TESIS
IZD2
G8
V.1

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE UN LABORATORIO DE MANUFACTURA PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO (CARACAS)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR — Br. HECTOR J. GUILLOT M.
Br. CAROL P. OMAÑA P.

PROFESOR GUIA — Ing. Henry Gasparín

FECHA — Mayo 2004

ÍNDICE GENERAL

Página

Contenido

ÍNDICE GENERAL V
ÍNDICE DE TABLAS VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS VIII
ÍNDICE DE FIGURAS VIII
ÍNDICE DE ANEXOS IX
SINOPSIS X
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA
1.1. Planteamiento del problema 3
1.2. Justificación 6
1.3. Objetivos de la investigación 8
1.3.1. Objetivo general 8
1.3.2. Objetivos específicos 8
1.4. Alcance 8

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO
2.1. Antecedentes de la investigación 9
2.2. Ingeniería industrial 11
2.2.1. Definición 11
2.2.2. Tendencias 12
2.2.3. La ingeniería industrial en la actualidad 12
2.2.4. Campos de aplicación 13
2.3. Ingeniería industrial en la UCAB 13
2.3.1. Definición y objetivos 13
2.4. Definición de Laboratorio 14
2.4.1. Laboratorio de Ingeniería Industrial en la UCAB 15
2.5. Definición de Manufactura 15
2.6. Definición de Procesos de Manufactura 17

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO
3.1. Tipo de investigación 23
3.2. Diseño de la investigación 23
3.3. Población y muestra 24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 27
3.4.1. Observación Directa 27
3.4.2. Encuesta 27

3.5. Validez 28
3.6. Técnicas para el análisis de datos 29
3.6.1. Datos Cuantitativos 29
3.6.2. Datos Cualitativos 29
3.7. Operacionalización de los objetivos 29

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO QUE SUSTENTA LA PROPUESTA
4.1. Objetivo específico No. 1 31
4.2. Objetivo específico No. 2 33
4.3. Objetivo específico No. 3 35
4.3.1. Análisis del contenido académico de Ingeniería Industrial 36
4.3.2. Análisis del contenido académico en el área de Manufactura 38
4.4. Objetivo específico No. 4 42

CAPÍTULO V: LA PROPUESTA
5.1. Presentación 57
5.2. Justificación 57
5.3. Objetivo de la propuesta 57
5.4. Estructura 58
5.5. Factibilidad 68
5.6. Beneficios 68

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
6.1. Conclusiones 70
6.2. Recomendaciones 72

BIBLIOGRAFÍA 73
ANEXOS 76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.		Página
1	Categoría de Operaciones de Procesos	17
2	Clasificación de Procesos de Formado	19
3	Grupo de Universidades	26
4	Operacionalización de los Objetivos	30
5	Áreas de Formación	37
6	Competencias Laborales	38
7	Factores	43
8	Método Cualitativo por Puntos	43
9	Definición de Procesos de Maquinado	46
10	Instrumentos Graduados	51
11	Materia Prima	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No.		Página
1	Distribución del Contenido Académico de Ingeniería Industrial por Áreas de Formación	37
2	Áreas de Aplicación Profesional por Áreas de Aplicación	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
1 a	Definiciones de Manufactura como Proceso Técnico	16
1 b	Definiciones de Manufactura como Proceso Económico	16
2	Procesos de Manufactura	18
3	Estructura Metodológica	22
4	Contribución de la Manufactura al PIB	35
5	Organigrama General del Laboratorio	56
6	Pasos en la secuencia de producción de la fundición de arena	66
7	Flujo de Caja para la implementación del Laboratorio	67
8	Distribución de Maquinaria y Equipos Etapas I y II	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
A	Reseña Histórica	77
B	Plan de Estudios de Ingeniería Industrial UCAB	78
C	Unidades Crediticias por Área de Aplicación Profesional	82
D	Áreas de Aplicación	83
E	Materias por Áreas	84
F	Materias Electivas	86
G	Contenido Detallado (Cátedra: Tec. de Mat. y Manuf.)	88
H	Cotizaciones	90
I	Definición de Universidades	107
J	Glosario Programa de Higiene y Seguridad Industrial	110
K	Unidades Crediticias por Áreas de Formación	122
L	Fondo de Cooperación y Ayuda al Desarrollo (FOCAD)	125

SINOPSIS

El presente proyecto factible de investigación tuvo como principal objetivo diseñar un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello (Caracas). Se efectuó una investigación de campo de tipo descriptiva de manera de describir la situación actual en cuanto a la enseñanza práctica de conocimientos básicos de manufactura en la Escuela; con el fin de conocer su impacto en el ejercicio profesional de los egresados de esta institución.

Los resultados de este estudio indicaron que el Pensum de Ingeniería Industrial se enriquecerá en el Área de Manufactura, mediante el
refuerzo práctico en una de las Áreas de Aplicación Profesional del Ingeniero Industrial. La Implementación del Laboratorio serviría como apoyo para las actividades relacionadas con el campo de Manufactura en el área de post-grado de esta institución.

Otra conclusión importante, derivada del análisis, es que en Venezuela existe la necesidad de involucrar a los ingenieros industriales en los conceptos de optimización de procesos, mejora de calidad de producto y en los procesos de transformación de bienes.

Basado en el diagnóstico realizado y acorde a lo establecido con la Norma Covenin 2260-88 y 187:2003, se elaboró el diseño del Laboratorio de Manufactura, que tiene un área sugerida de 268,5 m^2 y una altura de 5 m. Las máquinas herramienta empleadas se usaran para describir operaciones de maquinado convencional. El costo total de la inversión será de $270.668,06.

Se hicieron finalmente algunas recomendaciones: como por ejemplo, considerar los planes de apoyo económico ofrecidos por la Fundación Instituto Vasco Venezolano de Cooperación Eguzki. Promover la vinculación entre la Escuela y las industrias, las cuales podrían ofrecer equipos, ayuda económica, e incluso solicitar apoyo investigativo.

INTRODUCCIÓN

La idea de diseñar un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería de la UCAB (Caracas), surgió a raíz de la experiencia vivida durante el Practicum realizado en las instalaciones de North Carolina State University, con el objetivo de aportar y compartir en la práctica, con la optimización de los niveles de profesionalismo de los estudiantes de Ingeniería Industrial.

Así bajo la asesoría del Ing. Daniel Saloni, representante de nuestra institución en N.C.S.U., y el Ing. Henry Gasparín profesor titular de la escuela de Ingeniería Industrial en la U.C.A.B. el laboratorio de manufactura no solo significaría formar estudiantes mas competitivos a nivel laboral mejorando sus conocimientos de los diversos métodos de modelado existentes y el uso de la maquinaria necesaria sino que, podría ser fuente adicional de ingresos para la Universidad mediante la realización de proyectos a terceros.

El Laboratorio de Manufactura, podría llegar a ser un incentivo para los estudiantes que se sientan identificados con estos procesos y les brindaría la oportunidad de profundizar dentro de este tema en cursos posteriores que redundarían en la búsqueda de la excelencia para el profesional egresado de nuestra institución.

El presente estudio tuvo como propósito Diseñar un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello, utilizando como apoyo la Norma COVENIN 2260-88 para el Programa de Higiene y Seguridad Industrial.

Para ello, el estudio se presenta estructurado en cinco capítulos que a continuación se describen brevemente.

El Capítulo I "EL PROBLEMA" contiene, el planteamiento del problema, la justificación del estudio, los objetivos de la investigación, el alcance y las limitaciones.

El Capítulo II, "MARCO TEÓRICO" contiene los antecedentes de la investigación y las bases teóricas que sustentaron el estudio.

El Capítulo III, "MARCO METODOLÓGICO" contiene, la metodología empleada, el tipo de investigación, el diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de los mismos y las técnicas para el análisis de los datos.

El Capítulo IV, "DIAGNÓSTICO QUE SUSTENTA LA PROPUESTA" presenta el análisis de los resultados obtenidos.

El Capítulo V, "LA PROPUESTA" contiene, la presentación, justificación, objetivo, estructura, factibilidad y beneficios de la Propuesta.

El Capítulo VI contiene las "CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES" de la investigación.

Finalmente se presenta la Bibliografía y un conjunto de anexos atinentes a la investigación.

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La globalización de la economía ha originado la constante búsqueda del mejoramiento de las empresas para ocupar posiciones competitivas en el mercado mundial. Las compañías manufactureras trabajan en función de la modernización de sus procesos productivos, y utilizan herramientas que facilitan las labores administrativas y la integración de estas tareas con la planta productiva.

En el devenir de las civilizaciones se ha podido observar que las culturas humanas se han preocupado por desarrollar técnicas que les permitieran una mejora en su entorno social aún cuando sus métodos fueran artesanales. Es así como la cultura romana se destaca por perfeccionar las artesanías y las armas; la artesanía les permitió un mejor nivel de vida, las armas les permitieron conquistar a las culturas vecinas en tiempos de conflicto.

Durante la Revolución Industrial surgieron los principios de la tecnología de las máquinas herramienta. Su desarrollo se remonta a 1770 para la mayoría de los procesos de remoción en materiales convencionales. Muchos de estos procesos son anteriores a las máquinas herramienta, como el taladrado y el aserrado y el torneado de madera que ya se observaba en el año 1 D.C.

En el siglo XX han tenido lugar más adelantos tecnológicos que en todos los demás siglos anteriores. Muchos de estos desarrollos han dado por resultado lo que hoy día se conoce como la automatización de la manufactura: líneas de transferencia, control

numérico, robótica industrial, controladores lógicos programables y sistemas flexibles de manufactura.

Bajo estos enfoques de tecnología, y después de comprobar la eficiencia de la implantación de la manufactura en la industria, diferentes universidades a escala mundial se han planteado el reto de aportar a la sociedad, profesionales que estén familiarizados con el uso de novedosas herramientas, metodología y equipos, de tal manera que se asegure su satisfactorio desempeño en los cargos que ocupen en el mercado laboral.

La situación económica, política y social de Venezuela, indica que serán pocas las inversiones (tanto internas como externas) en los próximos años, por lo que la generación de puestos de trabajo a todo nivel será reducida, razón por la que los egresados de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello a corto y mediano plazo deberán tener fortalezas que les permitan destacarse para lograr ubicarse en los reducidos mercados laborales esperados.

Se han venido desarrollando mundialmente procesos de manufactura radicalmente diferentes a los tradicionales manejados en las empresas del tercer mundo, que desde la óptica de la globalizacion requieren de su inserción en el ámbito nacional para ir formando los profesionales que en el futuro harán uso de dichas tecnologías. De esta manera Venezuela, país de grandes recursos naturales podrá ser algún día un gran productor de bienes y servicios que vayan mas allá de la simple explotación de materias primas.

Independientemente de lo que suceda en el futuro inmediato, una de las mayores fortalezas de Venezuela es la de poseer grandes reservas de materias primas, lo cual ofrece un potencial que en algún momento hará que se orienten grandes inversiones para el desarrollo de industrias de extracción y transformación, industrias de alta tecnología,

que requerirán que los profesionales de las futuras generaciones estén altamente calificados en el campo de la manufactura.

En este orden de ideas la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello que tiene como propósito formar profesionales con el siguiente perfil ocupacional: "profesional capacitado para trabajar en empresas con o sin fines de lucro, haciendo uso eficiente de los recursos disponibles, en niveles incrementales de eficiencia, para el alcance de los objetivos de la misma", está consciente que para lograr su propósito el Egresado deberá contar con un gran conjunto de competencias que requerirá dominar; entre las que se destaca el área de Ingeniería de Manufactura.

Según la Universidad Estatal de Pennsylvania, (USA), el componente laboratorio dentro de la enseñanza de la Ingeniería Industrial, otorga al estudiante la experiencia práctica que él necesita para relacionar la teoría impartida con el mundo real.

La Universidad Católica Andrés Bello, específicamente la Escuela de Ingeniería Industrial presenta una carencia en la parte práctica de varias de sus asignaturas, específicamente en el área de Manufactura, lo que se ha traducido en los siguientes efectos: los estudiantes egresados en la *generación de crisis* como se define en la Revisión Curricular de 2002[1], se desenvuelven en el mercado laboral en una *"época en la que se impone el concepto de la "mejora continua" contribuyendo a la transformación del Ingeniero Industrial hacia el gran estudioso de los procesos para lograr obtener "mas con menos", logrando con ello la inserción masiva de estos profesionales en el sector de servicios, no estando ya restringidos al sector manufacturero como en sus inicios".* Lo que se traduce en profesionales exitosos y competentes en el área gerencial pero con serias debilidades en el área de manufactura. De igual manera, la ausencia de un Taller de Tecnología de Manufactura dentro del

[1] "Generación de crisis" Diseño Curricular para todos los programas vigentes entre los años 1994 hasta 2002.

campus de la Universidad, conlleva a que los estudiantes regulares en su período de pasantía se vean en la necesidad de recurrir a los convenios establecidos entre la UCAB y las Universidades NCSU y RIT en Estados Unidos, de manera de adquirir conocimientos básicos de manufactura y conocer de los adelantos de la tecnología de punta, todo esto a un costo que hoy día para muchos se ve cuesta arriba debido a los problemas políticos y económicos con los que se debe lidiar.

El hecho de no disponer de este Taller para las actividades prácticas en el área de Manufactura, pone a la Universidad en desventaja con respecto a otras universidades donde se imparte Ingeniería Industrial, este juicio está respaldado en el estudio realizado por la Escuela, titulado "Revisión Curricular 2002" mencionado anteriormente, donde al comparar a la UCAB con las 32 Universidades estudiadas el resultado arrojado fue: "en lo referente a las frecuencias de las asignaturas, luce evidente según los gráficos que se debe revisar la pertenencia de las siguientes asignaturas:
...En formación profesional especifica del análisis de las universidades americanas, como tendencias que están ya impactando a Venezuela, o próximas a impactar en un futuro no muy lejano, y que como consecuencia de ello deberían ser consideradas, Manufactura Integrada por Computadora (única asignatura no contemplada en el pensum actual)".

Es por ello que se planteó el presente estudio, cuyo objetivo general fue realizar el Diseño de un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial en la Universidad Católica Andrés Bello (Caracas).

1.2. JUSTIFICACIÓN

El proceso de industrialización mundial es un fenómeno que debe alarmar a Venezuela, siendo este un país cuya industria ha estado estancada e incluso ha presentado un retroceso en los últimos años, producto entre otras cosas, de un ambiente

político, económico y social poco propicio para la inversión, originando como consecuencia bajos valores de producto interno bruto y altos niveles de importación.

Venezuela produce altas cantidades de acero y aluminio, sin embargo importa una gran cantidad de productos manufacturados basándose en esas materias primas.

Basados en la premisa de que vendrán mejores tiempos para la industria en Venezuela, se debe formar ingenieros industriales que además de poseer sólidos conocimientos gerenciales, cuenten con una base técnica adecuada para enfrentar los retos que presenta la industria.

Debe tenerse presente que la manufactura es el medio de transformación de materia prima en productos terminados o semi-elaborados que sirven de apoyo a otros sectores productivos, difundiendo de esta forma el desarrollo en conjunto de la economía.

De tal manera, al dotar al futuro ingeniero industrial de las capacidades técnicas relacionadas al área de manufactura, conjuntamente con las asignaturas que actualmente se imparten en el plan de estudio, se elevará el nivel de calidad de la Universidad Católica Andrés Bello a la vez que se formaran profesionales con una mayor gama de habilidades que contribuyan al desarrollo económico del país.

Es así como los investigadores, se plantearon, como una solución viable, la construcción del Laboratorio por etapas, de manera de comenzar con conocimientos básicos de manufactura, luego implementar conocimientos de manufactura integrada por computadora y finalmente lograr que el laboratorio produjera piezas que sirvieran para su posterior venta de forma tal que este representara una fuente interna de trabajo y al mismo tiempo pudiese auto sostenerse.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello (Caracas)

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir las tendencias de la Ingeniería Industrial bajo la óptica de diferentes universidades.
- Analizar las tendencias en Ingeniería Industrial en el campo de la Manufactura.
- Identificar las debilidades prácticas en la formación del Ingeniero Industrial de la UCAB en el Área de Manufactura.
- Diseñar un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB que fortalezca las competencias de sus egresados.

1.4. ALCANCE

De esta forma y para cumplir con los objetivos de esta investigación, fue necesario evaluar las necesidades del mercado laboral de contar con profesionales recién egresados en Ingeniería Industrial, evaluar las necesidades internas de la Escuela de Ingeniería referente a su Pensum, elaborar misión y visión del Laboratorio con el fin de realizar una selección posterior de la maquinaria y equipos necesarios para dicho Laboratorio, realizar una investigación de mercado de manera de conocer los costos en los que se incurriría en el momento de su puesta en marcha, así como hacer sugerencias en cuanto a plan de higiene y seguridad industrial.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la búsqueda de información que sustente el trabajo de un investigador, éste se encuentra con obras que no solo son citadas para sustentar una proposición, sino que sirven como marco y referencia del trabajo investigativo. Para Morles (1997) "esto es conveniente porque no existe campo del conocimiento completamente nuevo o inexplorado; porque toda creación o descubrimiento toma elementos del pasado, y porque la ética científica lo exige". (p. 13)

Esta investigación recibió el apoyo de los siguientes trabajos previos o antecedentes:

Guzmán V.; Sahmkow R. (2001), **Propuesta de adecuación de los laboratorios docentes de ingeniería industrial en la Universidad Católica Andrés Bello.** Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Católica Andrés Bello. Esta investigación se realizó bajo la modalidad de estudio descriptivo de investigación de tipo no experimental, transeccional descriptivo. Su finalidad fundamental fue cuantificar la inversión requerida para lograr la adecuación de los laboratorios docentes de Ingeniería Industrial en la UCAB, a través de un análisis de necesidades y un análisis técnico-operativo, que permitieran determinar los requerimientos de la carrera en el ámbito de laboratorios. Como punto relevante se presentó que en la UCAB no existen laboratorios al nivel de aplicación especifica de la carrera, no siendo este el caso de la mayoría de las universidades que fueron estudiadas. Básicamente se estudiaron oportunidades de mejora en tres aspectos a destacar: Adquisición de nuevos equipos para los laboratorios existentes en la UCAB, Introducción de nuevos laboratorios y Adecuación de la estructura organizacional.

