



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

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO
PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

Bianca Concepción Sandoval Zepeda

Asesorado por la Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO
PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BIANCA CONCEPCIÓN SANDOVAL ZEPEDA

ASESORADO POR LA INGA. ALBA MARITZA GUERRERO SPÍNOLA DE LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

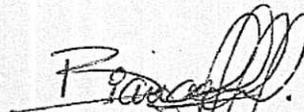
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de marzo de 2012.



Bianca Concepción Sandoval Zepeda



Guatemala, 17 de enero de 2014.
REF.EPS.DOC.13.01.14.

Ingeniero
Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.

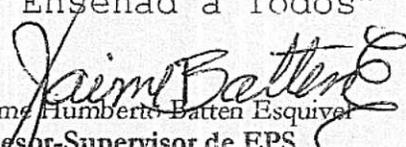
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Bianca Concepción Sandoval Zepeda**, Camé No. 8511872 procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



JHBE/ra



Guatemala, 17 de enero de 2014.
REF.EPS.D.73.01.14

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Bianca Concepción Sandoval Zepeda** quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.006.014

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por la estudiante universitaria **Bianca Concepción Sandoval Zepeda**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2014.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

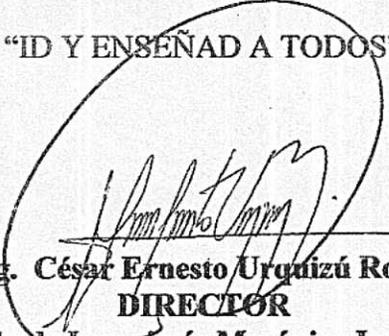


Ciudad de Ingeniería

REF.DIR.EMI.135.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por la estudiante universitaria **Bianca Concepción Sandoval Zepeda**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2014.

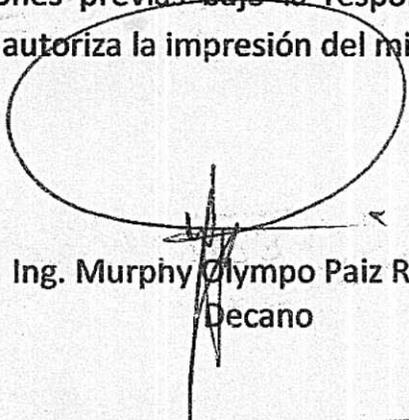
/mgp



DTG. 381.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por la estudiante universitaria **Bianca Concepción Sandoval Zepeda**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 5 de agosto de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque es la fuente de todo y se manifiesta con amor en cada momento de mi vida.
Mis padres	Mi agradecimiento y amor eterno en el lugar donde se encuentran ahora.
Mis hermanos sobrinos y familiares	Por ser un regalo en mi vida.
Mi esposo	Por su apoyo y estar siempre conmigo.
Mis amigos	Por el camino que recorrimos y los recuerdos juntos.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser una entidad de puertas abiertas y enseñar a todo el que quiera aprender.

Facultad de Ingeniería

Por ser el medio por el que tantos alcanzan sus metas.

Mis asesores

Por su dedicación, guía y apoyo.

Mis catedráticos

Por sus enseñanzas.

**Los ingenieros de la
Escuela de Ingeniería
Civil**

Por el apoyo y colaboración que me brindaron.

**El personal y a los
ingenieros del Centro
de Investigaciones de
Ingeniería**

Por la colaboración recibida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN.....	1
1.1. Historia de la Escuela de Ingeniería Civil.....	1
1.2. Plan estratégico.....	5
1.2.1. Visión y misión.....	6
1.2.2. Estructura organizacional.....	7
1.2.3. Organigrama.....	12
1.3. Objetivos de la Escuela de Ingeniería Civil	12
1.3.1. Perfil de egreso del ingeniero civil.....	14
1.3.2. Competencias del ingeniero civil.....	14
1.4. Red de estudios.....	17
1.4.1. Áreas y departamentos de la carrera de Ingeniería Civil.....	21
1.4.1.1. Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles.....	21
1.4.1.2. Departamento de Estructuras.....	22
1.4.1.3. Área de Topografía y Transportes.....	23
1.4.1.4. Departamento de Hidráulica.....	24
1.4.1.5. Departamento de Planeamiento.....	24
1.4.1.6. Unidad de Investigación.....	25

	1.4.1.7.	Área de Calidad y Acreditación.....	28
	1.4.2.	Laboratorios de Ingeniería Civil.....	30
1.5.		Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).....	32
	1.5.1.	Plan estratégico del CII.....	33
	1.5.1.1.	Organigrama.....	37
	1.5.1.2.	Visión y misión.....	38
	1.5.1.3.	Estructura organizacional.....	39
	1.5.2.	Funciones y Servicios del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).....	44
2.		FASE TÉCNICO PROFESIONAL. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL.....	49
	2.1.	Diagnóstico y análisis de la situación actual.....	49
	2.1.1.	Recolección de información de los laboratorios...	49
	2.1.2.	Condición actual de las instalaciones.....	63
	2.1.2.1.	Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles.....	65
	2.1.2.1.1.	Laboratorio de Materiales de Construcción.....	67
	2.1.2.1.2.	Laboratorio de Mecánica de Suelos....	72
	2.1.2.2.	Departamento de Estructuras	82
	2.1.2.2.1.	Laboratorio de Resistencia de Materiales I y II.....	84
	2.1.2.2.2.	Laboratorio de Concreto Armado I.....	85

	2.1.2.2.3.	Laboratorio de Concreto Armado II.....	86
2.1.2.3.		Departamento de Hidráulica.....	87
	2.1.2.3.1.	Laboratorio de Mecánica de Fluidos....	87
	2.1.2.3.2.	Laboratorio de Hidráulica.....	94
	2.1.2.3.3.	Laboratorio de Hidrología.....	103
2.1.2.4.		Área de Topografía.....	103
	2.1.2.4.1.	Laboratorio de Topografía I	103
	2.1.2.4.2.	Laboratorio de Topografía II.....	105
2.1.3.		Inventario de maquinaria y equipo actual.....	106
	2.1.3.1.	Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles.....	106
	2.1.3.1.1.	Laboratorio de Materiales de Construcción.....	107
	2.1.3.1.2.	Laboratorio de Mecánica de Suelos....	108
2.1.3.2.		Departamento de Estructuras.....	109
	2.1.3.2.1.	Laboratorio de Resistencia de Materiales I y I I.....	109
	2.1.3.2.2.	Laboratorio de Concreto Armado I y II.....	110

