales. Sistemas y servicios sanitarios. Medidas e indicadores del sistema. Costo sanitario. Contorno institucional. Nuevas emergencias en sanidad de los sistemas sanitarios en los países industrializados: Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Alemania, España, Suiza. El sistema sanitario en Italia. Instrumentos y modelos de organización del gobierno. Costo sanitario. Los nuevos mecanismos del financiamiento. Acreditación. Estructuras y funcionamientos. Agencias sanitarias regionales. El sistema del reembolso al funcionamiento.

Análisis de BASES DATOS: Adquisición de parte de los estudiantes una base de datos, donde se califica en la misma: saber para planear bases de datos y saber extraer la información de ellas. Después de una introducción relativa se definen los modelos y como formar las bases de datos, la descripción de las bases de datos de la relación, haciendo referencia a la lengua SQL y la manipulación de los datos; la extensión particularmente como SQL se utiliza para la interrogación y la manipulación de los datos dentro de usos emparentados. Viene entonces describió el conceptual de los entornos, discutiendo por lo tanto los hechos técnicos del requisito del planeamiento y de calidad, que deben caracterizar la producción planteada. El curso se termina con prácticas numerosas y una actividad del laboratorio.

Inteligencia de negocio: El proceso de decisión y las arquitecturas para el análisis de los datos: teoría de las decisiones; análisis y representación de los procesos de decisión. Fecha de almacenamiento (DWH) y sistemas de la ayuda a las decisiones (DSS); miembros y realización de un proceso de decisión; elección de las plataformas; valoración económica; impacto de organización. Gerencia de la inteligencia de la comercialización y de la relación del cliente (CRM): las estrategias y el proceso de CRM; modelos analíticos, para el análisis exploratorio,

la segmentación, la conquista, el fidelización del cliente; modelos para vender; modelos de la automatización de la fuerza de la venta (SFA); los modelos para la optimización de la comercialización hacia la compañía. Explotación minera de la fecha: usos y funcionalidad.

Ética de tecnologías de información: La primera parte del curso introduce el contexto en el cual lo social se convierte en parte problemática, la ética de las IT, despejando ¿qué pudo aprender? ¿Esta la sociedad supuesta de información? y el requisito y las características de la ética para la sociedad post-moderna (tecnológica). Se hace frente cinco problemáticos: el impacto del IT, importancia de la IT en el trabajo; el problema del aislamiento y el control de las personas; tecnologías de la información y de la propiedad intelectual, el caso del software; la conducta profesional en dentro de las tecnologías de la información.

Dinámica del programa de los sistemas mecánico: Dinámica de los sistemas multi cuerpo: la escritura de las ecuaciones del movimiento para los sistemas mecánicos no lineales, el movimiento en grande adentro y alrededor de la posición del equilibrio. Cálculo del poseer frecuencias y las maneras de vibrar; cálculo de las fuerzas generalizadas; acercamiento del modelo. La identificación los experimenta de los parámetros del modelo. Dinámica de los sistemas continuos: vibraciones rigurosas del acercamiento, del cálculo axial de cuerdas y de vigas. Dinámica de los rotores

Derecho del programa de la economía: El curso hace frente a los instrumentos principales del control público y de la regulación económica de la empresa. Se propone para ofrecer el conocimiento leve fundamental para la comprensión de las transformaciones de legal y de económico el contexto en el cual las empresas funcionan. Los temas repartidos al respeto son: los instrumentos de la regulación económica; administración pública independiente, los controles anticompetitivos; la regulación de los contratos públicos; la regulación de los mercados financieros.

Entre otras materias incluidas en su plan de estudio están:

- ⇒ Diseño y métodos de comunicación técnica
- ⇒ Dinámica de los sistemas mecánicos
- ⇒ Diseño y fundamentos mecánicos aplicados
- ⇒ Economía de los servicios y de las redes
- ⇒ Economía de los sistemas industriales
- ⇒ Análisis matemático
- ⇒ Cambio tecnológico
- ⇒ Economía y estructura corporativa a
- ⇒ Complementos de la economía
- ⇒ Elementos del análisis matemático (a) y de la geometría
- ⇒ Sistemas de información corporativos

- ⇒ Electrónica
- ⇒ El análisis económico y del impacto climático
- ⇒ Operaciones
- ⇒ Ecuaciones diferenciales
- ⇒ Gerencia de la ergonomía y de seguridad
- ⇒ Ergotecnia
- ⇒ Ética profesional y de la empresa
- ⇒ Finanzas del negocio
- ⇒ La física técnica de la gestión ambiental
- ⇒ Física técnica
- ⇒ Sistemas energéticos
- ⇒ Fundamentos químicos para las tecnologías
- ⇒ Fundamentos de automatización para gestionar
- ⇒ Fundamentos de mecánica aplicada
- ⇒ Fundamentos de mecánicos teóricos y aplicados
- ⇒ Fundamentos de redes de telecomunicaciones
- ⇒ Fundamentos de la investigación de operaciones
- ⇒ Fundamentos de la tecnología mecánica y gerencia industrial de la calidad (de los EEUU)
- ⇒ Gerencia industrial de la calidad
- ⇒ Fundamentos de la tecnología mecánica
- ⇒ Fundamentos de la tecnología mecánica y de calidad.
- ⇒ gestión ambiental en la empresa
- ⇒ Gerencia de negocios
- ⇒ Gerencia de los sistemas industriales
- ⇒ Planeamiento de los sistemas
- ⇒ Los servicios generados por el sistema
- ⇒ Gerencia de los planes del sistema
- ⇒ Gerencia de los sistemas logísticos y productivos
- ⇒ gestión de la producción industrial
- ⇒ Logística industrial
- ⇒ Gerencia de productivo los sistemas logísticos
- ⇒ Gerencia de la innovación y planeación
- ⇒ Gerencia del mantenimiento
- ⇒ Gestión de calidad
- ⇒ Gerencia de la tecnología de la información
- ⇒ Gestión de operaciones
- ⇒ Gestión industrial y calidad
- ⇒ Gerencia del riesgo global
- ⇒ Identificación de los modelos y del análisis de los datos
- ⇒ Sistemas de la producción industrial
- ⇒ Sistemas informados a los EEUU. (para el campo de la información)

⇒ Los sistemas rápidos de la industrialización.

●**Politécnica de Catalunya.** Esta universidad tiene un sistema muy similar a la Politécnica di Milano, igual que las asignaturas que conforman el plan de estudios, ambas universidades poseen una fuerte base teórica, en ciencias básica y ciencias aplicadas, las cuales encontramos asignaturas como:

Sus tres primeros años de carrera enfatizan mucho en ciencias y técnicas de la Ingeniería, el nombre de estas asignaturas son:

- ⇒ Álgebra Lineal
- ⇒ Cálculo Infinitesimal
- ⇒ Mecánica Fundamental
- ⇒ Químicas
- ⇒ Informática
- ⇒ Geometría
- ⇒ Termodinámica Fundamental
- ⇒ Técnicas de Representación Gráficas
- ⇒ Ecuaciones Diferenciales
- ⇒ Cálculo Integral
- ⇒ Materiales
- ⇒ Mecánica de los Medios Continuos
- ⇒ Electromagnetismo
- ⇒ Teoría de Máquinas
- ⇒ Dinámica de Sistemas
- ⇒ Métodos Estadísticos de la Ingeniería
- ⇒ Electrotecnia
- ⇒ Economía
- ⇒ Elasticidad y Resistencia de Materiales
- ⇒ Termodinámica
- ⇒ Transferencia de Calor
- ⇒ Mecánica de Fluidos
- ⇒ Introducción a la Electrónica

Su plan de estudios es también muy flexible, ya que a partir del tercer semestre cuenta con asignaturas optativas, como por ejemplo:

- ⇒ Organización de Empresas
- ⇒ Taller Eléctrico
- ⇒ Escritura Técnica en Inglés
- ⇒ Dibujo Asistido por Ordenador
- ⇒ Ampliación de Química
- ⇒ Métodos Matemáticos en la Ingeniería.

En el 4 semestre encontramos optativas como:

- ⇒ Taller Eléctrico
- ⇒ Escritura Técnica en Inglés
- ⇒ Ampliación de Mecánica
- ⇒ Teoría de Circuitos
- ⇒ Física Moderna
- ⇒ Metodología de Programación
- ⇒ Cálculo Numérico y Simulación

En su quinto semestre las optativas son:

- ⇒ Bioquímica: Introducción a la Biotecnología
- ⇒ Fundamentos de Ingeniería Nuclear
- ⇒ Fundamentos de Máquinas Eléctricas
- ⇒ Gestión de Recursos Humanos
- ⇒ Instrumentación y Medidas en Fluidos
- ⇒ Mecanismos y Máquinas
- ⇒ Teoría de Sistemas Lineales
- ⇒ Urbanismo y Servicios Urbanos
- ⇒ Estructuras de Computadores y Sistemas Operativos.

En el sexto semestre:

- ⇒ Análisis de Señales
- ⇒ Diseño Básico
- ⇒ Diseño de Equipos Electrónicos
- ⇒ Ampliación de Electrotecnia
- ⇒ Construcción y Arquitectura Industrial
- ⇒ Metrología y Verificación
- ⇒ Transporte de Fluidos
- ⇒ Análisis del Entorno Económico de la Empresa
- ⇒ Grafos y Decisión
- ⇒ Selección de Materiales en el Diseño
- ⇒ Cálculo de Máquinas
- ⇒ Vibraciones Mecánicas
- ⇒ Operaciones Básicas
- ⇒ Física Nuclear
- ⇒ Termodinámica Aplicada a Máquinas y Procesos Térmicos
- ⇒ Redes de Computadores e Internet
- ⇒ Robótica Industrial.

Estas materias se encuentran en los 3 primeros años de la carrera, lo curioso es que en los años 4 y 5 siguientes, disminuyen notoriamente el número de materias optativas, y quedan resumidas en:

- ⇒ Prevención de Riesgos Laborales
- ⇒ Ergonomía,
- ⇒ Seguridad Industrial,
- ⇒ Sistemas avanzados de producción,
- ⇒ Técnicas de organización Industrial,
- ⇒ Economía Mundial
- ⇒ Derecho de empresa.

Las asignaturas obligatorias en estos siguientes dos años, se enfocan mas al objetivo primordial del ingeniero industrial que se conoce en nuestro país, estas materias son:

- ⇒ Métodos Cuantitativos de Organización Industrial
- ⇒ Dirección Financiera
- ⇒ Estadística Industrial
- ⇒ Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos
- ⇒ Procesos Industriales I
- ⇒ Modelos de Decisión
- ⇒ Dirección de Operaciones
- ⇒ Automatización de Procesos Industriales
- ⇒ Dirección Comercial
- ⇒ Sistemas de Información en las Organizaciones
- ⇒ Política Industrial y Tecnológica
- ⇒ Tecnología del Medio Ambiente
- ⇒ Proyectos
- ⇒ Complejos Industriales
- ⇒ Procesos Industriales II
- ⇒ Recursos Humanos
- ⇒ Dirección de Empresas

•**Universität Karlsruhe.** Como se mostró en la estructuración académica en Alemania la duración de la carrera es de cuatro años, este modelo incluye periodos de estancia en empresas, normalmente los semestres 4º y 8º, en este ultimo caso para la realización del proyecto de fin de carrera.

Este programa hace más énfasis en los contenidos de ciencia aplicada que de ciencias básicas, siendo un enfoque de estudios preferentemente aplicado. Las asignaturas donde más enfatizan son:

- ⇒ Simulación de procesos productivos
- ⇒ Gestión de Operaciones
- ⇒ Control de la Producción
- ⇒ Circuitos Electrónicos Análogos
- ⇒ Teoría de Comunicaciones
- ⇒ Métodos Numéricos y Computadoras
- ⇒ Diseño de sistemas de información
- ⇒ Procesos de Manufactura
- ⇒ Diseño de sistemas de manufactura
- ⇒ Diseño de sistemas de manejo de materiales
- ⇒ Optimización
- ⇒ Planeamiento de producción
- ⇒ Medida y gestión de la productividad
- ⇒ Teoría de Colas y Modelamiento
- ⇒ Control de calidad estadístico
- ⇒ Sistemas Integrados de Manufactura

Este modelo de 4 años es también estándar estadounidense, los estudios también tienen un enfoque profesional aunque mantienen un peso significativo de ciencias básicas, este curso se justifica por la adquisición de una buena base científica y la profundización en temas de ciencias aplicadas y de gestión.

En resumen, el título propuesto tiene una duración y estructura similar al estilo del Industrial Engineer norteamericano, dado que se pretende que este el profesional este capacitado para un desempeño profesional tanto en el ámbito de la gestión, pero también ofrecen una base sólida para los graduados que quieran profundizar estudios para desarrollar una carrera académica o científica.

●**Universidad de Palermo.** Esta universidad tiene un fuerte componente en ciencias básicas de ingeniería, ciencias aplicadas y técnicas de gestión, encontramos asignaturas con gran intensidad, como:

- ⇒ Las matemáticas
- ⇒ Físicas
- ⇒ Mecánica
- ⇒ Termodinámica
- ⇒ Computación para Ingenieros
- ⇒ Algebra lineal
- ⇒ Química Industrial.

También incluye algunas de interés, como:

- ⇒ Automatismo industrial
- ⇒ Electrotecnia
- ⇒ Instalaciones eléctricas
- ⇒ Maquinas Térmicas
- ⇒ Maquinas Electrónicas
- ⇒ Mecanismos, maquinas y sistemas
- ⇒ Ecología Industrial
- ⇒ Sistemas de Información
- ⇒ Control Automático
- ⇒ Comunicaciones en Ingeniería
- ⇒ Organización, comercialización y administración
- ⇒ Higiene, seguridad y ecología industrial
- ⇒ Gestión del mantenimiento.

Este plan de estudios, tiene un estilo norteamericano, ya que oferta ciencias de humanidades.

•**Universidad Nacional Autónoma de México.** Las asignaturas de ciencias básica de ingeniería, ciencia aplicadas y de gestión podemos encontrar:

- ⇒ Álgebra lineal
- ⇒ Geometría Analítica
- ⇒ Cultura y Comunicación
- ⇒ Cálculo Diferencial
- ⇒ Computación para Ingenieros
- ⇒ Estática
- ⇒ Cálculo Integral
- ⇒ Dibujo Mecánico e Industrial
- ⇒ Química General
- ⇒ Cálculo Vectorial
- ⇒ Cinemática y Dinámica
- ⇒ Termodinámica
- ⇒ Ecuaciones Diferenciales
- ⇒ Ingeniería Industrial y Productividad
- ⇒ Electricidad y Magnetismo
- ⇒ Probabilidad y Estadística
- ⇒ Termofluidos
- ⇒ Literatura Hispanoamericana Contemporánea
- ⇒ Análisis Numérico
- ⇒ Contabilidad Financiera y Costos

- ⇒ Estadística Aplicada
- ⇒ Electrónica Básica
- ⇒ Laboratorio de Máquinas Térmicas
- ⇒ Ingeniería Económica
- ⇒ Mecánica de Sólidos

Un enfoque más hacia las asignaturas propias de la carrera se pueden observar:

- ⇒ Diseño de Sistemas Productivos
- ⇒ Instalaciones Electromecánicas
- ⇒ Procesos de Manufactura
- ⇒ Relaciones Laborales y Organizacionales
- ⇒ Investigación de Operaciones
- ⇒ Sistemas de Mejoramiento Ambiental
- ⇒ Planeación y Control de la Producción
- ⇒ Economía
- ⇒ Instrumentación y Control
- ⇒ Seminario de Ingeniería
- ⇒ Sistemas de Calidad
- ⇒ Recursos y Necesidades de México
- ⇒ Evaluación de Proyectos de Inversión

Las líneas de énfasis a las que dirigen a sus estudiantes son: Producción y Manufactura y Logística y sistemas.

En cuanto a Producción y manufactura, las asignaturas encontradas fueron:

Aire Acondicionado y Refrigeración: El alumno obtendrá el conocimiento teórico y práctico de los principales aspectos con el cálculo y selección de los equipos de aire acondicionado y refrigeración para usos industriales, de confort humano, de conservación de alimentos.

Diseño de Elementos de Máquinas: El alumno desarrollará las habilidades y conocimientos para identificar los diferentes elementos de máquinas, sus formas de operar, su modelo y la selección del criterio de diseño más adecuado en función de su operación. Desarrollará la capacidad de diseñar elementos de máquinas específicos para condiciones dadas y en su defecto, seleccionar elementos comerciales, utilizando información de fabricantes y técnicas de modelado en general.

Máquinas Eléctricas: El alumno explicará teórica y prácticamente el comportamiento de las máquinas eléctricas y podrá seleccionar, adquirir, instalar, usar y mantener el equipo para una industria.

Acústica y Óptica: Que el estudiante comprenda los aspectos fundamentales del comportamiento de la luz y del sonido, adquiriendo suficiente familiaridad con los modelos matemáticos que los describen, a fin de que pueda abordar, en cursos posteriores y en el ejercicio profesional, los problemas relacionados con la generación, la transmisión, la detección y el procesamiento de señales ópticas y acústicas. Asimismo desarrollará la habilidad necesaria para manejar el equipo básico del laboratorio.

Automatización y Robótica: El alumno distinguirá los diferentes elementos involucrados en la automatización de procesos y examinará la factibilidad de automatizar e implantar un sistema productivo u operativo.

Diseño del Producto: El alumno comprenderá el ciclo de desarrollo de producto, la naturaleza multidisciplinaria de un proyecto de desarrollo de producto y desarrollará la habilidad de trabajar en equipos para desarrollar las primeras etapas del ciclo de desarrollo de un producto. Tendrá los fundamentos metodológicos y prácticos para poder trabajar en un proyecto de desarrollo de producto.

Diseño y Manufactura Asistido por Computadora: El alumno conocerá y aplicará las herramientas para el análisis interdisciplinario en el diseño y la manufactura, utilizando las técnicas y tecnologías en CAD-CAM.

Ergonomía: El alumno involucrará a la ergonomía como una herramienta más en el proceso de diseño, la cual le ayudará a evaluar de mejor manera la relación entre usuario y objeto, y conocerá cómo afecta el diseño del segundo a las capacidades y limitaciones del primero.

Fundamentos de Ingeniería Textil: Comprender la importancia de la Industria Textil y del Vestido dentro de las Industrias de transformación, identificando los procesos de producción de los géneros textiles y la aplicación de las teorías para la manufacturación de fibras, hilados, tejidos y prendas de vestir, además, el alumno egresará de la asignatura con la certidumbre del amplio campo que representa para la Ingeniería Industrial el sector textil, además con los conocimientos básicos aplicables de inmediato a este tipo de industria.

Ingeniería Automotriz: El alumno comprenderá los aspectos importantes de ingeniería que se aplican en el diseño de automóviles.

Logística: Los alumnos construirán una visión amplia de la importancia de cada elemento dentro de una cadena global de suministros así como de la lógica de los servicios, distribución y flujo de materiales e información dentro de cada proceso productivo.

Seguridad Industrial: Al término del curso el alumno será capaz de formular diagnósticos situacionales en relación a las condiciones de seguridad e higiene de cualquier entidad económica de manufactura o servicios, así mismo aprenderá a elaborar el plan y programa de Seguridad y Salud Ocupacional, proponiendo las medidas preventivas y correctivas de acuerdo a las normatividad vigente y generales la conciencia de la empatía e importancia de la seguridad del factor humano dentro de todo proceso de producción y la motivación que ésta representa en el incremento de la productividad, además de los costos que los accidentes laborales implican.

Sistemas de Producción Avanzados: El alumno explicará el funcionamiento y utilización de las tecnologías para la manufactura y la información integradas por computadora, las técnicas para el diseño de productos y procesos automatizados, así como la planeación y el control de manufactura de productos.

Temas Selectos de Producción y Manufactura: El alumno adquirirá y aplicará conocimientos especializados y de actualidad del campo de la producción y la manufactura, que se consideren relevantes para su formación profesional.

Matemáticas Avanzadas: El alumno manejará los conceptos fundamentales relacionados con las funciones de variable compleja y el análisis de Fourier, para la resolución de problemas de ingeniería.

Química Aplicada: El alumno conocerá las propiedades, fundamentos, obtención, usos de compuestos y reacciones más importantes en los procesos de la Ingeniería Química.

Sistemas de Manufactura Flexible: El alumno explicará el funcionamiento y utilización de las tecnologías para la Manufactura y la Información Integradas por Computadora, las técnicas para el diseño de productos y procesos automatizados, así como la planeación y el control de manufactura de productos además, el alumno conocerá la importancia de los sistemas flexibles dentro de cualquier empresa y entenderá la importancia y las consecuencias de implantar este tipo de sistemas.

Y en cuanto a la línea de énfasis en Logística y sistemas, las asignaturas son:

Administración: Al finalizar el curso el alumno podrá describir el proceso administrativo en una empresa y será capaz de aplicar sus conocimientos en el análisis de cualquier situación general que presente una de ellas, en particular cuando se trate de planear posibles soluciones a problemas de competitividad basados en tecnología.

Desarrollo Empresarial: El alumno conocerá y aplicará los conceptos de la planeación, la ejecución, la organización, las finanzas, los costos, los estudios

técnicos, los tecnológicos y los aspectos legales que involucran la creación de una empresa desarrollando en los estudiantes el espíritu emprendedor y el criterio empresarial para la formación de empresas tan necesarias para el desarrollo del país.

Logística: Los alumnos construirán una visión amplia de la importancia de cada elemento dentro de una cadena global de suministros así como de la lógica de los servicios, distribución y flujo de materiales e información dentro de cada proceso productivo.

Análisis Financiero: Los alumnos interpretarán estados financieros para tomar decisiones en función de éstos.

Desarrollo de Habilidades Directivas: El alumno usará los conceptos, metodología y herramientas de la administración y desarrollará sus habilidades directivas mediante el método del análisis de casos para que al finalizar el curso entienda la importancia de su comportamiento como líder de un grupo de trabajo y sepa actuar en consecuencia, dentro del ámbito ético y productivo de las empresas.

Envase y Embalaje: El alumno comprenderá la importancia de los procesos de envase y embalaje, tendrá el conocimiento de los diferentes materiales usados en el envase y el embalaje, sus aplicaciones, sus ventajas y desventajas, el reciclado de los materiales y el ahorro de energía que representa. Obtendrá una visión más amplia y actual de un México exportador y de productos con calidad internacional y que además, esté conciente de la importancia del envase y el embalaje en todo tipo de empresas y el costo que significa tanto en el mercado nacional como en el internacional la relación: producto-envase, además de la ingeniería que implica su diseño.

Legislación Industrial: Comprender la importancia de la Propiedad Industrial en el desarrollo de las empresas manufacturadas de bienes y servicios así como la aplicación de la protección jurídica que otorga a la innovación tecnológica y representación de sus productos para que el alumno tenga claros y manifiestos los conceptos y la importancia de éstos en el desarrollo profesional de la ingeniería industrial, y contemplará el efecto multiplicados de la productividad en el ámbito de la propiedad industrial.

Organización Industrial: Que el alumno conozca las diferentes organizaciones industriales y su participación en la economía y del mundo, además, debe crear conciencia sobre la importancia de tener que industrias que no contaminen el ambiente.

Reingeniería de Sistemas: Que el alumno describa la importancia de los cambios radicales e identifique actividades medulares de los procesos productivos para que

puedan ser mejorados de fondo y forma haciendo acopio de la cultura de la rapidez, para poder contender con la fuerte competencia local y globalizada.

Sistemas de Comercialización: El alumno aplicará las técnicas de mercadotecnia necesarias para la investigación, desarrollo y comercialización de un producto o servicio.

Temas Selectos de Logística y Sistemas: El alumno adquirirá y aplicará conocimientos especializados y de actualidad del campo de la logística y de los sistemas, que se consideren para su formación profesional.

Temas Selectos de Filosofía de la Ciencia y de la Tecnología: Ciencia Tecnología y Sociedad: El alumno explicará la naturaleza y el significado de la ciencia y la tecnología en las sociedades modernas, basado en las perspectivas histórica, ética, económica, social, política y cultural.

Encontramos asignaturas optativas muy interesantes, que van encaminadas a las necesidades del sector, como por ejemplo son las específicas de Producción y Manufactura.

- ⇒ Aire Acondicionado y refrigeración,
- ⇒ Fundamentos de la ingeniería Textil,
- ⇒ Ingeniería Automotriz, Acústica y Óptica,
- ⇒ Automatización y robótica,
- ⇒ Sistemas de manufactura flexible.

7.2 ANALISIS DE REFERENTES NACIONALES

Las universidades Colombianas que se escogieron como referente nacional, están justificadas por el reconocimiento académico que tienen en nuestro país, además de ser la mejores universidades en el campo de la Ingeniería Industrial, según estudios realizados por ACOFI y el ICFES, quien este segundo muestra en sus estadísticas de ECAES*, que se encuentran entre los mejores resultados obtenidos por esta evaluación.

Las universidades que se encuentran involucradas en este estudio son:

- Universidad de los Andes
- Universidad Industrial de Santander

* ECAES, Exámenes de Calidad para la Educación Superior en Ingeniería Industrial, este examen se realiza con la colaboración de ACOFI y el ICFES y va dirigido a todos los estudiantes de Educación superior, como evaluador de conocimientos.

- Universidad Nacional
- Universidad Javeriana.

Con el objetivo de apreciar la diferencia entre estas facultades, tomaremos como base las áreas fundamentales estipuladas por ACOFI, en el proyecto “Actualización y modernización del currículo de Ingeniería Industrial”, para llevar a cabo el análisis de intensificación de las asignaturas, estas quedan desglosadas y especificadas de la siguiente manera:

Tabla 12. Descripción de áreas de conocimiento, según ACOFI.

AREAS FUNDAMENTALES	ESPECIFICACION DE LAS AREAS
Área de ciencias básicas	<ul style="list-style-type: none"> - Matemáticas. - Álgebra lineal. - Cálculo infinitesimal. - Física. - Química. - Educación gráfica. - Informática. - Estática. - Dinámica - Resistencia de materiales. - Electricidad y electrónica. - Ciencias ambientales. - Ciencias sociales. - Introducción a la ingeniería industrial.
Áreas de ciencias de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> - Termodinámica. - Electricidad y electrónica. - Materiales. - Mecánica de fluidos. - Probabilidades y estadística. - Muestreo y diseño de experimentos. - Programación lineal y flujos en redes. - Investigación de operaciones. - Investigación tecnológica. - Circuitos y máquinas eléctricas. - Procesos químicos industriales. - Análisis sistémico de plantas industriales. - Teoría general de sistemas. - Ecosistemas.
Área profesional o Especialización	<ul style="list-style-type: none"> - Producción. - Estudio de tiempos y métodos. - Diseño de sistemas de producción. - Control de producción y de inventarios. - Sistemas de manufactura flexible. - Control de calidad.