El aporte que hace esta investigación al presente estudio es que el mismo proporciona una herramienta que permitirá a la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB tomar acciones para mejorar la calidad de la enseñanza de la carrera, mediante el fortalecimiento de la fracción práctica de la misma.

Reiners C.; Tartaret R. (1999), **Introducción de la tecnología de manufactura integrada por computadora en la UCAB: planes de implementación de una celda de manufactura.** Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Católica Andrés Bello. Este proyecto representó un esfuerzo cuyo objetivo se basó en implementar la tecnología asociada a la manufactura integrada por computadora en la Universidad Católica Andrés Bello, a través de la construcción de una celda de manufactura. Dicha celda tiene como primer fin servir de medio experiencial para el aprendizaje de la filosofía CIM, y de sus tecnologías asociadas, por parte de los estudiantes de la UCAB. Para lograr este fin, se preparó una plataforma de información relativa al CIM y a sus tecnologías asociadas, la cual sirvió de base para desarrollar propuestas de implantación en el área académica. Igualmente, se estudió la evolución del CIM a escala mundial y nacional, en los ámbitos académicos y empresariales. Finalmente se realizaron propuestas para la implementación de la filosofía CIM en la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB.

El aporte de este trabajo a esta investigación es que proporciona una visión innovadora y representa un gran paso en el camino de la modernización de la enseñanza de tecnologías de avanzada por parte de la Universidad.

Fris M., Vera D. (2003), **Estudio de factibilidad para la implementación de Laboratorios-Talleres en la Facultad de Ingeniería Industrial de la UCAB.** Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Católica Andrés Bello. La metodología implementada en esta investigación constó en

tres etapas a saber: Investigación de campo, que permitió determinar las necesidades del estudiante para proponerle mejoras y a su vez las necesidades de equipos e instalaciones en la Universidad; Definición del Modelo, en el cual se determinaron los bienes a fabricar en los Laboratorios-Talleres para que cumplieran con los requisitos establecidos, se definió a su vez la cantidad de estudiantes con que se cuenta y la frecuencia del trabajo; Estudio de factibilidad, que permitió finalmente determinar la factibilidad de los productos a fabricar para lograr que los Laboratorios-Talleres fuesen auto sostenibles.

Este TEG brinda a la UCAB una oportunidad de mejora para la Escuela de Ingeniería Industrial, y el mismo constituye una herramienta que le permita tener una directriz clara para acciones posteriores al respecto.

2.2. INGENIERÍA INDUSTRIAL

Para conceptuar la Ingeniería Industrial en el contexto de la Historia; se debe fijar primero la relación entre Ciencia e Ingeniería. La Ciencia es la constante búsqueda del conocimiento y ese conocimiento (teórico interactuado a lo practico) debe ser exacto y razonado en un todo o partes del sistema: ideas, medios, del sujeto o del objeto que se estudia o aplica. Y la Ingeniería es la aplicación metódica del "conocimiento-ingenio," de modo "científico" con fines utilitarios. Es por ello que la base de la Ingeniería es la Ciencia y de ella se inspira el humano para realizar o llevar a cabo la Investigación científica. La Historia de la Ciencia y la Ingeniería se entrelazan y se remonta desde la antigüedad del origen del Hombre.

2.2.1. Definición

Ingeniería Industrial según el Instituto de Ingeniería Industrial se define como:

> "La Ingeniería Industrial trata sobre el diseño, mejoramiento e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipos. Requiere de conocimiento especializado y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de

análisis y diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar el resultado que se obtenga de dichos sistemas. (Institute of Industrial Engineers, 25 Technology Park, Atlanta/Norcross, Ga. October 1955). "

2.2.2. Tendencias de la Ingeniería Industrial

Las actividades del Ingeniero Industrial se relacionan con sistemas (procesos, sub-procesos, actividades, tareas, etc.) Empresariales u Organizacionales que están relacionadas con el carácter tecnológico, y son aquellos en que el hombre se integra al sistema. Es por ello que el entorno de la Ingeniería Industrial debe estar dentro de los sistemas tecnológicos, sociales y con mayor importancia en su carácter de Producciones Terminales (Bienes y Servicios) con visión productiva, vale decir la conjunción de los recursos con el valor agregado buscando los ideales de excelencia y calidad.

2.2.3. La Ingeniería Industrial en la actualidad

La Concepción "industrial" es amplia; no sólo se refiere a manufactura, sino a transformación de recursos en bienes y/o servicios con valor agregado, generando "Producciones Terminales" ofrecidas al consumidor o sociedad; orientada a la Excelencia, Calidad, Competitividad y Globalización. Lo Industrial esta íntimamente relacionada con las potencialidades de cada región o país y del grado de tecnologías, de procesos, sub-procesos y toda actividad con valor agregado que se aplique en beneficio de una sociedad o medio.

En la actualidad el Ingeniero Industrial tendrá que estar preparado para los retos del siglo XXI, como por los cambios tecnológicos, interactuar con megas empresas que aglomeran micro, pequeñas y medianas empresas hacia grandes corporaciones; estar vinculados al desarrollo de Procesos Automatizados, Robotizados y en manejo digital y virtual, con Procesos interactuados en sistemas Intranet, Extranet e Internet donde plantas, módulos y circuitos inteligentes podrán ser manejados a largas distancias, y la tecnología de la información y comunicación será adoptada a procesos inteligentes.

Adecuarse al Tratamiento de Módulos de Laboratorio Lógicos de Producción Terminales para la Industria Alimentaria, Pecuaria y otras con clonaciones y

tratamientos biogenéticos. La fusión de sistemas, técnicas y procesos fomentaran nuevas revoluciones industriales exigiendo al profesional a desarrollar su capacidad creadora y técnica a exigencias de las mayores demandadas de las sociedades.

2.2.4. Campos de aplicación

El Ingeniero Industrial se desempeña ampliamente tanto en empresas manufactureras como de servicios, trabajando en áreas tales como: Producción, Finanzas, Proyectos, Ingeniería de Planta, Mercadotecnia, Recursos humanos; independientemente en la administración de su propio negocio o establecimiento en un despacho de asesoría.

El constante incremento en la competencia a escala nacional e internacional obliga a las empresas a mejorar la calidad de sus productos, ante esto, el Ingeniero Industrial tiene un amplio campo de desarrollo en el área de Control Total de Calidad, tanto en procesos de producción como en las filosofías de calidad para la administración de las empresas.

De esta forma, el Ingeniero Industrial combina la optimización de recursos que caracteriza a la Ingeniería Industrial, con el desarrollo de sistemas que mejoren la productividad de una empresa fungiendo como *integrador de cada una de las áreas productivas de las organizaciones.*

2.3. INGENIERÍA INDUSTRIAL EN LA UCAB

2.3.1. Definición y Objetivos de Ingeniería Industrial

El concepto que se maneja actualmente de Ingeniería Industrial en la UCAB es el siguiente:

"La Ingeniería Industrial es aquella área del conocimiento humano que forma profesionales capaces de planificar, diseñar, implantar, operar, mantener y controlar eficientemente

organizaciones integradas por personas, materiales, equipos e información con la finalidad de asegurar el mejor desempeño de sistemas relacionados con la producción y administración de bienes y servicios." (www.ucab.edu.ve, Agosto 2003).

De igual manera define sus objetivos como sigue:

"Formar profesionales con sólidos conocimientos técnicos y gerenciales para planificar, diseñar, implantar, operar, mantener y controlar empresas productoras de bienes y/o servicios, con un alto sentido de compromiso humano para con la sociedad.
Las funciones del Ingeniero Industrial se centran en la creación, previsión, estudio y análisis de los diferentes métodos, normas y procedimientos de operación y funcionamiento de sistemas relacionados con la producción y administración de bienes y servicios, e introduce las modificaciones que sean necesarias para asegurar el máximo rendimiento en la utilización de los recursos humanos, financieros y tecnológicos a través de la aplicación de las más recientes técnicas de análisis y mejoramiento de los procesos". (www.ucab.edu.ve, Agosto 2003).

2.4. DEFINICIÓN DE LABORATORIO

El término Laboratorio según el Diccionario de Lengua Española se refiere a la "...oficina o taller donde se hacen trabajos de índole técnica, o investigaciones científicas." (Diccionario de la Lengua Española, 1984).

Según la Universidad Estatal de Pennsylvania, EEUU, el componente laboratorio dentro de la enseñanza de la Ingeniería Industrial, otorga al estudiante la experiencia practica que el necesita para relacionar la teoría impartida con el mundo real. (www.ie.psu.edu/undergrad/,Agosto 2001).

De lo anterior se puede inferir que en la enseñanza de la Ingeniería, por su carácter científico y técnico, las prácticas de laboratorio son pieza fundamental. En el caso de Ingeniería Industrial, la práctica permite, además de apreciar los conocimientos científicos, otorgar al estudiante una previa experiencia de la practica profesional como tal.

2.4.1. Laboratorios de Ingeniería Industrial en la UCAB

Los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello, además de cumplir funciones docentes, realizan investigaciones tecnológicas y trabajos de asesoría y consultoría para el sector industrial público o privado.

La Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB cuenta con 13 laboratorios docentes como complemento para la formación teórica de los estudiantes. Nueve de estos poseen sus instalaciones en el edificio de laboratorios de la Universidad. Estos laboratorios fueron habilitados a finales de la década de los sesenta y desde entonces no han sufrido cambios significativos.

Desde hace varios años, el sector empresarial venezolano ha utilizado los servicios de estos laboratorios y han reconocido la capacidad técnica y la responsabilidad en la entrega de los trabajos realizados.

Cuenta con profesionales y técnicos altamente calificados en sus respectivas especialidades y respaldados por una formación ética que los capacita para enfrentar cualquier tipo de eventualidad que se presente en el desempeño de sus labores.

2.5. DEFINICIÓN DE MANUFACTURA

La palabra Manufactura se deriva de las palabras latinas *manus* (manos) y *factus* (hacer); esta combinación de términos significa hacer con las manos.

La Manufactura actualmente como campo de estudio posee dos definiciones: tecnológica y económica. Tecnológicamente es la aplicación de procesos químicos y físicos que alteran la geometría, las propiedades, o el aspecto de un determinado material para elaborar parte o productos terminados. Los procesos para realizar la manufactura requieren de una combinación de máquinas, herramientas, energía y trabajo manual.

Como se muestra en la Figura No. 1a, la manufactura se realiza como una sucesión de operaciones donde cada una de ellas lleva al material hacia el estado final deseado.

Económicamente, la manufactura es la transformación de materiales en artículos de mayor valor, a través de una o más operaciones o procesos de ensamble. El punto importante es que la manufactura agrega valor al material original, cambiando su forma o propiedades; como se muestra en la Figura 1b.

Figura 1a: La Manufactura como Proceso Técnico.

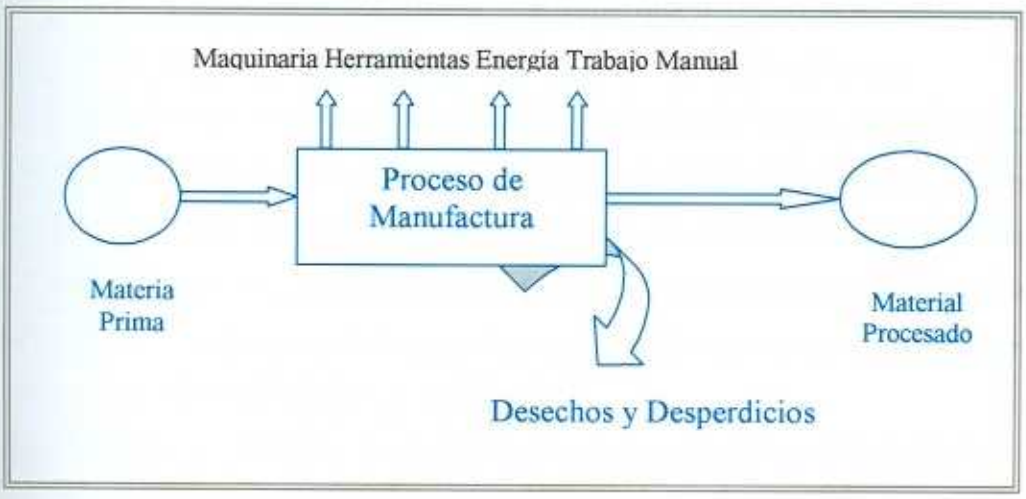
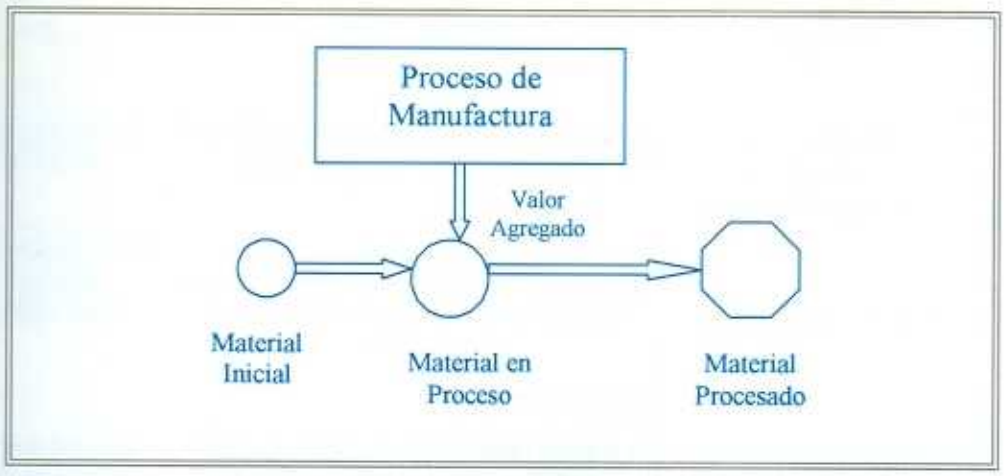


Figura 1b: La Manufactura como Proceso Económico.



2.6. DEFINICIÓN DE PROCESOS DE MANUFACTURA

Los procesos de manufactura pueden dividirse en dos tipos básicos: Operaciones de proceso y Operaciones de Ensamblaje.

Una *operación de proceso* transforma un material de trabajo de una etapa a otra mas avanzada, que lo sitúa cerca del estado final deseado para el producto. Una *operación de ensamblaje* une dos o más componentes para crear una nueva entidad llamada ensamble, sub-ensamble o cualquier otra forma que se refiera al proceso de unir. En la Figura No. 2 se muestra la clasificación de los procesos de Manufactura.