2.1.3.3.	Departamento de Hidráulica.....	111
2.1.3.3.1.	Laboratorio de Mecánica de Fluidos...	111
2.1.3.3.2.	Laboratorio de Hidráulica.....	112
2.1.3.4.	Área de Topografía y Transportes.....	113
2.1.3.4.1.	Laboratorio de Topografía I y Topografía II.....	113
2.1.4.	Encuestas	115
2.1.4.1.	Población estudiantil de Ingeniería Civil.....	118
2.1.4.2.	Estudiantes asignados a laboratorios.....	118
2.1.4.3.	Encuestas a docentes.....	119
2.1.4.3.1.	Resultados y gráficas de las preguntas estandarizadas.....	120
2.1.4.3.2.	Compilación de la pregunta de respuesta libre con opiniones y sugerencias.....	130
2.1.5.	Ponderación por puntos.....	133
2.1.6.	Priorización de variables.....	133
2.1.7.	Diagrama de Árbol.....	137
2.1.8.	Diagrama de Causa y Efecto.....	141
2.1.9.	Fortalezas y debilidades.....	142
2.2.	Propuesta de mejora en cada laboratorio.....	144
2.2.1.	Mejoras en las instalaciones.....	148

2.2.1.1.	Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles.....	149
2.2.1.1.1.	Laboratorio de Materiales de Construcción.....	149
2.2.1.1.2.	Laboratorio de Mecánica de Suelos...	160
2.2.1.2.	Departamento de Estructuras.....	179
2.2.1.2.1.	Laboratorio de Resistencia de Materiales I y II.....	179
2.2.1.2.2.	Laboratorio de Concreto Armado I y II.....	179
2.2.1.3.	Departamento de Hidráulica.....	183
2.2.1.3.1.	Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	183
2.2.1.3.2.	Laboratorio de Hidráulica.....	193
2.2.1.3.3.	Laboratorio de Hidrología.....	201
2.2.1.4.	Área de Topografía.....	201
2.2.1.4.1.	Laboratorio de Topografía I y Topografía II.....	201
2.2.2.	Inventario de maquinaria y equipo.....	201
2.2.2.1.	Área de Materiales de Construcción y Obras civiles.....	202

	2.2.2.1.1.	Laboratorio de Materiales de Construcción.....	203
	2.2.2.1.2.	Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	203
2.2.2.2.		Departamento de Estructuras.....	204
	2.2.2.2.1.	Laboratorio de Resistencia de Materiales I y II.....	204
	2.2.2.2.2.	Laboratorio de Concreto Armado I y II.....	205
2.2.2.3.		Departamento de Hidráulica.....	205
	2.2.2.3.1.	Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	206
	2.2.2.3.2.	Laboratorio de Hidráulica.....	206
2.2.2.4.		Área de Topografía.....	206
	2.2.2.4.1.	Laboratorio de Topografía I y Topografía II.....	207
2.2.3.		Recursos Humanos.....	207
2.2.4.		Guía para mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo.....	208
2.2.5.		Análisis de costos.....	217

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL.....	225
3.1.	Datos históricos.....	225
3.1.1.	Facturación de agua y energía eléctrica en el último semestre.....	226
3.2.	Consumo actual.....	227
3.2.1.	Cantidad de equipos eléctricos.....	228
3.2.2.	Cantidad de luminarias.....	229
3.2.3.	Cantidad de tomacorrientes.....	230
3.2.4.	Estimación del consumo energético actual por hora	231
3.3.	Plan de minimización de gastos en el consumo eléctrico.....	233
3.3.1.	Propuesta de medidas para ahorro en el consumo energético.....	233
4.	FASE DE DOCENCIA. INDUCCIÓN PARA LA CONCIENTIZACIÓN DEL USO DE LOS RECURSOS DENTRO DE LOS LABORATORIOS.....	237
4.1.	Planificación de la inducción.....	237
4.1.1.	Contenido	238
4.2.	Programación	245
4.2.1.	Calendarización de la inducción.....	246
4.3.	Metodología de desarrollo de la inducción.....	246
4.3.1.	Pláticas programadas.....	246
4.3.2.	Material visual.....	247
4.4.	Evaluación	247
4.5.	Resultados.....	247

CONCLUSIONES.....249
RECOMENDACIONES.....251
BIBLIOGRAFÍA.....253
APÉNDICES.....257
ANEXOS.....263

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la Escuela de Ingeniería Civil.....	12
2.	Red de estudios de Ingeniería Civil.....	18
3.	Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería.....	37
4.	Mapa de ubicación de los laboratorios del Área de Materiales de Construcción.....	66
5.	Plano de Laboratorio de Materiales de Construcción.....	67
6.	Condición actual de instalaciones de Laboratorio de Materiales de Construcción.....	68
7.	Gráfica de mediciones de temperatura y humedad relativa del Laboratorio de Materiales de Construcción.....	70
8.	Plano 1 de mediciones de iluminación para el Laboratorio de Materiales de Construcción.....	71
9.	Plano 2 de mediciones de iluminación para el Laboratorio de Materiales de Construcción.....	71
10.	Plano de Laboratorio de Mecánica de Suelos planta alta.....	72
11.	Plano de Laboratorio de Mecánica de Suelos planta baja.....	73
12.	Condición de instalaciones de Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	74
13.	Gráfica de mediciones de temperatura y humedad relativa de Laboratorio de Mecánica de Suelos planta alta.....	78
14.	Gráfica de mediciones de temperatura y humedad relativa de Laboratorio de Mecánica de Suelos planta baja.....	78

15.	Plano 1 de mediciones de iluminación planta baja de Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	79
16.	Plano 2 de mediciones de iluminación planta baja de Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	80
17.	Plano 3 de mediciones de iluminación planta baja de Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	80
18.	Plano 1 de mediciones de iluminación planta alta de Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	81
19.	Plano 2 de mediciones de iluminación planta alta de Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	81
20.	Plano 3 de mediciones de iluminación planta alta de Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	82
21.	Mapa de ubicación de los laboratorios del Departamento de Estructuras.....	83
22.	Plano de Laboratorio de Resistencia de Materiales I y II.....	84
23.	Condición de las instalaciones del Laboratorio de Resistencia de Materiales I y II.....	85
24.	Lugar en el exterior donde se realiza la práctica.....	85
25.	Condición de instalaciones de Laboratorio de Concreto Armado I.....	86
26.	Condición de instalaciones de Laboratorio de Concreto Armado II.....	86
27.	Plano de Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	87
28.	Condición de las instalaciones de Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	88
29.	Gráfica de medición de temperatura y humedad relativa del Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	91