	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad total. - Planificación y programación de la producción. - Taller de producción. - Simulación de sistemas productivos. - Procesos industriales. - Diseño de plantas. - Investigación y sistemas. - Administración y gerencia. - Gestión de recursos humanos. - Salud y seguridad industrial. - Economía. - Microeconomía. - Macroeconomía. - Ingeniería económica. - Contabilidad general. - Contabilidad de costos. - Gestión financiera. - Gestión comercial. - Legislación laboral y comercial. - Teoría de sistemas. - Procesos cuantitativos. - Sistemas expertos. - Proyectos. - Taller de estudios de factibilidad. - Taller de optimización. - Taller de finanzas. - Seminarios. - Gestión estratégica. - Automatización. - Simulación. - Ergonomía. - Juego de negocios. - Métodos de predicción para proyectos. - Control de gestión. - Proyecto de grado.
Área socio-humanística	Ética, Humanidades, Técnicas de la comunicación, Comunicación Oral y escrita.
Asignaturas Extracurriculares	Idiomas, Constitución política, deportes

Fuente: Actualización y modernización del currículo de Ingeniería Industrial. Santafé de Bogotá DC: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior-ICFES-, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-, Santafé de Bogotá: 1996. 35-37 p.

Ahora se analizara el énfasis que cada una de estas universidades da a estas áreas del conocimiento.

Tabla 13. Intensificación de las áreas de conocimiento.

AREAS	JAVERIANA	LOS ANDES	SANTAND.	NACIONAL	UAO
Área de ciencias básicas	30%	30%	23%	29%	30%
Áreas de aplicación	26%	19%	22%	19%	18%
Área profesional	30%	35%	44%	43%	35.5%
Área socio-humanística	7%	8%	3%	5%	7%
Asignaturas Extracurriculares	7%	6%	8%	5%	8.5%

Como se puede apreciar, casi todas las universidades tienen un porcentaje similar en las diferentes áreas de conocimiento, en el área de aplicación a la ingeniería, la javeriana es quien posee un mayor énfasis con un 26%, en el área humanística la Universidad Industrial de Santander es quien menos aplicación muestra con un 3%, pero a su vez es la que mas se enfoca en el área profesional con un 35% con mucha similitud se encuentra la Universidad Nacional quien dedicado un porcentaje del 33%, las asignaturas extracurriculares de los Andes es bastante amplia, no se refleja la diferencia en la tabla anterior, por que este no tiene incluido en el plan de estudios asignaturas como Ingles, mientras que las otras universidades, cargan mas o menos 10 créditos para esta materia.

La universidad Autónoma de Occidente, es quien menos participa en el Área de ciencias aplicadas, con un 18%, en el Área profesional si encontramos similitud con las otras universidades nacionales, ya que tiene un 35.5%, aquí en esta se incluyen las electivas, en el área de ciencias básicas su participación es del 30%. En la siguiente tabla, las áreas de conocimiento de la UAO se pueden observar minuciosamente según su participación.

Tabla 14. Intensificación de áreas de la universidad autónoma de occidente

AREA DE CIENCIAS BASICAS	MATEMATICAS	16	30%
	FISICAS	12	
	QUIMICA	3	
	ALGEBRA	3	
	DISEÑO BASICO	3	
	INFORMATICA Y DISEÑO BASICO	9	
	INTRODUCCION A LA INGENIERIA	9	
	AREAS DE CIENCIAS APLICADAS	PROCESOS Y MATERIALES PROCESOS INDUSTRIALES PENSAMIENTO SISTEMICO SALUD OCUPACIONAL ESTADISTICA INVESTIGACION OPERACIÓN GESTION TECNOLOGICA	
AREA PROFESIONAL	FINANZAS Y ECONOMIA SIMULACION GESTION DE LA CALIDAD INGENIERIA DE METODOS GESTION DE OPERACIONES SISTEMAS INTEGRADOS DISEÑO DE PLANTA LOGISTICA SEMINARIO DE INVESTIGACION PROYECTO DE GRADO GERENCIA DE PROYECTOS ELECTIVAS	12 3 4 4 6 3 3 3 3 4 4 4 18	35.5%
HUMANISTICA Y EXTRACURRICULARES	HUMANIDADES INGLES	12 15	16.5%
TOTAL		175	100%

7.2.1 Análisis de los contenidos académicos. Se comentara de cada una de las Universidades analizadas, acerca de su flexibilidad académica o líneas de énfasis relevantes que se observaron en cada uno de los planes de estudio.

•**Universidad Javeriana.** En este plan de estudios, existen tres líneas de énfasis, que son: Procesos y ergonomía, Operaciones y Calidad e ingeniería y medio ambiente. Además de esto ofrecen a sus estudiantes un componente, llamado Opción Complementaria, el cual esta conformado por asignaturas ofrecidas por otras carreras de la Universidad, que el educando escoge para complementar su formación, estos créditos que son 12 en total, pueden servir para obtener un segundo título.

Entre las asignaturas de ciencias básicas de ingeniería podemos encontrar:

- ⇒ Cinemática y dinámica,
- ⇒ Térmica y Ondas,
- ⇒ Electricidad y Magnetismo.

En la línea de énfasis de Procesos y Ergonomía, hallamos asignaturas como:

- ⇒ Introducción a las ciencias Ambientales,
- ⇒ Ingeniería del Medio Ambiente,
- ⇒ Ingeniería y Sostenibilidad y
- ⇒ Eficiencia Energética.

Operaciones y Calidad, esta compuesta por las siguientes materias:

- ⇒ Análisis Estadísticos de los Sistemas de Producción,
- ⇒ Técnicas Modernas de Operación,
- ⇒ Sistemas Avanzados de Producción y
- ⇒ Tecnologías de Integración y programación.

Y por ultimo, Procesos y Ergonomía, se conforma de las asignaturas:

- ⇒ Localización y Distribución de Planta,
- ⇒ Procesos Industriales,
- ⇒ Ergonomía y
- ⇒ Salud Ocupacional.

•**Universidad de los Andes.** Cuenta con unos cursos llamados, Ciclo Básico Uniandino, los cuales han sido diseñados para estudiantes de todas las carreras y ofrecen elementos educativos distintos a los de formación básica y profesional, estos incluyen la lectura, análisis y apreciación de fuentes primarias, el estímulo a las discusión crítica y elaboración de ensayos por parte de los estudiantes. Las

áreas que abordan este curso son: Artes y humanidades, ciencias sociales, ciencia y tecnología. El estudiante desde el primer semestre tiene la opción de elegir según sus prioridades, entre las materias propuestas por la universidad. Los semestres 1, 2, 6 y 7, su plan de estudios tiene asignaturas de libre elección del ciclo básico uniandino. La flexibilidad en el plan de estudios de los Andes es notoria, puesto que además de esto, da libertad al estudiante para elegir, entre las diversas ciencias básicas de ingeniería existentes, áreas de aplicación y las de formación profesional. En el tercer semestre por ejemplo tiene asignado 3 créditos a Electiva en bioquímica, que esta compuesta por las siguientes asignaturas:

- ⇒ Biología de organismos,
- ⇒ Ecología para no biólogos,
- ⇒ Química,
- ⇒ Laboratorio de química y
- ⇒ Biología celular

A partir del 5 semestre se puede apreciar que da opción al estudiante que elija las ciencias básicas de Ingeniería, entre estas están propuestas:

- ⇒ Materiales I
- ⇒ Termodinámica
- ⇒ Modelaje de Sistemas Dinámicos
- ⇒ Mecasólidos I
- ⇒ Mecánica de Fluidos
- ⇒ Fundamentos de Circuitos
- ⇒ Dinámica
- ⇒ Termoquímica 1
- ⇒ Fundamentos de Sistemas Digitales
- ⇒ Fundamentos de Ciencias de la Computación
- ⇒ Herramientas de deducción formal
- ⇒ Arquitectura del Computador y Programación del Sistema
- ⇒ Estequiometría Procesos Industriales
- ⇒ Análisis Numérico
- ⇒ Ciencia de Materiales
- ⇒ Mecánica de Sólidos Rígidos
- ⇒ Estática
- ⇒ Fundamentos de Procesos Industriales

Su altísima flexibilidad permite ahondar en las áreas que el estudiante elija sin que esto signifique una debilidad en su capacidad integral; de hecho la habilidad de desenvolverse en campos de muy diversa índole es una de las fortalezas más reconocidas del ingeniero industrial Uniandino. Durante el ciclo profesional, el estudiante profundiza su formación profesional de acuerdo con las áreas de su

interés. Tiene la posibilidad de tomar 18 créditos del área mayor y 9 créditos en el área menor, esto lo encontramos en los últimos semestres, y estas áreas están divididas en:

Tabla 15. Asignaturas de área mayor de la Universidad de los Andes.

ÁREA MAYOR	Tomará...
<u>Gestión de organizaciones</u>	INTRODUCCIÓN AL PENSAMIENTO SISTÉMICO, SISTEMAS PÚBLICOS, ESTRATEGIA EMPRESARIAL, electiva
<u>Investigación de operaciones y estadística</u>	FLUJO EN REDES, MODELOS LINEALES ESTADÍSTICOS, electiva, trabajo de grado.
<u>Producción y tecnología</u>	FUNDAMENTOS DE LA CALIDAD, GERENCIA DE PRODUCCIÓN, GERENCIA DE LA TECNOLOGÍA, electiva, trabajo de Grado.

Tabla 16. Asignaturas de área menor de la Universidad de los Andes.

ÁREA MENOR	Tomará...
<u>Gestión de organizaciones</u>	El estudiante que elija esta área como menor, puede escoger entre tres cursos cualquiera, dictados en esta área.
<u>Investigación de operaciones y estadística</u>	FLUJO EN REDES, MODELOS LINEALES ESTADÍSTICOS y electiva.
<u>Producción y tecnología</u>	FUNDAMENTOS DE LA CALIDAD, GERENCIA DE PRODUCCIÓN, GERENCIA DE LA TECNOLOGÍA.
<u>Economía y finanzas</u>	FINANZAS y electiva.

Los objetivos primordiales de estas áreas son:

Gestión de organizaciones: El objetivo del área de organizaciones es generar y formar conocimiento acerca del entendimiento, diseño y gestión en las organizaciones. Este objetivo se llevará a cabo desde un enfoque enfatizando lo sistémico y lo constructivista. Un estudiante que ha cursado la profundización en organizaciones debe ser capaz de diseñar, hacer, liderar y participar en procesos de entendimiento o diagnóstico, diseño y cambio en organizaciones.

El área ofrece el curso de Introducción a Ingeniería Industrial y dos cursos obligatorios de la carrera, los cuales son Fundamentos de Organizaciones y Dinámica de Sistemas. Los estudiantes que eligen esta profundización deben tomar las materias de Introducción al Pensamiento Sistémico, Estrategia Empresarial y Sistema Públicos como materias obligatorias del área, posteriormente los estudiantes deberán elegir tres materias opcionales para finalizar su profundización.

Entre estas materias electivas se encuentran; Relaciones Industriales, Modelos de Desarrollo, Negociación Colectiva y algunas materias de la maestría que pueden ser tomadas por los alumnos de pregrado.

Investigación de operaciones y estadística: Esta área tiene como objetivo fortalecer y explotar las destrezas de análisis y síntesis de los estudiantes, quienes serán capaces de comprender, analizar y manejar herramientas cuantitativas, desarrollando una alta capacidad de modelaje matemático.

Conceptos básicos en Ingeniería, tales como probabilidad, optimización y modelare matemático, son complementados en los cursos ofrecidos con aplicaciones en temas de cuantificación y manejo de riesgo, manejo de incertidumbre, análisis de datos, jerarquizacion y toma de decisiones, definición y construcción de estrategias.

Producción y tecnología: El área de Producción y Tecnología se busca inculcar a los estudiantes conocimiento que les haga capaces de modelar procesos productivos. Enfocándose en los puntos de vista de gestión, análisis, control y dirección de los mismos. El área de producción está centrada en el análisis, diseño, e implementación de modelos matemáticos, filosofías y herramientas computacionales dentro de los modelos de producción, teniendo en cuenta las restricciones de calidad y productividad impuestas por un contexto de mercado y competencia. En los temas tratados en las diferentes materias del área, se busca un proceso constante de retroalimentación aplicado a la solución de problemas reales de los diversos sectores productivos.

•**Universidad Industrial de Santander.** Esta universidad tiene un peso importante en las áreas profesionales, incluso dentro de sus asignaturas electivas encontramos muchas de estas, que están incluidas como obligatorias en los planes de estudio de las otras universidades.

Entre las asignaturas de ciencias básicas, además de las matemáticas, físicas, y químicas, vemos algunas como:

- ⇒ Electricidad
- ⇒ Electrónica
- ⇒ Geometría descriptiva
- ⇒ Ciencia de los materiales
- ⇒ Termodinámica
- ⇒ Mecánica Analítica
- ⇒ Biología para Ingenieros
- ⇒ Estructuras computacionales.

Las asignaturas de gestión y profesionales son:

- ⇒ Procesos Industriales
- ⇒ Fenómenos de Transporte
- ⇒ Investigación de Operaciones
- ⇒ Estadísticas
- ⇒ Dirección de Procesos
- ⇒ Análisis de Procesos
- ⇒ Sistemas de Información
- ⇒ Salud Ocupacional
- ⇒ Talento humano
- ⇒ Diseño de sistemas productivos
- ⇒ Dirección Empresarial.

Entre las Electivas, se nombraran algunas como por ejemplo:

- ⇒ Técnicas Modernas de Optimización
- ⇒ Creación de Empresas
- ⇒ Finanzas corporativas
- ⇒ Sistemas Flexibles de Manufactura
- ⇒ Sistemas de Compensación
- ⇒ Seminarios de competencias laborales
- ⇒ Gerencia de mercadeo
- ⇒ Logística Integral
- ⇒ Mercado de Capitales
- ⇒ Habilidades gerenciales
- ⇒ Gestión ambiental
- ⇒ Auditoria de sistemas
- ⇒ Gerencia de la Información
- ⇒ Comercio exterior
- ⇒ Gestión Tecnológica

•**Universidad Nacional.** No existe alguna particularidad en este plan de estudios, igual que los anteriores tiene áreas de profundización y electivas, la marca de diferencia que se aprecia en el aprendizaje que proporciona la Universidad Nacional, es el fomento a la investigación. Este centro cuenta con un grupo de investigación amplio, con varios proyectos de Ingeniería Industrial.

En este plan de estudios, se puede observar cierta inflexibilidad para el estudiante, pues existe obligatoriedad de aprobar asignaturas muy lineales para pasar de semestre. Algunas materias de áreas de aplicación y profesional, que se pueden mencionar son:

- ⇒ Gerencia de Recursos Humanos,
- ⇒ Investigación de mercados,
- ⇒ Análisis y diseño de sistemas de información y
- ⇒ Formulación y Evaluación de Proyectos.

7.3 ANALISIS DE UNIVERSIDADES

En general se pueden distinguir en los programas de formación profesional en ingeniería industrial ofrecidos en el país los tres ciclos de formación: formación en ciencias, formación en ciencias básicas de ingeniería y formación profesional.

En el ciclo de formación en ciencias se encuentra una gran convergencia en los cursos ofrecidos en matemáticas y física (algunos programas ofrecen cursos de otras ciencias, tales como química o biología). Con respecto a la formación en ciencias básicas de ingeniería se tienen en común los cursos de probabilidad, estadística y sistemas de información.

Si bien en todos los programas ofrecen asignaturas de ciencias básicas de la ingeniería, donde se encuentra una gran diversidad y heterogeneidad en dichas asignaturas; así, se encuentran cursos en termodinámica, fluidos, electricidad, electrotecnia, estática, dinámica, mecanismos, resistencia de materiales, procesos, máquinas-herramientas, entre otros.

En el ciclo de formación profesional, se comparten varias asignaturas de fundamentación contable, económica y financiera, de optimización e investigación de operaciones, de formación socio-humanística; se identifican así mismo algunos enfoques o énfasis en algunos de los programas de estudio entre los que se encuentran producción, económico financiero, organizaciones y enfoque sistémico, entre otros.

Entre los temas objeto de trabajo investigativo en ingeniería industrial y que denotan una tendencia en la formación investigativa en la profesión se incluyen: productividad y competitividad, logística, modelación matemática aplicada a la solución de problemas organizacionales y de producción. Se reitera que hay muchos otros intereses investigativos en las instituciones que ofrecen el programa, asociados en muchas ocasiones a otros campos de conocimientos y otras disciplinas y en función de los recursos disponibles para hacer investigación, por lo que los temas anteriormente mencionados no pretenden ser exhaustivos en materia de investigación en ingeniería industrial en el país.

La formación en ingeniería industrial está orientada no solamente al desempeño de los egresados en la industria manufacturera, sino también y cada vez con mayor fuerza al desempeño en el sector de servicios y en otros sectores diversos. Los conceptos de la formación son perfectamente aplicables y transferibles a estos sectores de la economía y así lo demuestra el creciente número de egresados que se desempeñan en ellos.

Entre las tendencias identificables actualmente y que determinan la formación en ingeniería industrial y el posterior desempeño de los egresados se encuentran, entre las más importantes, las siguientes:

- El enfoque hacia las tecnologías de información.
- La aplicación y conocimiento amplio de herramientas y filosofías avanzadas referentes a la ingeniería industrial.
- Enfoque hacia la gestión tecnológica y la gestión del conocimiento, esta dirección la consideran sobre todo las universidades internacionales.
- Aplicación de ergonomía para el diseño de puestos de trabajo.
- Enfoque hacia la integración de la gente con tecnología, el cual se encuentra presente sobre todo en las universidades internacionales.

8. ANALISIS DEL SECTOR EMPRESARIAL

8.1 CONTEXTO GLOBAL

Las últimas tres décadas han traído consigo un significativo cambio de la estructura productiva mundial y en el equilibrio del poder internacional. Cuatro grandes tecnologías están transformando el panorama internacional: la biotecnología, la nanotecnología, los nuevos materiales y las tecnologías de la información y la comunicación. La denominada economía del conocimiento divide al mundo en grupos de países según su infraestructura y nivel de investigación y desarrollo, así como por su capacidad para aplicar el conocimiento en procesos productivos y la resolución de problemas sociales. Tres hechos convergentes caracterizan esta economía: primero, un deterioro global de los mercados de materias primas; segundo, un creciente desempleo masivo de la fuerza de trabajo con baja capacidad técnica; y por último, un tránsito de una economía de bienes a una de servicios de alto valor agregado.

La tendencia mundial a la competitividad y globalización aunada a los constantes cambios en los ámbitos sociales, económicos y tecnológicos, entre otros, que caracterizan el medio ambiente dinámico por el que pasa nuestra sociedad, hacen necesario que las organizaciones busquen nuevas opciones y formas de operar que les permita optimizar la utilización de los recursos, de tal manera que puedan ofrecer bienes y/o servicios al mercado mundial y así lograr los objetivos que persigue, tales como generar riqueza, tener un crecimiento sostenido, ser líderes en su área, implementar su participación en los mercados globales y contribuir al desarrollo de la sociedad.

Se pretende identificar continuamente las necesidades de actualización profesional que requieren los ingenieros industriales en su desempeño profesional, para ser cubiertas por nuevos cursos o adaptación de contenidos ya existentes. La modernización de la economía implica crear nuevas fuentes de desarrollo y fortalecer las existentes en áreas, como la industria Química, Metálica, bienes de capital, agroindustria petroquímica, plásticos, biotecnología, entre otras.

Frente a la globalización de los mercados se requiere establecer unos criterios claros de competitividad y para ello debemos tener en cuenta entre otros¹¹:

- Innovación permanente.
- Sistemas nuevos de producción.

¹¹ Actualización y modernización del currículo de Ingeniería Industrial. Op. cit., p. 57.

- Mejoramiento continuo de procesos.
- El Manejo logístico es fundamental.
- Mejoramiento y control de calidad.
- Flexibilidad en los equipos y cambios de proceso.
- Gran flexibilidad en los productos y servicios.
- Gestión de tecnología en las empresas.
- Hoy día se venden servicios, no productos.
- Producción sostenible.
- La producción es cada vez más intensiva en conocimientos.

8.2 CONTEXTO NACIONAL

Según el DANE, el crecimiento real de la economía colombiana en el 2006 fue de 6.83%, el registro más alto desde 1978 y alcanza el pico más alto de la fase expansiva iniciada en 2003. Dicha expansión se ha caracterizado por altos niveles de confianza de inversionistas y consumidores, por aumentos en la productividad y la capacidad de oferta, así como un poderoso efecto del canal de crédito en la demanda interna y el fortalecimiento de la economía mundial con el impacto positivo sobre la demanda externa.

El crecimiento económico se sustentó en la dinámica de la demanda que registró un incremento del 9.81% y que fue impulsada principalmente por la formación bruta de capital con crecimiento real del 26.93%. El consumo exhibió un excelente dinamismo respecto de años anteriores y creció el 5.53%. La variación de las exportaciones fue de 7.80%. Por el lado de la oferta, el PIB con cultivos ilícitos aumentó el 6.83%, en tanto que las importaciones tuvieron un incremento del 20.76%. Según las ramas de actividad económica, las mayores contribuciones al crecimiento del PIB se observaron en¹²:

- La industria manufactura, 1.60 puntos,
- Comercio, servicios de reparación, restaurantes y hoteles, 1.28 puntos
- Construcción 0.82%. Este sector registró la tasa de crecimiento más alta con una variación interanual del 14.64%

A continuación observaremos los comportamientos de la Industria en Colombia, con el fin de consolidar este proyecto hacia un enfoque donde la Ingeniería Industrial debe adaptarse para cumplir con los requerimientos de la nación.

¹² Boletín PIB 22 de junio 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 archivo de computador.

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Anual Manufacturera, en el año 2007 del DANE, la industria nacional estaba constituida por 7.519 establecimientos industriales, que ocuparon un total de 587.615 personas, en la siguiente tabla se dividirán las encuestas realizadas por departamento.

Tabla 17. Total encuestados divididos por departamentos.

Departamentos	Número de Establecimientos	Total personal ocupado
TOTAL	7.524	587.630
Antioquia	1.393	142.315
Atlántico	356	34.363
Santafé de Bogotá, D.C.	2.806	186.534
Bolívar	117	12.216
Boyacá	54	5.606
Caldas	173	14.642
Caquetá	4	127
Cauca	105	9.710
Cesar	31	2.188
Córdoba	27	2.894
Cundinamarca	336	39.823
Huila	51	1.824
La Guajira	3	24
Magdalena	49	2.016
Meta	50	3.286
Nariño	61	1.748
Norte de Santander	138	4.322
Quindío	59	1.798
Risaralda	171	15.754
Santander	346	15.685
Sucre	12	432
Tolima	115	6.698
Valle	1.052	83.265
Otros departamentos	15	360

Fuente: Encuesta Anual de Manufactura 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 archivo de computador.

8.2.1 Grupos industriales en Colombia. En relación a los establecimientos encuestados, los grupos industriales con mayor participación en Colombia, se pueden observar en la siguiente tabla, como se ve, la Fabricación de prendas de

vestir, excepto prendas de piel, son las industrias que mas se encuentran en nuestro país, los grupos industriales con mayor numero de establecimientos están resaltados, cuando estos conforman mas de 200 empresas.

Tabla 18. Grupos industriales en Colombia.

GRUPOS INDUSTRIALES	Numero de Establecimientos
TOTAL NACIONAL	7 524
Producción, transformación y conservación de carne y pescado	173
Elaboración de frutas, legumbres, hortalizas, aceites y grasas	117
Elaboración de productos lácteos	144
Elaboración de productos de molinería, de almidones y productos derivados del almidón y alimentos preparados para animales	225
Elaboración de productos de panadería, macarrones, fideos, alcuzczuz y productos farináceos similares	465
Elaboración de productos de café	113
Ingenios, refinerías de azúcar y trapiches	28
Elaboración de otros productos alimenticios	152
Elaboración de bebidas	136
Fabricación de productos de tabaco	7
Preparación e hilatura de fibras textiles	20
Tejedura de productos textiles	50
Acabado de productos textiles no producidos en la misma unidad de producción	58
Fabricación de otros productos textiles	137
Fabricación de tejidos y artículos de punto y ganchillo	89
Fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel.	805
Curtido y preparado de cueros	43
Fabricación de calzado	236
Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano, y artículos similares; fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería	73
Aserrado, acepillado e impregnación de la madera	56
Fabricación de hojas de madera para enchapado; fabricación de tableros contrachapados, tableros laminados, tableros de partículas y otros tableros y paneles	13

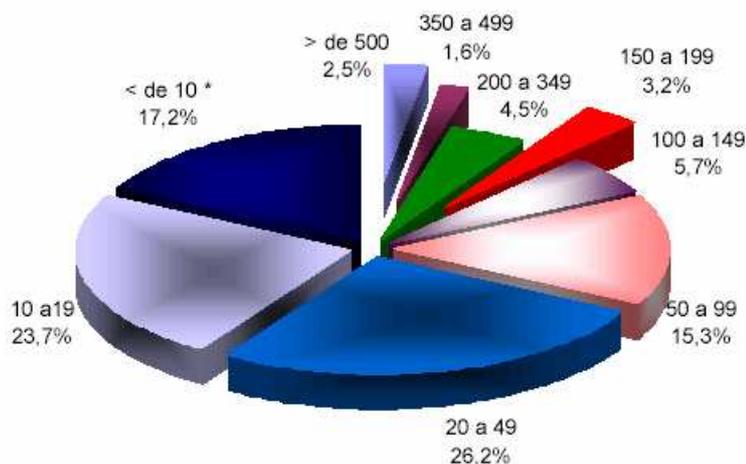
Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones	28
Fabricación de recipientes de madera	18
Fabricación de otros productos de madera; fabricación de artículos de corcho, cestería y espartería	19
Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón	259
Actividades de edición	116
Actividades de impresión	274
Actividades de servicios relacionadas con las de impresión	31
Fabricación de productos de la refinación del petróleo	37
Fabricación de sustancias químicas básicas	148
Fabricación de otros productos químicos	494
Fabricación de productos de caucho	83
Fabricación de productos de plástico	497
Fabricación de vidrio y de productos de vidrio	58
Fabricación de productos minerales no metálicos ncp	330
Industrias básicas de hierro y de acero	104
Industrias básicas de metales preciosos y de metales no ferrosos	39
Fabricación de productos metálicos para uso estructural, tanques, depósitos y generadores de vapor	162
Fabricación de otros productos elaborados de metal y actividades de servicios relacionados con el trabajo de metales	308
Fabricación de maquinaria de uso general	204
Fabricación de maquinaria de uso especial	180
Fabricación de aparatos de uso doméstico ncp	28
Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos	37
Fabricación de aparatos de distribución y control de la energía eléctrica	29
Fabricación de hilos y cables aislados	10
Fabricación de acumuladores y de pilas eléctricas	11
Fabricación de lámparas eléctricas y equipo de iluminación	38
Fabricación de otros tipos de equipo eléctrico ncp	33
Fabricación de tubos y válvulas electrónicas y de otros componentes electrónicos	9

Fabricación de transmisores de radio y televisión y de aparatos para telefonía y telegrafía	4
Fabricación de receptores de radio y televisión, de aparatos de grabación y de reproducción del sonido o de la imagen, y de productos conexos	6
Fabricación de aparatos e instrumentos médicos y de aparatos para medir, verificar, ensayar, navegar y otros fines, excepto instrumentos de ópticas	44
Fabricación de instrumentos ópticos y de equipo fotográfico	10
Fabricación de vehículos automotores y sus motores	17
Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques	69
Fabricación de partes, piezas y accesorios (autopartes) para vehículos automotores y para sus motores	104
Construcción y reparación de buques y de otras embarcaciones	8
Fabricación de aeronaves y de naves espaciales	8
Fabricación de otros tipos de equipo de transporte ncp	29
Fabricación de muebles	331
Industrias manufactureras ncp	170

Fuente: Encuesta Anual de Manufactura 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 archivo de computador.

