



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela Mecánica Industrial

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN  
LABORATORIO INDUSTRIAL EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**

Ana Isabel Corona Ruiz  
Asesorada por Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza

Guatemala, noviembre de 2003

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN  
LABORATORIO INDUSTRIAL EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA POR  
**ANA ISABEL CORONA RUIZ**  
ASESORADA POR ING. FRANCISCO ARTURO HERNÁNDEZ ARRIAZA

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2003**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Sydney Alexander Samuels Milson</b>
<b>VOCAL I</b>	<b>Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos</b>
<b>VOCAL II</b>	<b>Lic. Amahán Sánchez Álvarez</b>
<b>VOCAL III</b>	<b>Ing. Julio David Galicia Celada</b>
<b>VOCAL IV</b>	<b>Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz</b>
<b>VOCAL V</b>	<b>Br. Elisa Yazminda Vides Leiva</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco</b>

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Sydney Alexander Samuels Milson</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste</b>
<b>EXAMINADORA</b>	<b>Ing. Marcia Ivonne Veliz Vargas</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco</b>

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN  
LABORATORIO INDUSTRIAL EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
DE UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha abril de 2003.

---

**Ana Isabel Corona Ruiz**

## **ACTO QUE DEDICO A**

<b>DIOS</b>	Fuente de serenidad, valor, sabiduría, inteligencia
<b>MARÍA SANTÍSIMA</b>	Mi protectora y mi luz
<b>MIS PADRES</b>	Luis Fernando Corona Laparra Marta Isabel Ruiz Quiñónez de Corona Por el apoyo, ejemplo y sabios consejos a lo largo de mi vida. A ti Mami gracias por tu lucha constante, tus esfuerzos para que alcanzara mi meta y por creer siempre en mi, te quiero mucho.
<b>MIS HERMANOS</b>	Luis Fernando, Francisco Fernando y Julio Adolfo, por motivarme a seguir adelante
<b>MIS ABUELOS</b>	Pedro Ruiz Estrada QEPD Maria Felicita Quiñónez Álvarez de Ruiz QEPD Francisco Corona Ávila QEPD Zoila Rosa Corona Ávila QEPD Blanca Guillermina Laparra Barrios Gracias por creer en mi y, ser mi ejemplo de lucha en la vida
<b>MIS CUÑADAS</b>	María Orbelina y Ángela María, Gracias por su cariño.
<b>MIS SOBRINOS</b>	Diego Fernando, Marcela Renata y Pablo Andree Que este triunfo sea de ejemplo para su futuro.
<b>MIS TÍOS</b>	Cesario, Judith, Homero y Elida Gracias por su cariño y colaboración  Con cariño y especial agradecimiento por estar conmigo siempre, por querer lo mejor para mi, por su ejemplo, sus sabios consejos y su paciencia a mi Tía Mary, con especial dedicatoria.
<b>MIS PRIMOS</b>	Con Cariño especial a María de los Ángeles, Pedro Enrique, Cesar Iván y Hugo Armando
<b>MIS AMIGOS</b>	Con cariño especial a Hugo Fausto, Luis Manolo, Calixto Milvia, Mayra, José.

## **AGRADECIMIENTO A:**

### **DIOS, MARIA SANTÍSIMA Y EL HERMANO PEDRO**

Por iluminarme y ayudarme a lo largo de mi vida

### **MIS PADRES**

Por apoyarme en todo momento

### **MIS HERMANOS**

Por su paciencia y apoyo

### **MIS CUÑADAS Y SOBRINOS**

Por su apoyo incondicional

### **MIS TÍOS Y PRIMOS**

Por sus palabras de ánimo, especialmente a mi tía Mary, por su apoyo y ayuda incondicional

### **MIS AMIGOS**

Por su apoyo, ayuda y cariño, especialmente a Hugo Chacón y Manolo López

### **MI ASESOR**

Por compartir conmigo su experiencia

### **ING. MONTEAGUDO**

Por su apoyo y cariño

### **MIS COMPAÑEROS**

Por compartir conmigo momentos inolvidables.

### **LA ESCUELA MECÁNICA INDUSTRIAL Y SU PERSONAL ADMINISTRATIVO Y DOCENTE, LA FACULTAD DE INGENIERIA Y LA TRICENTENARIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**

Por permitirme formarme dentro de sus aulas

### **GUATEMALA**

Por darme la oportunidad de alcanzar una de mis metas

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>IX</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XIII</b>
<b>1 PERFIL DEL PROYECTO</b>	<b>1</b>
1.1 Información básica del proyecto	1
1.1.1 Realidad	1
1.1.1.1 Entorno físico	2
1.1.1.2 Entorno económico	2
1.1.1.3 Entorno político para aprobar un proyecto	2
1.1.1.4 Entorno social	3
1.1.1.5 Entorno jurídico para construir dentro de su campus	3
1.1.1.5.1 Aspectos legales	4
1.1.1.5.2 Legislación de la Universidad de San Carlos de Guatemala	12
1.1.1.5.3 Aspectos de la organización	13
1.1.1.6 Plan de manejo ambiental	14
1.1.1.6.1 Datos de la persona interesada, individual o jurídica	15
1.1.1.6.2 Descripción del proyecto y quienes lo desarrollaran	15
1.1.1.6.3 Descripción de las sustancias o productos a utilizarse en la ejecución o elaboración	16

1.1.1.6.4	Descripción de los procesos y productos a obtenerse	17
1.1.1.6.5	Descripción de los desechos	17
1.1.1.6.6	Descripción del contenido de las emisiones a la atmósfera y métodos de control	18
1.1.1.6.7	Descarga de aguas residuales y métodos de tratamiento	18
1.1.1.6.8	Tipos de residuos y procedimientos para su disposición final	19
1.1.1.6.9	Plan de contingencia	20
1.1.1.6.10	Plan de seguridad ambiental	22
1.1.1.6.11	Plan de seguridad para la Salud humana	22
1.1.2	Necesidad	22
1.1.3	Posibilidad	23
1.1.3.1	Determinación final	24
1.1.3.2	Determinación temporal	24
1.1.3.3	Determinación espacial	24
1.1.3.4	Asignación de recursos	25
<b>2</b>	<b>ESTUDIO DE MERCADO</b>	<b>27</b>
2.1	Objetivos	27
2.2	Definición del producto	27
2.3	Análisis de la demanda	28
2.3.1	Definición de la demanda	28
2.3.2	Información de fuentes secundarias	28
2.3.3	Proyección de la demanda	29
2.3.4	Necesidad y fuentes de información	30
2.3.5	Diseño de recopilación y tratamiento estadístico de los datos	31

2.3.6	Proceso y análisis de datos	35
2.3.7	Informe de la investigación	37
2.4	Análisis de la oferta	37
2.5	Análisis de los precios	38
2.6	Análisis de la comercialización	38
2.7	Conclusiones generales del estudio de mercado	39
2.8	Hallazgos y recomendaciones	40
<b>3</b>	<b>ESTUDIO TÉCNICO O DE INGENIERÍA PARA EL DISEÑO DEL LABORATORIO INDUSTRIAL</b>	<b>43</b>
3.1	Objetivos	43
3.2	Descripción de los laboratorios a implementar	43
3.2.1	Seguridad e higiene industrial	43
3.2.2	Ingeniería de plantas	45
3.2.3	Ingeniería de métodos	45
3.2.4	Ecología o medio ambiente	46
3.2.5	Ingeniería textil o de la confección	47
3.3	Determinación del tamaño óptimo del proyecto	47
3.4	Ubicación del proyecto	48
3.5	Ingeniería del proyecto	48
3.5.1	Diagrama de bloques	48
3.5.2	Diagrama de flujo	50
3.5.3	Diagrama de recorrido	51
3.6	Factores relevantes que determinan la adquisición de equipo y maquinaria	53
3.7	Costos del equipo para el Laboratorio Industrial	53
3.8	Clasificación del equipo	55
3.9	Descripción del equipo a utilizar	56
3.10	Distribución de la planta	68

3.10.1 Plano de ubicación	69
3.10.2 Plano de equipamiento	70
<b>4 PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y USO DEL LABORATORIO INDUSTRIAL</b>	<b>73</b>
4.1 Metodología propuesta para el uso del Laboratorio Industrial	73
4.2 Plan piloto de propuestas de aprendizaje del laboratorio para los cursos de Profesionales de la carrera de Ingeniería Industrial	75
4.3 Propuestas para la continua ampliación del laboratorio	108
4.4 Mantenimiento del laboratorio	110
4.4.1 Propuestas para dar mantenimiento al laboratorio	110
4.5 Mantenimiento del equipo	111
4.5.1 Propuestas para dar mantenimiento al equipo	112
<b>5 ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO</b>	<b>113</b>
5.1 Definición de las inversiones del proyecto	113
5.2 Uso de la Inversión	114
5.2.1 Propuesta de inversión inicial	116
5.2.2 Presupuesto anual de operación	116
5.3 Evaluación económica-financiera	116
5.3.1 Valor Actual Neto	122
5.3.2 Tasa Interna de Retorno	128
5.3.3 Análisis de Beneficio Costo	129
5.3.4 Análisis de Sensibilidad	130
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>133</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>137</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>139</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>141</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Ejemplo de proyecto similar	4
2	Organigrama propuesto para funcionamiento de laboratorio	6
3	Flujo de aprobación y ejecución del espacio físico del laboratorio	9
4	Flujo de aprobación del proyecto	10
5	Diagrama de flujo de manejo de basura	20
6	Nivel de competitividad del egresado	31
7	Como mejorar la competitividad	32
8	Actualización de contenidos	32
9	Alternativas de mejora de conocimientos	33
10	Consideración en el laboratorio	33
11	Ubicación del laboratorio	34
12	Disponibilidad de inversión	34
13	Inversión de los alumnos	35
14	Diagrama de bloques del uso del laboratorio Industrial	49
15	Diagrama de flujo	50
16	Diagrama de recorrido	52
17	Analizador de gases	56
18	Cortadora de tela	57
19	Cromatógrafo de líquidos	58
20	Densitómetro valent	59
21	Espectrofotómetro	59
22	Fotómetro	60
23	Galvanómetro	61
24	Máquinas simuladoras de procesos	62
25	Máquina de coser plana	64
26	Máquina de coser overlok	64
27	Medidores de dureza de agua	65
28	Planta piloto de tratamiento para aguas industriales	66
29	Algunos rótulos de seguridad propuestos	67
30	Algunos rótulos didácticos propuestos	67

31	Plano propuesto de ubicación	69
32	Plano propuesto de distribución de equipo	70
33	Elevación del laboratorio	71
34	Laboratorio de análisis de operaciones industriales	97
35	Laboratorio de simulación de procesos	109
36	Planta piloto de depuración de fangos activos	112
37	Diagrama de flujo para la evaluación del proyecto social	124
38	Diagrama de flujo para la evaluación del proyecto privado	127
39	Modelo de Encuesta	141
40	Cronogramas de actividades de construcción	157
41	Información de BCIE	159

#### **TABLAS**

I	Ejemplo de cuotas utilizadas por un proyecto similar	11
II	Costo del equipo propuesto para el laboratorio industrial	54
III	Resumen de gastos de operación	115
IV	Resumen de inversión para la implementación del laboratorio	115
V	Resumen del análisis social del proyecto	121
VI	Resumen de valores utilizados en análisis económico	124
VII	Conversión de precios de mercado a precios sombra	125
VIII	Flujo de beneficios y costos del proyecto	126
IX	VPN para el análisis de sensibilidad de ambos proyectos	130
X	Escalas de sueldos de la USAC	165

## GLOSARIO

<b>Arancel</b>	Tarifa oficial que determina los derechos que se han de pagar en varios ramos.
<b>CAUE</b>	Costo Anual Uniforme Equivalente
<b>Comerciables</b>	Bienes susceptibles de ser exportados e importados
<b>Ecología</b>	Parte de la biología que estudia las relaciones existentes entre los organismos y medio en que viven
<b>Externalidades</b>	Son los costos que el proyecto genera a terceros, los costos ambientales y de contaminación
<b>Distorsión</b>	Deformaciones que los precios sufren desde la fábrica hasta llegar al mercado final.
<b>Factibilidad</b>	Se puede hacer. Susceptible de hacerse.
<b>Oferta</b>	Cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes esta dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado
<b>Plan piloto</b>	Escrito que expone la disposición general para realizar una cosa.
<b>Precio</b>	Cantidad monetaria a la que los proveedores están dispuestos a vender y los consumidores a comprar un bien o servicio, cuando la oferta y demanda esta en equilibrio.
<b>Precio sombra</b>	También conocido como precio de cuenta de eficiencia, es el valor unitario que representa un precio corregido en cual se limpian los efectos de distorsiones y externalidades con el fin de reflejar fielmente el valor social, medido en términos de bienestar.
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Rendimiento. Es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

<b>TIRS</b>	Tasa Interna de Rendimiento Social.
<b>VAN o VPN</b>	Valor Actual Neto o Valor Presente Neto. Es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.
<b>VANS</b>	Valor Actual Neto Social
<b>Viabilidad</b>	Sensibilidad del mercado y la aceptabilidad que tendrá un producto para su consumo

## **RESUMEN**

Este trabajo de graduación contiene los estudios para la implementación de un laboratorio Industrial dentro de la Facultad de Ingeniería, su objetivo es demostrar la necesidad de darles a los estudiantes de ingeniería, practicas reales que confirmen la teoría impartida en los salones de clase.

En el Estudio de Mercado, los alumnos ratifican la necesidad de dicha implementación y su conformidad para invertir económicamente en su estudio. En el Estudio de Ingeniería se propone el equipo y el espacio físico para poner a funcionar dicho laboratorio, además se hacen propuestas para implementar los laboratorios, con algunas prácticas propuestas y fotografías de un laboratorio industrial de otra universidad que se encuentra funcionando.

Este proyecto tiene carácter social, por lo que en el Estudio Económico Financiero, las técnicas de evaluación proporcionan información del proyecto en base a precios sombra, esto significa que su beneficio esta medido a nivel macroeconómico. Los beneficios otorgados por el proyecto son disminuir el número de desempleados y permitiendo alcanzar mejores salarios a los egresados de la Facultad de Ingeniería.

Se busca que este proyecto reciba la ayuda de entidades privadas, nacionales y extranjeras para su funcionamiento y su renovación, la cual toma un promedio de vida útil del equipo de cuatro años y además para implementar más equipo para que paulatinamente los laboratorios lleguen a todos los cursos de la red de estudios de Ingeniería, y que los ingresos obtenidos se utilicen para mantenimiento y gastos de operación del laboratorio industrial.

Se realizó paralelamente un Estudio Económico a nivel privado, con un VPN sensible en la tasa porcentual de interés.

Los catedráticos como estudiantes recomiendan que el laboratorio se ponga en marcha inmediatamente, para aumentar el nivel de competitividad en los estudiantes, con lo que se espera que cambien el nivel de bueno a excelente.

## **OBJETIVOS**

- **General**

Evaluar mediante un estudio de factibilidad la implementación de un laboratorio industrial en la Facultad de Ingeniería, para contribuir a elevar el nivel de competitividad de los egresados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, preparándolos para la tendencia en el desarrollo sostenible.

- **Específicos**

1. Diseñar el laboratorio industrial para que los cursos profesionales que el estudiante tome en su preparación académica, le ayuden mostrándole aplicaciones reales y prácticas en el desarrollo de sus actividades como profesionales.
2. Proponer bases y diseño de como implementar el laboratorio y una guía para el uso del equipo.
3. Desarrollar la capacidad del estudiante de la Facultad de Ingeniería, en el área económica y productiva, llevando a la práctica los conocimientos teóricos adquiridos, en situaciones reales bajo condiciones controladas.

4. Justificar el interés del estudiante por tener un lugar dentro de la Facultad, para realizar práctica de laboratorio y aumentar sus conocimientos en temas de interés actual, basado en la población estudiantil de la Escuela Mecánica Industrial.
  
5. Señalar los pasos a seguir para implementar un laboratorio industrial dentro de la Universidad de San Carlos, mediante el perfil del proyecto.
  
6. Evaluar las opciones económicamente a través de un estudio Económico Financiero.
  
7. Proponer las técnicas adecuadas para el mantenimiento y conservación del equipo en buen estado.

## INTRODUCCIÓN

El profesional de la Ingeniería, en todos sus campos, especialmente en la rama de la Industria debe ser capaz de contribuir al progreso de la sociedad, a través del desarrollo de la productividad pensando en las personas.

La puesta en práctica de los conocimientos teóricos adquiridos por el estudiante de la Universidad de San Carlos, antes de salir al mercado laboral, científicamente guiadas por catedráticos es un elemento primordial para la exitosa formación del futuro profesional.

Para poder llevar a cabo esta práctica se necesita brindarle al estudiante un espacio físico con la tecnología adecuada para entender, aplicar y controlar los procesos llevados a cabo en la industria, a partir de actividades practicas que complementen la teoría vista en clase con una visión moderna.

El trabajo de graduación propone un estudio de factibilidad para implementar un laboratorio en la Facultad de Ingeniería, con el objetivo de brindarles a los profesionales y futuros profesionales el espacio físico adecuado para complementar los cursos teóricos con la práctica.

El laboratorio contará con equipo y herramientas necesarias para las prácticas de Seguridad e Higiene Industrial, Ingeniería de Plantas, Ingeniería de Métodos, Ingeniería Textil o de la Confección y Ecología o Medio Ambiente comprendidos en el Plan piloto y se sugiere ampliar la cobertura gradualmente a los demás cursos de las carreras que así se considere y que puedan acoplarse al espacio y metodología que se tenga disponible para el funcionamiento del laboratorio.

El estudio toma como Plan piloto a los estudiantes de la Escuela Mecánica Industrial, debido a que es una de las escuelas más pobladas dentro de la Facultad, ya que los cursos tienen aplicación práctica dentro de la industria, a fin de darle a los futuros profesionales herramientas para competir dentro del mercado laboral de una mejor forma. En adelante los laboratorios podrán acoplar otros cursos, de otras carreras dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Este proyecto propone la construcción del espacio físico y el equipo necesario para la implementación del laboratorio, además de prácticas de laboratorio sugeridas para los cinco cursos contemplados en el Plan Piloto.

# **1. PERFIL DEL PROYECTO**

## **1.1. Información básica del proyecto**

Este proyecto consiste en la implementación de un lugar para que el estudiante de Ingeniería pueda realizar prácticas reales de eventos de Ingeniería, iniciando como Plan piloto la Escuela de Industrial, en los cursos de Seguridad e Higiene Industrial, Ingeniería de Plantas, Ingeniería de Métodos, Ecología o Medio Ambiente e Ingeniería Textil o de la Confección, que son impartidos por esta Escuela.

El objetivo del proyecto es la construcción, equipamiento y puesta en marcha del laboratorio industrial, tomando en cuenta el espacio para que en el futuro se pueda implementar prácticas para otros cursos de la misma Escuela y de otras Escuelas de la Facultad de Ingeniería.

### **1.1.1. Realidad**

El proyecto es propiedad de la Facultad de Ingeniería, la finalidad es prestarle al catedrático un espacio físico, dentro del complejo de Ingeniería, para impartir de una manera más didáctica lo que en la clase magistral se dicta, y que el estudiante pueda poner en práctica sus conocimientos y resolver sus dudas, junto a su catedrático y / o ayudante de cátedra, quien será capacitado por el catedrático. Esta es una solución eficaz y eficiente, según los estudios de campo realizados, para satisfacer la necesidad actual de dicho espacio.

#### **1.1.1.1. Entorno físico**

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, ocupa actualmente un área aproximada de 3500 m<sup>2</sup>, comprendida en los edificios T-1, T-3, T-4, T-5, T-6 y T-7. El complejo de la facultad cuenta con salones de clase, oficinas administrativas, áreas de laboratorios, parqueos y áreas verdes.

El presente estudio de implementación de laboratorio propone la construcción de 408 m<sup>2</sup> aproximadamente dentro del complejo de la facultad sin interrumpir el parqueo para lo cual esta destinada esta área.

#### **1.1.1.2. Entorno económico**

Para la implementación de un Laboratorio Industrial se necesita hacer una inversión inicial de \$518,309.00, la cual se invertirá de la siguiente manera: \$3,500.00 para el Estudio pre-inversión, \$81,684.00 Construcción del edificio y \$242,395.00 en Equipo y Mobiliario. El estudiante de la Facultad de Ingeniería se encuentra en la disposición de invertir en su educación como se muestra en el Estudio de Mercado, aunado a este esfuerzo del estudiante, con la ayuda de Empresas Particulares que puedan y estén en la disposición de colaborar para hacer realidad este proyecto, el Laboratorio Industrial es un proyecto viable y factible.

#### **1.1.1.3. Entorno político para aprobar un proyecto**

El proyecto debe ser estudiado y aprobado por las autoridades de la Escuela que lo propone, en este caso es la Escuela de Mecánica Industrial, luego por las autoridades de la Facultad de Ingeniería y finalmente por las autoridades de la Universidad de San Carlos, que según reza el artículo 12 de la Ley Orgánica

de la Universidad de San Carlos de Guatemala, “su gobierno queda integrado de la siguiente manera: Consejo Superior Universitario, Cuerpo Electoral Universitario y un Rector”. El Artículo 13 dice “el Consejo Universitario esta formado por el Rector, Decanos de las Facultades, un representante de cada Colegio Profesional, de preferencia catedrático de la Universidad y un estudiante de cada Facultad”.

#### **1.1.1.4. Entorno social**

La población de la Escuela Mecánica Industrial esta arriba de 3,780 estudiantes, quienes serán beneficiados con el Plan Piloto del Proyecto de Implementación del Laboratorio Industrial, y la población de la facultad en general será beneficiada paulatinamente al implementar laboratorios de cursos en otras carreras.

#### **1.1.1.5. Entorno Jurídico para construir dentro de su Campus**

El entorno Jurídico, es la recopilación y unión de la información obtenida a través de entrevistas con el Ing. Luis Emilio Rodas (QEPD), Coordinador de la Unidad de Planificación y el Ing. Rony Mayorga, Encargado Físico, ambos del Departamento de Planificación de la Facultad de Ingeniería. También de la División de Servicios Generales (DIGA), conformada por: Departamento de Diseño, Urbanización y Construcciones, Departamento de Mantenimiento y Departamento de Servicios. Y además del Departamento de Proyectos de la Universidad de San Carlos que se encuentra en el edificio de la Rectoría.

#### **1.1.1.5.1. Aspectos Legales**

- No existe limitación legal de parte del Departamento de Planificación. Cualquier tipo de proyecto que tenga el fin de investigación y mejorar el nivel académico de la Facultad se puede llevar a cabo. El Laboratorio Industrial tiene el objetivo de mejorar el nivel Académico de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería a través de la investigación y las prácticas reales. Artículo 24 de la ley orgánica de la USAC.

**Figura 1. Ejemplo de proyecto similar**

<b>APROBACIÓN DE PROYECTOS SIMILARES AL NUESTRO</b>	
<b>SAE-SAP</b>	
<b>Nombre del proyecto</b>	<b>AUTOSENSIBILIDAD SAE</b>
<b>Aprobación de Junta directiva</b>	<b>7mo. PUNTO DEL ACTA 06-97</b>
<b>Aprobación de Consejo Superior Universitario</b>	<b>3er. PUNTO, INCISO 3.9 DEL ACTA 24-97</b>
<b>Fecha:</b>	<b>8 DE OCTUBRE DE 1997</b>

Fuente: Dirección SAE- SAP, acta de aprobación del proyecto.

- Presentar a la DIGA (Dirección General de Investigación) las dimensiones reales del proyecto y un diseño propuesto para que sea evaluado. La DIGA se encarga de estudiar y autorizar los proyectos de construcción, es decir estudia y regularizar los planos, además de evaluar y autorizar el uso de terrenos que son propiedad de la Universidad de San Carlos.

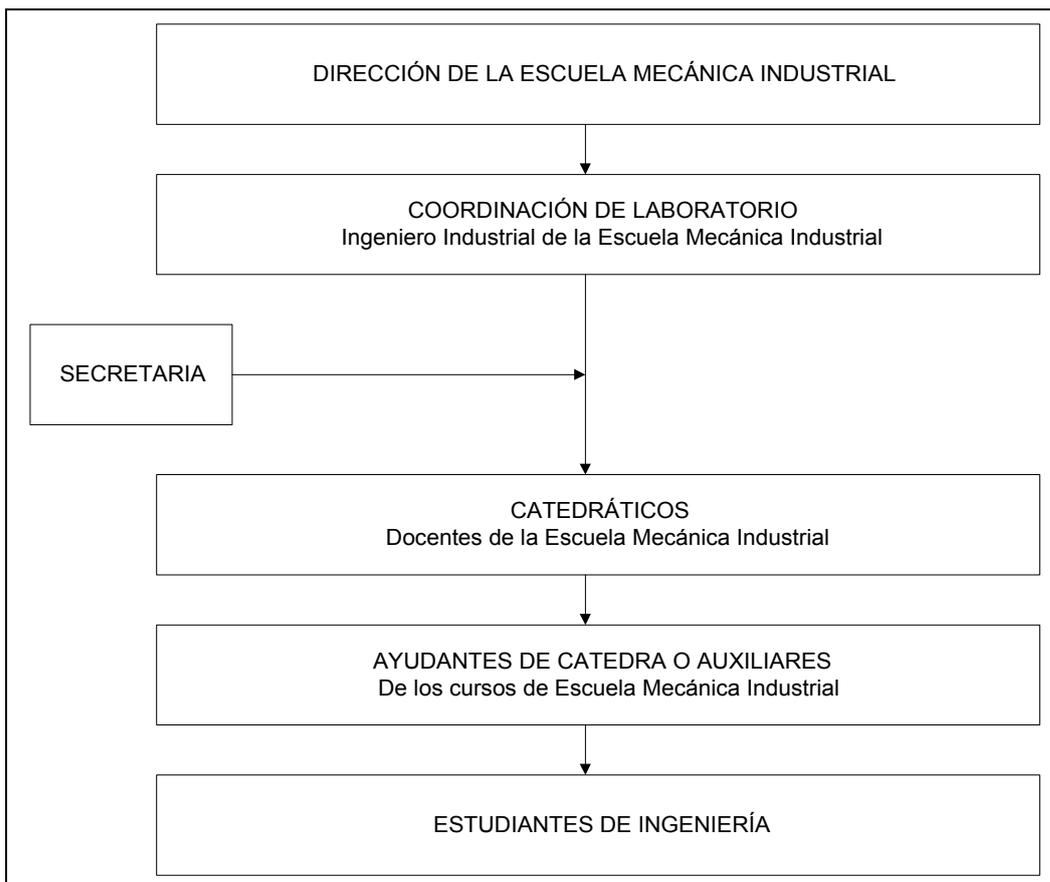
Esto según Acta 26-81, inciso 3.12 del CSU. La Universidad posee varios terrenos dentro y fuera del Campus Central, que pueden ser utilizados con fines académicos por la Facultad que lo solicite. Algunos terrenos con disponibilidad de construcción, que son propiedad de la Universidad de San Carlos son:

- El terreno que se encuentra en la 9ª. Calle y 2ª. Avenida esquina de la zona 1.
  - En el complejo deportivo los arcos, zona 13.
  - Antiguas instalaciones de la Facultad de Farmacia de zona 1.
  - Campus Central se puede dar sugerencias de los proyectistas y la DIGA evaluará la posibilidad de ser construido o proponer nuevas ubicaciones.
- 
- Establecer de donde viene el financiamiento para la ejecución del proyecto. Existen empresas nacionales e internacionales que buscan contribuir con la Universidad de San Carlos de Guatemala para la superación de sus estudiantes. Es decir, el financiamiento de este proyecto proviene de aceptar la ayuda que estas empresas ofrecen, canalizar la contribución de cada una de las empresas para la implementación del Laboratorio Industrial es la primera tarea del Coordinador del Laboratorio a través de la Escuela de Mecánica Industrial, esto como parte del Plan Piloto para implementarlo. Ver figura 2. Existe también un programa del BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica) con la Universidad de San Carlos, para lo cual es necesario seguir un formato para hacer la solicitud de financiamiento. Ver anexo 2, con esta información.

- El director general tendrá que ser un Ingeniero de la Escuela de Mecánica industrial. Para que se mantenga una comunicación apropiada de la Dirección de Escuela y el Laboratorio Industrial, según la secuencia definida en el siguiente diagrama.

El laboratorio seguirá la secuencia siguiente en administración: Dirección Escuela, Secretaria y encargada del laboratorio, Catedráticos, Auxiliares, Estudiantes.

**Figura 2. Organigrama propuesto para el funcionamiento del Laboratorio Industrial**



- Establecer el número de estudiantes que serán beneficiados, así como los cursos en los cuales se hará la práctica, para determinar la capacidad del laboratorio, así como el área administrativa. Serán inicialmente aproximadamente 3800 estudiantes de la Escuela Mecánica Industrial, quienes se encuentran dentro del Plan Piloto del proyecto y en donde se impartirán laboratorios para cursos de las carreras de Ingeniería Industrial y Mecánica Industrial (Ingeniería de Plantas, Ingeniería de Métodos, Seguridad e Higiene Industrial, Ingeniería Textil y Ecología) Se toma en cuenta el curso de Ecología que aunque no pertenece a la Escuela de Ingeniería Industrial, si pertenece a la Red de Estudios de por lo menos cuatro carreras de la Facultad, y puesto que el cuidado del Medio Ambiente depende de los Ingenieros. La ampliación del proyecto será a futuro para todos los estudiantes de la Facultad. El proyecto cuenta con el apoyo de la Administración de la Escuela Mecánica Industrial y el Decano de la Facultad de Ingeniería.
- Los profesionales dentro y fuera de la Escuela de Mecánica Industrial apoyan el proyecto. Estas personas son: Director de la Escuela Mecánica Industrial, Coordinadores de las diferentes áreas de la Escuela de Mecánica Industrial y Catedráticos. El Estudio de Mercado realizado internamente (alumnado) indica que también es apoyado por los estudiantes. Se realizó un estudio de mercado externo (Ingenieros graduados y estudiantes con penas cerrado de la facultad) indican que el proyecto del laboratorio es adecuado para que el egresado de la facultad tenga una experiencia real y práctica además del conocimiento en el ámbito, y por ello brindan su apoyo a este proyecto.