30.	Plano 1 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	92
31.	Plano 2 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	92
32.	Plano 3 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	93
33.	Plano 4 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	93
34.	Plano 5 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	94
35.	Plano de Laboratorio de Hidráulica.....	95
36.	Condición de las instalaciones de Laboratorio de Hidráulica.....	96
37.	Gráfica de temperatura y humedad relativa del Laboratorio de Hidráulica.....	100
38.	Plano 1 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Hidráulica.....	101
39.	Plano 2 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Hidráulica.....	102
40.	Plano 3 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Hidráulica.....	102
41.	Practica de Topografía 1.....	103
42.	Plano del área de almacenamiento del equipo de topografía.....	104
43.	Condiciones del área de almacenamiento del equipo de Topografía 1.....	105
44.	Condiciones del área de almacenamiento del equipo de Topografía 2.....	105
45.	Gráfica de respuestas sobre cantidad de alumnos.....	121
46.	Gráfica de respuestas sobre cantidad de auxiliares.....	121

47.	Gráfica de respuestas de espacio para la práctica.....	122
48.	Gráfica de respuestas de espacio para equipos.....	123
49.	Gráfica de respuestas de cantidad de maquinaria.....	124
50.	Gráfica de respuestas de cantidad de equipo.....	124
51.	Gráfica de respuestas sobre mantenimiento.....	125
52.	Gráfica de respuestas sobre mobiliario.....	125
53.	Gráfica de respuestas sobre iluminación y temperatura.....	126
54.	Gráfica de respuestas sobre ventilación y ruido.....	127
55.	Gráfica de respuestas sobre seguridad.....	128
56.	Gráfica de respuestas sobre apoyo económico.....	129
57.	Gráfica de respuestas sobre apoyo recibido de las autoridades....	129
58.	Gráfica de respuestas al apoyo con planes de seguimiento.....	130
59.	Ilustración de relaciones de influencia.....	135
60.	Gráfica de relaciones de influencia.....	136
61.	Diagrama de Árbol de Problemas.....	138
62.	Diagrama de Árbol de Objetivos.....	139
63.	Diagrama de Causa y Efecto.....	141
64.	Diagrama adaptado de ACAAI.....	145
65.	ISO/IEC 17025.....	145
66.	Croquis del Laboratorio de Materiales de Construcción.....	149
67.	Croquis de ventanas que permiten ventilación en el Laboratorio de Materiales de Construcción (actual).....	152
68.	Croquis de ventanas que permiten ventilación en el Laboratorio de Materiales de Construcción (propuesta)	152
69.	Distribución de cavidades del Laboratorio de Materiales de Construcción (actual).....	154
70.	Distribución de cavidades del Laboratorio de Materiales de Construcción (propuesta).....	156

71.	Color sugerido Laboratorio de Materiales de Construcción.....	157
72.	Diagrama de distribución de luminarias para el Laboratorio de Materiales de Construcción (propuesta).....	159
73.	Croquis del laboratorio de Mecánica de Suelos.....	161
74.	Ventilación con ventanas fijas y de celosilla planta alta (actual)	164
75.	Ventilación con todas las ventanas de celosilla panta alta (propuesta).....	164
76.	Ventilación con ventanas fijas y de celosilla planta baja (actual)	165
77.	Ventilación con todas las ventanas de celosilla planta baja (propuesta).....	165
78.	Distribución de cavidades de Laboratorio de Mecánica de Suelos planta baja (actual).....	166
79.	Color sugerido Laboratorio Mecánica de Suelos.....	168
80.	Diagrama de distribución de luminarias en el Laboratorio de Suelos planta baja.....	170
81.	Distribución de cavidades del Laboratorio de Suelos planta alta (actual).....	171
82.	Color sugerido Laboratorio Mecánica de Suelos.....	174
83.	Diagrama de distribución de luminarias para el Laboratorio de Mecánica de Suelos (planta alta)....	175
84.	Vista frontal de bodega de materiales propuesta para Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	177
85.	Vista aérea de bodega de materiales propuesta para Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	178
86.	Bodega actual de herramientas, puerta de entrada.....	180
87.	Bodega actual de herramientas, vista lateral.....	180

88.	Vista frontal de bodega de materiales propuesta para Laboratorio de Concreto Armado.....	181
89.	Vista aérea de bodega de materiales propuesta para Laboratorio de Concreto Armado.....	182
90.	Croquis del Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	183
91.	Distribución de cavidades del Laboratorio de Mecánica de Fluidos (actual).....	186
92.	Distribución de cavidades (propuesta con cielo falso) para el Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	189
93.	Color sugerido para el Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	189
94.	Diagrama de distribución de luminarias para el Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	192
95.	Croquis del Laboratorio de Hidráulica.....	193
96.	Diagrama de distribución de cavidades para el Laboratorio de Hidráulica.....	196
97.	Color sugerido para el Laboratorio de Hidráulica.....	198
98.	Diagrama de distribución de luminarias en el Laboratorio de Hidráulica.....	200
99.	Inventarios cargados al CII y a la EIC.....	202
100.	Jerarquía de la documentación del Sistema de Calidad (Convenio ISO 10013-95).....	210
101.	Diagrama de flujo de efectivo.....	222
102.	La información genera cambio.....	238
103.	Mejorar continuamente.....	245

TABLAS

I.	Organización de puestos.....	11
II.	Cursos con prácticas de laboratorio.....	31
III.	Laboratorio de Materiales de Construcción.....	52
IV.	Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	53
V.	Laboratorio de Resistencia de Materiales I.....	54
VI.	Laboratorio de Resistencia de Materiales II.....	55
VII.	Laboratorio de Concreto Armado I.....	56
VIII.	Laboratorio de Concreto Armado II.....	57
IX.	Laboratorio de Mecánica de Fluidos.....	58
X.	Laboratorio de Hidráulica.....	59
XI.	Laboratorio de Hidrología.....	60
XII.	Laboratorio de Topografía I.....	61
XIII.	Laboratorio de Topografía II.....	62
XIV.	Datos y valores para condiciones ambientales.....	65
XV.	Tabla de reflectancias.....	65
XVI.	Inventario de Materiales de Construcción.....	107
XVII.	Inventario de Mecánica de Suelos.....	108
XVIII.	Inventario de Resistencia de Materiales 1 y 2.....	109
XIX.	Inventario de Concreto Armado 1 y 2.....	110
XX.	Inventario de Mecánica de Fluidos.....	111
XXI.	Inventario de Hidráulica.....	112
XXII.	Inventario de Topografía 1 y 2.....	114
XXIII.	Estudiantes inscritos en la Escuela de Ingeniería Civil.....	118
XXIV.	Estudiantes asignados a laboratorios.....	119

