

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
CON ORIENTACIÓN EN ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
LABORATORIO TECNOLÓGICO PARA LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CUNORI

MILTON ADALBERTO ALAS LOAIZA

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
CON ORIENTACIÓN EN ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
LABORATORIO TECNOLÓGICO PARA LA CARRERA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CUNORI

Informe final de trabajo de graduación para la obtención del grado académico de Maestro en Ciencias, con base en el Normativo para la Elaboración de Trabajos de Graduación para la obtención del grado académico de Maestro en Ciencias en los estudios de postgrado del Centro Universitario de Oriente, aprobado por Consejo Directivo, en el punto Vigésimo Sexto, del Acta 11-2010, del veintiocho de abril de dos mil diez.

MILTON ADALBERTO ALAS LOAIZA

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2023

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
CON ORIENTACIÓN EN ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE**



RECTOR

M.A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López
Representante de profesores:	M.Sc. Helmuth César Catalán Juárez
Representante de profesores:	M.Sc. José Emerio Guevara Auxume
Representante de graduados:	Ing. Agr. Henry Estuardo Velásquez Guzmán
Representantes de estudiantes:	A.T. Zoila Lucrecia Argueta Ramos
Secretaria:	Licda. Yessica Azucena Oliva Monroy

DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso

JURADO EXAMINADOR

Presidente:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Secretario:	M.Sc. Jorge Mario Noguera Berganza
Vocal:	M.Sc. Jorge Gustavo Velásquez Martínez
Asesor de Tesis:	M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

REF.DEPG-LFQB-01-2019
Chiquimula, 01 de abril del 2,019.

M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Director del Departamento de Estudios de Postgrado
Centro Universitario de Oriente
Su despacho

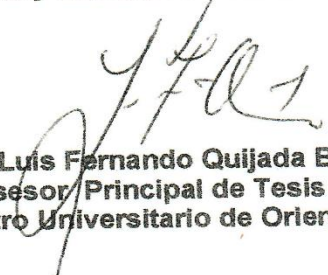
Maestro Díaz Moscoso:

En cumplimiento de la asesoría de tesis que se me confió, para dirigir la investigación realizada por el **Ingeniero Industrial Milton Adalberto Alas Loaiza**, previo a obtener el grado académico de Maestro en Ciencias en Derecho Desarrollo Rural y Cambio Climático, le informo que me ha presentado su informe final de tesis intitulado: **"ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO TECNOLÓGICO PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CUNORI"**. El cual cumple todos los requisitos reglamentarios, con los principios, métodos y técnicas de la metodología de la investigación científica. Por lo que recomiendo que se continúe con el trámite correspondiente para la defensa e impresión de dicho documento.

Sin otro particular, deseándole éxitos en su gestión, me suscribo de usted.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza
Asesor Principal de Tesis
Centro Universitario de Oriente

Luis Fernando Quijada Beza
INGENIERO CIVIL
COLEGIADO No. 6,315

Finca El Zapotillo Zona5, Chiquimula.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



CERTIFICACIÓN DE ACTA DE EXAMEN PRIVADO DE TESIS

DEP- 10-2023

El Director del Departamento de Estudios de Postgrado del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, **CERTIFICA:** que ha tenido a la vista el Libro de Actas de Exámenes Privados de Tesis, del Departamento de Estudios de Postgrado, del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, folios doscientos noventa y ocho y doscientos noventa y nueve, donde se encuentra el Acta EPT guion diecisiete guion dos mil diecinueve (ACTA EPT-17-2019), que copiada literalmente dice:_____

“ **Acta EPT-17-2019:** En el salón G-3 de las instalaciones del Centro Universitario de Oriente, nos reunimos los miembros del Jurado Examinador, Maestro en Ciencias Mario Roberto Díaz Moscoso, (Presidente), Maestro en Ciencias Jorge Mario Noguera Berganza (Secretario) y Maestro en Ciencias Jorge Gustavo Velásquez Martínez (Vocal), el día miércoles veintidós de mayo de dos mil diecinueve, siendo las quince horas, para practicar el **EXAMEN PRIVADO DE TESIS**, del **Maestrante Milton Adalberto Alas Loaiza** (Postulante), inscrito con Registro Académico No. **9515756** y CUI: **1584 10637 0201** en la Maestría en Docencia Universitaria con Orientación en Estrategias de Aprendizaje de esta Unidad Académica, como requisito previo a optar el grado de Maestro en Ciencias en Docencia Universitaria con Orientación en Estrategias de Aprendizaje del Departamento de Estudios de Postgrado del Centro Universitario de Oriente._____

PRIMERO: Procedimos a efectuar el referido examen de conformidad con el **NORMATIVO DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS**, aprobado por el Consejo Directivo del Centro Universitario de Oriente, en el Punto Vigésimo Sexto del Acta 11-2010, en la sesión celebrada el veintiocho de abril de dos mil diez._____

SEGUNDO: El examen privado de tesis fue oral y consistió en la evaluación de los elementos técnico-formales y de contenido científico del informe final de la tesis intitulado: “**ANÁLISIS**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO TECNOLÓGICO
PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CUNORI", presentado por el
postulante-----

TERCERO: El resultado del examen fue **APROBADO POR UNANIMIDAD** de votos. Por los
miembros del Jurado Examinador.-----

CUARTO: El secretario dio lectura a la presente acta de examen privado de tesis. No
habiendo más que hacer constar se da por terminada la presente en el mismo lugar y fecha,
siendo las dieciséis treinta horas. Damos fe. Firmaron el acta Maestro en Ciencias Mario
Roberto Díaz Moscoso, Maestro en Ciencias Jorge Mario Noguera Berganza, Maestro en
Ciencias Jorge Gustavo Velásquez e Ingeniero Milton Adalberto Alas Loaiza.

Para los efectos que al interesado convengan, extendiendo y firmo la presente en la ciudad de
Chiquimula, a veinticinco de abril de dos mil veintitrés.

Id y Enseñad a Todos"

MSc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Director del Departamento de Postgrado
Centro Universitario de Oriente



EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Informe Final de Trabajo de Graduación del maestrante **MILTON ADALBERTO ALAS LOAIZA** titulado “**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO TECNOLÓGICO PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CUNORI**”, trabajo que cuenta con el aval de su Asesor y Coordinador del departamento de Estudios de Postgrados de esta Unidad Académica. Por tanto, la Dirección del CUNORI, con base en las facultades que le otorgan las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria, **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Postgrado, previo a obtener el título de **MAESTRO EN DOCENCIA UNIVERSITARIA CON ORIENTACIÓN EN ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a trece de septiembre de dos mil veintitrés.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López

DIRECTOR
CUNORI – USAC



AGRADECIMIENTO A:

A Dios Padre, Jesucristo Hijo y al
Espíritu Santo:

De ti proceden la riqueza y el honor; tú lo gobiernas todo. En tus manos están la fuerza y el poder, y eres tú quien engrandece y fortalece a todos. Por eso, Dios nuestro, te damos gracias, y a tu glorioso nombre tributamos alabanzas (1 Crónicas 29:12-13).

Esposa e hijos:

A mi esposa: Ada Esther Alonzo Recinos y mis hijos: María Esther y José Guillermo. Agradezco su amor y apoyo motivador en cada momento. La vida es bella junto a ellos y este logro académico es por y para ellos.

A mis padres:

Elva Loaiza Lima y David Alas Ávila (Q.E.P.D.); porque no importando mi edad, son un apoyo presente de amor y ejemplo de esfuerzo.

A familias Alas y familias Alonzo:

Por sus constantes muestras de cariño y respaldo en diferentes maneras para mi vida.

Universidad de San Carlos de
Guatemala y al Centro Universitario de

Instituciones que, por medio de los
diferentes profesores y colaboradores,

Oriente, en su Departamento de Estudios de Postgrado:

me han capacitado y facultado durante esta maestría hacia un valioso aprendizaje para mi desarrollo profesional y personal.

A mi asesor:

M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza, por su dispuesta colaboración para la finalización de esta investigación.

A mis compañeros de maestría:

Especialmente a los ingenieros: Darío Chávez, Elder Rivera, Carlos Monroy y Wilder Guevara; que propiciaron alegres tiempos de convivencia y aprendizaje académico.

Amigos y compañeros profesores:

Sin percatarse quizá, ocurría un ánimo o recordatorio para la continuación de este reto académico logrado.

RESUMEN

La Universidad de san Carlos de Guatemala --USAC, representada por el Centro Universitario de Oriente --CUNORI, busca producir profesionales capaces de aportar soluciones viables en cualquier campo de la vida. La ingeniería es la rama de la academia que busca vincular el conocimiento científico a la solución de problemáticas humanas, especialmente la ingeniería industrial que busca mejorar u optimizar las actividades del hombre que tienden a ver con el aprovechamiento de los recursos. Se comprende entonces la necesidad académica para vincular el conocimiento teórico al empírico (la experiencia vivencial) a través de un espacio físico, al que llamamos laboratorio tecnológico industrial.

Esta investigación determina la factibilidad de contar con la infraestructura, la organización y equipo tecnológico para realizar prácticas e investigaciones por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del CUNORI; pues “Los estudiantes de ingeniería industrial se preparen en técnicas y desarrollo de herramientas eficaces para mejorar los procesos, seleccionar equipos y disposición física de instalaciones, con el objetivo de optimizar los resultados para la empresa” (Meyers, 2000). Para esto se realizaron los estudios de Prefactibilidad, que permitieron determinar la factibilidad de implementación de dicho proyecto.

Entonces se dio respuesta a la pregunta: ¿Existe factibilidad para implementar un laboratorio tecnológico para la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el CUNORI? El análisis de los resultados evidenció factibilidad o posibilidad de realización de la idea. El estudio de mercado determinó que para los estudiantes es positivo y muy positivo para su desarrollo profesional este laboratorio, además que están dispuestos a pagar (Q75.00) por cada una de las prácticas; existe posibilidad de empresas o instituciones que requieran los servicios del laboratorio tecnológico. Se ha determinado todo el funcionamiento operativo de TEC, tanto en equipo y maquinaria como el recurso humano necesario para su operatividad. Todo esto determinó la inversión fija y operativa que se tiene que hacer.

Existe factibilidad administrativa para llevar a cabo el proyecto, debido a que todos los estatutos y reglamento están bajo la premisa de desarrollar alternativas de aprendizaje para mejorar la calidad educativa universitaria. Los resultados del análisis económico-financiero demuestran la necesidad de buscar donaciones y aprovechar el pago que estudiantes harán para facilitar y concretar la operación del laboratorio tecnológico en la carrera de Ingeniería Industrial del CUNORI.

ABSTRACT

The San Carlos University of Guatemala –USAC -- represented by University Center of East CUNORI, seeks to produce professionals capable of providing feasible solutions in any field of life. Engineering is the academic branch that seeks to link scientific knowledge to the solution of human problems mainly through industrial engineering that seeks to either improve or optimize man's activities regarding to the use of resources. It is therefore understandable the academic need to link theoretical knowledge to the empirical (experiential knowledge) through a physical space, which we call the industrial technological laboratory.

This research determines the feasibility of having the infrastructure, the organization and technological equipment to perform practices and research by the students of the Industrial Engineering career at CUNORI. "The students of industrial engineering prepare themselves in effective techniques and development tools to improve processes, choose equipment and available physical facilities with the purpose of optimizing the company's results" (Meyers, 2000). In order to get this, Prefeasibility studies were carried out, which allowed determining the feasibility of this project implementation.

So the question was answered: Is there feasibility to implement a technological laboratory at the Industrial Engineering career in CUNORI? The analysis of the results showed feasibility or possibility of implementation of the idea. The market study determined this laboratory to be positive for students and very positive for their professional development. Moreover, the students are willing to pay (\$ 10.00) for every lab practice; There is also the possibility that companies or institutions require the technological laboratory services. The entire operation of TEC has been determined both in equipment and in machinery along with the human resource needed for its operation. All this determined the fixed and operative investment that has to be invested.

There is administrative feasibility to implement the project due to all statutes and regulations are under the basis of developing learning alternatives to improve the university education quality. The analysis of the economic-financial results demonstrate the need to seek donations and the students' payments to facilitate the implementation of the technological laboratory in the Industrial Engineering career at CUNORI.

INTRODUCCIÓN

La sociedad representada a través de las instituciones gubernamentales nacionales como internacionales, así como las empresas esperan profesionales capacitados para generar nuevas y mejores ideas que satisfagan la vasta gama de necesidades de la humanidad. La Universidad de San Carlos de Guatemala --USAC, representada por el Centro Universitario de Oriente --CUNORI, busca producir profesionales capaces de aportar soluciones viables. La ingeniería es la rama de la academia que busca vincular el conocimiento científico a la solución de problemáticas humanas, especialmente la ingeniería industrial que busca mejorar u optimizar todos los procesos relacionados, no solo con la producción empresarial, sino también lo relativo a los servicios públicos o personales que una sociedad espera.

Los profesionales de la ingeniería industrial deben mostrar competencias de trabajo en equipo, de investigación y habilidades muy puntuales en el dominio de programas y sistemas de producción industrial. Esto necesario para ser agentes de trascendencias en los lugares o instituciones de ocupación, el ingeniero industrial debe ser capaz de transformar el ambiente que lo ocupa. Por tales razones es valioso que el CUNORI, como institución académica gestora de profesionales de la ingeniería industrial, busque desarrollar profesionales competentes para responder eficazmente a la solución de problemas o al aprovechamiento de oportunidades y recursos que la sociedad presenta.

Un mecanismo útil e importante para desarrollar capacidades en los estudiantes es el ejercicio del conocimiento teórico en un laboratorio tecnológico. Un espacio especializado en equipo y ambiente que propician la experimentación en circunstancias reales, que puede poner en condiciones diferentes a los estudiantes antes los retos de los problemas, en la búsqueda de soluciones más creativas e innovadoras hacia las restricciones. Esta investigación determina la factibilidad de contar con la infraestructura, la organización y el equipamiento tecnológico para ejercicios e investigaciones de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del CUNORI a través de la instalación de un laboratorio tecnológico.

A través de los estudios de prefactibilidad se analiza la conveniencia de que el CUNORI cuente con un laboratorio tecnológico para no solo fortalecer el desarrollo académico de la carrera de ingeniería industrial, sino también como instrumento de servicio a organizaciones del oriente del país de Guatemala.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
Resumen	x
Abstract	xi
Introducción	xii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes y contexto	3
1.2 Formulación del problema	5
1.2.1 Sistematización del objeto de estudio	5
1.3 Objeto de estudio	4
1.4 Justificación	6
1.5 Delimitación del problema	8
1.5.1 Temporal	8
1.5.2 Geográfica	8
1.5.3 Institucional	8
1.5.4 Personal	8
1.5.5 Teórica	8
1.6 Objetivos	9
1.6.1 General	9
1.6.2 Específicos	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Concepción general sobre el asunto	10
2.1.1 La ingeniería	10
2.1.1 Antecedentes de la ingeniería industrial	10
2.1.3 Qué es un proyecto	11
2.1.4 Competencias profesionales de ingeniería	12

2.2 Conceptos, categorías, leyes y postulados	12
2.2.1 Aprendizaje experiencial	12
2.2.2 El laboratorio tecnológico	14
2.2.3 Fases del estudio de prefactibilidad	15
2.3 Posición sobre el asunto	19

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación	22
3.2 Método	22
3.3 Estadística	23
3.4 Definición de población y muestra	24
3.4.1 Estudio de mercado	24
3.4.2 Estudio técnico	24
3.4.3 Estudio económico y análisis financiero	24
3.5 Fuentes de información y estrategia de investigación	25
3.6 Conceptualización y operacionalización de variables e indicadores	27

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Estudio de mercado	28
4.1.1 Definición del producto	28
4.1.2 La oferta	29
4.1.3 La demanda	29
4.2 Estudio técnico o de ingeniería	36
4.2.1 Localización óptima del TEC	37
4.2.2 Tamaño óptimo del TEC	41
4.2.3 Identificación y descripción del proceso	45
4.3 Estudio administrativo	51
4.3.1 Aspecto organización	51

4.3.2 Fuentes de financiamiento	56
4.3.3 Aspecto político	58
4.3.4 Aspecto legal	59
4.3.5 Aspecto ambiental	59
4.4 Estudio económico-financiero	61
4.4.1 Inversión inicial	61
4.4.2 Fuentes de financiamiento	62
4.4.3 Evaluación económica-financiera	65
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS	71
APÉNDICE	73
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

1 Partes del estudio técnico	15
2 Factores que inciden en el tamaño del proyecto	17
3 Variables del VPN	18
4 Criterios de factibilidad	20
5 Muestra para el estudio de mercado	23
6 Inversiones financieras requeridas	24
7 Fuentes de información y estrategias	25
8 Operacionalización de variables	26
9 Definición del TEC	27
10 Cuadro de presentación y análisis de los oferentes	28
11 Estudiantes inscritos en ingeniería industrial	29
12 Escala de calificaciones de actitud hacia el efecto estudiado	29
13 Importancia relativa por factor de localización	37
14 Método de ponderación por puntos	37
15 Descripción general de la utilización del campus	38
16 Inversión en infraestructura física	41
17 Método de Escalación, determinación tamaño del proyecto	41
18 Factores relevantes para la adquisición de maquinarias y equipos	42
19 Costos de la maquinaria, equipo y herramientas del TEC	43
20 Detalle de prácticas en laboratorio por curso	47
21 Simbología para el método Layout	49
22 Método SLP	49
23 Coordinador de carreras de ingeniería	51
24 Coordinador del laboratorio tecnológico	52
25 Secretaria (oficinista 1)	53
26 Docentes de cursos con laboratorio	53
27 Auxiliar de investigación 1	54
28 Calificación de fuentes de financiamiento	55
29 Marco legal y fiscal	57
30 Factorización ambiental	58
31 Resumen de inversiones	60
32 Estructura del financiamiento del proyecto	61

33	Cálculo de ingresos por servicio del laboratorio	63
34	Flujo Neto de Efectivo proyectado	64

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Aprendizaje experiencial de Kolb	12
2	Modelo de Piaget	12
3	Estructura para la formulación de proyectos	21
4	Calificación del nivel de experiencias de aprendizaje actual	30
5	Calificación del desarrollo de habilidades bajo formato actual	31
6	Opinión de estudiantes respecto al laboratorio tecnológico	31
7	Motivación por un laboratorio tecnológico	32
8	Tabla cruzada: aportar económicamente y rango de pago	32
9	Solicitud de servicios de laboratorio	34
10	Rango de pago por servicios de laboratorio	34
11	Componentes del estudio técnico	35
12	Considera la ubicación apropiada	36
13	Ubicación precisa del TEC	39
14	Área específica del laboratorio/taller	40
15	Diagrama de uso del laboratorio tecnológico	44
16	DFP del TEC	45
17	Cronograma de ocupación semanal del laboratorio	48
18	Organigrama del TEC	50
19	Porcentaje de estudiantes y rango de pago por laboratorio	62
20	Porcentaje de empresas y rango de pago por servicio del TEC	62

ÍNDICE DE APÉNDICES

1	Propuesta	75
2	Cuestionario	82
3	Ilustración de maquinaria prioritaria	83
4	Maquinaria sofisticada No prioritaria	84
5	Equipo prioritario	85
6	Herramientas necesarias No prioritarias	88

ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CUNORI	Centro Universitario de Oriente
VPN	Valor Presente Neto
TEC	Tecnológico (taller) de aprendizaje
R. B/C	Relación Beneficio – Costo
POA	Plan Operativo Anual
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para ubicar o entender mejor el contexto de los aprendizajes de la carrera de Ingeniería Industrial, es necesario conocer algunos planteamientos, que presentan una imagen clara de lo que sucede en las condiciones y métodos de aprendizaje en el CUNORI y en la sociedad.

1.1 Antecedentes y contexto

La competitividad global exige un equipamiento humano capaz de responder a las demandas de un mercado laboral sumamente especializado; la mano de obra debe poseer variadas características para cumplir con las nuevas tecnologías de producción industrial. Los profesionales de la ingeniería industrial deben de responder con excelencia a una efectiva dirección de todas las actividades relativas a la producción de bienes y/o servicios que los mercados y la industria que en general así lo requieran. Las empresas o instituciones gubernamentales esperan que el ingeniero industrial posea capacidades para la mejora continua de cualquier tipo de proceso de transformación.

“Los estudiantes de ingeniería industrial se preparen en técnicas y desarrollo de herramientas eficaces para mejorar los procesos, seleccionar equipos y disposición física de instalaciones, con el objetivo de optimizar los resultados para la empresa” (Meyers, 2000). La licenciatura en Ingeniería Industrial que presenta la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC a través del Centro Universitario de Oriente –CUNORI, fue autorizada en el año 2014; el pensum actual de la carrera presenta cinco cursos del área de producción, los cuales son: Ingeniería de Plantas, Ingeniería de Métodos, Controles Industriales, Control de la producción, Diseño para la Producción; junto a otras materias como Instalaciones Eléctricas, Procesos de Manufactura, Seguridad e Higiene Industrial, Ciencia de los Materiales, Montaje y Mantenimiento de Equipos, entre otros; para los cuales es indispensable poseer un laboratorio de aplicación e investigación científica.

Es importante tener un ambiente de aprendizaje especializado para el logro de las competencias por los estudiantes de ingeniería industrial para la dirección efectiva de los procesos de producción de bienes y/o servicios. También es útil como ejercicio experiencial para la dirección de proyectos de montaje de fábricas con líneas de ensamble, de la misma forma para el desarrollo de proyectos sociales de beneficio comunitario. El estudiante está acostumbrado con la solución de problemas o casos en papel, pero en el formato de laboratorio equipado “les brinda la oportunidad de aplicar y desarrollar estas competencias mediante la resolución de un

problema real, traducido en la construcción y puesta en marcha de una unidad a escala laboratorio” (Vega et al., 2014).

Los laboratorios son espacios de aprendizaje, lugares donde el estudiante tiene experiencias reales de acuerdo con la praxis de su profesión futura. Es a través de verificar la teoría con la realidad donde puede ocurrir un aprendizaje significativo en el estudiante. Estriba en el espacio llamado “laboratorio” una importancia en la formación de las capacidades de los futuros ingenieros industriales. Lugo (2006) menciona que:

A lo largo de los años se han hecho recomendaciones, tanto de empresarios como de varias organizaciones técnicas y profesionales, para revisar exhaustivamente los planes de estudio de la ingeniería con el fin de asegurar que los estudiantes estén preparados para la práctica profesional.

La función de un profesional en ingeniería puede estar siempre ligada a la manipulación de materiales, equipos y herramientas. La formación de ingenieros en la universidad debe ser dinámica siguiendo los cambios tecnológicos, las necesidades sociales e industriales actuales y futuras. Varios autores han tratado de establecer cuál es el perfil, en cuanto a sus habilidades, que un ingeniero debe tener al momento de terminar su formación universitaria de pregrado; tal perfil lo definen las destrezas, habilidades y calidad (competencias) que tienen que ver no solo con el saber, sino con el ser y la parte actitudinal de los egresados ante las circunstancias.

Al observar las habilidades necesarias por un ingeniero recién graduado pueden ser evidentes falencias en competencias logradas, las técnicas tradicionales de enseñanza-aprendizaje no pueden llegar a fomentar muchas de las experiencias necesarias en su desarrollo. Las técnicas tradicionales están centradas en la labor del docente: presentaciones magistrales, solución de problemas teóricos, prácticas de laboratorio en papel, y en muchas ocasiones, sin la guía y asesoramiento del docente. Actualmente todos los estudiantes de las carreras de ingeniería del CUNORI no poseen los espacios equipados para una aplicación real de los conocimientos teóricos.

Es de importancia para la carrera tener un laboratorio acondicionado y equipado para realizar una formación profesional de excelencia, con estándares para competir a nivel nacional, regional e internacional y colocar a la licenciatura de ingeniería industrial y al Centro Universitario de Oriente en niveles de certificaciones de nivel internacional. Por lo anterior, se evidencia la necesidad de realizar un efectivo aprendizaje experiencial a través de un laboratorio tecnológico.

1.2 Formulación del problema

- ¿Existe factibilidad para implementar un laboratorio tecnológico para la Licenciatura en Ingeniería Industrial en el CUNORI?

1.2.1 Sistematización del objeto de estudio

- ¿El estudio de mercado evidencia una demanda de utilidad académica y oferta de servicios que un laboratorio tecnológico industrial puede brindar?
- ¿El estudio técnico revela cuál es el tamaño, la ubicación de las instalaciones y la selección de tecnología necesaria para instalar un laboratorio tecnológico en el CUNORI?
- ¿El estudio administrativo-legal demuestra la factibilidad organizacional, legal, política y ambiental para el montaje del laboratorio tecnológico de ingeniería industrial en el CUNORI?
- ¿El estudio económico confirma la factibilidad financiera del laboratorio tecnológico en cuanto a la estimación del nivel de inversión, los costos de operación y cálculo de ingresos posibles?

1.3 Objeto de estudio

Factibilidad para la implementación de un laboratorio tecnológico industrial.

1.4 Justificación

Lara Muñoz (2011) define a la ingeniería como:

El saber aplicar los conocimientos científicos a la invención, perfeccionamiento o utilización de la técnica en todas sus determinaciones. Esta aplicación se caracteriza por utilizar principalmente el ingenio de una manera más pragmática y ágil que el método científico, puesto que una actividad de ingeniería, por lo general, está limitada a un tiempo y recursos dados por proyectos. El ingeniero implica tener una combinación de sabiduría e inspiración para modelar cualquier sistema en la práctica.