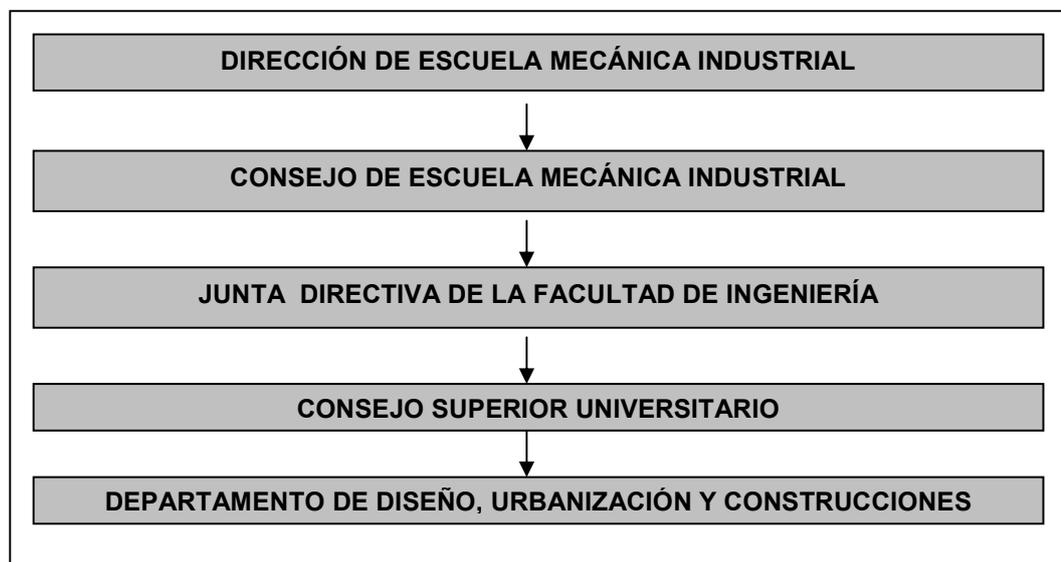
En el mes de septiembre de 2002, se realizó en la ciudad de Guatemala el taller de REDICA (Red Centroamericana de Instituciones de Ingeniería), al cual tuve el agrado de asistir, en el cual se propuso que las Universidades Centroamericanas, especialmente las Facultades de Ingeniería, dieran el apoyo a todos los proyectos de investigación y tecnología, esto debido a que en manos de los Ingenieros esta el Desarrollo Sostenible adaptado a los Cambios Climáticos que están sucediendo, y el Laboratorio contará con equipo adecuado para realizar mediciones de gases, agua, etc., que ayudaran a los estudiantes a comprender mejor los Cambios Climáticos y buscar propuestas de solución.

En este Taller se contó con la participación del Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica y Presidente de REDICA, Ing. Fernando Siliesky, El Decano de la Facultad de Ingeniería de la USAC Ing. Sydney Samuels, entre otras personalidades y representantes de las Facultades de Ingeniería de las Universidades de Guatemala.

- Asesoramiento para la propuesta de Construcción. Tener una buena accesoria civil, es importante, ya que las dimensiones de las instalaciones, deben estar de acuerdo con el complejo de edificios que se encuentran dentro de la Facultad de Ingeniería. Además se necesitaran establecer la ventilación, iluminación, áreas de trabajo apropiadas, bodega, instalaciones de agua potable, área administrativa y operativa. Estos planes serán revisados por DIGA, quienes deben aprobar las construcciones de edificios que pertenecen a la USAC. Esto es dentro y fuera de la Capital.

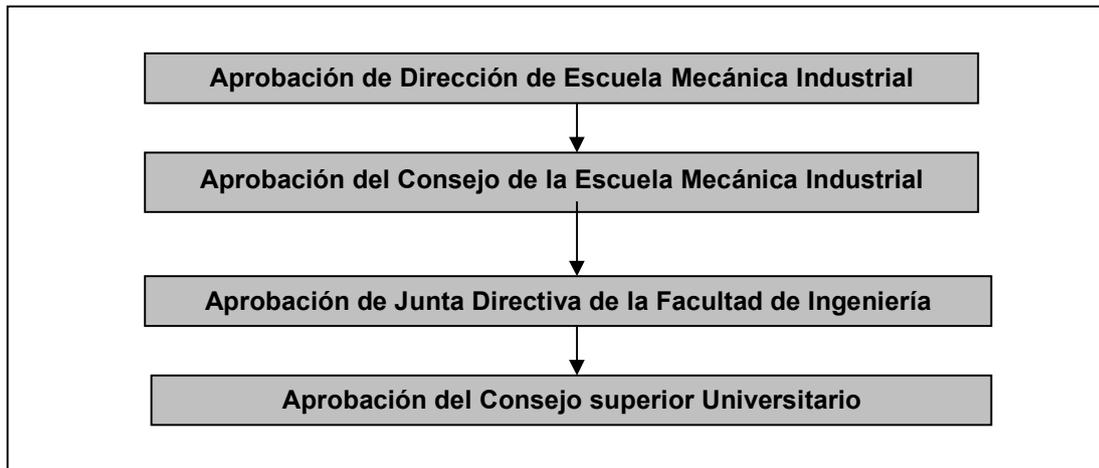
Ver en el anexo 2, se encuentran las especificaciones técnicas para la construcción del Laboratorio Industrial y sus acabados, al igual que el cronograma de actividades propuesto. Este se realizó bajo la supervisión de un profesional de la Ingeniería Civil.

**Figura 3. Flujo de aprobación y ejecución del Espacio Físico del Laboratorio**



- Establecer quienes apoyaran el proyecto en el ámbito económico, operativo, administrativo y técnico, así como lo académico para los estudiantes. El proyecto es apoyado por la ESCUELA MECÁNICA INDUSTRIAL (directivos, catedráticos, alumnos), el apoyo técnico se tendrá por medio de los proveedores de los aparatos, se capacitará a los auxiliares y catedráticos para impartir los laboratorios a los alumnos, el proyecto es visto con entusiasmo por parte de la Administración de la Facultad de Ingeniería.

**Figura 4. Flujo de aprobación del proyecto**



- Cuota semestral que se utilizará para dar mantenimiento a los instrumentos. El equipo que se utilizará tiene partes sensibles y deben ser evaluados y calibrados constantemente, por ello es necesario establecer una cuota por alumno para el uso del laboratorio. Los estudiantes están de acuerdo con esta cuota, como queda demostrado en Estudio de Mercado.

El Estudio Financiero refleja que la cuota de Q75.00 por alumno para el uso del laboratorio permitirá darle al laboratorio el mantenimiento adecuado, y la ayuda que entidades particulares o nacionales quieran brindar al laboratorio permitirán la ampliación de otros laboratorios para más cursos en la Facultad de Ingeniería.

En la tabla I se muestra una tabla de cuotas establecidas por SAE SAP, proyecto similar al nuestro, que constituye un parámetro para establecer cuotas para la utilización del laboratorio industrial.

**Tabla I Ejemplo de Cuotas utilizadas por un proyecto similar**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE COMPUTO ACADEMICO**

**"Ing. Jorge Arias de Blois"**

**SAE/SAP**

**Proyecto "Implementacion de un Sistema de financiamiento autosostenible, del SAE/SAP"**

**TARIFAS/2001**

N	CURSO	Alumnos	Alumnos	Profs.	Profs. otras	OG's	ONG's	Sector	Tpo.
		Fac. Ing.	Otras Fac.	Fac. Ing.	Fac. USAC			Privado	Hrs.
1	Operac.básica Comp.	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	75.00	150.00	5
2	Windows 9X	25.00	35.00	45.00	60.00	70.00	80.00	150.00	5
3	Word 9X	30.00	40.00	50.00	60.00	100.00	125.00	175.00	10
4	Excel 9X	30.00	40.00	50.00	60.00	100.00	125.00	175.00	10
5	Aplicac. Excel 9X	30.00	40.00	50.00	60.00	100.00	125.00	175.00	10
6	Power Point 9X	30.00	40.00	50.00	60.00	100.00	125.00	175.00	10
7	Access 9X	40.00	50.00	60.00	70.00	125.00	150.00	200.00	10
8	Aplicac. Access 9X	40.00	50.00	60.00	70.00	125.00	150.00	200.00	10
9	Mathcad	30.00	40.00	50.00	60.00	100.00	125.00	175.00	10
10	Visual Fox I	40.00	50.00	60.00	70.00	100.00	125.00	200.00	10
11	Visual Fox II	40.00	50.00	60.00	70.00	100.00	125.00	200.00	10
12	Pascal I	50.00	60.00	70.00	80.00	100.00	125.00	200.00	10
13	Pascal II	50.00	60.00	70.00	80.00	100.00	125.00	200.00	10
14	C ++ I	50.00	60.00	70.00	80.00	100.00	125.00	200.00	10
15	C ++ II	50.00	60.00	70.00	80.00	100.00	125.00	200.00	10
16	DBA Oracle	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	350.00	400.00	10
17	Oracle Developer	200.00	300.00	400.00	500.00	600.00	700.00	800.00	15
18	BD SQL Server	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	600.00	10
19	BD Progres SQL	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	600.00	10
20	LINUX	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	500.00	10
21	Windows NT/2000 Server	100.00	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	500.00	10
22	Redes y Telecomunicaciones	150.00	200.00	250.00	300.00	500.00	600.00	800.00	15
	Configuración dispositivos de								
23	Interconexión de Redes	100.00	150.00	200.00	300.00	350.00	400.00	600.00	10
24	Implement. Nodos Internet	100.00	200.00	250.00	300.00	400.00	400.00	500.00	10
25	Visual Basic	50.00	60.00	70.00	80.00	100.00	125.00	200.00	10
26	Autocad	150.00	250.00	300.00	350.00	400.00	500.00	700.00	20
27	QBS	40.00	50.00	60.00	70.00	100.00	125.00	200.00	10
28	Visio	40.00	50.00	60.00	70.00	100.00	125.00	200.00	10
29	Projet 9X	50.00	60.00	70.00	80.00	100.00	150.00	200.00	10
30	Reparación y Mantenimiento	60.00	80.00	90.00	100.00	150.00	175.00	200.00	10
31	Internet: Navegacion+ Email	60.00	70.00	80.00	90.00	125.00	175.00	200.00	10
32	Diseño páginas WEB I	75.00	100.00	125.00	150.00	200.00	250.00	300.00	10
33	Diseño páginas WEB II	75.00	100.00	125.00	150.00	200.00	250.00	300.00	10
	Alquiler hora máquina								
34	Consulta Internet	5.00	5.00	0.00	5.00				
35	Uso otro software	5.00	5.00	0.00	5.00				
36	Impresión matriz/página	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50	3.00	
37	Impresión láser/pág. (bn)	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	7.00	10.00	
38	Impresión color/página	8.00	10.00	10.00	12.00	12.00	12.00	15.00	
39	Escaneado/página	3.00	4.00	5.00	6.00	10.00	10.00	15.00	
	Homes pages/página***								
40	Por página					100.00	150.00	200.00	
	Diseño pres. Pow Point/pág								
41	Por página					20.00	30.00	40.00	
42	Manuales/página	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
43	Acreditacion SAE/SAP	5.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Fuente: información obtenida en SAE-SAP

#### **1.1.1.5.2. Legislación de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

Los artículos bajo los cuales se ampara el proyecto, dice de la siguiente manera:

- Artículo 24 incisos d, h, j de la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
  - Inciso D: Aprobar o rectificar los planes de estudio de las escuelas o institutos facultativos
  - Inciso H: Resolver en ultima instancia y a solicitud de parte interesada de los asuntos que ya hubieren conocido las Juntas Directivas de las Facultades y los Jefes de los Institutos
  - Inciso J: votar erogaciones extraordinarias y autorizar los gastos también extraordinarios que de los fondos propios de las Facultades necesiten hacer los Decanos.
- Acta 26-81, inciso 3.12 del Consejo Superior Universitario, aprobada el 12 de agosto de 1981... Acuerda Crear la División de Servicios Generales de Conformidad con el proyecto presentado..., será la encargada de administrar las funciones de Ejecución, Supervisión, Mantenimiento y el Control del uso de la Planta Física, así como de los servicios auxiliares
- Artículo 48 de la ley orgánica de la Universidad de Guatemala.
  - Forman el patrimonio de la Universidad
    - 1) Los bienes de cualquier clase que se le hayan adjudicado y los nacionales que hubiere tenido a su servicio y administración
    - 2) Las rentas, productos y emolumentos que provengan de sus bienes propios
    - 3) El producto de los impuestos, arbitrios, derechos, cuotas y tasas establecidas y las que se establezcan a su favor y,

- 4) Los demás bienes que haya adquirido o adquiera de conformidad con la ley

#### **1.1.1.5.3. Aspectos de la Organización**

### **Misión**

Preparar al estudiante de la Facultad de Ingeniería para la globalización o cambios que se den en el futuro, brindándole herramientas y equipo, que serán instrumentos para ser competitivo, capacitarlo en el uso y facilitándole un lugar adecuado para realizar las prácticas.

### **Objetivo General**

- Crear un laboratorio real donde se puedan establecer prácticas para los estudiantes de la Facultad de Ingeniería.

### **Objetivos Específicos**

- Establecer prácticas donde se simularán empresas para tomar decisiones de producción, localización y seguridad.
- Contar con un lugar y equipo adecuado para realizar prácticas.
- Capacitar a los auxiliares para realizar correctamente las prácticas.
- Realizar prácticas reales aplicando la teoría impartida en la clase magistral de los cursos contemplados en el Plan Piloto, inicialmente.
- Mantener una comunicación abierta con los Catedráticos para implementar práctica adecuada y real para los cursos que ellos imparten.

#### **1.1.1.6. Plan de manejo ambiental**

Las normas ISO 14000 es una serie de estándares internacionales, que especifica los requerimientos para preparar y valorar un sistema de gestión que asegure que la empresa mantiene la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socio-económicas.

Estas normas fueron escritas con el espíritu de que la calidad de un producto no nace de controles eficientes, sino de un proceso productivo y de soportes que operan adecuadamente. De esta forma es una norma que se aplica a la empresa y no a los productos de esta. Su implementación asegura al cliente que la calidad del producto que él esta comprando se mantendrá en el tiempo.

El Laboratorio Industrial tiene por objetivo que el estudiante de ingeniería este preparado ante la globalización, y conlleva a concienciar al Ingeniero sobre la responsabilidad de cuidar el medio ambiente, por eso es importante tomar todas las medidas adecuadas dentro y fuera del recinto, utilizando el equipo de protección necesario.

Según el Arquitecto Pablo Mazariegos, quien es Gestor Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el Ingeniero José Guzmán, quien labora en este ámbito, no es necesario realizar un Estudio de Impacto Ambiental para este proyecto, ya que es un proyecto que no genera mayor contaminación, solamente la construcción generará contaminación temporal debido al polvo. Por esta razón, sólo se considera los Aspectos Ambientales del proyecto, entre ellos el destino final de las aguas pluviales, las aguas negras y desechos que genere internamente el laboratorio, así como ruidos, gases, químicos, reflejos, etc.

#### **1.1.1.6.1. Datos de la persona interesada, individual o jurídica**

Este Plan de manejo ambiental es realizado conforme lo contemplado dentro del Plan Piloto para Implementar el Laboratorio Industrial para la Facultad de Ingeniería, entonces la persona jurídica responsable de este proyecto es la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

#### **1.1.1.6.2. Descripción del proyecto y quienes lo desarrollaran**

La Implementación del Laboratorio Industrial es la propuesta de solución de la necesidad que tiene el estudiante de la Facultad de Ingeniería durante su preparación académica laboratorios reales, que le ayuden a poner en práctica sus conocimientos y tener la guía cercana de su catedrático o de un profesional que le guíe en la ejecución de los laboratorios, para que los estudiantes puedan estar preparados para salir a competir al mercado de oportunidades laborales.

Para realizar estas prácticas es necesario tomar en cuenta la construcción de un espacio físico adecuado. Se propone tener equipo, como: paneles de diferentes colores para poder realizar prácticas de iluminación; mascarillas, respiradores, extinguidores, señales, tubería de colores, botiquines de primeros auxilios para implementar prácticas de Seguridad e Higiene Industrial; máquinas de cocer planas y overlok para el laboratorio de Ingeniería de la Confección; máquinas simuladoras de procesos construidas en escalas pequeñas, cronómetros, metros, equipo ambiental, para realizar prácticas de Ingeniería de Plantas, Ingeniería de Métodos y Medio Ambiente o Ecología. Estos son cursos de las carreras de Ingeniería Industrial y Mecánica industrial, como parte del plan piloto.

### 1.1.1.6.3. Descripción de las sustancias o productos a utilizarse en la ejecución o elaboración

Las sustancias o productos que se van a utilizar en los laboratorios, son:

- **Agua:** sustancia que servirá para ser analizada con los instrumentos que se encontraran en los laboratorios.
- **Combustibles:** Materia que puede arder. Se utilizaran en el análisis de gases, contaminación, etc.
- **Compuestos:** sustancias que constan de dos o más elementos combinados en una proporción de masas definidas. Se utilizaran al igual que los elementos químicos.
- **Corrientes inductivas:** movimiento de la electricidad a lo largo de un conductor, producida por la continuidad de otro circuito cercano.
- **Elementos químicos:** componente fundamental de la materia que no se puede descomponer en sustancias más simples mediante cambios químicos ordinarios, que serán analizados y para analizar otros elementos
- **Gases:** materia en estado menos compacto, no tiene forma o volumen definido. Será analizada la contaminación que se produce a través de ellos
- **Luz:** claridad que irradia cualquier sustancia en combustión. Servirá para analizar y ser analizada.
- **Ruido:** sonido inarticulado y confuso. Analizara la contaminación auditiva y su prevención.
- **Tensiones:** grado de energía eléctrica que se manifiesta en un cuerpo. Ayudara a formar paneles de práctica y también será un elemento de ayuda para otros experimentos.

#### **1.1.1.6.4. Descripción de los procesos y productos a obtenerse**

Se conocerá la cantidad de emisión de contaminación y dureza del agua, medición de partículas o sustancias, ruido, calor, densidad de los líquidos, de luz, la contaminación, electromagnética, manejo de desechos en la Industria, gases a través de mediciones y análisis que se realizarán con aparatos especiales; técnicas de primeros auxilios, estudios de ergonomía, se conocerán los riesgos de operación, localización Industrial, diagramas, iluminación edificios, techos, pisos, ventilación, distribución de Plantas, distribución de maquinaria, análisis de una operación, uso del cronometro, medición y muestreo del trabajo, tiempos predeterminado, además de patrones, hilos y telas, máquinas de coser y tintura. No se utilizarán recursos naturales del área, pues para realizar las mediciones existen fuentes que generan los medios para llevar a cabo las prácticas, como por ejemplo automóviles para medir la emisión de gas, chimeneas para medir su eficiencia energética, tela de diferente calidad, etc.

La fuente de suministro de energía será la Empresa Eléctrica de Guatemala y el agua será suministrada por la Empresa Municipal de Agua y otras fuentes, las cuales podrán ser muestras a analizar en el laboratorio, para la práctica ambiental.

#### **1.1.1.6.5. Descripción de los desechos**

Los desechos sólidos que se generarán serán los que comúnmente se producen en un centro educativo: papeles, envoltorios, plásticos, etc.

En este proyecto no se generará contaminantes, emisiones de gases o humos, ruido y /o vibración, en grandes cantidades, será esporádicamente y por intervalo de tiempo muy corto, y en el momento que se produzcan será la actividad principal para realizar la práctica que se refiere a cada uno de estos contaminantes y poder medirlos por medio de aparatos especiales, además de que los alumnos puedan buscar soluciones inmediatas y viables.

Soluciones químicas serán utilizadas para la limpieza del equipo pero será en pequeñas cantidades, que no serán desechados al drenaje general de la Facultad inmediatamente, deben neutralizarse con ayuda de bases, como por ejemplo una base de bicarbonato de sodio, luego de medir su Ph se verterá en los drenajes.

#### **1.1.1.6.6. Descripción del contenido de las emisiones a la atmósfera y métodos de control**

La emisión de contaminantes a la atmósfera será nula y cuando exista algún tipo de emisión el catedrático o el ayudante de cátedra será responsable de tomar las medidas de control adecuadas, para resguardar la salud del alumnado y las instalaciones, utilizando el equipo adecuado para las personas como una correcta utilización del Laboratorio en la práctica a realizar.

#### **1.1.1.6.7. Descarga de aguas residuales y métodos de tratamiento**

El mayor porcentaje de aguas residuales será permitido su desecho en el drenaje. En un porcentaje mínimo se tendrá aguas residuales no permitidas en el desecho del drenaje general directamente y para ello el encargado de la

práctica indicara el método más adecuado de neutralizar esta agua, es decir llevar el Ph del agua a 7, para poder desecharlo en el drenaje general.

#### **1.1.1.6.8. Tipos de residuos y procedimientos para su disposición final**

El Plan considera inicialmente el manejo de la basura común, aplicando un método de clasificación de basura y separar los materiales reciclables. Este plan tiene la finalidad de concientizar al alumno sobre la importancia del reciclaje y la utilización eficiente de todos los materiales que en el laboratorio se encuentren.

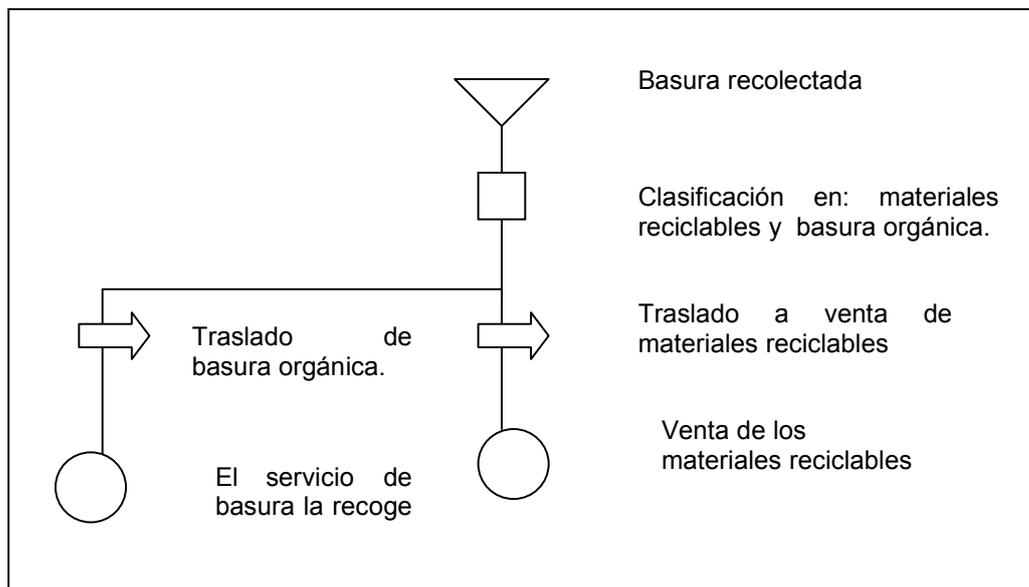
Si existe otro tipo de basura durante el desarrollo de una práctica, el responsable de realizar la práctica, como parte de su preparación indicará el lugar y la forma en que debe desecharse el tipo de basura que se produzca.

El Plan por medio del cual se realizara lo mencionado anteriormente, será ejecutado de la siguiente manera:

1. Se colocaran juegos de recipientes para la basura, distribuidos uniformemente en el laboratorio industrial. Al decir, juegos de recipientes se refiere a cuatro depósitos cada uno de los cuales con una función específica.
2. Los recipientes serán específicamente para: papel, plástico, latas o aluminio y basura orgánica (cáscaras de frutas, semillas, etc.)
3. La basura deberá ser depositada por cada persona en los recipientes adecuados según el tipo de basura que se haya generado.
4. Cada cierto tiempo, se recolectarán los desechos reciclables los cuales se venderán o regalarán y de ésta manera se les reutilizará.

5. La basura orgánica será manejada a través del servicio de basura de la Facultad.

**Figura 5. Diagrama de flujo de manejo de basura**



Fuente: Información obtenida durante la investigación con el personal de mantenimiento.

#### **1.1.1.6.9. Plan de contingencia**

El uso correcto de las instalaciones y el equipo del Laboratorio es responsabilidad del catedrático o auxiliar que dirige la práctica.

El encargado del laboratorio debe llenar una boleta o un vale con el equipo que esta entregando para realizar la práctica y la indicación del salón que se utilizará. Al finalizar la práctica el equipo debe ser entregado limpio y en buenas condiciones, al igual que el salón asignado, debe ser revisado cuidadosamente por el encargado del laboratorio cuidadosamente para que

pueda ser liberado el vale. El o los encargados de cada práctica y /o por curso cada semestre tendrá un registro del uso del laboratorio, que será presentado al final del semestre a los catedráticos. Los alumnos tendrán una ponderación dentro de su nota de laboratorio que corresponde al uso correcto del equipo y las instalaciones.

Si existe algún inconveniente en el momento de entregar el equipo y el salón, se podrá tomar alguna (s) de las siguientes medidas:

- El vale queda retenido en el laboratorio hasta que la falta sea reparada.
- Equipo que se dañe por descuido de los alumnos debe ser reparado por ellos o costear los gastos en que se incurra en la reparación o reemplazo del equipo.
- El uso de las instalaciones correctamente y su buen comportamiento dentro de las mismas, tiene ponderación, si no se realiza correctamente se sancionará al o los alumnos o al grupo completo con una ponderación menos en el punteo del laboratorio, dependiendo de la magnitud de la falta, además de tener que reparar el daño o perjuicio del material.
- En las prácticas de laboratorio es necesario utilizar equipo especial de protección personal, deben hacerlo, el no hacerlo incurre también en una sanción para el encargado de la práctica y para los alumnos.
- En las instalaciones habrá equipo de primeros auxilios, extinguidores y señalización adecuada de evacuación entre otras, en caso de accidentes o de fenómenos naturales.

#### **1.1.1.6.10. Plan de seguridad ambiental**

La clasificación de la basura, utilizando el método de reciclaje, tratamiento de los componentes químicos antes de ser desechados en el drenaje general de la Universidad, y la detección de posibles contaminantes y como combatirlos, tanto dentro del laboratorio y luego en las empresas, es el elemento más importante para las prácticas de Medio Ambiente o Ecología y también dentro del curso de Ingeniería de Plantas.

#### **1.1.1.6.11. Plan de seguridad para la salud humana**

La salud de los estudiantes y catedráticos estará resguardada por los elementos de Seguridad e Higiene dentro del laboratorio, tales como el uso de mascarillas, respiradores, tapones de oídos, extinguidores, lentes, etc., según la práctica a realizar cada día, la señalización dentro del laboratorio y la revisión constante de los extinguidores y el equipo de primeros auxilios, esto como parte de la práctica del Curso de Seguridad e Higiene Industrial, la correcta distribución de los equipos de seguridad y la maquinaria son prácticas que serán implementadas dentro del Curso de Ingeniería de Plantas y el propio curso de Seguridad e Higiene Industrial.

#### **1.1.2. Necesidad**

La actual competencia en el mercado global se hace mas fuerte cada día para el profesional, obligándolo a ser más competitivo en su campo día tras día. Por esta razón la Facultad de Ingeniería debe preparar al estudiante con herramientas más modernas y útiles para el desarrollo de su carrera

profesional, y tener una cultura adecuada para poder trabajar en equipo y utilizar adecuadamente el tiempo que tiene disponible.

En América Latina, Guatemala no es la excepción, la mayoría de Universidades y Escuelas de Ingeniería preparan a los estudiantes con experiencia real y práctica, utilizando laboratorios con material moderno y al día con la tecnología, dándole al estudiante la habilidad de tener una visión más clara, efectiva y eficiente en el uso de los recursos que tenga a su disposición. La tricentenaria Universidad de San Carlos no cuenta con esta ayuda, y por esta razón los cursos profesionales no cuentan con prácticas reales y en algunos casos se utiliza material (fotocopias) de problemas resueltos años atrás y cuyo contenido no está actualizado.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, los días 24 y 25 de junio 2002, a través del entonces Rector Ing. Efraín Medina firmó el documento referente a la Educación Superior del Plan Puebla Panamá, donde se comprometen a facilitar las labores de investigación y se ayude al desarrollo de la Educación, Ciencia y Tecnología y se invierta en programas de esta naturaleza en todas las universidades nacionales de la región.

Al contar con un espacio adecuado, incorporar simuladores de empresas, equipo y tecnología de vanguardia, se pretende hacer más competitivo aun al Ingeniero de la Universidad de San Carlos en general, desde el estudiante hasta el profesional.

### **1.1.3. Posibilidad**

Las condiciones bajo las cuales el proyecto resolverá la necesidad de contar con lugar y equipo necesario para realizar prácticas de ingeniería son certeras, pues aun cuando se da inicio con un Plan piloto que ocupa un mínimo

de cursos se da la posibilidad de ampliar los laboratorios a muchos otros cursos de las carreras que dentro de la Facultad de Ingeniería se imparten.

#### **1.1.3.1. Determinación final**

La primera necesidad que se desea eliminar es la carencia de un espacio físico para poder realizar prácticas de diversos cursos, que en la actualidad únicamente se imparten de forma teórica.

Si el estudiante cuenta con laboratorio físico y el equipo adecuado tendrá la posibilidad de la investigación y aprendizaje de una forma más dinámica.

Al tener herramientas adecuadas durante su período de preparación el estudiante será un profesional altamente competitivo dentro del mercado laboral.