XXV.	Preguntas sobre la cantidad de alumnos y auxiliares.....	120
XXVI.	Pregunta sobre espacio para realizar la práctica.....	122
XXVII.	Respecto a modernidad, cantidad y mantenimiento del equipo.....	123
XXVIII.	Respecto a condiciones ambientales.....	126
XXIX.	Respecto a el apoyo para mejoras.....	128
XXX.	Matriz de influencias.....	134
XXXI.	Peso de las variables.....	135
XXXII.	Matriz del proyecto.....	140
XXXIII.	Fortalezas y debilidades en los Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil.....	142
XXXIV.	Plan de mejora.....	146
XXXV.	Comparación de tipos de lámparas.....	157
XXXVI.	Comparación de lámparas fluorescentes.....	190
XXXVII.	Inversión inicial.....	218
XXXVIII.	Personal para diseño del plan de mantenimiento.....	220
XXXIX.	Personal para laboratorios.....	220
XL.	Salarios.....	221
XLI.	Representación de flujo de efectivo.....	221
XLII.	Equipos eléctricos.....	228
XLIII.	Total de lámparas en los laboratorios.....	229
XLIV.	Tomacorrientes.....	231
XLV.	Consumo de lámparas y ventiladores.....	231
XLVI.	Lámparas más eficientes.....	232
XLVII.	Plan de ahorro en consumo eléctrico.....	234

GLOSARIO

ACCAI	Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería.
Acreditación	Acto por el cual se hace público el reconocimiento que se le concede a un programa de educación superior que cumple las condiciones y estándares de calidad previamente establecidas.
ASHRAE	Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.
ASTM	Sociedad Americana de Ensayo de Materiales.
CFM	Pie cúbico por minuto.
CII	Centro de Investigaciones de Ingeniería.
CIE	Comisión Internacional de la Iluminación.
Flujo luminoso	Cantidad de energía radiada por una fuente en cada segundo.

Humedad relativa	Es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica.
IES	Sociedad de Ingeniería de la Iluminación.
Lámparas con aditivos metálicos	Son lámparas de vapor de mercurio a alta presión, con halogenuros metálicos añadidos al tubo de descarga que aportan nuevas líneas al espectro visible.
Lámparas fluorescentes	Son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0,8 Pa). En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas en la banda de 253,7 nm.
Lúmen	Unidad de flujo luminoso el que corresponde a una potencia de 1/680 vatios emitidos a la longitud de onda de 555 nm, que es donde el ojo humano presenta la máxima sensibilidad.
Luminaria	Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas.
Lux	Unidad de iluminación de una superficie. La iluminación de 1 lux corresponde al flujo luminoso de 1 lumen distribuido por la superficie de 1 m ² .

RESUMEN

La Escuela de Ingeniería Civil posee cinco áreas en donde el estudiante recibe formación de los cursos profesionales, que son las siguientes: Estructuras, Hidráulica, Topografía y Transporte, Materiales de Construcción y Planeamiento; cuatro de ellas conllevan prácticas de laboratorio.

El presente trabajo de graduación elaborado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), contempla la revisión física de los laboratorios de práctica de los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil, observación de las instalaciones de dichos laboratorios, las herramientas, el equipo y maquinaria de acuerdo al propósito de cada curso.

Se realiza una documentación de las condiciones actuales, mediciones de iluminación y temperatura en cada laboratorio, entrevistas preliminares a los encargados de áreas y docentes, y posteriormente encuestas formales, para elaborar un diagnóstico por medio de herramientas como Diagrama de Causa y Efecto, Árbol de Problemas y Árbol de Objetivos, para sintetizar en un cuadro de fortalezas y debilidades.

Con los resultados de la información recabada se hacen los cálculos correspondientes para que los laboratorios tengan las condiciones óptimas, se elaboran listados de los equipos y maquinaria necesarios con el apoyo de los catedráticos de cada laboratorio y se presenta una propuesta.

Se plantean las mejoras con el costo que implicaría la realización de las mismas y se concluye esta parte con el indicador costo/eficiencia.

Se realiza también una propuesta referente a la implementación de un programa de mantenimiento y medidas para ahorro en el consumo energético en los laboratorios.

Se propone también una inducción para los estudiantes, enfocada a la concientización del uso responsable de los recursos.

OBJETIVOS

General

Diseñar las mejoras para la dotación de maquinaria y equipos para los laboratorios de la carrera de Ingeniería Civil.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual de los Laboratorios de Ingeniería Civil e identificar las fortalezas y debilidades.
2. Identificar en que laboratorios se requiere dotación maquinaria, equipos y material de apoyo.
3. Identificar los equipos existentes que necesitan reparación y calibración.
4. Formular una propuesta referente al mantenimiento preventivo.
5. Identificar los laboratorios en donde sean necesarias modificaciones en las áreas de trabajo.
6. Elaborar un plan de eficiencia energética para los laboratorios
7. Planificar la inducción sobre Producción más Limpia a los usuarios de los laboratorios.

INTRODUCCIÓN

La Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala fue la primera que se estableció formalmente dentro de las diferentes carreras, que hasta hoy se imparten en la Facultad.

Las exigencias actuales de la educación superior, conducen a una constante revisión y modernización de todos los recursos implicados para fines docentes.

La Escuela de Ingeniería Civil ha sido acreditada durante dos períodos consecutivos, y aunque cuenta con instalaciones, maquinaria y equipo destinados a la realización de prácticas de laboratorios correspondientes a cada curso, se hace necesaria la evaluación y mejora constante.

Según la Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería, ACAAI: “Los laboratorios, talleres o centros de práctica, deben tener recursos tecnológicos adecuados, actualizados, organizados y suficientes, para lograr los resultados del programa.”¹ También indica que se debe verificar que los laboratorios tengan una dedicación académica y docente con un mínimo del 80 % del uso para objetivos académicos de acuerdo con el perfil de egreso y que se atienda a un máximo de 20 estudiantes por grupo.