8.2.2 Distribución por escala de personal. En relación con el tamaño de los establecimientos, determinado por el número de personas ocupadas, el 82,4% empleaba menos de 100 personas; 15,1% entre 100 y 500 y, solo el 2,5% más de 500 personas ocupadas.

Grafica 1. Distribución de los establecimientos por escala de personal.



Se incluyen establecimientos industriales que teniendo menos de 10 personas ocupadas, presentan una producción igual o superior a 115.5 millones de pesos en el 2006.
Fuente: Encuesta Anual de Manufactura 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 archivo de computador.

8.2.3 Áreas metropolitanas. Con el fin de especificar, las ciudades o pueblos donde se encuentra mayor concentración industrial, las áreas metropolitanas que en adelante se mencionaran están distribuidas de la siguiente manera:

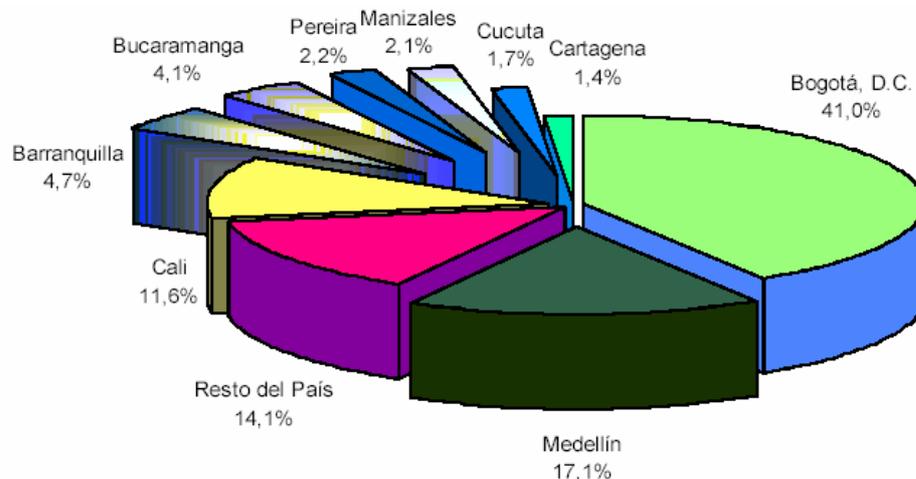
Tabla 19. Áreas metropolitanas.

Áreas metropolitanas
Barranquilla - Soledad - Malambo - Puerto Colombia
Bogotá, D.C. – Tocancipá - Soacha - Mosquera - Cajicá - Sopó - Madrid - Funza- Chía - Sibaté - Cota - Facatativá - La Calera - Zipaquirá - Gachancipá - Bojacá - Tabio
Bucaramanga – Girón - Floridablanca - Piedecuesta
Cali – Yumbo – Jamundí - Palmira
Cartagena
Manizales – Chinchiná - Villamaría - Neira - Palestina
Medellín - Itagüí - Envigado - Bello - Sabaneta - Girardota – La Estrella – Copacabana - Barbosa - Caldas
Pereira – Santa Rosa de Cabal- Dosquebradas

Fuente: Encuesta Anual de Manufactura 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 archivo de computador.

8.2.4 Distribución de los establecimientos por área metropolitana. De acuerdo con la ubicación geográfica de los establecimientos manufactureros, el 69,6% de estos estaba instalado en las áreas metropolitanas de Bogotá D.C. (41,0%), Medellín (17,1%) y Cali (11,6%); el 16,3% se concentró en: Barranquilla (4,7%), Bucaramanga (4,1%), Pereira (2,2%), Manizales (2,1%), Cúcuta (1,7%) y Cartagena (1,4%). El restante 14,1% de los establecimientos se localizaron en otras regiones del país.

Grafica 2. Distribución de los establecimientos por área metropolitana.



Fuente: Encuesta Anual de Manufactura 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 archivo de computador.

8.2.5 Grupos industriales con mayor participación. Las actividades industriales a las cuales se dedicaron principal o exclusivamente los 7.519 establecimientos manufactureros investigados, se pudo establecer que de ellos estaba concentrado en la producción de Prendas de vestir (10,71%); Productos de plástico (6,60%); Otros productos químicos (6,57%); Productos de panadería, macarrones, fideos, alcuizuz y productos farináceos (6,18%); Productos minerales no metálicos (4,43%); Muebles (4,39%); Otros productos elaborados de metal (4,07%); Actividades de impresión (3,55%); Papel y cartón (3,46%); Calzado (3,13%); Molinería, almidones, derivados del almidón y alimentos preparados para animales (3,01%); Maquinaria de uso general (2,74%); Maquinaria de uso especial (2,35%) y Transformación y conservación de carne y pescado (2,30%). El 36,5% restante corresponde a otros grupos de industriales con menor participación, inferior a un 2%.

Tabla 20. Grupos industriales con mayor participación.

Descripción	Part. %
Prendas de vestir	10,71
Productos de plástico	6,60
Otros productos químicos	6,57
Productos de panadería, macarrones, fideos, alcuzczuz y productos farináceos	6,18
Productos minerales no metálicos	4,43
Muebles	4,39
Otros productos elaborados de metal	4,07
Actividades de impresión	3,55
Papel y cartón	3,46
Calzado	3,13
Molinería, almidones, derivados del almidón y alimentos preparados para animales	3,01
Maquinaria de uso general	2,74
Maquinaria de uso especial	2,35
Transformación y conservación de carne y pescado	2,30

Fuente: Encuesta Anual de Manufactura 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 archivo de computador.

8.2.6 Grupos industriales por producción bruta. La producción bruta industrial de los grupos industriales, fueron distribuidos de la siguiente manera: fabricación de productos de la refinación del petróleo (11,2%); otros productos químicos (8,5%); elaboración de bebidas (5,6%); molinería, alimentos, almidones y derivados del almidón y alimentos preparados para animales (5,2%); industrias básicas de hierro y acero (4,8%); sustancias químicas básicas (4,7%); productos plásticos (4,6%); Papel y cartón (4,5%); productos minerales no metálicos (4,0%); prendas de vestir (3,6%); elaboración de productos lácteos (3,6%); producción, transformación y conservación de carne y pescado (3,3%), Vehículos automotores y sus motores (3,2%) y otros productos alimenticios (3,1%). El 30,1% restante corresponde a otros grupos con una participación despreciable.

Tabla 21. Grupos industriales con mayor participación por producción bruta.

Descripción	Part. %
fabricación de productos de la refinación del petróleo	11,2
otros productos químicos	8,5
elaboración de bebidas	5,6
molinería, alimentos, almidones y derivados del almidón y alimentos preparados para animales	5,2
industrias básicas de hierro y acero	4,8
sustancias químicas básicas	4,7
productos plásticos	4,6
Papel y cartón	4,5
productos minerales no metálicos	4,0
prendas de vestir	3,6
elaboración de productos lácteos	3,6
producción, transformación y conservación de carne y pescado	3,3
Vehículos automotores y sus motores	3,2
otros productos alimenticios	3,1

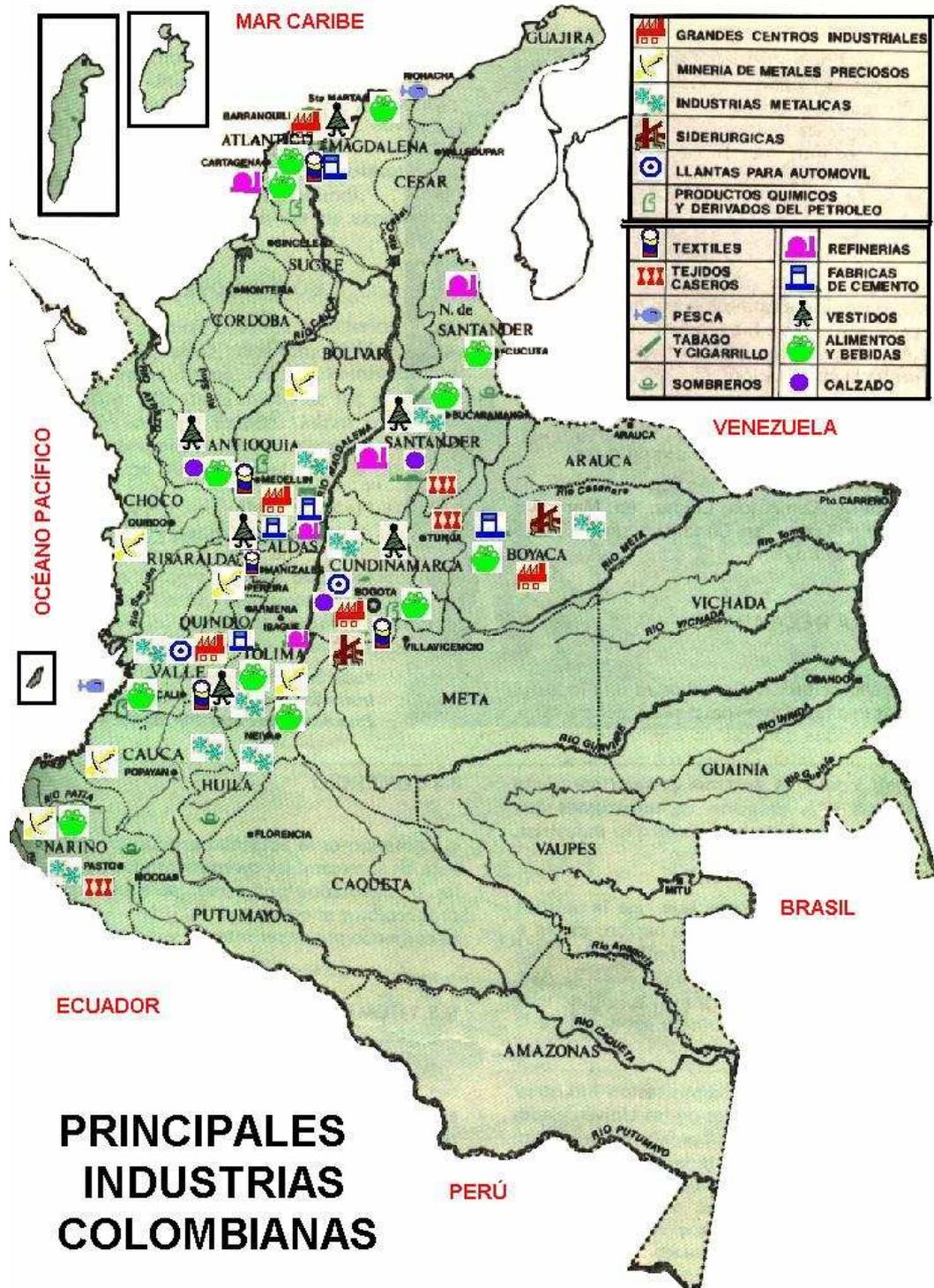
Fuente: Encuesta Anual de Manufactura 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 archivo de computador.

Geográficamente, el 68,7% de la producción bruta industrial se manufacturó en establecimientos ubicados en las áreas metropolitanas de Bogotá D.C. (29,2%), Medellín (15,1%), Cali (11,0%), Cartagena (7,8%) y Barranquilla (5,6%).

8.3 PRINCIPALES INDUSTRIAS DE COLOMBIA

A nivel de resumen de los datos anteriormente vistos en cada zona de país, y como referente al crecimiento del mismo, se verán algunas de los sectores industriales que más se encuentran primando en Colombia

Figura 1. Principales industrias de Colombia.



En Colombia, como en casi todo el mundo, las industrias se establecen en lugares próximos a las zonas donde hay materias primas, en los que se dispone de fuentes de energía y desde los cuales las comunicaciones son fáciles. Se distinguen varias regiones industriales:

8.3.1 Zona industrial de Bogotá. Comprende la zona de Bogotá, Distrito Capital, Soacha, Madrid, Mosquera, Sopó, La Calera y Zipaquirá. Produce principalmente textiles, cueros, electrodomésticos, productos químicos y farmacéuticos, bebidas, papel, automotores, llantas, vidrios, loza y lácteos. Cuenta con buenas plantas de energía hidroeléctrica y excelentes comunicaciones. Su numerosa población proporciona dirección técnica y mano de obra a las plantas fabriles, al tiempo que es gran consumidora de los elementos que produce.

8.3.2 Zona industrial de Medellín. Con su área en Medellín, Bello, Envigado, La Estrella y Copacabana. Sobresale en esta zona la producción de textiles, pinturas, plástico y confecciones. Es la región que cuenta con más centrales hidroeléctricas, debido a los numerosos saltos de agua de sus ríos. Centro de una gran zona agrícola y de pastoreo, la comarca circundante es famosa por el café, la gran riqueza colombiana.

8.3.3 Zona industrial de Cali. Comprende Cali, Palmira, Yumbo y Buga; se distingue por la industria azucarera, química farmacéutica, papel, calzado y confecciones. Cuenta con plantas hidroeléctricas y termoeléctricas y es un gran centro de comunicaciones. Buenaventura, a 140 km, es un puerto marítimo importante del país y está muy ligado a la prosperidad industrial de Cali.

8.3.4 Zona industrial de Barranquilla. Situada cerca del mar. Comprende las factorías de Barranquilla cuyos principales productos son las grasas, pinturas, plásticos y enlatados. Como en esta región no hay saltos de agua, sus fuentes de energía son termoeléctricas.

8.3.5 Zona industrial de Boyacá. Comprende Paz del Río. Reúne todas las condiciones para ser un próspero centro industrial: está cerca de riquísimos depósitos de mineral de hierro, tiene abundante carbón y piedra caliza, la mano de obra es numerosa. Es uno de los lugares más favorecidos del mundo para la siderurgia o industria del hierro y acero.

8.3.6 Exportaciones. Las ventas externas de Colombia registraron un comportamiento positivo durante el último periodo del 2006, Cundinamarca (Incluyendo Bogotá) fue el departamento que tuvo mayor participación con un 31.9%, seguido por Antioquia 25%, y El Valle del Cauca participo con un 14.2%.

El producto que más se exporta hoy es el café, que por su suavidad, tiene gran acogida en el exterior, especialmente en Los Estados Unidos. En un segundo lugar vienen las exportaciones de flores, carbón, ganado, maderas, textiles, algodón, banano, azúcar, cueros, arroz, tabaco en rama y calzado a Estados Unidos, Europa, Asia y demás países americanos

Tabla 22. Total nacional-valor FOB* de las exportaciones.

Departamento de Origen	Enero - diciembre				
	Miles de dólares		Variación	Contribución	Participación
	2006	2005	%	a variación	(%) 2006
Total	12,581,468	10,824,849	16.2	16.2	100.0
Antioquia	3,142,843	2,784,675	12.9	3.3	25.0
Bogota, D.C.	2,238,135	1,652,745	35.4	5.4	17.8
Valle del Cauca	1,792,394	1,500,002	19.5	2.7	14.2
Cundinamarca	1,776,069	1,620,816	9.6	1.4	14.1
Bolívar	1,059,518	1,081,009	-2.0	-0.2	8.4
Atlántico	867,790	694,813	24.9	1.6	6.9
Caldas	325,697	305,995	6.4	0.2	2.6
Magdalena	206,352	202,089	2.1	0.0	1.6
Santander	187,158	236,564	-20.9	-0.5	1.5
Norte de Santander	162,182	67,726	139.5	0.9	1.3
Cauca	160,029	106,464	50.3	0.5	1.3
Cesar	149,668	156,856	-4.6	-0.1	1.2
Risaralda	141,959	148,781	-4.6	-0.1	1.1
Boyacá	108,087	80,959	33.5	0.3	0.9
Córdoba	55,794	18,737	197.8	0.3	0.4
Nariño	43,559	42,161	3.3	0.0	0.3
Sucre	42,468	41,952	1.2	0.0	0.3
Tolima	40,004	26,570	50.6	0.1	0.3
Quindío	25,783	22,962	12.3	0.0	0.2
Arauca	22,799	11,477	98.7	0.1	0.2
Chocó	15,224	3,607	322.1	0.1	0.1
San Andrés	6,535	8,839	-26.1	0.0	0.1
Huila	5,739	1,917	199.3	0.0	0.0
La Guajira	3,345	4,303	-22.3	0.0	0.0
Meta	738	1,754	-57.9	0.0	0.0
Amazonas	698	569	22.6	0.0	0.0
Caquetá	366	89	312.7	0.0	0.0
Casanare	234	224	4.4	0.0	0.0
Vichada	151	120	26.3	0.0	0.0
Putumayo	82	24	244.6	0.0	0.0
Vaupés	55	18	201.8	0.0	0.0
Guainía	14	34	-59.4	0.0	0.0

Fuente: Encuesta Anual de Manufactura 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 archivo de computador.

8.3.7 Importaciones. Las participaciones más altas se encontraron en Bogota con un total del 39% nacional, el departamento de Cundinamarca 12.8%, seguido de Antioquia con un 12.8% y el Valle en cuarto lugar con importaciones de 12.2%. Colombia compra a otros países maquinaria, automotores, libros, instrumental

* Valor FOB (Free on board): corresponde al precio de venta de los bienes embarcados a otros países, puestos en el medio de transporte, sin incluir valor de seguro y fletes.

médico, artículos de lujo, repuestos, algunos productos agrícolas, materias primas para insecticidas, medicinas y gasolina.

Tabla 23. Total nacional-valor CIF* de importaciones.

Departamento	Valor CIF US\$(miles)				
	2006	2005	Variación %	Contribución a la variación	Participación (%)
Total	26,162,440	21,204,164	23.4	23.4	100.0
Bogota, D.C.	10,226,109	8,082,428	26.5	10.1	39.1
Cundinamarca	3,347,574	2,857,595	17.1	2.3	12.8
Antioquia	3,198,309	2,709,935	18.0	2.3	12.2
Valle del Cauca	2,797,380	2,194,094	27.5	2.8	10.7
Bolívar	2,239,194	1,710,517	30.9	2.5	8.6
Atlántico	1,612,388	1,287,369	25.2	1.5	6.2
La Guajira	458,240	435,811	5.1	0.1	1.8
Cesar	410,136	411,191	-0.3	0.0	1.6
Santander	352,505	287,988	22.4	0.3	1.3
Nariño	306,153	214,370	42.8	0.4	1.2
Caldas	231,521	181,043	27.9	0.2	0.9
Cauca	216,464	201,987	7.2	0.1	0.8
Risaralda	210,302	165,385	27.2	0.2	0.8
Magdalena	126,930	138,580	-8.4	-0.1	0.5
Norte de Santander	117,556	94,801	24.0	0.1	0.4
Boyacá	70,959	27,529	157.8	0.2	0.3
Arauca	61,896	43,622	41.9	0.1	0.2
Casanare	53,764	43,998	22.2	0.0	0.2
Córdoba	38,286	35,350	8.3	0.0	0.1
Tolima	29,186	20,423	42.9	0.0	0.1
Quindío	22,245	15,942	39.5	0.0	0.1
Huila	13,276	24,926	-46.7	-0.1	0.1
Meta	8,596	11,390	-24.5	0.0	0.0
Sucre	6,484	4,971	30.4	0.0	0.0
Amazonas	3,468	1,390	149.6	0.0	0.0
Vichada	1,667	239	*	0.0	0.0
Putumayo	722	737	-2.0	0.0	0.0
San Andrés	447	82	446.8	0.0	0.0
Chocó	232	87	165.7	0.0	0.0
Caquetá	201	210	-3.9	0.0	0.0
Guainia	159	33	375.4	0.0	0.0
No diligenciado	84	0	*	0.0	0.0
Vaupés	8	0	*	0.0	0.0
Guaviare	0	141	-100.0	0.0	0.0

Fuente: Encuesta Anual de Manufactura 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 archivo de computador.

* Valor CIF (Cost, Insurance, Freight, es decir, costo, seguro y flete): es el precio total de la mercancía, incluyendo en su valor los costos por seguros y fletes.

8.3.8 Tendencias prospectivas de la industria colombiana. A manera de análisis se mencionan algunas tendencias de la industria en Colombia.

- Industrias basadas en el conocimiento (que utilizan informática, biotecnología, nuevos materiales, química fina, energía y medio ambiente).
- Industrialización a partir de los recursos naturales (darle valor agregado a los recursos naturales con base en cadenas productivas como agua, cuero, agroindustrial, etc.).
- Industrialización de servicios con demanda social (contribución de la ingeniería al mejoramiento de servicios como salud, recreación, servicios públicos).
- Cadenas productivas y clusters industriales y regionales (fortalecer las cadenas de producción con miras a nichos de mercado).
- Competitividad para la globalización (estrategias para competir).
- Normalización y certificación de calidad en la industria (ISO 9000, ISO 14000).

8.4 CONTEXTO REGIONAL

Una parte importante del análisis económico a nivel regional consiste en la evaluación financiera del sector productivo. Esto se debe a que las decisiones de inversión y localización de los recursos privados dependen, en gran medida, del desempeño empresarial de los diferentes sectores económicos. De la misma manera, la evaluación financiera de las distintas regiones y sectores económicos permite revelar el desempeño económico y las estrategias de los agentes, las cuales configuran la estructura económica y las vocaciones productivas locales. Bajo este contexto, se pretende brindar un panorama general sobre el desempeño económico y empresarial local.

Durante el 2006, el Valle del Cauca logró mantener consolidado su crecimiento aprovechando el ambiente favorable que experimentó su economía. En el ámbito interno, el aumento de la confianza y de la inversión privada producto de la reevaluación y de una política de crédito más dinámica, además de incentivar el consumo de bienes y servicios, generó una significativa inversión en maquinaria y equipos, ampliando así la capacidad de producción de las firmas, aspecto que impulsó el crecimiento de la economía del departamento por encima del 7%.

En el ámbito externo, el crecimiento de los socios comerciales del departamento y el aumento de los precios de los llamados commodities (productos básicos), dado

el dinamismo de su demanda por parte de países desarrollados, contribuyó a incrementar las ventas externas del Valle con mayores ingresos, impulsando el crecimiento del PIB.

Sin embargo, preocupa la gran brecha existente entre crecimiento económico y bienestar social en el país. La expansión económica record registrada durante el 2006, no tuvo un comportamiento acorde con el empleo y la pobreza, constituyéndose en los principales problemas que aquejan la economía del departamento.

La estructura industrial de la ciudad está altamente diversificada e integrada. Los productos químicos (farmacéutico, plásticos, caucho, etc.), contribuyen con el 32% de la producción industrial local; alimentos con el 17%; papel y cartón con el 10%; bebidas con el 8%; y productos metálicos e imprentas con el 5% cada uno.

Se ha dado un proceso de integración a través de la conformación de cadenas productivas, que incluyen los eslabones de abastecimiento y la logística. De acuerdo con un estudio reciente elaborado en conjunto con Fedesarrollo sobre el Impacto del TLC en el Valle del Cauca, la región produce la tercera parte de los insumos que utiliza en sus procesos de producción, y el Valle, y Cali en particular, se han convertido en centros de distribución logística, por su conexión con el Pacífico.

8.4.1 Sectores con mayor participación en el Valle. La industria es uno de los renglones más firmes de la economía vallecaucana. Y buena parte de las empresas radicadas en el departamento son líderes a nivel nacional.

Los indicadores lo confirman. Diversos estudios demuestran que la industria vallecaucana se consolida en producción, ventas e ingresos. De acuerdo con reportes entregados por el Banco de la República en su Boletín Económico Regional, las utilidades de las 338 empresas industriales más grandes del departamento mostraron un crecimiento del 63% durante el 2006.

Asimismo, las estadísticas de la Asociación Nacional de Empresarios, ANDI, indican que en el primer semestre del año la producción del sector en el Valle del Cauca ha crecido por encima del promedio nacional (7,5% hasta mayo), lo mismo ha sucedido con las ventas totales cuyo incremento ha sido superior al 7%.

Y este comportamiento se ha visto reflejado en el uso de la capacidad instalada del parque industrial regional, que hoy se encuentra en 82%. A escala nacional ese indicador está en un promedio del 78%.

Un paneo de la estructura manufacturera del Valle muestra que casi el 90% está compuesta por pequeñas y medianas factorías y el porcentaje restante corresponde a grandes compañías.

Ese conjunto de empresas le ha permitido al Valle ser un protagonista de primer orden en la reactivación económica nacional. La región participa con el 11,2% del PBI. Compañías de gran reconocimiento en el campo de los alimentos, papel y cartón y productos químicos, entre otros, lideran el auge industrial de la región. La mayoría de ellas son exportadoras y han mostrado mejoramiento en todos sus indicadores financieros y operacionales durante el último año.

Tal es el caso de los ingenios, plantas de concentrados para animales, avícolas, productoras de papel, de baterías para vehículos, las siderúrgicas, las productoras de embutidos, embotelladoras y las empresas destinadas a la producción de confitería, entre otras. De acuerdo con los estudios de la ANDI, entre las actividades industriales con mayor crecimiento en producción y ventas durante el año 2006, muchas tienen asiento en el Valle.

Este es el caso de los productos de molinería y almidones, con crecimientos reales en producción y ventas del 13,01% y 16,18% respectivamente; ingenios y refinerías de azúcar, con 29,90% y 20,80%, y la industria de bebidas, con repuntes de 10,47% y 9,5%.

En este rango también clasifican la industria del papel y cartón, con un alza de 7,12% en producción y de 10,62% en ventas. El sector de químicas básicas, entre tanto, tuvo aumentos del 6,7% y 11,57% en los dos ítems.