#### **1.1.3.2. Determinación temporal**

Al aprobar el proyecto las autoridades ya mencionadas en el aspecto jurídico del proyecto, la ejecución del proyecto tendrá una duración de alrededor de un año, y la puesta en marcha de las prácticas podrán ser casi inmediatas.

#### **1.1.3.3. Determinación espacial**

El espacio físico propuesto para implementar el proyecto es dentro del complejo de Ingeniería en el Campus Central, esta es la mejor opción para el estudiantado dentro de otras propuestas, pues todas sus actividades educativas se realizarán dentro de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería.

#### **1.1.3.4. Asignación de recursos**

##### Recursos Humanos

- Personal administrativo de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial (Plan piloto)
- Personal docente de los cursos que implementaran las prácticas
- Coordinador del Laboratorio Industrial
- Auxiliar de laboratorio
- Conferencistas y / o Personal de Empresas capacitadoras
- Estudiantes
- Secretaria – Encargada del laboratorio
- Conserje

##### Recursos Materiales

- Instrumentos de medición del ambiente
- Equipo de computación
- Paneles de colores
- Equipo de seguridad
- Simuladores
- Software
- Videos
- Mobiliario
- Equipo de proyección
- Insumos de oficina
- Insumos de mantenimiento preventivo y correctivo del mobiliario y equipo del laboratorio
- Insumos de limpieza de las instalaciones del laboratorio
- Equipo de audio
- Equipo de iluminación



## **2. ESTUDIO DE MERCADO**

### **2.1 Objetivos**

- Ratificar la necesidad que tiene el estudiante de Ingeniería de realizar experiencias reales y prácticas de los cursos de su respectiva carrera.
- Determinar la cantidad de alumnos que están dispuestos a invertir en su educación.
- Evaluar el riesgo de que el Laboratorio Industrial sea aceptado o no.

### **2.2 Definición del producto**

El Laboratorio Industrial para la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos es el producto más importante de este proyecto, es el espacio físico para que el estudiante de ingeniería pueda realizar prácticas reales de los conocimientos teóricos adquiridos en los cursos. El Laboratorio Industrial contará con equipo adecuado para realizar prácticas, se plantea el Plan piloto con los cursos de Ingeniería de Plantas, Ingeniería de Métodos, Seguridad e Higiene Industrial, Ecología, Ingeniería de la Confección, son cursos de las carreras de Ingeniería Industrial y Mecánica Industrial, pero se abre la posibilidad de que otros cursos puedan implementar sus laboratorios más adelante.

Los frutos que se esperan alcanzar con esta implementación son agregar eficiencia, eficacia y el dinamismo a la educación en la Facultad de Ingeniería.

## **2.3 Análisis de la demanda**

La demanda que se da dentro del mercado estudiantil es insatisfecha, debido a que no todos los cursos tienen laboratorios (prácticas realizadas bajo la dirección del auxiliar de cátedra) y los que si los tienen, se realizan de forma teórica. Se pudo establecer a través de fuentes primarias y fuentes secundarias

### **2.3.1 Definición de demanda**

La demanda es la cantidad de servicios que el estudiante requiere para satisfacer la necesidad de tener prácticas reales con una cuota módica.

### **2.3.2 Información de fuentes secundarias**

Utilizando la técnica grupal con estudiantes de la Escuela Mecánica Industrial, se les solicitó que plantearan los problemas académicos por los que atraviesan, teniendo por resultado la siguiente información:

- No se cuenta con tecnología adecuada.
- Los contenidos de los programas no están actualizados.
- Los catedráticos transmiten conocimientos pero no están actualizados.

- El estudiante no se preocupa por adquirir experiencias reales y prácticas y se conforma con la teoría que puede aprender.

### **2.3.3 Proyección de la demanda**

Tomando en consideración que en la Facultad de Ingeniería, se imparten clases de lunes a viernes en jornada matutina, vespertina y nocturna, en períodos diarios de 50 minutos cada uno, y los sábados en horarios variados para los laboratorios; se puede decir que si se atiende a un total aproximado de 3,780 estudiantes inscritos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, se tiene lo siguiente:

Si son 3,780 estudiantes, distribuidos en 65 períodos a la semana se puede atender 60 estudiantes por período aproximadamente, y se cuenta con dos salones de 80 alumnos cada uno, al ser dividida la cantidad de alumnos el salón se tiene 30 estudiantes por salón lo que es suficiente para atender a la población de la Escuela de Mecánica Industrial; por lo tanto si se cubre el total de la población en una semana, se puede adecuar a lo largo del semestre el uso de los mismos.

Es importante tener presente en la elaboración del horario para uso del laboratorio, que el mayor porcentaje de alumnos considerados en el Plan piloto asisten a la Facultad en jornadas vespertinas y nocturnas y que los días sábado son utilizados para laboratorios. Se propone considerar inicialmente el horario de funcionamiento del laboratorio 8:00 a 12:00 y de 14:00 a 20:00 horas de lunes a viernes y de 7:00 a 18:00 horas los días sábado.

### 2.3.4 Necesidad y fuentes de información

El método utilizado para obtener los datos fue la encuesta personal. El criterio que se tomó para su elaboración fue diseñar una boleta que fuera fácil de entender e interpretar, la rapidez de la aplicación de la misma y preguntas claras enfocadas a la necesidad del estudiante. Ver modelo de la encuesta en la figura 39, en los anexos.

La población de los estudiantes de ingeniería industrial es de 3,780; se utilizó el método estratificado para determinar el tamaño de la muestra y un intervalo de confianza de 95%; lo cual dio como resultado aplicar un total de 401 encuestas.

Fórmula utilizada y cálculos específicos;

$$N = 4 * p * q * n / e^2 (n-1) + 4pq$$

Donde:

N = tamaño de la muestra = cuántas encuestas a realizarse.

p = porcentaje en que ocurre fenómeno o personas con igual respuesta  
(0.5)

q = porcentaje en que no ocurre fenómeno o porcentaje complementario  
de personas que dan diferente respuesta = (0.5)

n = población = 3780 estudiantes

e = error permitido = 5%

$$N = 4 * 0.5 * 0.5 * 3780 / 5\%^2 (3780-1) + 4 * 0.5 * 0.5 = 401$$

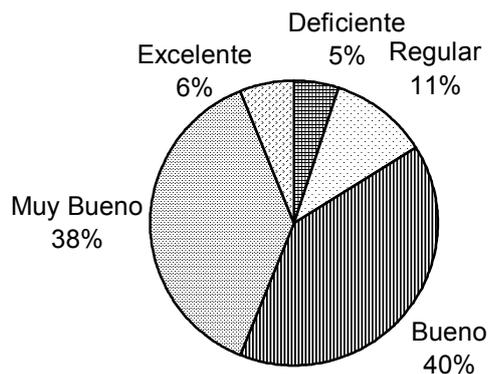
### 2.3.5 Diseño de recopilación y tratamiento estadístico de los datos

Las encuestas fueron realizadas a los estudiantes de los últimos semestres de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial, en el área de producción y administración de la Escuela de Mecánica Industrial.

El cuestionario utilizado, se encuentra en el anexo, figura 39 y los resultados obtenidos, son los siguientes:

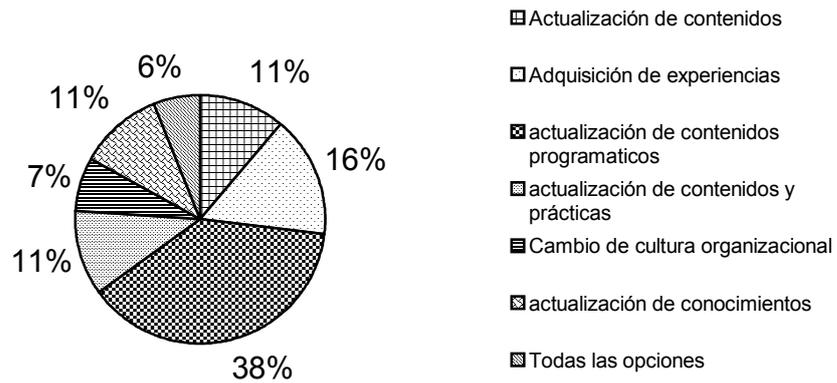
1. ¿Cómo calificaría el nivel de competitividad de los egresados de la Escuela de Mecánica Industrial?

**Figura 6. Nivel de competitividad de egresado**



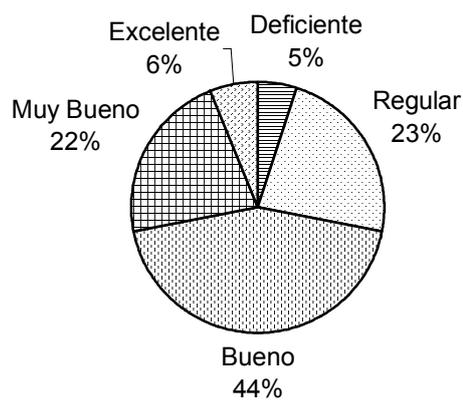
2. ¿Cómo cree que se puede mejorar el nivel de competitividad?

**Figura 7. Como Mejorar la Competitividad**



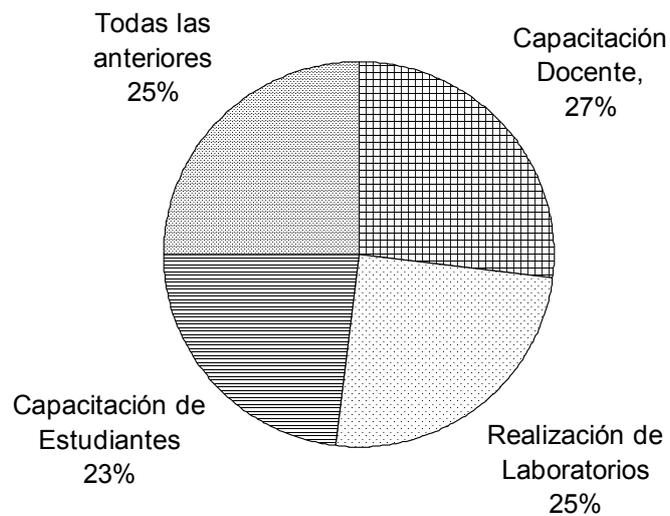
3. ¿Cómo cree que se encuentra el nivel de actualización de los Contenidos Programáticos?

**Figura 8. Actualización de contenidos**



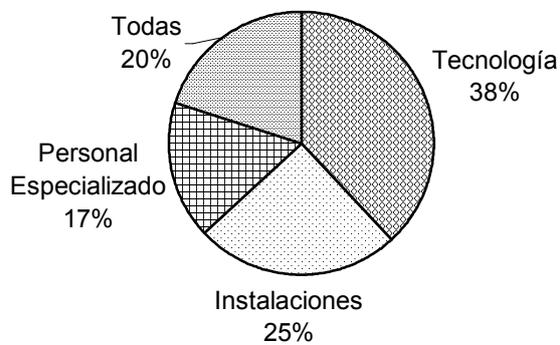
4. ¿Cómo se podría mejorar los conocimientos del Estudiante de Ingeniería?

**Figura 9. Alternativas de mejora de conocimientos**



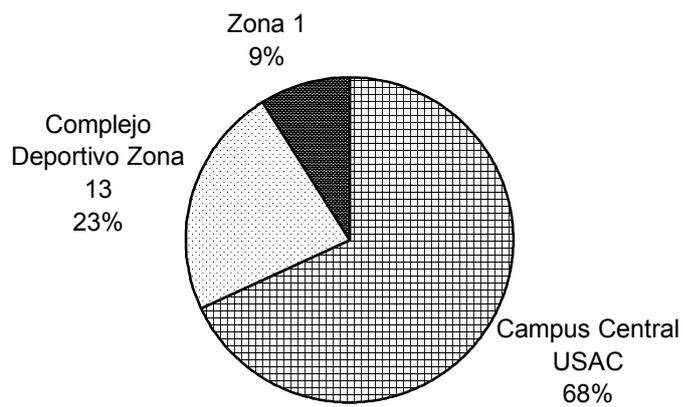
5. ¿Que considera que es importante para adquirir experiencias reales y prácticas?

**Figura 10. Consideración en el laboratorio**



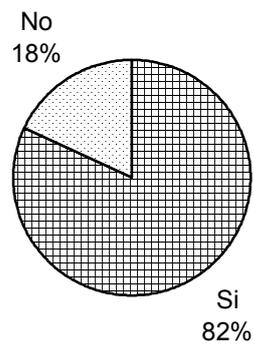
6. ¿Cuál será la ubicación ideal para el Laboratorio Industrial?

**Figura 11. Ubicación del laboratorio**



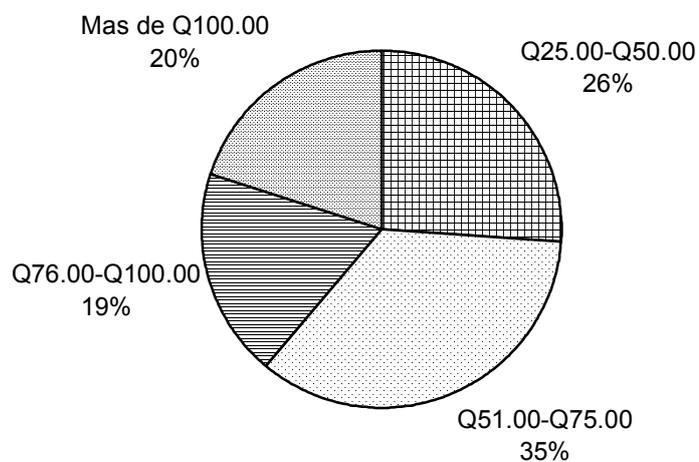
7. ¿Esta dispuesto a invertir económicamente para mejorar académicamente?

**Figura 12. Disponibilidad de inversión**



8. Si esta dispuesto a invertir económicamente, ¿en qué rango estará dispuesto a invertir por curso?

**Figura 13. Inversión de los alumnos**



### 2.3.6 Proceso y análisis de datos

Según la figura 6, se determinó que el 40% de la población encuestada considera que los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial tienen un nivel bueno de competitividad. Pero no es excelente porque le hace falta tener práctica mediante equipo especializado, tecnología adecuada y aprender las nuevas herramientas de la globalización, según se observa en la figura 7, donde el 16 % de los estudiantes consideran que para mejorar la competitividad deben adquirir experiencias reales y prácticas de los cursos, el 38% de alumnos considera que debe actualizarse los contenidos programáticos, y el 11 % considera que se debe actualizar los contenidos, adquirir experiencias prácticas y reales.

Según los resultados obtenidos en la figura 8 por los estudiantes de la Escuela Mecánica Industrial, el 44 % consideran que los contenidos programáticos podrían mejorar ya que actualmente se encuentran en un nivel Bueno, pero deben actualizarlos para estar a la vanguardia y a las exigencias del mercado actual.

Dentro de los parámetros establecidos en la encuesta el 40% de la población encuestada (figura 6) calificó que el nivel de conocimientos de los estudiantes es Bueno y el 38% Muy Bueno, pero debe mejorar para alcanzar la Excelencia. Y en la figura 9 opinan que para poder mejorar el nivel de conocimientos de los estudiantes, se determinó que el 27 % de ellos piensan que se les debe capacitar al docente, el 25 % se debe realizar laboratorios, el 23% debe capacitar al estudiante y el 25 % piensan que deben realizarse todas las opciones anteriores.

La mejor ubicación del laboratorio Industrial (figura 11), según el 68% de la población encuestada es el Campus Central USAC, ya que es de fácil acceso para los interesados y pueden tener todas sus actividades académicas en la misma área y poder así economizar tiempo y dinero.

Para poder adquirir experiencias tanto reales como prácticas es necesario según el 38 % de los encuestados contar con una buena tecnología, 25% por instalaciones, 17% Recursos Humanos especializados y el 20 % que es necesario tomar en cuenta todas las opciones anteriores, según la figura 10.

El 82 % de la población está dispuesto a invertir económicamente en cursos o actividades que le ayudarán a mejorar su nivel competitivo dentro del mercado globalizado, según la figura 12.

Del 82 % de los estudiantes que están dispuestos a invertir, figura 13, el 26% de ellos invertiría entre Q25.00 a Q50.00 y 35 % de Q51.00 a Q75.00 aunque los porcentajes de inversiones mayores no están considerados muy lejanos, utilizaremos como parámetro esta cifra para realizar la tabla de cuotas por proyecto similar al nuestro.

### **2.3.7 Informe de la investigación**

La población estudiantil esta de acuerdo con la creación de un Laboratorio Industrial para alcanzar la excelencia académica, actualizando contenidos programáticos y teniendo experiencias reales y prácticas de los mismos contenidos. La capacitación es importante para la muestra tomada, tanto para el docente, estudiante y al ayudante de cátedra para impartir los laboratorios. A la población estudiantil le interesa tener dentro del Campus Central USAC, en las inmediaciones del complejo de Ingeniería, tecnología, instalaciones y personal especializado para la capacitación en el laboratorio, y para ello su disposición a hacer inversiones de tipo económico y de tiempo.

## **2.4 Análisis de la oferta**

Los factores de cantidad y calidad que ofrece este proyecto son: en cantidad no son muchos equipos, pero si suficientes para que se pueda trabajar en equipos de trabajo como normalmente se trabaja en la Facultad y la calidad que se ofrece es muy buena porque los equipos propuestos son de vanguardia.

## **2.5 Análisis de los precios**

El precio local para la Facultad de Ingeniería está guiado por las cuotas del proyecto SAE SAP, este proyecto es similar al nuestro, pues busca beneficiar a la población estudiantil y profesional de Ingeniería.

La información obtenida en la figura 13, dice que el estudiante está dispuesto a invertir económicamente entre Q25.00 a Q75.00 por curso, es decir que la inversión que el estudiante está dispuesto a realizar se utilizará para que el proyecto sea auto sostenible, ya que la ayuda otorgada por empresas particulares será tomada como la inversión inicial del proyecto. El precio que se propone es no lucrativo, es decir servirá para dar mantenimiento al equipo y compra de insumos necesarios para los laboratorios, además de reinvertir cada cuatro o cinco años en equipo, pues su vida útil promedio termina en este período, y los precios son mínimos según la comparación realizada con empresas particulares con el mismo fin.

## **2.6 Análisis de la comercialización**

Tres de los cursos profesionales del Plan piloto tienen laboratorio actualmente, pero no se cuenta con equipo para realizar más prácticas reales como las que se propone implementar con el laboratorio. Con las propuestas que se realizan para la implementación del laboratorio también se dan sugerencias para las prácticas y la implementación de prácticas para los cursos que no cuentan con práctica actualmente.

El dar a conocer la implementación del laboratorio se hará de forma directa, es decir se realizara por los titulares de los cursos y sus ayudantes de cátedra a los estudiantes, deberán informarles del uso del laboratorio y la forma en que las prácticas se realizaran.

## **2.7 Conclusiones generales del estudio de mercado**

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el trabajo de campo aplicado a los alumnos de los últimos semestres de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, confirma lo expuesto en la investigación preliminar, pues el 40 % considera que es Bueno el nivel de competencia de los egresados pero no alcanza la Excelencia Académica por lo que debe mejorar, adquiriendo experiencias reales y prácticas de los cursos, actualizando contenidos programáticos, y actualizando a catedráticos.

En la investigación preliminar se determinó que hace falta actualización y experiencias reales y prácticas, y fueron confirmadas en el estudio de mercado, con un promedio del 41 % de la población encuestada confirmando la necesidad de implementar el Laboratorio Industrial, para elevar el nivel de competitividad del egresado de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, inicialmente, y luego otras escuelas.

El 82 % de los estudiantes están dispuestos a invertir en su educación, por lo que es posible elaborar una tabla de cuotas (propuestas) para los cursos o actividades del laboratorio que se programen por las distintas áreas de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, permitiendo al proyecto llegar a ser autosostenible.

## **2.8 Hallazgos y recomendaciones**

- **Hallazgos**

El nivel de competitividad de los Ingenieros Industriales, desde la perspectiva del estudiante es catalogado como Bueno y Muy Bueno.

Es necesario actualizar los contenidos programáticos de los cursos que se imparten en la Carrera de Ingeniería Industrial, Mecánica y Mecánica-Industrial, así como la adquisición de experiencias prácticas para garantizar la competitividad en el mercado laboral.

La tercera parte de la población de los estudiantes de Ingeniería tomado como muestra piensa que su nivel de competitividad es bueno.

Es necesaria la actualización del docente, la realización de laboratorios orientados a las diversas ramas de la Carrera de Ingeniería Industrial, Mecánica y Mecánica-Industrial, para elevar el nivel académico.

Indudablemente se necesita tecnología para adquirir experiencia profesional.

En la Facultad de Ingeniería debe inculcarse el trabajo en equipo y motivar la superación personal.

El estudiante sí está dispuesto a invertir económicamente en su formación profesional.

- Recomendaciones

Para minimizar las causas de la no-competitividad se debe tomar en cuenta la propuesta de implementación del Laboratorio Industrial.

Autorización a las cuotas propuestas pues son base para la rentabilidad del proyecto.



### **3. ESTUDIO TÉCNICO O DE INGENIERIA PARA EL DISEÑO DEL LABORATORIO INDUSTRIAL**

#### **3.1 Objetivos**

- Verificar la posibilidad técnica del laboratorio Industrial
- Determinar el tamaño óptimo del proyecto

#### **3.2 Descripción de los laboratorios a implementar**

La Escuela de Mecánica Industrial imparte cursos correspondientes a las áreas de administración, producción, métodos cuantitativos en el área profesional de las carreras de Ingeniería Industrial y Mecánica Industrial, el Plan piloto propone dar inicio con cinco laboratorios, que fueron elegidos indistintamente de la importancia de los otros cursos, aunque el laboratorio queda implementado con materiales que se puedan utilizar para otros cursos, que podrán ser implementados en el futuro, tanto de cursos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial como de otras escuelas.

##### **3.2.1 Seguridad e Higiene Industrial**

En la actualidad toda clase de industria debe cumplir con requisitos, tales como los factores de higiene que cubren las necesidades que producen insatisfacción en el trabajador, evitar accidentes los cuales provocan paralización del trabajo, para mantener y mejorar el nivel de vida de sus trabajadores.

Brindándoles lugares de trabajo con buena ergonomía, con buenas condiciones de luz, ventilación, entre otras, para que la salud del trabajador no se deteriore fácilmente, en este caso nos referimos a la Seguridad e Higiene Industrial dentro de una empresa industrial.

La seguridad Industrial evalúa estadísticamente los riesgos de accidentes además de proteger a los elementos de la producción (recurso humano, maquinaria, herramientas, equipo y materia prima), y para esto se vale de la planificación el control, la dirección y la administración de programas. Mientras que la parte de Higiene Industrial se encarga de analizar las condiciones del puesto de trabajo y, como pueden estas afectar la salud de los empleados.

La importancia de la Seguridad e Higiene Industrial radica en que, año con año, las cifras de accidentes relacionados con el trabajo se incrementan, y que el Ingeniero debe encargarse de velar por la seguridad dentro de la empresa y por ello la importancia de que los estudiantes estén bien preparados en este campo.

Los tópicos propuestos, serán ampliados en el siguiente capítulo, en el área de Seguridad e Higiene Industrial se propone:

- Buenas Prácticas de Manufactura
- Señalización y uso de equipo de Seguridad Industrial
- Evaluación del calor
- Comités de higiene y seguridad en la industria manufacturera
- Primeros auxilios básicos
- Iluminación Industrial
- Ventilación y deshumidificación
- Evaluación del ruido

### **3.2.2 Ingeniería de plantas**

La Ingeniería de plantas actualmente es el primer curso del área de Producción en la carrera de ingeniería Industrial y Mecánica Industrial. Su función es la planeación, organización de las actividades necesarias para proporcionar productos y servicios. Se puede decir que es la armazón o esqueleto de las actividades dentro del cual puede ocurrir la creación del valor.

Los conocimientos adquiridos en este curso se utilizan al inicio de las operaciones de una empresa y cuando rediseña la misma.

Los tópicos propuestos para este curso son los vigentes en el programa del curso, pero por su importancia se deben mantener, algunos agrupados para que la utilización del tiempo disponible por semana sea eficiente y eficaz para los alumnos, siendo entonces el contenido propuesto:

- Riesgos de operación
- Localización industrial
- Edificios, techos, pisos industrial
- Ventilación y ruido industrial
- Iluminación industrial
- Diagramas de operación de procesos
- Distribución de plantas

### **3.2.3 Ingeniería de métodos**

El propósito del curso de Ingeniería de métodos es preparar al estudiante a utilizar técnicas de análisis para determinar la forma más eficiente de hacer un trabajo requerido.

El contenido esta basado en el promedio de lo que los autores de textos referentes al tema proponen:

- Diagramas de Análisis de Operaciones (Hombre Máquina, Bimanuales)
- Análisis de una operación
- Cronometración
- Medición del trabajo
- Muestreo del trabajo
- Tiempos predeterminado
- Ergonomía

#### **3.2.4 Ecología o medio ambiente**

La ecología es una ciencia que en los últimos años ha cobrado mucha importancia. La regeneración de los recursos es algo que la naturaleza tiene la capacidad de hacerlo, sin embargo, la raza humana con diversas actividades ha limitado este proceso y el efecto invernadero y los cambio climáticos parte de las consecuencias de la falta de conciencia de algunos profesionales, esto debido a las emisiones provenientes de la combustión de los derivados de petróleo, carbón y gas natural, provocado la formación de agujeros en la capa de ozono debido al uso de compuestos orgánicos halogenados, contaminado agua, suelos y aire con todo tipo de desechos.

El propósito de este laboratorio es que el estudiante tome conciencia que como futuro profesional, debe contribuir con la conservación de nuestro ambiente.

Los tópicos propuestos son:

- Desarrollo sostenible

- Contaminación y dureza del agua
- Análisis de la densidad de los líquidos
- Análisis de la contaminación electromagnética
- Manejo de desechos, desperdicios, residuos y sobrantes en la industria

### **3.2.5 Ingeniería textil o de la confección**

La industria textil data de mucho tiempo atrás, esta ligada a la historia de muchas culturas milenarias, sin embargo, se conoce muy poco en el área estudiantil, es decir se tiene la teoría pero no se realiza ningún laboratorio en dicho curso. Las industrias maquiladoras y las hilaturas son empresas que ocupan gran mercado en el ámbito nacional, por su importancia es necesario Ingenieros dentro de ellas, y es importante que los estudiantes tengan conocimientos mejores de los siguientes temas:

- Fibras textiles
- Elaborar patrones
- Trabajo de corte
- Trabajo de costura
- Tintura

### **3.3 Determinación del tamaño óptimo del proyecto**

La Organización Mundial de la Salud, dice que el espacio mínimo para que un estudiante pueda tomar correctamente sus clases debe contar con un metro cuadrado para poder trabajar eficientemente, en el Estudio de Mercado se tomo un promedio de 80 alumnos por hora y se hace la propuesta de tener dos laboratorios funcionando al mismo tiempo, es decir, 160 alumnos trabajando por hora.

Se propone un espacio físico de 408 m<sup>2</sup>, que incluya bodega, equipo necesario para el uso en cada práctica de los laboratorios a implementar.

### **3.4 Ubicación del proyecto**

Según las investigaciones realizadas en el campus central de Ingeniería se pueden realizar construcciones que ayuden a mejorar la educación de los estudiantes. Los alumnos opinan, según el Estudio de Mercado, que la construcción del Laboratorio Industrial dentro del complejo de Ingeniería beneficiaría ahorrando tiempo y dinero, por ello se propone utilizar el área de parqueo de docentes del Edificio T-1, pero para no perjudicar a los docentes y agudizar más el problema de parqueo, se propone que el laboratorio quede ubicado en el segundo nivel, construido sobre las bases del parqueo, es decir, que el parqueo de catedráticos quede techado. En plano de ubicación mas adelante queda plasmada esta idea gráficamente.

### **3.5 Ingeniería del proyecto**

El trabajo de la Ingeniería del proyecto es sintetizar lo concerniente al funcionamiento de la planta, entre otras funciones, de las cuales para efecto del Laboratorio Industrial únicamente realizaremos las gráficas de la descripción del proceso hasta el recorrido dentro del mismo.

#### **3.5.1 Diagrama de bloques**

Es un método sencillo para representar un proceso, consiste en encerrar cada operación sobre la materia prima en un rectángulo y unir por medio de flechas la secuencia de las operaciones con la dirección del flujo.