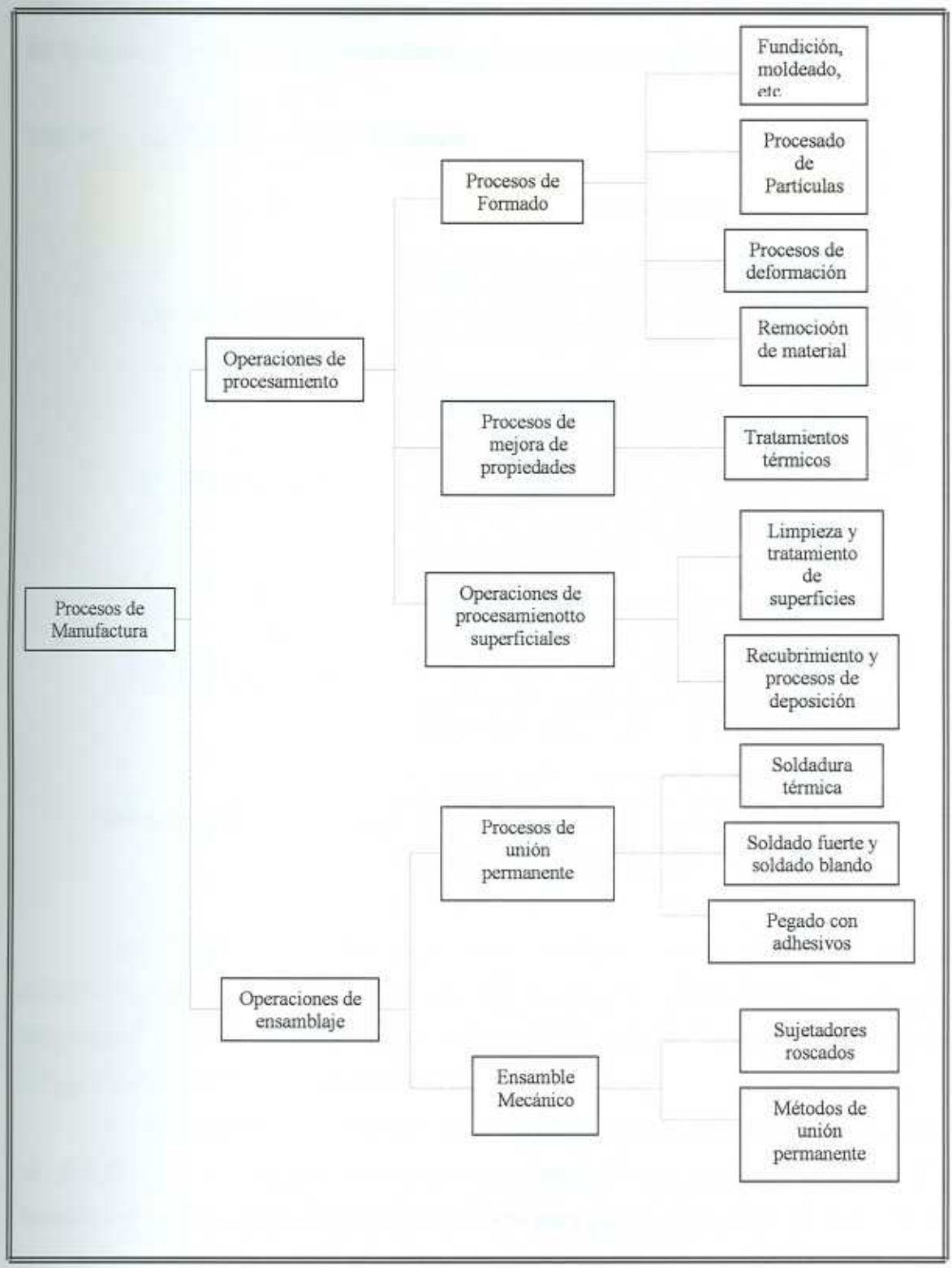
Una operación de proceso utiliza energía para alterar la forma, las propiedades físicas o el aspecto de una pieza de trabajo a fin de agregar valor al material. La energía se aplica de forma controlada mediante la maquinaria y sus herramientas, la energía humana también es utilizada aunque el papel de los seres humanos está mas orientado hacia el control de las máquinas, el chequeo de las operaciones, la carga y la descarga de piezas antes y después de cada ciclo de operación.

En la siguiente Tabla se describen tres categorías que se distinguen en las operaciones de proceso:

Tabla No. 1: Categorías de Operaciones de Proceso.

Categoría	Características	Ejemplo
Operaciones de Formado	Alteran la geometría del material inicial de trabajo mediante diversos métodos.	• Fundición • Forjado • Maquinado
Operaciones para mejorar propiedades	Agregan valor al material con la mejora de sus propiedades físicas sin cambiar su forma.	Tratamientos térmicos
Operaciones de procesado de superficies	Tiene por objeto limpiar, tratar, revestir o depositar materiales en la superficie exterior de la pieza de trabajo.	Electrodeposición

Figura No.2: Procesos de Manufactura



La mayoría de los *Procesos de Formado* aplican calor, fuerza mecánica o una combinación de ambas para lograr un cambio en la geometría del material de trabajo. En la siguiente Tabla se muestra la clasificación y sus características.

Tabla No. 2: Clasificación de procesos de formado.

Clasificación	Características
Fundición, Moldeado	El material inicial se caliento lo suficiente para transformarlo en un líquido o llevarlo a un estado altamente plástico. Fundición es el nombre usado para metales y moldeado para plásticos.
Procesado de partículas	El material inicial es un polvo que se forma y calienta para darle una geometría deseada, la técnica común involucra prensado y sinterizado. El polvo es prensado en la cavidad de un dado a muy alta presión lo que hace que el polvo tome la forma de la cavidad. La pieza se calienta a una temperatura por debajo de su punto de fusión, para aumentar su fortaleza. Esta operación de calentamiento se llama sinterizado.
Procesos de deformación	El material inicial es un sólido dúctil que se deforma para formar la pieza. La pieza inicial se forma por la aplicación de fuerzas que exceden la resistencia del material a la deformación. Para evitar la fractura durante la deformación se debe aumentar la ductilidad calentando la pieza por debajo de su punto de fusión.
Procesos de remoción de material	El material inicial es un sólido del cual se quita material para que la pieza resultante tenga la geometría deseada. Los proceso más importantes en esta categoría son operaciones de maquinado: torneado, taladrado, fresado y esmerilado.

Los *Procesos de Mejora de Propiedades* no alteran la forma de la parte, excepto en algunos casos de forma no intencional. Los procesos más importantes de mejora de propiedades involucran tratamientos térmicos que incluyen diversos procesos de recocido y resistencia para metales y vidrio.

Las *Operaciones de Procesado de Superficies* incluyen: limpieza, tratamientos de superficie y procesos de recubrimiento y deposición de películas delgadas. La limpieza incluye procesos mecánicos y químicos para quitar la suciedad, la grasa y otros

contaminantes de la superficie. Los tratamientos de superficie incluyen tratamientos mecánicos como el chorro de perdigones y chorro de arena. Los de recubrimiento y deposición de películas delgadas aplican un revestimiento de material a la superficie exterior de la pieza de trabajo.

El segundo tipo básico de operaciones de Manufactura es el *Ensamblaje,* en el cual dos o más partes separadas se unen para formar una nueva entidad, los componentes de ésta quedan unidos en forma permanente o semipermanente. Los procesos de unión permanente incluyen: soldadura térmica, soldadura fuerte, soldadura blanca y pegado de adhesivos. Los métodos de ensamble mecánico aseguran dos o mas partes en una unión que puede desarmarse cuando convenga mediante el uso de tornillos, pernos, tuercas y demás sujetadores roscados.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

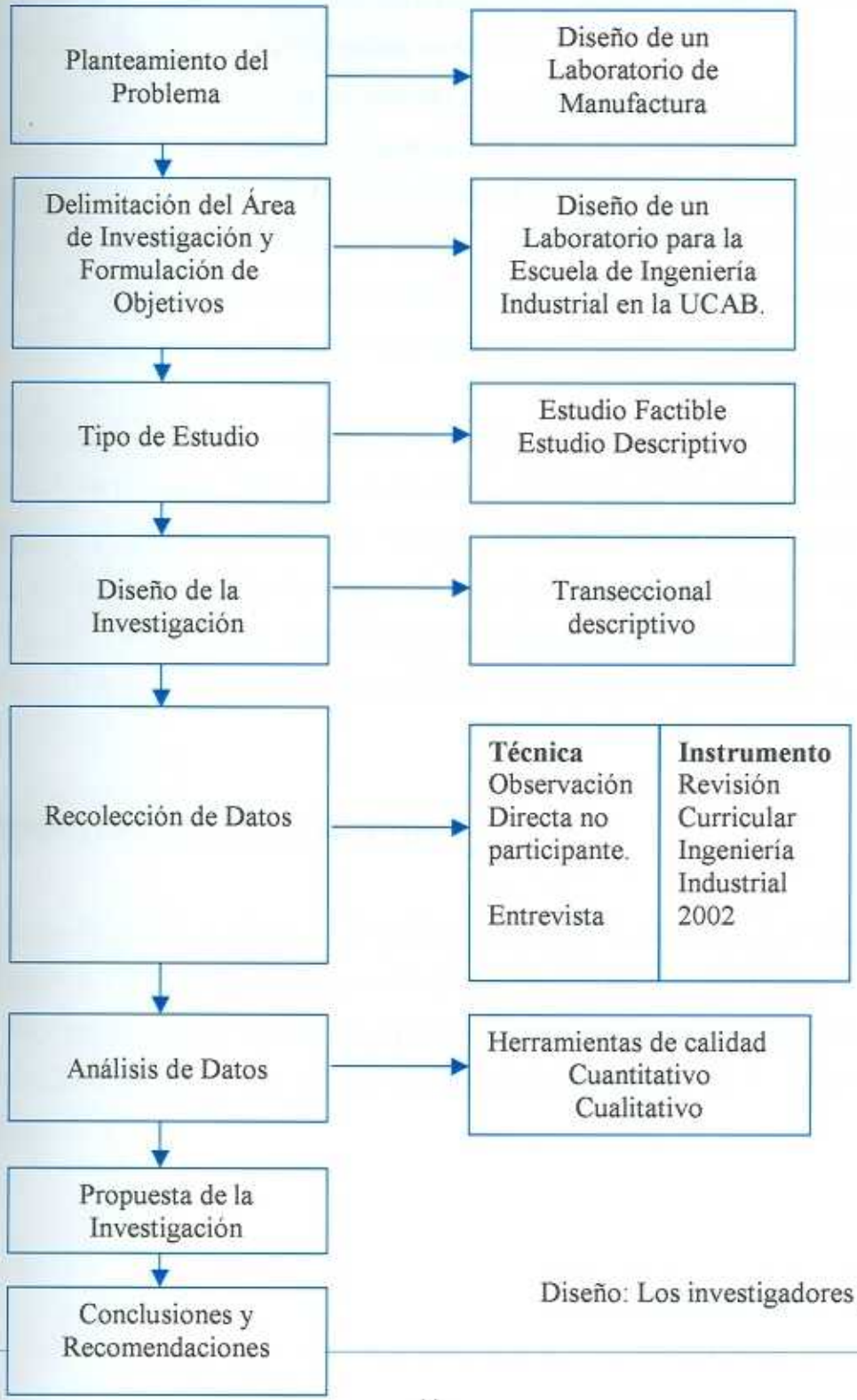
La metodología se refiere al modo de realizar con orden lógico un estudio o investigación, en donde se busca de manera sistemática encontrar un conocimiento causal de los problemas que se presentan en determinado ambiente.

Es necesario partir de un problema bien identificado y delimitado, para luego establecer las etapas del análisis del problema en estudio, el método de investigación, fuentes de información y tratamiento de la información.

A continuación se presenta la estructura metodológica empleada para el desarrollo de la presente investigación:

Figura No. 3

Estructura Metodológica



Diseño: Los investigadores (2004)

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El fin de establecer el tipo de investigación es definir la clase de información necesaria, así como el nivel de análisis que se efectúa.

La investigación realizada, de acuerdo a los objetivos planteados, se enmarcó en la modalidad de proyecto factible, ya que la propuesta de Diseñar un Laboratorio de Manufactura en las instalaciones de la Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, tiene la finalidad de capacitar y entrenar estudiantes y profesores en el área de manufactura por medio del uso de máquinas herramienta convencionales e introducir los principios de la tecnología de última generación relacionada con este campo.

Igualmente, se caracteriza el presente estudio como una investigación de campo de tipo documental, apoyada en un estudio descriptivo de una situación problemática real, puesto que busca describir la situación actual en cuanto a la enseñanza de conocimientos básicos de Manufactura en la Escuela de Ingeniería Industrial, en donde se pudieran valorar de manera independiente los atributos de la misma y posteriormente se buscaría integrar mediciones de cada uno de estos, para poder decir cómo es y cómo se desenvuelve.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En lo referente al diseño de la investigación, este es transeccional descriptivo, debido a que se recolectaron los datos en un solo momento, en un tiempo único.

Su propósito fue describir los procesos prácticos dentro de la Escuela de Ingeniería Industrial para analizar su incidencia e interrelación en el campo de la Manufactura.

Este estudio transeccional fue además, descriptivo, porque presentó la situación actual en cuanto a conocimientos en el área de Manufactura reflejando su impacto en el ejercicio profesional de los egresados de esta institución.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Hernández (1998), señala que la población, "es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones". (p. 230).

Para objeto de la investigación la población estuvo constituida por 9 personas que fueron escogidas intencionalmente luego de haber sido entrevistadas y haber dado evidencias de poseer conocimientos sólidos en el Área de Manufactura reflejada por sus años de experiencia.

Según el Diccionario Enciclopédico Larousse (1998) se entiende por "muestra" la colección de individuos pertenecientes a una población, de cuyo conocimiento puede inferirse, mediante procedimientos estadísticos, consecuentes que atañen la población global". (p. 695).

Según Hernández (1998); cuando una población es menor de cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra. (p. 7).

Para la aplicación del instrumento de evaluación la *muestra de expertos* estuvo conformada por 9 personas, los cuales fueron seleccionados de manera intencional (no probabilística), es decir, fueron seleccionados por características especificas y tomando en cuenta la contribución que pudieran ofrecer a la investigación.

Con el fin de conocer las tendencias de otras universidades en cuanto a laboratorios docentes, específicamente de Manufactura y afines, se elaboró una investigación no experimental de tipo transeccional descriptiva, con las siguientes características: *variables*: laboratorios de manufactura, *sujetos*: Facultades y/o Escuelas

de Ingeniería Industrial de otras universidades, *tiempo*: Octubre 2003-Marzo 2004. Los pasos de dicha investigación se describen a continuación:

Esta etapa consistió en la selección de la *muestra de universidades* a estudiar. Con el fin de obtener diferentes contextos universitarios ligados de una u otra forma a la UCAB, se determinaron tres grupos de análisis a saber:

- Estados Unidos
- Latinoamérica
- Europa

Las muestras tomadas fueron de tipo no aleatorias, seleccionando las universidades según aspectos como nivel académico, reconocimiento de la universidad y disponibilidad de información.

Se tomó, en cada caso, una muestra de 10 universidades. A continuación se describen los criterios de selección de cada grupo:

- ✓ AMÉRICA DEL NORTE (ADN): Dada la brecha tecnológica y cultural existente entre EEUU y Venezuela, se estudiaron las universidades de este país solo a nivel de Aplicación Profesional, considerando que éstas marcan las tendencias actuales en cuanto a la enseñanza de la Ingeniería Industrial. La muestra seleccionada en su totalidad representa el Top 10 de Universidades según "U.S. News Rank" en la enseñanza de Ingeniería Industrial/Manufactura para el año 2001, ya que los últimos rankings no han sido publicados para la fecha actual.
- ✓ LATINOAMERICA (LA): El grupo de países seleccionados para representar a Latinoamérica fue escogido por varias razones. En primer lugar, debido a que guardan similitud con Venezuela en varios aspectos, tales como: orígenes, situación geográfica, idioma, situación socioeconómica, etc. Además, estos países forman parte, junto a Venezuela, de convenios de intercambio económico, lo que los convierte en competidores directos. Este grupo es de gran importancia para la investigación, pues al ser competidores directos, es deseable que el nivel de educación profesional se encuentre al menos en igualdad de condiciones. La selección de universidades se basó en la recomendación de expertos, contactos y acceso de información. Los países pertenecientes a este grupo son: Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela. Se incluye a Venezuela en este grupo de estudio, por el impacto que generan estas universidades sobre la UCAB

✓ EUROPA: Este grupo de países fue seleccionado por haber sido ellos los protagonistas de los primeros pasos de Manufactura. Inglaterra en 1760-1830 con la Revolución Industrial marcó el cambio de una economía basada en la agricultura y las artesanías a otra apoyada en la industria y la manufactura, una prueba de ello fue el desarrollo de máquinas herramienta, que se inició con la máquina de taladrar de John Wilkinson alrededor de 1775, este hecho histórico contribuyó al desarrollo de la manufactura. Dentro del grupo de países europeos se encuentran: España, Francia, Inglaterra e Italia por haber sido pioneros en el área de manufactura.

A continuación la Tabla No. 3 presenta las universidades pertenecientes a cada grupo de estudio definido para la investigación de Universidades:

Tabla No. 3: Grupo de Universidades

ADN	LA	*EUROPA*
1. Georgia Institute of Technology (GATech)	*1. Universidad Autónoma de Veracruz (UAV)*	*1. Universite de Sciences et Technologies de Lille (L' USTL)*
2. University of Michigan-Ann Arbor (UM)	*2. Universidad de Sao Pablo (USP)*	*2. Universidad Europea de Madrid Escuela Superior Politécnica (UEM)*
3. Purdue University-West Lafayette (IN)	*3. Universidad Católica de Chile (UCC)*	*3. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)*
4. University of California-Berkeley (UC-B)	*4. Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá (PUJB)*	*4. Universidad Politécnica de Madrid (UPM)*
5. Penn State University-University Park (PSU)	*5. Pontificia Universidad Javeriana de Cali (PUJC)*	*5. Universidad de Sevilla (US)*
6. Texas A&M University-College Station(TAMU)	*6. Instituto Tecnológico de Monterrey (ITM)*	*6. University of Wales Cardiff (UWC)*
7. Standford University (CA) (SU)	*7. Pontificia Universidad Católica de Perú (PUCP)*	*7. Cambridge University (CU)*
8. University of Wisconsin-Madison (UW-M)	*8. Universidad de Lima (UL)*	*8. Cranfield University (CrU)*
9. Northwestern University (IL) (UN)	*9. Universidad de las Américas (ULA)*	*9. Universidad Politécnica de Turín (UPT)*
10. Virginia Tech (VT)	*10. Universidad Simón Bolívar (USB)*	*10. Universidad Politécnica de Milán (UPM)*

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas de recolección están referidas a la manera, como se van a obtener los datos de la investigación, en este sentido las técnicas utilizadas para la recolección de datos fueron la Observación Directa y la Encuesta.