En resumen los sectores más representativos y generadores de un mayor incremento del PIB del valle del Cauca, son los siguientes:

- Ingenios
- Agroindustria (Café Orgánico)
- Papel
- Fabricación de alimentos
- Industria de Bebidas
- Industria Textil
- Sector Automotriz
- Caucho
- Metalmecánica
- Cementos
- Siderúrgico
- Plásticos
- Artes graficas
- Curtiembres

8.4.2 Exportaciones. Las ventas externas del Valle del Cauca se constituyeron en otras de las variables de la economía que registró un comportamiento positivo durante el 2006. Las exportaciones presentaron un crecimiento anual en valor FOB en dólares del 15.9%, mientras en pesos FOB su crecimiento alcanzó el 17.93%, denotando mejoras en los precios externos y en el manejo cambiario por parte de los empresarios. Las exportaciones no tradicionales (sin incluir café), registraron un crecimiento anual en valor FOB de 19.58%, donde se destaca su dinámica frente al promedio nacional, por provenir de actividades industriales generadoras de mayor valor agregado.

Por sectores de actividad económica, la industria reportó la mayor participación con 99.50% en el 2006. El 82% del total exportado se concentró principalmente en los siguientes subsectores, en su orden: fabricación y refinación de azúcar con el 23,4%; papel, cartón y sus manufacturas con el 8,9%, Caucho y sus manufacturas con un 6,4% y productos farmacéuticos con un 5,3%.

Tabla 24. Exportaciones según sector económico-2006.

Descripción	Var. %	Participación
Total	15,9%	100%
Total sin café	15,6%	95,9%
Fabricación y refinación de azúcar	23,6%	23,4%
Papel, cartón y sus manufacturas	5,2%	8,9%
Perlas, piedras y metales preciosos	58,4%	6,5%
Caucho y sus manufacturas	18,9%	6,4%
Aparatos eléctricos	71,3%	5,4%
Productos Farmacéuticos	-6,1%	5,3%
Café, te, yerba mate y especias	-28,1%	4,8%
Aceites esenciales, perfumerías, cosméticos	21,1%	4,1%
Preparaciones alimenticias diversas	-9,6%	3,0%
Aluminio y sus manufacturas	8,8%	2,7%
Prendas, complementos de vestir de punto	22,4%	2,7%
Prendas de vestir excepto de punto	29,7%	2,4%
Jabones, ceras artificiales, pastas	13,7%	2,3%
Cobre y sus manufacturas	105,5%	2,2%
Materias plásticas y sus manufacturas	44,1%	1,8%
Preparación base cereal, leche y pastelería	39,7%	1,6%
Productos editoriales, prensa, textos	-5,7%	1,2%
Productos químicos orgánicos	-3,5%	1,2%
Vidrio y sus manufacturas	2,9%	1,1%
Muebles	-0,7%	1,1%
Calderas, maquinaria mecánica	-26,4%	0,9%
Calzado, artículos análogos y sus partes	11,3%	0,8%
Agua mineral, natural y gasificada	29,2%	0,8%

Pescados y crustáceos, moluscos	13,1%	0,8%
Cacao y sus preparaciones	-9,3%	0,8%
Productos molienda, malta, almidón	5,1%	0,6%
Grasas, aceites minerales o vegetales	186,0%	0,6%
Fundición de hierro y acero	-21,8%	0,6%
Preparación de legumbres, frutos, otras	19,3%	0,6%
Manufactura de cuero, bolsos y maletas	15,7%	0,6%
Instrumentación óptica, fotográficas, cinemato	18,1%	0,5%
Herramientas, cuchillería y cubiertos	53,1%	0,5%
Manufactura de fundición de hierro y acero	20,2%	0,4%
Manufacturas diversas	5,4%	0,2%
Productos industriales químicos	16,3%	0,2%
Leche, huevos y miel	90,0%	0,2%
Resto	26,1%	2,4%

Fuente: Informe de coyuntura económica regional del departamento del Valle del Cauca, Santiago de Cali: DANE, 2006. 1 archivo de computador.

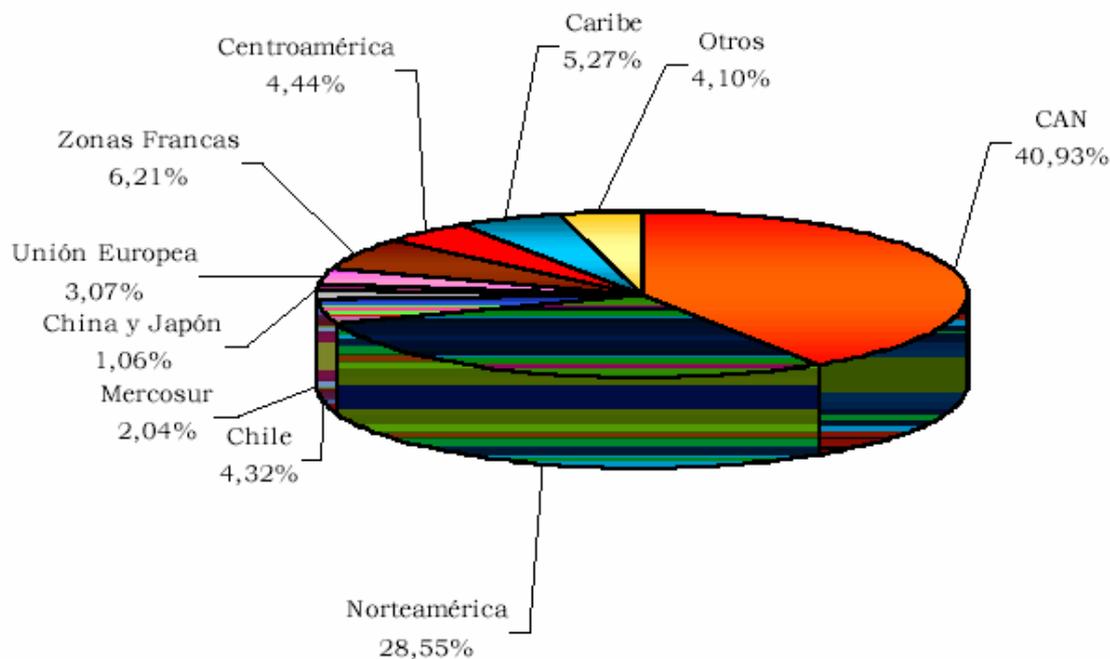
•**Exportaciones según principales destinos.** Al revisar el comportamiento exportador por sus principales mercados resalta el dinamismo del norteamericano con una variación de 40.51%, reduciendo un poco la dependencia de la economía exportadora vallecaucana con relación a la CAN. Sin embargo, aún falta mejorar el portafolio exportador diversificando mercados, reduciendo de esta forma la dependencia a la CAN y al mercado norteamericano.

Tabla 25. Exportaciones según principales destinos.

Mercados	Miles de dólares FOB		Variación porcentual	Participación (%) 2006
	2006 ^P	2005 ^P		
Total	844.429	705.947	19,62	100,00
CAN	345.659	303.240	13,99	40,93
Norteamérica	241.117	171.604	40,51	28,55
Chile	36.521	28.510	28,10	4,32
Mercosur	17.223	16.473	4,55	2,04
China y Japón	8.935	3.500	155,29	1,06
Unión Europea	25.965	20.425	27,12	3,07
Zonas Francas	52.424	43.751	19,82	6,21
Centroamérica	37.463	31.446	19,13	4,44
Caribe	44.468	41.731	6,56	5,27
Otros	34.656	45.268	-23,44	4,10

Fuente: Informe de coyuntura económica regional del departamento del Valle del Cauca, Santiago de Cali: DANE, 2006. 1 archivo de computador.

Grafica 3. Exportaciones según principales destinos.



Fuente: Informe de coyuntura económica regional del departamento del Valle del Cauca, Santiago de Cali: DANE, 2006. 1 archivo de computador.

8.4.3 Importaciones. Se destaca el amplio crecimiento de las compras externas del departamento en materias primas, como cobre, azúcares, plomo, entre otras, como también se destaca la importación de bienes de capital como calderas, maquinaria mecánica, aparatos eléctricos y vehículos.

Tabla 26. Importaciones según sector económico-2006.

Descripción	2005	2006	Var. %	Part. %
Total general	2,194.09	2,797.38	27.5%	100.0%
Calderas, maquinaria mecánica	192.17	276.14	43.7%	9.9%
Aparatos eléctricos, grab. imagen	79.13	188.58	138.3%	6.7%
Vehículos	132.59	185.73	40.1%	6.6%
Cobre y sus manufacturas	100.57	169.07	68.1%	6.0%
Caucho y sus manufacturas	149.06	167.41	12.3%	6.0%
Cereales	140.81	160.47	14.0%	5.7%
Materias plásticas y sus manufacturas	110.39	135.49	22.7%	4.8%
Productos químicos orgánicos	93.33	118.72	27.2%	4.2%
Grasas y aceites minerales o vegetales	84.42	88.16	4.4%	3.2%
Abonos	88.96	84.53	-5.0%	3.0%
Aceites esenciales, perfumería, cosméticos	60.29	76.60	27.1%	2.7%
Aluminio y sus manufacturas	64.52	75.03	16.3%	2.7%
Instrument. óptica, fotograf, cinemato.	54.32	69.00	27.0%	2.5%
Fundición de hierro, acero	46.43	60.90	39.8%	2.3%
Productos farmacéuticos	52.53	60.45	15.1%	2.2%
Papel, cartón y sus manufacturas	51.66	56.88	10.1%	2.0%
Productos diversos industrias químicas	46.66	49.76	6.6%	1.8%
Disposiciones tratamiento especial	30.77	46.30	50.5%	1.7%
Productos químicos inorgánicos	43.01	42.17	-2.0%	1.5%
Frutos comestibles, cortezas	38.25	37.78	-1.2%	1.4%
Calzado,artic.análogos y sus partes	35.64	36.17	1.5%	1.3%
Alimentos preparados para animales	28.18	36.15	28.3%	1.3%
Azúcares, artículos confitería	14.26	34.98	145.4%	1.3%
Tejidos de punto	17.51	27.88	59.3%	1.0%
Pastas Madera	23.95	25.55	6.7%	0.9%
Preparaciones de cereal, leche, pastelería	17.28	26.13	51.2%	0.9%
Guata, fieltro, cordel, hilados especiales	20.59	25.91	25.8%	0.9%
Preparaciones alimenticias diversas	20.49	23.08	12.6%	0.8%
Preparaciones carne, pescado, moluscos	31.21	22.50	-27.9%	0.8%
Agua mineral, natural, gasificada	4.61	21.75	371.7%	0.8%
Semillas frutos oleaginosos, forrajes	26.79	20.81	-22.3%	0.7%
Productos cerámicos	11.83	20.08	69.8%	0.7%
Manufact. de fundición hierro y acero	17.05	18.15	6.4%	0.6%
Plomo y sus manufacturas	6.47	16.15	149.8%	0.6%
Juguetes,artic.deport, partes y acceso.	15.44	15.77	2.1%	0.6%
Resto de partidas	242.95	273.03	12.4%	9.8%

Fuente: Informe de coyuntura económica regional del departamento del Valle del Cauca, Santiago de Cali: DANE, 2006. 1 archivo de computador.

Analizando los principales orígenes de las importaciones del departamento, contrario a lo que sucede con las exportaciones, las compras externas están más diversificadas, demostrando que la economía vallecaucana está reduciendo su dependencia del mercado norteamericano (pasando de 30,66% en el 2005 a 29.79% en el 2006), comenzando a ganar participación otros mercados

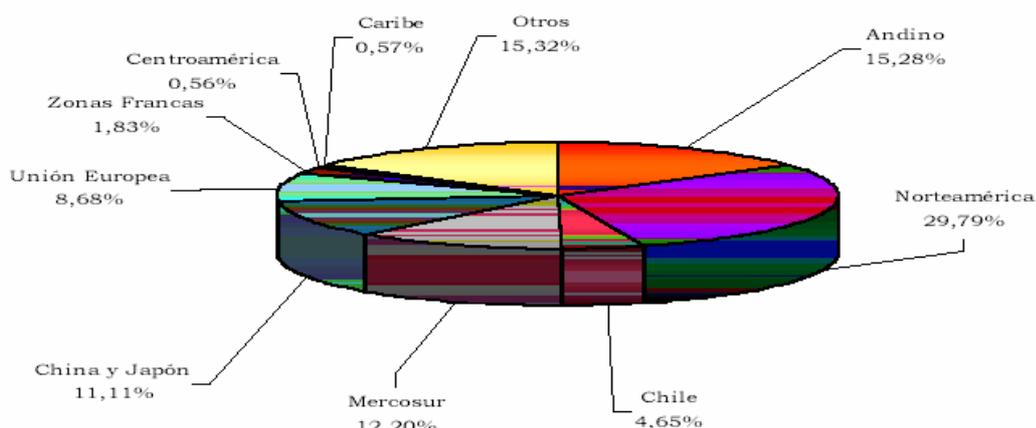
significativos como el bloque MERCOSUR 12.20% y China – Japón 11.11%. En síntesis, se observa que el mercado externo gana cada vez mayor dinámica, lo que favorece el desempeño y el crecimiento de la economía vallecaucana por el Pacífico, situación que demuestra la importancia de solucionar en los próximos años los problemas del puerto de Buenaventura, para convertirlo en un terminal competitivo en el actual contexto marítimo global.

Tabla 27. Importaciones según principales mercados.

Mercados	Miles de dólares CIF		Variación porcentual	Participación % 2006
	2006 ^P	2005 ^P		
Total	1.281.815	1.079.755	18,71	100,00
Andino	195.896	174.379	12,34	15,28
Norteamérica	381.891	331.059	15,35	29,79
Chile	59.594	54.436	9,47	4,65
Mercosur	156.381	107.205	45,87	12,20
China y Japón	142.384	117.442	21,24	11,11
Unión Europea	111.279	107.563	3,45	8,68
Zonas Francas	23.518	18.094	29,98	1,83
Centroamérica	7.167	4.375	63,82	0,56
Caribe	7.282	6.002	21,31	0,57
Otros	196.423	159.198	23,38	15,32

Fuente: Informe de coyuntura económica regional del departamento del Valle del Cauca, Santiago de Cali: DANE, 2006. 1 archivo de computador.

Grafica 4. Importaciones según principales mercados.



Fuente: Informe de coyuntura económica regional del departamento del Valle del Cauca, Santiago de Cali: DANE, 2006. 1 archivo de computador.

8.4.4 Apuestas productivas del Valle del Cauca. En la Tabla se presentan, ordenadas de acuerdo a los sectores a los que pertenecen, las Apuestas Productivas de Valle del Cauca, aquí queda reflejado la participación de los ingenieros industriales en dichos sectores.

Tabla 28. Apuestas productivas.

Sector	Apuestas productiva Agenda interna.
Agroindustrial	Articular la cadena de la caña de azúcar para incrementar la producción alcoholes carburantes y bioenergía.
	Articular la cadena de la caña de azúcar para incrementar la producción de azúcar refinado y sus derivados.
	Articular la cadena de la caña de azúcar para incrementar la producción y exportación de confitería y chocolatería.
	Articular la cadena forestal fomentando el desarrollo artesanal e industrial y posicionando sus bienes y servicios a nivel nacional e internacional.
	Aumentar la producción de cafés especiales en 20% en los próximos dos años
	Cadena productiva de la guadua
	Conformar la cadena de plantas medicinales y aromáticas.
	Desarrollar el cluster de hortalizas: ají, pimentón, tomate, zapallo.
	Desarrollo del cluster de la pesca y la acuicultura en el Pacífico vallecaucano.
	Desarrollo del cluster de frutas: maracayá, mora, naranja salustiana, mandarina clementina, papaya, pitaya, guayaba, aguacate, lima acida tahiti, guanábana, borojó y chontaduro.
Manufacturas	Confecciones con valor agregado.
	Fortalecimiento del cluster del cuero de Cali y zonas aledañas para mejorar la capacidad de los empresarios de competir en un ambiente de mercado globalizado.
Farmacéuticos	Fortalecer los canales de distribución y comercialización de farmacéuticos y diversificar los mercados internacionales.
Logística y transporte	Convertirse en una plataforma logística con estándares internacionales en las actividades comerciales.
Otros	Conformar la cadena nutracéutica.
	Por medio de la sucroquímica, desarrollar biopolímeros e incrementar la producción y exportación de ácido cítrico y sus derivados (citrato de sodio y de calcio, zinc) a partir de la azúcar.
Pulpa, papel, industria gráfica, editoriales y conexas	Estructuración, integración y desarrollo de la cadena productiva de la pulpa, papel, cartón, editoriales y artes gráficas, orientada hacia la exportación de productos con alto valor agregado

Fuente: Plan Nacional de Desarrollo 2007- 2010: Apuestas productivas para el departamento del Valle del Cauca. Santiago de Cali: Departamento Administrativo de Planeación Municipal DAPM, 2006. 1 archivo de computador.

Como podemos observar, las perspectivas para el valle del cauca, en relación con el sector de agroindustria, se enfoca con mucha fuerza a la explotación de la caña de azúcar, en relación con la manufactura enfatizan sobre los textiles y el cuero. El sector farmacéutico se busca solucionar los problemas de distribución y comercialización de estos. Y en relación con el sector de Pulpa y papel, la meta

será integrar y desarrollar la cadena productiva del mismo. Cabe concluir que estos 4 sectores son los que mas participan industrialmente en el Valle del Cauca.

Como complementación, los sectores industriales que se apiñan en el departamento del Valle del Cauca, además de las implicaciones que tiene el ingeniero industrial como se observa en las apuestas productivas, también deben tener participación también en los siguientes sectores:

Tabla 29. Otras apuestas productivas Vs. Aporte de los ingenieros industriales.

SECTOR	APORTE
Manufactura de confección y textiles	-Desarrollo espacial. -Especialidades de Producción -Tamaño de las instalaciones. -Estudio de la cadena productiva
Agroindustria (Café Orgánico)	-Procesos para la industrialización del café. -Logística para el comercio. -Transporte en la zona suroeste del país. -Transporte en la zona oeste de EEUU -Procesos de tosti3n y molienda. -Pesaje del café en diversas representaci3n -Certificaci3n del proceso, normas ISO. -Diseño de un sistema que permita el seguimiento de su calidad, a lo largo de la cadena.

En relaci3n con el sector industrial, las herramientas mas importantes, donde pesan los problemas que limitan las transformaciones de materia primas de la industria vallecaucana, y se deben tener en cuenta son:

- Transmisi3n de Potencias
- Fabricaci3n De Empaquetadura General (Válvulas, Reparaci3n de Cilindros)
- Reposici3n de Válvula, Medici3n, Control
- Automatizaci3n y Neumatizaci3n
- Enfriamiento y Calefacci3n de Fluidos
- Soluciones de Ingeniería
- Transporte de Materiales, Fluidos y Potencia
- Mangueras Hidráulicas
- Metalmecánica
- Moldes para Inyecci3n y Soplado

- Troqueles
- Reparación y Fabricación de Piezas Mecanizadas
- Repotenciación de Maquinaria Industrial
- Revestimiento de Rodillos
- Bombas Hidráulicas
- Bombas Cilíndricas

8.5 ESCENARIOS DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Para cumplir con los requerimientos de los sectores económicos en Colombia, un Ingeniero Industrial debe enfatizar en los siguientes campos de formación:

8.5.1 Manufactura integrada por computador. Es una filosofía que se apoya cada vez más en software integral y amistoso en las actividades de planeación, programación, diseño, ensamble y control de la producción y las operaciones de las empresas de bienes y servicios. Las tecnologías serán entre otras:

- ERP (Enterprise requirement planning)
- CAD (Computer aided design)
- CAPM (Computer aided production management)
- CAPP..... (Computer aided production planning)
- CAM..... (Computer aided manufacturing)
- CAE (Computer aided engineering)
- APS (Advanced planning and scheduling)
- MRPII..... (Manufacturing resource planning)
- FMS (Flexible manufacturing system)

8.5.2 Manufactura esbelta (lean production). Producción sincrónica por procesos y participativa a partir de las necesidades del mercado: para ello se utilizarán técnicas como: JIT (justo a tiempo), KANBAN, Celda de trabajo, cero inventarios, sistemas de sugerencias, trabajo en grupo, Kaizen.

8.5.3 La logística. Será un factor clave de la competitividad de las empresas, para ello se apoyará en técnicas como las siguientes:

- Sistemas de manejo de materiales en la planta
- EDI (intercambio electrónico de datos), internet, intranet.
- Customerización, ECR (respuesta eficiente al cliente).

- POS (terminales punto de venta)
- PRD (planeación de los requerimientos de distribución)
- CROSS DOCKING (industria sin bodegas)
- OPERADORES LOGÍSTICOS
- BMI (administración de inventarios del cliente por el proveedor).
- DFI (distribución física internacional).

8.5.4 Normalización y aseguramiento de calidad. Aplicación y homologación de normas internacionales de calidad: para ello se apoyará en ISO 9000, ISO 14000 y otras.

8.5.5 Diseño robusto y control de calidad. A partir del diseño de experimentos (tipo TAGUCHI) se fabricaron productos más amables con la naturaleza. También se harán esfuerzos grandes en el control de calidad con el objetivo cero defectos. Las técnicas de apoyo serán:

- Ingeniería concurrente
- Diseños robustos (Taguchi)
- CEP (Control estadístico de procesos)
- Círculos de calidad y sistema de sugerencias.
- QFD (Despliegue de la función calidad).
- Metrología
- Herramientas de calidad (Phva, Kaizen, las 7 herramientas básicas...).

8.5.6 Talento humano, organización y productividad del trabajo. El trabajo será basado en el conocimiento para empresas inteligentes, por ello será más autónomo, participativo, innovador y en equipo. Las técnicas de este escenario serán:

- Sistemas modernos de compensación.
- Trabajo en equipo; competencia de comunicación y de idioma extranjero.
- Teletrabajo
- Diseño ergonómico de puestos de trabajo
- Salud ocupacional; empowerment; gestión del tiempo.
- Gestión del talento humano

8.5.7 Gerencia para la competitividad. Será clave para la competitividad el manejo estratégico de las organizaciones. Las técnicas de apoyo serán:

Prospectiva y Planeación estratégica; alianzas estratégicas; indicadores de gestión (Balance Score Card); Gerencia de proyectos, liderazgo, administración por competencias; negociación de conflictos; empowerment; reingeniería, gestión del cambio, gestión de sistemas. MEVA (Administración con base en el valor agregado); administración del riesgo. Costeo por actividades (ABC); outsourcing; leasing.

8.5.8 Mentalidad empresarial. Formar ingenieros para la innovación dentro de la empresa, pero igualmente con iniciativa para crear nuevas. Se apoya en técnicas como: Liderazgo; competencias gerenciales; preparación, evaluación y gerencia de proyectos; gestión de tecnología; técnicas de motivación y comunicación; estudio de problemas nacionales; manejo del idioma extranjero.

8.6 DESAFIOS PARA LA INGENIERIA

Los desafíos a los que se encuentran los ingenieros industriales en Colombia son:

- Concretar otros usos alternativos para la caña y el azúcar que permita obtener nuevos subproductos generados con base en procesos bioindustriales.
- Contrastar las implicaciones ambientales, sociales y de seguridad alimentaría de la posible producción de Alcohol Carburante con los Beneficios económicos que este producto le traería a la región a fin de evaluar la sostenibilidad y la capacidad estratégica de este proyecto para el desarrollo regional.
- Aplicar biotecnología a frutales y plantas medicinales, condimentarias y aromáticas promisorias del departamento para la obtención de productos nutracéuticos, biofarmaceuticos, bioinsumos y aceites esenciales.
- Enfatizar en la oferta exportable con base en la vocación portuaria y marítima del departamento, así como la ciencia, la tecnología y la innovación para la competitividad en el Valle del Cauca, con énfasis en los sectores estratégicos y en las Mipymes.
- Profundizar los encadenamientos y clusters existentes y extender estos esquemas de asociatividad hacia otras actividades productivas (Agroforestería, Maricultura, Cría de Especies Menores, Café Orgánicos, Frutas Exóticas) que pueden jugar un rol protagónico que mediante cadenas productivas pueden mejorar el grado de organización, productividad y competitividad a fin de reactivar el mercado interno y participar en la búsqueda de nuevos mercados externos.

- Afianzar la producción de alimentos tanto en el área rural como urbana que contribuya a la seguridad alimentaria, mediante la utilización de técnicas de producción más limpias y productivas.
- Intensificar el componente de innovación asociado a la bioindustria dentro de la agroindustria diferente del azúcar para potencializar actividades que cuentan con adecuadas condiciones para su producción y con favorables perspectivas a nivel mundial pero que requieren para su despegue, fuerte investigación para concretar el desarrollo de productos como los biopolímeros, la nutracéutica y la obtención de extractos y sustancias para uso industrial a partir de frutas.
- Impulsar la diversificación de la producción brindando un decidido apoyo a los encadenamientos productivos agroindustriales y manufactureros diferentes al azúcar en sectores estratégicos como las frutas y flores tropicales, los alimentos para consumo humano y animal, las confecciones, el calzado, los farmacéuticos y los editoriales entre otros.

8.7 INVERSIONES EN EL VALLE DEL CAUCA

Municipios como el de Yumbo ha sido uno de los destinos más apetecidos a la hora de las inversiones realizadas por este concepto. La inversión efectuada por ejemplo por Bavaria en la Cervecería del Valle ubicada cerca de esta población se contempla en más de 200 millones de dólares durante la primera fase que culmina en diciembre de 2007, y con la cual la planta quedaría en capacidad para abastecer a todo el territorio colombiano. La segunda fase de la inversión empezaría en abril del 2009, donde se inyectaran cerca de 20 millones de dólares, con lo cual dicha planta alcanzaría una capacidad total de producción de 4.500.000 hectolitros /año.

Goodyear por su parte, recientemente anunció la inauguración de su planta, cuya ampliación tuvo una inversión superior a los \$115.000 millones de pesos, lo cual la ha ubicado entre las mejores cuatro plantas de la compañía en el mundo en cuanto al consumo de energía por tonelada producida. Estos casos se suman a cerca de una docena de empresas más que han hecho inversiones para el mejoramiento de la infraestructura de sus fábricas que entre el 2006 y 2007 contabilizan alrededor de 1.241.582 millones de pesos, de acuerdo con el informe de la Cámara de Comercio de Cali.

Gracias a su cercanía con la zona franca del Pacífico y al Puerto de Buenaventura, le ha dado a este departamento una posición privilegiada, que sin embargo, no se ha visto del todo bien aprovechada debido a los problemas de infraestructura que aquejan al país.

9. PERFIL PROFESIONAL

9.1 INTRODUCCION

El título de grado de Ingeniería de Industrial capacita al egresado para la gestión y dirección de empresas de producción y servicios, así como instituciones de distinta índole (tanto públicas como privadas; administración pública, Universidad, ONGs, empresas consultoras, etc.), en todas sus áreas:

- Calidad,
- Compras,
- Comercial,
- Logística,
- Producción,
- Procesos,
- Productos,
- Costos,
- Finanzas,
- Mantenimiento,
- Medio
- Ambiente,
- Gestión de la Innovación,
- Gestión De Proyectos y
- Recursos Humanos.