**Figura 14. Diagrama de bloques del uso del Laboratorio Industrial**

Asunto: Uso del Laboratorio Industrial

Método: Propuesto

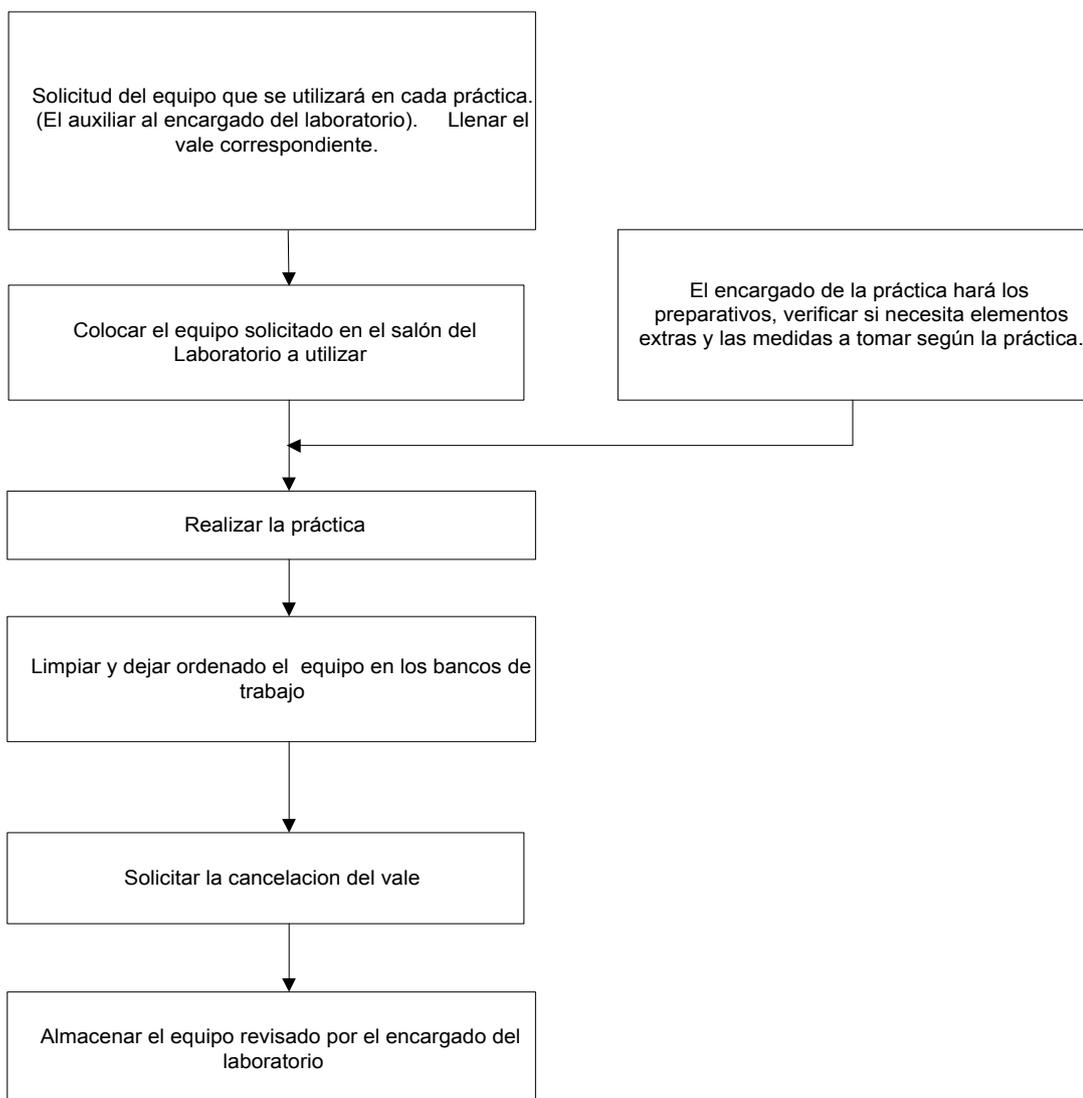
Empresa: Facultad de Ingeniería

Inicia: Solicitud de Laboratorio

Termina Bodega de Almacén

Fecha: Agosto de 2003

Analista: Ana Isabel Corona Ruiz



### 3.5.2 Diagrama de flujo

**Figura 15. Diagrama de Flujo del Uso del Laboratorio Industrial**

Asunto: Uso del Laboratorio Industrial

Método: Propuesto

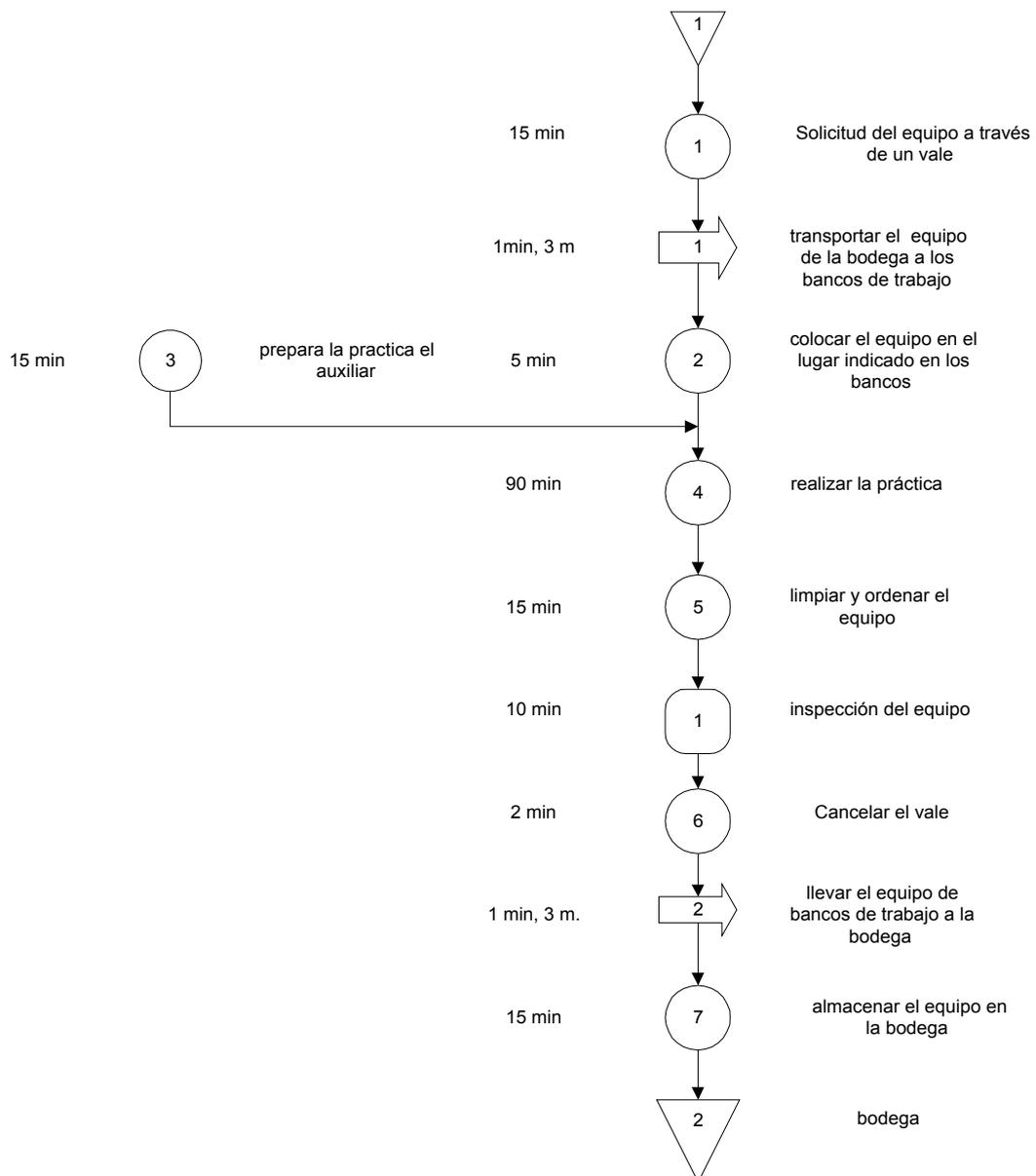
Empresa: Facultad de Ingeniería

Inicia: Solicitud de Laboratorio

Termina Bodega de Almacén

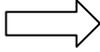
Fecha: Agosto de 2003

Analista: Ana Isabel Corona Ruiz



## Continuación

### Resumen Del Diagrama De Flujo De Operaciones

Símbolos	Operación	Número	Tiempo	Distancia
	Operación	7	157 min.	-----
	Inspección	1	10 min.	-----
	Transporte	2	2 min.	6 metros aproximadamente.
	Bodega	1	-----	-----

### 3.5.3 Diagrama de recorrido

En la elaboración de este diagrama se utiliza información propuesta, por ello las distancias no están colocadas a escala, la información utilizada es la misma utilizada en el diagrama de flujo, las distancias son estimadas.

**Figura 16. Diagrama de Recorrido**

Asunto: Uso del Laboratorio Industrial

Método: Propuesto

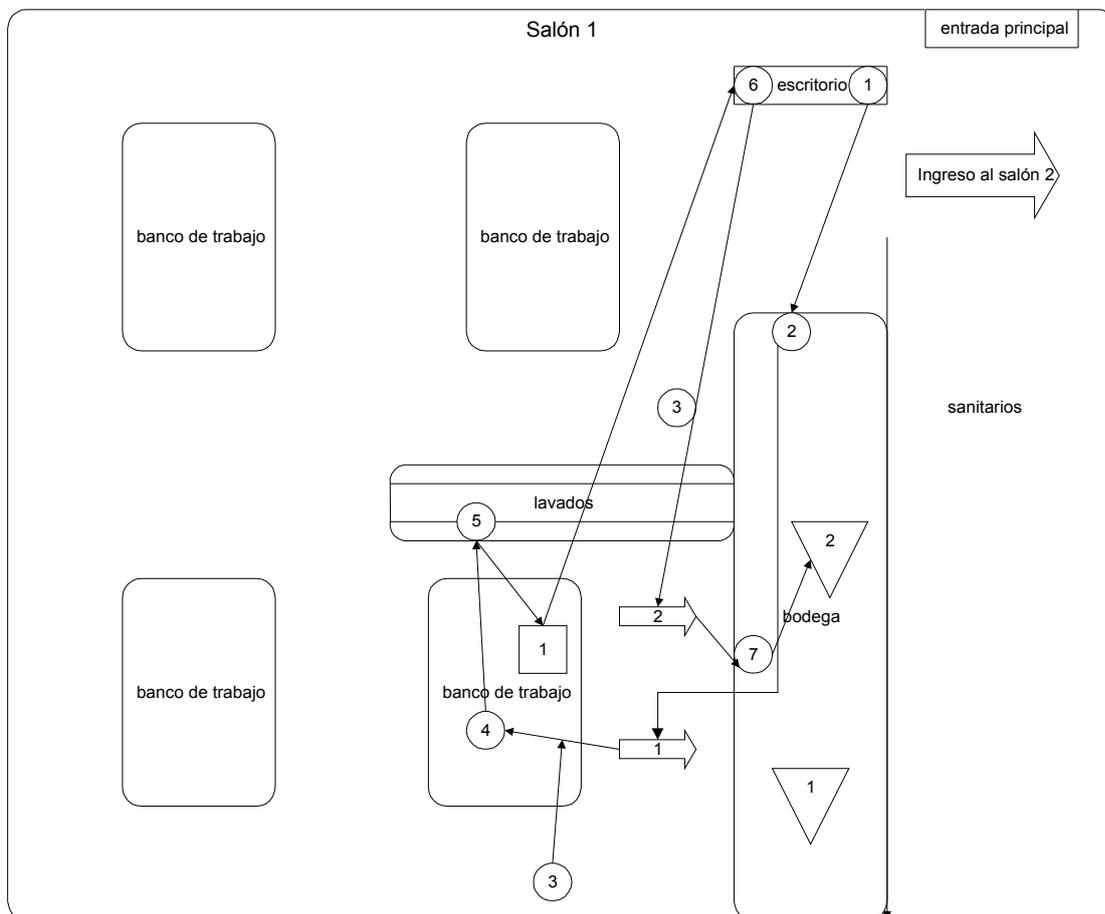
Empresa: Facultad de Ingeniería

Inicia: Solicitud de Laboratorio

Termina Bodega de Almacén

Fecha: Agosto de 2003

Analista: Ana Isabel Corona Ruiz



### **3.6 Factores relevantes que determinan la adquisición de equipo y maquinaria**

La información completa sobre los equipos es importante de obtener, esto es porque el correcto funcionamiento del Laboratorio y sus prácticas depende en parte del equipo con el que se implemente. Es decir del equipo del laboratorio industrial debemos conocer:

- su calidad que debe ser buena
- su precio que debe ser accesible
- dimensiones que deben ser adecuadas para el espacio físico
- capacidad para cubrir las necesidades del estudiantado
- flexibilidad
- cuanta energía eléctrica consume por hora
- si necesita equipo auxiliar
- mantenimiento y / o capacitación por parte de los proveedores
- repuestos y suministros disponibles en el país

Se realizó la investigación del equipo para la implementación del Laboratorio Industrial, para efectos del estudio, pero es necesario ampliar el número de cotizaciones que se tiene para tener más opciones para elegir.

### **3.7 Costos del equipo para el Laboratorio Industrial**

El promedio obtenido a través de las cotizaciones realizadas para efecto de este estudio, dio como resultado el siguiente costo, y el compromiso de algunos proveedores de impartir la capacitación en el uso del equipo y la obtención de repuestos en el país, el espacio de los equipos es variable y algunos se encontraran fijos dentro del recinto del laboratorio, a continuación la tabla que contiene la cotización.

**Tabla II Costo Equipo propuesto para Laboratorio Industrial (Precios en \$)**

Cantidad	Equipo	Costo Unitario	Costo Total
2	Analizadores de gases	2500	5000
1	Cañonera	4000	4000
40	Cascos	3	120
40	Cintas métricas	1.25	50
2	Cortadora de tela	45000	90000
20	Cortinas blancas y negras	9	180
1	Cromatógrafo	20000	20000
40	Cronómetros digitales	40	1600
6	Decibelímetros	400	2400
1	Densitómetro	400	400
2	Equipo de cómputo	1200	2400
2	Equipos de primeros auxilios	50	100
1	Espectrofotómetro	10000	10000
6	Fotómetros digitales	6000	36000
2	Galvanómetros	2500	5000
40	Guantes especiales para corte (pares)	5	200
1	Juego de reflectores	500	500
1	Juego de rótulos de seguridad	100	100
2	Juegos de extinguidores	1250	2500
2	Juegos de marcadores y almohadillas	5	10
2	Juegos de paneles de colores	37.5	75
2	Juegos de rótulos didácticos	100	200
4	Juegos de tijeras, hilos y agujas	25	100
3	Maniqués flexibles	150	450
6	Maquetas de industrias	50	300
4	Máquinas de coser tipo collaretera	2475	9900
4	Máquinas de coser tipo overlok	2475	9900
4	Máquinas de coser tipo plana	2475	9900
2	Máquinas escala, simuladoras de procesadores	350	700
2	Medidor de dureza de agua y Phchimeros	1500	3000
1	Medidor de eficiencia energética de chimeneas	1600	1600
2	Medidores y controladores de emisiones de gas	2500	5000
2	Microscopios	2500	5000
4	Pizarras de formica dobles	90	360
1	Planta piloto de depuración de agua	10000	10000
1	Retroproyector	1500	1500
2	Sillas ejecutivas	50	100
40	Tapones de oídos y anteojos	2.5	100
1	Televisor de 53 pulgadas tipo proyector	3500	3500
40	Termómetros de varios tipos	3.12	125
40	Tornillos con su tuerca	0.62	25
	<b>Total</b>	<b>125346.99</b>	<b>242395</b>

El equipo de computo cotizado es PC Pentium IV de 2.2 Ghz. Disco duro de 60 Gbt. Y 256Mbt de memoria RAM, DVD, Memoria de video independiente de 32 Mb, tarjeta de red, fax-MODEM, monitor de 17"y CD - RW.

La vida útil del equipo de laboratorio es de tres años, para los equipos portátiles y de cinco para los fijos, según las normas de los fabricantes; dichos equipos deben tener mantenimiento preventivo mensual, para prolongar su vida útil.

### **3.8 Clasificación del equipo**

El equipo propuesto para Laboratorio de Medio Ambiente o Ecología es: Cromatógrafo, Espectrofotómetro, Medidor de Eficiencia energética de Chimeneas, Fotómetros, Analizadores de Gases, Decibelímetros, Medidores y Controladores de Emisiones de Gas, Galvanómetros, Microscopios, Medidores de dureza de agua (Conductómetro) ( PhChímetros), Densitómetros.

El equipo para las prácticas de Ingeniería de plantas e Ingeniería de métodos es: máquinas a escala, simuladoras de procesos, maquetas de industrias, juegos de paneles de colores.

Equipo propuesto para el curso de Ingeniería Textil: máquinas de coser tipo overlok, Máquinas de coser tipo plana, cortadora de tela, juego de hilos, juego de tijeras, telas, juegos de agujas.

Equipo para el curso de Seguridad e Higiene Industrial: extinguidores, cascos, equipo de primeros auxilios, rótulos de seguridad, rótulos didácticos, tapones de oídos, anteojos.

Existe también equipo para uso general del laboratorio y que además se puede utilizar en más de un curso: videos educativos didácticos, marcadores, almohadillas cintas métricas, maniqués flexibles, termómetros, juego de reflectores, pizarras de fórmica dobles, cronómetros.

### 3.9 Descripción del equipo a utilizar

**Analizadores de gases.** Instrumento que sirve para analizar los tipos de gases que salen de diferentes muestras tales como dióxido de nitrato, monóxido de carbono, ozono, etc.

**Figura 17. Analizador de Gases Infrarrojo Flux 4005**



Fuente: WWW: protech.com, 4 de octubre de 2003

**Anteojos.** Equipo de protección para los ojos, cuando existe contaminante en el ambiente, o en los medios que se manipulan.

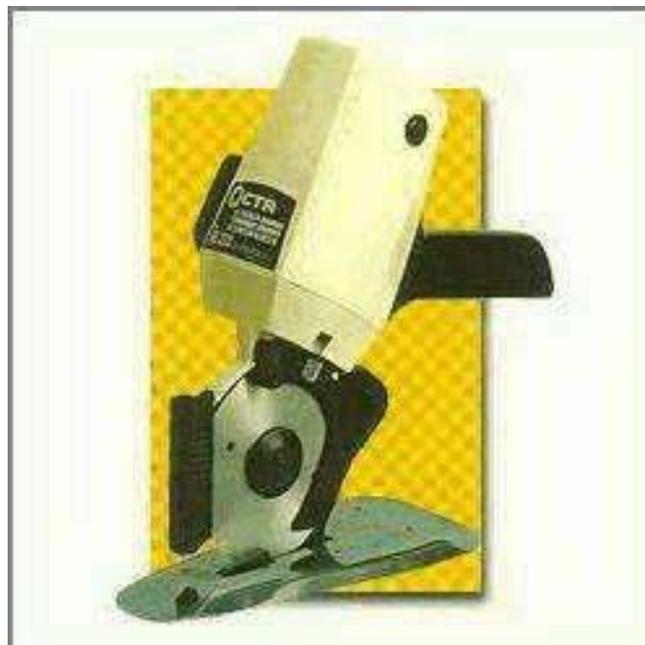
**Bancos de trabajo.** Mesas de trabajo.

**Cascos.** Protección para la cabeza de los operarios e ingenieros en actividades en las cuales se necesite.

**Cintas métricas.** Tira para medir distancias cortas. En el laboratorio se utilizaran divididas en metros, centímetros y milímetros; otras en pies, pulgadas y fracciones.

**Cortadora de tela.** Herramienta utilizada en la industria de la confección.

**Figura 18. Cortadora de tela**



Fuente: javascript:zoomImg(), 4 de octubre de 2003

**Cromatógrafo.** Instrumento de medición que sirve para separar sustancias gaseosas o líquidas y para medir soluciones que se encuentran en el agua utilizando un método de comparación de color y detecta sustancias tales como nitritos, nitratos, sulfatos, fosfatos, etc. El equipo permite realizar análisis de Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares y Carbonatos mediante una derivación en columna así como plaguicidas polares.

**Figura 19. Cromatógrafo de líquidos de alta resolución (Hplc)**



Fuente: [WWW.HewlettPackard.com](http://WWW.HewlettPackard.com), 4 de octubre de 2003.

**Cronómetros.** Instrumentos de medición de tiempo ya sea en horas, minutos o segundos, cuenta con interruptores los cuales accionan el instrumento, o lo detienen para facilitar la lectura del tiempo transcurrido en cierto intervalo.

**Decibelímetros.** Instrumento de medición el cual indica el nivel de ruido que existe en el ambiente donde es expuesto, su unidad de medición es el decibel.

**Densitómetros.** Instrumento que mide la densidad de la plata de una imagen revelada por medio de luz transmitida o reflejada. Dependiendo del tipo de instrumento involucrado, los filtros de color se ponen en el camino de la luz antes o después del espécimen medido.

**Figura 20. Densitómetro Valent**



Fuente: [www.reallabware.com](http://www.reallabware.com), 4 de octubre de 2003

**Equipo de primeros auxilios.** Equipo y suministros para auxiliar a heridos, golpeados, quemados, según sea el caso.

**Espectrofotómetro.** Equipo que es utilizado para hacer mediciones de intensidades lumínicas de partículas o sustancias, en partes por millón, presentes en un químico o compuesto. En el mercado, como se muestra en la figura 21, existen aparatos que incorporan el espectrofotómetro, el Phchimero, termómetros, entre otras funciones.

**Figura 21. Espectrofotómetro**



Fente: [www.reallabware.com](http://www.reallabware.com), 4 de octubre de 2003.

**Extintores.** En una planta bien equipada por seguridad debe existir equipo de extinción para los diferentes tipos de incendios que se puedan provocar dentro de la instalación por la actividad que se lleve a cabo.

**Fotómetros.** Instrumento de medición que sirve para medir el grado de dispersión y la cantidad que absorbe de luz una muestra.

**Figura 22. Fotómetro**



Fuente: [www.reallabware.com](http://www.reallabware.com), 4 de octubre de 2003

**Galvanómetros o reómetro perfeccionado.** Es un instrumento que sirve para la verificación cualitativa de pequeñas tensiones y corrientes inductivas, así como para experimentos de ampliación de rangos de medición con resistencias externas conectadas en serie o paralelo. Existe el Galvanómetro Didáctico que es de cuadro móvil con cero central en soporte de metacrilato. Dimensiones (mm): 135 x130 x 50.

**Figura 23. Galvanómetro**



Fuente: [www.reallabware.com](http://www.reallabware.com), 4 de octubre de 2003

**Juego de hilos y telas.** Equipo útil para la industria de la confección

**Juego de reflectores.** Aparatos para irradiar luz y calor.

**Juego de tijeras.** Útiles para la industria de la confección para diferentes tipos de cortes.

**Juegos de agujas útiles para la industria de confección.** Se utilizará un juego de agujas especial para cada tipo de máquina de coser dentro del laboratorio.

**Juegos de paneles de colores.** Compartimientos limitados por fajas o molduras, lienzos de pared, puertas para utilizar con los reflectores y ser utilizados por ejemplo en la práctica de iluminación industrial y ver los contrastes.

**Maniqués flexibles.** Figuras movibles en forma de seres humanos que pueden ser colocadas en diversas formas, simulando movimientos y posturas de los trabajadores.

**Maquetas de industrias.** Maquetas construidas para simular edificios industriales de todos los tipos, colocación de maquinaria, para simular la correcta medición de techos industriales por ejemplo, entre otros.

**Máquinas a escala, simuladoras de procesos.** Máquinas que simulan líneas de producción, por ejemplo una embotelladora de bebidas, etc., en las cuales los estudiantes puedan tener contacto con la realidad, en la figura 24, se muestra el laboratorio de análisis de operaciones industriales, el cual pertenece a Escuela de Ingeniería de Colombia; su objetivo es adelantar análisis de operaciones industriales mediante procedimientos sistemáticos empleados para estudiar todos los factores que afectan el método con que se realiza una operación, buscando la máxima eficiencia durante su ejecución. Consta de 2 computadores, 1 banda transportadora, 4 estaciones de trabajo, 1 compresor de aire, 2 medidores de luz, 5 medidores de sonido, 20 cronómetros.

**Figuras 24. Máquinas a escala, simuladoras de procesos**



## Continuación



Fuente: [www.escuelaing.edu.com](http://www.escuelaing.edu.com) , 22 de abril de 2003.

**Máquinas de coser tipos overlok y Plana.**  
industria de la confección.

Máquinas utilizadas en la

**Figura 25. Máquinas de coser tipo plana**



Fuente: [www.josma.es](http://www.josma.es), 4 de octubre de 2003

**Figura 26. Máquinas de coser tipo Overlok**



Fuente: javascript:zoomImg(), 4 de octubre de 2003

**Marcadores y almohadillas.** Instrumentos de escritura y limpieza para las pizarras.

**Medidor de eficiencia energética de chimeneas.** Instrumento que sirve para medir cantidad de calor que se genera dependiendo del tipo de combustible que se utiliza en cualquier equipo.

**Medidores de dureza de agua (Conductometro pH Chimetros).** Instrumento de medición que sirve para determinar Alcalinidad o basicidad, es decir determina si el agua esta ácida determinando la cantidad de H<sup>+</sup> o si esta en estado OH<sup>-</sup> Básico.

**Figura 27. Medidores de dureza de agua (Conductometro pH Chimetros)**



Fuente: [www.reallabware.com](http://www.reallabware.com), 4 de octubre de 2003

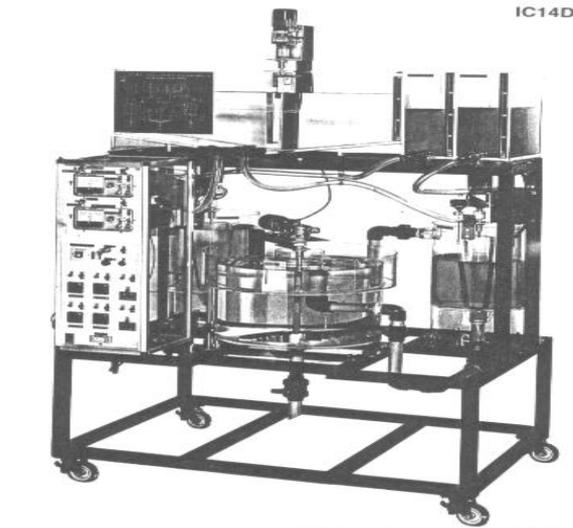
**Medidores y controladores de emisiones de gas.** Instrumento que mide y retiene gases para realizar tratamientos de purificación, eliminando los tóxicos.

**Microscopios.** Instrumento de medición que sirve para observar partículas y microorganismos que no se pueden ver a simple vista.

**Pizarras de formica dobles.** Hoja rectangular de formica para escribir o dibujar y la otra hoja para colocar material didáctico.

**Planta piloto de depuración de aguas industriales.** Planta completa de instrumentos para la purificación de las aguas contaminadas por los procesos industriales.

**Figura 28. Planta piloto de tratamiento para aguas industriales**



Fuente: Material proporcionado por IMEPRE, proveedor de equipo

**Rótulos de seguridad.** Rótulos de señalización de seguridad, existen muchos símbolos, aquí solo se muestran algunos

**Figura 29. Algunos rótulos de seguridad propuestos**

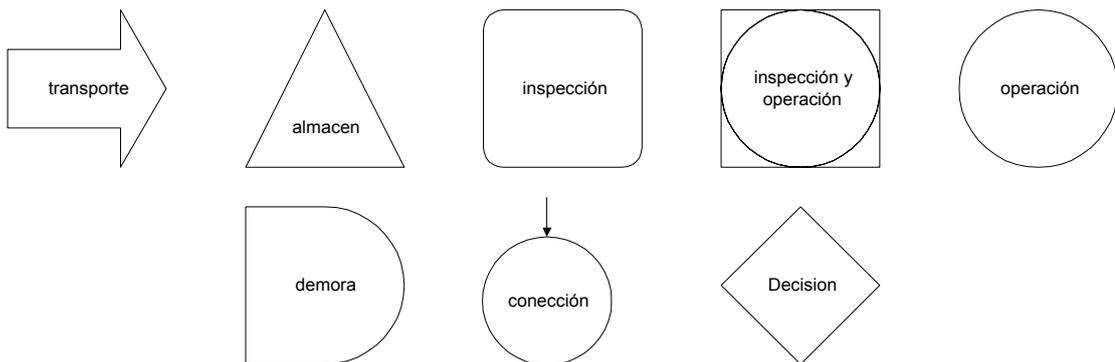


Fuente: símbolos de seguridad e higiene industrial

**Rótulos didácticos**

Rótulos didácticos como los siguientes para ser utilizados en las pizarras dobles mientras se imparte la parte teórica.

**Figura 30. Algunos rótulos didácticos propuestos**



Fuente: símbolos industriales

**Tapones de oídos.**

Protectores para el sentido auditivo en donde existe nivel alto de ruido.

**Termómetros.** Instrumento que sirve para medir la temperatura en las personas, en el ambiente y en recipientes que se utilizan en la práctica de laboratorio.

**Videos educativos didácticos.** Cintas de video en los cuales existan procesos que puedan ser utilizados en el desarrollo de las prácticas.