3.4.1. La Técnica de la Observación Directa:

Permite tomar en cuenta las características de las unidades que serán observadas y muy especialmente la naturaleza de las variables e indicadores. Cabe decir que para Méndez (1992), "la observación es un proceso intelectual que el investigador realiza sobre los hechos, acontecimientos, datos y relaciones que señala la existencia de fenómenos que se pueden explicar en le marco de la ciencia sobre la que se realiza". (p.35)

En tal sentido la observación directa en este estudio consistió en observar la maquinaria y equipos utilizada en diferentes centros educativos del Distrito Federal, Edo. Miranda y Aragua, al igual que su disposición en los talleres a los que pertenecen, pudiendo conocer las necesidades y las tendencias en la enseñanza de conocimientos de Manufactura.

3.4.2. Encuesta

Al respecto, Morles (1994) señala que la encuesta constituye una técnica de investigación dirigida al estudio, para recoger datos cuantitativos de las opiniones y comportamiento de conjuntos de números de personas. (p. 94).

La encuesta puede ser oral, y de esta manera recibe el nombre de Entrevista; de tal manera que la entrevista no es mas que una encuesta que se aplica de manera oral.

Guión de Entrevista: Este es uno de los instrumentos mas utilizados, y consiste en una serie de preguntas cuyas características; permite obtener información escrita de los responsables. En este sentido, Tamayo (1994), establece que la entrevista "es la relación directa establecida entre el investigador y su objeto de estudio a través de individuos o grupos con el fin de obtener testimonios orales". (p. 100).

Para la presente investigación se mantuvieron conversaciones informales con estudiantes que han realizado pasantías en Ingeniería Industrial en el ultimo año, con el fin de obtener una percepción de las necesidades de los recién egresados Ingenieros Industriales en cuanto al manejo de conocimientos de Manufactura en el campo laboral. De igual manera se realizaron conversaciones informales con Ingenieros Industriales con varios años de experiencia laboral, con el fin de conocer las tendencias actuales de la Ingeniería Industrial en el área de Manufactura.

Las preguntas incluidas en la entrevista fueron enfocadas de tal manera que las respuestas de los entrevistados arrojaran evidencia de que en la actualidad es necesario incluir en el Plan de Estudios de esta, importante y siempre ubicada entre las mejores, casa de estudios; la enseñanza de forma detallada de los procesos de manufactura básicos, iniciando con los conceptos teóricos hasta llegar a la realización de dichos procesos.

3.5 VALIDEZ

El instrumento de recolección de datos debe contener un requisito esencial como lo es la validez que, según Hernández, Fernández, Baptista (1991) "La validez se refiere al grado con que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir a través de diferentes tipos de evidencias de contenido, de criterios y de contexto" (p. 9).

Según Castro Márquez, "La validación se puede lograr mediante la operacionalización de las variables o a través del juicio de expertos en el área, se recomienda de por lo menos tres expertos". (p. 76)

El instrumento utilizado cuenta con la validez necesaria para su aplicación, ya que dicho instrumento: el cuestionario, fue revisado y aprobado por tres expertos en el área de Manufactura, el Director de la Escuela de Ingeniería Industrial y dos profesores Ingenieros Industriales con amplio dominio de la materia.

3.6. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

Una vez recolectada la información, fue necesario prepararla por medio de un procesamiento de datos, a través de gráficos y matrices, para luego poder realizar un correcto análisis de los resultados.

Los datos obtenidos, para un mejor análisis, se clasificaron en cuantitativos y cualitativos, lo cual, seguidamente, se explica brevemente.

3.6.1. Datos Cuantitativos

Comprendieron el conjunto de información referente al problema, los cuales poseen valor numérico, y estos fueron analizados mediante tablas y gráficos, evaluando el comportamiento de cada punto importante del Plan de Estudios de Ingeniería Industrial.

3.6.2. Datos Cualitativos

Comprendieron el conjunto de información referente al problema, recopilado de una manera verbal y el cual no se pudo cuantificar, ya que estaba recopilado de una manera verbal y el cual no se pudo cuantificar, ya que estaba compuesto por cualidades, pero sirvieron de base para la realización de un análisis que permitió emitir un diagnóstico posterior de las tendencias de Ingeniería Industrial en el Área de Manufactura, así como también los requerimientos en cuanto a maquinaria, equipos y materia prima para la puesta en marcha de un Laboratorio de Manufactura.

3.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LOS OBJETIVOS

Según Sabino, (1992) "Consiste en hacer operativos, es decir, manejables, posibles de trabajar con ellos, a los conceptos y elementos que intervienen en el problema a investigar". (p. 101)

Para ello se diseño un esquema (ver Tabla No.4) donde se detallan los elementos que intervinieron en el desarrollo de la operacionalización de los objetivos planteados en la investigación.

Tabla No.4

Operacionalización de los Objetivos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	DIMENSIÓN CONCEPTUAL	INDICADOR(ES)	INSTRUMENTO(S)
Describir las tendencias de la Ingeniería Industrial bajo la óptica de diferentes universidades.	Universidades Competencias	Recinto donde se imparte enseñanza Habilidades técnicas y destrezas que debe tener un egresado	Áreas de Formación del Conocimiento Programas de Estudio	**Técnica:** Observación Documental **Instrumento:** Internet
Analizar las tendencias en Ingeniería Industrial en el campo de la Manufactura	Tendencias Conocimientos Competencias Proyecciones	Habilidades y Destrezas que se proyectan a futuro en el mercado para el desempeño de la Ingeniería Industrial	Opinión de Expertos	**Técnica:** Entrevista Observación Documental
Identificar las debilidades prácticas en la formación del Ingeniero Industrial de la UCAB en el Área de Manufactura.	Áreas de Formación y Materias	Son aquellas etapas de la enseñanza de la Ingeniería Industrial en cada una de las cuales se adquieren conocimientos y competencias determinadas, que en conjunto permiten formar profesionales en dicha carrera. Materias ver Tabla Áreas de formación	Áreas de Formación Ejes curriculares	**Técnica:** Observación Documental **Instrumento:** Revisión Curricular 2002
Diseñar un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB que fortalezca las competencias de sus egresados.	Maquinaria Equipos Materia Prima	Capacitación y entrenamiento de estudiantes y profesores en el área de manufactura por medio del uso de máquinas herramienta convencionales e introducción de los principios de la tecnología de última generación relacionada con este campo.	Dimensiones Normas Layout	**Técnica:** Estudios de factibilidad para la formulación y evaluación de proyectos

CAPÍTULO IV
DIAGNÓSTICO QUE SUSTENTA LA PROPUESTA

En el desarrollo de toda investigación generalmente se recogen datos y conocimientos de fuentes primarias, que posteriormente son registrados y expresados en un informe, como nuevos conocimientos.

Este capítulo ha sido destinado a realizar una cuidadosa interpretación de todos los datos obtenidos al aplicar el instrumento de recolección de datos. El análisis de los resultados del diagnóstico fue realizado a través de la aplicación de técnicas cualitativas, como fue la entrevista a un grupo de expertos en el área de Manufactura.

En este capítulo, además, se procede al desarrollo de los objetivos específicos de la investigación, los cuales condujeron al logro del objetivo general.

4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO N°. 1

Describir las tendencias de la Ingeniería Industrial bajo la óptica de diferentes Universidades

La revisión de múltiples programas de Ingeniería Industrial tiene la finalidad de analizar qué está haciendo cada universidad, conocer cual es la visión de la institución, áreas en las que hacen énfasis, orientaciones particulares, esfuerzos orientados en la formación de estudiantes, entre otras características. Esta evaluación se hará a través de un proceso de comparación o benchmarking que permitirá establecer habilidades y destrezas, perfil del egresado en función de las competencias adquiridas durante la carrera y en general cumplir con el objetivo específico al detectar las tendencias de la Ingeniería Industrial bajo la óptica de diferentes Universidades.

Con el fin de conocer las tendencias de la Ingeniería Industrial bajo la óptica de diferentes Universidades y sin emitir ningún tipo de juicio de valor se presentan Habilidades y Destrezas, Área Laboral, Visión de cada una de las Instituciones y si la Institución ofrece o no, capacitación práctica en el Área de Manufactura. Mediante la observación y análisis se puede interpretar el enfoque que cada institución le da a la enseñanza de la Ingeniería Industrial. La presentación de dichas descripciones se englobaran en una única, agrupando a las Universidades de un mismo país en una sola definición.

Estas definiciones se presentan en el Anexo I.

Esta tabla resumen evidencia las tendencias de la Ingeniería Industrial bajo la óptica de Universidades de diferentes partes del mundo, se puede apreciar que en Estados Unidos el enfoque que se le da a la carrera es principalmente Gerencial, para el grupo Europeo el matiz es básicamente Técnico inclinado hacia la innovación, la calidad y el interés por un mejor nivel de vida. Por su parte el grupo de Latinoamérica posee un enfoque de instrucción básica bastante rigurosa, su objetivo general es formar ingenieros industriales capaces de satisfacer los requerimientos de las empresas y desarrollar sus habilidades de organización, motivación, comunicación y liderazgo.

Un punto importante de resaltar en este análisis es el hecho de que todas las universidades estudiadas (30 en total) ofrecen instrucción práctica en el área de Manufactura, ya sea a un nivel básico, donde se imparten conocimientos básicos de Manufactura en un taller de máquinas herramientas convencionales, o a un nivel mas avanzado donde se disfrutan de laboratorios con tecnología de ultima generación con el fin de entrenar a los estudiantes en la metodología de optimización de procesos de manufactura, a partir del rediseño de un sistema de control. La Universidad Católica Andrés Bello no cuenta con este tipo de instalaciones dentro del campus lo que se traduce en una desventaja al desplegar las competencias con las que cuenta un egresado de Ingeniería Industrial de esta casa de estudios.

4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO N°. 2

Analizar las tendencias en Ingeniería Industrial en el campo de la Manufactura

Con el desarrollo de las diferentes modalidades de industria que se han venido dando en los últimos tiempos, se hace implícita la relación entre manufactura y producción eficiente con aplicación efectiva del conocimiento. Desde que se ha tenido una operatividad lógica sobre los procesos implementados en determinada empresa, se ha hablado de la era industrial, en la cual el factor estratégico de la ventaja competitiva lo constituía la tierra; en este caso, el sector agrícola representaba la utilidad industrial del momento. Posterior a esto surgió la primera revolución industrial, la cual se delimitó por la maquinaria y la utilización minoritaria de mano de obra. Este factor de delimitación es el mismo factor estratégico de ventaja competitiva frente al resto de empresas. A diferencia de la segunda revolución industrial, la estrategia se enfocó en la utilización de tecnología como generadora de valor agregado. Por último, se llega a la época en la que el conocimiento define el funcionamiento de las empresas según el nivel de aplicación y el capital intelectual que garantice la permanencia de las mismas dentro del mercado escogido.

De esta forma, todas las actividades relacionadas con la industria son inherentes a la Ingeniería Industrial, con excepción de las tecnologías que se emplean en los procesos productivos; así, el ingeniero industrial puede encargarse desde la determinación de la localización óptima de la industria, la optimización de los procesos, la utilización de la maquinaria, y de la mano de obra, el diseño de la planta, la toma de decisiones para la automatización de procesos, también planea el mantenimiento de todos los equipos, hasta la planeación de la producción, lo cual implica controlar los inventarios tanto de materia prima como de producto terminado.

Como ya se ha mencionado, el laboratorio docente tiene gran importancia dentro de la enseñanza de la Ingeniería, al constituir un complemento práctico que facilita la comprensión de los conceptos por parte de los alumnos. Por otra parte, la Ingeniería

Industrial sirve como directriz de los diferentes procesos que conducen a la transformación de insumos en productos o servicios que pueden ser consumidos o utilizados para el bienestar de las personas. En virtud de ello se consideró que sería relevante realizar una consulta a Expertos en el Área de Manufactura, para conocer su percepción en cuanto a la necesidad de impartir conocimientos básicos y contar con apoyo práctico en el área mencionada; así como también realizar consultas en libros e información actualizada en Internet sobre este tópico.

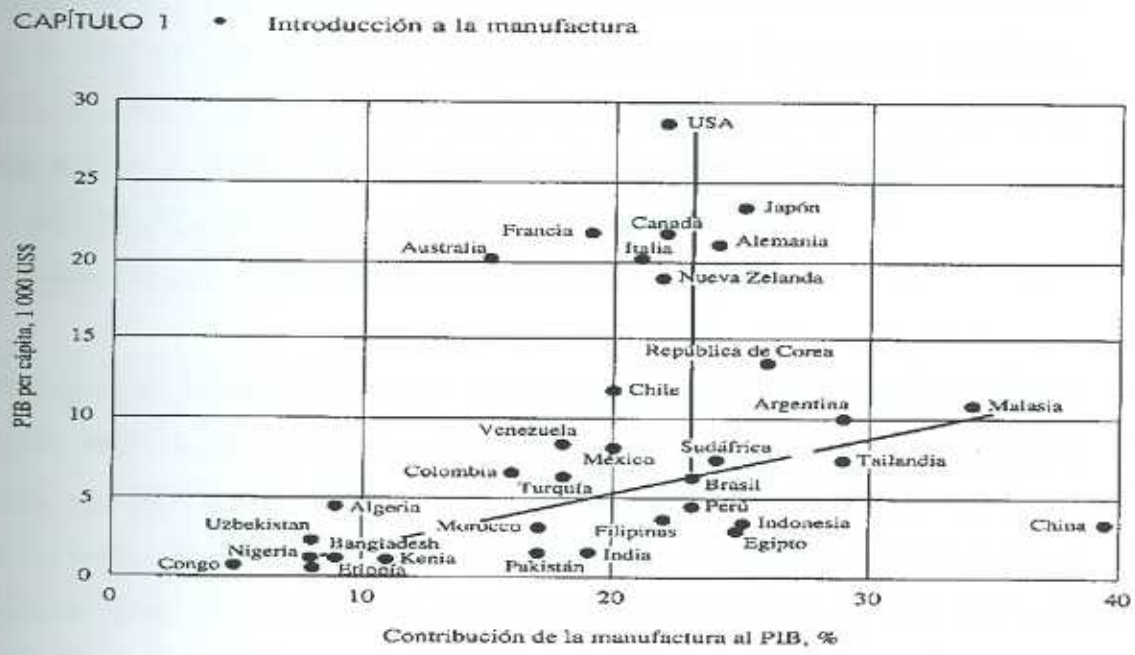
De esta manera se comprendió que la manufactura es la actividad de tomar insumos, como materia prima, mano de obra, energía, etc., y convertirlos en productos y que un ingeniero industrial se encarga del control y la optimización de estos procesos productivos; donde control significa proporcionar todos los insumos necesarios para la producción, programación, manejo de personal operativo, disposición de un plan de mantenimiento de equipos y una elevación de la eficiencia del trabajo

Por otra parte el crecimiento de la manufactura ha conducido a avances innegables, no solo al proporcionar una abundancia de posesiones materiales, sino también al crear la base económica para mejoras genuinas en la calidad de vida. Ya que no existe una medida para expresar la calidad de vida, se recurre entonces al Producto Interno Bruto (PIB) que es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado. Si se analizan los componentes del PIB, la riqueza material proviene solo de dos fuentes sustanciales y básicas: los recursos materiales y el conocimiento que las personas aplican al utilizarlo. Desde los años 50 gran parte del crecimiento ha tenido lugar en el sector de servicios y los datos mostrados en la Figura No 4. sugieren que, al menos las economías altamente desarrolladas, la riqueza material es independiente de la contribución de la manufactura al PIB. Lo que los números no reflejan es que el aumento de la riqueza se basa en un sector manufacturero con actividades de soporte complejas, tales como los servicios de investigación, de diseño, y financieros; incluso en la hotelería y la industria del turismo. Un sector de servicios fuerte como el descrito anteriormente, no puede existir solo no hay uno similarmente fuerte en el área de manufactura. De esta manera solo las interacciones de las dos áreas pueden asegurar ventajas competitivas en una economía

global en que las tares más sencillas migran a ambientes con mano de obra barata. Muchas actividades económicas proporcionan recursos esenciales para la manufactura; al mismo tiempo, la manufactura crea todos los productos necesarios para la conversión de energía y materias primas. Estas industrias y negocios, junto con el consumidor individual, *dictan la gama de productos que la manufactura debe proporcionar.*

Es por esto que se considera importante que los Ingenieros Industriales egresados de la UCAB tengan una idea de los conceptos básicos de manufactura y del impacto que ésta tiene en la economía de un país.

Figura No. 4: Contribución de la manufactura al PIB



4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO Nº. 3

Identificar las debilidades prácticas en la formación del Ingeniero Industrial de la UCAB en el Área de Manufactura

Este objetivo a considerar en el análisis de necesidades consiste en hacer una revisión del análisis del contenido académico del Plan de Estudios de la Escuela de Ingeniería Industrial (ver Anexo B), con el fin de conocer la situación actual de la misma; de igual manera el análisis de necesidades contempla la revisión del contenido académico del Área de Manufactura.

4.3.1. Análisis del contenido académico de Ingeniería Industrial

Como ya se ha mencionado, los laboratorios docentes constituyen un complemento práctico en la formación de los alumnos, por lo que estos deben ir en línea con los contenidos programáticos de las materias teóricas que se imparten en la carrera. Es por ello que para este trabajo se consideró pertinente analizar el pensum de la carrera Ingeniería Industrial en la UCAB, con el fin de conocer su estructura, pues es una de las bases sobre la cual se establecerá la propuesta. Este análisis consta de dos partes fundamentales:

- Distribución del contenido académico por Áreas de Formación.
- Distribución del contenido académico por Áreas de Aplicación.