Uno de los objetivos de la actividad educativa es proporcionar una amplia formación científica y tecnológica que, interrelacionando con los conocimientos propios de la disciplina, se integre y convierta en todo el conjunto de competencias y habilidades profesionales. El ingeniero de industrial es el profesional idóneo para las empresas del sector industrial y de servicios que requieren directivos con una amplia formación técnica.

La combinación entre la formación tecnológica y la gestora hace que dichos ingenieros ocupen puestos desde la gestión de recursos humanos hasta la dirección de departamentos de investigación, desarrollo e innovación, pasando por la dirección y optimización de la producción y por el departamento de calidad.

Un Ingeniero Industrial, debido a su formación multidisciplinar, puede ejercer su profesión en cualquier campo de la ingeniería industrial. Ahora bien, existen algunas líneas de trabajo específicas para esta titulación que el Ingeniero

Industrial puede desarrollar dentro de la empresa o asesorando a la misma como consultor.

El destino profesional del Ingeniero Industrial es el de técnico o directivo para empresas industriales pero también para otro tipo de empresas de servicios con un contenido importante de proyectos y/o operaciones: transporte, distribución comercial o sanidad, en general actividades donde existe un problema de Gestión de la Tecnología o de la Innovación Tecnológica.

Una definición que recoge toda la trayectoria del ingeniero industrial podría ser: "Ingeniero es el profesional que ha adquirido y es capaz de aplicar conocimientos técnicos y científicos, y además es competente para proyectar, hacer funcionar y mantener sistemas, estructuras., instalaciones industriales, producción, procesos, y dispositivos con finalidades prácticas y económicas"¹³.

Los ingenieros industriales deben poseer conocimiento de:

- Tecnologías de fabricación.
- Organización y Gestión de la Producción.
- Sistemas de Información.
- Ciencias para la toma de decisiones: análisis de riesgos.
- Modelado de sistemas.
- Técnicas de Fabricación.

Y además conocimiento en áreas como la economía, la contabilidad, las finanzas, el marketing, la sociología de las organizaciones.

9.2 LINEAS DE TRABAJO.

"A continuación enumeran y describen las líneas de trabajo, asociado a cada de sus actividades relacionadas, los cuales han sido agrupados de tal forma que abarque el estudio"¹⁴ realizado con anterioridad:

¹³ Definición de FEANI: Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ingeniería.

¹⁴ Estudios: Estado del arte de la Ingeniería Industrial, Análisis de planes de estudio y Análisis del sector empresarial.

Tabla 30. Tendencia de las líneas de trabajo.

AÑO 2008	AÑO 2010
<p>LOGISTICA: Cadena de abastecimientos..... Sistemas de localización del producto..... Gestión de la Información..... Compras..... Cliente Final..... Almacenes..... Recursos..... Distribución.....</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cadena de abastecimiento en tiempo real - Pensamiento sistémico - Exactitud de las órdenes de abastecimiento. - Sistemas de localización en tiempo real - Código universal del producto - Tecnologías RFID y código de barras. - Desarrollo de las tecnologías de Información - Transferencia de información en tiempo real - Intercambio Electrónico de Datos - Recolección e Identificación automática de datos - Desarrollo y alianzas con los proveedores. - Desarrollo y selección de proveedores - Disminución de los tiempos de preparación de pedidos. - Reducción de los tiempos de entrega - Gestión total de la calidad (TQM) - Enfoque justo a tiempo - Seguridad en almacenes - Reducción de Inventarios - Reducción del uso de recursos - Reciclado y rehusado - Diseño de rutas - Reducción de tiempos de entrega
<p>PRODUCCION Y SERVICIOS Sistemas de producción y servicios..... Métodos de Trabajo..... Uso de maquinaria y equipos.....</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lean Manufacturing - Desarrollo rápido de prototipos - Fabricación concurrente - Sistemas Integrados de Manufactura - Manufactura mas limpia - Instalaciones flexibles de fabricación - Reducción de tiempos de preparación - Sistemas de planeación avanzada - Programas de rotación y engrandecimiento de trabajo. - Programación de los trabajos livianos y pesados. - Técnicas de análisis de seguridad. - Diseño de lugar de trabajo - Diseño de tareas - Disposición de la estación de trabajo - Disminución del riesgo de accidentes - Análisis de seguridad

Calidad.....	<ul style="list-style-type: none"> - Filosofía 9 S - Desperdicio cero - Errores casi cero - Aseguramiento de la calidad total (TQM) - Sistemas computarizados de calidad - Sistemas colaborativos de calidad - El despliegue de la función de calidad (QFD).
Seguridad e higiene.....	<ul style="list-style-type: none"> - Certificación de productos y procesos - Disminución de riesgo de accidente - Técnicas de análisis de seguridad - Manejo y almacenaje de materiales - Análisis preliminar de peligros PHA - Análisis de seguridad del trabajo JSA - Análisis modo y efecto de falla FMEA - Sistema de análisis peligroso SHA - Árbol de análisis de fallas FTA
Mantenimiento.....	<ul style="list-style-type: none"> - Administración de vigilancia de riesgos - Mantenimiento productivo total - Mantenimiento centrado en la confiabilidad - RCM
ADMINISTRACION Y ORGANIZACIÓN:	
Capital Intelectual.....	<ul style="list-style-type: none"> - Capturar y almacenar información instantáneamente y transformarlos en conocimiento útil. - Poner este conocimiento a disposición de los usuarios - Sistemas de seguridad eficientes y a toda prueba para proteger datos, información y conocimientos. - Agentes y filtros activos de conocimiento inteligentes para búsqueda, filtrado y archivado de datos e información.
Personas y equipos.....	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnología educacional. - Sistemas que operen efectivamente redes multiculturales de gente y máquinas. - Integración de la gente y la tecnología. - Diseño de puestos de trabajo ergonómicos.
Recursos y materiales.....	<ul style="list-style-type: none"> - Optimizar interfaces hombre-maquina - Enfoques ecológicos para reducir el uso de recursos - Usado y rehusado.
Finanzas.....	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuir el desperdicio a cero - Materiales compuestos y sintéticos - Costeo ABC - Costos basados en manufactura ágil - Contabilidad lean
Procesos productivos.....	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación profunda y análisis del costo-beneficio - Reducción de tiempos de ciclo - Reducción tiempos de preparación - Sistemas de planeación avanzada (SAP)

Aseguramiento de la calidad.....	<ul style="list-style-type: none"> - Metodologías de diseño flexible y modular - Modelado de capacidad de sistemas - Enfoque a la mejora continua - Sistemas colaborativos de calidad - análisis de riesgos de puntos críticos de control (HACCP) - Las 9S en la practica - Uso de herramientas para asegurar la calidad total
GESTION DE LA INNOVACION: Gestión del cambio.....	<ul style="list-style-type: none"> - Integración de gente con tecnología - análisis costo beneficio en la inversión tecnología - Selección de tecnología basado en el análisis - Alianzas tecnológicas - Diseño de métodos de búsqueda - Detectar oportunidades
Vigilancia tecnológica.....	
GESTION DEL CONOCIMIENTO E INFORMACION: Transferencia de conocimientos.....	<ul style="list-style-type: none"> - Capturar información y transformarla en conocimiento - Conocimiento a disposición de los usuarios. - Tecnología educacional - Instrucción y entrenamiento dirigido a las personas para que tomen decisiones mejores y más rápidas. - Transferencia de información en tiempo real entre diseño y fabricación. - Intercambio Electrónico de Datos - Recolección e Identificación automática de datos - Desarrollo de tecnologías de información.
Facilitar la formación.....	
Agilizar la información.....	

9.3 PERFIL PROFESIONAL

Entenderemos por perfil profesional el conjunto de competencias y habilidades necesarias o útiles para el ejercicio profesional en un determinado ámbito.

El objetivo primordial es la combinación de estas líneas de trabajo o de sus actividades relacionadas pudiendo dar lugar a un nuevo perfil profesional del ingeniero industrial, para que este sea competente a nivel nacional e internacional, y este perfil profesional quedara reducido en:

Su formación dual, como técnico y como gestor, le permite tener una visión global de la empresa y su entorno, imprescindible para mejorar los resultados de las empresas en cualquier sector.

El ingeniero Industrial gracias a su formación posee la capacidad de planificar, gestionar, controlar y coordinar cualquier operación o conjunto de ellas dentro de la empresa, lo cual lo convierte en una persona competente capaz de:

- Gestionar la información asociada a los primeros proveedores hasta el cliente final, controlando toda la cadena de abastecimiento en tiempo real.
- Planear las órdenes de abastecimiento con exactitud y en el menor tiempo posible.
- Controlar y coordinar la localización del producto en tiempo real.
- Desarrollar tecnologías de información, facilitando la transferencia de información en tiempo real.
- Capturar y almacenar información instantáneamente y transformarla en conocimiento útil.
- Poner el conocimiento a disposición de los usuarios, hombres y maquinas, instantáneamente donde quiera y cuando se necesite.
- Desarrollar alianzas con los proveedores.
- Optimizar los recursos generando el mínimo de desperdicio y reduciendo su uso, con enfoques ecológicos.
- Planificar y diseñar sistemas de inventarios, con el objetivo de reducir su costo de mantenimiento, en empresas de bienes y servicios.
- Coordinar y reducir los tiempos de entrega al cliente final.
- Diseñar rutas de distribución del producto, coordinando los tiempos de entrega.
- Gestionar la calidad total del producto, reduciendo al máximo el número de fallos y el desperdicio.
- Diseñar procesos productivos flexibles que aseguran la integración total de las áreas de trabajo vinculadas.
- Planificar, desarrollar e implementar el diseño y la producción de productos y servicios en paralelo.
- Diseñar instalaciones flexibles de fabricación.

- Optimizar tiempos de preparación de maquinaria.
- Cuidar el medio ambiente y mantener alianzas con el entorno, para adaptarse a los cambios de las tecnologías y en su caso generarlos.
- Implementar y coordinar la integración de la manufactura.
- Diseñar estaciones de trabajo, con base en los principios de economía del trabajo, aspectos ergonómicos, enriquecimiento del puesto y de salud ocupacional.
- Diseñar programas de rotación y engrandecimiento del trabajo, con el fin de disminuir la fatiga del trabajador.
- Educar a los empleados y trabajadores eliminar desperdicio y crear sistemas para mantener esta filosofía.
- Gestionar tecnologías capaces de adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado.
- Modelar la capacidad de los sistemas flexibles y modulares.
- Integrar a la gente y la tecnología, para toma de decisiones.
- Optimizar interfases hombre-maquina, para disminuir tiempos de ciclo, preparación y fatiga.
- Evaluar y disminuir los costos de fabricación y servicios.
- Analizar el costo beneficio en relación a la inversión tecnológica.
- Evaluar y seleccionar tecnología.
- Generar alianzas tecnológicas, con el fin actualizarse constantemente y detectar oportunidades.

Esta formación le permite participar con éxito en las distintas ramas que integran a la ingeniería industrial, como son los sistemas de información, administración y finanzas.

El campo de trabajo del ingeniero industrial se ubica tanto en el sector productivo como en el de servicios. Dentro de los sectores productivos se le requiere en PYMES y grandes industrias, dentro de las PYMES se dedicara a la planeación de

la producción, la implantación de sistemas de calidad, la distribución y el mantenimiento de la planta.

En las grandes empresas colabora en la planeación estratégica, así como en el aseguramiento de la calidad y la reingeniería. Dentro del sector de servicios, se desempeñará en la planeación, la organización y la administración, en los servicios de comunicaciones, comercialización y finanzas.

10. COMPETENCIAS

Se define la competencia como “la pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado”. En este trabajo se interpreta competencia como “la capacidad para actuar en los determinados aspectos propios de los perfiles profesionales”.

Distinguiremos entre competencias transversales y específicas:

Se entiende por **competencias transversales** (genéricas) aquellas capacidades que pueden ser comunes a varios perfiles.

Se entiende por **competencias específicas** aquellas capacidades que son propias de un determinado perfil.

.

10.1 COMPETENCIAS GENERICAS

Las competencias genéricas se subdividen, a su vez, en Instrumentales, Personales y Sistémicas.

10.1.1 Instrumentales. Corresponden a las habilidades cognitivas (capacidad de comprender y manipular ideas y pensamientos), metodológicas (capacidad organizativa, estrategias, toma de decisiones y resolución de problemas), tecnológicas y lingüísticas.

- Toma de decisiones
- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organización y planificación
- Comunicación oral y escrita en la lengua nativa
- Conocimiento de una o más lenguas extranjeras
- Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
- Capacidad de gestión de la información
- Resolución de problemas

10.1.2 Personales. Se refieren a la interacción social y cooperación del titulado con su ámbito social: capacidad de exteriorizar los propios sentimientos, habilidad crítica y autocrítica.

- Trabajo en equipo
- Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar

- Trabajo en un contexto internacional
- Habilidades en las relaciones interpersonales
- Reconocimiento a la diversidad y multiculturalidad
- Razonamiento crítico
- Compromiso ético

10.1.3 Sistémicas. Capacidades o habilidades de visión y análisis de realidades totales y multidimensionales: corresponden a los sistemas como un todo.

- Aprendizaje autónomo
- Adaptación a nuevas situaciones
- Creatividad
- Liderazgo
- Conocimiento de otras culturas y costumbres
- Iniciativa y espíritu emprendedor
- Motivación por la calidad
- Sensibilidad hacia temas medioambientales

La valoración de las competencias transversales (genéricas) asignada a cada línea de trabajo que en su mezcla alcanza el perfil deseado, es el resultado de la media aritmética de las distintas puntuaciones dadas a cada una de las ocupaciones asociadas a cada línea. Cada competencia se ha valorado de 1 a 4 en función de la importancia que tiene sobre cada uno de los perfiles profesionales. Siendo: 1 = nada importante, 2 = poco importante, 3 = bastante importante, 4 = muy importante.

Tabla 31. Valoración de las competencias genéricas.

COMPETENCIAS GENERICAS LINEAS DE TRABAJO	Logística	Producción	Administración y organización	Gestión de la innovación	Gestión del conocimiento e Información	Total por competencias
	INSTRUMENTALES					
Capacidad de análisis y síntesis	3	4	4	4	4	19
Capacidad de organización y planificación	4	4	4	4	4	20
Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	3	3	3	3	3	15
Conocimiento de una o más lenguas extranjeras	3	3	4	4	2	16
Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio	4	4	4	3	4	19

Capacidad de gestión de la información	4	4	4	4	4	20
Resolución de problemas	4	4	4	3	2	17
Toma de decisiones	4	4	4	3	2	17
Total por competencia vs. Línea de trabajo	29	30	31	28	25	143
PERSONALES						
Trabajo en equipo	4	4	4	4	3	19
Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	4	4	4	4	3	19
Trabajo en un contexto internacional	4	3	4	4	2	17
Habilidades en las relaciones interpersonales	4	4	4	4	3	19
Reconocimiento a la diversidad y multiculturalidad	2	2	2	2	2	10
Razonamiento crítico	4	4	4	4	3	19
Compromiso ético	4	3	4	3	4	18
Total por competencia vs. Línea de trabajo	26	24	26	25	20	121
SISTEMICAS						
Aprendizaje autónomo	3	3	3	4	4	17
Adaptación a nuevas situaciones	4	4	4	4	3	19
Creatividad	3	3	3	4	3	16
Liderazgo	3	4	4	3	3	17
Conocimiento de otras culturas y costumbres	2	2	2	4	2	12
Iniciativa y espíritu emprendedor	3	4	4	4	2	17
Motivación por la calidad	4	4	4	4	2	18
Sensibilidad hacia temas medioambientales	3	4	4	3	2	16
Total por competencia vs. Línea de trabajo	25	28	28	30	20	131

Como se puede apreciar en la tabla anterior, las competencias Instrumentales son las que mayor peso tienen, para alcanzar la destreza en las líneas de trabajo propuestas, ya que estas son competencias más propias de la carrera, aquellas que más notaron fueron;

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organización y planificación
- Capacidad de gestionar la información y
- Conocimiento informático relativo al estudio.

Estas habilidades cognoscitivas, metodológicas, tecnológicas y lingüísticas, van intrínsecas a todo ingeniero y son de gran importancia para ingresar al mercado laboral.

Las competencias personales que obligatoriamente debe poseer un buen Ingeniero Industrial son:

- Trabajo en equipo
- Trabajo en equipo de carácter interdisciplinar
- Razonamiento crítico y

- Compromiso ético

Y en cuanto las sistémicas, las capacidades o habilidades que son necesarias con una fuerte influencia ya que el entorno empresarial y social lo exige:

- Motivación por la calidad y
- Adaptación a nuevas situaciones

Todas las competencias que me mencionan deberían ser propias del ingeniero industrial, la línea de trabajo que mas competencias demanda es la de Administración y Organización, aunque las otras líneas sean igual de importantes para la formación de un Ingeniero Industrial, el administrar y organizar, va totalmente ligado al resto de ocupaciones.

10.2 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

Tabla 32. Descripción de competencias específicas.

COMPETENCIAS ESPECIFICAS	DESCRIPCION DE LA COMPETENCIA
Investigar, generar y gestionar información y datos	Investigar y organizar información y datos Diseñar y conducir un área específica de la empresa Interpretar, analizar, integrar y evaluar información y datos
Analizar, plantear y solucionar problemas reales en Ingeniería	Aplicar matemáticas, física, química y otras materias asociadas a la ingeniería Aplicar tecnologías, técnicas y herramientas modernas de ingeniería Identificar y entender problemas y necesidades del mercado Analizar problemas y sistemas complejos (análisis y abstracción) Pensar en forma lógica, conceptual, deductiva y crítica Modelar, simular sistemas y realidades complejas crear, innovar (creatividad) Decidir (Toma de decisiones) Pensar con enfoque multidisciplinario, interdisciplinario de sistemas
Diseñar sistemas para resolver necesidades	Diseñar y/o desarrollar de modo interdisciplinario sistemas y productos complejos Medir y evaluar procesos, productos y sistemas
Diseñar y gestionar sistemas de producción y operaciones	Dominar un área de especialidad Aplicar conocimientos de calidad, ergonomía y seguridad industrial Aplicar conocimientos de ciencias sociales y humanidades Aplicar conocimientos de ingeniería económica Aplicar conocimientos de producción, fabricación y marketing de productos Aplicar conocimientos de materiales, componentes y sus aplicaciones

	<p>Aplicar conocimientos de leyes en ingeniería</p> <p>Identificar, evaluar y controlar el riesgo en ingeniería</p> <p>Planear, organizar, dirigir y controlar personal, procesos , proyectos, empresas</p> <p>Asesorar, consultar, auditar y evaluar procesos, sistemas, empresas</p> <p>Capacitar, educar, formar, enseñar</p>
Comunicarse Efectivamente	<p>Comunicarse efectivamente de forma oral, grafica y por escrito</p> <p>Comunicarse en varios idiomas modernos</p> <p>Planear, conducir y practicar debates sobre temas de interés</p>
Relacionarse y trabajar en equipo	<p>Trabajar en equipos y entornos internacionales</p> <p>Liderar, dirigir personas, actividades, proyectos, empresas</p> <p>Planear, conducir y practicar negociaciones</p> <p>Escuchar activamente y mostrarse con empatía</p> <p>Mantener y desarrollar relaciones con personas y entidades</p> <p>Afrontar adecuadamente la crítica y el conflicto</p>
Fomentar el desarrollo propio y mejora continua	<p>Comprometerse a aprender por cuenta propia</p> <p>Comprometerse con la autocrítica, auto-evaluación y mejora</p> <p>Comprometerse con la disciplina</p> <p>Mostrarse con autoestima y seguridad en sí mismo</p> <p>Mostrarse con iniciativa y espíritu emprendedor</p> <p>Adaptarse al cambio</p>
Comprometerse con la ética y la responsabilidad profesional, legal, social y medioambiental	<p>Comprometerse con la ética profesional, social y legal</p> <p>Comprometerse con el medioambiente y el desarrollo sostenible</p> <p>Comprometerse con la calidad y la seguridad</p> <p>Concienciarse de los problemas contemporáneos</p>

Las competencias específicas mencionadas en la tabla anterior, dan complemento a los perfiles profesionales propuestos, estas competencias están arraigadas al conocimiento y el desarrollo de la misma.

11. PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios representa una fase importante a la hora de elaborar un currículo académico, pues en este donde se garantizan los conocimientos adquiridos por los estudiantes para su futura labor como Ingeniero Industrial en este caso.

En los diferentes eventos realizados es general la opinión sobre que la ingeniería industrial debe tener la siguiente duración, dependiendo de si la docencia se realiza en el día o en horas de la noche¹⁵.

Diez (10) semestres para programas diurnos.

Doce (12) semestres para los programas nocturnos.

Diez y seis semanas por semestre, incluyendo evaluaciones.

Horas directas de clase: 2.500 como mínimo y 3.800 horas como máximo.

Siguiendo la norma propuesta por ACOFI y el ICFES, para la elaboración de un plan de estudios, Dentro de las materias se han venido impartiendo en las diferentes facultades de Ingeniería Industrial se encuentran las siguientes:

➤ **Ciclo básico:**

- Matemáticas.
- Álgebra lineal.
- Cálculo infinitesimal.
- Física.
- Química.
- Educación gráfica.
- Informática.
- Estática.
- Dinámica
- Resistencia de materiales.
- Electricidad y electrónica.
- Ciencias ambientales.
- Humanidades.
- Introducción a la ingeniería industrial.
- Técnicas de la comunicación.
- Historia económica de Colombia.
- Idiomas.

¹⁵ Actualización y modernización del currículo de Ingeniería Industrial, Op. cit., p. 35-37.

➤ **Ciclo de aplicación:**

- Termodinámica.
- Electricidad y electrónica.
- Materiales.
- Mecánica de fluidos.
- Probabilidades y estadística.
- Muestreo y diseño de experimentos.
- Programación lineal y flujos en redes.
- Investigación de operaciones.
- Investigación tecnológica.
- Circuitos y máquinas eléctricas.
- Procesos químicos industriales.
- Análisis sistémico de plantas industriales.
- Teoría general de sistemas.
- Ecosistemas.

➤ **Ciclo profesional:**

- Producción.
- Estudio de tiempos y métodos.
- Diseño de sistemas de producción.
- Control de producción y de inventarios.
- Sistemas de manufactura flexible.
- Control de calidad.
- Calidad total.
- Planificación y programación de la producción.
- Taller de producción.
- Simulación de sistemas productivos.
- Procesos industriales.
- Diseño de plantas.
- Investigación y sistemas.
- Administración y gerencia.
- Gestión de recursos humanos.
- Psicología.
- Ética profesional.
- Salud y seguridad industrial.
- Economía.
- Microeconomía.
- Macroeconomía.
- Ingeniería económica.
- Contabilidad general.

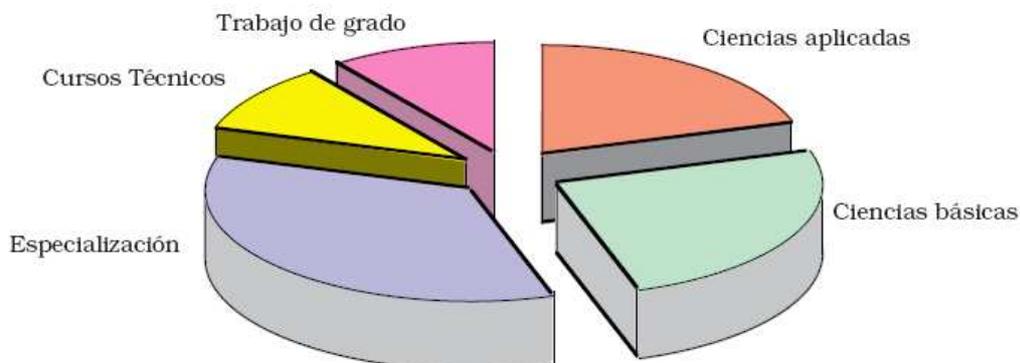
- Contabilidad de costos.
- Gestión financiera.
- Gestión comercial.
- Legislación laboral y comercial.
- Teoría de sistemas.
- Procesos cuantitativos.
- Sistemas expertos.
- Proyectos.
- Taller de estudios de factibilidad.
- Taller de optimización.
- Taller de finanzas.
- Seminarios.
- Gestión estratégica.
- Automatización.
- Simulación.
- Ergonomía.
- Juego de negocios.
- Métodos de predicción para proyectos.
- Control de gestión.
- Proyecto de grado.

11.1 PORCENTAJES DE CONTENIDOS DE LAS ÁREAS.

Como recomendación de los diferentes encuentros de autoridades académicas se presenta una aproximación del énfasis que se podría dar a cada área del conocimiento.

Ciencias Básicas 20%
 Ciencias aplicadas 20 - 30%.
 Especialización 30 - 40%.
 Cursos técnicos 5 - 10%
 Trabajo de grado 10%.

Grafica 5. Porcentajes de los contenidos de las áreas.



Fuente: Actualización y modernización del currículo de Ingeniería Industrial. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior-ICFES-, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-. Santafé de Bogotá DC: 1996. 37 p.

Se pretende conseguir que los contenidos de los cursos estén adecuadamente articulados en las líneas de prerrequisitos y en asignaturas complementarias. Debe buscarse que los contenidos de un curso sean útiles para los cursos siguientes y que estos efectivamente exijan la preparación previa de ciertos contenidos. Resulta lamentable ver que en los cursos de segunda mitad de la carrera prácticamente no se hace ningún uso de los contenidos matemáticos y físicos de los cursos básicos del primer ciclo de la carrera.

El trabajo de grado puede establecerse dentro del plan de acuerdo con el perfil que cada facultad quiera adquirir.

11.2 RECOMENDACIONES PARA ELABORAR UN PLAN DE ESTUDIOS

Se debe tener en cuenta ciertas directrices en relación a sus conocimientos que un ingeniero industrial debería saber:

- La ingeniería industrial se enfoca en el diseño de los sistemas. Los procesos de producción se componen de muchas piezas que trabajan recíprocamente. La experiencia ha enseñado que los cambios a una parte no pueden ayudar a mejorar al conjunto. Así los ingenieros industriales trabajan generalmente con las herramientas que acentúan los análisis y diseño de sistemas.
- Puesto que los sistemas de producción se encuentran en dondequiera que existe un intento de proporcionar un servicio, tanto como producir una parte, las metodologías de la ingeniería industrial son aplicables. En ese sentido, el adjetivo "industrial " se debe interpretar como "industrial", refiriendo al proceso de ser

hábil y cuidado. En muchos departamentos, la ingeniería industrial es llamada " ingeniería industrial y de sistemas " en un intento de hacer claro que el adjetivo industrial está pensado para ser genérico.