### **3.10 Distribución de la planta**

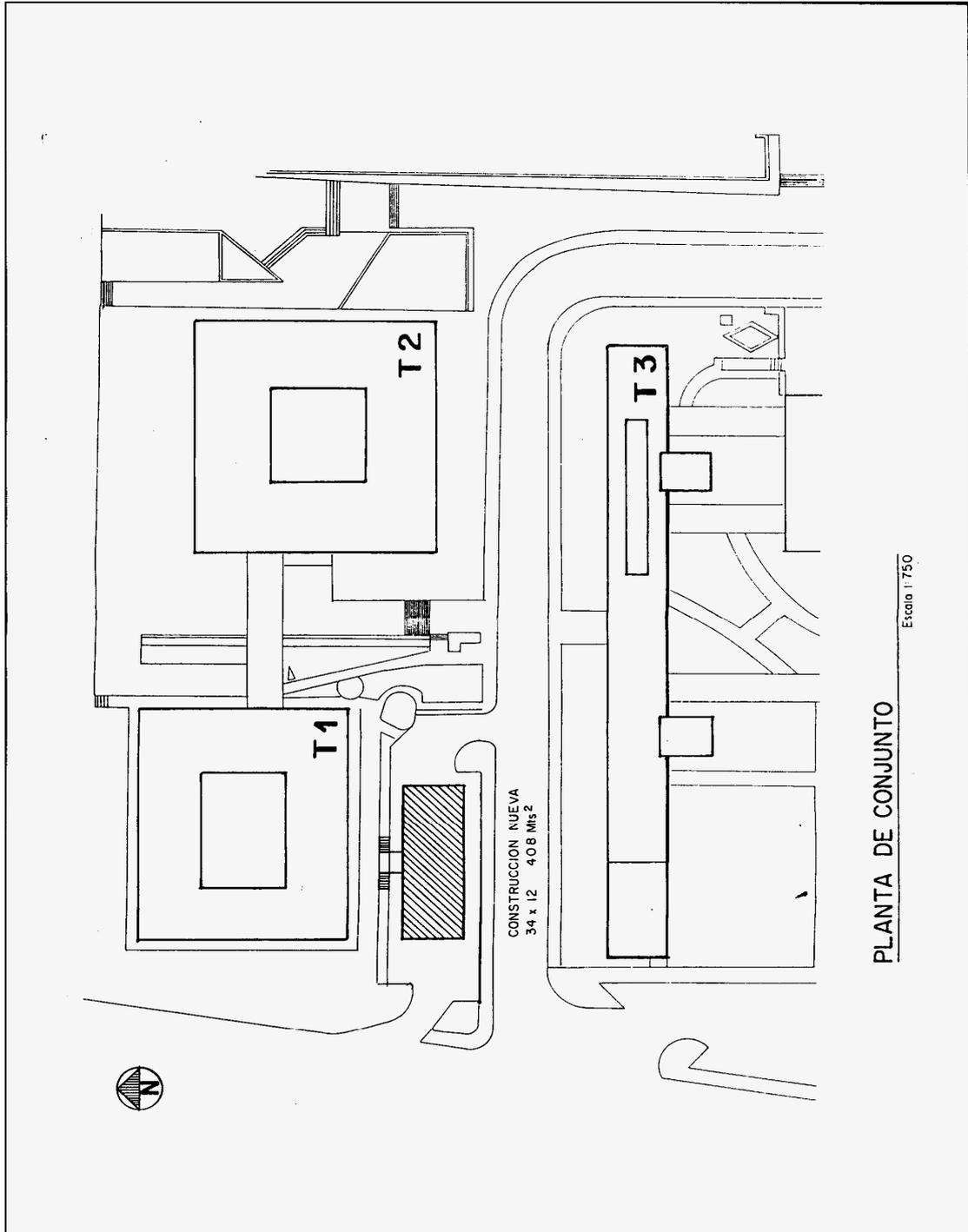
La distribución de la planta es muy importante, debido a la cantidad de personas que estudiara dentro del recinto, se realiza una propuesta de construcción y acondicionamiento de 408 m<sup>2</sup>, que quedan divididos de la siguiente manera:

Dos áreas de laboratorios, las cuales podrán convertirse en cuatro espacios, tendrán lavados o lavaplatos para utilizar en las prácticas donde sea necesario utilizar agua o lavar el equipo, además de contar con bancos de trabajo, también se cuenta con espacios libres y equipos de cómputo para ser utilizados en grupos de cinco personas. Se propone tener espacios libres para ser utilizados cuando sea necesario armar o maniobrar equipo por los estudiantes.

Se propone sanitario para damas y caballeros, área de recepción para reserva del laboratorio y del equipo, y dos bodegas, una para cada área de laboratorio y donde se podrá tener fija la maquinaria que así lo necesite. La propuesta de ubicación se hace dentro del complejo de Ingeniería para que pueda evitar contratiempos para los alumnos.

### 3.10.1 Plano de ubicación

Figura 31. Plano propuesto de ubicación



3.10.2 Plano de equipamiento

Figura 32. Plano propuesto de colocación de equipo

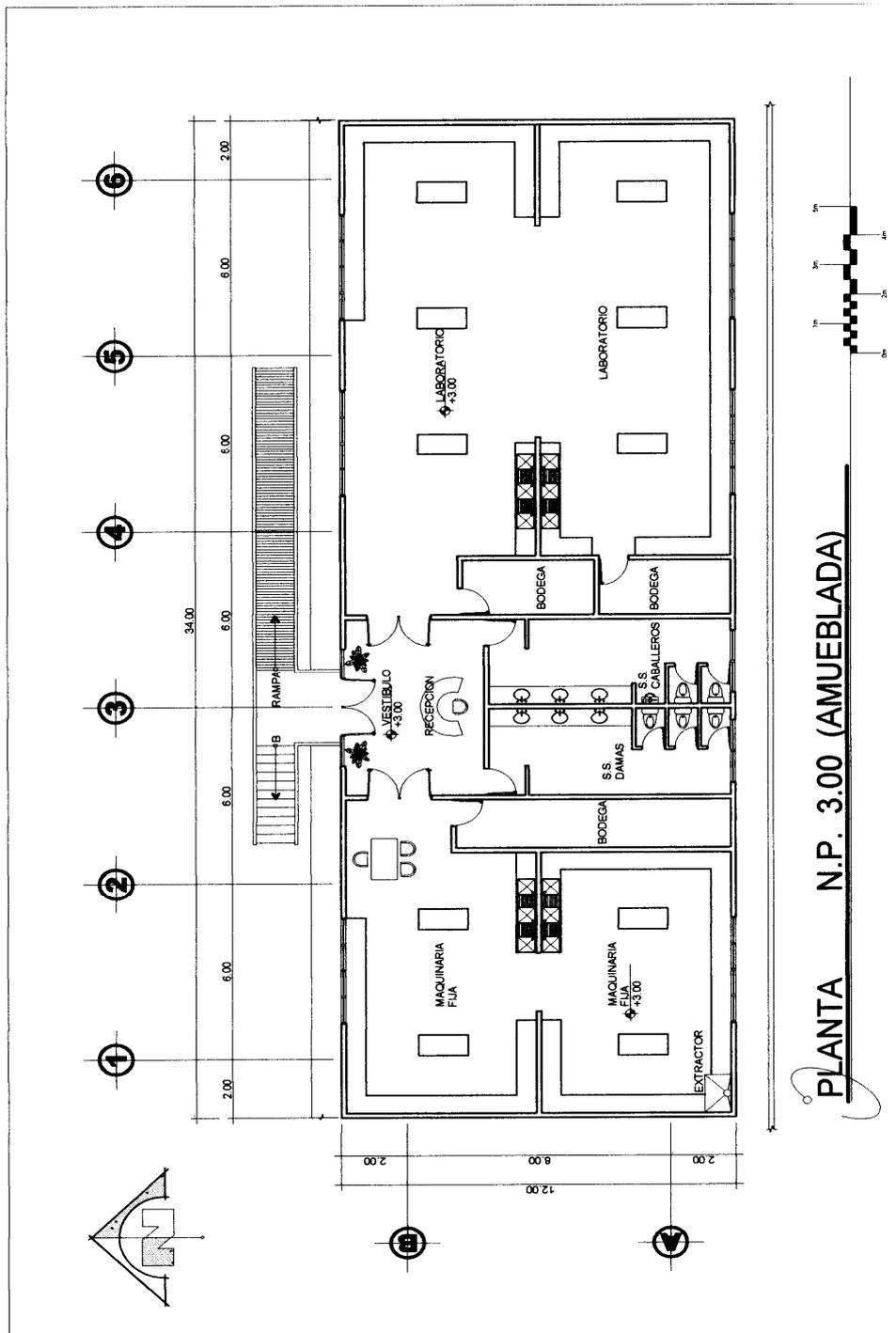
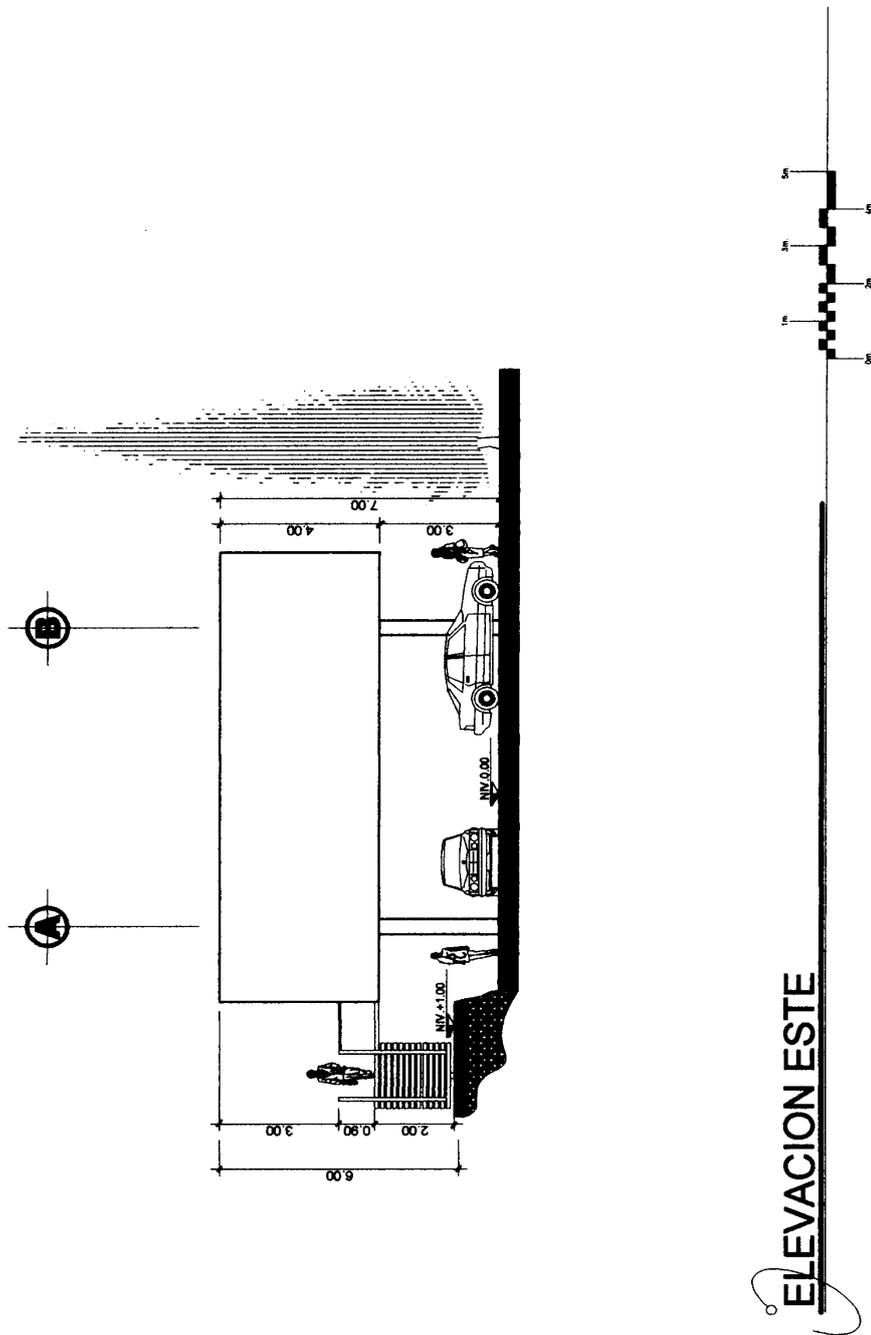


Figura 33. Elevación del laboratorio





## **4. PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y USO DEL LABORATORIO INDUSTRIAL**

### **4.1 Metodología propuesta para el uso del Laboratorio Industrial**

- El laboratorio tiene carácter de obligatoriedad para los estudiantes del curso de Ingeniería de Plantas, Ingeniería de Métodos, Seguridad e Higiene Industrial, Ingeniería de la Confección y Ecología o Medio Ambiente, con el curso de Ecología el laboratorio actualmente no es obligatorio, se propone tomarse como el laboratorio de Medio Ambiente obligatorio para alumnos del área de producción, los cuales deben programar un horario específico para el uso de las instalaciones del laboratorio.
- La secretaria tendrá información al día para realizar las inscripciones, pedidos de equipo y colaborar con el coordinador del laboratorio.
- La Videoteca que contendrá videos informativos, educativos y videos que puedan ser utilizados en la realización de práctica para cursos de las carreras. Estos videos serán comprados y podrán ser otorgados por estudiantes. Deberán tener un orden y podrán ser utilizados también para las clases magistrales, para lo cual deben ser solicitados por los catedráticos con tiempo de anticipación para reservar el video y el equipo de proyección, así como el uso del laboratorio.

- Si integrantes de otros cursos desean utilizar las instalaciones y no se encuentran dentro de la programación inicial, deberá ser solicitado por escrito a la secretaria de laboratorio.
- Proponer a los catedráticos se contemple en la distribución de la zona del laboratorio un porcentaje para el correcto uso y comportamiento de los estudiantes dentro de las instalaciones del laboratorio.
- Se realizará una programación mensual de cursos, seminario, conferencias que se puedan impartir en el laboratorio brindando información de horarios, costos, cupo, duración. Estos cursos serán programados por el Coordinador de laboratorio que deberá laborar dentro de la Escuela Mecánica Industrial, inicialmente, para que pueda recopilar las necesidades de todas las personas (catedráticos y estudiantes) sobre el aprendizaje de temas de interés para el ingeniero.
- El coordinador de laboratorio deberá hacer los contactos con las empresas y/o personas que impartan los cursos y/o seminarios
- Otorgamiento de diplomas de participación a los estudiantes que completen los cursos y seminarios, esto para respaldar el currículo del estudiante.
- Los catedráticos y / o auxiliares deben solicitar por escrito el equipo que van a utilizar en las prácticas, con tres días mínimo de anticipación.
- El encargado de la práctica debe hacerse responsable del equipo durante el desarrollo de la práctica, el cual al final debe quedar colocado como

inicialmente se encontraba, limpio y ordenado. Las medidas de prevención son parte de la práctica, es decir el encargado debe informarlas.

- Si ocurre algún perjuicio en el equipo, como por ejemplo si algún instrumento es dañado, el laboratorio podrá repararlo por medio de técnicos pero el curso responsable deberá cubrir los gastos en que se incurran y / o reponer el equipo dañado.

#### **4.2 Plan piloto de propuestas de aprendizaje del laboratorio para los cursos Profesionales de la carrera de Ingeniería Industrial**

La función del laboratorio es el soporte académico a los estudiantes de ingeniería, con la asistencia de profesionales especializados en el área, para las prácticas de laboratorio.

Se hace una propuesta para los cinco cursos que pertenecen al Plan piloto, las cuales deben ser evaluados por los catedráticos para verificar si el contenido es el adecuado y la implementación de la práctica es acorde con el curso.

### **Seguridad de Higiene Industrial**

#### **Práctica 1. Buenas Prácticas de Manufactura**

Las Buenas Prácticas de Manufactura son un conjunto de normas de Manipulación del producto desde que ingresa a la planta las materias primas y los materiales de empaque, hasta que sale como producto terminado.

Estas normas están enfocadas en proteger al producto de contaminación directa o indirecta proveniente del personal que entra en contacto con él.

Las buenas Prácticas de Manufactura, son descritas internacionalmente en el Código Federal de Regulaciones CFR 110.10 y son requisitos establecidos de manipulación de alimentos, solicitados por instituciones normalizadoras mundiales de control de calidad de alimentos.

### **Objetivo**

Conocer las Buenas Prácticas de Manufactura, simulando a través de maquetas diferentes tipos de industria e identificar el equipo y la forma correcta de utilizarlo en cada situación en particular.

### **Contenido**

- Higiene personal, baño diario, lavado de manos, recorte de uñas, cabello, bigote y barba.
- Uso correcto de redecillas y uniformes utilizados dentro de la planta
- Prohibido utilizar joyas o cualquier objeto en manos, cuello, oídos.
- Depositar la basura en los lugares indicados, a fin de mantener el orden y limpieza en el área de trabajo
- Prohibición de maquillaje, del cigarrillo, de comida, de televisores, o equipos de sonido en el área de producción.
- Informar de enfermedades contagiosas o lesiones expuestas en la piel, el cuidado y sugerencias para el manejo de personal con alguna situación de estas.

## **Práctica 2. Señalización y uso correcto del equipo**

La señalización es la acción que trata de llamar la atención de los trabajadores sobre determinada circunstancia.

Identifica los lugares y situaciones de riesgo por medio de señales y símbolos para reconocer lugares, situaciones, ubicaciones y tipo de seguridad para evitar accidentes.

Es importante capacitar al trabajador para que pueda utilizar correctamente el equipo, indicándole los beneficios que obtendrá al hacerlo de manera correcta. Para ello los estudiantes de ingeniería deben saber realizarlo de la forma correcta.

### **Objetivo**

Que los estudiantes conozcan los significados de las señales y símbolos, donde y a qué distancia colocarlos, a través de maquetas y del laboratorio en general. Además utilizar equipo de protección personal para simular situaciones en áreas de producción dictadas por el encargado de la práctica.

### **Contenido**

- Señalización en lugares correctos dentro de la empresa, áreas específicas de trabajo, extinguidores.
- Códigos de colores, los usos mas frecuentes del código
- Forma correcta de utilizar el equipo de protección personal
- Forma correcta de utilizar un extinguidor, para que se utiliza cada tipo de extinguidor.

### **Práctica 3. Evaluación del calor**

El calor es un agente físico que se encuentra presente en diversas actividades económicas, como en los sectores mineros, metalúrgicos, producción de alimentos, entre otros.

Los efectos del calor en el ser humano generan síndromes reversibles (vasodilatación sanguínea, aumento de circulación sanguínea periférica, cambio electrolítico de sudor, etc.) estos síntomas aparecen y desaparecen en espacios cortos de tiempo.

El número de trabajadores expuestos al calor, es elevado, esto genera el llamado stress térmico y cuyos efectos no los advierten la mayoría de ellos.

#### **Objetivo**

Capacitar a los estudiantes y profesionales en la evaluación del Calor.

#### **Contenido**

- Fundamentos básicos del calor: definiciones, parámetros físicos, unidades de medida y mecanismos de propagación.
- Efectos del calor en el organismo humano: límites humanos, manifestaciones fisiológicas del calor.
- Evaluación del calor, cómo se genera, tipos de aparatos de medición.

- Taller de evaluación: descripción y funcionamiento de instrumentos de medición, evaluación en campo, análisis de datos, preparación de reportes y elaboración de informes técnicos

#### **Práctica 4. Comités de higiene y seguridad en la industria manufacturera**

##### **Objetivo**

Instruir a los alumnos para poder capacitar comités de Seguridad e Higiene Ocupacional

##### **Contenido**

- Conceptos básicos: definición de comités, rol de los comités, riesgos, condiciones de riesgos, actos inseguros, costos de los accidentes.
- Elaboración del Plan de trabajo de los comités (medio audiovisual): modelo de causalidad de accidentes y pérdidas. Causalidad de eventos generadores de pérdida. Taller para identificar las causas reales de accidentes y pérdidas
- Control: técnicas de inspección. Indicadores estadísticos de los accidentes de trabajo. Investigación de los accidentes de trabajo.

## **Práctica 5. Primeros Auxilios Básicos**

La práctica de Primeros Auxilios pretende capacitar a los estudiantes en los conocimientos y destrezas prácticas necesarias para atender casos de accidentes o enfermedades imprevistas.

### **Objetivos**

Los participantes serán capaces de lograr los siguientes objetivos:

- Adquirir conocimientos necesarios de primeros auxilios para aplicarlos en la práctica.
- Promover el desarrollo en la atención adecuada de las emergencias médicas con los primeros auxilios, brindándoles a los estudiantes listados de prioridades de atención para pacientes que necesiten primeros auxilios.
- Reducir muertes prematuras y complicaciones en los pacientes y público en general al brindarle los primeros auxilios.
- Promover el cuidado, control y tratamiento de las fracturas, heridas, hemorragias y quemaduras.

## **Contenido**

- Generalidades de primeros auxilios, tipos de lesión, evaluación del paciente lesionado, funciones vitales, equipo a utilizar y su uso correcto.
- Problemas relacionados con el sistema óseo, fracturas, vendajes
- Problemas relacionados con piel, mucosas y sistema circulatorio, heridas, hemorragias, quemaduras
- Tipos de transporte de accidentados, forma correcta de transportarlos.

## **Práctica 6. Iluminación Industrial**

Iluminación; cantidad de luz a una distancia dada, su unidad es el Lux

### **Objetivo**

Utilizando maquetas y paneles de colores verificar los cálculos que realicen en la práctica para verificar los métodos.

### **Contenido**

- Iluminación artificial. Longitud de onda, intensidad luminosa, contraste, flujo luminoso, brillantez, iluminación natural, luz artificial.
- Método de cavidad zonal; cavidad del techo; cavidad de local; cavidad de piso.

## **Práctica 7. Ventilación Y Deshumidificación**

La ventilación tiene por objeto la renovación total o parcial de la cantidad de aire existente en un local cerrado, con ello se disminuye el anhídrido carbónico y otros restos gaseosos de la respiración, combustión, por aire limpio.

La deshumidificación tiene por objeto eliminar la humedad que afecta a los edificios y que puede ser producida por varias causas: capilaridad, penetración, condensación y accidental.

La humedad ataca los edificios, ocasionando graves desperfectos que pueden ser en perjuicio de la vida útil del edificio y de la salud de los trabajadores.

### **Objetivo**

Verificar los métodos de ventilación y deshumidificación utilizando maquetas de colores, y elementos a escala que simulen causas y los efectos.

### **Contenido**

- Ventilación, diseño de un sistema de ventilación, tipos de ventilación (natural y artificial)
- Ventilación natural, ventilación por rendijas, ventilación por ventanas, por chimeneas, condiciones locales para el estudio de la ventilación natural (viento en calma, aumento de temperatura exterior).

- Ventilación Artificial, diferencia entre ventiladores y extractores, entrada de aire de combustión y evacuación de humos. Utilizar ventilación de tiro forzado para mostrar la fuerza del viento y su dirección dentro de la construcción, utilizando materiales de poco peso.
- Realizar la práctica utilizando maquetas que tengan entradas de aire artificial para darle seguimiento a la ventilación, y utilizar ventanas del edificio que muestren los flujos de aire que ingresan al edificio.

### **Práctica 8. Evaluación del ruido**

El ruido es el agente ambiental más generalizado no sólo en las actividades económicas, especialmente las manufactureras, sino también en las actividades urbanas cotidianas, sociales y culturales. Desde el punto de vista sanitario, la Organización Mundial de la Salud considera que es el flagelo del Siglo XX y XXI.

#### **Objetivo**

Capacitar a los estudiantes y profesionales sobre la propagación, efectos y evaluación del ruido.

#### **Contenido**

- **Fundamentos básicos del ruido:** definiciones, parámetros físicos, unidades de medida y mecanismos de propagación.
- **Audición:** mecanismos fisiológicos de la audición, tipos de aparatos de medición, efectos auditivos en el ser humano, su evaluación.

- **Efectos del ruido en el organismo humano:** percepción del ruido, modelos de ponderación, enmascaramiento, sonoridad y efectos nocivos.
- **Evaluación del Ruido:** nivel de presión sonora, equivalente continuo, nivel de exposición al ruido, dosimetría, índices de evaluación, normas técnicas
- **Taller de Evaluación:** descripción y funcionamiento de instrumentos de medición, evaluación en campo, análisis de datos, preparación de reportes y elaboración de informes técnicos.
- **Aislamiento de máquinas:** colocación de paneles aéreos; paneles verticales de cielo; absorbedores tipo triangular; absorbedores triangulares continuos; Espuma acústica, uso de cada uno.

## **Ingeniería De Plantas**

### **Práctica 1. Riesgos De Operación**

En un mundo de competencia, como es el de la industria, deben analizarse todos los posibles caminos hacia la reducción de riesgos antes y durante la operación de producción que se realice, para esto se deben tener ciertos lineamientos antes de fabricar nuestro producto.

#### **Objetivo**

Conocer los riesgos de hacer operaciones industriales y analizar las oportunidades para minimizarlos.

### **Contenido** (utilizando medios audiovisuales)

- Riesgos antes de operar, diseño del producto. Ciclo de vida del producto. Investigación, desarrollo, confiabilidad, estandarización, control de calidad, localización de la planta, distribución de la planta, selección de la empresa constructora, inspección de la obra civil
- Riesgos en operación. Problemas de fabricación, Seguridad Industrial, mantenimiento, evaluación de la contaminación ambiental de emanación de humo, utilizando el método de Ringelman.
- Riesgos post operación

### **Práctica 2. Localización Industrial**

Localización de la planta es el estudio cuidadoso que debe hacerse para determinar el sitio o lugar más conveniente para el establecimiento de una planta, buscando la operación óptima de dicha planta, tanto desde el punto de vista económico como administrativo.

#### **Objetivo**

Conocer las técnicas para buscar el sitio correcto de una empresa.

#### **Contenido**

- Factores de la selección, región, comunidad, terreno.
- Metodología de selección, selección primaria, selección secundaria

- Regularizaciones legales de Guatemala

### **Práctica 3. Edificios, techos, pisos industriales**

Los proyectos industriales se inician generalmente con una distribución tentativa de maquinaria alrededor de la cual se deja espacio para su operación, inspección y mantenimiento; la disposición de las máquinas es de fundamental importancia pues en ello se basa el flujo adecuado de materiales.

Techos, pisos y pintura usadas en plantas industriales son aspectos a considerar en la planeación de un edificio, los cuales influyen en la eficiencia del proceso

#### **Objetivo**

Verificar los métodos utilizando maquetas de colores, y elementos a escala.

#### **Contenido**

- Clases de edificios, cambios en el mercado. Condiciones económicas en general. Necesidades presentes y futuras de la empresa. Normas y reglamentos que afecten en si al edificio.
- Edificios de una planta; factores de decisión, edificios de varias plantas; factores de selección:
- Tipos de edificios, construcción de primera categoría; ventajas, edificios de segunda categoría; ventajas, desventajas, edificios de tercera categoría; ventajas, desventajas.

- Techos industriales; tipos de cubierta, aspectos técnicos; aislamiento de vibradores
- Pisos industriales, pintura industrial; pintura de paredes, pintura de pisos; pintura de techos; pintura de maquinaria; pintura de seguridad

### **Práctica 5. Ventilación, ruido e iluminación industrial**

Se puede considerar esta práctica como la continuación de Edificios Industriales, pues aquí se evalúa iluminación y los contaminantes dentro del edificio industrial, tales como, temperatura, humedad, circulación de aire y ruido.

#### **Objetivo**

Utilizando maquetas, paneles de colores, elementos a escala que simulen causas y efectos de calor y ruido, los estudiantes realicen los cálculos respectivos en cada contaminante para reducir los efectos, y calculen el número de lámparas y su correcta ubicación dentro del edificio simulado.

#### **Contenido**

- Ventilación, diseño de un sistema de ventilación, realizar la práctica utilizando maquetas que tengan entradas de aire artificial para darle seguimiento a la ventilación, y utilizar ventanas del edificio que muestren los flujos de aire que ingresan al edificio.
- Ruido: parámetros físicos, unidades de medida y mecanismos de propagación, audición, tipos de aparatos de medición, enmascaramiento, sonoridad y efectos nocivos. Aislamiento de máquinas; colocación de

paneles aéreos; paneles verticales de cielo; absorbedores, espuma acústica, uso de cada uno.

- Método de cavidad zonal para iluminar interiores de la planta

## **Práctica 6. Diagramas industriales**

Los diagramas ayudan a comprender en forma grafica las secuencias lógicas de operaciones que son necesarias para producir.

### **Objetivo**

Que los estudiantes aprendan a formar los diagramas de operaciones, utilizando rótulos didácticos en la pizarra doble, dirigidos por los encargados de la práctica.

### **Contenido**

- Definición de los diagramas, tipos de diagramas y su uso.
- Diagrama de operaciones. Definición, simbología y significado, elaboración.
- Diagrama de flujo. Definición, simbología y significado, elaboración.
- Diagrama de recorrido. Definición, simbología y significado, elaboración.

## **Práctica 7. Distribución de plantas**

El arreglo de las instalaciones es una actividad que tiene lugar cuando la empresa inicia la producción y que vuelve a presentarse intermitentemente cuando es necesario rediseñarla.

### **Objetivo**

Utilizando maquetas y maquinaria a escala realizar la práctica con diferentes distribuciones.

### **Contenido**

- Tipos básicos de distribución, ventajas y desventajas
- Combinaciones de las distribuciones
- Factores que afectan a la distribución
- Técnicas gráficas útiles en la distribución

### **Ingeniería de métodos**

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad.

La ingeniería de métodos implica trabajo de análisis continuamente, estudiar una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto.

### **Práctica 1. Diagramas de análisis de operaciones**

El análisis de trabajo corresponde a la operación, se parte de que en este análisis interviene el hombre, la máquina, las herramientas y el lugar de trabajo

#### **Objetivo**

Capacitar al estudiante para utilizar diagramas para analizar las operaciones.

#### **Contenido**

- Diagrama Hombre-Máquina
- Diagramas de proceso de grupo
- Diagrama bimanual
- Economía de movimientos
- Tolerancias

## **Práctica 2. Análisis de operación**

Optimización del trabajo físico, minimización del tiempo requerido para ejecutar las tareas o labores, maximización del bienestar del trabajador desde el punto de vista de retribución, la seguridad en el trabajo, la salud y la comodidad, maximización de la calidad del producto por unidad monetaria de costo, maximización de las utilidades del negocio o empresa.

### **Objetivo**

Capacitar en la mejora de la estación de trabajo.

### **Contenido**

- Medición y control del ambiente físico, ambiente visual, ruidos, vibración, condiciones térmicas, radiaciones.
- Fundamentos de la fisiología del trabajo. Aptitudes motoras, tiempo de reacción y capacidad visual, tiempo de respuesta, tiempo necesario, tiempo requerido, memoria, fatiga fisiológica, diferencias individuales, régimen de trabajo conceptos de seguridad y salud del personal.
- Factores de trabajo que conducen a una actuación insatisfactoria, señales luminosas, información indicada, señales sonoras, codificación por tamaño y forma.
- Factores humanos y el diseño de la estación de trabajo en función del mejoramiento de la eficiencia del trabajador

### **Práctica 3. Cronometración**

#### **Objetivo**

Capacitar a los estudiantes en la toma de tiempos, utilizando tornillos con su respectiva tuerca, para sacar el tiempo medio en el cual el estudiante acopa a cada tornillo con su respectiva tuerca.