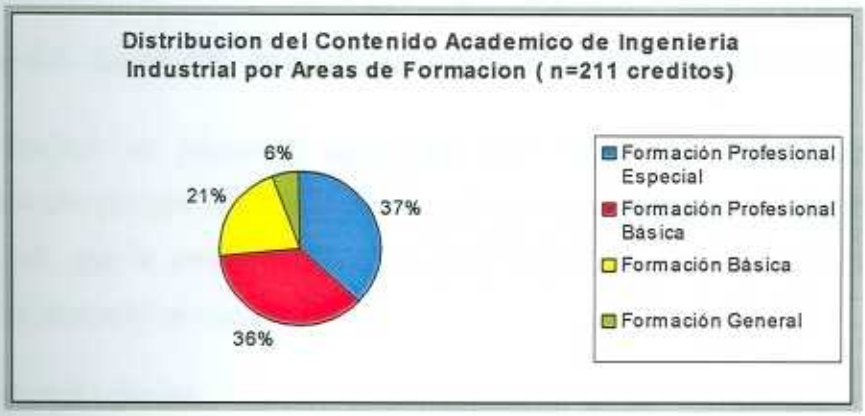
Se definen las "áreas de formación" como aquellas etapas de la enseñanza de la Ingeniería Industrial en cada una de las cuales se adquieren conocimientos y competencias determinadas, que en conjunto permiten formar profesionales en dicha carrera. Las áreas de formación fueron consideradas con base en el Convenio Andrés Bello[1], y se describen en la siguiente Tabla. La clasificación del contenido académico según estas áreas, se realizó tomando como unidad de análisis las "unidades de crédito" de cada materia (ver Anexo C). Los resultados de dicha clasificación se muestran en el Gráfico No. 1

[1] AA.VV. Troncales curriculares para carreras de pregrado en: biología, física, matemáticas, química, ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, ingeniería química, ingeniería industrial; Universidades de los Paises del Convenio Andrés Bello, Santa Fe de Bogotá: Convenio Andrés Bello, 2000.

Tabla No. 5: Áreas de Formación

ÁREA	DESCRIPCIÓN
FORMACIÓN BÁSICA (FB)	Formación científica que permite comprender posteriormente las ciencias básicas de Ingeniería. Incluye las áreas de matemáticas, física y química. Buscan que el estudiante obtenga capacidad de razonamiento lógico, científico, geométrico y espacial, dominio de técnicas de análisis matemático, dominio de los principales conceptos de la física y principios de la química.
FORMACIÓN PROFESIONAL BÁSICA (FPB)	Formación relativa a las ciencias y métodos de la Ingeniería en general. Incluye las áreas de dibujo, mecánica básica y resistencia de materiales, instrumentación y control, programación básica, estadística, materiales, termodinámica, mecánica de fluidos, electricidad básica o electrotecnia, métodos numéricos, ecología y medio ambiente. En general esta formación es común para todas las Ingenierías.
FORMACIÓN PROFESIONAL ESPECIAL (FPE)	Formación en el campo profesional especifico de la Ingeniería Industrial. Incluye el estudio de métodos y tiempos, gestión de producción, diseño de planta, gestión de calidad, investigación de operaciones, seguridad e higiene industrial, economía, evaluación de proyectos, administración y gestión, contabilidad de costos y finanzas, operaciones y proceso productivos, gestión de recursos humanos, mercadeo, logística industrial, sistemas de información para la gestión.
FORMACIÓN GENERAL (FG)	Formación dedicada a estimular el desarrollo personal y los valores ético-cívicos necesarios para actuar acertadamente en la sociedad, tanto en lo personal como en lo profesional.

Gráfico No. 1



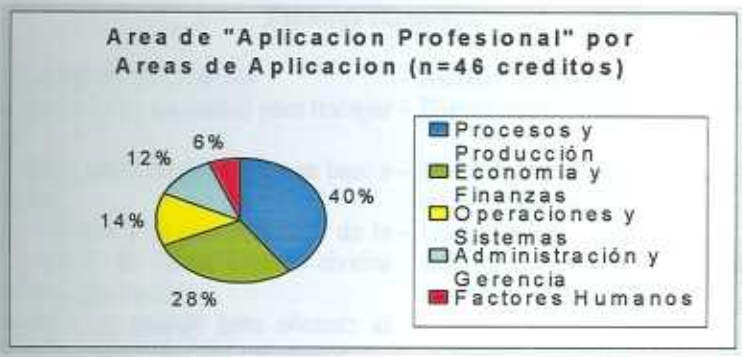
Fuente: Revisión Curricular Ingeniería Industrial 2002

Se definen las "áreas de aplicación" como aquellas áreas especificas del conocimiento dentro de las cuales se agrupan las materias del contenido académico de Ingeniería Industrial. Las áreas consideradas se describen en el Anexo D.

En el Anexo E se muestran materias del contenido curricular de Ingeniería Industrial de la UCAB que pertenecen a cada una de estas áreas.

Con el fin de conocer cuales de estas áreas se encuentran en el área de "Aplicación Profesional" (ver anexo D) los investigadores clasificaron el contenido académico de esta ultima por áreas de aplicación (ver Anexo C), obteniendo la distribución que se muestra a continuación:

Gráfico No. 2



Diseño: Los investigadores (2004)

4.3.2. Análisis del contenido académico en el área de manufactura

A continuación se presentan agrupadas por Áreas de Conocimiento las competencias laborales que son adquiridas por los estudiantes de Ingeniería Industrial en su paso por la UCAB, que le servirán de apoyo en el momento de desenvolverse como profesionales en el competitivo mundo laboral.

Tabla No. 6: Competencias Laborales

Ciencias Económicas, Administrativas y Financieras

- Contabilidad de costos
- Finanzas en la empresa

- Control de presupuesto
- Costeo basado en actividades
- Estimación de costos
- Evaluación de inversiones
- Mercadotecnia
- Planificación de utilidades
- Planificación financiera
- Retornos de capital

Control de la Calidad

- Control estadístico de procesos
- Control total de la calidad
- Estudios de confiabilidad
- Filosofías de calidad
- Gestión y aseguramiento de la calidad
- Normas ISO
- Sistemas de calidad

Estadística

- Control estadístico de procesos
- Distribuciones discretas y continuas
- Habilidades y destrezas en el cálculo de probabilidades
- Estimación de parámetros
- Transformación de variables aleatorias
- Manejo de variables aleatorias
- Métodos estadísticos
- Regresión, correlación y estadística no paramétrica
- Estadística descriptiva

Factores Humanos

- Medición del trabajo de las personas
- Diseño de condiciones de seguridad para trabajar sin accidentes
- Distribuir el trabajo entre subordinados en base a metas alcanzables
- Comunicación efectiva y el correcto flujo de la información a través de los diferentes niveles jerárquicos de la organización
- Diseño de puestos de trabajo para obtener el mejor rendimiento y seguridad del trabajador
- Manejo de personal
- Diseño ergonómico de puestos de trabajo
- Percepción del ambiente de trabajo, cultura de la organización
- Planificación, evaluación y dirección de actividades relacionadas con la higiene y seguridad ocupacional

Ingeniería Básica

- Controles e Instrumentación
- Electricidad Industrial
- Electrotecnia
- Elementos de Máquinas
- Ingeniería Ambiental
- Ingeniería Química
- Instalaciones Industriales
- Materiales
- Metalurgia
- Transferencia de Calor

Ingeniería de Manufactura

- Administración del valor
- Control numérico
- Controladores Lógicos Programables
- Controles y sensores industriales
- Diseño rápido de prototipos
- Evaluación de procesos de manufactura según volumen de producción
- Control de procesos
- Ingeniería concurrente
- Sistemas de manufactura flexible
- Procesos de Manufactura
- Robótica y automatización
- Manufactura integrada por computadora

Ingeniería de Planta y Producción

- Almacenamiento y distribución, redes capilares
- Análisis, diseño, establecimiento, evaluación y mejora de métodos de trabajo
- Manejo de materiales
- Balanceo de línea de producción
- Calificación del personal de plata
- Consideraciones para con el medio ambiente
- Diseño y balanceo de líneas de producción
- Planificación de requerimientos de materiales
- Distribución de plantas
- Diseño y gestión de planes de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo
- Estudio de procesos para la mejora de la efectividad
- Habilidades para la visualización y análisis de procesos a través de múltiples herramientas
- Justo a tiempo
- Localización de plantas
- Manejo eficiente de materiales
- Análisis, diseño, establecimiento, evaluación y mejora de operaciones
- Localizar, diseñar y distribuir facilidades industriales
- Medición efectiva y oportuna del trabajo
- Equipos y accesorios de planta
- Uso eficiente de energía

Ingeniería Logística y Cadena de Suministros

- Evaluación de la cadena de suministros
- Planificación y control de aprovisionamiento de materias primas e insumos diversos
- Planificación y control de la distribución
- Planificación y control del transporte
- Planificación y control de la producción bajo diferentes sistemas productivos
- Planificación de requerimientos de ventas

Modelado de Sistemas

- Diseño asistido por computadora
- Desarrollo rápido de prototipos
- Planificación de la producción asistida por computadora
- Ingeniería asistida por computador
- Diseño y administración de bases de datos
- Inteligencia artificial y sistemas expertos.
- Desarrollo de modelos heurísticos y determinísticos para la planificación de aprovisionamiento, producción, transporte y distribución
- Sistemas de Información
- Planificación de recursos empresariales
- Planificación y control de actividades de proyectos
- Redes PERT CPM
- Simulación de eventos discretos y continuos
- Manufactura asistida por computadora
- Programación de control numérico

En el Anexo F se presentan las Asignaturas Electivas que el estudiante de Ingeniería Industrial tiene como opción cursar en los últimos semestres de la carrera.

Como se puede apreciar existen actualmente tres asignaturas electivas relacionadas con el Área de Manufactura que indiscutiblemente se beneficiarían al contar dentro del campus con un Laboratorio de Manufactura que permita complementar y enriquecer la formación de los estudiantes.

Manufactura Integrada por Computadora

Procesos de Manufactura

Tecnología para el Diseño y Manufactura de Productos

En el Anexo G se presenta el contenido programático con el que cuenta actualmente la cátedra de Tecnología de Materiales y Manufactura, de igual manera las prácticas que son dictadas en su laboratorio, horas impartidas y equipo utilizado.

Como se puede apreciar el contenido prográmatico de la cátedra toca superficialmente el área de manufactura, las horas impartidas para su enseñanza no son suficientes para que el estudiante pueda realmente apreciar lo amplio que es el horizonte que este campo abarca, en este sentido con una sola práctica de 2 horas en un semestre es imposible que el estudiante logre captar que indudablemente la manufactura es un herramienta importante que permite a una nación crear riqueza natural, ya que ésta implica la transformación de materia prima en productos semi-elaborados o elaborados.

4.4. OBJETIVO ESPECÍFICO N°. 4

Diseñar un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB que fortalezca las competencias de sus egresados.

Para el Diseño del Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB se realizó un *Estudio Técnico*. Los objetivos de un estudio técnico operativo según Baca G. se resumen en: " resolver preguntas referentes a dónde, cuánto, cuándo, cómo y con qué producir lo que se desea, por lo que es aspecto técnico-operativo de un proyecto comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto." (p. 84)

Las partes que se desarrollarán a continuación con el fin de realizar el estudio técnico son:

- Determinación de la localización del Laboratorio
- Determinación del tamaño del Laboratorio
- Determinación de la adquisición de equipo, maquinaria y materia prima
- Análisis del costo de los suministros e insumos
- Organigrama general del Laboratorio

Determinación de la localización del Laboratorio

La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital u obtener el costo unitario mínimo.

Para determinar la localización del Laboratorio se realizó el Método Cualitativo por puntos, donde se describieron factores relevantes de cada locación, se le asignó una determinada ponderación a cada uno de ellos para indicar su importancia relativa (asignada según el criterio de los investigadores), posteriormente se le asignó una escala común a cada factor del 1 al 10 luego se multiplicó cada valor y finalmente se sumaron los resultados para obtener la calificación ponderada. La máxima calificación ponderada representa la localización óptima para el Laboratorio de Manufactura.

Los factores relevantes considerados para la evaluación fueron escogidos de manera de que sirvieran como guía para tomar una decisión en cuanto a la localización del Laboratorio, ya que estos funcionan como indicadores de factibilidad y rentabilidad en la ubicación.

La asignación de los factores 1-10 se realizó de la siguiente manera, tomando en cuenta que la localización óptima señala a aquella locación con mayor *Calificación Ponderada.*

Tabla No. 7: Factores

Factor Relevante	Asignación de factores
Facilidad Acceso estudiantes	1:Poco fácil 10:Muy fácil
Facilidad Acceso M.P.	1:Poco fácil 10:Muy fácil
Nivel de ruido	1:Muy ruidoso 10:Poco ruidoso
Costo de construcción	1:Muy costoso 10:Poco costoso
Costo de remodelación/adaptación	1:Muy costoso 10:Poco costoso
Disposición del área (m2) requerida	1:No satisface 10:Satisface

Diseño: Los investigadores (2004)

Las posibles áreas consideradas para la determinación de la localización óptima y factible del Laboratorio de Manufactura fueron las siguientes:

- A: Taller de Máquinas, ubicado al lado del Laboratorio de Térmica de la Facultad de Ingeniería. Cuenta con unas dimensiones aproximadas de 8*15 m y 6 m de altura.
- B: Salones u oficinas del Edificio de Laboratorios. Se puede considerar unir 2 salones u oficinas de dicho edificio con la finalidad de satisfacer las dimensiones requeridas para la distribución de la maquinaria y equipos. Para este estudio se sugirió unir las aulas L11-13, L11-14 y L11-15 que cuentan en total con unas dimensiones aproximadas de 200 m^2.
- C: Espacio no construido, dentro del campus.

En la siguiente Tabla se presentan los datos y resultados del Método Cualitativo por puntos aplicado para la determinación de dicha localización.

Tabla No. 8: Método Cualitativo por Puntos

		A	
Factor Relevante	**Peso Asignado**	**Calificación**	**Calificación Ponderada**
Facilidad Acceso estudiantes	0,05	9	0,45
Facilidad Acceso M.P.	0,1	10	1
Nivel de ruido	0,1	5	0,5
Costo de construcción	0,25	10	2,5
Costo de remodelación/adaptación	0,25	5	1,25
Disposición del área (m2) requerida	0,25	8	2
	1		7,7

		B	
Factor Relevante	**Peso Asignado**	**Calificación**	**Calificación Ponderada**
Facilidad Acceso estudiantes	0,05	9	0,45
Facilidad Acceso M.P.	0,1	5	0,5
Nivel de ruido	0,1	6	0,6
Costo de construcción	0,25	10	2,5
Costo de remodelación/adaptación	0,25	3	0,75
Disposición del área (m2) requerida	0,25	8	2
	1		6,8

		C	
Factor Relevante	**Peso Asignado**	**Calificación**	**Calificación Ponderada**
Facilidad Acceso estudiantes	0,05	9	0,45
Facilidad Acceso M.P.	0,1	10	1
Nivel de ruido	0,1	8	0,8
Costo de construcción	0,25	1	0,25
Costo de remodelación/adaptación	0,25	10	2,5
Disposición del área (m2) requerida	0,25	10	2,5
	1		7,5

Como se puede apreciar la localización óptima para el Laboratorio de Manufactura que arroja el Método aplicado es la A: Taller de Máquinas, seguido por la opción C: Espacio no construido y por ultima la opción B: Salones u oficinas del Edificio de Laboratorios.

El resultado arrojado por el Método es factible ya que existe la disponibilidad de remodelar o adaptar el espacio ya existente dentro de las instalaciones del Edificio de Laboratorios de la Facultad de Ingeniería, existe facilidad de acceso para alumnos, profesores y más importante aún el acceso de la materia prima. El costo de remodelación es mucho menor que el de la construcción de una instalación contemplada desde las fundaciones en adelante. La remodelación o adaptación implicaría retirar los equipos instalados actualmente, remover la pared que divide a este Taller con el Laboratorio de Térmica de manera de satisfacer con las dimensiones especificadas en el Layout, levantamiento de una nueva y finalmente dar los toques de pintura necesarios para tener

una apariencia apropiada y digna de las instalaciones Ucabistas. El único contra que presenta esta ubicación es el nivel de ruido que generan los motores operados en el Laboratorio de Térmica contiguo al Taller, que representarán una distracción para los estudiantes.

Por razones económicas y de disponibilidad los investigadores sugieren que este espacio es apropiado para la localización del Laboratorio de Manufactura.

Determinación del tamaño del Laboratorio

Según Baca, G.: "Esta parte de la metodología de evaluación de proyectos, es donde mas se requiere de ingenieros, en el sentido de las personas que utilizan su ingenio para resolver los problemas..., el uso del ingenio personal es fundamental para lograr la optimización." (p. 84)

Por esto la determinación del tamaño del Laboratorio de Manufactura se hizo en función de la distribución de la maquinaria y equipos necesaria para la puesta en marcha del Laboratorio, así como también de las normas de higiene y seguridad y los lineamientos ergonómicos que se deben seguir cuando se diseña una instalación de máquinas herramienta con fines didácticos.

Según la distribución sugerida por los investigadores las dimensiones del Laboratorio son las siguientes: 17.9 m de largo, 15 m de ancho y 5 m de alto.