Se considera al departamento de producción como el corazón de una empresa industrial, las actividades de métodos, estudio de tiempos y movimientos son el motor para la fabricación con eficiencia. Más que en cualquier otra parte, es aquí donde se determina si un producto va a ser producido competitivamente o qué cambios son necesarios para agregarle valor al proceso. También es aquí donde se aplican la iniciativa y el ingenio para desarrollar herramientas, relaciones hombre-máquina y estaciones de trabajo eficientes para trabajos nuevos o antes de iniciar la producción, el laboratorio tecnológico aseguraría una experiencia para esta perspectiva de razonamiento.

Una de las fortalezas de los profesionales de la ingeniería industrial es la dirección de las operaciones de producción, esta es quizá una de las capacidades o destrezas esperadas a observar por quienes ejercen dicha profesión. Actualmente son deficientes las destrezas de administración o dirección de la producción que logran adquirir los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial en el CUNORI, pues no se tiene el espacio con equipamiento tecnológico para la experimentación y logro de competencias esperadas: iniciativa en solución de problemas, trabajo en equipo, liderazgo, entre otras.

El proyecto *Tunning* Latino América busca resultados del aprendizaje en un marco de cualificaciones, al identificar las unidades académicas que desarrollan competencias para asegurar una evaluación efectiva y de calidad para todos los procesos de aprendizaje del nivel superior. El proyecto de Readecuación Curricular y Homologación de la carrera de Ingeniería Industrial iniciado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la descripción del perfil del egresado de la carrera industrial escribe la siguiente competencia: “el ingeniero industrial diseña y evalúa los procesos, describiéndolos técnicamente y aplicándolos a las condiciones y requerimientos del medio”. Aunque este proyecto iniciado por la facultad de ingeniería está en su fase intermedia, CUNORI tendrá que responder a las exigencias de la Facultad de Ingeniería a la postre.

También en las líneas estratégicas a ejecutarse por carrera e instancia administrativa según el POA 2013-2017 del CUNORI, en su área Académica, Línea estratégica A.2.6 indica: “Modernización metodológica y tecnológica” (CUNORI, 2012), se comprende que para el ejercicio de una academia de excelencia es vital la mejora metodológica y tecnológica en los procesos de aprendizaje; metodologías que potencialicen el aprendizaje cooperativo entre los estudiantes; argumentos base para analizar la factibilidad de la instalación de un laboratorio tecnológico.

Es importante saber que la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la Dirección General de Investigación (DIGI) define las líneas prioritarias para realizar investigación,

aprobadas en actas CONCIUSAC 10-2009 y 01-2010, donde se encuentra el área: "Investigación educativa aplicada", y como prioritaria las "Alternativas educativas" (Dirección General de Investigación, [DIGI], s. f.). También en su línea de investigación sobre "Certificación de la educación superior", define ciertas prioridades como: "calidad de la educación superior, certificación y acreditación, ciencia, tecnología y sociedad" (DIGI, 2014); son por lo menos 3 prioridades que actualmente no se cumplen en el CUNORI. La instalación de un laboratorio tecnológico en el campus, como una alternativa educativa, será de gran beneficio de los procesos de aprendizaje (docencia) pero también, de extensión o servicio a la comunidad productiva de la región, así como para la investigación científica.

Los argumentos institucionales tienen peso, pero más importante son las personas (profesionales), según Duque et al. (2010), durante la formación académica del ingeniero, es importante que participe en actividades que le permitan experimentar con equipos y procesos, que lo animen a utilizar su ingenio para solucionar problemas y a ser innovador y reactivo. Observando las diversas opciones a las que se enfrenta un estudiante de ingeniería, es fácil concluir que las prácticas de laboratorio son un lugar ideal para lograr estos objetivos. Las prácticas en un laboratorio tecnológico propician el desarrollo de la creatividad en los estudiantes, la competencia de trabajo en equipo, la iniciativa, el sentido de observación, entre otras oportunidades de desarrollo; como un diálogo interactivo entre el docente y aprendiz, con preguntas y casos *in situ* (en el lugar); lo cual no sucede actualmente.

Como un aporte metodológico de aprendizaje en el campo de la ingeniería industrial, la simulación de procesos se usa como herramienta para elevar los niveles de competitividad profesional; con el laboratorio tecnológico podrán simularse o probarse nuevos y mejores procedimientos de operación industrial, esto sería investigación. El montaje de laboratorio no solo brinda condiciones de aprendizaje y de competencias para los estudiantes del CUNORI, sino también podría impulsar una docencia e investigación orientadas a la calidad y utilidad social, que permitan ofrecer conocimientos y experiencias de aplicación tecnológica para los más diversos sectores. Actualmente no existe un espacio físico con infraestructura adecuada para impartir las aplicaciones prácticas, tampoco el equipo, maquinaria y herramientas especializadas.

Esta investigación determina cuan factible es el montaje de un laboratorio tecnológico en el Centro Universitario de Oriente CUNORI -USAC. Los resultados definen un lineamiento práctico para su implementación y operación.

1.5 Delimitación del problema

1.5.1 Delimitación temporal

Se observaron los estudiantes de los últimos años de la carrera de Ingeniería Industrial, así como ciertas empresas industriales presentes en Zacapa y Chiquimula; entre diciembre 2016 y junio 2017. Se evaluaron los planes operativos y estratégicos del CUNORI para el año 2017 y 2018.

1.5.2 Delimitación geográfica

Se trata del Centro Universitario de Oriente –CUNORI, ubicado en la Finca Zapotillo, zona 5, de la ciudad de Chiquimula, cabecera del departamento del mismo nombre; donde se realizaron los estudios de instalación, uso y distribución de áreas para el laboratorio dentro del centro universitario.

1.5.3 Delimitación institucional

La información básica se obtuvo de la administración (dirección), coordinación académica, docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del Centro Universitario de Oriente –CUNORI USAC. Así también, de profesionales que dirijan instituciones o empresas ubicadas en los departamentos de Chiquimula y Zacapa.

1.5.4 Delimitación personal

La investigación obtuvo resultados de los docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del CUNORI, así como las autoridades directivas de la misma casa de estudios superiores. También se referencian universidades que desarrollen la licenciatura en Ingeniería Industrial en Guatemala, como el Centro Universitario de Occidente –CUNOC que cuenta con un laboratorio de producción.

1.5.5 Delimitación teórica

Un proyecto factible según Dubs de Moya (2002) consiste en: “un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades que pueda tener una institución o un grupo social en un momento determinado”. El resultado de los estudios de factibilidad de este trabajo determinó las bases para la decisión de la instalación de un laboratorio tecnológico. Principalmente por el modelo que plantean el autor Baca Urbina (2010) en su libro Evaluación de Proyectos. La investigación define el diseño del laboratorio tecnológico, abarca su instalación y diseño operativo dentro del campus del CUNORI.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

- Determinar la factibilidad de la implementación del laboratorio tecnológico para el fortalecimiento del aprendizaje de la carrera en Ingeniería Industrial del CUNORI.

1.5.2 Objetivos específicos

- Demostrar, a través de un estudio de mercado, la demanda de utilidad y servicios prestados en el laboratorio de tecnológico, el cual podrá ofrecer a la comunidad universitaria e instituciones lucrativas y no lucrativas de la región.
- Determinar, a través del estudio técnico, el tamaño, ubicación y selección de la infraestructura física y equipamiento necesario para el montaje del laboratorio tecnológico.
- Establecer, a través del estudio administrativo, la viabilidad organizacional, legal, política y ambiental, en el proceso de montaje del laboratorio tecnológico en el CUNORI.
- Justificar, a través de un estudio económico, la evaluación financiera del laboratorio tecnológico, en cuanto a la estimación de la inversión, los costos de operación y cálculo de ingresos posibles.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Concepciones generales

2.1.1 La Ingeniería

Lara Muñoz (2011) la define como:

La profesión en la cual los conocimientos de las matemáticas y las ciencias naturales obtenidas a través de la observación, el estudio, la experiencia y la práctica, son aplicadas con criterio y con conciencia al desarrollo de medios para utilizar económicamente, con responsabilidad social y basados en la ética profesional, los materiales y las fuerzas de la naturaleza para beneficio de la humanidad.

2.1.2 Antecedentes de la ingeniería industrial

La ingeniería es una profesión en la que el conocimiento de las ciencias básicas se aplica al uso eficaz de las personas y materiales con el fin de atender las crecientes necesidades del ser humano. Su desarrollo ha estado vinculado a la mejora de la calidad de vida de los pueblos, ya que refleja como la humanidad ha adaptado el mundo a sus necesidades a partir de los logros técnicos que fue alcanzando.

García Borrajero (2010) realiza una breve cronología de la historia de la ingeniería industrial, anotando que desde la baja edad media se desplegó una genuina revolución técnica en diferentes disciplinas, como la minería, el correo, la cartografía, el censo poblacional, los viales para desarrollo de carreteras, puentes, canales, esclusas y túneles... en el Renacimiento se desata la vida intelectual en Europa y dentro de ella la ingeniería y las ciencias. El profesor Lockard de la Universidad de Wisconsin, expresó que: La globalización echó por vez primera sus raíces entre los siglos XI y XVI..., en los que se iniciaron los grandes descubrimientos científicos y técnicos, sin embargo, hasta fines del siglo XVIII no existía la profesión de ingeniero como la conocemos hoy, se construía intuitivamente, sobre la base de ensayo y error según la costumbre heredada.

Los estudios de un ingeniero industrial son básicos para el desarrollo económico de nuestra sociedad, en las cuales el ingeniero puede ser capaz de inventar, trabajar con otras disciplinas, adaptarse a las tendencias de avance tecnológico. En este entorno, una de las maneras de lograr cierta competitividad es dotar a la sociedad de ingenieros

que sean capaces de trabajar en entornos complejos e independientes, aprovechando las tecnologías actuales y canalizando la energía de las personas a su cargo (Markes, 2006).

Es así que la ingeniería industrial inicia como un área de la ingeniería mecánica, desarrollada para sistematizar aún más los procesos de fabricación. Sin embargo, la carrera de ingeniería industrial tradicional que hoy conocemos nace de los estudios de Frederick Taylor con el diseño y método del trabajo. Con el auge de la Ingeniería Industrial, otras áreas se han desarrollado y se han agregado como componentes del campo de estudio en ingeniería industrial, como, por ejemplo: innovación tecnológica, sistemas de operaciones, certificaciones de sistemas de calidad, entre otros.

2.1.3 Qué es un proyecto

Aquella serie de actividades con un propósito determinado, es un proyecto. Cada hombre en particular tiende a gestar ideas para solucionar sus necesidades y darle solución; a partir de allí algunas de las definiciones más comúnmente sabidas y aceptadas son:

- Guerrero Espínola de López (2004) lo define como: “conjunto de actividades interdependientes, realizadas por varias personas para conseguir ciertos objetivos, con una clara determinación de enfoque, tiempo, costo, calidad y resultados”.
- Un proyecto lo entendemos como: “el conjunto de actividades para materializar o conseguir una finalidad (intención)” (Samuels, 1997).
- Baca Urbina (2010) lo define como: “la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre muchas una necesidad humana”.
- Joaquín de la Torre (como se citó en Guerrero Espínola de López, 2004) lo define como:

Conjunto de elementos relacionados en forma lógica, tecnológica y cronológica, que se ejecutan en un período determinado, que tiene como objetivo resolver un problema, cubrir una necesidad o aprovechar una oportunidad. Un proyecto tiene costos y beneficios que pueden identificarse.

2.1.4 Competencias profesionales de ingeniería

Para cualquier ocupación profesional son requeridas una serie de habilidades o capacidades que hacen experto a un individuo en alguna rama específica y especial. De tal forma que las competencias profesionales en la ingeniería pueden ser:

- La competencia es definida por la OIT como “un conjunto identificable y evaluable de conocimientos, habilidades, valores y actitudes relacionadas entre sí que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo, según estándares utilizados en el área ocupacional” (Tirado et al., 2007).
- Buritica Macías (2012) describe acertadamente la necesidad de desarrollar competencias en la ingeniería:

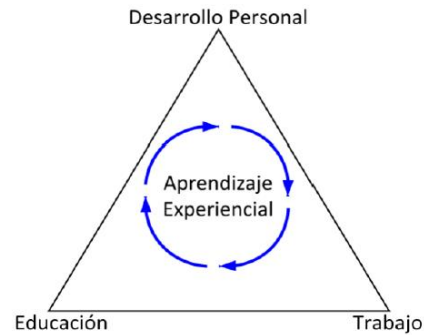
Los tres aspectos principales de las competencias laborales son: 1º. Es la potencialidad para aprender a realizar un trabajo. 2º. La capacidad real, el actuar, es decir, para llevar a cabo una tarea. 3º. La disposición para ejecutarlo, es decir, su motivación o interés. Estos tres aspectos se complementan, ya que es posible, que alguien tenga los conocimientos para ejecutarlo, pero no lo desee hacer; o que tenga el deseo de realizarlo, pero no tenga las condiciones de hacerlo.

2.2 Conceptos, categorías, leyes y postulados

Se exponen todos aquellos conceptos que esta investigación toma como conocimiento científico base para expresar y resolver la problemática planteada, que es relativa a que el CUNORI posea otras alternativas y espacios de aprendizaje.

2.2.1 Aprendizaje Experiencial

El aprendizaje experiencial propone un modelo para evaluar y fortalecer los vínculos entre educación, trabajo y desarrollo personal, haciendo énfasis especial de la relación que puede gestarse entre el salón de clases y el campo real en las operaciones industriales. En la figura siguiente, Kolb representa la habilidad de utilizar cada tipo de aprendizaje en la situación o contexto que lo requiera.

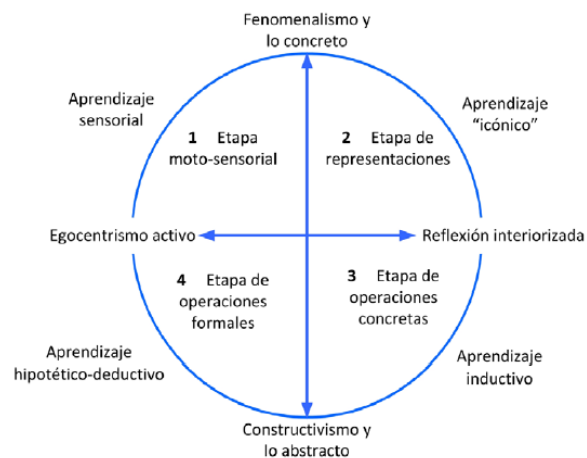
Figura 1*Aprendizaje experiencial de Kolb*

Tomado y traducido de Kolb (1939)

Nota. La figura representa el vínculo entre desarrollo personal, educación y trabajo. Tomado de Lugo (2006).

Kolb dice que el aprendizaje

Es asimilativo porque el aprendiz incorpora teorías a partir de sus observaciones. La última etapa permite desarrollar operaciones formales fundamentadas en la observación, la reflexión sobre las observaciones y la construcción de aprendizaje a través del poder de reflexión y abstracción (Carvajal Díaz y Ramírez Cajiao, 2008), ver figura siguiente.

Figura 2*Modelo de Piaget*

Tomado y traducido de Kolb (1939)

Nota. La figura representa el modelo de Piaget, Tomado de Lugo (2006).

✓ **Aprendizaje activo**

Carvajal Díaz y Ramírez Cajiao (2008), definen que: *“el aprendizaje puede ser visto como el proceso en el que el conocimiento es creado, a través de la experimentación”*. Es interesante que otros profesionales que escriben su aportación en una misma revista en otro año, afirman que el aprendizaje se logra mediante la observación, la conceptualización abstracta y la experimentación activa. En ese sentido, el aprendizaje activo está orientado hacia la acción. El estudiante está en constante uso de sus sentidos y estos influyen en su aprendizaje. El aprendizaje activo se enfoca en habilidades de pensamiento como: análisis, síntesis y evaluación. (Barrios Yaselli, 1998). En un ambiente de aprendizaje activo los estudiantes hablan, leen, escuchan, escriben, reflexionan, resuelven problemas, simulan, utilizan juegos de rol, casos de estudio, etc. Un ambiente de aprendizaje activo motiva a los estudiantes a aprender haciendo.

2.2.2 El laboratorio tecnológico

Es importante comprender el concepto de “laboratorio tecnológico”, pues es este el motivo principal de esta investigación; trata de la búsqueda de una alternativa eficaz para desarrollar a los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Industrial del CUNORI. Algunas experiencias previas:

- i. La Universidad Central de Colombia se apropió de los nuevos modelos de aprendizaje que exigen un logro de competencias, con el propósito de “fortalecer los compromisos propios del quehacer académico y la formación en sus diferentes programas, inició el proyecto Laboratorio de Desarrollo Tecnológico, cuyo propósito principal es la implementación y sincronización de laboratorios integrales y multidisciplinarios que soporten estratégicamente las acciones propias de la docencia, la investigación y la extensión (Guijosa, 2018).
- ii. Se puede mencionar el modelo de la universidad superior denominada Tecnológico de Monterrey, ubicada en el estado de Nuevo León, México. Esta es catalogada como una de las 100 mejores universidades del mundo, y una característica que le identifica es la innovación tecnológica en el campo de las ingenierías. Los nuevos laboratorios de la división de ingeniería, los cuales cuentan con espacios que sobrepasan los 714 m². Teniendo hoy en día los siguientes espacios para que los alumnos pongan en práctica lo escuchado en el salón de clases: laboratorio de

dibujo, laboratorio de maquetas, laboratorio de prototipos, laboratorio de mecánica, laboratorio de soldadura, laboratorio de maderas y plásticos, laboratorio de pinturas y barnices, laboratorio de espumas y resinas, laboratorio de redes y seguridad informática, laboratorio computacional de diseño y manufactura, laboratorio de telecomunicaciones e instrumentación, laboratorio integral de electrónica y sistemas de potencia, celda integrada de manufactura y productividad, laboratorio de control avanzado y redes industriales, laboratorio de transferencia de energía, laboratorio computacional avanzado y laboratorio de ciencias básicas (Guijosa, 2018).

- iii. Guatemala, por medio del Ministerio de Educación, solicita a la Universidad de San Carlos: "un nuevo modelo pedagógico que permita crear una alternativa de educación superior, tomando como base en un modelo innovador distinto al tradicional, la experiencia de Taiwán, nace el Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur (ITUGS, s.f.). Este centro comenzó sus operaciones administrativas a partir de abril 2009.

2.2.3 Fases para el Estudio de Prefactibilidad

El modelo de la investigación es estructurado para responder a la posibilidad de la instalación de este ambiente de aprendizaje, denominado laboratorio tecnológico. Para concluir sobre esa factibilidad (que sea posible), se realizaron los estudios propuestos por Baca Urbina (2010).

✓ Estudio de Mercado

Este se puede definir como el área en que concluyen las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar las transacciones de bienes y servicios a precios determinados. La investigación de mercado que se realice debe tener las siguientes características, según Baca Urbina (2010):

La recopilación de la información debe ser sistemática, el método de recopilación debe ser objetivo y no tendencioso; los datos recopilados deben ser información útil; el objeto de la investigación siempre debe tener como objetivo final servir como base para la toma de decisiones.

El análisis de la demanda se entiende por demanda la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado. Cómo se analiza la demanda: El principal propósito

que se persigue con el análisis de la demanda es determinar y medir cuáles son las fuerzas que afectan los requerimientos de estudiantes y docentes con respecto del laboratorio tecnológico. "La demanda es función de una serie de factores como son la necesidad real que se tiene del bien o servicio, su precio, el nivel de ingreso de la población, y otros" (Baca Urbina, 2010).

Análisis de la oferta: "es la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de ofertantes (productores) está dispuesto a poner a disposición del mercado a un precio determinado" (Baca Urbina, 2010); ya que se han desarrollado todas las partes que comprende el estudio de mercado, debe emitirse una conclusión, esta debe referirse a los aspectos positivos y negativos encontrados a lo largo de la investigación; riesgos, trabas que se encontrarán, condiciones favorables y todo dato que se considere importante. La conclusión debe referirse a si se recomienda continuar con el estudio o si lo mejor es detenerse por falta de mercado o por cualquier otra causa.

✓ **Estudio Técnico**

Este estudio pretende resolver las preguntas referentes a dónde, cuánto, cuándo, cómo y con qué hacer lo que se desea, por lo que el aspecto técnico-operativo de un proyecto comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y operatividad del propio proyecto. El objetivo del estudio técnico, según Samuels (1997) es:

determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado, además de analiza y determinar el tamaño óptimo, los equipos, las instalaciones y la organización requeridos para realizar la producción.

Las partes que conforman el estudio técnico se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1

Partes del estudio técnico

1	Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto.
2	Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto.
3	Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos.
4	Identificación y descripción del proceso.
5	Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.

Nota. La tabla muestra las partes del estudio técnico de un proyecto, y fue recopilado de Baca Urbina (2010).

Análisis de localización: El proyecto propuesto deberá señalar la localización más conveniente para asegurar la calidad, la cobertura y la eficiencia del servicio y el menor nivel de exposición a amenazas socio-naturales.

La Secretaría de Finanzas, Dirección General de Inversiones Públicas (s.f.) menciona que:

hay proyectos en los que su factibilidad físico-técnica y su viabilidad económico-financiera es altamente dependiente de la localización, como por ejemplo un proyecto de acueducto, donde las posibilidades de contar o no con una fuente de agua cercana son suficientes para determinar la viabilidad.

Análisis de tamaño: La relevancia en la definición del tamaño del proyecto radica principalmente en su incidencia sobre el nivel de la inversión inicial y los costos que se calculen para la operación y la rentabilidad esperada o los beneficios sociales. El tamaño del proyecto se debe entender como la capacidad de producción de bienes y servicios en un período de tiempo determinado o de referencia.

Técnicamente, la capacidad es el máximo de unidades (bienes o servicios) que se puede obtener de unas instalaciones productivas por unidad de tiempo. Tiene como finalidad determinar el tamaño óptimo del proyecto de acuerdo con los diversos elementos que condicionan el mercado. El tamaño del proyecto está referido al número de estudiantes que pueden ejercitarse en el laboratorio. Algunas variables que influyen en el tamaño son: demanda de uso, disponibilidad de insumos, localización o ubicación, otros programas académicos de alta relación y el desarrollo futuro de la universidad.

Para la toma de decisión sobre el estudio técnico del proyecto, se usará el Método de Escalación, el cual consiste en: “investigar las capacidades de equipos disponibles en el mercado y con esto analizar las ventajas y desventajas; cuando se conocer la capacidad de invertir” (Baca Urbina, 2010).

Tabla 2*Factores que inciden en el tamaño del proyecto*

a.	Demanda insatisfecha (Población afectada).
b.	Financiamiento y costo.
c.	Economías de escala y tecnología.
d.	Localización.
e.	Disponibilidad de insumos.
f.	Estacionalidades y fluctuaciones.
g.	Normas reguladoras y espacio.
h.	Cobertura institucional.
i.	Impacto ambiental y los niveles de riesgo.
j.	Valoración del riesgo.

Nota. La tabla anterior muestra los factores que inciden en el tamaño de un proyecto, cuya información es basada en la Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública (Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Inversiones Públicas, s.f.).

✓ Estudio Económico

El estudio de la evaluación económica es la parte final de toda secuencia de análisis de factibilidad de un proyecto. Si no ha existido contratiempo, se sabrá hasta este punto que existe un mercado potencial, se habrá determinado un lugar óptimo para la localización del laboratorio y el tamaño más adecuado. Entonces es aplicable un método de análisis para comprobar la rentabilidad económica del proyecto.

El método de análisis empleado deberá tomar en cuenta este cambio de valor real del dinero a través del tiempo. Aquí se analizarán las ventajas del método a partir de la intencionalidad del proyecto, de beneficio social o económico. Los proyectos surgen debido a que hay necesidades insatisfechas u oportunidades que se pueden aprovechar. Antes de proponer una idea de proyecto debe tenerse muy claro cuál es el problema para resolver, o la oportunidad a aprovechar, en este caso se está bien claro. Un proyecto es el proceso de búsqueda y hallazgo de una solución inteligente al planteamiento de una necesidad, con la intención de resolver una de muchas necesidades humanas, es indispensable entender que tal acción debe tomarse con una base de decisión que justifique la aplicabilidad del proyecto, dado que la limitación de los recursos disponibles de la USAC obliga a destinarlos conforme a su mejor aprovechamiento.

Tal aplicabilidad o viabilidad del proyecto obedece a estimar las ventajas y desventajas de asignar recursos a su realización. Cuando nos enfrentamos a una decisión, lo primero que debemos hacer es determinar los posibles cursos de acción que se puedan seguir. Aun

cuando no es posible medir cuantitativamente ciertos factores relevantes, estos deben ser considerados en el análisis antes de la toma de decisión. En la actualidad los tres modelos de evaluación de proyectos más utilizados son: Método de Valor Anual Equivalente, Método de Valor Presente y Método de la Tasa Interna de Retorno. Los tres métodos anteriores son equivalentes, es decir, si un proyecto de inversión es analizado correctamente con cada uno de estos métodos, la decisión recomendada será la misma, para el caso se cuestión no se considera el valor anual equivalente, debido al significado del laboratorio tecnológico universitario.