#### **Contenido**

- Requisitos del estudio de tiempos. Las responsabilidades del analista de tiempos, requisitos personales, responsabilidades del supervisor, responsabilidades del sindicato. responsabilidades del trabajador.
- Toma de tiempos, técnicas para anotar los tiempos registros del tiempo de cada elemento. Dificultades encontradas. Calificación de la actuación del operario. Aplicación de márgenes o tolerancias. Cálculo del estudio.
- Equipo para el estudio de tiempos. Cronómetros, *datamyte*, máquinas registradoras de tiempo, equipo cinematográfico y de videocinta para el mismo estudio, tablero portátil para el estudio de tiempos, formas impresas, equipo auxiliar, equipo de instrucción y adiestramiento.
- Uso de cronómetros. Métodos vuelta a cero, continuo.

#### **Práctica 4. Medición del trabajo**

Su propósito es buscar la forma más eficiente de efectuar una tarea. Utilizar los tiempos registrados en la práctica anterior para realizar esta práctica.

##### **Contenido**

- Tiempo real, tiempo estándar, tiempo normal
- Técnicas
- Estudio de tiempos con cronometro
- Calificación del desempeño
- Factores de Tolerancia
- Estudio sintético de tiempos

#### **Práctica 5. Muestreo del trabajo**

El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividades o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

## **Objetivo**

Conocer las ventajas del muestreo de trabajo sobre el de obtención de datos por el procedimiento usual de estudios de tiempos

## **Contenido**

- Ventajas del muestreo de trabajo, teoría de muestreo de trabajo, planeación del estudio de trabajo, determinación de la frecuencia de las observaciones, diseño de la forma tabular para muestreo de trabajo.
- Empleo de los diagramas de control. Observación y registro de datos. Uso de una cámara de video para análisis de actividades al azar.
- Muestreo de trabajo para el establecimiento de márgenes o tolerancias.
- Muestreo de trabajo para la determinación de la utilización de una máquina.
- Muestreo de trabajo en el establecimiento de estándares de mano de obra directa e indirecta.
- Auto-observación, muestreo de trabajo computarizado.

## **Práctica 6. Tiempos predeterminados**

Los tiempos de movimientos básicos son una reunión de tiempos estándares válidos asignados a movimientos fundamentales y grupos de movimientos que no pueden ser evaluados precisamente con los procedimientos ordinarios de estudio de tiempos con cronómetro.

### **Objetivo**

Conocer los tiempos predeterminados y los diferentes sistemas

### **Contenido**

- Tiempos de movimientos básicos.
- Sistema *Work-Factor* detallado, técnica, tiempos de movimiento
- Sistema *Ready Work-Factor*, Sistema *Brief Work-Factor*, Sistemas *Mento-Factor*.
- Medición de tiempos y métodos (MTM o MOST), categorías
- El desarrollo de datos estándares

## **Práctica 7. Ergonomía aplicada**

Es una disciplina nacida con el propósito de integrar, en la concepción de los sistemas de producción, los conocimientos existentes sobre el hombre en situación de trabajo.

Con una sólida metodología e instrumentos de análisis que les son propios, la Ergonomía se apoya en todas las disciplinas que convergen en su interés por el comportamiento humano en la producción y en el uso de los productos: desde la fisiología a las ciencias, de la biomecánica a la sociología del trabajo, de la medicina a la ingeniería, la informática.

### **Objetivo**

Desarrollar el conocimiento e interés por esta nueva disciplina, para apoyar con ella de manera práctica y operativa en la mejora de condiciones de trabajo que permitan elevar la productividad y al mismo tiempo garanticen el bienestar físico, psíquico y social de los trabajadores.

### **Contenido**

- Fundamentos básicos de la ergonomía: origen, definiciones, campo de aplicación, carácter interdisciplinario, la antropometría.
- El sistema Hombre - Máquina: Concepto del sistema. Hombre - Máquina, La Biomecánica.
- La carga física y postural: esfuerzo y fatiga muscular, la energía humana y el costo energético del trabajo humano, los esfuerzos estáticos, dinámicos y movimientos repetitivos, métodos de medición de energía muscular, métodos de evaluación de carga postural.
- Presentación de soluciones ergonómicas de casos reales. (videos)
- Mediciones de respuestas musculares repetitivas

Los cursos de Ingeniería de Plantas e Ingeniería de Métodos son muy importante en la formación de los Ingenieros Industriales y Mecánicos Industriales, por esta razón, la Universidad de Ingeniería de Colombia, cuenta un Laboratorio de Análisis con equipos para medición lineal y angular, balanzas electrónicas y analíticas, equipos para medición de temperatura, medición de ruido y luminosidad, aquí se realizan mediciones de las situaciones simuladas de lugares de trabajo y su respectivo análisis para proponer soluciones de ingeniería. En las figura34, muestran parte del equipo para el área de Ingeniería de Plantas.

**Figura 34 Laboratorio de Análisis de la Escuela de Ingeniería de Colombia**



Fuente: [www.escuelaing.edu.com](http://www.escuelaing.edu.com) , 23 de abril de 2003

## **Ecología o Medio Ambiente**

Ecología, es el estudio de la relación entre los organismos y su medio ambiente físico y biológico. El medio ambiente físico incluye la luz y el calor o radiación solar, la humedad, el viento, el oxígeno, el dióxido de carbono y los nutrientes del suelo, el agua y la atmósfera. El medio ambiente biológico está formado por los organismos vivos, principalmente plantas y animales.

Medio ambiente es el conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la delgada capa de la Tierra llamada biosfera, sustento y hogar de los seres vivos.

### **Práctica 1. Desarrollo sostenible**

Es el término aplicado al desarrollo económico y social que permite hacer frente a las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.

### **Contenido**

- Problemas ambientales. Calentamiento global de la atmósfera o efecto invernadero. Agotamiento de la capa de ozono. Contaminación del agua y los suelos por los vertidos y descargas de residuos industriales y agrícolas. Agotamiento de la cubierta forestal o deforestación. Pérdida de especies.

- Degradación del suelo en los hábitat agrícolas y naturales
- En primer lugar, deben satisfacerse las necesidades básicas de la humanidad, comida, ropa, lugar donde vivir y trabajo.
- La ingeniería ante el desarrollo sostenible. Cambio climático
- Uso de energías alternativas
- Análisis de casos y conclusiones

## **Práctica 2. Contaminación y dureza del agua**

Las impurezas suspendidas y disueltas en el agua natural impiden que ésta sea adecuada para numerosos fines. Los materiales indeseables, orgánicos e inorgánicos, se extraen por métodos de criba y sedimentación que eliminan los materiales suspendidos.

### **Contenido**

- Métodos. Por compuestos, filtración, o por cloración o irradiación Ventilación o saturación de agua con aire, ventajas, desventajas

- La dureza de las aguas naturales. Métodos. Los detergentes. Desalinización del agua procesos, energía hidráulica
- Depuración de aguas, contaminación del agua. Transporte de las aguas residuales, tipos de tuberías
- Naturaleza de las aguas residuales. Definición. Origen y cantidad. Composición. Ph
- Tratamiento primario, cámara de sedimentación, flotación, digestión, desecación. Tratamiento secundario, filtro de goteo, fango activado, estanque de estabilización o laguna. Tratamiento avanzado de las aguas residuales, vertido del líquido, fosa séptica

### **Práctica 3. Análisis de la densidad de los líquidos**

Líquidos, sustancias en un estado de la materia intermedio entre los estados sólido y gaseoso.

Las moléculas de los líquidos no están tan próximas como las de los sólidos, pero están menos separadas que las de los gases.

## **Contenido**

- La densidad de los líquidos
- Viscosidad
- Presión de vapor, punto de ebullición
- Supercalentados, subfusión

## **Práctica 4. Análisis de contaminación electromagnética**

Radiactividad es la desintegración espontánea de núcleos atómicos mediante la emisión de partículas subatómicas llamadas partículas alfa y partículas beta, y de radiaciones electromagnéticas denominadas rayos X y rayos gamma.

## **Contenido**

- Tipos de radiación
- La hipótesis nuclear
- Radiación gamma
- Periodo de sedimentación

- Desintegración, series de desintegración radiactiva, radiactividad artificial

### **Práctica 5. Manejo de materiales que ya no se utilizan en operaciones de producción**

En la industria de la producción, hay un alto porcentaje de empresas que por diversas razones, no utiliza el 100% de materia prima comprada, por ejemplo, hay alguna parte de la materia prima que no es fácil de aprovechar o se dejó de utilizar por descuido, es lo que se conoce como desperdicios y lo que queda después de escoger lo mejor y más útil y que no sirve para la producción, se les denomina desechos.

Otra razón por la que no se utiliza toda la materia prima es cuando hay más materia prima de lo que se necesita, se denomina sobrantes y estos pueden ser con recuperación y sin recuperación, y los residuos que son el resultado de la descomposición o destrucción.

Lo que se conoce como la eliminación de residuos sólidos es la eliminación de los materiales sólidos o semisólidos que generan las actividades de producción. Los residuos sólidos se separan en cuatro categorías: residuos agrícolas, industriales, comerciales y domésticos. Los residuos comerciales y domésticos suelen ser materiales orgánicos, ya sean combustibles, como papel, madera y tela, o no combustibles, como metales, vidrio y cerámica. Los residuos industriales pueden ser cenizas procedentes de combustibles sólidos, escombros de la demolición de edificios, productos químicos, pinturas y escoria; los residuos agrícolas suelen ser estiércol de animales y restos de la cosecha.

## **Contenido**

- La clasificación de los materiales, métodos para la clasificación, tipos de recipientes y /o almacenamiento para cada tipo de material clasificado.
- Métodos de eliminación, vertido controlado, incineración, elaboración de fertilizantes
- Recuperación de recursos energéticos
- Reciclado
- Residuos peligrosos

## **Ingeniería Textil o de la Confección**

Textil es un término aplicado originalmente a las telas tejidas, pero que hoy se utiliza también para filamentos, hilazas e hilos sintéticos, así como para los materiales tejidos, hilados, fieltros, acolchados, trenzados, adheridos, anudados o bordados que se fabrican a partir de los mismos. También se usa para referirse a telas no tejidas producidas mediante la unión mecánica o química de fibras.

## **Práctica 1. Fibras Textiles**

Fibras textiles se refiere a las que se pueden hilar o utilizar para fabricar telas mediante operaciones como tejido, trenzado o fieltrado.

### **Objetivo**

Conocer los diferentes tipos de hilos y telas, y sus propiedades.

### **Contenido**

- Materias primas, origen de las fibras (natural, vegetal, mineral),
- Fibras de origen artificial regenerados de origen natural, mineral, sintéticos, características, proceso de fabricación, tipos de fibras encontrados en el mercado, propiedades y uso de cada tipo en la industria de la confección.
- Hilos, fibras naturales, torsión, tipos genéricos, filamentos sintéticos, proceso de producción, propiedades y uso en la industria de la confección.
- Tipos de acabado o presentación de hilo y su uso.
- Teneduría, clasificación, punto, composición urdimbre, trama, armaduras fundamentales

- Tipos de textiles, tejido liso o de tafetán (tafeta), tejido cruzado, tejido de satén (satín), tejidos de liso y de *jacquard*, tejidos de pelo o de hilos levantados, elección de las fibras, textiles no tejidos, aplicaciones de los textiles
- Tejido de punto, clasificación de géneros de punto, tejido simple o *single knit* , tela *jersey*, telas dobles o doble *knit*
- Telares, movimientos. Telares rectilíneos, circulares maquinaria para géneros de punto

## **Práctica 2. Elaboración de patrones**

El material se corta según la forma y tamaño deseados, utilizando con frecuencia un patrón superpuesto, hoy, la industria emplea ordenadores o computadoras en el diseño y trazado de patrones.

### **Objetivo**

Conocer los elementos que debe tener un buen patrón, para no caer en un error en la producción.

### **Contenido**

- Definición
- Partes del patrón
- Métodos para marcar las medidas

### **Práctica 3. Trabajo de corte**

Los datos digitales se suministran a máquinas de corte controladas por computadoras para cortar una o varias capas de tejido. Pero es importante conocer también manualmente los trazos y como utilizar las cortadoras industriales no controladas por computadores.

#### **Objetivo**

Capacitar en la gestión de los comités de Seguridad e Higiene Ocupacional a los estudiantes y profesionales.

#### **Contenido**

- Tendido de telas
- Aseguramiento de telas
- Colocación de patrones para hacer eficiente y efectivo el corte
- Medidas de seguridad
- Corte

#### **Práctica 4. Trabajo de costura**

Estos inventos mecanizaron gran parte de los procesos manuales que se utilizaban para hilar y tejer y facilitaron la producción de textiles con mayor rapidez y más baratos.

##### **Objetivo**

Que los participantes puedan utilizar los diferentes tipos de máquinas de coser, y conocer su función en la industria de la confección.

##### **Contenido**

- Tipos de máquinas de coser overlok, collaretera, plana y otras.
- Uso correcto de las máquinas
- Forma adecuada de darle mantenimiento a cada máquina
- Cambio correcto de agujas y colocación del hilo

#### **Práctica 5. Tintura**

Teñido es proceso en el que se colorean fibras textiles y otros materiales de forma que el colorante se convierta en parte integrante de la fibra o materia, y no en un mero revestimiento superficial. Los tintes son compuestos químicos, la mayoría orgánicos, que poseen una afinidad química o física hacia las fibras.

Tienden a mantener su color a pesar del desgaste y de la exposición a la luz solar, el agua o los detergentes.

### **Objetivo**

Conocer los tipos de teñidos que existen y el uso que se les debe dar.

### **Contenido**

- Clasificación de los tintes
- Teñido directo e indirecto
- Procesos de teñido
- Técnicas de impresión; técnicas de grabado

#### **4.3 Propuestas para la continua ampliación del Laboratorio**

Las instalaciones del Laboratorio se proponen amplias y con equipo móvil y flexible, para que la implementación de prácticas de laboratorios en muchos otros cursos, tanto del área de producción como otras áreas y de otras escuelas.

El equipo que se propone también puede tener otras utilidades, que pueden ser aprovechadas en otros cursos, en diversas formas.

En muchas escuelas de ingeniería tanto nacionales como internacionales, se cuenta también con laboratorio de simulación de procesos, que tiene por objetivo realizar prácticas con computadoras para la ejecución de labores administrativas y para simular el comportamiento de los procesos o la producción antes de su puesta en marcha o para controlar las operaciones de manufactura según la magnitud y el proceso de producción.

Al equipar el laboratorio de simulación de procesos se puede implementar el laboratorio para cursos del área administrativa, por ejemplo Administración de Empresas I y II, Administración de Personal, Contabilidad I, II y III, Microeconomía y otros cursos del área de producción. Los cursos anteriores pertenecen a la red actual de estudios de Ingeniería Industrial, Mecánica Industrial, y la recopilación de estos en el Curso de Ingeniería de la producción que pertenece a la red de Ingeniería Civil y Química.

Para implementar este laboratorio será necesario incrementar el número de computadores y considerar impresoras; cada una de las computadoras tendrá instalado programas, tales como: *Promodel*, *SolidWorks*, *MasterCam*, *Mese* entre otros *software* que son utilizados para el efecto. El uso de *software* en el laboratorio de simulación de procesos es precisamente para simular empresas virtuales, es decir, estos programas generan datos de empresas que el estudiante utilizando sus conocimientos teóricos, debe administrar.

Se simulan situaciones de índole administrativo y de producción, por ejemplo incrementar ventas, mantener o disminuir costos, número de personal para la producción de un pedido específico y las jornadas de trabajo, cantidad de producto terminado que se debe mantener en bodegas, etc.

La propuesta de trabajo de los estudiantes es en grupos organizados como una empresa.

#### **Figura 35. Laboratorio de simulación de procesos**



Fuente: [www.escuelaing.edu.com](http://www.escuelaing.edu.com) , 23 de abril de 2003.

### **4.4 Mantenimiento del Laboratorio**

La vida útil de un edificio es de alrededor de 20 años, el mantenimiento que se le da es mínimo, si se considera desde el punto de vista de inversión, pero es necesario tomar en cuenta aspectos como pintura, limpieza, mantenimiento en general del equipo, conductos eléctricos y las instalaciones del edificio; se hace necesario entonces crear un programa específico de mantenimiento para cada aspecto.

#### **4.4.1 Propuestas para dar mantenimiento al laboratorio**

- Pintura de las instalaciones. La claridad proyectada por el color de la pintura y su buen estado es importante para desarrollar las actividades

dentro del laboratorio, ya que muchas de estas tienen que ver con luz y color.

- Limpieza de puertas, pisos, ventanas. Es importante para la prevención de la contaminación visual del espacio, además de ser muy importante para la concentración de los estudiantes.
- Limpieza de Sanitarios La propuesta de construcción de los sanitarios es dentro del edificio, por lo tanto la limpieza es muy importante, por la comodidad y salud de los estudiantes.
- Mantenimiento preventivo y correctivo en lavados, lavamanos, sanitarios Muchas de las prácticas necesitan utilizar agua y / o lavar utensilios, por lo tanto es necesario mantener las fuentes de abastecimiento con buen funcionamiento.
- Mantenimiento de la conducción eléctrica (Lámparas, Plafones, Enchufes, Tableros, Luminarias, Interruptores, Tomacorrientes). Para que los estudiantes comprendan los resultados de la práctica será necesario utilizar energía eléctrica y sus fuentes de abastecimiento deben estar funcionando bien, además de ser necesaria para el correcto funcionamiento del equipo.
- Mantenimiento del equipo de oficina, bancos de trabajo. Será el lugar de trabajo del alumno.

La creación de un rubro para el mantenimiento mensual del edificio y un mantenimiento anual, será necesario.

Este debe ser ejecutado a través de hojas de seguimiento del mantenimiento de cada una de estas partes, que debe ser supervisado mensualmente y anualmente por el coordinador del laboratorio y la dirección de escuela.

#### **4.5 Mantenimiento del equipo**

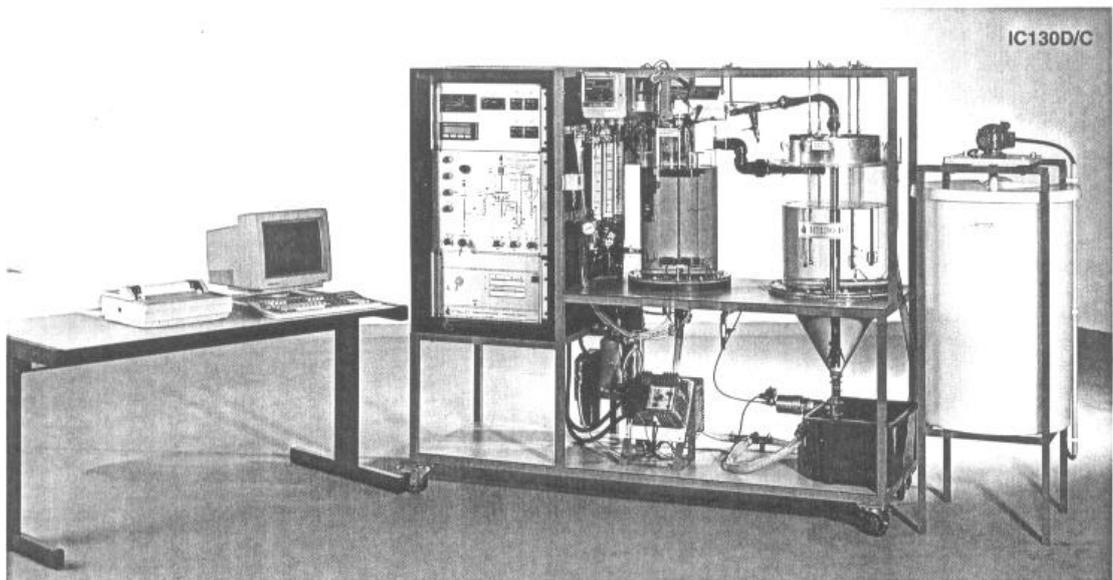
Muchas empresas proveedoras dan el manual de mantenimiento del equipo y un curso de capacitación para las personas que manipularan el equipo. Dentro del curso de capacitación se contempla el mantenimiento del equipo. Esta capacitación propone sea recibida por personal encargado del laboratorio y por catedráticos, para que los catedráticos capaciten a los ayudantes de cátedra que serán los encargados de manipular el equipo con los estudiantes.

##### **4.5.1 Propuestas para dar mantenimiento al equipo**

- Crear un programa de mantenimiento preventivo, según sea necesario para cada equipo
- Cumplir con el mantenimiento de las instalaciones laboratorio ya que en gran parte el buen funcionamiento del equipo depende del seguimiento de este programa.
- Capacitar a los catedráticos o auxiliares encargados de las prácticas para utilizar correctamente el equipo.

- Tener un programa emergente para realizar las prácticas cuando sea necesario dar mantenimiento correctivo a cada equipo.

**Figura 36. Planta Piloto de depuración de fangos activos, propuesta equipo a implementar posteriormente.**





## **5. ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO**

La viabilidad del proyecto, queda demostrada en el Estudio Económico Financiero, la evaluación es realizada a través del valor actual neto, tasa interna de retorno, análisis de sensibilidad y análisis beneficio / costo.

Los rubros que se utilizan en el proyecto algunos están dados en quetzales inicialmente, pero para efectos finales del proyecto son dados en dólares americanos, utilizando el cambio promedio actual de \$1 por Q8.00.

### **5.1. Definición de las inversiones del proyecto**

- Capital inicial: al dar inicio a las prácticas se necesitan insumos como químicos y otros elementos para que el equipo funcione, además de ser necesario tener efectivo para solucionar los imprevistos que puedan suscitarse.
- Diseño y Construcción: para la implementación del laboratorio es necesario tener un espacio físico para resguardar el equipo, este espacio debe ser diseñado y construido, pues actualmente no se cuenta con instalaciones adecuadas para este fin.
- Equipo: la tecnología que se utilizará para la implementación del laboratorio.
- Estudios de pre-inversión: contempla los estudios de Mercado, Técnico, Económico Financiero y la información Administrativo Legal y Ambiental.

- Gastos de operación: son los rubros que se deberán tomar en cuenta en la contabilidad mensual del proyecto, pues en ellos esta incluida la mano de obra (conserje, secretaria, bodeguero), la energía eléctrica y agua que son elementos importantes para el funcionamiento del equipo en las prácticas, mantenimiento de equipo, cargos de depreciación y costo de venta, los costos de informar y asignar a los estudiantes.

## **5.2. Uso de la inversión**

En la tabla III se hace un resumen de los gastos de operación para el funcionamiento del proyecto, los montos son aproximados sobre la base de estimaciones según el tamaño de las instalaciones, se considera la energía eléctrica y el agua. Los gastos del personal fueron fijados de acuerdo a los salarios devengados por los empleados de la Universidad, según la tabla vigente de salarios para los trabajadores de la USAC, ver anexo 4, tabla X, considerando a la secretaria, bodeguero, conserje y el profesional en el nivel de nuevos trabajadores y en la tabla se coloca la aproximación de la suma obtenida de la información recabada. Los gastos de mantenimiento son anuales, considerado para el equipo y el edificio en general. En el rubro de insumos, se tomó en consideración el material necesario para realizar las prácticas, papel, soluciones químicas, insumos para oficina, insumos para limpieza.

**Tabla III Resumen de gastos de operación**

<b>Rubro</b>	<b>Mensual</b>	<b>Anual</b>	<b>Costo anual en dólares</b>
Mano de obra	Q 10,000.00	Q 150,000.00	\$ 18,750.00
Energía eléctrica	Q 1,000.00	Q 12,000.00	\$ 1,500.00
Mantenimiento		Q 36,000.00	\$ 4,500.00
Insumos	Q 500.00	Q 6,000.00	\$ 750.00
Agua	Q 600.00	Q 7,200.00	\$ 900.00
<b>Costo total</b>	<b>Q 12, 100.00</b>	<b>Q 211,200.00</b>	<b>\$ 26,400.00</b>

En la tabla IV, se hace un resumen de la inversión para la implementación del Laboratorio Industrial, esta información es el resumen de los datos obtenidos en los estudios anteriores.

**Tabla IV Resumen de Inversión para la implementación del Laboratorio Industrial**

<b>Inversión</b>	<b>Valor</b>	<b>Porcentaje</b>
Estudios pre inversión	\$3,500.00	0.01
Diseño y Construcción	\$81,684.00	23.83
Equipo	\$242,395.00	67.76
<b>Total inversiones iniciales</b>	<b>\$ 327,579.00</b>	<b>91.57</b>
Gastos de operación y otros	\$26,400.00	7.38
Capital de trabajo inicial	\$3,750.00	1.05
<b>Total inversiones</b>	<b>\$357,729.00</b>	<b>100.00</b>

### **5.2.1. Propuesta de inversión inicial**

Para albergar la tecnología del laboratorio industrial es necesario contar con espacio físico. Dentro del complejo de Ingeniería se cuenta con edificios que se utilizan para salones de clase y administración, además de edificios que albergan laboratorios con otros fines, como químicos, de construcción, mecánicos, de aguas, pero el espacio no es suficiente para instalar el laboratorio industrial, como consecuencia de esto la propuesta de inversión inicial es el espacio físico dentro del complejo de ingeniería.

En el estudio técnico o de ingeniería se hace una propuesta de construcción que deberá ser estudiada y posteriormente aprobada por las autoridades correspondientes, según los aspectos legales del proyecto.

La inversión de equipo, cuando ya se cuente con el salón para instalarlo, es necesaria pues las prácticas del laboratorio tienen por objeto que el estudiante se actualice con la tecnología para competir en el mercado.

### **5.2.2. Presupuesto anual de operación**

Los gastos de operación del laboratorio industrial son: mano de obra (conserje, bodeguero, recepcionista), energía eléctrica, mantenimiento, agua y costos de venta, que ascienden a \$26,400.00, ver la tabla III.

## **5.3. Evaluación económica-financiera**

Se busca con esta evaluación determinar si el proyecto es factible, con el objeto de tomar decisiones para poner en marcha el proyecto.

Un proyecto puede ser apreciado desde los puntos de vista privado y social, los cuales utilizan criterios similares para estudiar la viabilidad, aunque difieran en la valoración de algunas variables. La evaluación privada trabaja con el criterio de precios de mercado, mientras que la evaluación social lo hace con precios sombra o sociales.

Para realizar la evaluación, se tomó en consideración los siguientes datos:

- En el estudio de Mercado el 82% de la población entrevistada, que representa a la población de los estudiantes de la Escuela Mecánica Industrial, esta dispuesta a invertir económicamente una cuota promedio de Q75.00.
- Según se determinó en el Estudio de Mercado y Técnico, se tiene capacidad para atender a la población del Plan piloto, (ver 2.3.3 Proyección de la demanda), estableciendo horario especial de uso del laboratorio inicialmente, el cual podrá ser ampliado conforme se incremente el número de laboratorios de otros en estas instalaciones.
- Para efecto del proyecto suponemos una tasa de interés del 12% promedio, este dato fue obtenido del Documento del Banco Centroamericano de Integración Económica y su proyecto dentro de la Universidad de San Carlos (BCIE-USAC), y SEGEPLAN.
- La vida útil contablemente de un edificio es de 20 años, y según las recomendaciones de los fabricantes y proveedores de equipo en promedio la vida útil del equipo esta en 4 años.

- Del 82% de la población, 3100 alumnos, quienes están de acuerdo en invertir económicamente, solo se tomará en cuenta el 75% de esta población, 2325 alumnos, debido a que no todos los estudiantes inscritos acuden regularmente a la Universidad.

### **Evaluación social de un proyecto**

La metodología de evaluación de los proyectos sociales es similar al proceso empleado en cualquier proyecto, es decir la toma de decisión de inversión social responde a un estudio pre-inversión cuyos resultados permitan establecer las ventajas y desventajas de implementar el proyecto y el estándar que permita identificar el impacto en el país o en la población netamente, aunque no permite establecer el bienestar individual o de la familia.

Muchos proyectos pueden ser evaluados socialmente, agua potable, regadío, educación, salud, áreas verdes, descontaminación, etc. Algunos pueden ser evaluados social y privadamente dentro de ellos se encuentran los proyectos de educación, clasificación a la cual pertenece este proyecto.

La metodología de evaluación de los proyectos sociales es similar a la utilizada en los proyectos privados pero con algunas variantes como la tasa de interés blanda, la canalización de la ayuda privada para la implementación del proyecto. Algunos proyectos sociales surgen como consecuencia del funcionamiento de otros proyectos, tanto públicos como privados, cuyos efectos se intenta corregir, eliminar o aminorar.

Un proyecto puede ser desechado por un inversionista privado y no desde el punto de vista social. Estos proyectos incorporan además de precios sociales de los factores, costos y beneficios intangibles que un determinado

proyecto de gobierno puede generar en la comunidad, la calidad de vida, mejorar la educación y otros.

Preparar y evaluar un proyecto social no puede medir efectivamente todos los costos y beneficios que demandaría ese proyecto en particular. Generalmente los proyectos sociales son priorizados por las entidades de gobierno y son ellos los que calculan los precios sociales, dependiendo de una gran cantidad de variables cuya importancia y ponderación se deberá establecer de acuerdo con los objetivos y prioridades que la sociedad determine.

El costo social refleja el valor que tiene para la sociedad proveer de una mayor cantidad de factores de producción a los mercados donde el proyecto se abastece y el efecto de que otros usuarios dejen de usarlos.

Existen distintos tipos de precios sociales, entre ellos:

- Precio social del factor trabajo o mano de obra
- Precio social de las divisas o tipo de cambio

Existe gran diversidad de criterios, pero se coincide en que para la evaluación social es sustento del proyecto la teoría, su objetivo es la equidad del sector público, y cuyos indicadores son VAN; TIR; CAUE social.

Los beneficios que un proyecto de tipo social da, son medidos desde la macroeconomía, es decir, como ayudara al país, en general, implementar el proyecto.