Determinación de la adquisición de equipo, maquinaria y materia prima

Se definió la maquinaria, equipo y materia prima necesaria para la aplicación práctica de conocimientos básicos en el área de Manufactura. La selección de maquinaria, equipos y materia prima fue una combinación de esfuerzos entre los investigadores, sugerencias importantes dadas por expertos en el campo y las necesidades académicas del pensum de Ingeniería Industrial en comparación con las tendencias que actualmente se manejan a nivel mundial.

La máquina herramienta ha jugado un papel fundamental en el desarrollo tecnológico del mundo. Gracias a la utilización de la máquina herramienta se ha podido

realizar de forma práctica, maquinaria de todo tipo que, no podía ser comercializada por no existir medios adecuados para su construcción industrial.

Así, por ejemplo, si para la mecanización total de un número de piezas fuera necesario realizar las operaciones de fresado, mandrinado y perforado, es lógico que se alcanzaría la mayor eficacia si este grupo de máquinas herramientas estuvieran agrupadas, pero se lograría una mayor eficacia aún si todas estas operaciones se realizaran en una misma máquina. Esta necesidad, sumada a numerosos y nuevos requerimientos que día a día aparecen conllevara a la utilización de nuevas técnicas que en un futuro reemplazaran al operador humano.

La selección de la maquinaria se hizo en función a la misión definida para el Laboratorio; que va de la mano con los primeros pasos que se quieren dar dentro de la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB para cubrir con el déficit que existe en el refuerzo práctico en el área de Manufactura. El enfoque inicial que tiene el Laboratorio es el de enseñar conocimientos básicos de Manufactura, de manera de describir la importancia de las operaciones de maquinado convencional y de las máquinas herramientas que se usan para llevar a cabo estos procesos. La siguiente Tabla resumen contiene la definición del proceso de maquinado, el equipo usado para tal fin, las herramientas utilizadas en el equipo y operaciones varias relacionadas con cada proceso.

Tabla No. 9: Definiciones de Procesos de Maquinado

Proceso	Definición del Proceso	Equipo
Torneado	Es un proceso de maquinado en el cual una herramienta de punta sencilla remueve material de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación	Torno
Definición del Equipo	**Clasificación del equipo**	**Herramienta**
El torno es una máquina, que suministra la potencia para tornear la parte a una velocidad	Torno para herramientas Torno de Velocidad	Se usan herramientas de punta sencilla, para la operación de roscado, se ejecuta con un diseño

de rotación determinada con avance de la herramienta y profundidad de corte especificado	Torno Revólver Torno de Mandril Máquina de Barra Automática Tornos controlados Numéricamente	con la forma de la cuerda a producir. El torneado de formas se ejecuta con una de diseño especial llamada herramienta de forma.
Definir Herramienta	Clasificación de la Herramienta	Operaciones Relacionadas con el Torneado
Se usa una herramienta de corte con un borde cortante simple destinado a remover material de una pieza de trabajo giratoria para dar forma de cilindro.	Cabezal Contrapunto Tortea Carro Transversal Carro Principal	Careado Torneado Ahusado o cónico Torneado de Contornos Torneado de Formas Achaflanado Tronzado Roscado Perforado Taladrado Moleteado

Proceso	Definición del Proceso	Equipo
Fresado	Es una operación de maquinado en la cual se hace pasar una parte de trabajo enfrente de una herramienta cilíndrica rotatoria con múltiples bordes o filos cortantes.	Fresadora
Definición del Equipo	Clasificación del equipo	Herramienta
La clasificación de los cortadores para fresadoras o fresas como se les conoce comúnmente, está muy asociada con las operaciones de fresado que acabamos de describir.	Cortadores cilíndricos o fresas planas Cortadores formadores o fresas formadoras Cortadores frontales o fresas frontales Cortadores para acabado o fresa terminal	Husillo rotatorio Mesa para sujetar
Definir Herramienta	Clasificación de la Herramienta	Operaciones Relacionadas con el Fresado

Las máquinas fresadoras deben tener un husillo rotatorio para el cortador y una mesa para sujetar, poner en posición y hacer avanzar la parte de trabajo.	Máquina fresadora Vertical Máquina fresadora Horizontal Rodilla y columna Tipo bancada Tipo Cepillo Fresas Trazadoras Máquinas fresadoras CNC	Torneado Taladrado Perfilado Cepillado Escariado Aserrado

Proceso	Definición del Proceso	Equipo
Taladrado	Es una operación de maquinado que se usa para crear agujeros redondos en una parte de trabajo	Taladro Prensa
Definición del Equipo	**Clasificación del equipo**	**Herramienta**
El Taladro Prensa es la máquina estándar para taladrar.	Taladro Vertical Taladro Banco Taladro Radial Taladro Múltiple	Broca
Definir Herramienta	**Clasificación de la Herramienta**	**Operaciones Relacionadas con el Taladrado**
Hay disponibles varias herramientas de corte para hacer agujeros, pero la broca helicoidal es con mucho la más común. Sus diámetros fluctúan desde 0.006 pulg. Hasta brocas tan grandes como 3.0 pulg. Las brocas helicoidales se usan ampliamente en la industria para producir agujeros en forma rápida y económica.	Broca Helicoidal	Escariado Roscado Interior Abocardado Avellanado Centrado Refrenteado

Proceso	Definición del Proceso	Equipo
Aserrado	Es un proceso en el que corta una hendidura angosta dentro de la parte de trabajo por medio de una herramienta que tiene una serie de dientes estrechamente	Sierra de Vaivén

	espaciados	
Definición del Equipo	Clasificación del equipo	Herramienta
El corte de sierra involucra un movimiento lineal de vaivén de la sierra contra el trabajo. El Aserrado con cinta implica un movimiento lineal continuo que utiliza una sierra cienta hecha de foma de banda flexible sin fin con dientes en una de sus bordes. La sierra circular usa una sierra circular giratoria para suministrar el movimiento continuo de la herramienta frente al trabajo.	Segueta Sierra Banda Sierra Circular	Hoja de la Sierra
Definir Herramienta	Clasificación de la Herramienta	Operaciones Relacionadas con el Aserrado
Las hojas de la sierra tienen ciertas características comunes que incluyen la forma de los dientes, su espaciamiento y la disposición de los mismos	Forma de los dientes Espaciamiento entre los dientes Disposición de los Dientes	Calado Ranurado Corte abrasivo Aserrado por Fricción

Proceso	Definición del Proceso	Equipo
Esmerilado	Es un proceso de remoción de material en el cual las partículas abrasiva están contenidas en una rueda de esmeril aglutinado que opera a velocidades superficiales muy altas.	Esmeril superficial
Definición del Equipo	Clasificación del equipo	Herramienta
El esmerilado se realiza haciendo oscilar el trabajo longitudinalmente bajo la rueda a una profundidad muy pequeña y haciendo avanzar la rueda transversalmente dentro del trabajo una cierta distancia entre cada oscilación.	Superficial Cilíndrico Sin centros Profundo	Rueda de esmeril
Definir Herramienta	Clasificación de la Herramienta	Operaciones Relacionadas con el Esmerilado

Consiste en partículas abrasivas y material aglutinante que mantiene a las partículas en su lugar y establece la forma y la estructura de la rueda.	Material abrasivo Tamaño del grano Material aglutinante Grado de la rueda Estructura de la rueda	Afilado de herramientas Esmeriles de plantillas Esmeriles de discos Bandas abrasivas Rebarbado

Fuente: Groover, M. (1997) "Fundamentos de Manufactura Moderna".

Es evidente pensar que todos estos procesos de maquinado se realizan con un fin, que más allá de conocer los principios básicos del manejo de estas máquinas hay un concepto que todo Ingeniero Industrial debe conocer y dominar: Control de Calidad. Según Groover, M. (1997) "el control de calidad se relaciona con la detección de la calidad deficiente en los productos manufacturados y las acciones correctivas para eliminarlas". (p. 1033)

De igual manera el mismo autor indica que: "Un requerimiento básico en la manufactura es que el producto y sus componentes cumplan las especificaciones establecidas por el ingeniero de diseño. Las especificaciones de diseño incluyen las dimensiones, las tolerancias y los acabados de las superficies de las partes individuales que comprenden el producto". (p.1006)

Es por ello que uno de los procedimientos a ser realizados dentro del Laboratorio, una vez maquinadas las piezas, son los de medición e inspección. Normalmente existe un área dedicada a estos procedimientos que se denomina Área de Metrología. La metrología es la Ciencia de la medición, y se relaciona con seis cantidades fundamentales: longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura y radiación luminosa. En la Metrología el principal interés es la medición de la longitud y sus diversas formas de manifestarse en una parte o producto.[2]

Existen instrumentos de medición graduados y no graduados, los que serán utilizados en el Laboratorio son los graduados, que incluyen un conjunto de marcadores, llamados graduaciones, sobre una escala lineal o angular, contra la cual puede compararse

[2] Groover, M. (1997) "Fundamentos de Manufactura Moderna".

la característica a ser medida en el objeto evaluado. A continuación se presenta una tabla con los instrumentos graduados y sus características.

Tabla No. 10: INSTRUMENTOS GRADUADOS

INSTRUMENTOS GRADUADOS	CARACTERÍSTICAS
Regla Metálica Graduada	Es uno de los dispositivos mas simplificados, se usa para medir dimensiones lineales. Las longitudes de reglas métricas incluyen 150.300,600 y 1000 mm, con graduaciones de 1 o 0.5 mm.
Calibrador Vernier	Es un dispositivo que posee una quijada móvil que incluye una escala de vernier. Este proporciona graduaciones de 0.001 pulg por esto es considerado uno de los más precisos.
Tornillo Micrométrico	Dispositivo de medición muy exacto, su forma común consiste en un husillo y en un yunque en forma de C. El husillo se mueve en relación con el yunque fijo mediante una rosca de tornillo exacta. Cada rotación del husillo proporciona 0.025 pulg de viaje lineal.
Medidor de altura	El medidor de altura es un dispositivo para medir la altura de piezas o las diferencias de altura entre planos a diferentes niveles. El calibrador de altura también se utiliza como herramienta de trazo, para lo cual se incluye un buril. El medidor de altura, creado por medio de la combinación de una escala principal con un vernier para realizar mediciones rápidas y exactas, cuenta con un solo palpador y la superficie sobre la cual descansa, actúa como plano de referencia para realizar las mediciones.

De igual manera se deben incluir en los equipos necesarios para la operación del Laboratorio, equipos de seguridad para los estudiantes al manejar las máquinas herramienta, tales como: lentes de seguridad, guantes con protección para puños y palma de la mano y guantes desechables.

A continuación se presenta una tabla con los requerimientos de materia prima para la puesta en marcha del Laboratorio; considerando que las prácticas a ser realizadas tienen la finalidad de que el estudiante aprenda el manejo de máquinas herramienta de uso común, elabore piezas mediante su uso y comprenda los principios básicos del funcionamiento de dichas máquinas.

Tabla No.11: MATERIA PRIMA

ARTÍCULO	UNIDAD DE VENTA	NUMERO DE UNIDADES
Lubricante para engranajes. ISO 150	20 ltrs	
Taladrina	20ltrs	
Barra cilíndrica de acero 1020 2" de diámetro	Barra de 6 mtrs	1
Barra corte cuadrado de acero 1020 2"de lado	Barra de 4 mtrs	1
Arena pre-mezclada	Caja de 50 libras	2
Aleación de Zinc 2 A-27 (Zamac-27)	Lingotes de aproximadamente 18 libras	2

Análisis del costo de los suministros e insumos

Las tablas que se muestran a continuación, contienen los costos de maquinarias, equipo informático, software, y materia prima necesaria para la puesta en marcha del taller de manufactura que se ha diseñado.

Estos costos han sido obtenidos mediante cotizaciones solicitadas a lo largo de la elaboración de la investigación, muchos de los valores mostrados han cambiado durante este período debido a la variación del valor del Bolívar con respecto al Dólar[3]. Por tal razón, todos los valores han sido convertidos a Dólares, aplicando la tasa de cambio prevaleciente para el momento de la cotización.

Las especificaciones de las máquinas suministradas por Maquinarias Felco se encuentran en el Anexo H.

COSTOS DE MÁQUINAS HERRAMIENTA				
MAQUINARIA	NUMERO DE UNIDADES	COSTO / UNIDAD (Bs) (precios del 5/9/03)	COSTO / UNIDAD ($)	SUBTOTAL POR TIPO DE MAQUINARIA($)
Fresadora Universal	2	45.900.000	28.687,50	57.375,00

[3] Precio oficial del Dólar para el mes de Septiembre del 2003: 1600 Bs./$
Precio oficial del Dólar para el mes de Marzo del 2003: 1920 Bs./$

Marca TOS Modelo FA3B				
Torno Paralelo Marca TOS Modelo SN 50Cx2000	4	68.750.000	42.968,75	171.875,00
Taladro de Banco Marca PKD Modelo VS20B	2	18.125.100	11.328,19	22.656,38
Esmeril	1	729.200	455,75	455,75
Sierra de Vaivén Marca TEDOR JETKOV Modelo ON-280	1	14.077.500	8.798,44	8.798,44
Señorita 3 toneladas Marca Rachet Vital	1	2.033.300	127,06	127,06

SUBTOTAL CORRESPONDIENTE A COSTOS DE MAQUINAS HERRAMIENTA ($)	261.287,63

COSTOS DE EQUIPO INFORMATICO Y SOFTWARE				
ARTICULO	NUMERO DE UNIDADES	COSTO / UNIDAD (Bs)	COSTO / UNIDAD ($)	SUBTOTAL POR TIPO DE ARTICULO ($)
Computadora	6	2.189.878,53 (precio del 29/3/04)	1.140,56	6.843,36
Software SURF CAM educativo	1	2.375.000 (precio del 5/9/03)	1.484,36	1.484,36

SUBTOTAL CORRESPONDIENTE A COSTOS DE EQUIPO INFORMATICO Y SOFTWARE ($)	8.327,72

COSTO DE MATERIA PRIMA					
ARTÍCULO	UNIDAD DE VENTA	NUMERO DE UNIDADES	COSTO (Bs./unidad de venta) (precios de marzo/ 04)	COSTO ($/unidad de venta)	SUBTOTAL ($) POR TIPO DE ARTICULO
Lubricante para engranajes. ISO 150	20 ltrs	2	70.000	36,46	72,92
Taladrina	20 ltrs	2	70.000	36,46	72,92
Barra cilindrica de acero 1020 2" de diámetro	Barra de 6 mtrs	1	249.600	130,00	130,00
Barra corte cuadrado de acero 1020 2"de lado	Barra de 4 mtrs	1	546.000	284,38	284,38
Arena pre-mezclada Petrobond	Caja de 50 libras	2	146.880	76,50	153,00
Aleación de Zinc 2 A-27 (Zamac-27)	Lingotes de aproximada mente 18 libras	2	172.800	90,00	180,00

SUBTOTAL CORRESPONDIENTE A COSTOS DE MATERIA PRIMA ($)	893,22

COSTO DE EQUIPO DE SEGURIDAD				
Artículos de Seguridad	**Unidades de Venta**	**Unidades Requeridas**	**Precio ($)**	**SUB-TOTAL POR TIPO DE ARTICULO ($)**
Lentes de seguridad de policarbonato con vidrios transparentes (Polycarbonate Safety Glasses With Clear Lenses)	1	20	3,98	79,6

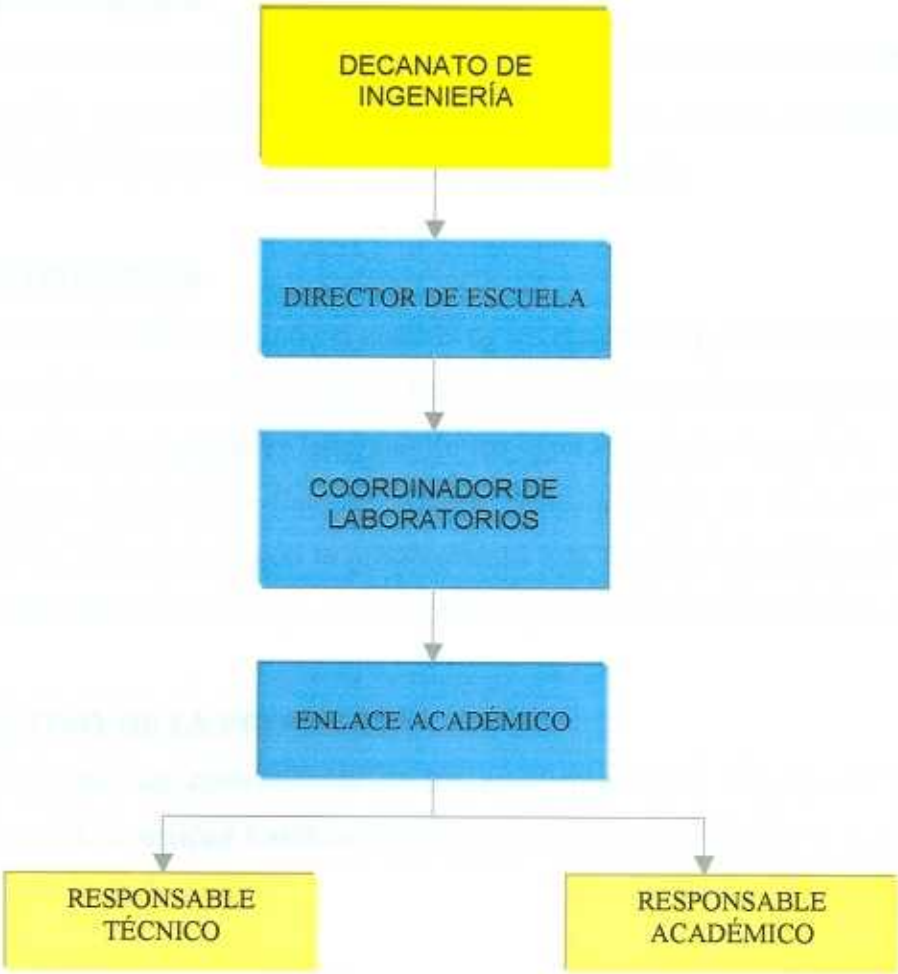
Guantes con doble cuero para palma grande de 2-1/2 in.con goma de proteccion para puño y pulgar (Double-Leather Large Palm Glove with 2-1/2 In. Rubber Safety Cuff and Wing Thumb)	4	10	6,99	69,9
Guantes de látex desechables	100	1	9,99	9,99

SUBTOTAL CORRESPONDIENTE A COSTOS DE EQUIPO DE SEGURIDAD ($)	159,49

TOTAL INVERSIÓN ($)	**270.668.06**

Figura No. 4

Organigrama general del Laboratorio



CAPÍTULO V
LA PROPUESTA

Diseño de un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello. (Caracas)

5.1. PRESENTACIÓN

La propuesta que se presenta en este capítulo bajo la denominación "Estructura" está constituida por un objetivo, alcance y actividades a realizar, procesos para la implementación de la misma, y responsables de las actividades.