¹Fuente: Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería, Guía de autoevaluación

La mejora y equipamiento de los laboratorios es un fin que por sí mismo apoya a los objetivos académicos y ofrece mejores oportunidades al futuro profesional. Enmarcándolo en el contexto de la acreditación, eleva aún más la calidad del aprendizaje, además ofrece la oportunidad de hacer vinculaciones en la práctica con otras instituciones del mismo nivel para beneficio mutuo

En el capítulo uno se muestra la estructura organizacional de la EIC y del CII, dado que ambos se relacionan con el tema de laboratorios docentes.

En el capítulo dos, se presenta la información recolectada sobre la situación actual de los laboratorios en cuanto al tipo de práctica, cantidad de alumnos, condición de las instalaciones, el equipo que poseen y los resultados de las encuestas; para luego elaborar un diagnóstico y deducir las mejoras necesarias con los respectivos costos.

En el capítulo tres, se realiza una revisión de los consumos energéticos por el uso de luminarias y se presenta una propuesta de medidas para el ahorro.

Finalmente en el capítulo cuatro, se hace referencia a la inducción realizada para los estudiantes con el fin de promover el uso consciente y responsable de los recursos que tienen dentro de los laboratorios.

1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN

“En 1879 se estableció la escuela de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala y por decreto gubernativo, en 1882, se elevó a la categoría de facultad dentro de la misma universidad, separándose así de la Escuela Politécnica. El Ing. Cayetano Batres del Castillo fue el primer Decano de la Facultad de Ingeniería, siendo sustituido dos años más tarde por el Ing. José E. Irungaray, período en que se reformó el programa de estudios anterior, reduciéndose de ocho a seis años la carrera de Ingeniería”²

1.1. Historia de la Escuela de Ingeniería Civil

“En 1930 se reestructuraron los estudios estableciéndose la carrera de Ingeniería Civil. De este hecho arranca la época moderna de esta facultad.”³

“En 1947, la facultad ofrecía solamente la carrera de Ingeniería Civil; en este año se cambiaron los planes de estudios al régimen semestral en el que, en lugar de seis años, se establecieron doce semestres para la carrera.”⁴ “Al final de la década de 1960, se estudió la reestructuración y modernización del plan de estudios de la facultad.”⁵

“En 1994 se creó la unidad académica de Servicio de Apoyo al Estudiante y de Servicio de Apoyo al Profesor, llamada por sus siglas SAE/SAP, la que tiene como fin prestar apoyo a los estudiantes por medio de la ejecución de

² Fuente: http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=150.

Consulta: 10 de enero de 2013.

³ Ibid.

⁴ Ibid.

⁵ Ibid.

programas de orientación en el plano académico, administrativo y social y para facilitar la labor docente y de investigación de los profesores.”⁶

“En 1998, se abrió la opción de Ingeniería Civil con Diplomado en Administración, que incluye un grupo de clases adicionales en la carrera de Ingeniería Industrial y de Ingeniería Civil, para formar especialistas en Administración.”⁷

“Entre 2003 y 2004 se logran avances significativos en la Facultad de Ingeniería, entre los más destacados se tiene: Establecimiento de la Escuela de Estudios de Posgrado, iniciando con la Maestría en Mantenimiento Industrial, con una duración de siete trimestres, dirigida a ingenieros químicos, mecánicos, industriales, eléctricos y electrónicos, que persigue formar profesionales de alto nivel con dominio de la investigación científica y capaces de desarrollar y analizar sistemas en el área de mantenimiento industrial; y la Maestría Centroamericana en Física, con duración de tres semestres, que tiene como objetivo fortalecer el conocimiento de la Física en Centroamérica, así como formar maestros con sólida preparación sobre la Física Contemporánea.”⁸

“El Consejo Superior Universitario Centroamericano confirió categoría Regional Centroamericana a los programas de Maestría en Ingeniería Sanitaria y Maestría en Recursos Hidráulicos, impartidos por la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos.”⁹

⁶ Fuente: http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=150
Consulta: 10 de enero de 2013

⁷ Ibid.

⁸ Ibid.

⁹ Ibid.

“Un laboratorio para la verificación de medidores y patrones, de acuerdo con las normas técnicas internacionales vigentes, fue montado a partir de un Convenio de Cooperación Técnica suscrito por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) y la Universidad de San Carlos Guatemala, a través del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).”¹⁰

“Dicho laboratorio establece como uno de los objetivos específicos verificar, calibrar y certificar medidores de distribución final de energía eléctrica, nuevos o en servicio, instalados en distintas regiones geográficas del país dentro del área de atención de las distribuidoras, o en los casos en que existan reclamos de los usuarios.”¹¹

“Una carta de entendimiento para la formación de Doctores en Ingeniería Sanitaria fue suscrita por el Decano de la Facultad de Ingeniería y autoridades de la Universidad Internacional de la Florida, en el marco del Segundo Congreso de Tecnología e Ingeniería de Latinoamérica y el Caribe celebrado en Miami.”¹²

“En 2006 fueron puestas en funcionamiento las Maestrías en Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente y en Energía y Ambiente, ambas en colaboración con la Universidad de Cádiz, España, mientras desde el mes de enero del mismo año está en actividad la Maestría en Desarrollo Social.”¹³

¹⁰ Fuente: http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=150

Consulta: 10 de enero de 2013

¹¹ Ibid.

¹² Ibid.

¹³ Ibid.

“En 2006 se firmó un convenio general de cooperación académica, científica y tecnológica entre la Facultad de Ingeniería y el Ministerio de Energía y Minas.”¹⁴

“En febrero de 2010 se planteó la necesidad de organizar la actividad de investigación en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, EIC. La Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil (UIEIC), fue establecida por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería el día miércoles 17 de marzo de 2010, por gestión y propuesta del autor, para dar paso al primer condicionante.”¹⁵

En el año 2009, se obtiene el certificado de acreditación por parte de la Agencia Centroamericana de Acreditación para Arquitectura e Ingeniería ACCAI, otorgado a las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería Civil. Este reconocimiento expande la validez por un período que abarca desde la fecha de emisión a tres o cinco años máximo.