Los beneficios en un proyecto se deben identificar, cuantificar y valorar, y para identificarlos se debe hacer la comparación sin y con proyecto, que no es

nada mas que comparar lo que esta sucediendo actualmente, es decir ahora que no se tiene proyecto, con lo que se espera suceda cuando se tenga el proyecto funcionando.

La evaluación del proyecto contempla la alternativa social, utilizando valores de precio sombra, debido a que su implementación será dentro de la Universidad Nacional, pero además se realizó una evaluación desde el punto de vista privado utilizando valores promedio del mercado actual.

### **Análisis social del proyecto de implementación del Laboratorio Industrial para la Facultad de Ingeniería – USAC**

#### **Beneficio**

- **Competitividad excelente:** cuando el egresado de la Facultad de Ingeniería eleve su nivel de competitividad, sus oportunidades de trabajo aumentaran y el número de desempleados y/o subempleados disminuirá.
- **Habilidad:** si el estudiante llega a la empresa con la habilidad de manejar instrumentos, prever y corregir situaciones para una mejor productividad, el tiempo de capacitación del estudiante por parte de personal de la empresa será mínimo, permitiendo utilizar el tiempo ganado en capacitar a mas personas.
- **Remuneración:** Los profesionales reciben un salario de acuerdo a su habilidad y beneficia al país permitiendo que los profesionales nacionales trabajen dentro de sus fronteras. Los estudiantes que salen al mercado, sin habilidad, según lo descrito anteriormente, reciben ofrecimientos de Q2000.00 inicialmente, y al tener la habilidad del manejo de herramientas

útiles en su trabajo incrementan los salarios hasta un promedio aproximado de Q6, 500.00.

La cuantificación de los beneficios, se realizó tomando un promedio de cinco estudiantes graduados cada semana y un aproximado de 40 semanas al año para realizar graduaciones.

La valorización se considera multiplicando beneficios \* cuantificación.

**Tabla V Resumen del análisis social del proyecto**

	<b>Beneficios</b>	<b>Cuantificación</b>	<b>Valoración</b>
Sin proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buen nivel de competitividad</li> <li>• Remuneración</li> </ul>	200 profesionales al año, en el Plan piloto	$(Q2000 * 12 \text{ meses} * 200 \text{ profesionales}) / 8 =$ <i>\$600,000.00 anuales</i>
Con proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competitividad excelente</li> <li>• Habilidad</li> <li>• Remuneración</li> </ul>	200 profesionales al año, en el Plan piloto	$(Q6500 * 12 \text{ meses} * 200 \text{ profesionales}) / 8 =$ <i>\$1,950,000.00 anuales</i>

Esto indica que el tener el proyecto en funcionamiento trae beneficios sociales al país como:

- Disminución del numero de empleados y/o subempleados.
- Contar en las empresas con Mano de Obra Calificada Nacional.
- Profesionales con la habilidad de manejar las herramientas modernas para conducir las empresas nacionales y aumentar su productividad.

### 5.3.1. Valor Actual Neto (VAN)

Herramienta que se utiliza para actualizar los beneficios que genera un proyecto para evaluarlo, busca determinar el valor del dinero en el tiempo.

Según el mercado financiero regulado la tasa del 20% es el valor máximo y el 40% el valor no regulado con mayores condiciones de riesgo.

Ingresos anuales = 2(ingresos por semestre + ingresos por curso de vacaciones)

Ingreso por semestre en Dólares = (# alumnos \* Cuota en Quetzales) / 8.

Ingreso por curso de Vacaciones = (600 alumnos \* Cuota en Q) / 8.

Se tomó 600 alumnos para curso de vacaciones, como promedio de los alumnos que se inscriben en los cursos del Plan piloto.

Para el proyecto social se tomó la cuota de Q75.00 (Estudio de Mercado) y para el proyecto privado Q3, 800.00 que es el promedio aproximado de las cuotas establecidas por las empresas que imparten cursos – talleres relacionados con la industria.

En el proyecto a nivel social se considera 2325 alumnos por semestre además de los 600 alumnos de cursos de vacaciones, en el proyecto económico o privado, únicamente se toman 1280 por alumnos por año, pues los cupos de estos talleres son limitados, entonces se estableció tomando en cuenta que se tienen dos salones, se labora 8 horas al día y se puede albergar hasta un máximo de 80 alumnos por salón y su duración es de 10 meses.

Los gastos de operación son mayores, pues los sueldos de los catedráticos, bodegueros, secretaria, conserje y la papelería luz, agua, teléfono, etc., deben ser tomados de los ingresos que genere el laboratorio. Estos gastos ascienden a \$110,000.00 dólares estadounidenses anuales.

En el proyecto privado se debe tomar en cuenta la inversión inicial, los gastos de operación y el terreno. El terreno tiene un valor aproximado de \$250,000.00. El capital para poner en práctica el proyecto proviene de un préstamo de una entidad bancaria, la tasa de interés del préstamo es del 20%, pagadero a 4 años.

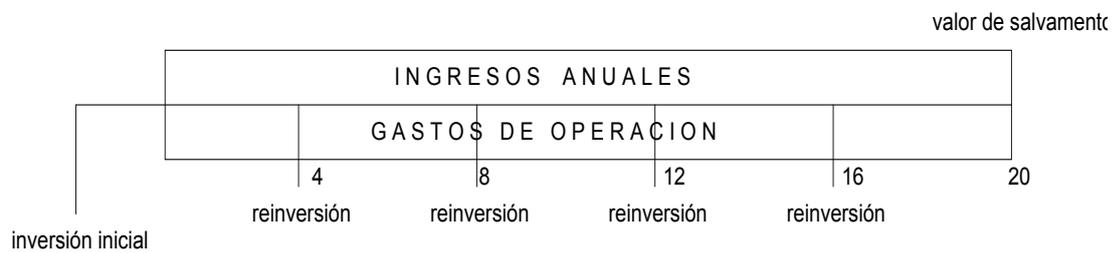
En la tabla V, se presentan los beneficios del proyecto valorizados y en la tabla VI, se muestra el resumen de los valores, con su respectiva tasa de interés y tiempo, utilizados para realizar el análisis económico para los dos puntos de vista del proyecto.

**Tabla VI Resumen de los valores utilizados en el análisis económico.**

<b>Valores</b>	<b>Proyecto social</b>	<b>Proyecto privado</b>
Inversión inicial	\$ 577,579.00	\$ 577,579.00
Gastos operación anual	\$ 26,400.00	\$ 110,000.00
Ingresos anuales	\$ 54,744.00	\$ 950,000.00
Valor del equipo (reinversión)	\$ 242,395.00	\$ 242,395.00
Valor de rescate c/4años	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00
Ingreso – egreso	\$ 28,444.00	\$ 840,000.00
Anualidad pago préstamo (20%,4)	-----	\$ 223,113.00

El VAN se obtiene restando la suma de los flujos desconocidos a la inversión inicial.

**Figura 37. Diagrama de flujo para la evaluación del proyecto Social.**



$VAN (\%) = \text{Diferencia entre ingresos y egresos anuales (P/A, 12\%,20)} - \text{inversión inicial} - \text{sumatoria de inversiones proyectadas a cuatro años (P/F, 12\%,20)}$



Tabla VIII. Flujo de beneficios y costos del proyecto

CONCEPTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	
<b>BENEFICIOS</b>											
Beneficios	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	
Salvamento	-	-	-	25,000	-	-	-	-	25,000	-	
Ingresos	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	
<b>Total</b>	2,004,744	2,004,744	2,004,744	2,029,744	2,029,744	2,004,744	2,004,744	2,004,744	2,029,744	2,004,744	
<b>COSTOS</b>											
Inversión Inicial	(518,309)										
G. Operación	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	
Reinversión	0	0	0	0	(226,911)	0	0	0	(226,911)	0	
<b>Total</b>	(518,309)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(253,311)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(253,311)	(26,400)	
<b>FLUJO DE EFECTIVO</b>	(518,309)	1,978,344	1,978,344	1,978,344	1,776,433	1,978,344	1,978,344	1,978,344	1,776,433	1,978,344	
<b>VANS</b>	187,010,960										
<b>TIRS</b>	287%										
<b>VTRS</b>	50.36%										
<b>CONCEP.</b>	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
<b>BENEFICIOS</b>											
Beneficios	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000	1,950,000
S.	-	25,000	-	-	-	-	25,000	-	-	-	25,000
Ing.	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744	54,744
<b>Total</b>	2,004,744	2,029,744	2,004,744	2,004,744	2,004,744	2,029,744	2,029,744	2,004,744	2,004,744	2,004,744	2,029,744
<b>COSTOS</b>											
I. I.											
G. O.	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)
R.	0	0	0	0	0	(226,911)	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(253,311)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)	(26,400)
<b>F. E.</b>	1,978,344	1,978,344	1,978,344	1,978,344	1,978,344	1,776,433	1,978,344	1,978,344	1,978,344	1,978,344	2,003,344

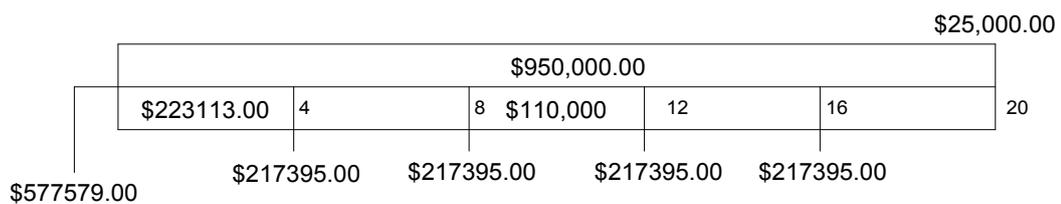
Tasa de descuento social 12%

En la tabla VII, se resumen los valores para obtener los precios sombra para evaluar el proyecto socialmente. En la tabla VIII, aparece el flujo de Beneficios (Pérdidas y Ganancias) y el Valor Actual Neto para el Proyecto evaluado socialmente y privadamente. En la evaluación del proyecto Social se utilizan el precio sombra de la Tabla VII y en la evaluación del Proyecto privado se utiliza precios de Mercado.

Desde el punto de vista Social se puede reflejar el beneficio económico que tiene la implementación del proyecto para el país en general y para el estudiante de Ingeniería en particular porque la población que tendrá acceso es considerablemente alta, a un costo cómodo para ellos y su mayor beneficio se reflejará en el incremento del nivel de competitividad de los egresados de la Facultad de Ingeniería.

### Proyecto Privado

**Figura 38. Diagrama de flujo para la evaluación del proyecto privado**



$$VAN (\%) = [(ingresos - egresos - anualidades (P/A, 20\%, 4)) + (ingresos - egresos) (P/A, 20\%, 16) (P/F, 20\%, 5)] - inversión inicial + salvamento$$

$$VAN (20\%) = 1,596,935 + 1,596,694 - 577,579 + 5362 = \$2,621,412.00$$

Evaluado la implementación de un laboratorio industrial desde el punto de vista del inversionista privado, se generan ganancias anualmente, permite cancelar el préstamo a la entidad bancaria en el tiempo inicialmente considerado y permite ampliar sus servicios, tanto en infraestructura como en equipo.

### 5.3.2. Tasa interna de retorno

Es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero.

Para la evaluación del proyecto social la TIR, es un valor que tiende al infinito. Gráficamente se observa una tendencia de VPN = 0, cuando el valor del interés es muy alto, esto debido a que la inversión inicial es muy alta pero es financiada a través de donaciones y la cuota es muy baja si se compara con la cuota del mercado externo.

La tasa interna de retorno para el proyecto social se encuentra calculada en la tabla VIII.

$$TIR = Tasa\ mínimas + \frac{(Tasa\ máxima - Tasa\ mínimas) * VAN\ mínimo}{Suma\ de\ los\ dos\ VAN} =$$

$$TIR = 89.3\%$$

La tasa interna de retorno, es la tasa de interés más alta que el inversionista podría pagar sin perder dinero.

En este caso todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se produzcan.

La TIR es 89.3% y es mayor que la tasa de interés con la que se evaluó el proyecto, por lo tanto el proyecto si es aceptado por el proyectista.

### **5.3.3. Análisis de beneficio costo**

Se busca evaluar el proyecto a través de los ingresos y los costos, cuando el proyecto es privado se busca que el proyecto sea arriba de la unidad, y cuando el proyecto es social como el que estamos evaluando generalmente queda por debajo de la unidad.

$$B / C = \text{valor presente neto de beneficios} / \text{valor presente neto de costos}$$

Para evaluar la relación beneficio / costo del proyecto social, se utilizaron únicamente los ingresos y los costos anuales de operación que generará la implementación del proyecto, considerando que la inversión inicial será a través de donaciones.

$$B / C \text{ social} = 1950000 / 518309 = 3.76$$

Esta relación justifica el proyecto, es decir que socialmente beneficia a la población estudiantil de la Facultad de Ingeniería al incrementando el nivel de competitividad de sus estudiantes y macroeconómicamente también tiene beneficios para Guatemala, además de permitir en el futuro ampliar laboratorios para otros cursos.

B / C privado = 2621412 / 577,579

B / C = 4.54

El proyecto evaluado privadamente también se acepta, y se aplicó este método para evaluar debido a que es la única opción de carácter privado que se tiene para comparación.

#### 5.3.4. Análisis de sensibilidad

La importancia del análisis de sensibilidad, se manifiesta en el hecho de que los valores de las variables que se han utilizado, para llevar a cabo la evaluación del proyecto pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados.

**Tabla IX. Resumen de VPN para el análisis de Sensibilidad de ambos proyectos. Valuada en Dólares.**

VPN	Núm.		Proyecto Social		Proyecto Privado	
	Años		en \$		en \$	
12 %	4	5	13,966,698.00	14,044,858.00	3,710,858.00	5,811,239.00
18 %	4	5	9,870,955.00	9,926,961.00	3,320,833.00	5,154,939.00
25 %	4	5	7,167,827.00	7,208,996.00	2,951,851.00	4,538,407.00

El análisis se realizó con un solo parámetro de evaluación, el cual demuestra que no necesita realizar estudios más profundos de las variables, y el valor tiempo del dinero indica que errores en el flujo de caja para la evaluación tienen menor influencia que los errores en los períodos más cercanos. Para hacer la evaluación se utilizó, en este caso, 4 y 5 años, esto en

base al promedio de vida útil del equipo, es importante no exceder de este tiempo para que el laboratorio siempre este funcionando.

El proyecto es aceptable, social y económicamente, trayendo beneficios al país y a personas particulares que deseen invertir en él, ya que es un proyecto de educación, y como se menciona anteriormente la mayor parte de estos proyectos son viables desde ambos puntos de vista.



## CONCLUSIONES

1. La construcción del Laboratorio Industrial, es factible, evaluando el proyecto desde los puntos de vista social y privado. En la macroeconomía del país el proyecto contribuye a disminuir el número de desempleados y/o subempleados del país, eleva el nivel de competitividad del egresado y le permite competir en el mercado laboral con profesionales egresados de otras universidades. La inversión privada también es factible, para su evaluación se utilizó préstamo bancario para la obtención del financiamiento.
2. El diseño del laboratorio cuenta con un área propuesta para la construcción de 408m<sup>2</sup>, esta ubicada en un lugar accesible y dentro del complejo de Ingeniería, no afectando el ornato de la USAC, cuenta con dos salones para realizar prácticas con sus respectivas bodegas y equipo para ser utilizado en los cursos contemplados en el Plan piloto.
3. Las propuestas de uso del equipo, del laboratorio y propuestas de prácticas para realizar en los laboratorios, así como propuestas para implementar posteriormente son consideradas en el cuarto capítulo de este documento.
4. Entre las propuestas a implementar posteriormente se considera la utilización de *software* de productividad y economía, en un laboratorio de simulaciones, además de proponer situaciones simuladas en el Plan piloto de la Implementación.

5. Los estudiantes entrevistados consideran, según el 40%, tener un nivel de competitividad bueno pero es necesario elevarlo para estar preparado con las nuevas tendencias en el desarrollo sostenible.
6. El estudiante necesita espacio físico y tecnología para hacer más dinámico su aprendizaje. El proyecto tiene apoyo del estudiantado para que se lleve a ejecución de acuerdo con el estudio de mercado, pues satisface su necesidad, en cuanto a medio ambiente, adquirir habilidades para analizar situaciones de producción y productividad y otras herramientas modernas de la Ingeniería Industrial.
7. La globalización exige al estudiante estar dispuesto a utilizar herramientas modernas relacionadas con el tema, a través de los cursos como parte de su formación profesional e invertir económicamente para conocerlas.
8. El Laboratorio Industrial destinado a Medio Ambiente, favorece al país ya que proporciona datos que contribuyen a la reducción de contaminación del medio ambiente, especialmente en agua y aire, que además de los beneficios del estudiantado, prepara a la Universidad de San Carlos para enfrentar los cambios, según los acuerdos de Puebla Panamá y a cumplir con los objetivos de REDICA (Red Centroamericana de Escuelas de Ingeniería) a la cual pertenece.
9. La implementación del Laboratorio Industrial es fundamental en la formación del Ingeniero Industrial en el área de Medio Ambiente, toda vez que la tendencia al Desarrollo Sostenible es imperante, así como la preservación y conservación de los ecosistemas.

10. A través del Laboratorio Industrial puede desarrollarse Investigación Científica en materia Ambiental, facilitando y aportando elementos de juicio al Estado para que tome medidas a favor de la población.
11. Equipar el laboratorio industrial con cañonera, retroproyector y equipo de computación, ya que es de suma utilidad para contribuir a la formación de los estudiantes, facilitándole al docente tecnología y un lugar adecuado para compartir sus conocimientos teóricos y temas de actualidad.
12. Para la realización de este proyecto no existe impedimento en materia legal, ambiental y administrativa, y se detallan los pasos a seguir para la evaluación y posterior aprobación del proyecto por parte de los responsables de administrar esta casa de estudios superiores.
13. El proyecto es factible de acuerdo a los estudios realizados, se estima una inversión inicial social de \$518,309.00, utilizando precios sombra para su evaluación y de \$577,579.99 para la evaluación privada utilizando precios de mercado. Es necesario contar con cooperación externa y por parte de la Facultad de Ingeniería, para su implementación social.
14. El mantenimiento del laboratorio propone que se realice de acuerdo a un Plan que debe ser elaborado y administrado por el Coordinador del Laboratorio, tomando en cuenta las necesidades del equipo. La conservación del laboratorio y del equipo, es además de responsabilidad de la Facultad de Ingeniería, el Coordinador del Laboratorio y el responsable de cada práctica también del estudiante en general, para ello se hacen propuestas de mantenimiento del lugar y del equipo en buenas condiciones.



## RECOMENDACIONES

1. Implementar el Laboratorio Industrial en la Facultad de Ingeniería lo más pronto posible.
2. Aprovechar el ofrecimiento de la Cooperación Internacional, para hacer realidad el Proyecto, así también el financiamiento del Banco Centroamericano de Integración Económica BCIE, que trabaja con proyectos de la USAC (ver anexo 3, figura 41)
3. Iniciar la etapa de estudio, evaluación y aprobación del proyecto por las autoridades correspondientes para la implementación Laboratorio Industrial para la Facultad de Ingeniería de la USAC, para que en un término no mayor de 6 meses se inicie la construcción del mismo.
4. Promover la creación de un Sistema de vigilancia y Evaluación de la calidad del ambiente a partir de la Implementación del Laboratorio Industrial.
5. Que se motive al estudiante a utilizar el Laboratorio Industrial a través de la entrega de diplomas respaldados por las autoridades de la Escuela Mecánica Industrial.
6. Utilizar el sistema de control de ingresos del área financiera de la Facultad para garantizar la transparencia en el manejo de los recursos que genere el Laboratorio Industrial, como en el caso del SAE-SAP.

7. Crear una dependencia dentro de la Escuela Mecánica Industrial para la administración del Laboratorio Industrial
  
8. Considerar la metodología propuesta en el presente documento, y tomar la opinión de los catedráticos para uso y administración del Laboratorio Industrial.

## BIBLIOGRAFÍA

1. BACA URBINA, Gabriel. **Evaluación de Proyectos**. 3ª. Edición. México. Mc Graw Hill. 1995. 351pp.
2. Consejo Superior Universitario. Actas números 26-81 y 24-97. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
3. D'AMICO, Michael y William Zikmund. **Mercadotecnia**. México. Continental. 680pp.
4. Guía para el Cálculo de los Precios de Cuenta de Eficiencia –Precios Sombra- requeridos en el análisis económico de Proyectos que integran el programa de inversión pública. SEGEPLAN. Guatemala. 1996. 25pp.
5. Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Decreto 325. Congreso de la República. Guatemala.1947. 11pp.
6. Material otorgado por REDICA en el taller de Aplicación del Desarrollo Sostenible en la Adaptación al Cambio Climático, realizado en septiembre de 2002, en la Ciudad de Guatemala.
7. Reglamento de Estudios de Impacto Ambiental. Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Guatemala.

8. Reglamento de la División de Servicios Generales de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 1995. 30pp.
9. SAPAG CHAIN, Nassir y Reinaldo Sapag Chain. **Preparación y Evaluación de Proyectos**. 4<sup>a</sup>. Edición, Chile: Mc Graw Hill. 2000. 460pp.

## ANEXOS

Figura 39. Modelo de Encuesta



### ENCUESTA

**INSTRUCCIONES:** A continuación se le presenta una serie de preguntas, las cuales debe contestar colocando una "X" en la respuesta que así lo considere, de acuerdo con las necesidades que como estudiante posea; con el propósito de mejorar el nivel competitivo de los egresados de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

1. ¿Cómo calificaría el nivel de competitividad de los egresados de la Escuela de Mecánica Industrial?

Deficiente     Regular     Bueno     Muy Bueno     Excelente

2. ¿Cómo cree que se podría mejorar ese nivel de competitividad?

Actualización de contenido Programático     Adquisición de experiencias prácticas y reales  
 Actualización de conocimientos     Cambio de cultura Organizacional  
 Todas las anteriores

3. ¿Cómo cree que se encuentra el nivel de actualización de los Contenidos Programáticos?

Deficiente     Regular     Bueno     Muy Bueno     Excelente

4. ¿Cómo cree que se podría mejorar la competitividad del Estudiante de Ingeniería?

Capacitando a los catedráticos     Capacitando al estudiante  
 Realizando prácticas Reales de Laboratorio     Todos los anteriores

## Continuación

5. ¿Qué considera que sea necesario para adquirir experiencias prácticas y reales?

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Tecnología | <input type="checkbox"/> Recurso humano especializado |
| <input type="checkbox"/> Todas      | <input type="checkbox"/> Instalaciones                |

6. ¿En qué lugar, cree que dichas actividades se deban realizar?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Zona 1                                | <input type="checkbox"/> Campus central USAC |
| <input type="checkbox"/> Complejo deportivo los arcos, zona 13 |  |

¿Porque? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. ¿Estaría de acuerdo en invertir económicamente en elementos que nos ayude a mejorar nuestra competitividad?

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO |
|-----------------------------|-----------------------------|

8. ¿Cuánto estaría de acuerdo a invertir por actividad?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Q25.00 - Q50.00   | <input type="checkbox"/> Q51.00 - Q75.00 |
| <input type="checkbox"/> Q 76.00 - Q100.00 | <input type="checkbox"/> Más de Q100.00  |

## Anexo 2

### Especificaciones técnicas para la construcción

Como se indica en los planos y conforme a las especificaciones técnicas de la obra y los planos elaborados por un profesional de la construcción. Se deberá presentar la memoria de cálculo de estructura, agua potable, drenajes y electricidad; se pondrá mucha atención, al recibir y aceptar el proyecto en todos los acabados, por lo que todos los materiales a utilizarse en las diferentes etapas de la obra, deberán ser de primera calidad y características como las que se especifican a continuación:

#### 1. CONCRETO

##### 1.1. Criterios de diseño

##### 1.1.1. Reglamentos y códigos

1.1.1.1. Acero de Refuerzo AISI-80,

1.1.1.2. Concreto ACI-95,

1.1.1.3. Cargas: Gravitacionales y Sismo UBC-97;  
Norma propuesta de Asociación Guatemalteca de  
Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES)

##### 1.1.2. Esfuerzo de diseño de los materiales

1.1.2.1. Esfuerzo de compresión del concreto ( $f_c$ ) 210  
Kg. / $cm^2$ , 1.1.2.2. Esfuerzo a la cadencia en el acero  
de refuerzo ( $f_y$ ) 2810 Kg. / $cm^2$ .

1.1.3. Además de las especificaciones contenidas en los planos, se deberá cumplir con todos los códigos citados arriba para cualquier trabajo de estructuras.

## 1.2. Calidad de los materiales

- 1.2.1. Cemento: Pórtland tipo I PM, en sacos de 42.5 Kg. Deberá ser fresco, de reciente producción y cumplir con la norma ASTM C150 y sección 3.2. del ACI 318-95. Se desechará el cemento que haya formado gránulos por hidratación.
- 1.2.2. Agregado fino: Arena de río limpia, libre de materia orgánica, raíces, arcilla, etc; su granulometría deberá ser proporcionalmente distribuida según curvas recomendadas.
- 1.2.3. Agregado grueso: Grava basáltica o andesítica triturada o pedrín de piedra caliza triturada. Granulometría proporcionalmente uniforme y no superior a 1/5" de la separación menor entre los lados de la formaleta ni a 3/4" del espaciamiento mínimo libre entre las varillas o alambres individuales de refuerzo. Estas limitaciones se pueden omitir si, a juicio del supervisor, la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se pueda colocar sin la formación de vacíos o cavidades en forma de ratoneras.
- 1.2.4. Tamaño del agregado grueso: Para Sillares y pines de muros = 3/8".
- 1.2.5. Agua: Deberá ser limpia, libre de sales, ácidos y otras impurezas que puedan reaccionar o debilitar la resistencia del concreto.

## 1.3. Dosificación del concreto hecho en obra:

- 1.3.1. Todo concreto se deberá hacer mediante bolsas predosificadas del mismo, sin importar el fabricante, ya que no se permitirá el continuo acarreo de materiales por las gradas (del primer al segundo nivel) Sin embargo, previa autorización de la supervisión o por un caso de emergencia se tomarán en cuenta las siguientes especificaciones.

- 1.3.2. Concreto de 3,000 psi ( $F'c=210 \text{ Kg./cm}^2$ ) Relación volumétrica 1:2:3 (cemento: arena de río: piedrín)
  - 1.3.3. Concreto de 2,000 Psi. 7 sacos de cemento Pórtland I PM x  $0.70 \text{ m}^3$  de arena de río cernida y  $0.65 \text{ m}^3$  de piedrín (3/4" ó 3/8" según aplicación)
  - 1.3.4. La dosificación de cemento, arena y piedrín para el concreto hecho en obra, se hará mediante parihuelas.
  - 1.3.5. En la preparación del concreto de cemento Pórtland se deberá satisfacer el capítulo 5, "Calidad del Concreto" del código ACI mas reciente (ACI 318-95)
- 1.4. Relación agua / cemento máxima permisible
- 1.4.1. Concreto 3,000 Psi. Para losas, soleras, columnas, cimientos, pilotes y otros: 0.60 (25.50 litros / saco de cemento) Slump máximo 4".
  - 1.4.2. Concreto 2,000 Psi. Para pisos y patios: 0.65 (27.60 litros / saco de cemento) Slump máximo de 4" a 6".
- 1.5. Mezclado
- 1.5.1. El concreto para vigas y losas será premezclado de Mixto Listo. El utilizado para columnas aisladas será también premezclado o mezclado en mezcladora de 1 ó 2 sacos de capacidad. El concreto para soleras, columnas en pared, pisos, bases de pisos, dinteles, sillares y mochetas podrá ser mezclado a mano.
- 1.6. Colocación y vibrado de concreto
- 1.6.1. Deberá Tener la consistencia necesaria para facilitar su correcta colocación y compactación en función de las características de las estructuras y de la forma de compactación.

- 1.6.2. La colocación y compactado de concreto para soleras, pines, columnas en pared, sillares y pisos podrá hacerse por medios manuales, pero con resultados óptimos. Para vigas, losas y columnas aisladas deberán utilizarse vibradores para lograr un adecuado acondicionamiento del concreto y evitar ratoneras.
- 1.6.3. Para facilitar la colocación del concreto dentro de los moldes o formaletas no debe permitirse el uso de agregados que contengan iones de cloruro.

#### 1.7. Curado

- 1.7.1. El curado del concreto de losas planas se podrá hacer con membrana de curado o con pileta de agua por un periodo mínimo de 7 días. Si se utiliza membrana de curado, esta preferiblemente deberá ser de tipo que no produzca adherencias y el constructor no deberá permitir trabajos sobre esas áreas hasta que el paso peatonal o de equipo no afecte la membrana o el procedimiento de curado. Si se usara membrana de curado que causare dificultades de adherencia, se deberá cepillar adecuadamente la superficie tratada, para garantizar la completa adherencia de mezclas o enlucidos.
- 1.7.2. El curado de soleras, sillares y columnas se hará por rociado continuo con agua por un mínimo de tres días, o bien con membrana curadora preferiblemente que no provoque problemas de adherencia para acabados.
- 1.7.3. El curado de pisos se hará por rociado con agua, o arena húmeda y/o saturada o con membrana curadora.