- Todo ingeniero Industrial toma por lo menos un curso de manufactura, que se ocupa de procesos de fabricación, y otros cursos muy relacionados con la manufactura. Cada Ingeniero Industrial está por lo tanto bien informado sobre maquinaria de trabajo y procesos. Además, los cursos relacionados tratan la fabricación como un sistema. La industria manufacturera tiene y sigue siendo una preocupación de la ingeniería industrial
- En general, los ingenieros tratan con el análisis y el diseño de sistemas. Los ingenieros eléctricos tratan con los sistemas eléctricos, los ingenieros industriales tratan a los sistemas mecánicos, los ingenieros químicos tratan con los sistemas químicos, y así sucesivamente. Los ingenieros industriales se enfocan a los sistemas de producción. En general, la ingeniería es la aplicación de la ciencia y de las matemáticas al desarrollo de los productos y de los servicios útiles a la humanidad. La ingeniería industrial se centra en la "manera " en que esos productos y servicios se hacen, usando los mismos acercamientos que otros ingenieros aplican en el desarrollo del producto o del servicio, y para el mismo propósito.
- El Ingeniero Industrial es entrenado de la misma manera básica que otros ingenieros. Toman los mismos cursos fundamentales en matemáticas, física, química, humanidades y ciencias sociales. Es así también que toma algunas de las ciencias físicas básicas de la ingeniería como termodinámica, circuitos, estática y sólidos, los cursos de la ingeniería industrial emplean modelos matemáticos como dispositivo central para entender sus sistemas.
- Qué hace a la ingeniería industrial diferente de las otras disciplinas de la ingeniería? Fundamentalmente, la ingeniería industrial no tiene ninguna ciencia física básica como mecánica, química, o electricidad. También porque un componente importante en cualquier sistema de producción es la gente, la ingeniería industrial tiene una porción de persona. El aspecto humano se llama ergonomía, aunque en otras partes es llamado factor humano. Una diferencia más sutil entre la ingeniería industrial de otras disciplinas de la ingeniería es la concentración en matemáticas discretas. Los Ingenieros Industriales trata con sistemas que se miden discretamente, en vez de métricas que son continuas.
- ¿Cuáles son las ciencias básicas para la ingeniería industrial? Las ciencias fundamentales que se ocupan de la metodología son ciencias matemáticas, a saber matemáticas, estadística, e informática. La caracterización del sistema emplea así modelos y métodos matemáticos, estadísticos, y de computación, y da un aumento directo a las herramientas de la ingeniería

industrial tales como optimización, procesos estocásticos, y simulación. Los cursos de la especialidad de la ingeniería industrial por lo tanto utilizan estas " ciencias básicas " y las herramientas del ingeniero industrial para entender los elementos tradicionales de la producción como análisis económico, planeación de la producción, diseños de recursos, manejo de materiales, procesos y sistemas de fabricación, Análisis de puestos de trabajo, y así sucesivamente.

- La utilización de las matemáticas de los ingenieros industriales, todos los ingenieros, incluyendo Ingenieros Industriales, toman matemáticas con cálculo y ecuaciones diferenciales. La ingeniería industrial es diferente ya que está basada en matemáticas de "variable discreta", mientras que el resto de la ingeniería se basa en matemáticas de " variable continua". Así los Ingenieros Industriales acentúan el uso del álgebra lineal y de las ecuaciones diferenciales, en comparación con el uso de las ecuaciones diferenciales que son de uso frecuente en otras ingenierías. Este énfasis llega a ser evidente en la optimización de los sistemas de producción en los que estamos estructurando las órdenes, la programación de tratamientos por lotes, determinando el numero de unidades de material manejables, adaptando las disposiciones de la fábrica, encontrando secuencias de movimientos, etc. Los ingenieros industriales se ocupan casi exclusivamente de los sistemas de componentes discretos. Así que los Ingenieros industriales tienen una diversa cultura matemática.

- Todos los Ingenieros Industriales toman por lo menos un curso en probabilidad y un curso en estadística. Los cursos de la especialidad de ingeniería industrial incluyen control de calidad, la simulación, y procesos estocásticos. Además cursos tradicionales en planeación de producción, el modelación del riesgo económico, y planeación de facilidades para emplear modelos estadísticos para entender estos sistemas. Algunas de las otras disciplinas de la ingeniería toman algo de probabilidad y estadística.

- Ningún otro aspecto de la tecnología tiene probablemente mayor impacto potencial en la ingeniería industrial que la computadora. Como el resto de los ingenieros, el Ingeniero Industrial lleva programación de computadoras. La especialidad de ingeniería industrial lleva control y simulación que amplían el papel de los principios de la informática dentro de la ingeniería industrial. Además, la mayoría de las herramientas de la ingeniería industrial son computarizadas ahora, con el reconocimiento de que el análisis y el diseño asistidos por computadora de los sistemas de producción tienen un nuevo potencial sin aprovechar. Algo especial es que la simulación por computadora implica el uso de lenguajes de programación especializados para modelar sistemas de producción y analizar su comportamiento en la computadora, antes de comenzar a experimentar con los sistemas verdaderos. Además, la informática y la ingeniería industrial comparten un interés común en estructuras matemáticas discretas.

- Respecto a las especialidades de La ingeniería industrial, en el nivel de estudiante, se considera generalmente como composición de cuatro áreas. Primero está la investigación de operaciones, que proporciona los métodos para el análisis y el diseño general de sistemas. La investigación de operaciones incluye la optimización, análisis de decisiones, procesos estocásticos, y la simulación. La producción incluye generalmente los aspectos tales como el análisis, planeación y control de la producción, control de calidad, diseño de recursos y otros aspectos de la manufactura de clase mundial. El tercero es procesos y sistemas de manufactura. El proceso de manufactura se ocupa directamente de la formación de materiales, cortado, modelado, planeación, etc. Los sistemas de manufactura se centran en la integración del proceso de manufactura, generalmente por medio de control por computadora y comunicaciones.
- Finalmente ergonomía que trata con la ecuación humana. La ergonomía física ve al ser humano como un dispositivo biomecánico mientras que la ergonomía informativa examina los aspectos cognoscitivos de seres humanos.

Los conceptos de Hombre-Máquina que inicialmente fijan la acción de la Ingeniería Industrial, en la actualidad y en los años venidos se están viendo ampliadas a otros grandes conceptos como son: Hombre-Sistemas, Hombre-Tecnología; Hombre- Globalización, Hombre-Competitividad; Hombre-Gestión del Conocimiento, Hombre- Tecnología de la Información, Hombre-Biogenética Industrial, Hombre- Automatización, Hombre-Medio Ambiente, Hombre - Robótica, Hombre-Inteligencia Artificial, y muchos mas interrelaciones, que se integrarán al vasto campo de su acción y que por el desarrollo "Creativo y Tecnológico"..

De esta forma, el ingeniero industrial no es mecánico, eléctrico ni químico, sino la persona encargada del control y la optimización de los procesos productivos, tarea que normalmente no realizan las otras especialidades. Día tras día, el campo de actividad del ingeniero industrial está más definido, y por la versatilidad que debe tener en su profesión, en el sentido de poder entender el lenguaje de todas las demás especialidades, es que su formación es interdisciplinaria. Esto no representa una ventaja ni una desventaja, sino simplemente una característica de esta rama de la ingeniería y sus tareas dentro de la empresa, las que están claramente definidas respecto de las diferentes tareas que desempeñan las otras especialidades de la ingeniería.

11.3 PROPUESTA DEL PLAN DE ESTUDIOS

Con el fin de proporcionar a los estudiantes de una capacitación académica para que este sea competente, a continuación se propondrá un plan de estudios, que

busca tratar de involucrar todos los conocimientos requeridos y el lineamiento de estos.

En primera instancia, se segmentaran las asignaturas en ciclo de ciencias básicas, herramientas de ingeniería y núcleo profesional de la ingeniería industrial donde se propondrá un nombre para dicha asignatura, un contenido académico de esta de forma reducida, una justificación y por ultimo el conocimiento requerido para cursar dicha asignatura, mejor dicho el prerrequisito.

Figura 2. Malla curricular.

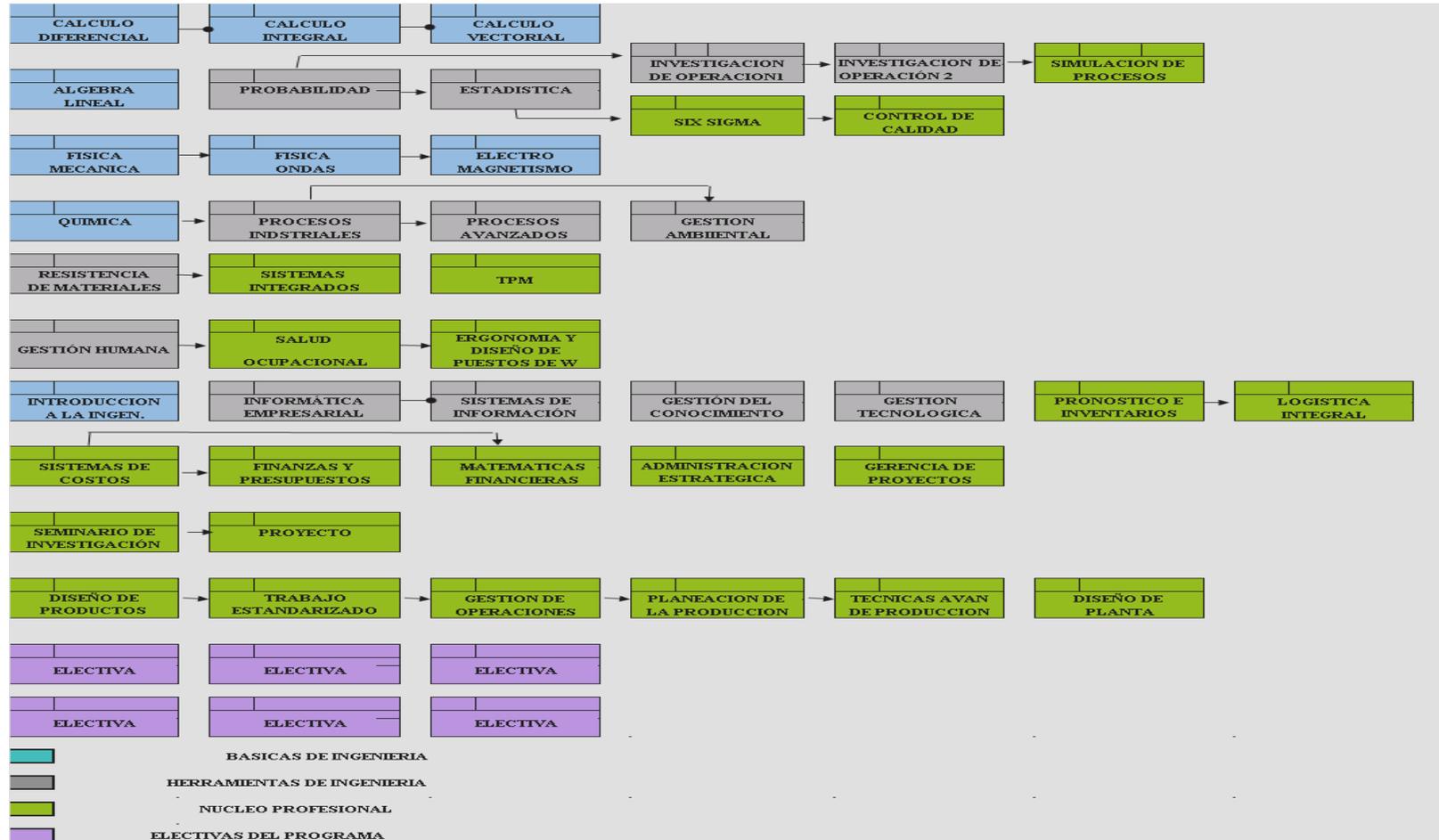


Tabla 33. Básicas de ingeniería.

ASIGNATURA	BREVE CONTENIDO	JUSTIFICACION	VINCULACION
CALCULO DIFERENCIAL	<p>Topología R y C, Conjuntos numéricos, raíces y logaritmos de números complejos, sucesiones y series numéricas, criterios de convergencia.</p> <p>Funciones reales de una variable real, límites y continuidad, derivadas e interpretación geométrica, teoremas sobre funciones derivables, desarrollo de funciones, estudio analítico y representación de funciones.</p>	<p>Adiestramiento con formalismo matemático, espíritu crítico ante ejercicios y problemas, capacidad de razonar.</p> <p>Capacitarse para identificar, analizar e interpretar funciones, límites, continuidad y cálculo diferencial de una variable de valor real.</p> <p>Construir y aplicar representaciones geométricas y modelos para resolver problemas</p>	<p>Conocimientos básicos de calculo, funciones, raíces, algoritmos y geometría</p>
CALCULO INTEGRAL	<p>Calculo integral, funciones primitivas, integrales indefinidas e inmediatas, área de superficies, integrales definidas, volúmenes y longitudes, integrales impropias.</p> <p>Funciones de varias variables, límites y continuidad, diferenciación, derivadas de orden superior, aproximación y</p>	<p>Herramienta matemática de cálculo de una o varias variables necesaria para abordar problemas que se presenten con posterioridad.</p> <p>Conocer, descubrir y aplicar los conceptos de derivación e integración de funciones y reconocer el concepto de series de potencia.</p>	<p>Concepto general de funciones reales.</p> <p>Derivadas e interpretaciones geométricas.</p> <p>Desarrollo, análisis y representación de funciones.</p>

	optimización, puntos críticos y extremo relativo y condicionado.		
CALCULO VECTORIAL	<p>Integrales dobles y triples, integración de rectángulos, cambios de variables. Funciones vectoriales, curvas en el espacio, parametrización y longitud de arco, curvatura y torsión, espacio de curvas, superficie de espacios, Operadores diferenciales en R^3, campos escalares y vectoriales, flujo de un campo, integrales de línea, campos conservativos, integrales de superficies. Ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuación asociada a la familia de curvas.</p>	<p>Analizar, interpretar y aplicar los conceptos y propiedades de funciones, derivadas e integrales de dos o más variables de valor real y los campos vectoriales, a problemas de ingeniería.</p>	<p>Calculo integral Funciones de varias variables. Derivadas de orden superior.</p>
ALGEBRA LINEAL	<p>Conjunto y aplicaciones, matrices y determinantes, espacios vectoriales de dimensión finita, aplicaciones lineales, endorfismos, autovalores y autovectores, formas cuadráticas.</p>	<p>Adquirir practica en el manejo de matices y determinantes, conocer los conceptos fundamentales de la teoría de espacios vectoriales y aplicaciones lineales. Uso de matrices como herramienta para</p>	<p>Funciones vectoriales. Campos escalares y vectoriales.</p>

		problemas.	
FISICA MECANICA	<p>Cinemática, movimiento, aceleraciones, velocidad, movimiento central de un plano.</p> <p>Movimientos rectilíneo y circular, composición de movimientos.</p> <p>Dinámica de la partícula, inercia, momento lineal, concepto de fuerza, momento angular, fuerzas centrales, equilibrio y reposo.</p> <p>Trabajo y energía, energía cinética y potencial, conservación de la energía, sistemas de partículas. Torque y Equilibrio de Cuerpo Rígido. Momento lineal y choques, Dinámica de Rotación, Ley de Gravitación Universal, Nociones de Mecánica de Fluidos, Movimiento Oscilatorio, Temperatura, dilatación térmica y gases, Calor y la primera ley de la termodinámica, Mecanismos de</p>	<p>Conocer, comprender, argumentar y aplicar las leyes que rigen el comportamiento de los sistemas mecánicos, además de oscilaciones mecánicas, ondas mecánicas y termodinámica de equilibrio.</p>	<p>Son necesarias nociones básicas de cálculo y vectores.</p>

	transferencia de calor Segunda ley de la termodinámica y entropía.		
FISICA ONDAS	Sistemas Con Un Grado De Libertad , Oscilaciones Libres No Amortiguadas, Oscilaciones Libres Amortiguadas, Vibraciones Forzadas y Resonancias, Sistemas Con Varios Grados De Libertad , Sistemas Con Dos Grados De Libertad, Sistemas Discretos Con Varios Grados De Libertad Sistemas Continuos Y Análisis De Fourier, Sistemas Unidimensionales , Sistemas Bidimensionales, Sistemas Tridimensionales, Propagación De Ondas, Ondas Unidimensionales, Paquete De Ondas o Pulso , Ondas Tridimensionales, Ondas Electromagnéticas, Ondas Electromagnéticas, Leyes De La Reflexión Y Refracción, Incidencia Normal, Incidencia Oblicua, Ángulo De Brewster	Las vibraciones u oscilaciones de los sistemas mecánicos constituyen uno de los campos más estudiados e importantes de la Física. El mundo está lleno de cosas que se mueven; y es importante que un ingeniero industrial comprenda estos fenómenos y sepa aplicarlos a problemas reales.	Nociones de mecánica y movimiento oscilatorio.

	Polarización Y Difracción Óptica De Rayos, Ondas Acústicas		
ELECTROMAGNETISMO	Electromagnetismo, distribución de cargas, campos eléctricos, condensadores. Campos magnéticos, Ondas electromagnéticas Reflexión y transmisión de ondas y generación y propagación de ondas electromagnéticas.	Conocer, interpretar y aplicar las leyes del electromagnetismo en el cálculo de fuerzas eléctricas, calculo de campos eléctricos, estudio de circuitos y calculo de fuerzas magnéticas.	Física aplicada Mecánica
INTRODUCCION A LA INGENIERIA	Principios generales de representación Geometría elemental Sistemas de representación. Descripción básica. Vistas de una pieza. Sistema Europeo y Americano. Sistema axonométrico. Fundamentos. Isometría. Dimetría y Trimetría. Ejecución de piezas a escala. Coeficientes de reducción. Cortes y secciones. Intersecciones Sistema Diédrico: Punto, recta, plano e	Interpretación de planos, partes de un producto. Herramienta informática para el diseño de planos y productos.	Geometría básica.

	<p>Intersecciones Sistema Diédrico: Paralelismo, perpendicularidad y distancias y Abatimientos, Sistema acotado Sistema Cónico. Fundamentos y Aplicaciones Representaciones utilizadas en plantas industriales: representación de procesos, redes eléctricas, sanitarias, hidráulicas y neumáticas. Dibujo asistido por computador.</p>		
QUIMICA	<p>Conocimiento de la nomenclatura y formulación de los compuestos orgánicos. Comprensión de las relaciones estructura- propiedades físicas y químicas de los compuestos Orgánicos e inorgánicos. Conocimiento de los distintos tipos de reacciones orgánicas, así como de sus mecanismos.</p>	<p>Poseer una visión global de los principios fundamentales de la química, enlace químico, reacciones químicas y las disoluciones.</p>	<p>Fundamentos básicos de química orgánica e inorgánica.</p>

	<p>Estudio de las propiedades físicas y el comportamiento químico de los principales grupos de compuestos orgánicos de interés industrial.</p> <p>Química de metales y no metales.</p>		
<p>INFORMATICA EMPRESARIAL</p>	<p>Arquitectura de computación</p> <p>Información digital</p> <p>multimedia</p> <p>Redes de computadores e Internet</p> <p>Álgebra de Boole ,</p> <p>Codificación binaria de la información, Unidad aritmético lógica, La memoria, Estructura básica de la computadora digital, La unidad de control ,</p> <p>Algoritmos y programación , Código de máquina</p> <p>lenguaje ensamblador</p> <p>Operaciones de entrada/salida y periféricos,</p> <p>Sistemas de explotación y lenguajes de alto nivel,</p> <p>Programación estructurada</p> <p>Introducción al lenguaje de programación C: Variables,</p>	<p>Adquirir la aptitud de dominar los métodos propios de programación y desarrollo de algoritmos, este inicio como analista-programador, le ayudara a desarrollar bancos de datos y sistemas de apoyo que ahí se manejan: lenguajes, traductores, estándares y manejadores de base de datos.</p>	<p>Introducción a los algoritmos.</p>

	<p>constantes, operadores y expresiones, Sentencias de control, Funciones, Vectores, cadenas, matrices y punteros Funciones de entrada y salida Asignación dinámica de memoria Estructura de datos. Colas, listas y árboles y Proyectos de programación.</p>		
--	---	--	--

Tabla 34. Herramientas de la ingeniería.

ASIGNATURA	BREVE CONTENIDO	JUSTIFICACION	VINCULACION
PROBABILIDAD	<p>Distribución de frecuencias, variables cualitativas, discretas y continuas, representaciones graficas. Medidas de frecuencia central, media, mediana, percentiles, cuarteles, gráficos de cajas. Medidas de dispersión, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación. Probabilidad y variables aleatorias y distribución de probabilidades.</p>	<p>Manejar y hacer el análisis de diferentes tipos de datos, tener la capacidad de interpretar los fenómenos a través de la modelación, mediante la identificación de las condiciones de aplicabilidad de distribuciones probabilísticas e interpretar los resultados de acuerdo a la problemática planteada.</p>	<p>Conjunto y aplicaciones Matrices y determinantes</p>

ESTADISTICA	Muestreo y distribuciones muestrales, Estimaciones y sus características, Pruebas de hipótesis, Regresión lineal y correlación y Diseño de experimentos.	Inferir comportamientos futuros de las variables a partir de la información que posea, realizar análisis de regresión y el uso de técnicas de muestreo en problemas asociados a la ingeniería industrial.	Distribución de frecuencias. Representaciones graficas (histogramas, grafico de barras, gráficos de caja, etc.). Concepto y análisis de variables.
INVESTIGACION DE OPERACIONES	Modelación matemática, modelos de programación lineal y no lineal, modelos de optimización: método simples, dualidad, análisis de sensibilidad, problemas de transporte y asignación, flujo en redes, toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre y riesgo, teoría de juegos, cadenas de Markov y filas de espera.	Aplicar las herramientas y modelos matemáticos para la optimización de recursos con que cuenta un sistema de producción de bienes y servicios, con el apoyo de una acertada toma de decisiones bajo condiciones de certeza, riesgo e incertidumbre.	Regresión lineal Probabilidad
PROCESOS INDUSTRIALES	Tipos de procesos industriales y tipos de operaciones (destilación, evaporación, humidificación, deshumidificación, extracciones, lixiviación, crío concentración, operaciones con	Conocer, desarrollar y formular procesos de manufactura, enfocados hacia la transformación o modificación de materiales, a través de procesos químicos, físicos o biológicos.	Comprensión de las relaciones estructura-propiedades físicas y químicas de los compuestos orgánicos e inorgánicos.

	<p>membrana y liofilización), variables de proceso, variables controlables e incontrolables, variables de medición y control, densidades.</p> <p>Diagramas de flujo, Balance de materia y de energía y elaboración de productos químicos.</p>		
<p>PROCESOS INDUSTRIALES AVANZADOS</p>	<p>Introducción a la Biotecnología.</p> <p>Procesos biológicos, física de procesos biológicos, bioingeniería, mapeo de manufactura biotecnológica, aplicación a la agricultura, farmacia y alimentos, análisis de riesgos ambientales y sociales, sistemas de regulación biotecnológica.</p>	<p>Capacidad de gerenciar o proponer un proceso biotecnológico, especialmente usada en agricultura, farmacia y ciencia de los alimentos.</p>	<p>Desarrollar y formular procesos industriales conocidos.</p>
<p>RESISTENCIA Y PROPIEDADES DE MATERIALES</p>	<p>Naturaleza y estructura de los materiales metálicos y no metálicos, enlaces en metales, polímeros y cerámicos, estructuras básicas cristalinas, imperfecciones, Propiedades físicas: óptica, térmicas, eléctricas y</p>	<p>Generar criterios para la selección de material adecuado para la aplicación a procesos industriales.</p> <p>Interpretar el comportamiento y las propiedades de los materiales, así como el</p>	<p>Fundamentos de la mecánica Trabajo y energía.</p>

	<p>magnéticas. Propiedades mecánicas: tensión, impacto, dureza y fatiga. análisis metalografico.</p> <p>Tratamientos térmicos: temple, revenido, recocido y normalizado.</p> <p>Procesos de manufactura: conformado plástico, fundición, mecanizado, soldadura, polímetros y acabados.</p>	<p>conocimiento de técnicas para el ensayo de los mismos.</p>	
GESTION AMBIENTAL	<p>Gestión medioambiental, la modelización como herramienta para la gestión medioambiental, impacto ambiental, sistemas de gestión ambiental.</p> <p>Gestión y tratamiento de residuos. contaminación de los suelos y su control, la problemática de los residuos. legislación.</p> <p>Métodos de gestión y tratamiento de residuos urbanos.</p> <p>Métodos de gestión y tratamiento de residuos peligrosos.</p> <p>Contaminación de agua</p> <p>Contaminación atmosférica</p>	<p>Las industrias manufactureras o no del futuro, tendrán ventaja competitiva si participan proactivamente en la evaluación de impactos ambientales.</p>	<p>Fundamentos básicos de química y procesos industriales para que sean aplicada la gestión ambiental.</p>

	Implementación de sistemas de medición y verificación de calidad ambiental		
GESTION HUMANA	Comportamiento humano en la organización, actitud, motivación y conducta, grupo laboral como grupo social. Administración del personal, reclutamiento, selección y acogida del personal, evaluación y promoción, contratación y remuneración, estrategias para el trabajo en equipo. Adaptación de la gente y la tecnología, ayuda a la toma de decisiones del personal, integración entre el personal y el sistema.	Identificar y analizar la importancia del factor humano en las organizaciones, la importancia de las relaciones laborales.	
GESTION DEL CONOCIMIENTO	Adaptación de la gente y la tecnología, ayuda a la toma de decisiones del personal, integración entre el personal y el sistema. Modelos educacionales, Transformar información en conocimiento, Optimización de interfaces hombre-maquina, Agentes y filtros	Un Ingeniero Industrial, deberá tener la capacidad para instruir y entrenar personal para que estas tomen decisiones mejores y más rápidas con base en antecedentes, información y conocimiento. También la adaptación del hombre con la tecnología.	

	activos de conocimiento inteligentes para búsqueda, filtrado y archivado de datos, Capturar y almacenar antecedentes e información y transformarlo en conocimiento útil.		
SISTEMAS DE INFORMACION	Herramientas y métodos empleados para recabar, retener, manipular o distribuir información. La tecnología de la información en asociación con las computadoras y las tecnologías afines aplicadas a la toma de decisiones. Elaboración y gestión de bases de datos, simulación de sistemas de información, análisis de factibilidad de un sistema de información ERP, SAP, CAD, CAM, entre otras. Factores que intervienen: Humano, recursos financieros, materiales y maquinas. Transformación de información a conocimiento.	Desarrollo de las tecnologías de información dentro de la organización.	Comprender la integración de las personas con las tecnologías de información. Conocimiento de informática.