El método de Valor Presente Neto, consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto, y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial, para así poder tomar una decisión de aprobación o desaprobación del mismo. La fórmula utilizada para evaluar el valor presente de los flujos generados por un proyecto es:

Donde:

$$VPN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{FNE_t}{(1+i)^t}$$

Tabla 3

Variables del VPN

<i>VPN</i>	=	<i>Valor Presente Neto</i>
<i>I_o</i>	=	<i>inversión inicial</i>
<i>FNE_t</i>	=	<i>flujo de efectivo neto del periodo t</i>
<i>n</i>	=	<i>número de periodos de vida del proyecto</i>
<i>i</i>	=	<i>tasa mínima aceptable de retorno</i>

Nota. La tabla anterior muestra la información sobre las variables del VPN y fue elaboración propia.

Las características del VPN son que se interpreta fácilmente su resultado en términos monetarios; supone una reinversión total de todas las ganancias anuales; lo cual nos sucede en la mayoría de las empresas; su valor depende exclusivamente de la tasa de interés (*i*) aplicada, esta será determinada por el valuator y los criterios de evaluación son: si VPN es mayor o igual a cero, acéptese la inversión, de lo contrario se rechaza.

Análisis Relación Beneficio/Costo: es determinar la relación de los beneficios a los costos, en un mismo instante del tiempo. Es muy útil para evaluaciones de proyectos estatales, como el que corresponde a la presente investigación. Para una conclusión acerca de la viabilidad de un proyecto, bajo este enfoque, se debe tener en cuenta la comparación de la relación B/C hallada en comparación con 1, así tenemos lo siguiente: Si $B/C > 1$, indica que los

beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe aceptarse. Si $B/C=1$, para esta situación no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes. Si $B/C < 1$, muestra que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

Evaluación social: el criterio social debe considerársele como derivado o ampliación de la evaluación económica-financiera, "en el que se busca principalmente el tener una mayor población servida por unidad de capital invertida, ponderando este tipo de beneficios con valores no monetarios; pero estos valores se emplean luego para calcular el valor Presente Neto" (Samuels, 1997).

2.3 Posición sobre el asunto

¿Qué es un Proyecto Factible? Según Dubs de Moya (2002):

Es, básicamente, polisémico dado que se relaciona con diferentes usos y aplicaciones. Etimológicamente, el vocablo proyecto proviene del latín "proiectum", el cual se compone del prefijo "pro", que significa hacia adelante e "iectum" que tiene el alcance de lanzar. De esta manera, se podría entender como lanzar hacia adelante.

En este sentido, la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 1998, como se citó en Barros y Ramírez, 2009), define el proyecto factible como "un estudio que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales" (p.16).

Para el planteamiento de la instalación del laboratorio tecnológico para la carrera de Ingeniería Industrial, se abordó siguiendo la metodología planteada por Baca Urbina (2010), en sus escritos sobre formulación y evaluación de proyectos para los estudios y decisión de factibilidad. Factibilidad, puede ser aquella "alternativa que presenta la mayor rentabilidad económica y social. Reducen el rango de incertidumbre hasta límites aceptables mediante estudios" (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia [SEGEPLAN], 2013).

Determinación de la factibilidad: se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados, la factibilidad se apoya en tres aspectos básicos: operativo, técnico, económico. Estudio de factibilidad sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo o implementación. El análisis de factibilidad se debe considerar los elementos detallados en la siguiente tabla:

Tabla 4
Criterios sobre factibilidad

a) Factibilidad Operativa:	Se refiere a todos aquellos recursos donde interviene algún tipo de actividad (procesos), depende de los recursos humanos que participen durante la operación del proyecto. Durante esta etapa se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo y se evalúa y determina todo lo necesario para llevarla a cabo.
b) Factibilidad Técnica:	Se refiere a los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto. Generalmente nos referimos a elementos tangibles (medibles). El proyecto debe considerar si los recursos técnicos actuales son suficientes o deben complementarse.
c) Factibilidad Económica	Se refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos y/o para obtener los recursos básicos que deben considerarse son el costo del tiempo, el costo de la realización y el costo de adquirir nuevos recursos. Generalmente la factibilidad económica es el elemento más importante ya que a través de él se solventan las demás carencias de otros recursos.
d) Viabilidad Institucional (política)	Se refiere a la identificación de los mecanismos de ejecución propuestos en el proyecto; la evaluación de la capacidad institucional para llevarlo a cabo.
e) Factibilidad ambiental.	Esta factibilidad se refiere a un análisis previo del sitio en cuanto a factores físicos y ambientales como ubicación, flora, fauna, clima, suelos, geología, grado de conservación o alteración; así como un análisis de tipo social como área de influencia y población; sin olvidar los aspectos legales y normativos ambientales y de uso de suelo.

Nota. Elaboración propia.

Evaluación de un proyecto factible es aquel que ha aprobado las evaluaciones básicas de: evaluación mercado, evaluación técnica, evaluación financiera, evaluación institucional y evaluación ambiental. La aprobación de cada evaluación se le puede llamar viabilidad; estas viabilidades se deben dar al mismo tiempo para alcanzar la factibilidad de un proyecto; por ejemplo: un proyecto puede ser viable técnicamente, pero puede ser no viable financieramente o ambientalmente. Si el proyecto es factible, se puede pensar en diseñar los planes de acción correspondientes al centro universitario. Al final diseñarse los aspectos de ingeniería y arquitectura. Se definen aspectos administrativos, legales e institucionales como inscripción de terrenos, detalle de costos finales (SEGEPLAN, 2013).

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

Se presenta el proceso metodológico que se utilizó para abordar los elementos o variables que ayudaron a responder el objeto de la investigación.

3.1 Tipo de investigación

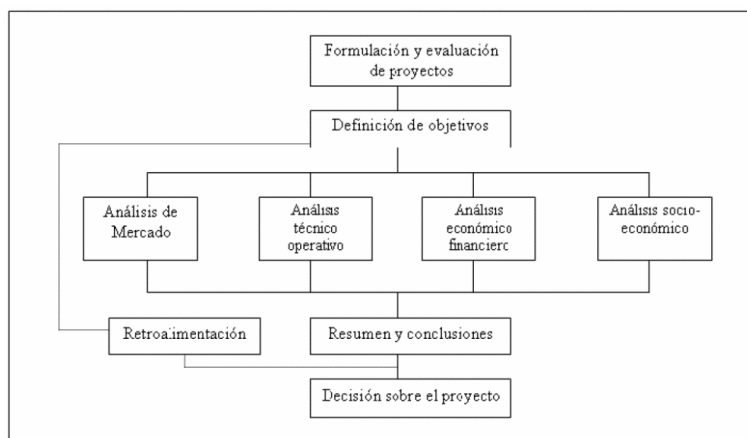
Sobre el método de investigación, de acuerdo al objeto de estudio, es descriptiva. Se apoya en un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), ya que se analiza el funcionamiento de los procesos administrativos y académicos de la institución CUNORI. Los estudios de mercado y económico-financiero propios del modelo de Baca Urbina (2010) son de características cuantitativas.

3.1 Método

Esta tesis define la factibilidad de la implementación de un laboratorio tecnológico industrial, de tal forma que se estudiaron solo las primeras dos etapas del ciclo de un proyecto, idea y preinversión. Dadas las características técnicas del proyecto se basa en una metodología perfectamente estructurada, la cual está integrada por los estudios de: mercado, técnico o de ingeniería, el ambiental, el administrativo-legal, el económico-financiero. Puede ser aplicada a proyectos tanto del tipo social como del tipo privado.

Figura 3

Estructura para una formulación de proyectos



Nota. La gráfica anterior muestra una figura sobre la estructura para la formulación de proyectos, tomando en cuenta a Baca Urbina (2010).

Se define la modalidad de investigación a través de la cual se desarrolla el estudio, el proyecto factible, así como el tipo de investigación, documental y de campo, que le brindará el apoyo técnico a la propuesta. Es conveniente resaltar que el proyecto factible en sí mismo no constituye un diseño de investigación. Además, se requiere identificar el método y procedimiento que se desarrollará para realizar el diagnóstico de necesidades y el análisis de factibilidad del proyecto en cuestión.

3.2 Estadística

Estadística descriptiva, especialmente aplicada al estudio de mercado (oferta – demanda). Se refiere a métodos de obtención, descripción, resumen y visualización de datos que pueden ser presentados de forma numérica o gráfica. Los datos de la población finita, es decir, conocemos el total de la población y deseásemos saber cuántos del total tendremos que estudiar.

✓ Datos

Si la población es finita, es decir conocemos el total de la población y deseásemos saber cuántos del total tendremos que estudiar, la fórmula sería:

Donde:

- N = Total de la población, (103 estudiantes de segundo a último año; de total de 127 entes inscritos).
- $Z\alpha = 1.96$ al cuadrado (si la seguridad es del 95%).
- P = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05).
- q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95).
- d = precisión (en su investigación use un 3%).

$$n = \frac{(Z^2 \times P \times q \times N)}{((d^2 \times (N-1)) + (Z^2 \times P \times q))}$$

$$n = \frac{(1.96^2 \times 0.95 \times 0.05 \times 103)}{((0.03^2 \times (103-1)) + (1.96^2 \times 0.95 \times 0.05))} = \frac{18.7950}{0.0918 + 0.1825} = 68$$

Se tomó una muestra de 68 estudiantes de Ingeniería Industrial; que corresponden a los estudiantes de últimos semestres, para así favorecer el criterio de las experiencias en prácticas de laboratorio, pues los alumnos de primer ingreso todavía no las han tenido. En lo general de la investigación, los tipos de datos fueron variables continuas y discretas. Métodos de obtención, por muestreo aleatorio y este, simple y estratificado; según la variable de estudio para el criterio de factibilidad. Las tablas de frecuencias y gráficas, resumen la información de forma numérica y ordenada.

✓ **Escala Likert**

Este es un método desarrollado por el señor Renis Likert en el año 1932; es un tipo de ponderación para una encuesta, puede ser útil porque “asume que los ítems o afirmaciones miden la actitud hacia un único concepto subyacente” (Baca Urbina, 2010).

3.3 Definición de población y muestra

3.3.1 Estudio de Mercado

Tabla 5

Muestra del estudio de mercado

	<i>Población</i>	<i>Muestra</i>
Estudiantes ingeniería industrial	124	68
Docentes de ingeniería industrial	7	7
Medianas y grandes empresas	X	12

Nota. La tabla anterior muestra el estudio de mercado de las personas que fueron objeto de estudio, dicha información fue proporcionada por el Centro Universitario de Oriente, (2012).

Particularmente, el instrumento tipo encuesta fue aplicado a estudiantes de tercero, cuarto y quinto año de la carrera de Ingeniería Industrial, pues ellos conocen a detalle las necesidades y oportunidades de la carrera. También muestra de las medianas y grandes empresas del departamento de Zacapa y Chiquimula, de estas se tomó una muestra. El tipo de muestreo utilizado fue determinístico, pues se seleccionaron únicamente los estudiantes de últimos semestres; además de empresas que tienen procesos de producción industrial y que son representativas de la región, esto debido a la magnitud y variedad de empresas.

3.3.2 Estudio Técnico

De tipo no probabilístico (intencional) y como factor de referencia toda aquella información determinada por procedimiento matemáticos y de información primaria de proveedores de equipo, maquinaria o herramientas, en el cual los elementos del universo que hayan de entrar en la muestra se escogen unos elementos en detrimento de otros y se clasifican: muestreo por conveniencia y/o muestreo con fines especiales. Además de entrevistas directas con la administración del CUNORI.

3.3.3 Estudio Económico y Análisis Financiero

De la misma manera no probabilístico (intencional), busca determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto (Baca Urbina, 2010). La viabilidad del proyecto queda demostrada en el estudio económico-financiero, la evaluación es realizada a través del valor actual neto 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 moneda estadounidense (Dólar), utilizando el cambio promedio actual de \$1.00 por Q7.50. Definición de las inversiones financieras requeridas por el proyecto:

Tabla 6
Inversiones financieras requeridas

Capital de trabajo	Inicial para cada práctica en el laboratorio se necesitan materiales para desarrollar las distintas prácticas, así como los insumos del recinto que alberga el laboratorio tecnológico.
Diseño y Construcción	la instalación del laboratorio tecnológico necesita de un área e infraestructura específica para resguardar el equipo y materiales
Maquinaria, Equipo y Herramientas.	Los elementos de tipo mecánico, eléctrico y electrónico necesarios para realizar cada práctica.
Los estudios de pre-inversión	Contiene los estudios de mercado, técnico, económico-financiero y la información administrativo-legal como ambiental
Costos de operación	Se consideran para la contabilidad mensual del laboratorio tecnológico; se incluye la mano de obra (supervisor técnico, conserje), la energía eléctrica y agua, mantenimiento de equipo, depreciaciones.
Ingresos	Se determina a través del estudio de mercado la cantidad monetaria que el estudiante estaría dispuesto a pagar por uso del laboratorio tecnológico. Valor de rescate.

Nota. elaboración propia.

3.4 Fuente de información y estrategia de investigación

Son las personas u organizaciones de las cuales se obtienen datos para satisfacer los diferentes estudios de prefactibilidad que se aplicaron. Las fuentes de información Primaria: estudiantes, profesores, personal administrativo del CUNORI, empresas, instituciones privadas y públicas. Secundaria: documental en cotizaciones, referencias documentales, estudios ambientales, estudio económico, social y administrativo. La siguiente tabla estructura las técnicas aplicadas en cada instrumento, para conocer la variable que determinará la factibilidad de implementación para la carrera de ingeniería industrial del laboratorio.

Tabla 7*Fuente de información y estrategias*

<i>Variable</i>	<i>Instrumento</i>	<i>Técnica</i>
Estudio de Mercado	Encuestas, Cuestionarios.	Guías de Encuestas. Guía para Cuestionarios
Estudio Técnico o de Ingeniería	Guías de revisión documental, Guías de entrevistas.	Entrevistas telefónicas. Entrevistas personales. Grupos focal de proveedores.
Estudio Administrativo y Ambiental	Guías de entrevistas. Guías de revisión documental.	Observación de reglamentos y normativos del CUNORI –USAC. Entrevistas personales a autoridades del CUNORI.
Estudio Ambiental	Guías de Observación. Entrevistas.	Entrevistas personales. Rúbricas de observación.
Estudio Económico-Financiero	Revisión documental. Modelos matemáticos: VPN, R.B/C	Aplicación de modelos matemáticos financieros.

Nota. elaboración propia.

3.5 Conceptualización y operacionalización de variables e indicadores

Tabla 8
Operacionalización de las variables

<i>Hipótesis / Objeto de estudio</i>	<i>Variables</i>	<i>Sub-Variables</i>	<i>Indicadores</i>
Es factible la implementación de un laboratorio tecnológico en la carrera de ingeniería industrial en el CUNORI.	1. Estudio de Mercado	Del producto (laboratorio)	+ Naturaleza y usos.
		Demanda	+Nivel demanda de estudiantes. +Nivel de ingresos.
		Oferta	+Cantidad de empresas e instituciones. +Tipo de servicios
	2. Estudio Técnico	Tamaño	+ Dimensiones áreas. + Distribución de planta. + Costos.
		Localización	+ Factores institucionales. + Plano del campus. + Costos
	3. Estudios Administrativo	Maquinaria, Equipo y herramientas	+Área y volumen de espacio +Disposición Tecnología. +Costos, Calidad.
		Identificación y descripción del proceso	+ Diagrama del flujo del proceso. + Horarios. + Diagrama de recorrido.
	4. Medio Ambiente	Viabilidad organizacional	+Organización.
		Viabilidad institucional	+ Financiamiento +Fundamento legal CUNORI. +Cumplimiento POA CUNORI. +Normativo USAC.
	5. Análisis Financiero-Económico	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	+Clima + Suelo +Geología + Morfología
		Inversión	+ Inversión inicial + Costos de operación. + Costos de administración.
		Fuentes de financiamiento	+ Estructura. + Interés. + Ingresos.
		Evaluación económica	+ Valor Presente Neto (VPN) + Relación Beneficio/Costo. + Evaluación social.

Nota. elaboración propia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Estudio de mercado

El estudio de mercado es el primer aspecto para determinar que existe un grupo de personas que se benefician del laboratorio tecnológico para la carrera de Ingeniería Industrial del CUNORI. Este estudio responde a: la definición del producto, la oferta y la cuantificación de la demanda de uso del tecnológico de investigación.

4.1.1 Definición del producto

El Laboratorio Tecnológico del CUNORI es: el espacio físico dispuesto con equipos e instrumentos para desarrollar experiencias de aprendizaje, dotado de medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico-tecnológico; en un ambiente de condiciones controladas y normalizadas, en donde se integra la teoría con la realidad de la ingeniería industrial.

Tabla 9
Definición del TEC

<i>Naturaleza</i>	De servicio educativo.
<i>TEC</i>	Taller de aprendizaje de ingeniería industrial.
<i>Propósito</i>	Potencializar la investigación y extensión.
<i>Metodología</i>	Integración teoría docente a práctica real.
<i>Característica</i>	Aprendizaje por descubrimiento.
<i>Competencias</i>	Iniciativa. Trabajo en equipo. Toma de decisión.
<i>Objetivos</i>	Aplicabilidad en solucionar problemas reales.

Nota. elaboración propia.

El laboratorio tecnológico es un producto para el desarrollo educativo a través de la investigación, que favorecerá las competencias de los estudiantes de Ingeniería Industrial del CUNORI. Su definición es coherente con la expectativa de la docencia universitaria.

4.1.2 La oferta

Se analizan tres instituciones o empresas que cuentan con cierto equipamiento, también podrían ofrecer espacios para la realización de experiencias propias de un laboratorio tecnológico y que son representativas en la ciudad de Chiquimula.

Tabla 10
Cuadro de presentación y análisis de los oferentes

Institución / Empresa	TIPO DE SERVICIOS						Equipo de Neumática
	Equipo Manual	Equipo Computarizado	Amplio espacio aprendizaje	Escaso espacio de aprendizaje	Herramientas Manuales	Herramientas electrónicas	
INTECAP			X		X		
VELTIG	X			X	X		
PAREDES HNOS.	X			X	X		

Nota. elaboración propia.

De la tabla anterior se puede resaltar que las instalaciones del INTECAP cuentan con un equipamiento aceptable para la realización de experiencias reales de ingeniería. Pero al día de la investigación, todavía evidencia limitaciones de equipamiento tecnológico y el espacio suficiente para la realización de las prácticas de ingeniería. Además, la utilización constante de las instalaciones del INTECAP presentaría serias limitaciones administrativas. Las otras dos empresas analizadas, presentan una infraestructura muy débil en cuanto a la seguridad industrial y otras condiciones ambientales necesarias para una academia eficaz. Existen en la ciudad de Chiquimula microempresas en forma de talleres que ofrecen servicios de soldadura, torneado, entre otros; pero ninguno con las características deseadas para la ejercitación de la investigación.

4.1.3 La demanda

Para un proyecto de este tipo, la demanda existente determina la conveniencia de su ejecución; fue investigada a través de los dos grandes grupos que interesan: los estudiantes y las empresas.

- **Por estudiantes**

Se presentan los resultados de la demanda de estudiantes y la demanda de uso por empresas o instituciones locales. Según datos de control académico los estudiantes de Ingeniería Industrial están distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 11*Estudiantes inscritos de ingeniería industrial*

<i>Inscritos en año</i>	<i>Cantidad Alumnos</i>
1º.	24
2º. y 3º.	53
4º. y 5º.	50
total	127

Nota. Información obtenida del Centro Universitario de Oriente, (2012).

Para entender los beneficios y necesidad de fortalecimiento académico para los estudiantes de Ingeniería Industrial de laboratorio acondicionado y equipado tecnológicamente, se realiza un instrumento tipo encuesta. Este instrumento es aplicable a alumnos de tercer a quinto año; pues son quienes ya han tenido prácticas de laboratorio en el campus de Guatemala y cursan materias del área profesional de la carrera, pueden entonces responder con criterio a los cuestionamientos planteados. El instrumento tipo encuesta se observa en el apéndice 1; la utilización de la escala de valores tipo Likert es para la comprensión de las opiniones y actitudes de los estudiantes hacia el consumo o uso del laboratorio. Servirá para realizar mediciones y conocer el grado de conformidad de los encuestados hacia determinada pregunta afirmativa o negativa. La escala de valores para la respuesta se amplifica mejor en la siguiente tabla:

Tabla 12*Escala de calificaciones de actitud hacia el objeto estudiado*

Calificación	Acuerdo	Importancia
Muy negativo	Totalmente de acuerdo	Muy importante
Negativo	De acuerdo	Importante
Indiferente	Indeciso	Moderadamente importante
Positivo	En desacuerdo	De poca importancia
Muy positivo	Totalmente en desacuerdo	Sin importanci

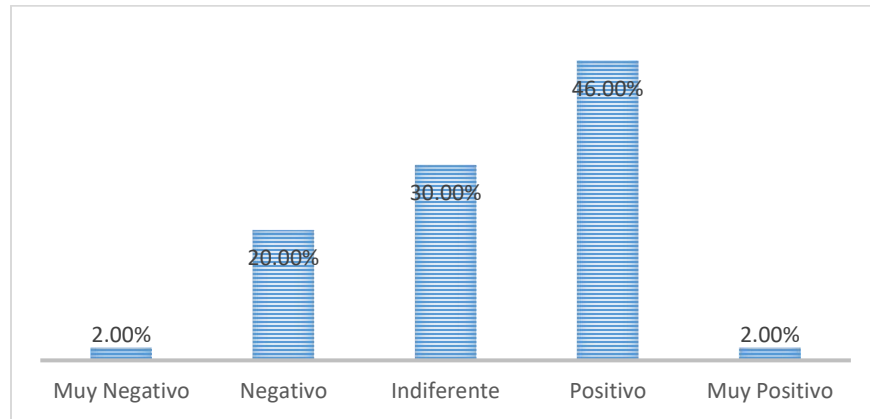
Nota. elaboración propia.

Para la encuesta se utiliza el tipo calificación, para indicar la actitud de los estudiantes hacia el concepto cuestionado. Con los criterios anteriores se comprende mejor el estudio de la demanda por los estudiantes de Ingeniería Industrial; los resultados son:

- ¿Cómo califica el nivel de experiencias de aprendizaje a través de prácticas actuales en la carrera de ingeniería industrial?

Figura 4

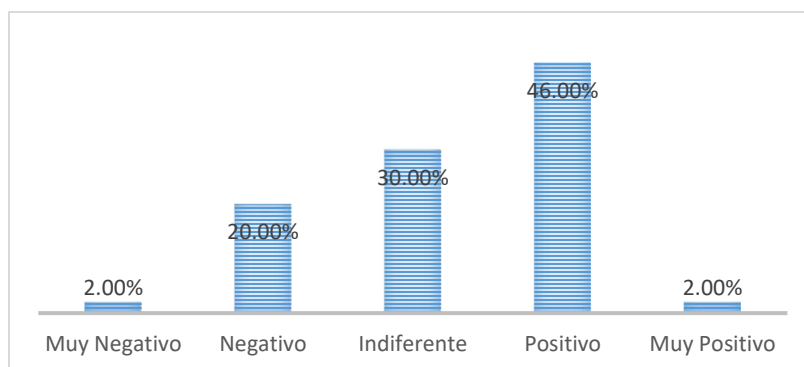
Calificación del nivel de experiencias de aprendizaje actuales



Nota. elaboración propia.

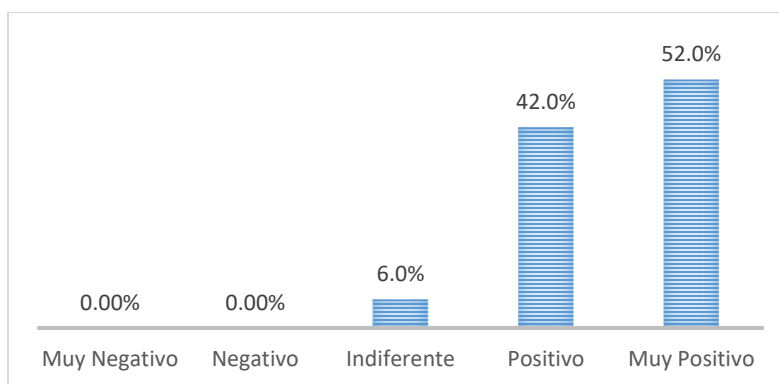
Los estudiantes responden que el nivel de experiencias de aprendizaje a través de las prácticas actuales es un 52% indiferente, negativo y muy negativo, y, el 48% positivo y muy positivo. Es necesario variar la modalidad para cambiar de nivel de calidad del aprendizaje, pues prácticamente la mitad de los encuestados no califican como efectivas la forma o método como se realizan actualmente las prácticas de laboratorio en diferentes cursos. Al realizar otro cuestionario, respecto al alcance de alguna competencia o habilidad, el indicativo es:

- ✓ ¿Considera haber obtenido y desarrollado algunas habilidades con las prácticas de laboratorio actuales?

Figura 5*Calificación del desarrollo de habilidades bajo formato actual**Nota. elaboración propia.*

El 52 por ciento de los encuestados manifiesta que son indiferentes a muy negativas las habilidades alcanzadas bajo la modalidad de las prácticas actuales. Esto empuja a variar los métodos, ambiente y equipamiento actualmente utilizados.