En el año 2012, tanto la Escuela de Ingeniería Civil como la Escuela de Ingeniería Química, se someten nuevamente al proceso de autoevaluación de los programas educativos, con el fin de obtener por segunda vez consecutiva el reconocimiento de la ACCAI.

Ambas escuelas son acreditadas hasta el 2015, año en el que deberán someterse al proceso de reacreditación.

¹⁴ Fuente: http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=150
Consulta: 5 de octubre de 2013.

¹⁵ Fuente: Artículo informe UIEC, diciembre 2010.pdf, https://docs.google.com/file/d/0BxA2vs_RKRvJNGUyMGFjZGEtMTA0MS00Mjk1LWFjMGQtMmNlMTI1ZWFKNjdj/edit?hl=es&pli=1
Consulta: 3 de marzo de 2013.

1.2. Plan estratégico

Condensa los lineamientos y estructuras sobre los que opera la EIC, para alcanzar los propósitos.

- Valores
 - ✓ Responsabilidad: Asumir las obligaciones que como ente de Educación Superior se adquieren para/con el país siendo conscientes que se moldea el futuro capital humano de la Ingeniería Civil. Satisfacer también las necesidades de los estudiantes; relativas a su misma educación y ser siempre agentes de mejora continua dentro de la facultad.
 - ✓ Compromiso: Estar compenetrados con la formación de profesionales al servicio de la nación llenando las expectativas que el mundo competitivo de hoy requiere y demanda.
 - ✓ Integridad: Actuar siempre de forma transparente, franca y honesta, apegado a los códigos de ética profesional y moral que dicta la sociedad guatemalteca manteniendo siempre impecable el nombre de la Escuela de Ingeniería Civil.
 - ✓ Excelencia académica: Fomentar siempre el alto rendimiento en los estudiantes, catedráticos y demás personal de la escuela velando porque sus conocimientos estén al nivel de cualquier universidad de la región tratando de abolir el conformismo estático.
 - ✓ Innovación: Estar siempre a la vanguardia de las nuevas técnicas pedagógicas disponibles de la Ingeniería Civil y la ciencia en general, manteniendo en todo momento las fronteras abiertas a nuevas formas

de trabajo y conservando una visión hacia el futuro ligada a la globalización experimentada en los últimos años.¹⁶

- **Política de Calidad**

“Asumimos un fuerte compromiso para satisfacer las necesidades de infraestructura de Guatemala, por lo que contribuimos con la formación de profesionales con visión de liderazgo y compromiso con la sociedad brindándoles las herramientas técnico-científicas, éticas y cognitivas para sobresalir en un mercado laboral globalizado dentro y fuera del país.”¹⁷

1.2.1. Visión y misión

Según resolución de la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, Punto Quinto, inciso 5.5 del Acta No. 19-2009 de sesión celebrada el 16 de julio de 2009, quedan aprobadas la misión y visión de la Escuela de Ingeniería Civil, quedando su redacción de la siguiente manera:

- **Visión**

“Ser un ente académico formador de ingenieros civiles emprendedores; con capacidad de investigación; autoformación; con principios éticos y conciencia social; para que mediante la aplicación de la ciencia y tecnología solventen con excelencia las necesidades de la sociedad guatemalteca y se inserten con éxito en la actividad académica y laboral en el medio nacional e internacional.”¹⁸

¹⁶ Manual de Funciones, Escuela de Ingeniería Civil, 2009, p.7.

¹⁷ Op. Cit. p.8.

¹⁸ Op. Cit. p.5

- Misión

“Formar profesionales de la Ingeniería Civil con valores y principios éticos, capaces de planificar, diseñar, construir, administrar, operar y mantener obras de infraestructura civil; consciente de la realidad nacional y comprometida con la sociedad; para que a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología contribuyan al bien común y desarrollo sostenible.”¹⁹

1.2.2. Estructura organizacional

La Escuela de Ingeniería Civil cuenta con una estructura organizativa combinada de tipo lineal y funcional. Esta mezcla los principios de la Organización Lineal y de la Organización Funcional, permitiendo aprovechar las ventajas de ambas y evitar las desventajas inherentes a cada una, conservándose en el caso de la funcional la especialización de actividades en base a una función específica, y de la lineal la autoridad y responsabilidad que se transmite a través de un sólo jefe por cada área en particular.

- Dirección

La Escuela de Ingeniería Civil está dirigida por el director de escuela. La persona que ocupa este cargo, la designa el órgano de dirección (Junta Directiva) de la Facultad de Ingeniería a propuesta en terna por el señor decano o la autoridad respectiva.

Debe tener a su cuenta, por lo menos con tres años de experiencia dentro de la carrera, pertenecer al personal académico, así como

¹⁹ Manual de Funciones, Escuela de Ingeniería Civil, 2009, p.4.

reconocida calidad docente y académica, ética, pedagógica y moral en la escuela.

El director de Escuela puede permanecer en su cargo en un período máximo coincidente con el período del decano electo, y puede ser nuevamente propuesto en terna, por la autoridad respectiva, siempre y cuanto su desempeño anterior haya sido satisfactorio.

▪ **Funciones del director de Escuela**

- ✓ Dirigir, coordinar y supervisar las actividades docentes y administrativas de la escuela.
- ✓ Ejecutar las decisiones de Junta Directiva.
- ✓ Presentar a las autoridades superiores para su aprobación las reformas, innovaciones y mejoras necesarias para el buen funcionamiento de la escuela.
- ✓ Elaborar, coordinar y supervisar planes, actividades académicas de investigación y administrativas de la escuela.
- ✓ Elaborar y presentar el anteproyecto de presupuesto de la escuela a la tesorería de la Facultad, y controlar la ejecución.
- ✓ Presentar propuestas de nombramiento del personal docente de la escuela.
- ✓ Velar por el cumplimiento de horarios del personal docente y administrativo de la escuela.
- ✓ Realizar otras tareas inherentes a la naturaleza del puesto que le asigne el jefe inmediato, y las que establece la ley vigente.²⁰

²⁰ Resolución de Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, punto 8vo, inciso 8.4 del acta 18-2006, celebrada el 28 del Junio del año 2006.

- Departamentos y áreas

La Escuela de Ingeniería Civil (EIC), por la diversidad de temas de interés académico se divide en los Departamentos de Estructuras, Hidráulica, Planeamiento y en las áreas de Materiales de Construcción y Obras Civiles, Topografía y Transporte, Investigación y Acreditación. Cada una está dirigida por un jefe de departamento o un coordinador de área a quienes el director de escuela elige, previo requisito de tener tres años como mínimo dentro de la carrera docente.