	Análisis de Tecnologías de información aplicadas a la cadena de abastecimiento.		
GESTION TECNOLÓGICA	Gestión del cambio tecnológico, selección de tecnología basada en el análisis, análisis costo-beneficio de la inversión tecnológica, como generar alianzas tecnológicas, diseño de métodos de búsqueda tecnología y detección de oportunidades.	Es importante tener las bases, para seleccionar tecnología dentro de la organización, al igual que gestionarla adecuadamente mediante análisis.	Matemáticas financieras, para análisis costo beneficio.

Tabla 35. Núcleo profesional.

ASIGNATURA	BREVE CONTENIDO	JUSTIFICACION	VINCULACION
SALUD OCUPACIONAL	Estadísticas y riesgo de accidentes, modelo de causa de accidentes, métodos de investigación de accidentes, administración de vigilancia de riesgo, análisis y prevención de posibles riesgos, (físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, mecánicos, eléctricos,	Controlar y gestionar los riesgos de los trabajadores y de toda la organización.	Mecánica y electromagnetismo Fundamentos básicos de química

	psicosociales) manipulación, embalaje y almacenaje de materiales peligrosos, equipos de protección, señalización clasificada por clase de riesgo.		
ERGONOMÍA Y DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO	Sistema persona maquina, Puestos de actividad o trabajo, Relaciones dimensionales antropometría, Espacios de actividad, Información antropométrica, dimensiones antropométrica, Análisis preliminar para diseñar puestos de trabajo, Métodos de medición e instrumentos, Principios del diseño antropométrico, Tamaño y selección de la muestra, Cálculo de los percentiles, La familia Maximín, Sillas, mesas y planos de trabajo, Esfuerzos de trabajo, Mecánica y biomecánica, Terminología y conceptos básicos, Tipos de movimientos de los	El diseño adecuado del puesto de trabajo debe servir para: Garantizar una correcta disposición del espacio de trabajo. Evitar los esfuerzos innecesarios. Los esfuerzos nunca deben sobrepasar la capacidad física del trabajador. Evitar movimientos que fuercen los sistemas articulares. Evitar los trabajos excesivamente repetitivos.	Mecánica y salud ocupacional.

	<p>miembros del cuerpo, Ángulos límites, Ángulos de confort, Ángulos de visión, Herramientas manuales y patologías, Consideraciones previas, Herramientas de mano, Estudio de movimientos, Principios generales para diseñar o comprar una herramienta manual, Sujeción de la herramienta, Patología y micro traumatismos repetitivos Métodos más usuales en la valoración de esfuerzos, Ambientes físicos y organización del trabajo: Horarios de trabajo, ritmos de trabajo, duración de la jornada, pautas y comidas y rotación de turnos. Simulación de un diseño de trabajo.</p>		
ADMINISTRACION ESTRATEGICA	<p>Proceso estratégico gerencial, la empresa como organización bajo un enfoque sistémico, procesos gerenciales básicos (planeación, organización, dirección,</p>	<p>La función primordial de un Ingeniero es administrar todos los recursos existentes en una organización.</p>	

	coordinación, control y evaluación). Procesos de planeación y gestión estratégica empresarial, enfoques administrativos dirigidos a las operaciones.		
SISTEMAS DE COSTOS	Fundamentos contables, de costos y presupuestos, asientos contables, ajustes y cierres, estados financieros básicos, flujo de caja y su diagrama. Introducción al método ABC, conceptos básicos y aplicación.	Analizar las actividades de los departamentos indirectos (de soporte) dentro de la organización para calcular el costo de los productos terminados.	
FINANZAS Y PRESUPUESTOS	Sistemas de valoración de inventarios, administración estratégica de costos, relación costo-volumen-utilidad, procesos de análisis financiero, herramientas para el diagnóstico financiero (análisis vertical y horizontal, apalancamiento financiero, valor económico agregado, entre otros), Macroeconomía: Comercio internacional (Exportaciones e importaciones, balanza de	Conocer el contexto económico general, donde en un futuro estará envuelto. Control de costos, por causas internas y externas.	Conocer los estados financieros básicos y contables.

	pagos y tasa de devaluación), variables en macroeconomía, fuerzas del mercado(punto de equilibrio entre demanda y oferta), estructura del mercado, teoría sobre la inflación, sistemas de crédito, legislación.		
MATEMATICAS FINANCIERAS	Conceptos básicos de ingeniería económica, tipos de interés, factores y usos de tablas de interés, localización del valor presente, futuro, anualidades y gradientes, periodo de recuperación de inversión, análisis costo beneficio, depreciación, formulación y evaluación de proyectos de inversión.	Gestionar, elaborar y evaluar proyectos de inversión	Conocer los estados financieros básicos y contables.
SIMULACION DE PROCESOS	Componentes y planteamiento de un modelo de simulación (elementos, tipos de modelos y variables), Generación de números aleatorios (métodos de generación, propiedades de los aleatorios y pruebas de	Aplicación de la simulación de procesos, para su análisis, verificación y validación, y por ende la puesta en marcha.	Distribuciones de probabilidad. Modelos de espera e inventarios. Procesos industriales, químicos y metalmecánicos.

	<p>bondad y ajuste). Generación de variables aleatorias (funciones de distribución de probabilidad discreta y continua), Simulación de sistemas (modelos de espera, inventarios y sistemas productivos), teniendo en cuenta: trabajador, capacidad de maquinaria, tiempos, entre otras). Verificación y validación de modelos y análisis de sensibilidad</p>		
SISTEMAS INTEGRADOS DE MANUFACTURA	<p>Integración entre el diseño y producción, cambio rápido herramienta, máquinas-herramientas de control numérico, desarrollo rápido de prototipos, diseño de productos y fabricación directa, elección de herramienta y maquinaria.</p>	<p>Enfoque a la integración entre el diseño y la producción.</p>	<p>Propiedades y resistencia de los materiales.</p>
MANTENIMIENTO EN PRODUCCION	<p>Minimizar los costos y tiempos de parada de equipo, mediante el mantenimiento, Maximizar la utilización del capital invertido, análisis y aplicación del</p>	<p>Aplicar actividades que garanticen el aseguramiento de los equipos.</p>	<p>Mecánica y electromagnetismo</p>

	Mantenimiento Preventivo Total TPM		
DISEÑO Y DISTRIBUCION DE PLANTA	<p>Localización y estrategia (tomando en cuenta estrategias de otras áreas), procesos y actividades (volumen del producto y subproductos) vínculos departamentales, considerar la protección del medio ambiente (inventario, flujo de materiales, personas y equipos), requerimientos de espacio, desde el punto de vista ergonómico y distribución y embalaje de productos tóxicos, diseño enfocado al producto, al proceso, entre otras.</p> <p>Factores que afectan la distribución: material, maquinaria, hombres, movimiento (características del manejo de materiales en envases),espera (almacenamiento y retrasos) ,servicios, características del edificio y de la localización , cambio, Los elementos a analizar para</p>	<p>Capacidad de planear, diseñar y distribuir una planta industrial o de servicios, teniendo en cuenta los factores que intervienen, con el objetivo de optimizar tiempos de operación y de entrega de producto final.</p> <p>Diseño y distribución con enfoque flexible.</p>	<p>Ergonomía y estudio de métodos y tiempos. Administración de las operaciones.</p>

	<p>realizar cambios con: Identificar imponderables, Definir límites de influencia de los cambios sobre la distribución en planta, Diseñar la distribución de acuerdo con el principio de la flexibilidad, diseño de acueducto y electricidad, teniendo en cuenta la proximidad de los recursos y el voltaje requerido por las maquinas. Diseño total de la planta en computador.</p>		
<p>DISEÑO DE PRODUCTOS</p>	<p>Concepto de producto, elementos que caracterizan un producto (Diseño, segmentación, calidad), Clasificación de productos (No duraderos, duraderos y de servicio), factores de éxito y de fracaso del producto, estrategias de introducción de productos (Impulso del mercado, impulso de la tecnología, interfuncional), Ciclo de vida del producto, línea de productos, Proceso de</p>	<p>El diseño del producto es un pre requisito para la producción al igual que el pronóstico de volumen, el resultado de la decisión del diseño del producto se transmite a operaciones en forma de especificaciones del producto. En estas especificaciones se indican las características que se desea tenga el producto y así se permite que se proceda con la</p>	

	<p>desarrollo del producto, generación de ideas, selección del producto, diseño preliminar, construcción de prototipo, diseño definitivo, diseño apoyado por computador. Interrelación entre el diseño y el proceso, análisis de valor o ingeniería de valor, Manufactura concurrente, concurrencia de la planificación, el desarrollo y la implementación, Integración entre diseño y producción, teamwork (trabajo en equipo), manufactura concurrente llevada a la practica, confiabilidad, componentes del producto, tipos de componentes, mejora de componentes, análisis de fallas, redundancia.</p>	<p>producción.</p>	
<p>TRABAJO ESTANDARIZADO</p>	<p>Estudio de tiempos de trabajo, en relación con la maquinaria, con el personal y el producto, Tiempos, tiempo reloj, factor ritmo, tiempo normal, suplementos del trabajo, tiempo tipo.</p>	<p>La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e</p>	<p>Conocimientos básicos estadísticos.</p>

	<p>Métodos de medición del tiempos, estimación, datos históricos, muestreo, tiempos determinados, análisis y aplicación de la curva de aprendizaje, cronometraje, procesos de cronometraje, clasificación de elementos, tipo de ciclo: regulares o repetitivos, irregulares o de frecuencia, causales extraños, exteriores e interiores, constantes y variables, condiciones del ciclo de trabajo, capacidades, calculo de numero de observaciones, frecuencias, control estadístico por atributos, Diagrama de volumen, Distancia y viajes del material , Elaboración y objetivos, Diagrama Hombre-maquina, Elaboración y objetivo, Balance de líneas, Diagrama de proceso para el operación, Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla.</p>	<p>indirecto, con vistas a introducir mejoras que faciliten la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida.</p>	
--	--	---	--

<p>GESTION DE OPERACIONES</p>	<p>Introducción a la cadena de abastecimientos, diseño de procesos y selección de tecnología (estrategias para elección de tecnología, análisis del punto de equilibrio, costo-beneficio, interacción entre el diseño y el producto, diseño de operaciones), medición y análisis del desempeño y productividad desde el punto de vista de costos y factores humanos, sistemas orientados al producto, al proceso, tecnologías de grupos y por posición fija, modos de producción, balanceo de líneas, pronósticos de demanda, factores de costos, lote económico de pedido, control de inventarios de ítems con demanda determinística.</p>	<p>Gestionar y diseñar operaciones en conjunto, donde interviene factores de toda la cadena de abastecimiento.</p>	<p>Ergonomía y estudio de métodos y tiempos. Gestión tecnológica. Sistemas de costos y finanzas, trabajo estandarizado.</p>
<p>PLANEACION DE LA PRODUCCION</p>	<p>Planificación de la producción. Planeación agregada, proceso de la planeación agregada, insumos de PA, objetivos y alternativas de equilibrio,</p>	<p>Planear y administrar la producción, uso de filosofías y herramientas conocidas para la programación de la misma.</p>	<p>Capacidad de gestionar y diseñar operaciones.</p>

	<p>antropometría, relación de la ergonomía con el estudio. Plan maestro de producción, producción para inventario y para pedido. Push y pull, filosofías de planeación y control, kanbac y contenedor. Planeación de la capacidad. La curva de la experiencia, planeación de los recursos de manufactura, MRP I –a MRP II a ERP, implementación exitosa de un ERP: Fabricación JIT, PUSH-PULL. Planeación y control de piso, enfoque a los procesos, estrategias y lineamientos de programación, programación hacia delante y hacia atrás, cartas y graficas de programación, reglas de decisión de prioridad, asignación de programación lineal, tiempos de cambio y secuenciación del trabajo, Programación por lote,</p>		
--	---	--	--

	<p>programación de maquinas, Balanceo de línea, teoría de las restricciones, manufactura sincrónica,(técnica de tambor, amortiguador, y cuerda DBR, mejora continua, comparación de manufactura sincrónica con la MRP y JIT) Introducción al lean manufacturing y manufactura concurrente.</p>		
<p>TECNICAS PARA AVANZADAS PARA PLANEAR LA PRODUCCION</p>	<p>Planeación mediante, técnicas Lean Manufacturing, KAMBAN, KAISEN, SIX SIGMA, POKA-POKE, COPQ, Administración del flujo de valor, diseño de celdas, las nueve 9`s, cambio rápido herramental, TPM, Mapeo del flujo de valor, causa efecto, contabilidad LEAN, Reducción de tiempos, aplicación a un caso práctico.</p>	<p>Planeación de los procesos y producción mediante con un enfoque flexible y modular</p>	<p>Mantenimiento de producción Técnicas y filosofías de ingeniería. Planeación básica de producción</p>
<p>PRONOSTICOS E INVENTARIOS</p>	<p>Pronóstico de la demanda, Análisis de datos e información de la demanda, Métodos de pronósticos: series de tiempo y métodos</p>	<p>La Gestión de inventarios es un área básica en cualquier empresa industrial y/o comercial. Además otros beneficios</p>	<p>Probabilidad.</p>

	<p>causales, clasificación de pronósticos, tipos de pronósticos, enfoques para pronósticos, tipos de modelos: Modelos Cualitativos (Método Delphi, Datos históricos, Técnica de Grupo Nominal) Modelos Cuantitativos (series de tiempo), Medida o promedio Móvil simple, Suavizado exponencial, Modelos Cuantitativos Causales, Análisis de regresión, Modelos económicos Error de pronósticos, pronóstico asistido por computador y selección de métodos de pronóstico. Inventarios: Introducción, conceptos generales, naturaleza de los stocks, el coste de los stocks., clasificación de la demanda, análisis ABC, como medir el nivel de existencias, servicio al cliente, políticas de gestión de stock, gestión por punto de pedido, formalización del problema del cálculo del</p>	<p>una correcta gestión de los inventarios reduce la cantidad de circulante, reduce las necesidades de espacio para el normal funcionamiento y adecua los flujos de materiales a las necesidades de las empresas. Los pronósticos son utilizados para poder predecir la demanda del consumidor de productos o servicios, esta gama de sucesos futuros que pudieran de manera potencial influir en el éxito.</p>	
--	--	---	--

	<p>lote Económico, el lote económico, punto de pedido, aprovisionamiento periódico Introducción, el cálculo de periodo económico, cantidad a pedir en cada periodo, variaciones en el cálculo del lote o del periodo Óptimo, el problema del trabajo en curso, gestión de inventarios, consideración de descuentos en la compra por cantidad.</p>		
LOGISTICA	<p>Distribución física internacional Introducción, La carga por transportar y el transporte, Puertos, Operadores portuarios, Agentes de carga internacional, Orígenes y desarrollo de la logística, Sistema logístico, incoterms Variabilidad de la demanda a lo largo de la cadena de suministro. Estrategias alternativas: ECR (Respuesta Eficiente al Consumidor), VMI</p>	<p>Administrar y controlar la cadena de abastecimiento en tiempo real. Aprovisionar la cadena mediante un enfoque justo a tiempo.</p>	<p>Técnicas y filosofías de ingeniería. Planeación básica de producción. Modelos de control de inventario. Modelos de transporte.</p>

	<p>(Inventario mejorado por el vendedor), CPRF (La Planeación, Pronóstico y Reabastecimiento Colaborativo), Modos y Medios de transporte, Métodos para la selección de transportadores Matrices de costos y tiempos e infraestructura. La Gestión de Abastecimiento y SCM (Supply Chain Management), Planificación estratégica de logística y abastecimiento mediante un enfoque justo a tiempo, Políticas, programas y presupuestos de abastecimiento, Estrategias de aprovisionamientos, Selección, evaluación y alianzas con proveedores, Control y medición de las adquisiciones. Geografía del Transporte – Logística Aplicada, Implementación de tecnología de información, localización del producto, Manejo de almacenes e control y administración de la cadena</p>		
--	--	--	--

	de abastecimiento en tiempo real.		
GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	<p>La calidad. Planificación. Fundamentos estadísticos del control de calidad. Diseño de un sistema de control de calidad. Capacidad de un proceso y control de calidad sobre el producto. Técnicas de control del proceso por variables. Técnicas de control del proceso por atributos. Muestreo y planes de muestreo. Organización de la calidad, Plan de Calidad. Manual de Calidad. Fiabilidad, Normativa sobre Calidad. Calidad del producto, Características del producto, Inspección de calidad</p> <p>Control total de calidad, Círculos de calidad, Equipos de calidad Equipos versus Grupos, La motivación por la calidad.</p>	<p>Capacidad para controlar y mejorar la calidad de los procesos, productos y servicios, utilizando eficientemente instrumentos, herramientas y técnicas de medición y de análisis.</p>	<p>Gestión de operaciones Six sigma</p>
SIX SIGMA	<p>Qué es la Calidad SIX SIGMA. Pensar en la Calidad , Qué</p>	<p>SIX SIGMA (DFSS – Diseño De Six Sigma) se ha convertido en parte de</p>	<p>Estadística y probabilidad.</p>

	<p>es la Calidad, quiénes y que son sus clientes, La Calidad en la empresa, Los costos de una “Calidad deficiente”</p> <p>Los resultados de la Calidad SIX SIGMA y la trilogía de Juran</p> <p>El mejoramiento significativo de procesos y productos con el SIX SIGMA , El mejoramiento de la Calidad basado en SIX SIGMA (DMAIC) ,</p> <p>Definir: Identificar un proyecto para aplicar SIX SIGMA , Establecer el proyecto SIX SIGMA, Medir: La importancia de la medición y como medir, Analizar: Cómo analizar los procesos; herramientas para el análisis</p> <p>Mejorar: Cómo mejorar los procesos y los productos</p> <p>Control: Cómo llevar a control los procesos, .Herramientas para el control estadístico de los</p>	<p>la cultura de las empresas más exitosas que han aplicado el amplio rango de herramientas estadísticas que ofrece esta disciplina para mejorar la calidad y rentabilidad de sus productos.</p>	
--	--	--	--

	<p>procesos (<i>SPC CEP</i>). Replicar los resultados y nominar nuevos proyectos , Cómo replicar los resultados obtenidos en el proyecto , Cómo nominar nuevos proyecto Técnicas de Medición y Análisis: Diagramas de flujo Análisis con diagramas de Pareto Diagramas Causa-Efecto, Análisis de fallas y sus efectos (FMEA) Matriz de despliegue de funciones Graficas de control estadístico Distribución normal y desviación estándar, Gráficos de dispersión Hojas de control ,Procedimientos y diseños a “prueba de tontos” Otras técnicas complementarias Introducción a las herramientas (software/hardware) para el procesamiento estadístico de la información de calidad SIX SIGMA , Sistemas de</p>		
--	---	--	--

	medición y procesamiento en-línea , Sistemas de medición y procesamiento fuera de línea ,Inspección automática y sistemas de visión artificial		
GERENCIA DE PROYECTOS	El plan de trabajo del proyecto. Introducción características, relaciones con el trabajo operacional, relaciones con el plan estratégico, Presupuestos, etapas para la realización de proyecto, definiciones y glosario, contexto de la gestión de proyectos	Gestionar proyectos es una competencia a desarrollar para cualquier ingeniero industrial, la importancia radica, en enfocar el proyecto teniendo en cuenta todos los factores a tener en cuenta.	Matemáticas financieras.

12. PROPUESTA DE MICROCURRÍCULO

12.1 INSTRUCTIVO PARA ELABORAR MICROCURRÍCULO

- **Componentes del micro currículum.**

⇒ **Identificación de la asignatura.** Deberá incluir:

Nombre de la asignatura

Código de la asignatura

Prerrequisito

Departamento al cual pertenece

Numero de créditos e intensidad

Tipo de asignatura (Obligatoria, Optativa, Libre configuración, entre otras)

⇒ **Objetivos de la materia.** Incluir los objetivos principales de la asignatura, la importancia de adquirir este conocimiento.

Definir que capacidades desarrollaran los alumnos al finalizar este curso, por ejemplo:

El alumno estará en la capacidad de diseñar e implementar soluciones para mejorar la productividad en procesos de producción de bienes y servicios.

⇒ **Justificación.** Justificar la necesidad de adquirir este conocimiento.

⇒ **Programa de la asignatura.** El contenido micro curricular será dividido por **módulos** de clase, teniendo en cuenta que un modulo es un componente de la materia, el cual tiene unidad y una interfaz bien definida hacia otros componentes; algo es **modular** si es construido de manera integral que se facilite su ensamble, acomodamiento y modificación de sus componentes.

Debe ser, por lo tanto un instrumento que da cohesión, continuidad y coherencia al área académica que se pretende enfatizar.

Con el objetivo de observar de forma general la estructura del curso, se propone una tabla que permita visualizar los módulos que la componen, su secuencia y duración.

No	Módulos	Predecesor	Tiempo

⇒ **Desarrollo del modulo.** El modulo deberá tener una secuenciación lógica de sus componentes, en cuanto a los conocimientos que se aplicaran.

⇒ **Nota:** Estos pasos que a continuación se propondrán pueden no verse involucrados en un solo modulo, el conjunto de dos o mas módulos pueden llevar a la consecución de estos, o en caso el caso de ciencias básicas, se pueden cumplir solo algunos, lo importante es que el profesor intente involucrarlos todos, con el fin de que el estudiante consiga dominar el tema, hasta el punto de desarrollar su capacidad de análisis, y creatividad para proponer cambios o mejoras.

Cada modulo se desarrollara bajo los siguientes componentes:

<p>Temas de ubicación: Estos temas sirven de ubicadores, dan contexto al desarrollo de la temática general del módulo. En este punto el alumno deberá comprender los conceptos, hechos y sucesos, relacionados con la temática a desarrollar, es recomendable que tenga una parte introductoria sobre la historia y evolución de dicho tema.</p>
<p>Temas nucleares o de desarrollo: Estos temas desarrollan los aspectos básicos y nucleares de la temática de la asignatura. Después de tener claro, de que se trata el tema, el siguiente paso es conseguir que el estudiante conozca las herramientas con las que podrá desarrollarlo. Una vez comprenda cuales son las herramientas con las que trabajara, el siguiente paso es conseguir que el estudiante aprenda el procedimiento para desarrollar dicho tema.</p>

Temas de desenlace y aplicación: Un tercer rango de temas establece el desenlace o la relación de los temas anteriormente visto, estos temas son los que culminan el aprendizaje anteriormente obtenido, ya que se evalúa el resultado de dicho procedimiento, se analiza y concluye. En resumido, estos temas son aquellos que culminan el desarrollo temático. En este momento el estudiante ya sabe como resolver el problema, ahora es importante que entienda el significado de cada resultado obtenido, lo **evalúe el resultado obtenido**. Al estudiante tener claro como debe realizar y desarrollar dicho tema, es necesario que **analice** los resultados obtenidos, que ya han sido evaluados y entendidos en el paso anterior. Conseguir a posteriori la argumentación del tema tratado, se pretende que el profesor cierre el modulo, buscando que el estudiante argumente dicho análisis y proponga un **cambio o mejora**.

Actividades a realizar: Generar un cuadro donde especifique las actividades a realizar para cumplir con los objetivos del modulo.

⇒ **Complemento del modulo.** Con el objetivo de que el modulo sea desarrollado adecuadamente es importante que el cierre de dicho modulo especifique los siguientes conceptos:

Evaluación del modulo: Especificar como el profesor puede soportar el conocimiento transmitido, por ejemplo, mediante: examen escrito, talleres individuales o en grupo, discusiones en clase, ejercicios, investigación de un tema, entre otras.

Medios y recursos: Especificar los medios que utilizara para transmitir este conocimiento, como por ejemplo: bibliografía, multimedios, lecturas adicionales, etcétera.

Metodología: De que forma se transmitirá ese conocimiento, mediante clases magistrales, estudio independiente individual, método de discusión, grupo autónomo de estudio, los métodos de conversación y de tutoría, entre otros.

⇒ **Laboratorio.** En caso que la asignatura requiera de laboratorio, es recomendable, hacer una tabla que resuma los laboratorios a elaborar, donde identifique la denominación de la práctica, tipo de práctica y tema asociado a la práctica.

Denominación de la practica	Tipo de practica (Aula, laboratorio, informática, etc.)	Tema o modulo de aplicación

⇒ **Bibliografía.** Detallar la bibliografía que se usara, en el curso, deberá ir en orden de importancia, dando prioridad al texto guía utilizado por el profesor.

⇒ **Evaluación.** Identificar la forma de evaluar a los estudiantes (Mediante parcial, participación en clase, talleres y tareas, etc.), los porcentajes que requiere cada parcial y cada tipo de evaluación.

Otro aspecto a tratar en este campo, será que las asignaturas que requieran **trabajo final**, este deberá ser presentado como mínimo mediante 3 avances, con el objetivo que el estudiante trabaje constante durante todo el periodo y tenga la oportunidad de corregir los errores cometidos.

Nota: Con el objeto de promover la investigación, el profesor deberá proponer temas que requieran esta aplicación.

12.2 EJEMPLO DE MICROCURRICULO.

- **Identificación de la asignatura.**

Nombre de la asignatura: SIX-SIGMA

Código: 000000000

Prerrequisito: Probabilidad

Departamento: Sistemas de producción

Numero de créditos e intensidad: 3 créditos-3horas/sem.

Tipo de asignatura: Obligatoria

- **Objetivos de la materia.**

Introducir al participante los conceptos, el proceso de implementación y la utilización de herramientas computacionales del Sistema de Calidad SIX SIGMA, analizando sus factores críticos y su importancia en el éxito de una Compañía.

Al finalizar serán capaces de:

- ⇒ Identificar situaciones donde la utilización la metodología SIX SIGMA pueda contribuir considerablemente al mejoramiento del desempeño de los procesos.
- ⇒ Desarrollar el proceso de mejoramiento identificando los pasos y las herramientas más adecuadas con el fin de presentar un proyecto de aplicación, desarrollarlo y evaluar su contribución en la obtención de los objetivos del proceso.
- ⇒ Conocer las aplicaciones que se utilizan para el procesamiento estadístico de la información de calidad SIX SIGMA, tanto en-línea (medición en tiempo real) como fuera de línea.
- ⇒ Liderar y asesorar a equipos que estén trabajando en proyectos de mejora con alto impacto.
- ⇒ Controlar la calidad y la optimización de procesos.
- ⇒ Detectar las fallas internas y externas de calidad.
- ⇒ Mejorar la calidad del producto y reducir el número de fallas y quejas.

- **Justificación.**

El entorno competitivo de hoy en día no deja lugar alguno para los errores. Es necesario complacer a nuestros clientes y buscar constantemente nuevos métodos para superar sus expectativas. **SIX SIGMA** (DFSS - Diseño De Six Sigma) se ha convertido en parte de la cultura de las empresas mas exitosas que han aplicado el amplio rango de herramientas estadísticas que ofrece esta disciplina para mejorar la calidad y rentabilidad de sus productos.