- ¿Considera que en la práctica en un laboratorio tecnológico industrial (equipos y materiales) le ayudará a resolver posibles problemas en su vida profesional futura?

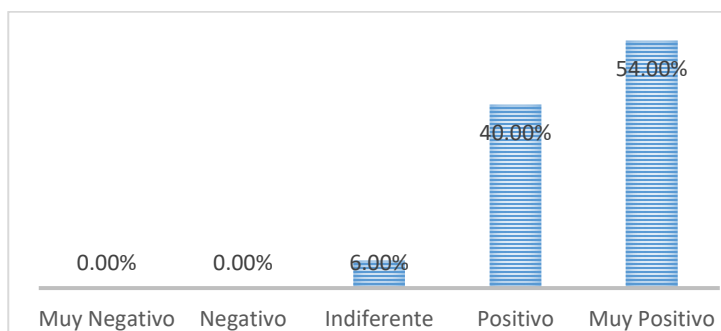
Figura 6*Opinión de estudiantes respecto al laboratorio tecnológico**Nota. elaboración propia.*

Los estudiantes consideran que los ejercicios experienciales fortalecen el aprendizaje para afrontar efectivamente los problemas profesionales futuros. De allí que el 94 por ciento considera positivo y muy positivo contar con un laboratorio tecnológico industrial; suficientes argumentos para demandar la implementación del laboratorio tecnológico para desarrollar competencias.

- ¿La modalidad de aprendizaje en un laboratorio podría generar una motivación alta con respecto a otra alternativa de aprendizaje en aula?

Figura 7

Motivación por un laboratorio tecnológico



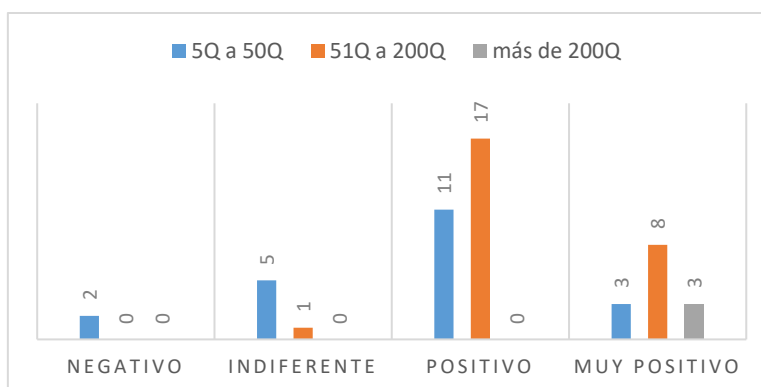
Nota. elaboración propia.

Es indudable que para los estudiantes realizar prácticas especializadas y tecnológicas en un ambiente totalmente equipado les motiva grandemente, el 94 por ciento de los estudiantes manifiesta su motivación (positivo a muy positivo). Pero, ¿cuántos están dispuestos a realizar pagos económicos por esas prácticas? se realiza un cruce de tablas para evidenciar mejor la intencionalidad de los estudiantes:

- ¿Está dispuesto a aportar económicamente y en qué rango está dispuesto a invertir por práctica? Tabulación cruzada:

Figura 8

Tabla cruzada: aportar económicamente y rango de pago



Nota. elaboración propia.

Los resultados evidencian que los estudiantes están dispuestos a pagar (positivo y muy positivo) por las prácticas en un nuevo laboratorio, además, en su mayoría pagarían en un rango de 51 a 200 Quetzales. Los resultados evidencian que el formato actual para los ejercicios o prácticas en Ingeniería Industrial es deficiente, no desarrolla (52% de los encuestados) las habilidades para afrontar la vida profesional. Mientras que el 94 por ciento de estudiantes encuestados ratifican que el uso de un laboratorio tecnológico desarrolla otras competencias y una alta motivación hacia un aprendizaje más especializado, y no solamente eso, sino que los estudiantes están dispuestos a pagar de 51 a 200 Quetzales por práctica.

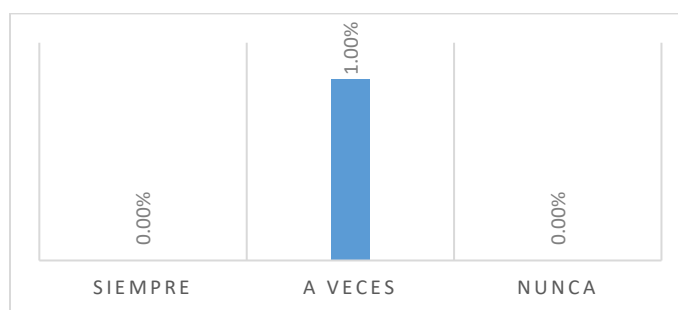
- **Por instituciones, empresas o profesionales**

Es necesario considerar si puede ser oportuno para el CUNORI brindar servicios a la comunidad productiva de la región. El enfoque principal de la presente investigación es la instalación del laboratorio tecnológico para fortalecer los aprendizajes y la calidad del egresado, pero existe un factor de extensión universitaria que debe considerarse. Se explicó a los profesionales encuestados, líderes de organizaciones lucrativas y no lucrativas, que un laboratorio tecnológico de ingeniería industrial es un lugar dotado de instrumentos y equipos especializados para realizar investigaciones, experimentos, pruebas de carácter científico-técnico para desarrollar posibles soluciones que incrementen la productividad de los procesos. La encuesta se aplicó a empresas reconocidas que representa a las industrias de producción de pan, minera, distribución eléctrica, añejamiento de ron, transformadoras de papel, talleres industriales e INTECAP.

- ¿Utilizaría los servicios especializados para el diagnóstico y análisis de productividad para procesos a través de un laboratorio tecnológico de la ingeniería industrial?

Figura 9

Solicitud de servicios de laboratorio



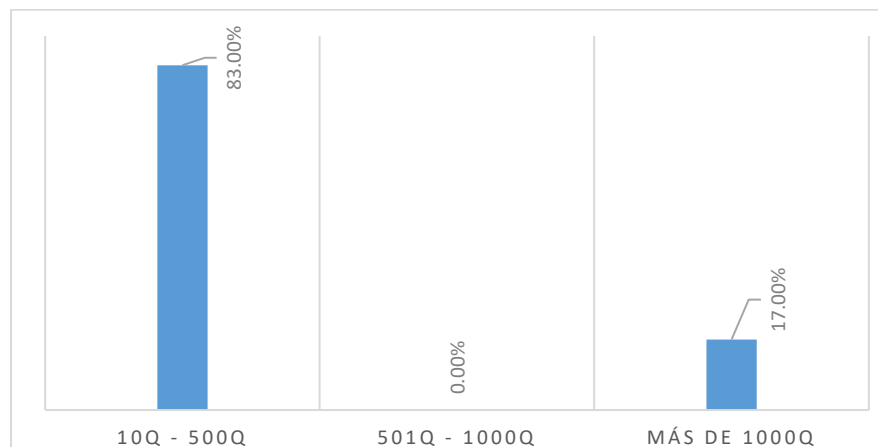
Nota. elaboración propia.

Se enfatiza que el proyecto tiene un enfoque como alternativa de aprendizaje para los estudiantes de Ingeniería Industrial del CUNORI; es interesante observar que 100 por ciento de los encuestados manifiesta que **a veces** utilizaría los servicios del TEC para analizar sus índices de productividad. También se preguntó qué rango económico estarían en disposición de pagar por algún servicio:

- Como empresa o institución ¿cuánto están dispuesto a pagar por servicios de un laboratorio tecnológico para realizar análisis de procesos de transformación?

Figura 10

Rango de pago por servicios del laboratorio



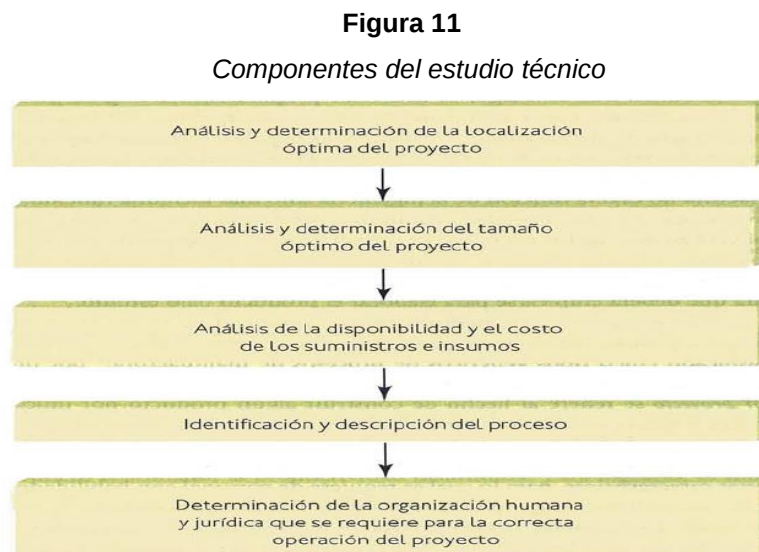
Nota. elaboración propia.

Las instituciones o empresas optan por pagar una cantidad menor a Q500.00 por el requerimiento de los servicios que el laboratorio tecnológico puede ofrecer. Tal vez porque son pequeñas o medianas empresas de la comunidad chiquimulteca. Se comprueba la hipótesis de la existencia de una demanda real de estudiantes y potencial de instituciones, y todos estos ejercicios experienciales fortalecen las competencias de los estudiantes de ingeniería industrial. A través de los indicadores de la definición del producto, del nivel de demanda, la oferta de servicios es aceptado para su uso el laboratorio tecnológico.

4.2 Estudio técnico o de ingeniería

Este apartado es esencial para comprobar que la institución académica CUNORI posea la infraestructura constructiva y administrativa para lidiar con el proyecto de un laboratorio tecnológico. Para este abordaje se seguirá el modelo planteado por Baca Urbina (2010), el descubrimiento y evaluación de las siguientes partes identificará la factibilidad técnica del proyecto en cuestión.

Los componentes de un estudio técnico planteado por el autor Baca Urbina, son los siguientes:



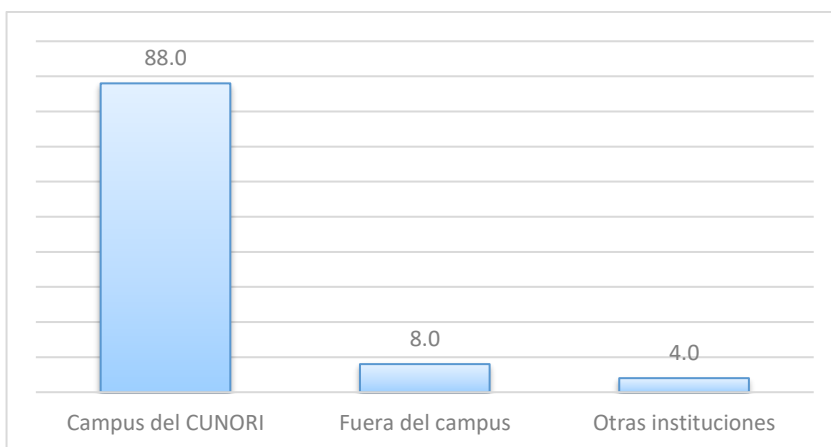
Nota. Baca Urbina (2010), Preparación y Evaluación de Proyectos.

Cada uno de los cinco elementos que describe la Figura 11, se responden para el proyecto de implementación de un laboratorio tecnológico de Ingeniería Industrial en el CUNORI y, en suma, determinar su factibilidad.

4.2.1 Localización óptima del TEC

Existen diferentes métodos o técnicas para determinar la ubicación óptima de un proyecto. Para determinar la mejor localización del TEC, se plantean tres alternativas. Estas alternativas fueron consideradas también en el estudio de mercado, la encuesta reveló los siguientes resultados:

- ¿Cuál considera la ubicación más apropiada para la instalación de un laboratorio tecnológico?

Figura 12*Considera la ubicación apropiada**Nota. elaboración propia.*

Los resultados del estudio de mercado indican que los estudiantes prefieren que el Laboratorio Tecnológico esté dentro del campus del CUNORI. Es aplicable la Teoría de Von Thiunen (1783-1850); "su idea se basa en la hipótesis de que el hombre intenta satisfacer sus necesidades económicas en el entorno inmediato, reduciendo sus desplazamientos al mínimo"; esto brinda razón a la preferencia de los estudiantes a que el TEC esté en el campus universitario. Pero se debe partir de un modelo o criterio matemático, por tal motivo, se aplica el Método Cualitativo por Puntos, utilizado principalmente en la localización para muchas fábricas o empresas.

➤ **Método cualitativo por puntos**

Este modelo permite una fácil identificación de los costos difíciles de evaluar que están relacionados con la localización de instalaciones. Los pasos que se practicaron fueron: Primero, se listaron los factores relevantes (factores que afectan la selección de la localización). Segundo, se asignó un peso a cada factor para reflejar su importancia relativa en los objetivos de la empresa (en este caso, el Laboratorio). Tercero, se desarrolló una escala para cada factor (de 0 a 1). Cuarto, se hizo que la administración calificara cada localidad por cada factor, utilizando la escala del paso tres. Quinto, se multiplicó cada calificación por los pesos de cada factor, y totalizar la calificación para cada localidad. Sexto, se hace una recomendación basada en la máxima calificación en puntaje, considerando los resultados de sistemas cuantitativos también.

Las tres alternativas son: Campus del CUNORI; otras instituciones, en este caso INTECAP y; fuera del campus del CUNORI. Para determinar la localización óptima se consideran los siguientes factores y su importancia relativa:

Tabla 13
Importancia relativa por factor de localización

<i>Factor de localización</i>	<i>Importancia relativa</i>
Ubicación (mejor acceso de docentes y estudiantes)	0.20
Sistema de transporte	0.05
Servicios de emergencia	0.10
Servicio de agua	0.20
Servicio de energía eléctrica	0.20
Impuestos	0.10
Sistema de seguridad	0.15
<i>sumatoria</i>	1.00

Nota. elaboración propia.

Se procede ahora a determinar la calificación por alternativa de ubicación, estas se determinaron conjuntamente con la dirección del CUNORI. Además, en la tabla siguiente presenta los cálculos para la obtención de una calificación ponderada por alternativa:

Tabla 14
Método de ponderación por punto

<i>Factor de localización</i>	<i>Importancia relativa</i>	<i>Calificación Ponderada CAMPUS</i>		<i>Calificación Ponderada INTECAP</i>		<i>Calificación ponderada FUERA DEL CAMPUS</i>	
		<i>Calificación</i>	<i>Punteo</i>	<i>Calificación</i>	<i>Punteo</i>	<i>Calificación</i>	<i>Punteo</i>
Ubicación	0.20	90	18.00	75	15.00	60	12.00
Transporte	0.05	80	4.00	65	3.25	85	4.25
Emergencias	0.10	70	7.00	80	8.00	60	6.00
Agua	0.20	90	18.00	90	18.00	70	14.00
Energía E.	0.20	85	17.00	90	18.00	75	15.00
Impuestos	0.10	95	9.50	90	9.00	60	6.00
Seguridad	0.15	90	13.50	80	12.00	60	9.00
	1.00		87.00		83.25		66.25

Nota. Información obtenida de Dirección CUNORI y elaboración propia.

El modelo determina que el campus que ocupa el Centro Universitario de Oriente, ubicado en Finca El Zapotillo, zona 5 de la ciudad de Chiquimula es preferible para ubicar el laboratorio tecnológico, dado que la calificación ponderada según la tabla anterior es de 87.00 puntos. Ahora bien, este nuevo laboratorio se podría ubicar en una de las edificaciones existentes en la universidad, con el objetivo de aprovechar la infraestructura instalada (agua, electricidad y otras) para minimizar la inversión inicial. En la siguiente tabla se observa una descripción general de ocupación y espacio disponible por el centro universitario:

Tabla 15
Descripción general de la utilización campus

<i>Elementos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Variable</i>
Total inscritos para el ciclo 2017.	3,372	Estudiantes
Programas de Pregrado, Plan Diarios	14	Licenciaturas
Programas de Pregrado, Plan Fin de Semana	8	Carreras
Programas de Postgrado	17	Especialidades.
<i>Cantidad de programas de estudio</i>	39	
<i>Espacios</i>		
Salones de uso docencia	32	Salones
Salones de uso laboratorios	15	Salones
Salones de uso administrativo	24	Salones
<i>Total de salones</i>	71	

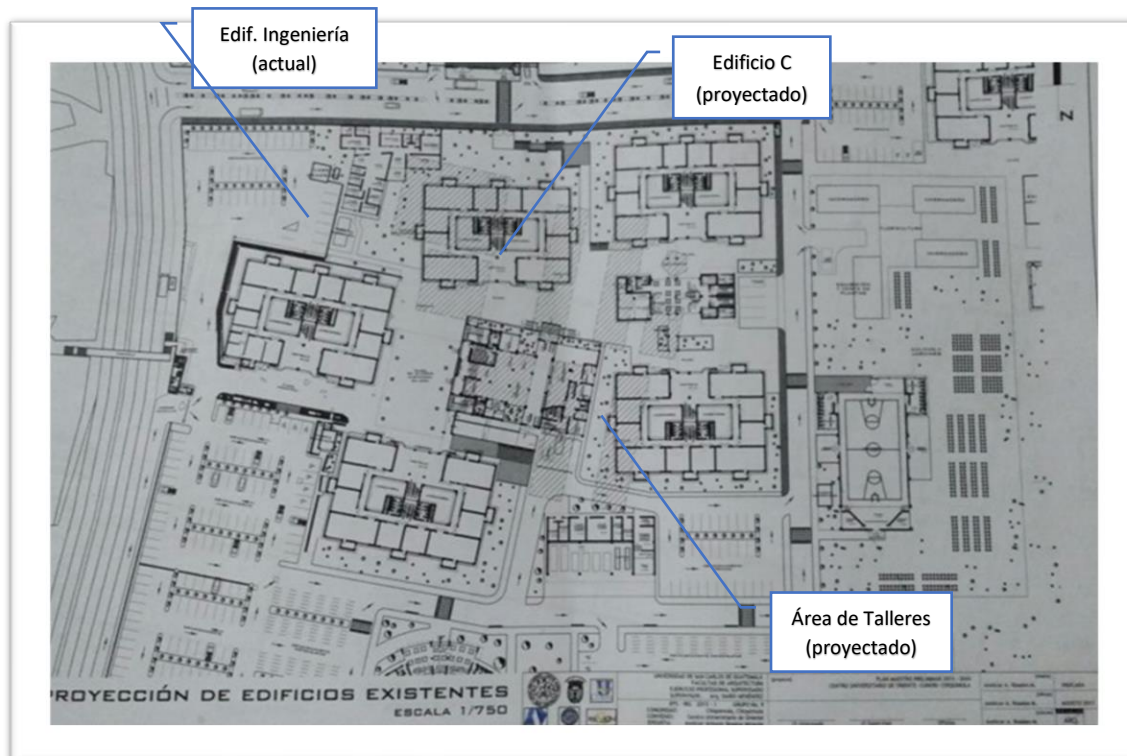
Fuente: administración y coordinación académica CUNORI -2017.

Por lo anterior, la variedad de salones y ambientes también son utilizables no solo para actividades de docencia directa, sino también para laboratorios de: cómputo, biología, patología, suelos, bufete popular, clínicas médicas, entre otros. Por lo que actualmente el CUNORI tiene una sobreutilización de sus salones, pues los dos edificios y demás módulos están ocupados al 100 por ciento. El Centro Universitario no tiene un ambiente disponible ni adecuado para albergar un laboratorio con las especificaciones necesarias para la aplicación de la ingeniería industrial. Es necesario la construcción de un recinto que satisfaga todos esos requerimientos especializados.

➤ **Ubicación del TEC dentro del campus**

Debido a la especialidad del laboratorio tecnológico, es importante diseñar y construir un recinto que satisfaga las necesidades de iluminación, ventilación, carga eléctrica, entre otros condicionantes necesarios para el recinto. Motivo por el cual se aprovecha el Plan Maestro 2017-2043 que elaboró el arquitecto Amílcar Antonio Rosales Miranda en el año 2013, para definir la ubicación precisa de instalación.

Figura 13
Ubicación precisa de TEC

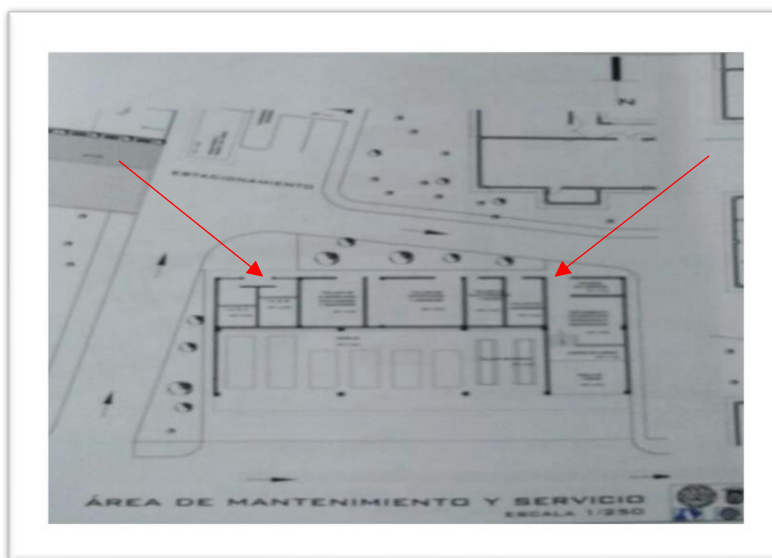


Nota. Consultado en la administración y Plan Maestro Preliminar 2013-2043, de Rosales (s. f.)

Se determina junto a la administración que el área denominada “Talleres o área de mantenimiento y servicio” que sería utilizada para los talleres de la flotilla de vehicular que tiene el CUNORI es el lugar para instalar el TEC. El mismo Plan Maestro proyecta que el Edificio C, sea utilizado para los laboratorios de ingeniería, pero el proyecto de construcción del edificio es a largo plazo. De tal forma que a mediano plazo puede edificarse lo que sería el taller de mantenimiento vehicular, y ser utilizado en principio para albergar el Laboratorio Tecnológico de ingeniería industrial.

La siguiente figura ilustra el plano ampliado la ubicación precisa del TEC CUNORI dentro del campus:

Figura 14
Área específica del laboratorio/taller



Nota. Plan maestro 2013-2043, Rosales (2013).

Existe una coherencia entre lo reflejado por la encuesta y el resultado del método de Ponderación de Puntos en que el TEC se ubique dentro del campus universitario. Se cuenta con alternativas de ubicación del nuevo laboratorio, al aprovechar el Plan Maestro 2013-2043, apropiarse de lo que será el Taller de Mantenimiento vehicular y construir en dicho lugar, señalado en la figura 14.

4.2.2 Tamaño óptimo del Laboratorio

El tamaño óptimo del proyecto lo determina su capacidad instalada, debe expresarse por el número de estudiantes atendidos por sesión. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica. El laboratorio se mide por la capacidad de atención de estudiantes según el recinto y la inversión en maquinaria, equipo y herramientas.

a) Construcción del recinto

El recinto que albergará el Laboratorio Tecnológico será de dos módulos o ambientes, las razones son explicadas por el Método SLP (*Tabla 13*), en que se determina la necesidad de tener dos ambientes. El área de construcción será de 7 m de ancho, por 15 m de largo, con una altura de 4 m. Se detallan las inversiones para la infraestructura de los módulos:

Tabla 16
Inversión en infraestructura física

No.	Elemento de la infraestructura	Unidad	Cantidad de Unidades	Valor / Unidad	TOTAL
1	Cimentación (trazo, nivelación, zanjeo)	m.	62.00	625.00	38,750.00
2	Levantado de muros (Columnas, vigas y soleras)	m ²	230.2	650.00	149,500.00
3	Estructura metálica y cubierta de lámina (cielo falso)	m ²	131.75	580.00	76,415.00
4	Piso de torta de concreto (base y compactación)	m ²	120.00	316.00	37,920.00
5	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	Unidad	6.00	2,050.00	12,300.00
6	Instalaciones eléctricas (8 luz y 8 fuerza)	Unidad	16.00	1,130.00	18,080.00
7	Puertas y ventanas (Metal y vidrio 5mm.)	Unidad	10.00	1,480.00	14,800.00
					347,765.00
					\$ 46,368.67

Nota. Los datos de inversión que se presentan en la tabla fueron consultados en la Agencia de inteligencia de Mercado M&R Consultores (s.f).

La inversión para la construcción del recinto es de Q347,765.00. Se proyecta para una atención de 16 estudiantes por cada uno de los dos ambientes proyectados.

b) Método de Escalación

Tamaño óptimo del TEC; para esta decisión se aplicó el Método de escalación, el autor Baca Urbina define que

Una forma más detallada de determinar la capacidad óptima de producción es considerar la capacidad de los equipos disponibles en el mercado y con esto analizar las ventajas y desventajas...Cuando se desconoce la disponibilidad de capital para invertir, este método es muy útil. Se investigan las capacidades de equipos disponibles en el mercado y se calcula la máxima producción (Baca Urbina, 2010). De tal forma que:

Tabla 17
Método Escalación, determinación tamaño del proyecto

Rubro	Cantidad monetaria
Construcción del recinto taller, ver Tabla 6.	Q. 262,451.25
Equipamiento: máquinas y herramientas, ver Tabla 10.	Q. 347,765.00
Tamaño óptimo	Q. 610,216.25

Nota. elaboración propia.