- Funciones del jefe de departamento o coordinador de área

- ✓ Revisión y aprobación de protocolos e informes finales de trabajos de graduación.
- ✓ Dirigir, coordinar y supervisar las actividades docentes y administrativas de su departamento ó área.
- ✓ Ejecutar las decisiones de la Dirección de Escuela.
- ✓ Presentar a la dirección para su aprobación, las reformas innovaciones y mejoras necesarias para el buen funcionamiento de su departamento o área.
- ✓ Elaborar, coordinar y supervisar que se ejecuten los planes, programas, actividades académicas, de investigación y administrativas de su departamento o área.
- ✓ Dar consultas a estudiantes.
- ✓ Efectuar los exámenes públicos y privados que se les solicite.
- ✓ Asistir a las sesiones convocadas por jefe superior.
- ✓ Participar en las comisiones de apoyo.
- ✓ Permanecer en lugar de trabajo en el horario de contratación.
- ✓ Otras inherentes al puesto que le sean asignadas por el jefe inmediato y las que establece la ley vigente.²¹

²¹ Resolución de Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, punto 8vo, inciso 8.4 del acta 18- 2006, celebrada el 28 del Junio del año 2006.

▪ **Funciones del profesor**

- ✓ Impartir docencia directa en el(los) curso(s) y/o laboratorio(s) y/o prácticas en función de su contratación.
- ✓ Pasar y avalar las calificaciones finales en actas oficiales con la firma que a la atribución le corresponda.
- ✓ Dar consulta a estudiantes.
- ✓ Efectuar exámenes públicos y/o privados que se les solicite.
- ✓ Asistir a las sesiones convocadas por jefe superior.
- ✓ Participar en las comisiones de apoyo como profesor de proyectos especiales.
- ✓ Permanecer en lugar de trabajo en el horario de contratación.
- ✓ Otras inherentes al puesto que le sean asignadas por el jefe inmediato y las que establece la ley vigente.²²

▪ **Funciones del ayudante de cátedra**

- ✓ Auxiliar en el(los) curso(s) y/o laboratorio(s) y/o prácticas para los cuales fueron contratados.
- ✓ Colaborar con los programas y proyectos de las coordinaciones de área, jefaturas de departamento y dirección de escuela.
- ✓ Dar consulta a estudiantes.
- ✓ Asistir a las sesiones convocadas por jefe superior.
- ✓ Participar en las comisiones de apoyo.
- ✓ Permanecer en lugar de trabajo en el horario de contratación.
- ✓ Otras inherentes al puesto que le sean asignadas por el jefe inmediato y las que establece la ley vigente.²³

²² Resolución de Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería, punto 8vo, inciso 8.4 del acta 18-2006, celebrada el 28 del Junio del año 2006.

²³ Ibid.

Tabla I. **Organización de puestos**

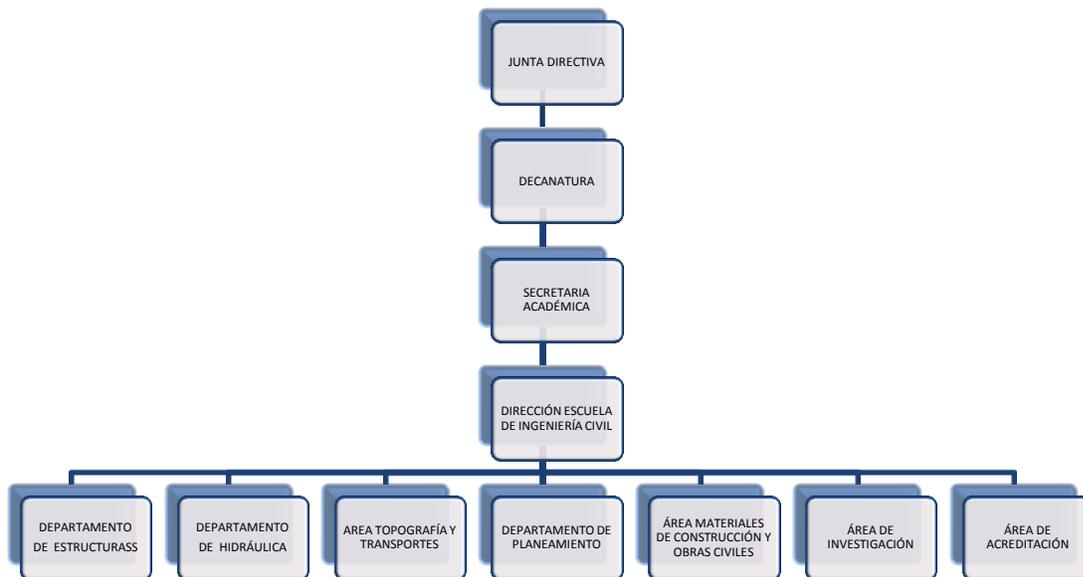
PUESTO NOMINAL	PUESTO FUNCIONAL
Profesor titular	Director Escuela de Ingeniería Civil
Profesor titular	Jefe Departamento de Estructuras
Profesor titular	Jefe Departamento de Hidráulica
Profesor titular	Coordinador Área de Topografía y Transporte
Profesor titular	Jefe Departamento de Planeamiento
Profesor titular	Coordinador Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles
Profesor titular	Coordinador Unidad de Investigación
Profesor titular	Coordinador Área de Calidad y Acreditación
Profesor titular ó interino	Profesor de cátedra
Profesor titular ó interino	Profesor instructor de Laboratorio
Auxiliar I ó II	Auxiliar de cátedra
Secretaria II	Secretaria Escuela de Ingeniería Civil

Fuente: Manual de Funciones EIC, 2009.

1.2.3. Organigrama

Se presenta en la siguiente figura el organigrama de la EIC

Figura 1. Organigrama de la Escuela de Ingeniería Civil



Fuente: Coordinadora de Calidad y Acreditación.