## 1.8. Encofrado y desencofrado

- 1.8.1. Se Deberá prestar especial cuidado a la correcta colocación dentro del formaleteado de todos los insertos, de anclaje y otros elementos que deberán quedar dentro del concreto. Estos elementos deberán estar asegurados en su posición de manera que no se desplacen durante el proceso de fundición. Las formaletas, previo a la colocación de las armaduras deberán encontrarse libres de partículas diversas, para lo cual serán limpiadas y tratadas con un desencofrante.
- 1.8.2. El encofrado se hará con formaleta metálica o con madera de pino rústica, sana, uniforme y limpia de cualquier sustancia que pueda afectar el concreto a fundir. Las dimensiones, secciones y apuntalamiento de la madera deberán ser apropiadas para evitar deflexiones, deformaciones o desplazamientos del encofrado.
- 1.8.3. Los plazos mínimos de remoción de las formaletas y elementos de sostén se regirán por los siguientes tiempos:
  - 1.8.3.1. Costados de columnas y vigas en 3 días.
  - 1.8.3.2. Fondo de vigas hasta 5.00 m. de luz en 14 días.
  - 1.8.3.3. Fondo de vigas mayores de 5.00 m. de luz en 1 día por cada metro de exceso; independientemente de los plazos mínimos indicados, en los fondos de vigas, se deberán dejar puntales intermedios todo el tiempo que las tareas de obra lo permitan. En todo caso el ensayo de compresión del cilindro correspondiente será decisivo.
- 1.8.4. El desencofrado de columnas y faldones de sillares, soleras, así como faldones de losas, se efectuara no antes de transcurridas 24 horas después de la fundición.

1.8.5. El desencofado y desentramado de losas no podrá efectuarse sino hasta transcurridos un mínimo de 14 días desde que se termine la fundición.

## **2. ACERO DE REFUERZO**

- 2.1. Grado 40 ( $f_y=2,800 \text{ Kg. /cm}^2$ ) y deberá cumplir con la norma para varillas corrugadas de acero de lingote ASTM 615, para refuerzo principal y bastones de losas y vigas. Grado y medida comercial para muros, estribos, eslabones y otros elementos. Cuando los planos especifiquen diferente, se seguirán las indicaciones de los planos.
- 2.2. Las varillas principales de refuerzo para pines, soleras, vigas, columnas y sillares serán corrugadas de los diámetros que se indican en los planos y en estas especificaciones.
- 2.3. En vigas y columnas no deberán hacerse empalmes en una distancia de  $2d$  (dos veces el peralte efectivo) a partir del rostro de la columna o viga.
- 2.4. La malla de refuerzo de losas será corrugada y electrosoldada del tipo que se indica en los planos y en las especificaciones del fabricante.
- 2.5. La separación mínima entre las barras rectas individuales paralelas de la armadura, fuera de una zona de empalme, en general debe ser como mínimo 2.5 cm. Y no menor que el diámetro de la barra y el tamaño máximo del agregado grueso.
- 2.6. Los estribos en columnas y vigas se harán de una sola pieza y cerrados los extremos, se harán con un gancho estándar de  $135^\circ$  con una extensión de seis veces el diámetro del estribo, pero no menor que 8 cm. Las grapas complementarias deberán enlazar a una varilla longitudinal de la periferia, se harán con ganchos estándar de  $135^\circ$

con una extensión no menor de 8 cm. Todos los dobleces se harán en frío y de acuerdo al ACI 318-95. El tamaño mínimo de estribos en vigas y columnas será de  $\varnothing 3/8"$ .

- 2.7. Las barras de acero utilizadas en la construcción de estructuras de concreto armado cumplirán los requisitos establecidos en código ACI, sección 3.5. (318-95)
- 2.8. El acero será de calidad ASTM A615 con un límite de fluencia característico (convencional)  $f_y=2,810 \text{ Kg. /cm}^2$  de conformación superficial corrugada. Debe observarse que las barras a emplear presenten su superficie libre de corrosión, grietas, sopladuras o cualquier otro defecto que pueda afectar desfavorablemente sus características mecánicas.
- 2.9. Colocación de las armaduras
  - 2.9.1. Antes del empleo, las armaduras se limpiarán cuidadosamente para que se encuentren libres de polvo, barro escamas de herrumbre sueltas, grasas, aceites, pintura y toda sustancia capaz de reducir la adherencia con el concreto.
  - 2.9.2. Para sostener o separar las armaduras en los lugares correspondientes se emplearán soportes o espaciadores metálicos y ataduras metálicas. Así como tacos de concreto como separadores, espaciadores, et. No podrán emplearse trozos de ladrillo y partículas de agregados.
  - 2.9.3. Todos los cruces de barras deberán atarse o asegurarse en forma adecuada, se cuidará especialmente que todas las armaduras y sus ataduras de alambre queden protegidas mediante los recubrimientos mínimos de concreto.

### **3. CAL HIDRATADA**

- 3.1. Toda la cal hidratada para mezclas de repellos, cernidos, blanqueados, mezclones, granceados, etc.; así como para la sabieta del levantado (si fuere el caso) será de la marca Horcalsa en sacos de 25 Kg.
- 3.2. Deberá ser reciente producción y se desechara aquella cal que hubiera perdido sus propiedades.

### **4. LEVANTADOS DE MUROS**

- 4.1. El Levantado de paredes será con block liviano de concreto de 14 x 19 x 39 cm. De resistencia de 35 a 50 Kg. x cm<sup>2</sup> y de block liviano de pómez de 9 x 19 x 39 cm. Los que se indiquen como muros tabiques en planos. Todo el block será saturado de agua previo a su colocación para garantizar su buena unión. El levantado deberá ser hecho totalmente a plomo y cualquier desplome no deberá exceder 2 mm.
- 4.2. El anclaje de pines para tabiques se hará hasta el fondo de la vigueta o bien podrán anclarse a través de un perno tipo Hilti, sistema hembra-macho. Dicho perno deberá ubicarse en una vigueta.
- 4.3. La hilada típica será de 20 cm. Incluyendo la sisa de 1 cm. Se utilizara un total de 13 hiladas (2.60 m.) En todo caso, la altura final típica de piso a cielo será de 2.60 m.
- 4.4. La sabieta a utilizar para unir los block se hará únicamente por medio de mezcla predosificada (Rapimezcla o Mixto Listo), al igual que para el concreto, no se permitirá el acarreo de material

- 4.5. suelto para hacer mortero alguno. Columnas, soleras mochetas y dinteles deberán fundirse sin exceder el ancho de las paredes, permitiendo así la aplicación correcta de los acabados.
- 4.6. Las paredes irán reforzadas conforme se indica en los planos, horizontalmente por medio de una solera intermedia, block "U", con dos varillas  $\varnothing 3/8$ " corridas mas eslabones  $\varnothing 1/4$ " @ 15 cm. Y solera de remate o viga 4 (debe verse en el plano de Armado de Losa)
- 4.7. El acabado de paredes interiores y exteriores será con repello basándose en bolsas predosificadas y texturizado plástico (tipo cernido vertical fino) basándose en polvo de mármol, resina y pintura integral color amarillo.
- 4.8. La fundición de pines se hará durante el trabajo de levantado de paredes, a cada 3 hiladas como máximo.

## **5. LOSA**

- 5.1. El concreto será de 3,000 Psi.
- 5.2. Se construirá de losa prefabricada; de vigueta y bovedilla, según planos (el ejecutor se encargara de entregar los planos necesarios al fabricante para que este lo diseñe y cuantifique) con electromalla de temperatura 6 x 6 9/9 y fundición de concreto de 5 cm. como mínimo. En donde se indique llevara rigidizantes de acero de alta resistencia 6.2 mm. Y eslabones de 4.5 mm. a cada 30 cm.

## **6. AGUA POTABLE**

- 6.1. Se construirá una red en circuito cerrado de agua fría con tubería  $\varnothing 3/4$ " de PVC de 250 Psi. certificada, y tubería  $\varnothing 1/2$ " de PVC de 315 Psi. certificada y accesorios de PVC de igual calidad en  $\varnothing 3/4$ " y  $1/2$ ". La red de agua caliente se hará en tubería CPVC de  $\varnothing 1/2$ ". Todo según planos. Las llaves deberán ser de fabricación americana, europea o centroamericana.

6.2. La instalación de agua potable se probará con bomba a una presión de 100 Psi. sin artefactos y 50 Psi. con artefactos. Se aceptará una baja de 5 Psi. en la lectura del manómetro de la bomba sin artefactos, por un mínimo de dos horas.

## **7. DRENAJES**

- 7.1. Se construirán sistemas separativos de aguas servidas y pluviales: cada una desfogará en su respectiva acometida existente.
- 7.2. Se utilizara tubería certificada PVC de 125 Psi. mínimo, color blanco o gris, con accesorios PVC de igual calidad.
- 7.3. El sistema de drenaje se probara en sistema de esorrentía.
- 7.4. Las bajadas de agua pluvial serán de Ø 4" según indicación de planos. Se usara tubería PVC de bajada de agua pluvial (color naranja)

## **8. ELECTRICIDAD**

- 8.1. Sistema separativo (fuerza e iluminación) Los flipones serán de 1 x 20 amps. en 110 v.
- 8.2. La tubería será de poliducto Ø ¾" y el alambrado calibre No. 12 AWG para el conductor vivo y neutro, y el retorno en alambre calibre No. 14 AWG. En cada cambio de dirección se usaran vueltas y en las uniones con cajas rectangulares y octogonales; estas serán metálicas tipo liviano de 2" x 4", se usara conectores atornillados; Las placas y accesorios serán marca B Ticino.
- 8.3. Todo el alambrado deberá colocarse previo a efectuar las fundiciones de concreto, en las cuales vayan colocadas las tuberías para evitar problemas de estrangulamiento de tubería.
- 8.4. Cada ambiente tendrá tomacorrientes dobles, de acuerdo a las necesidades y se indicarán en planos (planta amueblada), no se incluirán tomacorrientes en los s.s.

- 8.5. Cada ambiente tendrá 1 salida de teléfono como mínimo (esto debe indicarse en la planta de instalaciones eléctricas-fuerza)
- 8.6. En cada bodega (salón y laboratorio) se colocara lámpara con difusor de 4 tubos fluorescente, en los ambientes tanto del Salón de Conferencias como en el Laboratorio grandes se colocaran como mínimo 3 tubos (esto debe hacerse ver en la planta de instalaciones eléctricas –iluminación)
- 8.7. En el Vestíbulo o área de Recepción se colocaran lámparas con difusor de 2 tubos fluorescentes las cuales contarán con 2 interruptores, uno en cada módulo de gradas; en lo s.s. se colocara dos lámparas con difusor de 2 tubos fluorescentes en cada uno, en el Salón de Conferencias en el área de escenario se colocaran 6 reflectores.

## **9. ENLUCIDOS**

- 9.1. Repello de paredes y cielos
  - 9.1.1. Se harán únicamente por medio de mezclas predosificadas (RapiMezcla o Mixto Listo)
  - 9.1.2. Las paredes deberán estar debidamente húmedas y con las columnas, mochetas y soleras debidamente picadas, para la mejor adherencia del repello, el cual deberá ser curado con rociado de agua. No se aceptaran repellos fuera de plomo así como mochetas y dinteles fuera de escuadra.
- 9.2. Texturizado
  - 9.2.1. El texturizado de paredes interiores será cernido vertical fino, color amarillo (el mismo usado en el 1er. Nivel)
  - 9.2.2. El texturizado será fabricado basándose en polvo de mármol, resina y pintura integral.
- 9.3. Cenefa
  - 9.3.1. El remate de la losa se hará con una cenefa cuyo acabado será blanqueado, debe llevar gota resaltada.

9.3.2. En voladizos el acabado inferior será cernido remolineado de arena blanca.

9.3.3. No se aceptaran cenefas con rebabas y/o filos que tengan desportilladuras o malos acabados.

#### 9.4. Sillares

9.4.1. Los sillares de ventanas se construirán de concreto reforzado y su acabado será pintado en el exterior, sobre cernido gris y alisado con pasta de texturizado en el interior.

9.4.2. Los sillares se construirán con las dimensiones y los niveles que se indican en los planos, para garantizar que la modulación de las paletas de las ventanas permita una eficiente operación de las mismas.

9.4.3. Todos los sillares llevaran su respectiva gota embebida y batiente.

9.4.4. No se aceptaran sillares con rebabas, con desportilladuras y malos acabados.

9.4.5. Las luces que queden expuestas entre marcos de ventanas y muros, se estucaran por dentro y por fuera para cubrirlos en su totalidad.

#### 9.5. Azulejos

9.5.1. Todo el azulejo será de calidad de importación (español o italiano)

9.5.2. Todo el azulejo deberá ser apropiadamente saturado con agua previo a su colocación (24 horas mínimo); La pega se hará con pasta de cemento y porcelana blanca, con sisa cerrada (3 mm. como máximo)

9.5.3. En todos s.s. el azulejo ira colocado a 1.10 m. de altura.

### **10. PISO CERÁMICO**

10.1. El piso al igual que el azulejo será de calidad de importación (español o italiano); deberá ser obligatoriamente de 0.45 x 0.45 m.

10.2. El piso será colocado sobre una base de material selecto compactada en 10 cm. de espesor, luego una capa de concreto de 3.5. cm. y resistencia de 2,000 Psi. y una capa de 1 cm. de sabieta para pegar el piso.

- 10.3. Si la losa de entrepiso hubiere sido curado con membrana que diese problema de adherencia, el constructor deberá picar, limpiar y cepillar la losa para evitar problemas de no adherencia.
- 10.4. La colocación del piso se hará con una sabieta a base de cemento y arena en proporción 1:3, con material especial para estuque final de cerámica (Boquillex de color a escoger por el contratante)
- 10.5. El corte de piso para remates interiores deberá hacerse a máquina, los remates exteriores de piso deberán hacerse con el mismo piso cerámico. No deberán existir pisos desportillados, rayados ni mal colocados; la sisa entre baldosas será de un ancho no mayor de 3mm.

## **11. VENTANAS**

- 11.1. Todas las ventanas serán de aluminio anodizado de primera color café y vidrio color claro.

## **12. PUERTAS**

- 12.1. Las puertas interiores serán de fibra de madera Craft Master color blanco, serie Cremona con chapa Kwikset Polo 400 en color dorado americano. Todas las puertas llevaran marcos de madera lignum tratada y un sobremarco de 3" de ancho de la misma madera, acabadas en color blanco semi- mate.

## **13. ARTEFACTOS SANITARIOS**

### **13.1. Sanitarios**

- 13.1.1. Color vino tinto, marca Incesa Standard modelo 552 en todos los baños; todos llevaran sus respectivas contrallaves, chapetas, tubos de abasto, siendo todos los accesorios cromados. Deben instalarse nivelados, centrados, con brida y sello de cera, con todas sus partes correctamente ajustadas.
- 13.1.2. El estuque de su asentamiento en el piso y el de su conexión al tubo de abasto deben ser estéticos (sin rebabas ni malos acabados)

## 13.2. Lavamanos

13.2.1. Color vino tinto, marca Incesa Standard modelo 402 D en todos los baños con sus respectivas contrallaves, chapetas, sifones, tubos de abasto, siendo todos los accesorios cromados. Deben instalarse nivelados, centrados, con todas sus partes correctamente ajustadas a 0.90 m. sobre N.P.T.

13.2.2. Los estuques de conexión al tubo de abasto y del sifón de drenaje deben ser estéticos.

## 13.3. Grifería

13.3.1. Toda la grifería será marca Briggs Americana, de acabado cromado serie 400 para lavamanos.

## 14. GRADAS

14.1. Los pasamanos consistirán en un levantado con block de 10 cm. a una altura de 1.10 m, tubo redondo y acabados con el mismo granceado fino de contrahuellas. Todo esto en el mismo color amarillo.

14.2. Se seguirán las instrucciones específicas indicadas en el plano de gradas elaborado.

**Figura 40. Actividades a realizar para la construcción del espacio físico del Laboratorio Industrial**

ACTIVIDAD	Mes 1 Se tomaron 30 días calendario	Mes 2 Se tomaron 30 días calendario	Mes 3 Se tomaron 30 días calendario
<b>Construcción Estructuras (43 días)</b>			
Columnas			
Formaleta de Columnas	████████████████████	██████████	
Vigas			
Formaleta de Losa y Vigas			
Losa			
<b>Levantados y Gradas (34 días)</b>			
Anclaje de refuerzo de muros			
Muros 2do. Nivel		████████████████	████████████████
Acabado de Vanos			
<b>Acabados (63 días)</b>			
Repello de Muros			
Cernido			
Cernido y repello de Cielos			██████████
Bases de Piso			
Piso cerámico			
Azulejos			
Tallar cenefas			
<b>Instalaciones (27 días)</b>			
Instalaciones			
<b>Varios (43 días)</b>			
Puertas			
Ventanas			
Texturizado			
Accesorios			

ACTIVIDAD	Mes 4 Se tomaron 30 días calendario	Mes 5 Se tomaron 30 días calendario	Mes 6 Se tomaron 30 días calendario
<b>Construcción Estructuras (43 días)</b>			
Columnas			
Formaleta de Columnas			
Vigas			
Formaleta de Losa y Vigas			
Losa			
<b>Levantados y Gradas (34 días)</b>			
Anclaje de refuerzo de muros			
Muros 2do. Nivel			
Acabado de Vanos			
<b>Acabados (63 días)</b>			
Repello de Muros			
Cernido			
Cernido y repello de Cielos		████████████████	
Bases de Piso			
Piso cerámico	████████████████		
Azulejos			
Tallar cenefas			
<b>Instalaciones (27 días)</b>			
Instalaciones			
<b>Varios (43 días)</b>			
Puertas		████████████████	████████████████
Ventanas			
Texturizado			
Accesorios			██████████

## Continuación

¹ACTIVIDAD	Mes 7 Se tomaron 30 días calendario
<b>Construcción</b> <b>Estructuras (43 días)</b> Columnas Formaleta de Columnas Vigas Formaleta de Losa y Vigas Losa <b>Levantados y Gradas (34 días)</b> Anclaje de refuerzo de muros Muros 2do. Nivel Acabado de Vanos <b>Acabados (63 días)</b> Repello de Muros Cernido Cernido y repello de Cielos Bases de Piso Piso cerámico Azulejos Tallar cenefas <b>Instalaciones (27 días)</b> Instalaciones <b>Varios (43 días)</b> Puertas Ventanas Texturizado Accesorios	

¹ El responsable de la ejecución será la DIGA,

## Anexo 3

Figura 41. Información del Banco Centro Americano de Integración Económica

	<b>UNIDAD EJECUTORA USAC/BCIE</b> UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA BANCO CENTROAMERICANO DE INTEGRACION ECONOMICA	
---	---	---

**GUIA DE INFORMACION MINIMA REQUERIDA PARA EL ANALISIS DE SOLICITUD PARA EL FINANCIAMIENTO DE PROYECTOS DE EDUCACION**

**I. RESUMEN DEL PROYECTO**

**A. Del solicitante**

1.1. Nombre del solicitante, con una breve indicación de sus objetivos y funciones.

**B. Del proyecto**

1.2. Objetivos principales y prioridad  
1.3. Justificación  
1.4. Ubicación  
1.5. Descripción de las principales características físicas  
1.6. Descripción de la zona de influencia  
1.7. Principales consideraciones ambientales

**II. ASPECTOS GENERALES DEL SOLICITANTE**

2.1. Nombre del proyecto  
Costos de la inversión  
Características principales  
Fecha de inicio del proyecto

**III. DEMANDA DEL PROYECTO**

3.1. Grado de desarrollo del sector educación en el país y en la zona de influencia en los niveles correspondientes:

---

EDIFICIO RECURSOS EDUCATIVOS, 1er. PISO  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12  
TELEFAX: 476-9841 - 476-9937

## Continuación

	<b>UNIDAD EJECUTORA USAC/BCIE</b> UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA BANCO CENTROAMERICANO DE INTEGRACION ECONOMICA	
<hr/> <hr/>		
3.1.1	Deficiencia en la cobertura de la educación en el país.	
3.1.2	Deficiencia en la cobertura de la educación en la zona de influencia y comunidad.	
3.1.3	Ventajas comparativas del proyecto.	
3.1.4	Situación de la educación; dar los principales indicadores relacionados con la cobertura, escolaridad, deserción, etc., en los niveles correspondientes.	
3.2	<u>Demanda Histórica de los Servicios de Educación en SU (por lo menos 5 años):</u>	
3.3	<u>Estimación de la Demanda de Servicios de Educación y Capacitación (para los próximos 5 años):</u>	
3.4	<u>El proyecto propuesto:</u>  Presentar un detalle de las diferentes alternativas establecidas. Criterios técnicos, económicos y financieros en que se fundamenta la escogencia del proyecto.	
3.5	<u>Zona de influencia del proyecto:</u>  Determinar el área, comunidad y población en que el proyecto hará sentir su influencia en forma directa.	
<b>IV.</b>	<b><u>CARACTERISTICAS FISICAS Y EJECUCION DEL PROYECTO</u></b>	
4.1	<u>Objetivos</u>  Presentar los principales objetivos del proyecto, señalando las metas específicas que se desean alcanzar.	
<hr/>		
<small>EDIFICIO RECURSOS EDUCATIVOS, 1er. PISO CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12 TELEFAX: 476-9841 - 476-9937</small>		

Continuación



## UNIDAD EJECUTORA USAC/BCIE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
BANCO CENTROAMERICANO DE INTEGRACION ECONOMICA



### 4.2 Descripción técnica y conformación general del proyecto

Presentar una reseña del proyecto propuesto y descripción detallada de cada uno de los componentes (construcción de obras física, equipamiento, formación de personal, etc.).

### 4.3 Participación de la población meta

En cada componente se debe indicar la forma y grado de participación de la población meta.

## V. ASPECTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

Indicar el impacto de las obras y servicios resultantes del proyecto sobre el medio ambiente y las medidas necesarias para controlar y reducir efectos negativos.

### 5.1 Principales efectos

Identificación de los principales efectos sobre el ambiente, en el área de influencia del proyecto.

### 5.2 Medidas y regulaciones

Medidas y regulaciones que se aplicarán para prevenir o minimizar los posibles efectos nocivos de las estructuras, instalaciones y procesos empleados en la ejecución y operación del proyecto.

5.3 REWESO CULTURAL COMO PARTE DEL MEDIO AMBIENTE.

5.4 LEGISLACION AMBIENTAL.

5.5 EN. DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LOS REC. NATURALES Y CULTURALES.

5.6 MED. DE MITIGACION.

RMG/perla

EDIFICIO RECURSOS EDUCATIVOS, 1er. PISO  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12  
TELEFAX: 476-9841 - 476-9937

Continuación

**VISITA A UNIDADES ACADEMICAS  
COMISION PROYECTO BCIE II**

1 UNIDAD ACADEMICA:

2 FECHA:

3 AUTORIDADES PRESENTES:

-
-
-

4 MIEMBRO DE LA COMISION QUE EFECTUA LA VISITA:

5 ASUNTO TRATADO: " EXPOSICION DE ALCANCES Y LIMITACIONES, SEGUNDO PROYECTO BCIE "

6 IDEAS DE PROYECTOS QUE LA UNIDAD ACADEMICA TIENE DEFINIDOS PARA SU POSTERIOR PRIORIZACION:

-
-
-
-
-
-

7 COMPROMISO DE PRESENTAR LA FUNDAMENTACION Y PERFILES DE LA IDEAS DE PROYECTOS. FECHA \_\_\_\_\_ DIRIGIDO AL ARQ. RAFAEL MENDEZ COORDINADOR COMISION UNIDAD EJECUTORA USAC/BCIE.

8 PERSONA ENLACE (RESPONSABLE DEL SEGUIMIENTO POR PARTE DE LA UNIDAD ACADEMICA) \_\_\_\_\_

TELEFONO: \_\_\_\_\_ HORARIO: \_\_\_\_\_ OFICINA: \_\_\_\_\_

FIRMAS: \_\_\_\_\_ (nombre) \_\_\_\_\_ (nombre)

\_\_\_\_\_ (nombre) \_\_\_\_\_ (nombre)

Continuación

2da. ETAPA PRESTAMO USAC/BCIE  
FICHA RESUMEN

1. DEPENDENCIA :

2. NOMBRE DEL PROYECTO :

3. TIPO PROYECTO:  
Ampliación:  Reparación:  Nueva Construcción:  Equipo:

4. DESCRIPCION :

5. COSTO ESTIMADO DEL PROYECTO:

6. RELACION CON OTROS PROYECTOS EN ESTUDIO, EJECUCION O TERMINADOS:  

1.	Inversión:
2.	Inversión:

7. TERRENO :  
Propiedad USAC:  Particular:  En usufructo:

8. ALUMNOS BENEFICIADOS/AÑO:

9. INFORMACION ADICIONAL:

10. REQUERIMIENTOS PARA SU EJECUCION :  
Anteproyectos :  Desarrollo del Proyecto :   
Monto estimado de la planificación:



Anexo 4

Tabla X. Escalas de sueldos de la USAC

PUESTO ANTERIOR		PUESTO NUEVO		SUELDO BASE (011, 022, etc)	PROMO- CION #	DIF. (10%) sobre puesto anterior	D. Escalaf. acum. (#17)	CIV/DIM 01/01/2003 (base + D.Escalaf)
CODIGO	NOMBRE	CODIGO	NOMBRE					
210210	Prof. Preñular	210111	TITULAR I	767.00	0	-	-	767.00
210110	TITULAR I	210121	TITULAR II	844.00	1	77.00	-	844.00
210120	TITULAR II	210131	TITULAR III	928.00	2	84.00	-	928.00
210130	TITULAR III	210141	TITULAR IV	1,021.00	3	93.00	-	1,021.00
210140	TITULAR IV	210151	TITULAR V	1,123.00	4	102.00	-	1,123.00
210150	TITULAR V	210161	TITULAR VI	1,235.00	5	112.00	-	1,235.00
210160	TITULAR VI	210166	TITULAR VII	1,359.00	6	124.00	-	1,359.00
210170	TITULAR VII	210170	TITULAR VIII	1,359.00	7	136.00	136.00	1,495.00
210180	TITULAR VIII	210175	TITULAR IX	1,359.00	8	150.00	286.00	1,645.00
210180	TITULAR IX	210180	TITULAR X	1,359.00	9	165.00	451.00	1,810.00

CODIGO	NOMBRE DEL PUESTO	CUOTA H/DIM INT.A PARTIR DEL 1/7/97	CUOTA H/DIM/ INTEG A PARTIR DEL 1/7/98	CUOTA H/DIM/ Inte- grada a partir del 1/1/98	CUOTA H/DIM/ Integ. al 01/01/2001	CUOTA H/DIM/ Inte- grada a partir del 01/01/2003
210310	AYUD CAT I	335.00	363.00	400.00	440.00	477.00
210320	AYUD CAT II	358.00	388.00	427.00	470.00	510.00
210330	PROF TECNICO	335.00	363.00	400.00	440.00	477.00
210340	PROF AUXILIAR	379.00	411.00	453.00	499.00	541.00
210360	PROF TEC ESPECIALIZADO (a partir del 7/5/97)	379.00	411.00	453.00	499.00	541.00
30404	PROF. EXTRAORD. (desparecidos)	0.00	584.00	643.00	0.00	0.00
210220	PROFESOR INTERINO	0.00	0.00	643.00	708.00	767.00
210230	PROFESOR VISITANTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
999994	FUERA DE CARRERA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Guatemala, enero 2003

Continuación

Escaleras de sueldos del personal administrativo y de servicios, a partir del 1o. De enero 2003

No. orden	ESCALAS APROBADAS CON VIGENCIA AL 1/1/2001			ESCALAS APROBADAS CON VIGENCIA AL 1/1/2003		
	ch/d/m mínima integrada	ch/d/m máxima integrada	Rango para calcular el escalafón	ch/d/m mínima integrada	ch/d/m máxima integrada	Rango para calcular el escalafón
1	273.00	298.00	25.00	296.00	321.00	25.00
2	278.00	303.00	25.00	302.00	327.00	25.00
3	286.00	312.00	26.00	310.00	336.00	26.00
4	291.00	317.00	26.00	316.00	342.00	26.00
5	297.00	324.00	27.00	322.00	349.00	27.00
6	314.00	343.00	29.00	341.00	370.00	29.00
7	330.00	360.00	30.00	358.00	388.00	30.00
8	341.00	372.00	31.00	370.00	401.00	31.00
9	347.00	379.00	32.00	376.00	408.00	32.00
10	363.00	396.00	33.00	394.00	427.00	33.00
11	385.00	420.00	35.00	418.00	453.00	35.00
12	396.00	432.00	36.00	429.00	465.00	36.00
13	407.00	444.00	37.00	441.00	478.00	37.00
14	424.00	463.00	39.00	460.00	499.00	39.00
15	429.00	468.00	39.00	465.00	504.00	39.00
16	442.00	482.00	40.00	479.00	519.00	40.00
17	462.00	504.00	42.00	501.00	543.00	42.00
18	495.00	540.00	45.00	537.00	582.00	45.00
19	534.00	583.00	49.00	579.00	628.00	49.00
20	605.00	660.00	55.00	656.00	711.00	55.00
21	708.00	772.00	64.00	767.00	831.00	64.00
22	709.00	773.00	64.00	769.00	833.00	64.00
23	770.00	840.00	70.00	835.00	905.00	70.00
24	825.00	900.00	75.00	894.00	969.00	75.00
25	908.00	991.00	83.00	984.00	1.067.00	83.00
26	1.018.00	1.111.00	93.00	1.103.00	1.196.00	93.00
27	1.128.00	1.231.00	103.00	1.222.00	1.325.00	103.00
28	1.240.00	1.240.00	escalas sf*	1.344.00	1.344.00	escalas sf
29	1.298.00	1.298.00	escalas sf*	1.407.00	1.407.00	escalas sf
30	1.430.00	1.430.00	escalas sf*	1.550.00	1.550.00	escalas sf
31	1.434.00	1.434.00	escalas sf*	1.554.00	1.554.00	escalas sf
32	1.540.00	1.540.00	escalas sf*	1.669.00	1.669.00	escalas sf
33	1.733.00	1.733.00	escalas sf*	1.878.00	1.878.00	escalas sf
34	1.925.00	1.925.00	escalas sf*	2.086.00	2.086.00	escalas sf
35	2.877.00	2.877.00	escalas sf*	3.117.00	3.117.00	escalas sf

\*sf = sin recortado

Guatemala, enero 2003