Según la tabla anterior se determina que el tamaño óptimo del proyecto corresponde a una inversión de Q.610,216.25, para un turno de 8 horas y con servicio de 32 estudiantes por laboratorio, 16 estudiantes en cada ambiente, como se demostrará más adelante en la tabla 22.

c) Maquinaria, equipo y herramientas para el equipamiento

Por referencia documental en cotizaciones a por lo menos dos empresas proveedoras del equipamiento del laboratorio y tomando en cuenta una serie de factores que afectan directamente la elección. La información que es necesaria recabar será útil en la comparación de varios equipos y también es la base para realizar una serie de cálculos económicos para una decisión posterior. La tabla siguiente describe cada factor relevante a considerar para la compra:

Tabla 18
Factores relevantes para la adquisición de maquinarias y equipos

Factor	Descripción
Proveedor	Es útil para la presentación formal de las cotizaciones.
Precio	Se utiliza en el cálculo de la inversión inicial.
Costo de mantenimiento	Se emplea para calcular el costo anual del mantenimiento.
Consumo de energía eléctrica	Otro tipo de energía. Sirve para calcular este tipo de costos.
Infraestructura adicional necesaria	Se refiere a que algunos equipos requieren alguna infraestructura especial (por ejemplo, alta tensión eléctrica), y es necesario conocer esto, tanto para preverlo, como porque incrementa la inversión inicial.
Equipos auxiliares	Hay máquinas que requieren aire a presión, agua fría o caliente, y proporcionar estos equipos adicionales es algo que queda fuera del precio principal.
Costo de instalación y puesta en marcha.	Se verifica si se incluye en el precio original y a cuánto asciende.
Dimensiones	Dato que se usa al determinar la distribución de la planta.
Flexibilidad	Esta característica se refiere a que algunos equipos son capaces de realizar operaciones y procesos unitarios en ciertos rangos y provocan en el material cambios físicos, químicos o mecánicos en distintos niveles.
Mano de obra necesaria	Es útil al calcular el costo de la mano de obra directa y el nivel de capacitación que se requiere.
Existencia de Repuestos en el país	Hay equipos, sobre todo los de tecnología avanzada, cuyas refacciones sólo pueden obtenerse importándolas

Nota. Baca Urbina (2010) y elaboración propia.

Tomando en cuenta los factores de la tabla anterior, seguidamente se describen las máquinas, equipos y herramientas a instalar y usar por el laboratorio tecnológico de Ingeniería Industrial. Los requerimientos surgen de entrevista a los docentes de cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Industrial y los planes de la Facultad de Ingeniería del campus central de la ciudad de Guatemala. Los costos son con base en la referencia de cotizaciones a distintas empresas; se presenta el costo más probable, en moneda de Dólares de Estados Unidos:

Tabla 19
Costos de la maquinaria, equipo y herramientas del TEC

		Cantidad de unidades	Precio \$ Q7.50/\$1.00	Sub Total \$
	Maquinaria prioritaria			
1	CNC Router	1	5,200.00	15,200.00
2	Impresora 3D	1	3,200.00	3,200.00
3	Balanza analítica	1	1,500.00	1,500.00
4	Equipos de cómputo	2	1,100.00	2,200.00
				12,100.00
	Equipo prioritario			
5	Mini torno CNC	1	2,500.00	2,500.00
6	Mini Fresadora CNC	1	620.00	620.00
7	Equipo Soldadura Eléctrica	1	805.00	805.00
8	Equipo Soldadura Oxiacetilénica	2	465.00	930.00
9	Taladro de pedestal	2	332.00	664.00
10	Esmeriladoras	2	152.00	304.00
11	Barreno manual	2	95.00	190.00
12	Pulidora cortadora	2	252.00	504.00
13	Sierra circular de banco	1	126.00	126.00
14	Sierra Ingletadora	1	165.00	165.00
15	Prensas mecánicas	2	120.00	240.00
16	Anemómetros	3	132.00	396.00
17	Sonómetro (Decibelímetro)	3	90.00	270.00
18	Luxómetros	3	43.00	129.00
19	Termómetros digitales ambientales	3	18.00	54.00
20	Bandas de Rodillos transportadoras (3 mts)	1	750.00	750.00
				8,647.00
	Maquinaria sofisticada, no prioritaria			
21	Brazo manipulador robótico industrial	2	850.00	1,700.00
22	Robot NAO	1	11,000.00	11,000.00
23	Termómetros infrarrojo focalizado	3	240.00	720.00
				12,890.00
	Herramientas necesarias, no prioritarias.			
24	Bancos de trabajo	2	100.00	200.00
25	Herramientas complementarias	3	200.00	600.00
26	Vernier electrónicos	3	60.00	180.00
27	Micrómetros	3	42.00	126.00
28	Cintas antropométricas	3	22.00	66.00
29	Goniómetros	3	12.00	36.00
30	Lupa Cuenta hilos	3	11.00	33.00
31	Taquímetros	3	29.00	87.00
32	Láminas de espesores	3	9.50	28.50
				1,356.50
			GRAN TOTAL	\$ 34,993.50

Nota. elaboración propia.

Todos los precios y valores son sujetos a cambios, debido a las condiciones económicas del país y de políticas internas de las empresas proveedoras. En total se requiere 34,993.50 Dólares para equipar completamente el laboratorio, al tipo de cambio de Q7.50 por un Dólar estadounidense, se invierten 262,451.25 Quetzales. Se necesitan más equipos o materiales, como por ejemplo maniqués, cintas métricas, entre otros, que específicamente cada práctica de laboratorio demandará, según la especialidad del curso. Pero todos esos materiales se irán sumando a los bienes del laboratorio tecnológico en la medida que participen los alumnos y se desarrolle cada práctica, bajo la dirección e iniciativa de cada ingeniero docente.

4.2.3 Identificación y descripción de proceso

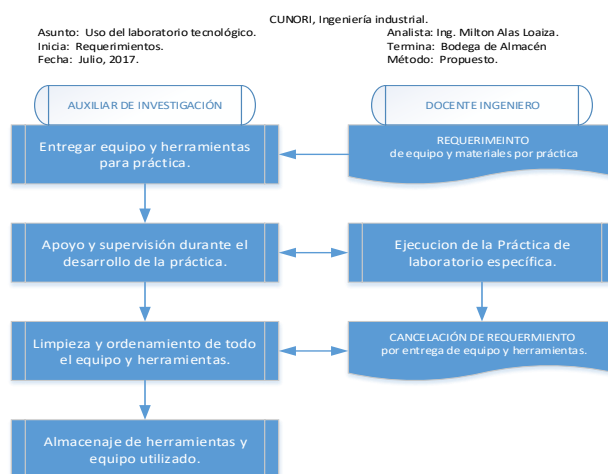
Se determina el funcionamiento del laboratorio tecnológico, el proceso de servicio bajo el cual operaría este departamento o laboratorio dentro de la universidad.

a) Proceso de utilización del laboratorio

El procedimiento para la obtención del bien o servicio, en este caso la realización de una práctica, se presenta a través de un Diagrama de Bloques, que es una simbología internacionalmente aceptada. La siguiente figura ilustra su proceso administrativo.

Figura 15

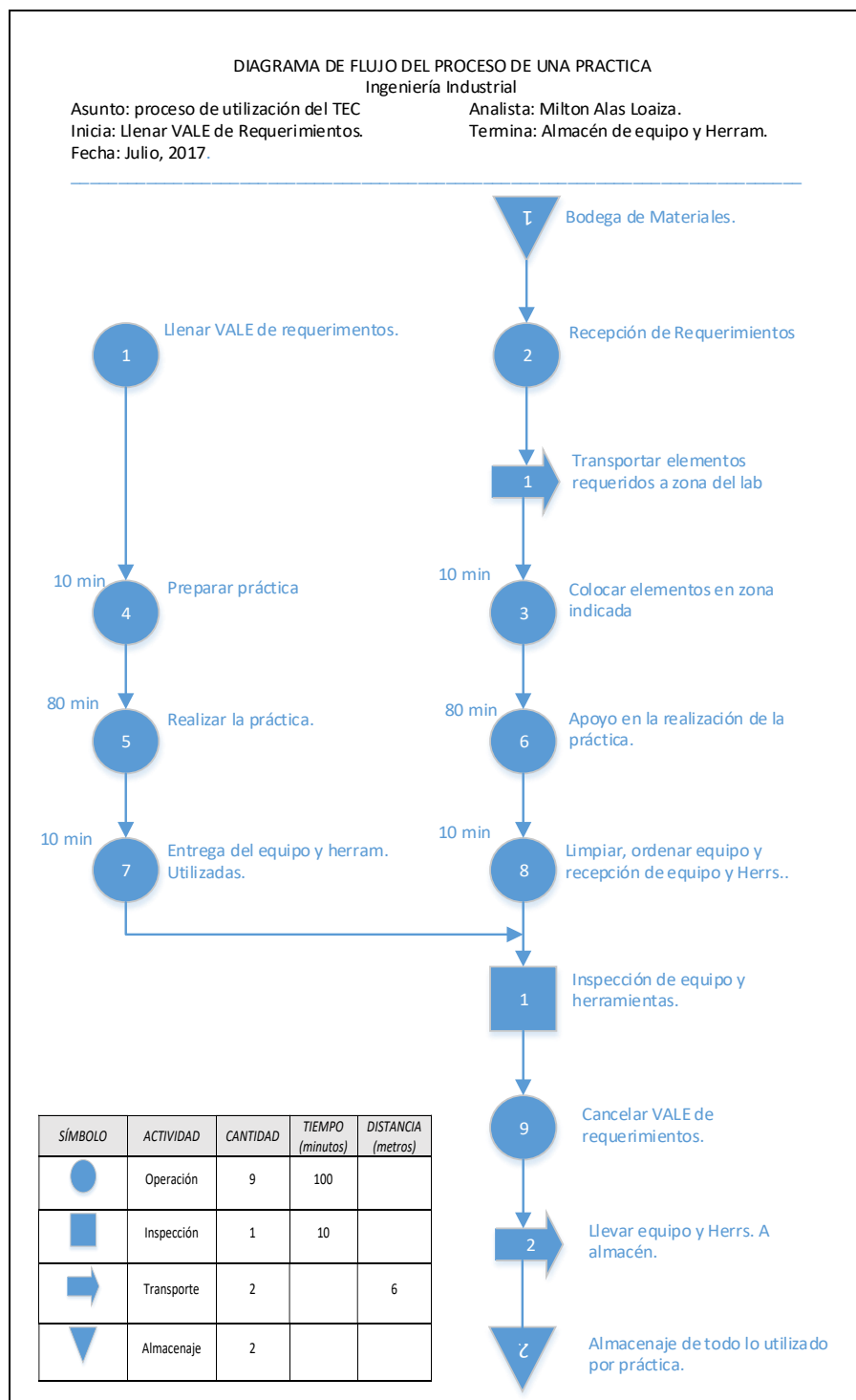
Diagrama de uso del laboratorio tecnológico



Nota. elaboración propia.

La siguiente figura ilustra el Diagrama de Flujo de Proceso para la realización de cada práctica, basándose en la simbología de la Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos, ASME por sus siglas en inglés.

Figura 16
DFP del TEC



Nota. elaboración propia.

Para el tiempo a usar en cada práctica, se seguiría el formato actual que consiste en períodos de 50 minutos cada uno. Básicamente el desarrollo de una práctica de aprendizaje experiencial involucra 100 minutos (dos períodos de 50 minutos cada uno). El diagrama de flujo del proceso así lo demuestra también.

b) Organización para la operación del laboratorio

Seguidamente se detallan cada una de las prácticas por curso que se realizarán en el laboratorio tecnológico, esto determina también la organización humana necesaria, así como el cronograma semanal de ocupación. La titulación de cada práctica corresponde a la forma cómo deberá de aplicarse en cada curso.

Tabla 20
Detalle de prácticas en laboratorio por curso

1.. Ingeniería de plantas 1. Localización Industrial. 2. Cartas de Reingelman 3. Techos Industriales. 4. Ventilación Industrial. 5. Iluminación Industrial. 6. Ruidos Industriales. 7. Diagramas de Procesos. 8. Distribución de Planta. 9. Buenas Prácticas de Manufactura. 10. Estudio de Impacto Ambiental.	2. Ingeniería de Métodos 1. Análisis de productividad 2. Diagramas de Procesos. 3. Diagramas Bi-Manual. 4. Diagramas Hombre-Máquina. 5. Antropometría. Ergonomía. 6. Tiempo Estándar. 7. Balanceo: Líneas Producción. 8. Sistemas de Compensación Salarial. 9. Nuevo Método. 10. Normalización del Proceso.	3. Controles industriales 1. Gráficos de control por variables X-R 2. Gráficos de c. por variables X-σ 3. Gráficos de c. por variables P y nP 4. Gráficos de c. por atributos U 5. Gráficos de c. por atributos D 6. Muestreo de Aceptación por Atributos Simple 7. Muestreo de Aceptación por Atributos Doble. 8. Muestreo de Aceptación por Atributos Secuencial.	
10 prácticas	10 prácticas	10 prácticas	30
4. Diseño para la producción 1. Las Operaciones de Producción. 2. Diseño del Producto. 3. Técnicas de Análisis y Creatividad. 4. Diseño Proceso de Transformación. 5. Secuencia de Prioridades 6. Valor del Diseño. 7. Ingeniería de Empaque. 8. Planeación Agregada. 9. Planeación de Proyecto. 10. Presentación Proyecto.	5. Control de la producción 1. Pronósticos de previsión cualitativo.. 2. Enfoque de Previsión Cuantitativo: Método Simple, Método de Media Móvil, Método de Media Móvil Ponderada. 3. Método Exponencial, Regresión, Geométrico. 4. Capacidad de Producción. 5. Capacidad y Demanda. 6. Planificación de materiales (MRP) 7. Modelo Inventario para Demanda 8. Cargas de Trabajo. 9. Reglas Prioritarias de Despacho. 10. Planificación de N trabajos.	6. Ciencia de los materiales 1. Elementos de estructuras cristalinas. 2. Movimiento de los átomos. 3. Ensayos de materiales. 4. Deformación. 5. Endurecimiento. 6. Solidificación y aleación. 7. Cerámicos. 8. Polímeros. 9. Materiales compuestos. 10. Corrosión y desgastes.	
10 prácticas	10 prácticas	10 prácticas	30
7. Seguridad e Higiene Industrial 1. Buenas Prácticas de Manufactura 2. Señalización Industrial 3. Uso de equipos de seguridad. 4. Evaluación del calor 5. Brigadas de seguridad 6. Primeros auxilios básicos 7. Iluminación Industrial 8. Ventilación 9. Deshumidificación 10. Evaluación del ruido	8. Ingeniería Eléctrica I 1. Resistencia Equivalentes. 2. Medición de V, I y Ω, Metrología. 3. Trabajo, Energía y Potencia. 4. Baterías. 5. Electromagnetismo. 6. Transistores. 7. Corriente Alterna. 8. Transformadores. 9. Máquinas Eléctricas. 10. Presentación proyecto.	9. Ingeniería Eléctrica II 1. Corriente Alterna. 2. Sistemas de Potencia. 3. Centrales Eléctricas. 4. Instalaciones Eléctricas Resid. 5. Sistemas de Alumbrado. 6. Electrónica Analógica. 7. Telecomunicaciones. 8. Electrónica Digital. 9. Planeación proyecto. 10. Presentación proyecto.	
10 prácticas	10 prácticas	10 prácticas	30
10.. Procesos de Manufactura I 1. Calibrador Vernier. 2. Micrómetros y otros instrumentos 3. Herramientas de corte para Máquinas- Herramientas. Afilar buril. 4. Torno: funcionamiento y manejo 5. Cepillos: funcionamiento y manejo. 6. Fresadora: funcionamiento y manejo 7. Manejo de desechos, desperdicios. 8. Manejo de residuos y sobrantes en la industria. 9. Realización de proyecto. 10. Presentación proyecto.	11. Procesos de Manufactura II 1. Taladros y Cortadoras. 2. Industria metálica: Dobladoras, Acanaladoras, Enrolladoras. 3. Corte, dobleces y unión de metales. 4. Soldadura Eléctrica. 5. Soldadura Autógena. 6. Soldadura Mig. 7. Soldadura Tig 8. Soldadura de Remaches o puntos. 9. Realización de proyecto, 10. Presentación de proyecto	12. Ecología o medio ambiente 1. Impactos ambientales 2. Mitigación de Impactos 3. Desechos sólidos y su manejo. 4. Contaminación Hídrica 5. Manejo de desechos líquidos. 6. Contaminación atmosférica y tratamiento de gases. 7. Procesos sostenibles. 8. Energía más limpia. 9. Planeación proyecto. 10. Presentación proyecto	
10 prácticas	10 prácticas	10 prácticas	30
RESUMEN			
CURSOS = 12	PRÁCTICAS X SEMANA = 12 aprox.	TOTAL DE PRÁCTICAS X SEMESTRE	120

Nota. Docenes de Ingeniería CUNORI, Facultad de Ingeniería y elaboración propia.

c) Horarios de ocupación del laboratorio tecnológico

La siguiente figura ilustra el tiempo y magnitud de ocupación del laboratorio tecnológico por todas las prácticas ya detalladas de cada curso. Es importante resaltar que por práctica se emplean dos períodos normales de los horarios definidos por las carreras de ingeniería, equivale a 50 minutos por período.

Figura 17
Cronograma de ocupación semanal del laboratorio

Hrs.	Períodos	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	930 - 1020					
2	1020 - 1110		Ingeniería Eléctrica I		Ingeniería Eléctrica II	
3	1110 - 1200					
	1200 - 1300					
	1310 - 1400	Procesos de Manufactura I	Ingeniería de Plantas	Procesos de Manufactura II	Ingeniería de Métodos	Ecología, Medio ambiente
4	1400 - 1450					
5	1450 - 1540					
6	1540 - 1630	Control de la Producción	Controles Industriales	Diseño para la Producción	Seguridad e Higiene Ind.	Ciencia de Materiales
7	1630 - 1720					
8	1720 - 1810					
<i>interpretación</i>						
	16 Horas		Mantenimiento y preparación de práctica.			
	24 Horas		Ocupación en práctica de laboratorio.			
			Horario de almuerzo.			
	40 Horas		Jornada laboral por semana.			
		12	Prácticas de laboratorio por semana.			

Nota. elaboración propia.

En el horario planteado, se utilizarán 24 períodos (equivale a 1,200 minutos) para la realización de experiencias de aprendizaje. Son necesarios como mínimo 10 periodos de mantenimiento (equivale a 500 minutos); eso nos indica que se aprovecha un 80% de la disponibilidad del horario para la práctica de laboratorios, una holgura de 20% para agregar tres posibles prácticas más.

d) Diagrama de recorrido para el laboratorio (distribución de planta)

La buena distribución de planta es la que proporciona condiciones de trabajo aceptables y que permite la operatividad más eficiente del laboratorio tecnológico. Los objetivos que la distribución debe satisfacer son: mínima distancia de recorrido, utilización del espacio cúbico, seguridad y bienestar para los estudiantes y docentes, como también flexibilidad para los cambios futuros. Se aplica un tipo de distribución por proceso, ya que este tipo busca reducir el costo por manejo de materiales, al ajustar el tamaño del área con el volumen y cantidad de flujo de los servicios, que son las prácticas de laboratorio.

Para el Método SLP o LayOut: se utiliza una técnica cuantitativa, pues se propone una distribución en base a la conveniencia de la cercanía entre departamentos o máquinas para los estudiantes. El método emplea una simbología nemotécnica, con base en la siguiente tabla:

Tabla 21
Simbología para el método Layout

Letra	Orden de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria o normal
U	Unimportant (sin importancia)
X	Indeseable
XX	Muy indeseable

Nota. Método Systematic Layout Planning (SLP),
(Muther 1968, citado en Buritica Macías, 2012).

En la tabla 21 se describe todo el equipamiento sugerido para el laboratorio, allí mismo se agrupan en cuatro grandes áreas: maquinaria prioritaria, equipo prioritario, maquinaria sofisticada y herramientas necesarias; además se consideran el área de bodega y la ducha de emergencia. Al aplicar la metodología SLP queda de la siguiente forma:

Tabla 22
Método SLP

	Maquinaria Prioritaria	Maquinaria Sofisticada	Equipo Prioritario	Bodega	Herramientas Necesarias	Ducha
Maquinaria Prioritaria		A	O	E	E	U
Maquinaria Sofisticada	A		XX	I	I	U
Equipo Prioritario	O	X		E	E	A
Bodega	E	O	E		A	U
Herramientas Necesarias	O	I	A	A		X
Ducha	O	O	A	E	U	

Nota. elaboración propia.

El layout determina la necesidad de diseñar dos ambientes para el laboratorio tecnológico. Pues es "Muy Indeseable" la cercanía del Equipo Prioritario con la Maquinaria Sofisticada, esto también brinda la oportunidad de poder servir a dos grupos de estudiantes al mismo tiempo, y con diferente énfasis. Entonces, con base en los resultados del SLP, en el capítulo 5 de propuesta se muestra el diseño definitivo de la distribución.

El proyecto de instalación del laboratorio tecnológico es factible técnicamente, debido a que el estudio de mercado arrojó que los estudiantes prefieren el laboratorio dentro del campus; y a través del método de Puntos Ponderados se determinó junto con la administración que el mejor lugar es en el campus universitario. En análisis de la tabla 15 evidencia una sobreutilización de todos los salones del CUNORI, se referencia el Plan Maestro 2013-2043 y se proyecta utilizar el área denominada Taller, según figura 14 (hoy vivero), ubicar la construcción del recinto que albergaría el laboratorio tecnológico.

Sobre la variable del estudio técnico pues se determinó que el proyecto de implementación del laboratorio es factible técnicamente puesto que son determinables su ubicación, el tamaño lo determina la cantidad de Q610,216.25; se describe además todo el equipo y maquinaria para la operación efectiva del laboratorio.

4.3 Estudio administrativo

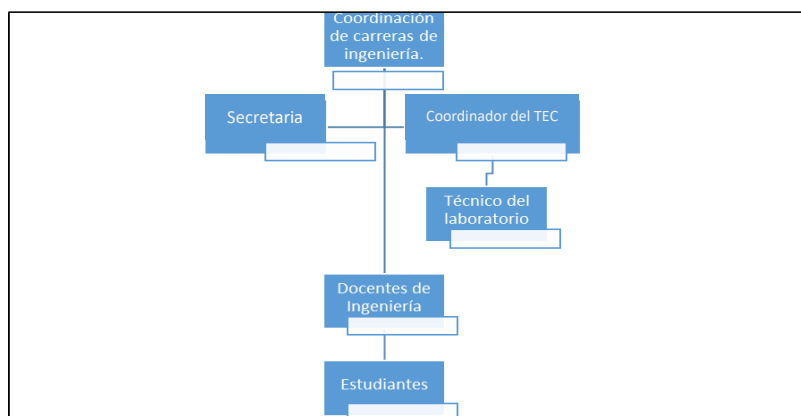
Esta variable se responde a través de cuatro tipos de aspectos: organizacional, aspecto político, aspecto legal-fiscal y ambiental. Se profundizó en cada aspecto para determinar la viabilidad administrativa de la instalación y operatividad del recinto tecnológico para los estudiantes de la ingeniería industrial.

4.3.1 Aspecto organizacional

Para la administración y operación del laboratorio tecnológico (TEC) industrial, se presenta la siguiente organización de personal:

Figura 18

Organigrama del TEC



Nota. elaboración propia.

La figura anterior presenta claramente las relaciones organizacionales que plantea la operación de TEC. Es importante ahora conocer las funciones específicas de cada puesto de trabajo dentro del organigrama propuesto.

- **Descripción de puestos**

Para describir el funcionamiento de la organización del recurso humano para el laboratorio tecnológico y responder a la hipótesis sobre la factibilidad administrativa, a continuación de una serie de tablas se describen características del puesto dentro del organigrama del laboratorio.

Tabla 23
Coordinador de carreras de ingeniería

Descripción general	Según las leyes y reglamentos de la USAC es nombrado por el director del centro universitario, según el título IX y los artículos 27 y 28, del Reglamento General de los centros regionales universitarios de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los mencionados artículos describen sus atribuciones y responsabilidades, se determina que es esta profesional debe de tomar también la supervisión general del laboratorio tecnológico para la carrera de ingeniería industrial, pues se encuentra dentro de sus obligaciones.
Responsabilidades	Se detallan en el capítulo IX, artículo 28, del Reglamento General para Centro Regionales, p. 126; pero estrictamente las relativas al laboratorio, son: - Supervisar las actividades del laboratorio tecnológico. - Coordinar e integrar la actividad investigativa y docente con las demás carreras del centro y velar por el mejoramiento de la enseñanza. - Supervisar la compra a los proveedores de diferentes materiales para laboratorio. - Elaborar presupuestos e informes mensuales y anuales. - Supervisar las actividades que debe desarrollar el personal del laboratorio. - Velar porque el laboratorio funcione en óptimas condiciones y porque se cumpla el reglamento interno del uso del laboratorio tecnológico.
Prerrequisitos	- Como mínimo el puesto de titular III.
Condiciones	- Salario de profesor titular III. Todas las prestaciones de ley. ⁷ - Horas de contratación: <u>8 Hora.</u> - Pago anual = Q129,408.00 (sueldo) + 95,980.43 (prestaciones) TOTAL PAGO = Q 225,390.00 ≅ \$ 30,052.00 ANUALES
Estatus	- Ya bajo contrato en el CUNORI. - NO SE INCLUYE EN EL COSTO.