5.2. JUSTIFICACIÓN

Después de haber realizado el análisis de los resultados y en función del logro de los objetivos de la investigación, surge la necesidad de crear una propuesta con la cual se busca mejorar las competencias laborales de los egresados de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello, a través de la inserción de un Laboratorio de Manufactura que le proporcionará a la Escuela una mejora en la parte práctica de su Plan de Estudios y a su vez formará profesionales más competidores.

5.3. OBJETIVO DE LA PROPUESTA

Incrementar las competencias de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello mediante la puesta en marcha de un Laboratorio de Manufactura.

5.4. ESTRUCTURA

El diseño del Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello, está conformado de la siguiente forma:

1. Misión
2. Visión
3. Maquinaria y Equipos
4. Normas de Seguridad e Higiene Industrial
5. Distribución de Maquinaria (Layout)
6. Procesos a realizar dentro del Laboratorio
7. Responsables
8. Implementación en el tiempo
9. Captación de Patrocinio

DISEÑO DE UN LABORATORIO DE MANUFACTURA PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO. (CARACAS)

1. MISIÓN

El laboratorio tiene como misión capacitar y entrenar estudiantes y profesores en el área de manufactura por medio del uso de máquinas herramienta convencionales e introducir los principios de la tecnología de última generación relacionada con este campo.

2. VISIÓN

El laboratorio tiene como visión promover a corto plazo el desarrollo de la creatividad e incentivar la interacción entre estudiantes de las diversas carreras de la UCAB.

Este laboratorio cumplirá a largo plazo con la prestación de servicios a terceros que represente fuentes de ingreso que permitan financiar su operabilidad, generando a su vez nuevas fuentes de empleo.

3. MAQUINARIA Y EQUIPOS

MAQUINARIA Y EQUIPOS	NUMERO DE UNIDADES
Fresadora Universal	2
Torno Paralelo	4
Taladro de Banco	2
Esmeril	1
Sierra de Vaivén	1
Señorita	1
Computadora	6
Software	1
Vernier	4
Tornillo micrométrico	4
Medidor de Altura	4
Regla Metálica Graduada	2
Lentes de Seguridad	20
Guantes de goma de protección	20
Guantes desechables	100

4. Normas de Seguridad e Higiene Industrial

El plan de higiene y seguridad industrial diseñado para el Laboratorio de Manufactura se ha elaborado según los aspectos que establece la Norma Venezolana COVENIN para la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

Plan de Higiene y Seguridad Industrial

Norma COVENIN 2260-88

- ***Declaración de política.***
- ***Selección y empleo del personal.***
- ***Adiestramiento.***

- ***Inspecciones de seguridad***

- ***Evaluación de Higiene Industrial.***
  - *Ruido. (Norma COVENIN 1565:1995)*
  - *Ventilación. (Norma COVENIN 2250:2000)*
  - *Iluminación. (Norma COVENIN 2249-93)*
  - *Ergonomía. (Norma COVENIN 2273-91)*
  - *Radiaciones no ionizantes. (Norma COVENIN 2238:2000)*

- ***Equipos de protección personal.*** *(Norma COVENIN 2237-89)*

Señalización de seguridad.

Norma COVENIN 187:2003

5. Distribución de Maquinaria (Layout)

Luego de identificar la maquinaria que hará posible el cumplimiento de la misión del Laboratorio de Manufactura se ha desarrollado el plano de las instalaciones.

Para la elaboración de dicho plano se ha tenido presente que por tratarse de un Laboratorio con fines educativos hay ciertos aspectos que aún siendo fundamentales en el diseño de plantas de producción no tienen aplicación en este caso.

Tales aspectos son la correlación entre actividades y el flujo de materiales y personas a través de los pasillos, los cuales se convierten en factores irrelevantes al momento de la disposición de maquinarias dada la carencia de algún proceso productivo destinado a fines comerciales.

Los aspectos considerados como base para la realización del layout fueron los siguientes:

a. Áreas de seguridad.
b. Áreas de mantenimiento.
c. Ancho de los pasillos de circulación.
d. Facilidad de expansión.

a. Áreas de seguridad

Los limites de las áreas de seguridad son representados por una línea roja marcada en el piso, cuyo ancho no debe ser menor de 5 cm., la cual abarca el perímetro establecido por el área de funcionamiento de la máquina, el área de trabajo del operador, el cual en todo caso debe disponer como mínimo de una superficie libre de 2 m^2, y el área que permite la cómoda manipulación del material que se procesa, con el fin de asegurar cierto grado de integridad física tanto para el operario como para las personas que circulan u observan los procesos realizados en la máquina.

En el caso de máquinas con movimientos de platos en los ejes x-y-z, como son las fresadoras, el área de funcionamiento es representada por el área máxima que puede ocupar la máquina cuando ésta se encuentra totalmente extendida en cualquier dirección del plano x-y.

Para el resto de las máquinas, es decir, aquellas que no poseen platos con movimiento en los tres ejes, el área de funcionamiento es simplemente el área que la misma máquina ocupa.

Sobre la base de estos fundamentos se definen las áreas de seguridad mininas necesarias por tipo de máquina:

MAQUINARIA	ÁREA MÍNIMA DE SEGURIDAD [m^2]
FRESADORAS	6.3
TORNOS 2m	3.4
TALADROS	2.7
ESMERIL	3.2
SIERRA DE VAIVÈN	4.3

b. Áreas de mantenimiento

Las áreas de mantenimiento han sido definidas en base a los problemas típicos que pueden presentarse en cada máquina y el procedimiento mediante el cual sería realizado el mantenimiento correctivo. A continuación se presenta una tabla que explica brevemente los basamentos por máquina para la definición de su área de mantenimiento.

MAQUINARIA	POSIBLES PROBLEMAS	PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO
FRESADORAS	Avería de las marchas del cabezal.	Desmontaje del cabezal de la fresadora.
	Desajuste de las manivelas.	Reparación sobre la misma máquina.
TORNOS	Desajuste de las manivelas.	Reparación sobre la misma máquina.
	Descentrado del contrapunto.	Reparación sobre la misma máquina.
TALADROS	Ruptura de la correa.	Reparación sobre la misma máquina.
ESMERIL	Fallas menores	Reparación sobre la misma máquina.
SIERRA DE VAIVEN	Fallas menores	Reparación sobre la misma máquina.

Luego de observar la tabla anterior se concluye que solo las fresadoras requieren de un área especial destinada a mantenimiento correctivo.

c. Ancho de los pasillos de circulación

Los pasillos de circulación principales se han diseñado para permitir el paso de la grúa de mantenimiento. Es importante facilitar el acceso de esta grúa a las áreas del

laboratorio donde se ubican aquellas máquinas cuyos pesos son tales que el levantamiento manual resultaría casi imposible además de peligroso o cuyo mantenimiento implica el desmontaje de piezas pesadas.

Apoyados en esta necesidad se ha destinado una distancia de 1.5 metros más una holgura de 20% por lado para el ancho de los pasillos principales permitiendo el paso de la grúa de mantenimiento, lo que origina como resultado pasillos principales con ancho de 2.1 metros.

A los pasillos secundarios que son aquellos entre las máquinas, se les ha asignado anchos de 1.5 metros para dotar al operador de un espacio confortable y seguro de trabajo.

d. Facilidad de expansión

Se ha concebido un espacio de aproximadamente 10 m^2 para la implementación de la segunda etapa del laboratorio, la cual está ubicada en el área de computadoras.

También se cuenta con un área ubicada entre el almacén de materia prima y el área de grúa, la cual puede ser utilizada cuando futuras expansiones ameriten la inclusión de nuevas máquinas y almacenes. Se sugiere la siguiente distribución de máquinas y equipos como resultado final para el Diseño de un Laboratorio de Manufactura.

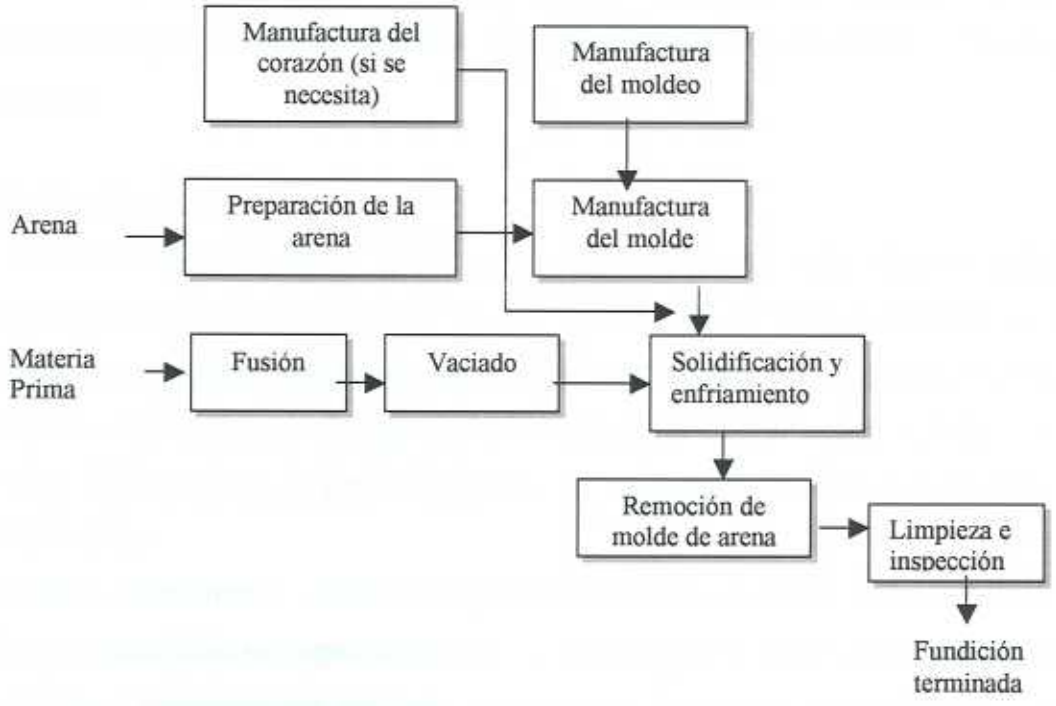
Se pueden apreciar los layouts para ambas etapas en las Fig. No. 7

6. Procesos a realizar dentro del Laboratorio

Como ya se mencionó en el Capitulo IV: Diagnóstico que sustenta la propuesta, se realizarán procesos de maquinado los cuales están bien definidos en la Tabla No. 10 que se encuentra en dicho capítulo. De igual forma y para cubrir los procesos de manufactura definidos en el Marco Teórico, se realizarán procesos de fundición de metales, específicamente: *Fundición en Arena*.

La Fundición en Arena consiste en vaciar un metal fundido en un molde de arena, dejarlo solidificar y romper después el molde para remover la fundición. Posteriormente la fundición pasa por un proceso de limpieza e inspección, pero en ocasiones requiere un tratamiento térmico para mejorar sus propiedades metalúrgicas. Se da forma a la cavidad del molde de arena recubriendo con aren un modelo o patrón, después se remueve el modelo para separar el molde en dos mitades. El molde contiene el sistema de vaciado y de mazarota, pero si la fundición tiene imperfecciones internas debe incluirse también un corazón. Debido a que el molde se sacrifica para remover la fundición, se tiene que hacer un nuevo molde de arena por cada parte que se quiera producir. La secuencia de esta descripción se muestra en la siguiente figura.

Figura No. 6: Pasos en la secuencia de producción de la fundición de arena.



7. Responsables

PROPUESTA DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En la figura se presenta el organigrama propuesto para la estructura organizacional del Laboratorio de Manufactura. En el mismo, resalta el enlace entre la Escuela (parte académica) y la Coordinación de Laboratorios (parte técnica-administrativa), logrando así un sistema que permite una constante revisión de la eficacia académica y de las oportunidades de mejora de los laboratorios en función a las necesidades de la Escuela para la enseñanza de la carrera.

La figura de Enlace Académico es creada con el fin de velar por los intereses de la Escuela en cuanto a laboratorios se refiere, manteniendo sincronía con las funciones de la Coordinación de Laboratorios. Dentro de las funciones de este Enlace se encuentran: establecer contactos con empresas, promover la capacitación del personal del laboratorio, velar por la eficacia académica del mismo, establecer planes de revisión, mantenimiento y reposición de equipos, velar por la renovación constante de tecnología, entre otras.

Personal Requerido:

- ✓ Jefe del Departamento: debe ser Ingeniero Industrial, con experiencia en la industria, capaz de coordinar, revisar y mejorar la eficacia académica del Laboratorio. Esta figura representa el enlace directo, en la práctica, entre la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial y la Coordinación de Laboratorios, dando relevancia a la parte académica en el funcionamiento y operación del Laboratorio.
- ✓ Enlace Académico: debe ser Ingeniero Industrial, de Producción o Mecánico. Esta persona debe ser capaz de detectar oportunidades de mejora en los laboratorios, establecer relaciones con empresas para posibles donaciones de recursos, coordinar las actividades de mantenimientos del mismo así como revisar constantemente su eficacia académica.

- ✓ Responsable Técnico: debe ser por lo menos Técnico Superior Universitario en el área de Manufactura o en Mecánica. Esta persona deberá velar por la operación diaria del Laboratorio, detectar necesidades de mantenimiento y revisión de equipos, dar apoyo al profesor en las prácticas académicas, entre otros.
- ✓ Responsable Académico: debe ser Ingeniero en las Áreas mencionadas. Su función principal es la revisión de los contenidos académicos de las prácticas, y el desarrollo de métodos de enseñanza que permitan el mayor aprovechamiento del Laboratorio para el enriquecimiento de la formación académica. Además debe ser capaz de detectar necesidades técnicas para el logro de los objetivos de las prácticas.

8. Implementación en el tiempo

Una vez conocidos los costos de inversión se idea una propuesta de implementación en el tiempo con el fin de permitir una planificación adecuada de la puesta en marcha del proyecto.

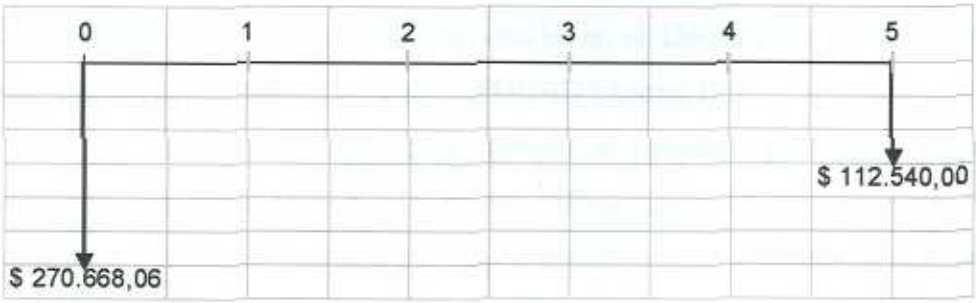
El tiempo de implementación propuesto es de cinco años y consta de dos etapas.

Con este análisis económico se cuantifica entonces la inversión requerida para la puesta en funcionamiento del Laboratorio de Manufactura propuesto, visualizando la implementación en el tiempo que facilitará la toma de decisiones.

En la primera etapa se incluirán máquinas convencionales de manufactura y en la segunda etapa se incluirán máquinas didácticas de control numérico computarizado.

La implementación en dos etapas primeramente permitirá a profesores y técnicos del laboratorio familiarizarse con los procesos de manufactura básicos para posteriormente avanzar a un nivel de alta tecnología, lo que permitirá un alto aprovechamiento de las máquinas de control numérico computarizado al momento de ser incluidas.

La Figura No. 7 representa el flujo de caja para la implementación del laboratorio de manufactura.



1ra Etapa	2da Etapa.
2 Fresadoras. 4 Tornos. 2 Taladros de banco. 1 Esmeril. 1 Sierra de Vaivén.	1Torno CNC educativo. 1 Centro de mecanizado CNC educativo.