SIX SIGMA le permite eliminar defectos costosos en sus operaciones y lograr utilidades sin precedente, **SIX SIGMA** le ayuda a estar en lo cierto a la primera vez.

La elaboración de los productos en el área industrial involucra principalmente tres etapas: la entrada (personal, material, equipo, políticas, procedimientos, métodos y el medio ambiente), realización del producto o servicio (proceso) y la salida (brindar un servicio y/o elaboración de un producto). En dichas etapas se cometen errores que afectan la calidad del producto y/o servicio. Todos los días un defecto es creado durante un proceso (etapa), esto toma un tiempo adicional para la prueba, análisis y reparación. Estas actividades no-adicionales requieren espacio, equipo, materiales y gente. Existen metodologías que ayudan a la prevención de errores en los procesos industriales, siendo una de ellas la Six-

Sigma (6 σ), que es una metodología de calidad de clase mundial (iniciada por Motorola en 1986) aplicada para ofrecer un mejor producto o servicio, más rápido y al costo más bajo.

- **Programa de la asignatura.**

No	Módulos	Predecesor	Tiempo
1	CALIDAD SIX SIGMA		X horas
2	MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD	1	X horas
3	TECNICAS DE MEDICION Y ANALISIS	2	X horas
4	HERRAMIENTAS DE SOFTWARE	3	X horas

- **Modulo 1.**

Que es la Calidad SIX SIGMA?

Pensar en la Calidad

Qué es la Calidad?

Quiénes (y Qué?) son sus clientes?

La Calidad en la empresa

Los costos de una "Calidad deficiente"

Los resultados de la Calidad **SIX SIGMA** y la trilogía de **Juran**

El mejoramiento significativo de procesos y productos con el **SIX SIGMA**

ACTIVIDADES:

Presentación del programa

Definición de grupos de trabajo

Información sobre el desarrollo de lecturas

EVALUACION DEL MODULO:

Examen escrito

Investigación del tema.

MEDIOS Y RECURSOS:

Bibliografía recomendada

Exposición en multimedios.

METODOLOGIA:
Estudio independiente Método de discusión en clase Tutorías

- **Modulo 2.**

El mejoramiento de la Calidad basado en **SIX SIGMA (DMAIC)**

Definir:

Identificar un proyecto para aplicar **SIX SIGMA**

Establecer el proyecto **SIX SIGMA**

Medir:

La importancia de la medición y como medir

Analizar:

Cómo analizar los procesos; herramientas para el análisis

Mejorar:

Cómo mejorar los procesos y los productos

Control:

Cómo llevar a control los procesos

Herramientas para el control estadístico de los procesos (**SPC CEP**).

Replicar los resultados y nominar nuevos proyectos

Cómo replicar los resultados obtenidos en el proyecto

Cómo nominar nuevos proyecto.

ACTIVIDADES:
Lecturas básicas Aplicación a un caso Tema de investigación Ejercicios y talleres Primer tutoría del proyecto final

EVALUACION:
Talleres de aplicación Examen escrito
MEDIOS Y RECURSOS:
Bibliografía Talleres de aplicación
METODOLOGIA:
Explicación por medio del profesor Aplicación de los temas a un caso practico.

- **Modulo 3.**

Técnicas de Medición y Análisis:

- Diagramas de flujo
- Análisis con diagramas de Pareto
- Diagramas Causa-Efecto
- Análisis de fallas y sus efectos (**FMEA**)
- Matriz de despliegue de funciones
- Graficas de control estadístico
- Distribución normal y desviación estándar.
- Gráficos de dispersión
- Hojas de control
- Procedimientos y diseños a "prueba de tontos"

ACTIVIDADES:
Lecturas e investigación de temas Aplicación a un caso practico Talleres de aplicación. Segunda tutoría proyecto final

EVALUACION:
Examen escrito Entrega de trabajo aplicado.
MEDIOS Y RECURSOS:
Trabajo en equipo Ejemplos de aplicación.
METODOLOGIA:
Explicación de parte del docente Interrelación entre docente y alumno Aplicación a casos prácticos.

- **Modulo 4.**

Introducción a las herramientas (software/hardware) para el procesamiento estadístico de la información de calidad **SIX SIGMA**

Sistemas de medición y procesamiento en-línea

Sistemas de medición y procesamiento fuera de línea

Inspección automática y sistemas de visión artificial

ACTIVIDADES:
Lecturas propuestas Aplicación a un caso Ultima tutoría proyecto final

EVALUACION:
Examen practico en computador Aplicación a un caso mediante herramientas de software.
MEDIOS Y RECURSOS:
Laboratorio Computadores con el respectivo software
METODOLOGIA:
Guía por parte del docente Interrelación entre docente y el alumno Aplicación a casos prácticos.

- **Guía de laboratorio.**

Denominación de la practica	Tipo de practica (Aula, laboratorio, informática, etc.)	Tema o modulo de aplicación

- **Bibliografía.**
- **Evaluación.**

Primer parcial %

Segundo parcial %

Parcial final %

Proyecto final %

Talleres y ejercicios %

13. BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA.

El aprendizaje nos abre a nuevas formas de pensar y de hacer las cosas, significa salirnos de nuestra zona cómoda y flexibilizarnos ante nuevas experiencias que nos permite abrazar lo confuso y errático, a admitir que no tenemos todas las respuestas, a estar dispuestos a descomponer las cosas en sus partes para crear nuevas combinaciones, por ello en este apartado se propondrán algunas recomendaciones dirigidas a los docentes, y estas serán divididas en 4 grupos de la siguiente manera:

Didáctica, la cual es entendida como las estrategias y métodos usados por los docentes para transmitir el conocimiento.

Retos y compromisos para los estudiantes

Planificación del docente.

Evaluación

➤ **Didáctica.**

- El conocimiento es construido, no recibido, comenzar con lo sencillo, lo familiar y gradualmente añadirle complejidad, de esta forma el estudiante poco a poco construirá ese conocimiento.
- Captar la atención del estudiante es complejo, es recomendable que se comience una clase con una pregunta que motivase, con un problema que planteara asuntos a resolver o utilizando estudios de casos basados en objetivos que resulten estimulantes.
- Hacer participar al estudiante planteando un tema, que el profesor considere que ellos dominen, para conseguir quebrar el hielo, y guiar la clase hacia el tema que se desea desarrollar.
- Enseñar los hechos en un contexto rico en problemas, cuestiones y preguntas, primero se debe llegar a la comprensión, y luego a la aplicación de esa comprensión.
- Se debe exponer a los estudiantes a diferentes experiencias de aprendizaje, para que ellos ganen confianza, muestren interés en aprender, desarrollen destrezas de razonamiento, análisis, solución de problemas y desarrollen otros estilos de aprendizajes.

- Una pregunta o un problema inquietante es un elemento esencial que compone el entorno para el aprendizaje crítico, otro elemento es la orientación para ayudar al estudiante a comprender el significado de la pregunta, es importante que el docente ayude a los estudiantes a comprender y analizar estas preguntas, algunos profesores relatan una historia para relacionar la pregunta en cuestión con algún asunto mas general por el que ellos ya muestren interés.
- Tratar el curso como una ventana por la cual los estudiantes puedan desarrollarse preguntas que plantea la disciplina, que información, que investigaciones y que destrezas de razonamiento se implican para responderse a estas preguntas.
- Una buena recomendación respecto al uso del lenguaje, es utilizar lenguaje familiar, calido, ser explícitos, contar la historia y dar explicación de esta, antes de intentar introducir un vocabulario especializado.
- Empezar la clase con es importante estimular al alumno para que comprenda una idea con sus propias palabras antes de preocuparlos con su nombre o con algún tipo de lenguaje que pudiera definirla.
- Llevar a cabo el razonamiento hipotético-deductivo, es decir, dada una situación concreta, aplicar el conocimiento relevante sobre principios y restricciones, y visualizar, de manera abstracta, los resultados posibles que se pueden dar con los distintos cambios que se puedan introducir en el sistema.
- No dirigir la clase con la participación de los estudiantes más activos, intentar llegar a los estudiantes retraídos.
- Algunos estudiantes que se creen inferiores, por no construir su conocimiento con la rapidez que lo hacen sus compañeros, estos necesitan un trabajo estimulante, mas que remedios sencillos y un ambiente que les diga constantemente que esa inteligencia puede expandirse, es recomendable que el profesor incluya tutorías que dialoguen sin enjuiciar, que no reporten falsos elogios, si no explicarles el tema con experiencias y ejemplos simples, para lograr el razonamiento de estos.
- El contacto visual que hace un profesor es importante a la hora de mantener atentos a los alumnos y la buena disposición para invitar a hablar a los estudiantes.
- Los momentos en el aula, deben pertenecer a los estudiantes, no enseñar a una clase, sino a un estudiante.

➤ **Retos y compromisos para los estudiantes.**

- Si los alumnos estudian solo porque quieren sacar buenas notas o ser los mejores en clase, no les ira tan bien como si estudiaran porque tienen interés, a menudo optaran por problemas sencillos, mientras que los que trabajan a partir de motivaciones propias escogerán tareas mas ambiciosas, por ende es importante que el profesor proponga retos al estudiante, incitándoles a realizar tareas complejas, para que estos de sus errores en el proceso. Guiar al estudiante para que este tome sus propias decisiones, las defienda y reciba retroalimentación de sus intentos.
- El retar al estudiante con una cantidad de trabajo exagerada, no es positivo, lo más importante es proporcionarles trabajo que abarque la mayor parte del objetivo de la materia.
- Ayudar al estudiante a comprometerse en alguna actividad de orden superior, los ánima a comparar, aplicar, evaluar, analizar y sintetizar. Muchas veces eso implica pedir a los estudiantes que hagan y defiendan sus juicios, para más tarde proporcionarles algunas bases que les faciliten la toma de decisión.
- Involucrar al estudiante hacia el compromiso con la materia, algunos los hacen incitando al estudiante a decidir si de verdad quieren seguir los objetivos de aprendizaje, solicitando a los estudiantes que les hagan saber si creen que el profesor esta cumpliendo con la tarea de ofrecer clases a las vale la pena acudir. Esta actitud auto-critica, de parte del docente, genera confianza y además el mismo se retroalimentara.
- El mejor trabajo en grupo hace que los estudiantes se esfuercen con preguntas importantes, que razonen colectivamente sobre asuntos significativos, intrigantes y desconcertantes, que proporcione soluciones ingeniosas a problemas, y no caer en el error en proponer un trabajo en grupo donde los estudiantes averiguan las respuestas correctas e incluso trabajos donde los estudiantes pueden trabajar mas efectivamente en solitario. Un trabajo en grupo debe tener una secuenciación, de forma que los pasos bifurquen en el análisis y la solución de dicho problema.

➤ **Planificación del docente.**

- Organizar su trabajo para ayudar a razonar a los estudiantes como si fueran: ingenieros, psicólogos, diseñadores, abogados, economistas, etc.
- Planificar la docencia de tal forma que en las clases se desafíen a los estudiantes, para que estos se cuestionen sus conocimientos previos, y para ello

se usan preguntas, ejemplos, casos y modelos en donde esos conocimientos son aplicados.

- El trabajo académico desarrollado, mas orientado que a impartir clases de manera mecánica, intentar que la clase realmente cumpla su objetivo, por ende es importante que el docente, antes de impartir la clase, se plantee el objetivo de esta y busque alcanzarlo.
- Para conseguir esa sensación de conversación, los profesores prestan bastante atención a la calidad de sus formas de actuar, siendo consiente del numero de estudiantes y del tamaño y forma del aula, ya que un grupo numeroso requiere distintos niveles de energía, por ejemplo usar tonos convencionales que proyecten sus voces para llegar a todos los presentes, o hacer pausas para dejar que clarifiquen puntos importantes, o incluso hacer gestos mas exagerados.

➤ **Evaluación.**

- Con el fin de averiguar si los estudiantes están aprendiendo, antes de conducirse a la calificación, lo ideal es organizar el tiempo para asesorarlos y brindarles apoyo en la comprensión de la materia.
- Buscar maneras de dar a los estudiantes la oportunidad de pelearse con sus pensamientos sin tener que enfrentarse a que sus esfuerzos sean calificados, es una clave para que estos reciban retroalimentación en base al interés.
- No todas las tareas propuestas por el docente deberían ser calificadas, para obligar al estudiante a ello, lo ideal en este caso, es proponer dicha tarea, sin animo de ser entregada, si no en cambio discutida en clase, en este caso el estudiante se comprometerá a ella, para participar activamente en clase, y cuando el profesor inicie la discusión, este se encuentre preparado para aporta a ella.
- Incitar a los estudiantes que adopten y defiendan una postura en discusiones en el aula, pero no se pedírselo solo para razonar correctamente y juzgar mas tarde sus esfuerzos. Les proporcionara apoyo y crítica constructiva, retrasando cualquier intento de calificar, hasta que los estudiantes han tenido un montón de oportunidades para practicar y recibir retroalimentación.
- El premio a sus estudiantes por el esfuerzo, puede ser un plus de animo hacia este, pero el profesor no debe mezclar este aliento, con el aprendizaje que el estudiante obtenga, es verdad que algunas personas tienen mayor facilidad para aprender que otras, pero valorar este esfuerzo va intrínsecamente unido al aprendizaje.

14. CONCLUSIONES

En este trabajo se han analizado algunos pasos básicos relacionados con el diseño curricular, orientados al criterio de proponer ideas que puedan contribuir a dar un nuevo enfoque a la problemática de diseño curricular en la UAO y que sirvan de base para un análisis más específico del problema.

Diseñar un programa curricular es seleccionar y organizar un conjunto de conocimientos y técnicas en vistas a su apropiación. Pero evidentemente esta selección y esta organización no se agotan en el momento de diseño del plan sino que se completan y afinan progresivamente en el trabajo conjunto adelantado por docentes y estudiantes. En realidad, el programa curricular no ofrece sino un esbozo de la arquitectura más general del proceso de formación. Las características académicas de los estudiantes y la intensidad y calidad del trabajo de profesores y estudiantes y la labor de reinterpretación y reestructuración que cotidianamente realizan unos y otros inciden probablemente más en la calidad y orientación de la formación efectivamente alcanzada, que el conjunto de definiciones que puede contener un programa curricular.

Esta propuesta ha intentado incluir la actualización de la Ingeniería Industrial en el mundo, unido con la pertinencia de la región, referente de universidades prestigiosas tanto nacionales como internacionales y por consiguiente se ha planteado un perfil del ingeniero industrial que se pretende educar. En base a estos factores se planteó este modelo que intentará conseguir la alineación correcta de las áreas.

Se propone la actualización de los contenidos programáticos en base a los estudios anteriores, involucrando nuevas asignaturas en este, con enfoques como:

- **Sistemas de Información.** El diseño de sistemas de información, ha sido evidente en la investigación, como una necesidad obligatoria que debe estar involucrada en el plan de estudios, esta asignatura, ayudará al estudiante no solo a diseñar un sistema de información, si no también a manipularla la información, distribuirla y analizar su factibilidad.
- **Gestión del conocimiento.** Esta asignatura esta enfocada a la adaptación de la gente y la tecnología, que es uno de los retos mas recalcados en el estudio, esta integración entre el trabajador y el sistema, no es solo el objetivo de esta materia, también es importante para el ingeniero industrial, saber capturar la información y transformarla en conocimiento útil.

- **Gestión ambiental.** La gestión ambiental cada vez esta mas presente en la industria, esta asignatura, se enfoca a la gestión y tratamiento de residuos y contaminación que puede generar la industria.
- **Gestión tecnológica.** Otra tendencia que se encontró en el estudio, fue la gestión del cambio tecnológico, el tener la capacidad de analizar el beneficio que genera dicho cambio, además de la importancia de que un ingeniero tenga la capacidad de generar alianzas tecnológicas y saber detectar una oportunidad.
- **Técnicas avanzadas de producción.** Este interés por la adaptación de lean manufacturing en la organización, planteó la necesidad de esta asignatura.
- **Procesos industriales avanzados.** Con el fin de ser pertinentes a la región, según el análisis del sector que se realizó, se pretende involucrar esta asignatura la cual tendrá en enfoque hacia los bioprocesos, biotecnología dirigida sobre todo a los sectores de agricultura, farmacia y alimentos.
- **Administración estratégica.** El mirar a la empresa como organización bajo un enfoque sistémico y organizar, direccionar, coordinar, controlar y evaluar los procesos de planeación es considerado en este trabajo otra asignatura a anexar.
- **Gestión humana.** La administración del personal, es una labor intrínseca del ingeniero industrial, en esta asignatura no solo se enfocará a la parte de recursos humanos, si no también se involucra uno de los retos mas notorios en el estudio, que es la motivación de la gente hacia la toma de decisiones y su adaptación al sistema.

Otras asignaturas involucradas, con el fin de expandir ciertos temas que el currículo actual posee y a su vez darle un alineamiento y secuenciación mas apropiada, han sido:

- **Six sigma**, como complemento de la asignatura gestión de calidad.
- **Diseño de productos**, complementa la materia gestión de operaciones.
- **Pronósticos e inventarios**, no solo capacitara al estudiante para estar preparado cuando se enfrente a recibir el conocimiento de logística, sino también complementa la asignatura gestión de operaciones.
- **Mantenimiento de producción**, Esta es importante para cuando en su conjunto de conocimientos el ingeniero industrial tenga la capacidad de gestionar todas las operaciones de la empresa, sin excluir el mantenimiento de la maquinaria, además en el momento de implementar lean manufacturing en la organización, este conocimiento es necesario.

- **Ergonomía y diseño de puesto de trabajo**, esta asignatura se extendió en relación a la que contiene el plan actual, ya que no solo se tendrán en cuenta los estudios de movimiento, si no también factores ergonómicos que afecten al puesto de trabajo.
- **Trabajo estandarizado**, en el plan actual, la asignatura estudio de métodos, abarcaba: el diseño del puesto de trabajo y el estudio de tiempos, se propuso separar estos conocimientos, en asignaturas diferentes con el fin de enfatizar mas en cada una de ellas, por ende esta materia, se centrara en el estudio de tiempos de trabajo.
- **Resistencia de materiales**, complementa la asignatura sistemas integrados de manufactura, por que capacita al estudiante a comprender el comportamiento de los materiales.

La actualización de los contenidos programáticos es importante, pero el cumplimiento de las competencias que se desean desarrollar y el perfil que se intentará formar quedan aún sin complementar, por esta razón se propone en este proyecto un instructivo de microcurrículo, que pretenderá involucrar y alinear los temas que se verán en dicha asignatura, de tal forma que la construcción del conocimiento adquirido por los estudiantes, queden sustentados en este instructivo que serviría de guía para cumplir con dichas competencias y perfil propuesto, se consideró como un referente tanto para el profesor como para el estudiante.

La forma de recibir el conocimiento plasmado en el microcurrículo, se encuentra aún indefinido, porque recomendar modelos pedagógicos o estilos de aprendizaje es un campo muy complejo, la forma en que se elabora la información y se aprende varía en función del contexto, es decir, de lo que estemos tratando de aprender, de tal forma que nuestra manera de aprender puede variar significativamente de una materia a otra, es por esto que en este proyecto se exponen buenas prácticas de enseñanza, desde un enfoque de motivación y compromiso del estudiante para con la asignatura en general.

Además, se hace necesario que los procesos formales de aprendizaje de los estudiantes, estén orientados hacia los requerimientos de la región, por ende es substancial que los profesores intenten incluir casos prácticos que hagan referencia a sectores económicos pertinentes al territorio donde se ejercerá la carrera.

15. RECOMENDACIONES

Este trabajo requiere una continuidad para que sea exitoso, en este momento se ha conseguido actualizar el plan de estudios y también una alineación de las asignaturas para no caer en el error de repetir temas, o bien enfatizar más en algunos temas que la investigación considera necesarias, para obtener un plan de estudios competente a nivel nacional e internacional.

Por ello, se debe elaborar una estrategia que contemple el proceso participativo mediante el cual los agentes implicados, desarrollen e implementen un modelo curricular y unas metodologías de aprendizaje que permitan alcanzar las competencias expuestas en este trabajo, así que se propondrán algunas recomendaciones para la culminación de este trabajo.

- La fijación de la carga curricular en créditos de cada unidad del curriculum debe ser hecha por cada facultad, ya que los expertos pueden definir y administrar el tiempo de aquel contenido académico.
- La elaboración de un currículum es un proceso complejo, largo y difícil y que debe estar sometido a continua evaluación y revisión. Por ello y con el fin de facilitar su gestión, se recomienda la participación activa del comité curricular, que cuente con representación del profesorado, de los estudiantes y de otros agentes implicados en la formación de postgrado.
- El elemento que más condiciona el proceso de aprendizaje es la evaluación. Un currículum basado en competencias exige evaluar dichas competencias. La evaluación de las competencias debe utilizar instrumentos válidos, fiables y factibles. El diseño que se adopte debe tener en cuenta su aceptabilidad e impacto educativo tanto para los estudiantes como para los profesores.
- Promover metodologías que favorezcan el aprendizaje activo y acerquen la realidad profesional y social a la formación, seleccionar metodologías que respondan al conjunto de objetivos y que tengan en cuenta los recursos disponibles o conseguibles de manera razonable, seleccionar contenidos en coherencia con las pretensiones, y preparar un plan de evaluación de los procesos y de los resultados garantizando a través del diseño y de los procedimientos que utiliza el rigor y la validez de esta evaluación.
- Se recomienda también, que en los conocimientos transmitidos por los profesores, se intenten simular a situaciones reales del sector empresarial, en este caso para ser pertinentes a la región, se propone que los casos prácticos se

enfoquen a sectores como: la agroindustria, manufactura de textiles y cuero, farmacia, manufactura de confección y textiles, metalmecánica y alimentos.

BIBLIOGRAFIA.

Actualización y modernización del currículo de Ingeniería Industrial. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior-ICFES-, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-. Santafé de Bogotá DC: 1996. 73 p.

BAIN, Ken. Lo que hacen los mejores profesores universitarios. 2 Ed. Valencia: PUV, 2007. 221 p.

Boletín PIB 22 de junio 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 Archivo de computador.

Cali en Cifras 2007. Santiago de Cali: Departamento Administrativo de Planeación Municipal DAPM, 2006. 1 archivo de computador.

DECRETO 2170 DE 2005 (Junio). El cual modifica el artículo 4 del decreto 2566 del 10 de Septiembre de 2003 [en línea]. Bogotá, D.C.: Ministerio de Educación de Colombia, 2005. [Consultado 18 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.mineducacion.gov.co/>.

DURAN CASTRO, Hernando. Estudio Sobre el Estado de Desarrollo e Inserción Social de la Ingeniería Industrial. Santiago de Cali, 2003. 1 archivo de computador.

Encuesta Anual Manufacturera 2007. Santiago de Cali: DANE, 2007. 1 Archivo de computador.

GONZALEZ Z, Domingo. Prospectiva de la Ingeniería Industrial. Mexico: EDAMEX, 2004. 152 p.

Informe de Coyuntura Económica Regional del Departamento del Valle del Cauca, Santiago de Cali: DANE, 2006. 1 archivo de computador.

JURADO, P; SANAHUAJA, J.M.; CARVAJAL, S NAVIO, RUIZ, C y TEJADA. Las capacidades y su incidencia en el desarrollo de competencias. Santiago de Compostela: 1999. 453 p.

KARLINS, David. Maynard Manual del Ingeniero Industrial. 5 ed. Madrid: McGraw-Hill, 2006. 3593 p.
Marco fundamental conceptual y especificaciones pruebas ECAES: Ingeniería Industrial. 6 Versión, Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación

Superior-ICFES-, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI-.
Santafé de Bogotá DC: 2005. 45 p.

MUÑOZ NEGRON, David. Introducción a la Ingeniería: Un enfoque industrial.
México: Thomson Learning Internacional, 2006. 394 p.

PETERSON F. N. Maynard's Industrial Engineering Handbook: The interface
between production system design and individual mechanical exposure, 5th ed.
New York: McGrawHill, 2001. 4102 p.

Plan de estudios de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad de
Palermo [en línea]. Argentina: Universidad de Palermo, 2008. [Consultado 15 de
marzo de 2008]. Disponible en Internet:
<http://www.palermo.edu.ar/ingenieria/industrial/index>.

Plan de estudios de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad de los
Andes [en línea]. Bogotá, Universidad de los Andes, 2008. [Consultado 23 de
marzo de 2008]. Disponible en Internet:
www.industrial.uniandes.edu.co.

Plan de estudios de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad Nacional
[en línea]. Bogotá, Universidad Nacional, 2008. [Consultado 23 de marzo de
2008]. Disponible en Internet:
www.unal.edu.co/ingenieria/industrial-bogota.html.

Plan de estudios de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad Industrial
de Santander [en línea]. Bogotá, Universidad Industrial de Santander, 2008.
[Consultado 25 de marzo de 2008]. Disponible en Internet:
www.uis.edu.co/portal/info_academica/prog-academicos.

Plan de estudios de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad
Politécnica de Catalunya [en línea]. Barcelona, Universidad Politécnica de
Catalunya, 2008. [Consultado 15 de marzo de 2008]. Disponible en Internet:
<http://www.ct.upc.es>.

Plan de estudios de la facultad de ingeniería industrial de la Pontificia Universidad
Javeriana [en línea]. Santiago de Cali, Pontificia Universidad Javeriana, 2008.
[Consultado 25 de marzo de 2008]. Disponible en Internet:
www.puj.edu.co/ingenieria/industrial/index.

Plan de estudios de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad Nacional
Autónoma de México [en línea]. México, Universidad Nacional Autónoma de
México, 2008. [Consultado 18 de marzo de 2008]. Disponible en Internet:
<http://www.unam.mx/>.

Plan de estudios de la facultad de ingeniería industrial del Politecnico di Milano [en línea]. Milán, Politecnico di Milano, 2008. [Consultado 15 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.polimi.it/>.

Plan Nacional de Desarrollo 2007- 2010: Apuestas productivas para el departamento del Valle del Cauca. Santiago de Cali: Departamento Administrativo de Planeación Municipal DAPM, 2006. 1 archivo de computador.

RESOLUCIÓN NO. 2773 DE 2003 (Septiembre 10). Resolución que define las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Ingeniería [en línea]. Bogotá, D.C.: Ministerio de Educación de Colombia, 2003. [Consultado 18 de marzo de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.mineducacion.gov.co/>.

TAPIAS GARCÍA, Heberto. Un Ingeniero para el futuro de Colombia. En: Colombia Ciencia y Tecnología, volumen 17 No. 02, abril-mayo de 1999.

TEJADA, José, Acerca de las competencias profesionales. En: Herramientas. Vol. 12 (Ene.-Feb.1999); p. 8-14.