Nota. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección de asuntos jurídicos (s. f.), SIIF y elaboración propia.

Coordinador de las carreras de Ingeniería, razón por la cual también tendría en sus atribuciones administrativas, la dirección y seguimiento a este departamento o área que le corresponde inherentemente a su función académica y administrativa dentro del CUNORI.

Tabla 24
Coordinador del laboratorio tecnológico –TEC

Descripción general	Este será nombrado por el Coordinador de área o carreras, por un período no menor a un año y será el responsable de directo de todas las actividades que se desarrollen dentro y a través del laboratorio tecnológico de ingeniería industrial.
Responsabilidades	Se detallan en el capítulo IX, artículo 28, pero estrictamente las relativas al laboratorio, serán: - Elaborar un programa y cronograma de todas las actividades y ocupaciones del laboratorio tecnológico. - Supervisar las actividades del laboratorio tecnológico. - Coordinar e integrar la actividad investigativa y docente con las demás carreras del centro y velar por el mejoramiento de la enseñanza. - Supervisar la compra a los proveedores de diferentes materiales para laboratorio. - Junto con el coordinador de área elaborar presupuestos e informes mensuales y anuales. - Supervisar directamente las actividades que se debe desarrollar el auxiliar de laboratorio. - Supervisa y controla las actividades que se ejecutan en el Laboratorio tecnológico. - Elabora requisiciones de material de laboratorio, elementos y utensilios necesarios. - Supervisa el mantenimiento de los equipos de laboratorio. - Vela por el resguardo de los materiales y equipos de la unidad. - Velar porque el laboratorio funcione en óptimas condiciones y porque se cumpla el reglamento interno del uso del laboratorio tecnológico.
Requisitos	- Estar licenciado en ingeniería industrial o mecánico industrial. - Como mínimo el puesto de titular I. - Ser docente de la carrera de ingeniería industrial.
Condiciones	- Salario de profesor titular I. Todas las prestaciones de ley. - Horas de contratación: <u>1 Hora.</u> - Pago anual = Q16,176.00 (sueldo) + Q 11,997.55 (prestaciones) - TOTAL PAGO = Q 28,177.00 ≡ \$ 3,756.94 / AÑO. - COSTO PARA EL PROYECTO.
Estatus	- Por contratar.

Nota. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección de asuntos jurídicos (s. f.) y elaboración propia.

A un profesional se le asignará la responsabilidad directa de la administración del TEC, bajo las condiciones descritas en la tabla anterior. El puesto siguiente dentro de la organización del tecnológico corresponde a la secretaria que actualmente apoya a la coordinación académica; pero se adjudican unas actividades adicionales para la operatividad efectiva del laboratorio tecnológico, se describe a continuación:

Tabla 25
Secretaria (Oficinista 1)

Descripción general	Básicamente desarrolla funciones de servicio y colaboración a las tareas docentes y de coordinación de área de las carreras de ingeniería, por lo que práctico que participe también en colaboración con el laboratorio tecnológico –TEC.
Responsabilidades	- Colaborar en todo lo necesario y autorizado por el coordinador de carreras para el efectivo funcionamiento del laboratorio de ingeniería industrial.
Requisitos	- Estar bajo el puesto de Oficinista 1 o Secretaria. - Estay ya contratada por el centro universitario.
Condiciones	- Todas las prestaciones de ley. Pago anual = Q57,792.00 (sueldo) + Q 42,863.66 (prestaciones) TOTAL PAGO = Q 100,659.00 $\equiv$ \$ 13,421.20 / AÑO.
Estatus	Ya bajo contrato en CUNORI. - NO SE INCLUYE AL COSTO.

Nota. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección de asuntos jurídicos (s. f.) y elaboración propia.

Los docentes son los profesionales que utilizan o pueden apropiarse del laboratorio tecnológico para desarrollar diferentes ejercicios prácticos y así fortalecer las competencias en los alumnos de la carrera. El Reglamento de la Carrera Universitaria del Personal Académico, en su Título II: De la Docencia, en su Capítulo I y el apartado de Definiciones: Personal Docente, establece en su numeral 5.10 Docencia: “Es la actividad desarrollada en la Universidad de San Carlos de Guatemala orientada hacia la búsqueda, comprensión, interpretación, aplicación y divulgación del conocimiento científico, tecnológico, humanístico, por medio de la planificación, organización, dirección, ejecución y evaluación del proceso educativo”.

Tabla 26
Docentes de cursos de laboratorio

Descripción general	Son todos aquellos docentes contratados por el CUNORI y que tiene bajo su responsabilidad laboratorios de cursos profesionales, éstos son: - Ingeniería de plantas. - Ingeniería de métodos. - Diseño para la producción. - Controles industriales - Control de la producción. - Seguridad e higiene industrial. - Procesos de Manufactura I y II. - Ingeniería eléctrica I y II. - Prácticas iniciales, intermedias y finales. - Ecología - Otros que se agreguen.
Responsabilidades	- Todas aquellas actividades que están normadas en el Reglamento de la Carrera Universitaria del Personal Académico, específicamente en el Capítulo VII Atribuciones del Personal Académico, Artículo 26. - Organizar todas las prácticas en el laboratorio tecnológico. - Preparar todos los insumos y materiales necesarios para cada ejercicio práctico.
Requisitos	- Este ya contratada por el centro universitario.
Condiciones	- Todas las prestaciones de ley.
Estatus	- Ya contratados por CUNORI.

Nota. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección de asuntos jurídicos (s. f.) y elaboración propia.

Tabla 27
Auxiliar de investigación 1

Descripción general	Detallados en el Reglamento del Personal Académico Fuera de Carrera, su Capítulo II, artículo 3.11 Auxiliar de Investigación I: es la persona que sin haber obtenido el grado de licenciado apoya las actividades de docencia, investigación, y extensión.
Responsabilidades	- Supervisa y controla las actividades que se ejecutan en el Laboratorio Tecnológico. - Elabora requisiciones de materiales, insumos y todos aquellos elementos útiles para las diferentes prácticas, en armonía con el responsable directo del curso o laboratorio. - Administra el mantenimiento de la maquinaria y equipos del laboratorio. - Vela por el resguardo de los materiales y equipos dentro de las instalaciones.
Requisitos	Detallados en el Reglamento del Personal Académico Fuera de Carrera, su Capítulo IV, Artículo 7º, que para optar al puesto de auxiliar de cátedra o auxiliar de investigación debe cumplir los siguientes requisitos: - Ser centroamericano (a); - Ser estudiante inscrito en la Universidad de San Carlos de Guatemala, preferentemente en la unidad académica donde solicita el puesto; - No poseer grado académico; - Para el puesto de Auxiliar de Cátedra I y Auxiliar de Investigación I, se requiere haber aprobado como mínimo las tres quintas partes del pensum en una carrera a nivel de Licenciatura o haber completado el pensum en una intermedia; - Estar en el goce de sus derechos civiles.
Condiciones	- Salario de Auxiliar de Investigación I, Pago anual = Q78,432.00 (sueldo) + 58,172.11 (prestaciones) TOTAL PAGO = Q 136,605.00 ≅ \$ 18,214.00 / AÑO.
Estatus	Por contratar. SE INCLUYE AL COSTO.

Nota. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección de asuntos jurídicos (s. f.) y elaboración propia.

El Auxiliar de Investigación es una pieza clave para garantizar una operación con productividad para el TEC, pues su aporte es de 8 horas continuas para tener calidad en el servicio académico y de investigación que el laboratorio de investigación tecnológica brindará.

Desde la tabla 23 a la tabla 27 describe el recurso humano que participa o tiene relación con la operatividad del laboratorio. Para cada uno de ellos, se realiza una descripción general, sus responsabilidades o funciones, los requerimientos mínimos para ocupar dicho cargo, adicionalmente su salario total anual, así como su relación con el patrono, en este caso, la USAC. Todas las funciones ya están normadas por los Reglamentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por lo que existen procedimientos normalizados para su ejecución, lo que brinda factibilidad organizativa a la propuesta del TEC CUNORI.

4.3.2 Fuentes de Financiamiento

La construcción e instalación de toda la infraestructura necesaria para la operación del laboratorio de ingeniería industrial será un bien patrimonial de la Universidad de San Carlos de Guatemala; según lo detalla las leyes y reglamentos de la USAC en su Título XIV, De la Estructura Económica de la Universidad que en su Capítulo I, Bienes de la

universidad, en su Artículo 20 y sus numerales del 1 al 4. Obtener la cantidad monetaria para la construcción y equipamiento del laboratorio presenta un gran desafío, dado que USAC es estatal y sus recursos financieros son escasos. Especialmente porque el CUNORI sólo podría disponer de un 2 por ciento de su presupuesto para invertir en mantenimiento de la infraestructura, no queda nada para inversión.

Del presupuesto de 22 millones de Quetzales anuales asignados al CUNORI, el 95 por ciento es el pago de salarios. En entrevista con el M. Sc. Nery Galdámez, director del CUNORI en el período 2010-2018, indicó que un 2 por ciento de la asignación monetaria es destinada para mantenimiento, siendo prácticamente nula la oportunidad de invertir en la construcción y equipamiento de un laboratorio. Lo anterior hace considerar otras opciones de financiamiento para el proyecto del laboratorio tecnológico (TEC), la cuales se analizan en la siguiente tabla:

Tabla 28
Calificación de Fuentes de Financiamiento

1	Institución: Préstamo BCIE	Probabilidad de Ocurre
La Unidad Ejecutora Programa USAC/BCIE, aprobado por Acuerdo de Rectoría No.370-2013; establece que todo proyecto de infraestructura a ser ejecutado con fondos del préstamo debe formar parte del Plan Global de Inversión y contar con la no objeción del banco. Actualmente, el CUNORI forma parte del préstamo por ciento veinte millones de dólares, solicitado por la USAC al Congreso de la República de Guatemala ante el BCIE. Este préstamo está en la fase de aprobación por el Congreso; este tipo de solicitudes de tipo político conlleva una serie de elementos que hacen que su aprobación y ejecución sea a largo plazo, esto es mayor a 5 años. Dicho préstamo considera el equipamiento de los laboratorios de las carreras de ingeniería del CUNORI; pero su conclusión o ejecución depende de varios factores, especialmente políticos.		<u>MEDIA</u>
2	Institución: Prestamos Bancos/Cooperativas	Probabilidad de Ocurre
En las Leyes y Reglamentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en su Artículo 84: Asignación presupuestaria para la Universidad, establece que le: "corresponde a la Universidad de San Carlos de Guatemala una asignación privativa no menor del cinco por ciento del Presupuesto General de Ingresos Ordinarios del Estado, debiéndose procurar un incremento presupuestal adecuado al aumento de su población estudiantil o al mejoramiento del nivel académico." El CUNORI en dependencia de la USAC, no tiene la facultad para realizar ningún tipo de préstamos a través de los bienes que posee. Se beneficia de los impuestos del pueblo de Guatemala para su operación y crecimiento.		<u>BAJA</u>
3	Donaciones	Probabilidad de Ocurre
El Artículo 126 de la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Decreto Número 325, en su inciso "e." establece que "los legados, herencias y donaciones que recibiesen de manera específica y exclusiva" serán bienes propios de la universidad y sus dependencias. Más adelante se detalla el monto total de la inversión inicial para el montaje del laboratorio tecnológico, éste se encuentra en el rango de Q250,000.00 a Q500,000.00; que el Artículo 129 inciso c. faculta a los Consejos Directivos Regionales para aceptar dichas donaciones, sin perjuicio de otras dependencias de la Universidad de San Carlos de Guatemala.		<u>ALTA</u>

Nota. Administración CUNORI y elaboración propia.

Al observar las posibilidades de financiamiento para la implementación de este proyecto, se considera de mayor viabilidad la obtención de financiamiento a través de donaciones; estas pueden ser de Organismo Internacionales, como embajadas, ONG's; o instituciones privadas de Guatemala que vean con aceptación este proyecto para la mejora de la educación superior en el nororiente de Guatemala a través del CUNORI.

4.3.3 Aspecto político

En el Capítulo II, Objetivos del Estatuto y Funciones del Personal Académico, Artículo 7, son funciones del personal académico las siguientes: “7.1 La dirección, ejecución y promoción del proceso enseñanza-aprendizaje, la investigación y la extensión. 7.2 La búsqueda, el desarrollo, la divulgación, el fomento y aplicación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico, de acuerdo con los fines y políticas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, orientadas a la solución de la problemática nacional”. (Reglamento de la Carrera Universitaria del Personal Académico, Art. 7).

El CUNORI en su POA 2013-2017 define como su política: “Formar profesionales conocimientos científico-tecnológicos, sensibilidad social, habilidades, destrezas y valores, que los faculte y habilite para desarrollar con eficiencia y responsabilidad en los diferentes roles, en el ejercicio de su profesión”. La implementación del laboratorio tecnológico está en línea directa en dicha política, además está en concordancia con las demás metas definidas en el POA CUNORI. Por lo anterior, el proyecto de implementación se ajusta a las políticas definidas por la Universidad de San Carlos y el Centro Universitario de Oriente; pero es importante revisar otros aspectos:

- **Entorno político para aprobar un proyecto**

El ambiente político y legal son dos aspectos de nuestro entorno que afectan en mayor medida la ejecución y gestión de un proyecto. Tanto la gestión de los políticos y miembros del gobierno como la existencia o no de leyes que pueden alentar o desalentar la realización de los distintos emprendimientos de beneficio académico. Las acciones del gobierno, afectan a todo tipo de iniciativas o propuestas, no importa su fin.

El gobierno del CUNORI se considera estable, en el mediano plazo no habrá cambio de autoridades directivas, puede ser baja la probabilidad de momentos de incertidumbre en los que la mayoría de los proyectos por implementar se pueden paralizar. Esto brinda una alta viabilidad política para su ejecución, dependiendo de la capacidad de gestión

tanto del responsable del proyecto como del director del Centro Universitario. Aunque el director en entrevista directa manifestó que lo político es una palestra para optar a puestos administrativos, el proyecto del laboratorio tecnológico es de base académico científico, no debiera entorpecerse o limitarse en ningún sentido.

4.3.4 Aspectos Legales

Cualquier tipo de proyecto que tenga el fin de investigación y mejorar el nivel académico del CUNORI se podría llevar a cabo. El laboratorio tecnológico industrial tiene el objetivo de mejorar el nivel de aprendizaje de los estudiantes a través de la investigación y las experiencias reales (Artículo 24 de la ley orgánica de la USAC). No existe limitación legal de parte del Centro Universitario para la instalación de laboratorio tecnológico; toda vez se cumpla con todas las normativas de licencias sanitarias y ambientales que la legislación guatemalteca contempla. Algunos aspectos de tipo legal que se deben cumplir para que operen los servicios que el laboratorio tecnológico son:

Tabla 29
Marco Legal y Fiscal

#	Aspecto
1	Nombre.
2	Dirección, Ubicación.
3	Fecha de constitución.
4	Inscripción ante SAT.
5	Duración de trámites.
6	Derecho a propiedad intelectual.
7	Licencias de construcción.

Nota. elaboración propia.

Todos los aspectos descritos en la tabla 29 son trámites a realizar por el CUNORI, para todos ellos existen procedimientos y lineamientos a seguir. Por lo que los aspectos legales como fiscales para la implementación del laboratorio son de obligado cumplimiento por la parte que tenga la personería jurídica o representación legal para tales requerimientos.

4.4.5 Aspecto Ambiental

La Universidad de San Carlos de Guatemala define en sesión celebrada el 30 de julio de 2014, punto sexto, inciso 6.2 Acta 13-2017 la Política Ambiental de la Universidad. En esa ocasión aprueba que su objetivo general es: “Construir en la comunidad universitaria una cultura ambiental sostenible, por medio de estrategias coherentes,

programas y proyectos integrados e integrales de fortalecimiento del desarrollo sostenible en las áreas de investigación, docencia, extensión y administración, con el fin de conservar y mejorar las condiciones ambientales en los espacios universitarios, desarrollando campus ambientalmente sanos y seguros para una comunidad comprometida con el ambiente”.

El Centro Universitario de Oriente -CUNORI- debe aplicar esta política, pero actualmente no cuenta con un departamento o unidad que trate o administre los aspectos medioambientales de todo el campus, menos todavía pueda proyectarse hacia la sociedad de esta manera. En la siguiente tabla se muestran los elementos a considerar que la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala requiere para calidad y bienestar en los espacios utilizados para las actividades que se desarrollen en los campus:

Tabla 30
Factorización ambiental

#	<i>Elementos para observar con respecto al ambiente</i>
1	Eficiencia en el uso de la energía.
2	Eficiencia en el uso del agua y descarga de fluidos.
3	Eficiencia en el uso de materiales y procesos constructivos que reduzcan el impacto ambiental negativo.
4	Eficiencia en el manejo del entorno, vialidad y transporte en todos los campos universitarios.
5	Eficiencia en compatibilizar la protección ambiental con la viabilidad económica y social.
6	Eficiencia en el manejo de los desechos sólidos.
7	Neutralizar la contaminación auditiva.
8	Neutralizar la contaminación visual.
9	Ordenamiento territorial, desarrollo urbano integral y manejo adecuado de los territorios donde se ubican los campus.
10	Uso sostenible de las áreas territoriales de producción, estudio o reserva que posee o administra la USAC.
11	Gestión para la reducción de riesgo de desastres ante las amenazas naturales bióticas y antrópicas.
12	Conservación del patrimonio cultural y natural de la USAC, dentro de la gestión ambiental.

Nota. La tabla muestra elementos para observar con respecto al ambiente, los cuales se encuentran en la Política Ambiental de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección de asuntos jurídicos, s. f.).

Los doce elementos que se listan en la tabla anterior deben analizarse y ponderarse para aprobar la instalación del laboratorio tecnológico, pues es un requerimiento de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Es importante resaltar que el CUNORI no cuenta con oficina para dicho trámite, se planean proyectos de infraestructura, pero no existe una entidad evaluadora del impacto ambiental de estos proyectos dentro del campus. Pero esto no determina que el proyecto no sea factible, esto indica procedimientos que la entidad directora y ejecutora debe cumplir y/o satisfacer. En

cuanto a los resultados del estudio administrativo evidencian factibilidad, tanto que todos los procesos de reclutamiento de personal están establecidos y existe apertura del consejo para contratar personal. Así como las no limitaciones de factores políticos, legales y ambientales para implementar el proyecto.

Todos los aspectos considerados en el estudio administrativo son congruentes para el proyecto de implementación del laboratorio tecnológico para la carrera de Ingeniería Industrial, por lo que existe factibilidad administrativa.

4.4 Estudio económico-financiero

El presente proyecto del CUNORI, por ser una entidad pública, presta un beneficio social para los estudiantes de educación superior y sus recursos dependen del Presupuesto General del Estado, asignados por la USAC, que son fondos no reembolsables. Pretenderá el TEC obtener en calidad de donaciones aportaciones sectores productivos y no productivos del país; por lo que, no se generarían ingresos adicionales para la institución por los servicios que se ofrecen, sin embargo, es posible obtener ingresos debido a las aportaciones que los estudiantes hagan.

Los valores se obtuvieron de manera no probabilística (intencional), busca determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto. La viabilidad del proyecto, queda demostrada en la evaluación económico-financiero a través del valor actual neto, análisis beneficio / costo y la evaluación social del proyecto. Para lo anterior se observan los aspectos de la inversión inicial y la fuente de financiamiento. Los rubros que se utilizan en el proyecto, algunos están dados en quetzales inicialmente, pero para efectos finales del proyecto son dados en moneda Dólares de los Estados Unidos, utilizando el cambio promedio actual de \$1.00 por Q7.50. Se proyectan los ingresos y gastos totales de operación, las fuentes y esquemas de financiamiento que requerirá el mismo proyecto.

4.4.1 Inversión inicial

En este apartado se presenta el resultado de las inversiones necesarias para llevar a efecto este proyecto, realizándose la siguiente clasificación, conforme la naturaleza de la inversión: Inversión Fija, Inversión Diferida y Costos de Operación Anuales.

Tabla 31
Resumen de Inversiones

<i>rubro</i>	<i>Sub-Total</i>	<i>Comentario</i>
i. Terreno	\$ 0.00	Campus universitario
ii. Obra civil: construcción de taller	\$ 46,368.67	Ver Tabla 16
iii. Maquinaria, equipo y herramientas	\$ 34,993.50	Ver Tabla.19
<u>Inversión Fija</u>	\$ 88,328.84	
i. Constitución legal del laboratorio	\$ 500.00	
ii. Estudios de Prefactibilidad	\$ 4,666.67	
iii. Pruebas y capacitación de personal	\$ 800.00	
iv. Equipo de oficina	\$ 700.00	
v. Equipo de cómputo	\$ 600.00	
vi. Equipo auxiliar de arranque	\$ 1,000.00	
<u>Inversión diferida, Administración</u>	\$ 9,866.67	
i. Materiales o materia prima	\$ 240.00	
ii. Mano de obra (Auxiliar de invest. 1 + Coordinador de laboratorio)	\$ 21,970.94	Ver Tabla 23 y 27
iii. Energía eléctrica	\$ 4,800.00	
iv. Mantenimiento de equipos	\$ 3,500.00	
v. Seguros	\$ 2,400.00	
<u>Costos Anuales de Operación</u>	\$ 32,910.94	

Nota. Elaboración propia.

La tabla 31 presenta la estructura financiera del proyecto de implementación del laboratorio tecnológico. Como ya se mostró anteriormente, se requiere una inversión total fija de \$88,328.84, una inversión diferida por \$9,886.67; proyectándose costos operativos anuales de \$32,910.94.

4.4.2 Fuente de financiamiento

Las fuentes de financiamiento indican la proveniencia de los recursos financieros necesarios para la ejecución y funcionamiento del laboratorio, también describe los mecanismos a través de los cuales fluirán esos recursos hacia los casos específicos del proyecto. Asimismo, se analizarán las condiciones financieras, como los otros costos financieros al inicio del proyecto.

- **Las aportaciones de capital de los donantes**

Como ya se mencionó en el análisis administrativo, es necesario la búsqueda de benefactores que aporten capital en calidad de donación para la realización de este proyecto. Se ha demostrado que el CUNORI no tiene disponibilidad financiera para invertir en el proyecto, sin embargo, sí tiene para asumir los costos operativos que el proyecto demandará. Lo anterior significa que CUNORI absorbe y contrata el personal necesario y cancela todos los costos por energía eléctrica y seguridad necesarios para la operatividad del laboratorio. O sea que organizaciones privadas u organismos internacionales aportarían el 100 por ciento de la inversión inicial total. La distribución del financiamiento queda de la siguiente manera.

Tabla 32
Estructura del financiamiento del proyecto

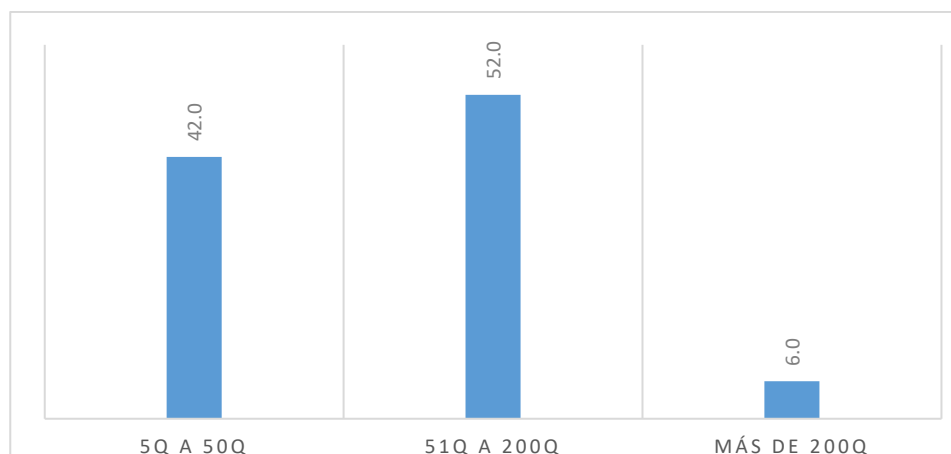
ORIGEN	DESTINO			TOTAL	%	Aspecto
	Inversión Fija	Inversión diferida	Costos de Operación			
Donativo #1	\$46,368.67			\$46,368.67	37.35%	Obra civil.
Donativo #2	\$34,993.50			\$34,993.50	28.19%	Maq. Y Equipo.
Donativo #3		\$9,866.67		\$9,866.67	7.95%	Gastos diferidos
CUNORI			\$ 32,910.94	\$32,910.91	26.51%	Costos operación
				\$124,139.78		

Nota. elaboración propia.