9. Captación de Patrocinio

La Universidad Católica Andrés Bello debe considerar optar por un financiamiento para la Construcción del Laboratorio de Manufactura. Este financiamiento es ofrecido por el Fondo de Cooperación y Ayuda al Desarrollo (FOCAD).

El Fondo de Cooperación y Ayuda al Desarrollo, FOCAD, es un fondo interinstitucional en el que participan el Gobierno Vasco y las Diputaciones Forales de los tres Territorios Históricos: Araba, Bizcaia y Guipúzcoa. El FOCAD esta destinado a financiar acciones de desarrollo a favor de los llamados países del tercer mundo.

Para recibir ayuda económica por parte de esta institución, el proyecto en cuestión debe ser sometido a una evaluación en la cual se aplican los criterios de selección y deben cumplirse los requisitos citados en el Decreto por el cual se regulan y convocan ayudas a proyectos con cargo al FOCAD (Anexo I).

Uno de los requisitos que debe cumplir el proyecto para tener acceso a la cofinanciación por parte de FOCAD, es ser cofinanciados en al menos un 30% por recursos ajenos a la ayuda prestada por las Administraciones Públicas de la Comunidad Autónoma del País Vasco (Gobierno Vasco, Diputaciones Forales y Ayuntamientos).

Esto quiere decir que para optar por la financiación del 70% de la inversión total, la UCAB debe estar en capacidad de responder con el restante 30%, ya sea mediante aporte propio o por medio de contribuciones de la empresa privada o del Estado.

5.5. FACTIBILIDAD DE LA PROPUESTA

Esta propuesta es factible ya que existe disposición por parte de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello para su evaluación y posterior ejecución.

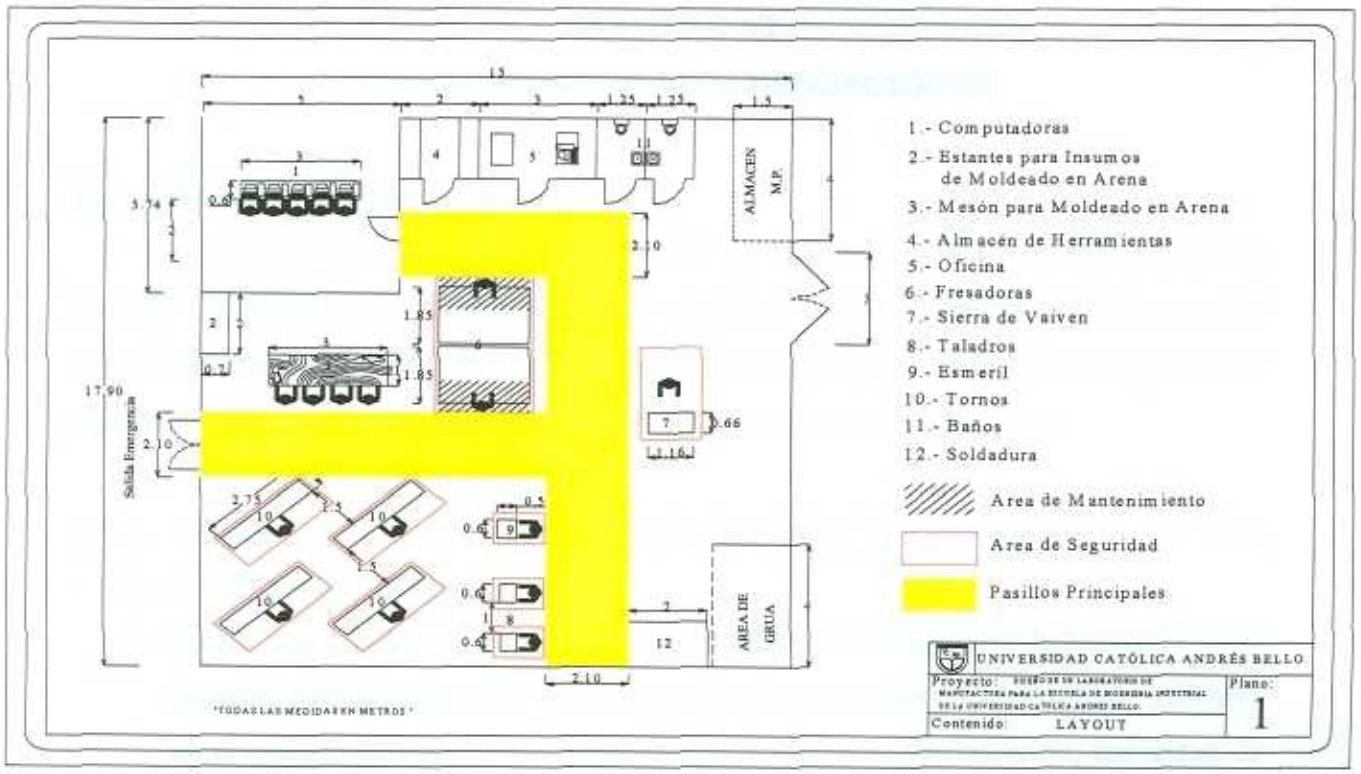
La idea de realizar esta investigación fue aceptada con gran interés por parte de la Facultad de Ingeniería, hecho por el cual la Escuela de Ingeniería Industrial presto su alta colaboración para la realización de la misma.

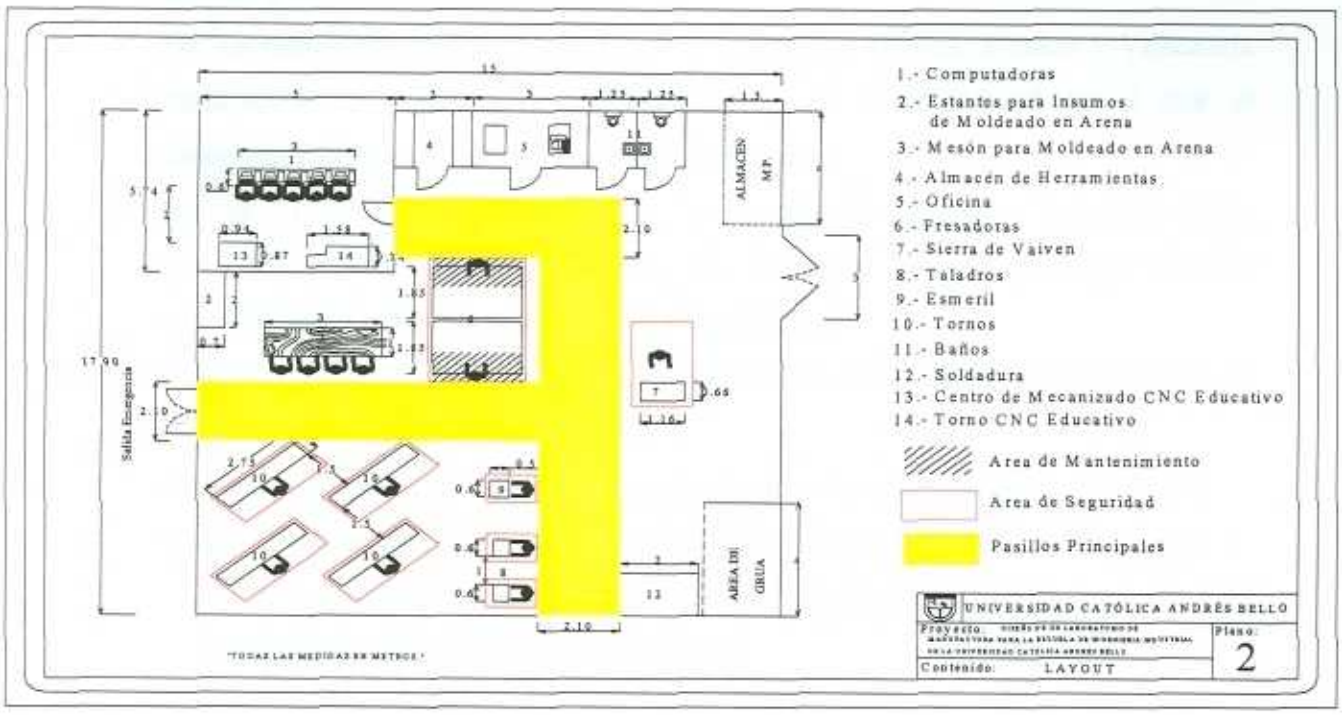
5.6. BENEFICIOS DE LA PROPUESTA

- Comprensión del principio básico de funcionamiento y manejo de las diferentes máquinas herramienta.
- Enriquecimiento del pensum de Ingeniería Industrial de la UCAB en el área de Manufactura.

- Refuerzo práctico en una de las áreas de Aplicación Profesional del Ingeniero Industrial.
- Apoyo para las actividades relacionadas con el campo de Manufactura en el área de Post-grado de la Universidad.
- Eliminación de la necesidad de realizar visitas a otras instituciones con el fin de recibir conocimientos prácticos de manufactura debido a la carencia de instalaciones de este tipo dentro del campus.
- Fortalecimiento de las competencias y aumento del caudal de conocimientos de los futuros Ingenieros Industriales.

Fig. No 7: Distribución de Maquinaria y Equipos Etapas I y II





CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

El estudio realizado para el Diseño de un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello suministró información que complementada con el sustento teórico y los análisis correspondientes permitieron el logro de los objetivos y establecer las siguientes conclusiones.

- Al analizar las tendencias en Ingeniería Industrial bajo la óptica de diferentes Universidades se concluye que:
  - ✓ Existe una tendencia en la enseñanza actual de la Ingeniería Industrial a nivel mundial enfocada hacia las habilidades gerenciales, tomas de decisiones, destrezas en el análisis de situaciones, capacidad de diseño e implementación, capacidad de síntesis y sentido de innovación.
  - ✓ De los países estudiados (11 en total), solo Estados Unidos, México y Venezuela incluyen a las *empresas manufactureras* en el Área Laboral en el que se desempeñarán los egresados Ingenieros Industriales.
  - ✓ De las 31 Universidades estudiadas, la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello es la única Escuela que *no* imparte conocimientos prácticos en el Área de Manufactura.
- Al analizar las tendencias en Ingeniería Industrial en el campo de la Manufactura se concluye que:
  - ✓ El Ingeniero Industrial es el encargado de optimizar los procesos productivos.
  - ✓ En Venezuela existe la necesidad de involucrar a los ingenieros industriales en los conceptos de optimización de procesos, mejora de calidad de producto y en los procesos de transformación de bienes.

- ✓ Todo ingeniero industrial debe tomar por lo menos un curso de manufactura; que se ocupe de procesos de fabricación, debe estar informado sobre maquinaria de trabajo y procesos de manufactura.
- ✓ La industria manufacturera sigue siendo una preocupación de la Ingeniería Industrial.

➢ Al identificar las debilidades prácticas en la formación del Ingeniero Industrial de la UCAB en el Área de Manufactura se determinaron las siguientes conclusiones:

- ✓ El Laboratorio de Manufactura esta definido en el Área de Formación Profesional Especial.
- ✓ A pesar de que el Área de Procesos y Producción es una de las áreas con mayor cantidad de unidades crediticias, esta área carece de apoyo práctico.
- ✓ El Plan de Estudios de la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB incluye una materia obligatoria (Tecnología de Materiales y Manufactura) donde se imparten principios básicos de Manufactura y tres materias electivas relacionadas con el campo (Manufactura Integrada por Computadora, Procesos de Manufactura, Tecnología para el Diseño y Manufactura de Productos).
- ✓ Una práctica semestral sobre conocimientos básicos de manufactura no es suficiente para apreciar la importancia del manejo de estos conocimientos en el mundo laboral.

➢ Al diseñar un Laboratorio de Manufactura para la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCAB que fortalezca las competencias de sus egresados se concluye que:

- ✓ La localización optima para el Laboratorio de Manufactura según el Método Cualitativo por Puntos es el Taller de Maquinas, ubicado en el Edificio de Laboratorios, al lado del Laboratorio de Térmica.
- ✓ El área sugerida por los investigadores para la implantación del Laboratorio es de 268.5 m^2 con 5 m de altura.
- ✓ Las máquinas herramienta empleadas en el Laboratorio se utilizaran para describir operaciones de maquinado convencional.

- ✓ El costo total de Inversión que incluye, maquinas herramienta, equipo informático, software, materia prima y equipo de seguridad es de $ 270.668,06

6.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados de la investigación realizada y en virtud de las conclusiones planteadas se recomienda:

- Realizar un Plan de Mantenimiento Preventivo de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de manera de evitar accidentes y disminuir costos.
- Hacer cumplir las normas de seguridad dentro del Laboratorio.
- Considerar el apoyo práctico de las materias del Área de Formación Profesional Especial.
- Establecer una vinculación directa entre la Escuela de Ingeniería Industrial y el Laboratorio, ya que la función primordial del mismo es complementar la docencia.
- Considerar los planes de apoyo económico ofrecidos por la Fundación Instituto Vasco Venezolano de Cooperación Eguzki.
- Promover la vinculación entre la Escuela y las industrias, las cuales podrían ofrecer equipos, ayuda económica, e incluso solicitar apoyo investigativo.

BIBLIOGRAFÍA

BACA, G."Evaluación de proyectos". Editorial Mc. Graw Hill Interamericana de México, SA. Ciudad de México-México, 2000. 4ta Edición.

BELARDI, N., CASAÑAS, D., ESCALANTE F., GASPARIN, H., GUTIÉRREZ, L., NAPOLITANO, V., PÉREZ, C. y PÉREZ-MENA, L. "Revisión curricular Ingeniería Industrial-2002. Tomo I". Caracas-Venezuela, 2002.

CASTRO, F. "El Proyecto de Investigación y su Esquema de Elaboración". Editorial Uyapar. Republica Bolivariana de Venezuela, 2003. 2da Edición.

COVENIN 2260-88. "Programa de Higiene y Seguridad Industrial".

COVENIN 1565:1995. "Ruido".

COVENIN 2250:2000. "Ventilación".

COVENIN 2249-9. "Iluminación".

COVENIN 2273-91. "Ergonomía".

COVENIN 2238:2000. "Radiaciones no ionizantes".

COVENIN 2238:2000. "Equipos de protección personal".

COVENIN 187:2003. "Señalización de seguridad".

GROOVER, M. "Fundamentos de Manufactura Moderna". Editorial Prentice Hall. Naucalpán de Juárez, Estado de México, 1997.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. "Metodología de la Investigación". Editorial Mc. Graw Hill. Caracas-Venezuela, 1992, 2da Edición.

KANAWAKY, G. "Introducción al Estudio del Trabajo". Limusa Noriega Editores. Balderas-México, 2000, 4ta Edición.

SCHEY, J. "Procesos de manufactura". McGraw Hill/Interamericana Editores. México, D.F, 2002, 3era Edición.

SABINO, C. "El proceso de Investigación". Editorial Panapo. Caracas-Venezuela, 1993, 2da Edición.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR. "Manual de Trabajo de Grado de Maestría y Tesis Doctorales". Caracas- Venezuela, 1998.

Referencias Electrónicas

ÁLVAREZ, W. "Maquinas de herramientas". Disponible en: [http://apuntes.rincondelvago.com/maquinas-herramientas.html] 2003.

Cambridge University (CU). [http://www.cam.ac.uk/]

Cranfield University (CrU). [http://www.cranfield.ac.uk/]

Georgia Institute of Technology (GATech). [www.gatech.edu/]

Instituto Tecnológico de Monterrey (ITM). [http://www.mty.itesm.mx/principal.htm]

Northwestern University (IL) (UN). [www.northwestern.edu/]

Penn State University-University Park (PSU). [http://www.psu.edu/]

Pontificia Universidad Católica de Perú (PUCP). [www.pucp.edu.pe/]

Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá (PUJB). [http://sparta.javeriana.edu.co/portal/principal/index.jsp]

Pontificia Universidad Javeriana de Cali (PUJC). [http://www.puj.edu.co/]

Purdue University-West Lafayette (IN). [http://www.purdue.edu/]

Standford University (CA) (SU). [www.stanford.edu/]

Texas A&M University-College Station(TAMU). [http://www.tamu.edu]

Universidad Autónoma de Veracruz (UAV).[http://www.univillarica.mx/principal.html]

Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). [http://www.ucab.edu.ve]

Universidad Católica de Chile (UCC). [http://www.puc.cl/]

Universidad de las Américas (ULA). [www.uamericas.cl/]

Universidad de Lima (UL). [http://ulima.edu.pe/]

Universidad de Sao Pablo (USP). [http://www2.usp.br/publishing/insite.cgi?template=index_en]

Universidad de Sevilla (US). [http://www.us.es/]

Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).[http://www.upc.es/]

Universidad Politécnica de Madrid (UPM). [http://www.upm.es/]

Universidad Politécnica de Milán (UPM). [http://www.polimi.it/]

Universidad Politécnica de Turín (UPT). [http://www.iagora.com/pages/sendto?url=http%3A%2F%2Fwww%2Epolito%2Eit%2Fenindex%2Ehtml&lang=en]

Universidad Simón Bolívar (USB). [http://www.usb.ve/]

Université de Sciences et Technologies de Lille (L' USTL). [http://ustl1.univ-lille1.fr/projetUstl/]

University of California-Berkeley (UC-B). [http://www.berkeley.edu/]

University of Michigan.[http://www.umich.edu/]

University of Wales Cardiff (UWC). [http://www.cf.ac.uk/]

University of Wisconsin-Madison (UW-M). [www.wisc.edu/]

Virginia Tech (VT). [www.vt.edu/]