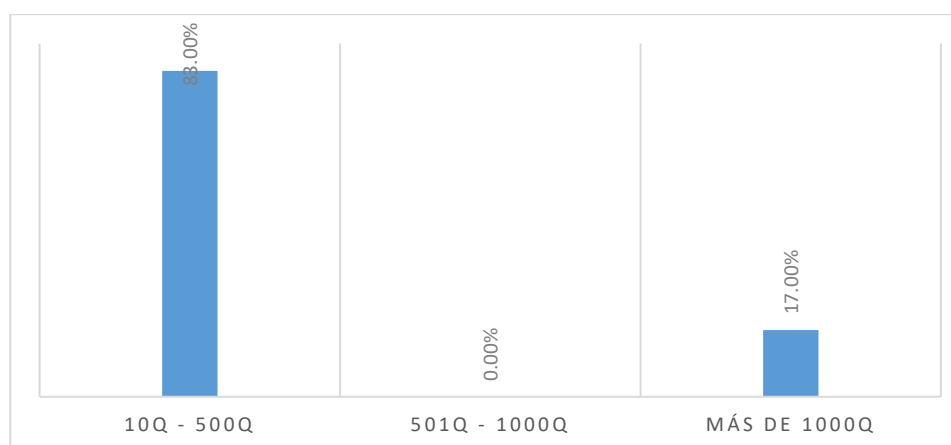
Se logran donativos por separado para favorecer la aprobación del Consejo Directivo del Centro Universitario.

- **Proyección de ingresos**

El presupuesto de ingreso estará en función del volumen estudiantes atendidos por laboratorio, y estos por año lectivo; de allí provienen los ingresos básicos al proyecto. También de los servicios en extensión que este pueda brindar a empresas o instituciones. De la encuesta realizada se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 19*Porcentaje de estudiantes y rango de pago por laboratorio**Nota.* elaboración propia.

El 52 por ciento de estudiantes están dispuestos a pagar entre 51 y 200 Quetzales por práctica de laboratorio. Se toma el dato medio para realizar la evaluación económica, esto es 75 Quetzales o su equivalente, \$10.00. A las empresas e instituciones consultadas, se les realizó la misma consulta, solo que los rangos económicos se ampliaron, por obvias razones:

Figura 20*Porcentaje de empresas y rango de pago por servicios del TEC**Nota.* elaboración propia.

El 83 por ciento de empresas están dispuestos a pagar una cantidad menor a 500 Quetzales por prueba de laboratorio. Se toma el dato medio para realizar la evaluación económica, esto es 300 Quetzales o su equivalente, \$40.00. Con esos datos se puede proyectar ingresos económicos al funcionamiento del TEC.

Tabla 33*Cálculo de ingresos por servicio del laboratorio*

<i>Estudiantes por práctica y servicios x mes</i>	<i>Cantidad de Practicas Anuales o Servicios a empresas.</i>	<i>Pago por práctica o investigación</i>	<i>TOTAL INGRESOS ANUALES</i>
32	240	\$10.00	\$ 76,800.00
2	12	\$40.00	\$ 960.00
			\$ 77,760.00

Nota. elaboración propia.

El cálculo de ingresos proyecta \$77,760.00 al año, en concepto de aportes de estudiantes y de instituciones que soliciten servicios de investigación.

4.4.3 Evaluación económica-financiera

Los resultados previos brindan datos numéricos para esbozar un flujo neto de efectivo proyectado para la idea del TEC. Corresponde a los datos solicitados por la tabla 34 para la realización de la evaluación económico, éstos son:

Tabla 34
Datos y Flujo Neto de Efectivo proyectado

VPN	cantidad										
I_o											
Obra civil	\$46,368.67										
Equipamiento	\$34,993.50										
Inv. Diferida	\$9,866.67										
Costos Operativos	\$32,910.94										
Ingresos	\$77,760.00										
Valor de Salvamento	\$5,000.00										
N	10 años.										
I	5%, Prestamos blando.										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso x servicios		77,760.00	77,760.00	77,760.00	77,760.00	77,760.00	77,760.00	77,760.00	77,760.00	77,760.00	77,760.00
Costos de (-) funcionamiento		32,910.94	32,910.94	32,910.94	32,910.94	32,910.94	32,910.94	32,910.94	32,910.94	32,910.94	32,910.94
Depreciación (-) (20% línea.)		6,998.70	6,998.70	6,998.70	6,998.70	6,998.70					
Utilidad antes de impuesto		37,850.36	37,850.36	37,850.36	37,850.36	37,850.36	44,849.06	44,849.06	44,849.06	44,849.06	44,849.06
Impuesto (exención)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Utilidad Neta		37,850.36	37,850.36	37,850.36	37,850.36	37,850.36	44,849.06	44,849.06	44,849.06	44,849.06	44,849.06
Depreciación (+)		6,998.70	6,998.70	6,998.70	6,998.70	6,998.70					
Obra Civil (-)	\$46,368.67										
Equipamiento (-)	\$34,993.50										
Inversión Diferida (-)	\$9,866.67										
Valor de Salvamento (+)											5,000.00
Flujo Neto de Caja	-91,228.84	44,849.06	44,849.06	44,849.06	44,849.06	44,849.06	44,849.06	44,849.06	44,849.06	44,849.06	49,849.06

Nota. elaboración propia.

• Análisis financiero: Valor Presente Neto (VPN)

Este modelo financiero se aplica a los resultados del flujo neto de efectivo realizado en la tabla anterior:

$$VPN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{FNE_t}{(1+i)^t}$$

$$VPN = -(91,228.84) + \left[\frac{(44,849.06)}{(1+0.05)^1} + \frac{(44,849.06)}{(1+0.05)^2} + \frac{(44,849.06)}{(1+0.05)^3} \dots \frac{(44,849.06)}{(1+0.05)^9} \right] + \frac{(49,849.06)}{(1+0.05)^{10}}$$

$$VPN = -91,228.84 + [318,779.10] + 30,602.00 = 258,152.25$$

El estudio de mercado demostró que los estudiantes están dispuestos a pagar por práctica de laboratorio, toda vez este sea de condiciones apropiadas, con el equipamiento tecnológico de última generación para favorecer los aprendizajes y el desarrollo de la investigación a través del potencial de los estudiantes. El análisis de

Valor Presente Neto para un periodo de 10 años de operación del laboratorio, brinda un resultado positivo de \$258,152.25; esto es mayor que cero ($VAN > 0$); debido a que el pago que realizarían los estudiantes satisface los costos de inversión y operación del proyecto. Se puede decir que el proyecto es factible.

- **Relación Beneficio/Costo**

Para este resultado fue considerada la inversión inicial, está obtenida en condición de donación, es importante relacionarla con todos los costos involucrados en el proyecto y como el proyecto del laboratorio beneficia a los estudiantes de Ingeniería Industrial. También se parte de los datos utilizados para la elaboración del flujo de neto de efectivo, entonces:

$$Relación B/C = \frac{\sum \frac{Beneficios}{(1+i)^n}}{I_o + \sum \frac{Costos}{(1+i)^n}}$$

$$Relación B/C = \frac{\sum_{n=1}^{10} \frac{44,849.06}{(1+0.05)^n}}{91,228.84 + \sum_{n=1}^{10} 32,910.94} = \frac{315,710.53}{91,228.84 + 233,929.10} = 0.97$$

La relación de Beneficio/Costo es menor que uno ($0.97 < 1$); aunque el criterio indica que debe ser mayor que 1, el análisis del resultado se puede resumir de la siguiente manera:

- Se observa la gran proximidad al valor 1; y se sabe que son beneficiarios el 100 por ciento de los estudiantes de ingeniería industrial.
- Se identifican claramente los costos de inversión por patrocinador, así como los costos operativos.
- Debido a la naturaleza del proyecto evaluado, se acepta que se acepta el proyecto del laboratorio por su valor B/C muy cercano a 1.

El indicador B/C expone también la bondad del proyecto de laboratorio tecnológico para la carrera de Ingeniería Industrial del CUNORI.

- **Evaluación social**

“La evaluación social de proyectos persigue justamente medir la verdadera contribución de los proyectos al crecimiento económico del país. Esta información, por lo tanto, debe ser tomada en cuenta por los encargados de tomar decisiones para así poder programar las inversiones de una manera que la inversión tenga su mayor impacto en el producto nacional” (Fontaine, 2008). También debemos de saber que la evaluación social no

podrá medir todos los costos y beneficios de los proyectos, por lo tanto, la decisión final puede enmarcarse en los siguientes criterios de equidad:

- a. Competitividad excelente:** cuando el egresado del CUNORI eleve su nivel de competitividad, sus oportunidades de trabajo aumentaran y el número de desempleados y/o subempleados disminuirá.
- b. 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 o desarrollo del estudiante por parte de personal de la empresa será mínimo, permitiendo utilizar el tiempo ganado en capacitar a más personas.
- c. Remuneración:** Los profesionales reciben un salario de acuerdo a su habilidad y beneficia al país permitiendo que los profesionales nacionales trabajen dentro y fuera de sus fronteras. Los estudiantes que salen al mercado, sin habilidad, según lo descrito anteriormente, reciben ofrecimientos de menor remuneración inicialmente, y al tener la habilidad del manejo de herramientas útiles en su trabajo incrementan sus ingresos; así como la posibilidad de servir mejor a la sociedad.

Se comprueba la factibilidad del proyecto de implementar un laboratorio tecnológico, dado que el resultado del Valor Presente Neto es positivo. Además, se determinaron específicamente los niveles de inversión necesarios para la ejecución y operación del laboratorio tecnológico. Se toma en cuenta que cada estudiante pagará \$10.00 por día de práctica, esto es lo que genera ingresos para el mantenimiento del equipo y maquinaria sofisticada que tendrá el laboratorio. El resultado de la relación beneficio costo es menor que uno, pero muy cercano, dada que la naturaleza del proyecto no busca lucrar, se debe concluir que el proyecto es conveniente. La evaluación social sugiere que el egresado de Ingeniería Industrial tendría mayores habilidades, porque mejoraría su nivel de remuneración también.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que es factible la implementación del laboratorio tecnológico en el CUNORI. El estudio de mercado justifica una demanda real de uso para el fortalecimiento de los aprendizajes de los estudiantes. El estudio técnico realizado ubica, define toda la instrumentación y describe equipamiento necesario para el laboratorio tecnológico. El estudio administrativo revela la viabilidad del montaje y organización del proyecto. Además, la evaluación económica-financiera justifica que el proyecto puede ser sostenible en el tiempo. Por tales razones, el proyecto del laboratorio tecnológico para Ingeniería Industrial es factible.
2. A través del estudio de mercado se determinó que el TEC es el espacio físico dispuesto con equipos e instrumentos para desarrollar experiencias de aprendizaje, dotado de medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico-tecnológico; en un ambiente de condiciones controladas y normalizadas. La tabla 10 muestra que no existe en la ciudad ningún taller o laboratorio con las especificaciones anteriormente definidas. Un 94 por ciento de los estudiantes (Figura 13) de la carrera de Ingeniería Industrial del CUNORI confirman los beneficios de aprendizaje al tener con un TEC, no solo mejora los aprendizajes, sino también incide en la motivación de los estudiantes. Estos estudiantes estarían dispuestos a pagar hasta \$10.00 por cada práctica profesional en el laboratorio. Existe una demanda estudiante por el TEC, así como una alta probabilidad (a veces) que lo utilice el empresariado local (figura 16), dispuesto a pagar hasta \$40.00 por investigación; razón por que es factible por la variable de mercado.
3. Se determinó que el tamaño óptimo del proyecto es de \$88,328.84 (Tabla 31), esto incluye la construcción física del salón (Tabla 16) como la compra de la maquinaria, equipo y herramientas (Tabla 19). Se define el proceso para cada práctica en 100 minutos (50 minutos por periodo doble), así como la organización de 120 prácticas de laboratorio por semestre. El método de Layout determinó el diseño de dos ambientes para el laboratorio tecnológico, debido a las características de que ciertos equipos computarizados deben aislarse de los de emisión de calor y humos.
4. Los aspectos determinados en el estudio administrativo del proyecto de implementación del laboratorio tecnológico evidencian posibilidad de realizarse. Es necesario asignarle una hora de contratación por Coordinación de Laboratorio a un ingeniero industrial docente; la contratación de un Auxiliar de Investigación I a tiempo completo, como recurso humano necesario para la operación del laboratorio. Se observa que la fuente de financiamiento más posible es a través de donaciones y que existen condicionantes políticas muy favorables para

apoyar la instalación del laboratorio, según la información definida en el POA del CUNORI. Con respecto al tema fiscal-legal, es de cumplir los requerimientos listados en la tabla 21; de la misma manera se deben respetar los lineamientos de la política ambiental de la USAC.

5. El proyecto puede ser rentable, los resultados de la evaluación del valor presente neto ($VPN = \$258,152.25$) y la relación beneficio costo ($B/C = 0.97$) así concluyeron. Además, se determina una inversión inicial de \$88,328.84. Los ingresos estimados anuales serían de \$77,760.00 y los costos operativos anuales de \$32,910.94. Con ello se justifica el montaje y equipamiento del laboratorio tecnológico para la Licenciatura en Ingeniería Industrial del CUNORI.

RECOMENDACIONES

Al Consejo Directivo del CUNORI

1. Es importante organizar un equipo que dirija y gestione los recursos para que este proyecto se concrete. El Consejo Directivo del CUNORI debe facilitar la creación de un equipo director del proyecto, en donde participen los representantes de la carrera de ingeniería industrial y el coordinador del área. Este equipo liderará las gestiones para la obtención de todas las donaciones necesarias para las inversiones de acuerdo al proyecto. El equipo debe contar con todo el apoyo de la Dirección, Administración y Consejo del centro universitario. Con la observación de que el equipo solo puede recibir aportes en especie, no debe recibir aportes en moneda o dinero en efectivo.

Al coordinador de las carreras de ingeniería

2. Participar activamente en este proyecto, pues podría ser la base para otros proyectos de laboratorios de alta necesidad para las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería en Ciencias y Sistemas del CUNORI.

A la empresa constructora

3. La empresa constructora de las instalaciones debe de trabajar muy coordinadamente con el equipo director del proyecto, para que las instalaciones nuevas cumplan con todas las normativas, tanto de seguridad industrial, como de condiciones óptimas para los procesos de aprendizaje. El análisis de los resultados brinda suficientes detalles para el montaje del laboratorio tecnológico, desde la organización humana, los procesos internos de servicios y varios detalles relacionados con un efectivo funcionamiento del TEC para el desarrollo de los aprendizajes de los estudiantes de Ingeniería Industrial.



REFERENCIAS

- Alvarado Roldán, L. y Morín Maya, E. (2018). *Guía para la preparación de proyectos por fases, (PPF)*, 2018. CEPEP. https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/methodology/Guia_Preparacio%CC%81n_Proyectos_Fases_General_%28CEPEP%29.pdf
- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de proyectos*. (6ta. ed.). McGraw-Hill.
- Barrios Yaselli, M. (1998). *Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador
- Barros, R., y Ramírez, C. (2009). Modelo de aprendizaje activo para desarrollar habilidades de identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería industrial. *Revista Educación en Ingeniería*, 4(7), 74–83. <https://doi.org/10.26507/rei.v4n7.75>
- Burítica Macías, A. M. (2012). *Evaluación de competencias laborales en los estudiantes de ingeniería industrial* [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/abecefcfb-d233-4f26-a3d1-dd594fd5392f/content>
- Carvajal Díaz, A. y Ramírez Cajiao, C. (2008). Diseño de un modelo de evaluación para un ambiente de aprendizaje activo en ingeniería. *Revista Educación En Ingeniería*, 3(6), 11–19. <https://doi.org/10.26507/rei.v3n6.57>
- Centro Universitario de Oriente. (2012). *Plan estratégico del Centro Universitario de Oriente 2013-2017 y Plan Operativo Anual 2013*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente.
- Dirección General de Investigación. (s.f.). *Líneas prioritarias para presentar proyectos de investigación*. DIGI/USAC.
- Dirección General de Inversiones Públicas. (sf.). *Guía metodológica general para la formulación y evaluación de programas y proyectos de inversión pública*. https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/methodology/Guia_Metodologica_General_Version_Final_Segunda-Edicion-2015%20%281%29.pdf



- Dubs de Moya, R. (2002). El proyecto factible: una modalidad de investigación. *Sapiens, Revista Universitaria de Investigación*, 3(2), 0. <https://www.redalyc.org/pdf/410/41030203.pdf>
- Duque, M., Gauthier, A. y Martínez, A. C. (1999). Una alternativa para la realización de laboratorios docentes en ingeniería. *Revista de Ingeniería, Universidad de los Andes*, (10), 73-78. <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/589>.
<http://dx.doi.org/10.16924%2Friua.v0i10.589>
- Educación del Futuro y Orientación Vocacional. (04 de febrero de 2014). *¿Qué carrera seguir?* Temas de Educación y Orientación Vocacional. <https://cristy1612.wordpress.com/2014/02/04/que-carrera-seguir/>
- Fontaine, E. R. (2008). *Evaluación social de proyectos*. (13ª. ed.). Pearson Educación. <https://economicas.unsa.edu.ar/iie/archivos/syc/Fontaine.pdf>
- García Borrajero, N. H. (2010). *Breve cronología del conocimiento científico-técnico desde la antigüedad hasta la ingeniería industrial*. Contribuciones a las ciencias sociales. <https://www.eumed.net/rev/cccss/10/nhgb.htm>
- Guerrero Spínola de López, A. M. (2004). Formulación y evaluación de proyectos. USAC. https://www.academia.edu/22142506/FORMULACI%C3%93N_Y_EVALUACI%C3%93N_DE_PROYECTOS_FORMULACI%C3%93N_Y_EVALUACI%C3%93N_DE_PROYECTOS
- Guijosa, C. (2018). *El Tec de Monterrey destaca entre las mejores universidades de América Latina*. Institute for the Future of Education, Tecnológico de Monterrey. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/el-tec-de-monterrey-destaca-entre-las-mejores-universidades-de-america-latina/>
- Instituto Tecnológico Universitario Guatemala Sur. (s. f.). *Quiénes somos*. ITUGS/USAC. https://tecnologico.usac.edu.gt/?page_id=7
- Lara Muñoz, E. M. (2011). *Fundamentos de Investigación: un enfoque por competencias*. Alfaomega. https://www.academia.edu/38297884/Fundamentos_de_Investigacion_lara
- Lugo, G. (2006). Ingeniería: la importancia de los laboratorios. *Revista Construcción y Tecnología*, 20-22. <http://www.imcyc.com/revistact06/dic06/INGENIERIA.pdf>



- Markes, I. (2006). A review of literature on employability skill needs in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 31(6), 637-650. <https://doi.org/10.1080/03043790600911704>
- Meyers, F. E. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. (2da. ed.). Pearson Educación. https://www.academia.edu/28556729/Meyers_Estudio_de_Tiempos_y_Movimientos_para_la_Manufactura_Agil_2_ed
- Redacción Interempresas. (15 de abril del 20049). *Cebek incorpora nuevos modelos a su amplia gama de robots educativos*. Interempresas, automatización en la Industria 4.0. <https://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/30535-Cebek-incorpora-nuevos-modelos-a-su-amplia-gama-de-robots-educativos.html>
- Rosales, A. A. (s. f.). *Plan maestro preliminar 2013 – 2043*. Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- Samuels, S. A. (1997). *Apuntes sobre preparación y evaluación de proyectos*. https://www.samuels.gt/d_apuntes_evalproy.pdf
- Secretaría de Finanzas, Dirección General de Inversiones Públicas. (s. f.). *Guía metodológica general para la formulación y evaluación de programas y proyectos de inversión pública*. https://www.preventionweb.net/files/32088_guiametodologicageneral.pdf
- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2013). *Normas del sistema nacional de inversión pública ejercicio fiscal 2013*. SEGEPLAN. [https://snip.segeplan.gob.gt/sche\\$sinip/documentos/Manual_de_Formulacion.pdf](https://snip.segeplan.gob.gt/sche$sinip/documentos/Manual_de_Formulacion.pdf)
- Tirado, L. J., Estrada, J., Ortiz, R., Solano, H., González, J., Alfonso, D., Restrepo, G., Delgado, J. F., y Ortiz, D. (2007). Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (40), 123-139. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302007000200009&lng=en&tlng=es.
- Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección de Asuntos Jurídicos. (s. f.). *Leyes y reglamentos de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. Editorial Universitaria. <https://cip.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2020/03/LEYES-Y-REGLAMENTOS-FINAL.pdf>



Vega, F., Portillo, E., Cano, M., y Navarrete, B. (2014). Experiencias de aprendizaje en Ingeniería Química: diseño, montaje y puesta en marcha de una unidad de destilación a escala laboratorio mediante el aprendizaje basado en problemas. *Formación Universitaria*, 7(1), 13-22. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062014000100003>



APÉNDICES

Apéndice 1
Propuesta

Propuesta de Laboratorio de Ingeniería Industrial



EL TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA ES UN LABORATORIO PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR, DEDICADO A LA DOCENCIA, LA INVESTIGACIÓN Y LA EXTENSIÓN, PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES EN LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CUNORI Y AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD.

Maestrante:

Milton Adalberto Alas Loaiza

Propuesta de Laboratorio de Ingeniería Industrial

1.1 Diseño definitivo y presentación del TEC

Se ha determinado que es factible (posible) la implementación del laboratorio, cada uno de los estudios mostraron resultados de cómo debe de ejecutarse el proyecto del TEC. La propuesta es un informe técnico de cómo concretar el montaje y operatividad del laboratorio propuesto.

- **Definición del laboratorio de ingeniería industrial**

El diseño definitivo lo define el concepto siguiente:

Figura 1

Definición del TEC

EL TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA ES UN LABORATORIO PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR, DEDICADO A LA DOCENCIA, LA INVESTIGACIÓN Y LA EXTENSIÓN, PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES EN LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL CUNORI Y AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD.

Nota. elaboración propia.

Figura 2

Logotipo del Tecnológico en Investigaciones de ingeniería industrial, CUNORI



Nota. Diseño de estudiantes de octavo semestre 2016 de Ingeniería Industrial.

1.2 Planeación estratégica para el TEC

Es valioso para la universidad presentar una planeación estratégica que oriente el actuar del laboratorio para el futuro. Se origina de los comentarios vertidos del estudio de mercado y las entrevistas realizadas:

Tabla 1

Planeación estratégica del TEC

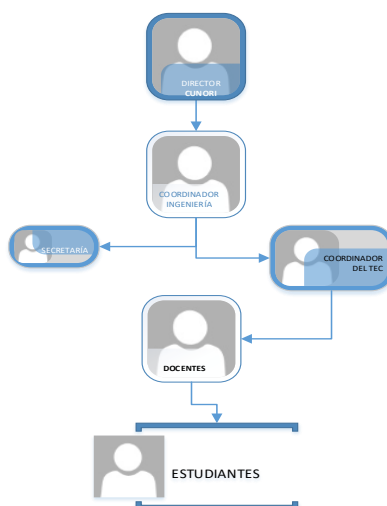
<i>Misión del TEC CUNORI</i>	Ser el lugar de acondicionamiento tecnológico: máquinas, equipo y herramientas para facilitar la ejercitación práctica de los conocimientos de los estudiantes de ingeniería industrial para desarrollar un recurso humano con competencias técnicas y de toma de decisiones necesarias para la innovación en la solución de problemáticas productivas del país.
<i>Visión del TEC CUNORI</i>	El laboratorio tecnológico del CUNORI (TEC -CUNORI) contribuye a una sólida formación para el desarrollo de la investigación, la extensión y una vinculación con los actores sociales y productivos del nororiente de Guatemala.
<i>Fines del TEC CUNORI</i>	• Desarrollar profesionales capaces en el campo de la ingeniería industrial, con dominio de la disciplina y con una conciencia del contexto socioeconómico del país, que permitan participar en forma crítica y creativa de las actividades productivas del nororiente de Guatemala. • Generar, adaptar e incorporar ideas que permitan utilizar y modificar óptimamente los recursos y procesos de transformación o administrativos de cualquier institución.
<i>Objetivo General</i>	Establecer prácticas donde se simulen actividades para el análisis de procesos o ideas, para contrastar la base teórica con la experimentación, como fortalecimiento de los aprendizajes de los estudiantes de ingeniería industrial y generar investigaciones para la producción de tecnología.

Nota. Elaboración propia.

La anterior tabla resume el contenido de toda la propuesta del análisis de resultados presentado en capítulos anteriores.

1.3. Organización para el funcionamiento

El organigrama que marcará la línea de autoridad para el efectivo funcionamiento del TEC será:

Figura 3*Organigrama para el funcionamiento del TEC**Nota. elaboración propia.*

1.4 Planificación de ocupación del TEC

Como mínimo todos los instrumentos, equipo y maquinaria listado en la tabla 19 (contenida dentro de este informe) serán utilizados para realizar las siguientes prácticas dentro del TEC del CUNORI. La siguiente figura ilustra el tiempo y magnitud de ocupación del laboratorio tecnológico por todas las prácticas ya detalladas de cada curso. Es importante resaltar que por práctica se emplean dos períodos (50 minutos cada uno) normales de los horarios definidos por las carreras de ingeniería:

Figura 4*Días y horarios de las prácticas de investigación*

Hrs.	Períodos	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	930 - 1020					
2	1020 - 1110		Ingeniería Eléctrica I		Ingeniería Eléctrica II	
3	1110 - 1200					
	1200 - 1300					
	1310 - 1400	Procesos de Manufactura I	Ingeniería de Plantas	Procesos de Manufactura II	Ingeniería de Métodos	Ecología, Medio ambiente
4	1400 - 1450					
5	1450 - 1540					
6	1540 - 1630	Control de la Producción	Controles Industriales	Diseño para la Producción	Seguridad e Higiene Ind.	Ciencia de Materiales
7	1630 - 1720					
8	1720 - 1810					

Nota. elaboración propia.

Para fines concluyentes, se presentan el total de tiempo en que se utilizaría el centro de investigaciones para Ingeniería Industrial. La Tabla 20 del informe, presenta los 10 ejercicios a realizar por cada uno de los 12 cursos de ingeniería industrial que utilizarían el TEC; entonces:

$$Tiempo\ total = 12 \frac{cursos}{semestre} * 10 \frac{prácticas}{curso} * 100 \frac{minutos}{práctica} = 12,000 \frac{minutos}{semestre} * \frac{1\ hora}{60\ minutos} = 200 \frac{horas}{semestre}.$$

El resultado anterior resalta el valor de utilidad académica y de servicio que puede tener un recinto estratégicamente bien equipado para la formación de ingenieros industriales capaces. La figura 23 evidencia que durante una semana el TEC estaría siendo muy bien utilizados por diferentes grupos de estudiantes de la carrera.

1.5 Plano de distribución de equipo y ambientes

Una vez determinado que el proyecto del TEC es factible, deben de elaborarse los diseños definitivos para el montaje y operación del laboratorio.

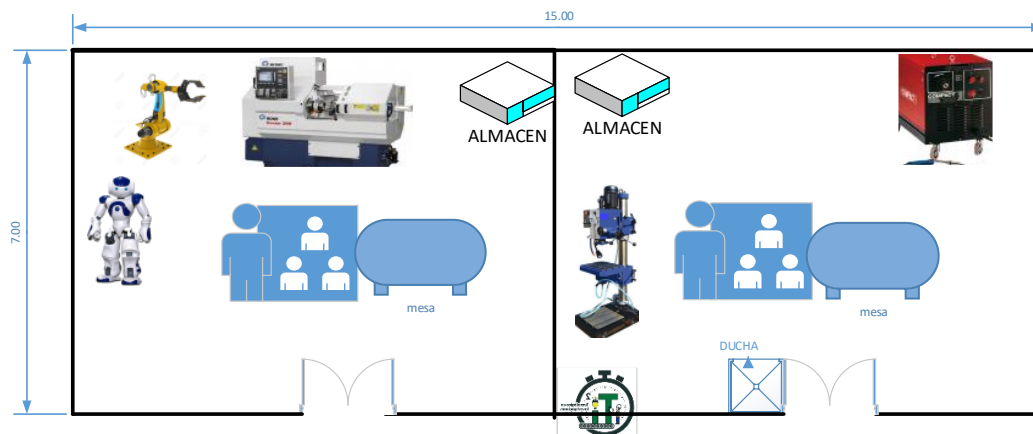
- **Ingeniería a detalle:**

Se procede al diseño de detalle que comprende los estudios finales de ingeniería sobre trazo, estructuras, diseño arquitectónico, instalaciones, planos de construcción, elaboración de manuales de procedimientos, especificaciones de los equipos y materiales, recursos humanos, etc. Según Alvarado Roldán y Morín Maya (2018), los elementos principales que se pueden considerar para un diseño definitivo del proyecto son:

- ✓ Planos arquitectónicos.
- ✓ Anteproyectos de cimentación y estructura.
- ✓ Desarrollo constructivo.
- ✓ Presupuesto base y programa de ejecución.
- ✓ Análisis estructural y elaboración de Planos Estructurales.
- ✓ Análisis de Sistemas.
- ✓ Características generales de materiales/equipos/instrumentos, etc.
- ✓ Identificación de normas y estándares.
- ✓ Características técnicas.
- ✓ Frecuencia de los servicios, etc.

La siguiente figura ilustra de una manera la forma de distribución y construcción del TEC del CUNORI, al considerar los resultados de las tablas 21 y 22.

Figura 5
Layout simulado del TEC



Nota. Elaboración propia.

La fotografía siguiente presenta cómo en la realidad podría funcionar el TEC CUNORI, en base a la experiencia de otra universidad de Guatemala.

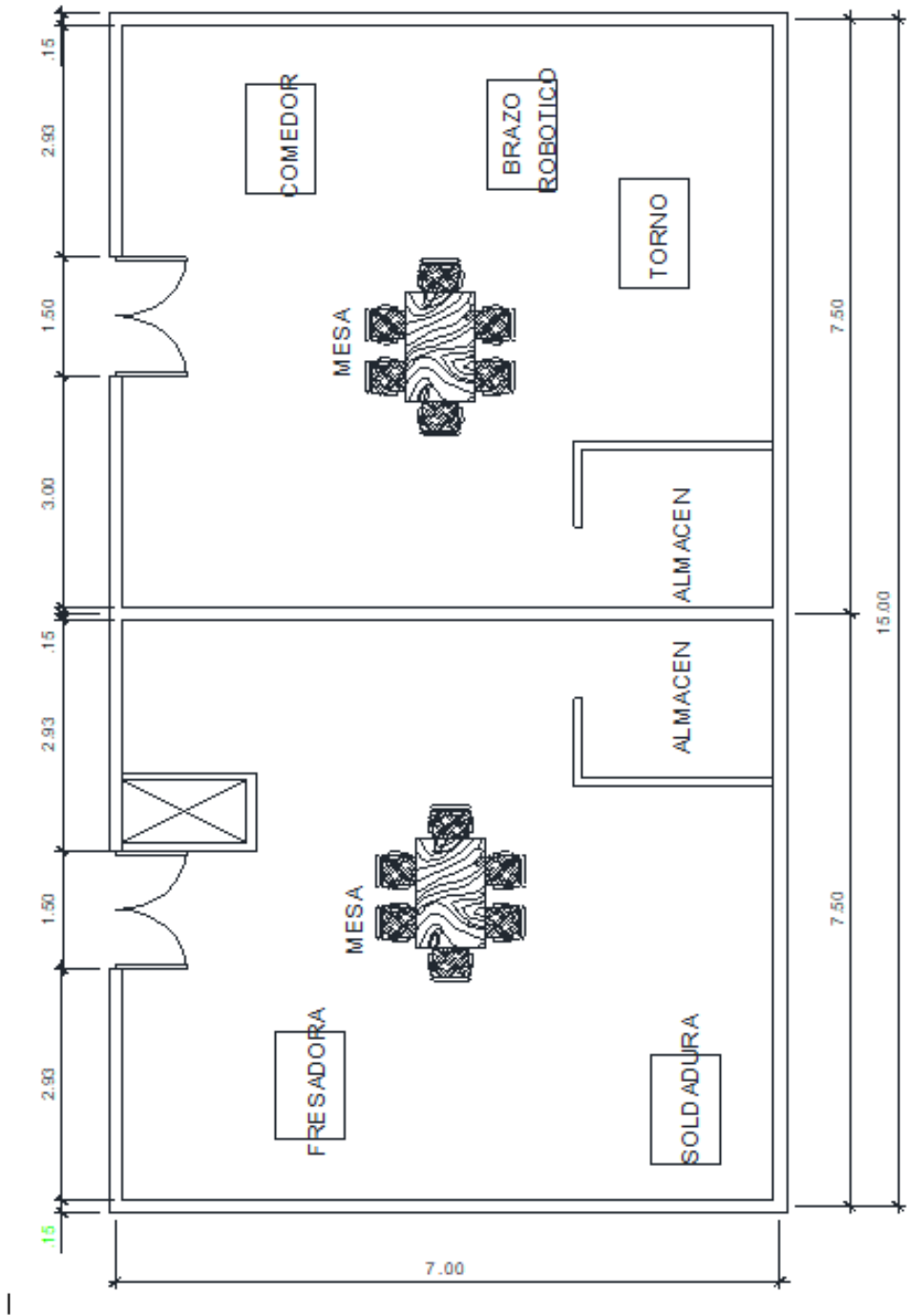
Figura 6
Laboratorio de ingeniería industrial



Nota. La fotografía fue recopilada de Educación del futuro y orientación vocacional (2014).

El plano siguiente es la distribución general de los ambientes propuesta por la empresa constructora referenciada:

Figura 7
Plano constructivo



Nota. Los datos de inversión que se presentan en la tabla fueron consultados en la Dirección General de Inversiones Públicas (s. f.).

Apéndice 2

Cuestionario

DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO.
MAESTRIA EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
ING. MILTON ALAS LOAIZA.



SEXO: F / M

EDAD: _____

SEMESTRE: _____

Instrucciones: Se realizará una investigación científica, le ruego que para cada pregunta defina su criterio al utilizar una escala Likert, menos para las últimas dos preguntas muy específicas.



	PREGUNTAS:	Muy negativo	Negativo	Indiferente	Positivo	Muy positivo
1	¿Cómo califica el nivel de experiencias de aprendizaje a través de prácticas actuales en la carrera de ingeniería industrial?					
2	¿Considera haber obtenido y desarrollado algunas habilidades para el desarrollo de su profesión?					
3	¿Considera que en una práctica en un laboratorio (equipos y materiales) le ayudará a resolver posibles problemas en su vida profesional futura?					
4	¿La modalidad de aprendizaje en un laboratorio podría generar una motivación alta, con respecto a otra alternativa de aprendizaje en aula?					
5	Podría aportar la modalidad de laboratorio tecnológico otras competencias y conocimientos no relacionados directamente con el curso, como trabajo en equipo, comunicación, creatividad, entre otros.					
6	¿Está dispuesto a aportar económicamente para mejorar su aprendizaje a través de experiencias en un laboratorio tecnológico en ingeniería industrial?					
		Marque una "X" según su criterio.				
7	Está dispuesto a aportar económicamente para mejorar su aprendizaje a través de experiencias en un laboratorio tecnológico para la ingeniería industrial?					
8	Si está dispuesto a invertir económicamente, ¿En qué rango estará dispuesto a invertir por práctica?	5Q – 50Q		51Q – 200Q		Más de 200Q
9	¿Cuál considera la ubicación más apropiada para la instalación de un laboratorio tecnológico?	Campus del CUNORI		Fuera del campus		En otra institución.
10	¿Cuánto invierte por viaje a la ciudad capital de Guatemala para el cumplimiento otros laboratorios?					

Apéndice 3

Ilustración de maquinaria prioritaria

CNC ROUTER	
	Un enrutador CNC es muy similar en concepto a una fresadora CNC. En lugar de enrutamiento a mano, las rutas de herramientas se controlan a través del control numérico del ordenador. El enrutador CNC es uno de los muchos tipos de herramientas que tienen variantes CNC . Un enrutador CNC típicamente produce trabajo consistente y de alta calidad y mejora la productividad de la fábrica. A diferencia de un enrutador jig, el enrutador CNC puede producir una única vez tan eficazmente como la producción idéntica repetida. Automatización y precisión son los principales beneficios de las tablas de enrutadores cnc. Dibujo de un enrutador de mesa DIY - CNC. Plata: Hierro, Rojo: Motores paso a paso, Marrón claro: MDF, Marrón oscuro: Madera dura Un enrutador CNC puede reducir el desperdicio, la frecuencia de errores y el tiempo que tarda el producto final en llegar al mercado.
<i>Nota.</i> https://translate.google.com.gt/translate?hl=es-419&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/CNC_router&prev=search	
BALANZA ANALÍTICA	
	Una balanza analítica es una clase de balanza de laboratorio diseñada para medir pequeñas masas, en un principio de un rango menor del miligramo (y que hoy día, las digitales, llegan hasta la diezmilésima de gramo: 0,0001 g o 0,1 mg). Los platillos de medición de una balanza analítica están dentro de una caja transparente provista de puertas para que no se acumule el polvo y para evitar que cualquier corriente de aire en la habitación afcte al funcionamiento de la balanza. (A este recinto a veces se le llama protector de corriente, draft shield). El uso de un cierre de seguridad con ventilación equilibrada, con perfiles aerodinámicos acrílicos diseñados exclusivamente a tal fin, permite en el interior un flujo de aire continuo sin turbulencias que evita las fluctuaciones de la balanza y que se puedan medida de masas por debajo de 1 µg sin fluctuaciones ni pérdidas de producto
<i>Nota.</i> https://www.3bscientific.es/thumblibrary/U102301/U102301_01_1200_1200_Balanza-analitica-AES-200.jpg	
IMPRESORA 3D	
	Una impresora 3D es una máquina capaz de realizar réplicas de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por ordenador, descargado de internet o recogido a partir de un escáner 3D. Surgen con la idea de convertir archivos de 2D en prototipos reales o 3D. Comúnmente se ha utilizado en la prefabricación de piezas o componentes, en sectores como la arquitectura y el diseño industrial. En la actualidad se está extendiendo su uso en la fabricación de todo tipo de objetos, modelos para vaciado, piezas complicadas, alimentos, prótesis médicas (ya que la impresión 3D permite adaptar cada pieza fabricada a las características exactas de cada paciente), etc. La impresión 3D en el sentido original del término se refiere a los procesos en los que secuencialmente se acumula material en una cama o plataforma por diferentes métodos de fabricación, tales como polimerización, inyección de aporte, inyección de aglutinante, extrusión de material, cama de polvo, laminación de metal, depósito metálico
<i>Nota.</i> https://cdn.shopify.com/s/files/1/1099/7842/products/impresoras-3d-impresora-3d-zortrax-m200-1_large.jpeg?v=1478251244	

Apéndice 4

Maquinaria sofisticada NO prioritaria

Brazo robótico	
	Un brazo robótico es un tipo de brazo mecánico, normalmente programable, con funciones parecidas a las de un brazo humano; este puede ser la suma total del mecanismo o puede ser parte de un robot más complejo. Las partes de estos manipuladores o brazos son interconectadas a través de articulaciones que permiten, tanto un movimiento rotacional (tales como los de un robot articulado), como un movimiento traslacional o desplazamiento lineal
Nota. Redacción Interempresas (2019).	
Robot Nao	
	Nao es un robot humanoide programable y autónomo, desarrollado por Aldebaran Robotics, una compañía de robótica francesa con sede en París subsidiaria del grupo Softbank. El desarrollo del robot comenzó en 2004 con el lanzamiento del Proyecto Nao. El 15 de agosto de 2007, Nao sustituye al perro robot Aibo de Sony como la plataforma estándar para la Robocup ("Robot Soccer World Cup"), un concurso internacional de robótica.¹ Nao se utilizó en RoboCup 2008 y 2009, y el NaoV3R fue elegido como la plataforma para el SPL en RoboCup 2010.² La Edición Académica de Nao fue desarrollada para las universidades y laboratorios con fines de investigación y educación. Fue lanzado a las instituciones en 2008, y se puso a disposición del público antes de 2011. El robot ya ha entrado en uso en numerosas instituciones académicas de todo el mundo, incluyendo la Universidad de Tokio.
Nota. https://www.jugetronica.com/media/catalog/product/4/0/4075-11691_919x517_1.jpg	
Termómetro infrarrojo	
	Los termómetros habituales entran directamente en contacto con el medio y transmiten el calor, aprovechándose de determinados principios físicos como la dilatación de gas o la variación de resistencia al someterse a variaciones de temperatura. Para realizar la medición de temperatura mediante un método más cómodo se aplica un termómetro infrarrojo (pirómetro de infrarrojos). Un termómetro infrarrojo capta la temperatura en una superficie de un objeto al medir la radiación térmica y no la temperatura.
Nota. http://buenosybaratos.es/wp-content/uploads/2015/11/1.1-Etekcit%C2%AE-1080-Term%C3%B3metro-Infrarrojo-300x300.jpg	

Apéndice 5

Equipo prioritario

Mini torno	
	Se denomina torno (del latín tornus, y este del griego τόρνος, giro, vuelta)¹ a un conjunto de máquinas y herramientas que permiten mecanizar, roscar, cortar, trapeciar, agujerear, cilindrar, desbastar y ranurar piezas de forma geométrica por revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o también llamado chuck fijada entre los puntos de centraje) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas.
Nota. https://cdn.mscdirect.com/global/images/ProductImages/0067756-11.jpg	
Mini fresadora	
	Una fresadora es una máquina herramienta para realizar trabajos mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa.¹ Mediante el fresado se pueden mecanizar los más diversos materiales, como madera, acero, fundición de hierro, metales no férricos y materiales sintéticos, superficies planas o curvas, de entalladura, de ranuras, de dentado, etc. Además, las piezas fresadas pueden ser desbastadas o afinadas.² En las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas.
Nota. http://www.roboticacnc.com.mx/productos/maquinaria/HiTorque%20Micro%20Mill.jpg	
Taladro de pedestal	
	El taladro de pedestal o columna es una máquina-herramienta utilizada para perforar un material predeterminado mediante el arranque de viruta. La forma que posee esta maquinaria otorga precisión y alta calidad, destacándose su sencillez en el manejo. El taladro posee dos movimientos, la rotación de la broca, que es otorgada por el motor, y el avance de penetración que se efectúa manualmente.
Nota. http://silverline.us/image/cache/catalog/productos/metal/DC-DP13N-750x750.jpg	
Esmeriladora	
	Los esmeriles de banco y de pedestal son herramientas eléctricas muy utilizadas en procesos industriales, talleres de mantenimiento y reparación, etc. Están destinados a trabajos como afilar, desbastar, pulir y rectificar piezas metálicas de tamaño pequeño, mediante la rotación a altas velocidades de una piedra de amolar abrasiva.
Nota. http://www.imvadem.com/img/img_helectrica/Esmeril%20de%20Banco.jpg	

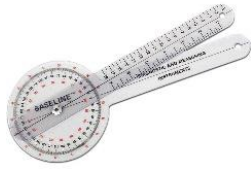
Barreno manual	
	La taladradora de mano es una herramienta que se utiliza para perforar diversos materiales. Los agujeros se hacen por un proceso de arranque de material mediante unas herramientas llamadas brocas. Básicamente los taladros pueden ser de dos tipos: el taladro de mano que es portátil y el taladro de sobremesa que permite bajar fácilmente la broca perpendicularmente al material que queremos agujerear y habitualmente se utiliza conjuntamente con la mordaza, herramienta que permite sujetar el material que se quiere perforar.
Nota. http://www.construpages.com/upload/134515181.jpg	
Pulidora cortadora	
	Un esmeril angular, amoladora angular, galletera o radial, es una herramienta usada para cortar, esmerilar y para pulir. Un esmeril angular se puede impulsar con un motor, el cual impulsa una cabeza de engranajes en un ángulo recto en el cual está montado un disco abrasivo o un disco de corte más delgado los cuales pueden ser reemplazados cuando se desgastan.
Nota. http://consicon.com/wp-content/uploads/2014/10/PULIDORA-DE-4-1-2.jpg	
Prensa de banco	
	La prensa de banco es una herramienta de sujeción que se usa como auxiliar en el maquinado en máquinas herramientas como los taladros o fresadoras. Se utiliza para sujetar piezas tanto prismáticas como cilíndricas, lo que evita ser sujetadas manualmente evitando accidentes, además hay trabajos que solo se pueden hacer sujetando las piezas a trabajar por medio de esta herramienta.
Nota. http://www.ihd.com.pa/es/wp-content/uploads/2014/07/30813302.jpg	
Equipo de soldadura eléctrica y oxiacetelénica	
	La soldadura oxiacetilénica es un tipo de soldadura autógena. Se puede efectuar como soldadura homogénea o como soldadura heterogénea,1 dependiendo de si el material de aportación es o no del mismo tipo que el de base, o sin aporte de material como soldadura autógena. Y Equipo de trabajo consistente en un sistema de soldadura caracterizado porque salta el arco eléctrico entre la pieza a soldar sometida a uno de los polos de la fuente de energía y el electrodo que se encuentra conectado al otro polo.
Nota. http://images.locanto.com/co/1451492095/Reparacion-de-equipos-de-soldadura-electrica_2.jpg	
Anenómetro	
	Instrumento utilizado para medir la velocidad del viento (fuerza del viento). Los anemómetros miden la velocidad instantánea del viento, pero las ráfagas de viento desvirtúan la medida, de manera que la medida más acertada es el valor medio de medidas que se tomen a intervalos de 10 minutos.
Nota. http://tpmequipos.com/images/4902/Termo-Anemometro-Digital-CM-DT618_1.jpg	

Sonómetro (decibelímetro)	
	El sonómetro es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora (de los que depende). En concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio.
Nota. http://contaminacionacustica.net/wp-content/uploads/2015/04/sonometro-anself-hyelec.jpg	
Luxómetro	
	Un luxómetro (también llamado luxómetro o light meter) es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes. El luxómetro PCE-172 sirve para la medición de luz en la industria, la agricultura y la investigación. También se utiliza el luxómetro para determinar la iluminación en puestos de trabajo, decoraciones de escaparates y por parte de diseñadores.
Nota. http://www.stere.com.mx/medidor-digital-de-luminosidad-luxometro.html	
Termómetros digitales ambientales	
	Un termómetro digital ambiente es un instrumento que tienen la particularidad de poder medir la humedad del aire. Internamente es un dispositivo que está compuesto por dos termómetros iguales: uno de ellos es capaz de determinar cuál es la temperatura del aire y el otro, estando en un depósito humedecido, tienen la particularidad de poder medir el enfriamiento que se produce por la evaporación del agua. Todos estos valores van graduados con el objetivo de obtener la máxima precisión.
Nota. http://www.valiometro.pe/sites/default/files/termohigrometro_center31_tecnomab_peru.jpg	
Bandas transportadoras	
	Es un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos tambores. Por lo general, la banda es arrastrada por la fricción de sus tambores, que a la vez este es accionado por su motor. Esta fricción es la resultante de la aplicación de una tensión a la banda transportadora, habitualmente mediante un mecanismo tensor por husillo o tornillo tensor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores. Denominados rodillos de soporte.
Nota. https://mecaluxcom.cdnwm.com/automated-warehouses-for-pallets/conveyor-system-for-pallets/img22.1.3.jpg	

Apéndice 6

Herramientas necesarias, NO prioritarias

Bancos de trabajo	
	Un banco de trabajo es una mesa acondicionada para realizar sobre ella un trabajo específico. Los bancos de trabajo suelen estar ubicados en talleres y en empresas de fabricación, elaboración, montaje o manipulación de productos.
<i>Nota.</i> https://www.logismarket.es/ip/disset-odiseo-bancos-de-trabajo-modulares-work-ejemplo-de-bancos-de-trabajo-modulares-1130134-FGR.jpg	
Herramientas complementarias	
	Se denomina herramienta manual o de mano al utensilio, generalmente metálico de acero, madera, fibra, plástico o goma, que se utiliza para ejecutar de manera más apropiada, sencilla y con el uso de menor energía, tareas constructivas o de reparación, que sólo con un alto grado de dificultad y esfuerzo se podría hacer sin ellos.
<i>Nota.</i> http://www.iesboliches.org/tecnologia/web/herramientas/00herramientas/herramientas_02.jpg	
Micrómetros	
	El micrómetro, que también es denominado tornillo de Palmer, calibre Palmer o simplemente palmer, es un instrumento de medición cuyo nombre deriva [[Etimología de las palabras griegas "μικρο" (micros, que significa pequeño) y μετρον (metron, que significa medición). Su funcionamiento se basa en un tornillo micrométrico que sirve para valorar el tamaño de un objeto con gran precisión, en un rango del orden de centésimas o de milésimas de milímetro (0,01 mm y 0,001 mm, respectivamente).
<i>Nota.</i> http://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2016/06/Micro-digital.jpg	
Cintas antropométricas	
	Una cinta métrica antropométrica es una cinta métrica utilizada para medición del cuerpo humano. Típicamente tiene las siguientes características: Espacio blanco ante el cero (6-8cm), Cinta delgada y flexible de acero (6mm de ancho ideal), 2m de longitud.
<i>Nota.</i> http://www.nutriactiva.com/wp-content/uploads/2013/12/gulick_tape_measure.jpg	

Goniómetros	
	Un goniómetro es un aparato en forma de semicírculo o círculo graduado en 180° o 360°, utilizado para medir o construir ángulos. Este instrumento permite medir ángulos entre dos objetos, tales como dos puntos de una costa, o un astro, generalmente el Sol, y el horizonte. Con este instrumento, si el observador conoce la elevación del Sol y la hora del día, puede determinar con bastante precisión la latitud a la que se encuentra mediante cálculos matemáticos sencillos de efectuar.
<i>Nota.</i> http://www.bo.all.biz/img/bo/catalog/4324.jpeg	
Cuentahilos	
	El cuentahilos es una lupa especializada que fue ideada para verificar el número de hilos de la trama y de la urdimbre que entraban en un pequeño cuadrado determinado de tejido (antiguamente de media pulgada de lado, actualmente de 20x20 mm).
<i>Nota.</i> http://www.sbk-mexico.com/catalogo/images/CALT-60-a.jpg	
Taquímetro electrónico	
	Se denomina torquímetro a la herramienta que se emplea para el ajuste de bulones, tuercas, tornillos y otras piezas. Este instrumento permite la aplicación de una tensión específica: por eso se caracteriza por su precisión. Los torquímetros, también conocidos como llaves de torsión o llaves dinamométricas, se utilizan en motores de combustión, equipamientos que permiten el manejo de gases y líquidos, tuberías de tipo industrial y otros dispositivos. Es importante destacar que estas herramientas están diseñadas de manera tal que el usuario no pueda aplicar una tensión excesiva.
<i>Nota.</i> http://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2015/03/Torquimetro-Electronico.jpg	