1.3. Objetivos de la Escuela de Ingeniería Civil

Los objetivos se presentan a continuación:

- Objetivo general

“Formar profesionales con excelencia académica a nivel licenciatura en el conocimiento y aplicación de la tecnología y los avances en el ámbito de la

Ingeniería Civil, a fin de satisfacer las necesidades de la sociedad guatemalteca.”²⁴

▪ **Objetivos específicos**

- ✓ Contar con un enfoque curricular que permita la vivencia del estudiante en los sistemas de la práctica profesional y una forma de aprender haciendo.
- ✓ Contar con una planta docente calificada en lo psicopedagógico, lo científico, y lo tecnológico, conocedor de la realidad nacional y con los valores de justicia, equidad, respeto, tolerancia y solidaridad.
- ✓ Incentivar el mejoramiento del nivel científico, tecnológico, psicopedagógico, humanístico y ético de los profesores.
- ✓ Elevar el nivel científico, tecnológico, psicopedagógico, humanístico y ético de los estudiantes.
- ✓ Evaluar sistemáticamente el proceso académico para adecuarlo a las necesidades del entorno apoyado por los organismos universitarios de evaluación y planificación curricular y en los propios organismos internos.
- ✓ Fortalecer la investigación como campo de acción universitario, contribuyendo a la formación del estudiante en la autoformación.
- ✓ Impulsar la difusión de conocimientos y avances técnicos en las áreas que comprende la carrera del Ingeniero Civil, orientar en el desarrollo de temas de trabajo de graduación la solución de problemas de interés técnico, científico y social.
- ✓ Fortalecer los vínculos (alianzas estratégicas) con entidades académicas investigadoras, gubernamentales, no gubernamentales y privadas nacionales e internacionales relacionadas con la Ingeniería Civil, para propiciar la participación de los estudiantes en experiencias reales de aplicación.
- ✓ Contar con áreas y líneas de investigación basadas en los objetivos de la escuela de Ingeniería Civil, los departamentos y las áreas para la realización de los trabajos de graduación de los estudiantes.²⁵

²⁴ Manual de Funciones, Escuela de Ingeniería Civil, 2009, p.5.

²⁵ Ibid.

1.3.1. Perfil de egreso del ingeniero civil

“El Ingeniero idóneo para el país en las condiciones actuales debe continuar siendo de perfil amplio, pues la amplia gama de problemas que debe atender hace necesario que en la primera etapa de estudios universitarios se forme como un profesional con características que el permitan resolver los problemas básicos más generales y frecuentes que se presentan en sus campos de acción y esferas de actuación profesional, dejando para etapas posteriores de formación (basadas en la necesaria educación continua) los problemas más especializados que se presentan con menor frecuencia.”²⁶

El siguiente perfil está basado en competencias en donde el ingeniero civil desempeñe su actividad de acuerdo a las exigencias profesionales que plantea la actualidad.

1.3.2. Competencias del ingeniero civil

“Las habilidades y destrezas que se enumeran, están basadas en la generación de competencias a través de un proceso de enseñanza aprendizaje en el cual el futuro profesional tiene contacto con la realidad a través de prácticas de laboratorio, visitas a obras y resolución de casos reales que se observan a nivel nacional a través del ejercicio profesional supervisado y de tutorías de profesores que trabajan en la industria de la construcción y la gestión.”²⁷

²⁶ Fuente: Área de Calidad y Acreditación, EIC.

²⁷ Ibid.

- Competencias generales

Estas competencias identifican los elementos compartidos, comunes a cualquier profesión y cualquier área específica a la que el futuro ingeniero desee enfocar la atención.

Las competencias generales se complementarán con las competencias básicas.

- ✓ Habilidad para trabajar en contextos internacionales.
- ✓ Capacidad de comunicación en un segundo idioma.
- ✓ Capacidad de comunicación oral y escrita.
- ✓ Responsabilidad social y compromiso ciudadano.
- ✓ Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.
- ✓ Capacidad de abstracción análisis y síntesis.
- ✓ Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.
- ✓ Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- ✓ Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- ✓ Capacidad de tomar decisiones.
- ✓ Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.
- ✓ Capacidad de trabajo en equipo.
- ✓ Capacidad para formular y gestionar proyectos.
- ✓ Compromiso ético.
- ✓ Compromiso con la calidad.
- ✓ Capacidad de innovar y emprender.²⁸

²⁸ Fuente Área de Calidad y Acreditación, EIC.

▪ Competencias básicas

- ✓ Aplicar conocimientos de las ciencias básicas y ciencias de la Ingeniería Civil.
- ✓ Identificar, evaluar e implementar las tecnologías más apropiadas para su contexto.
- ✓ Crear, innovar y emprender para contribuir al desarrollo tecnológico.
- ✓ Concebir, analizar, proyectar y diseñar obras de Ingeniería Civil.
- ✓ Planificar y programar obras y servicios de Ingeniería Civil.
- ✓ Construir, supervisar, inspeccionar y evaluar todo tipo de obras de Ingeniería Civil.
- ✓ Operar, mantener y rehabilitar obras de Ingeniería Civil.
- ✓ Evaluar el impacto ambiental y social de las obras civiles.
- ✓ Modelar y simular sistemas y procesos de Ingeniería Civil.
- ✓ Dirigir y liderar recursos humanos.
- ✓ Administrar los recursos materiales y equipos.
- ✓ Comprender y asociar los conceptos legales, económicos y financieros para la toma de decisiones, gestión de proyectos y obras de Ingeniería Civil.
- ✓ Abstracción espacial y representación gráfica.
- ✓ Proponer soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible.
- ✓ Prevenir y evaluar los riesgos en las obras de Ingeniería Civil.
- ✓ Manejar e interpretar información de campo.
- ✓ Interactuar con grupos multidisciplinarios y dar soluciones integrales de Ingeniería Civil.
- ✓ Emplear técnicas de control de calidad en los materiales y servicios de Ingeniería Civil.²⁹

²⁹ Fuente: Área de Calidad y Acreditación, EIC.

1.4. Red de estudios

Se ejecuta por medio de un currículo flexible y créditos académicos. Consiste en una etapa básica de cursos afines a todas las carreras de ingeniería, seguido de una etapa intermedia, para concluir con la etapa profesional.

Se estructura de la siguiente manera

- Etapa básica: está orientada al conocimiento que introduzca al estudiante en los aspectos fundamentales de la ingeniería, para la aplicación en las etapas posteriores.
- Etapa técnicocientífica: está orientada a la profundización del conocimiento, de relación y aplicación del mismo.
- Etapa profesional: está orientada al aprendizaje y aplicación del conocimiento en el contexto de las situaciones reales y específicas de la carrera que haya seleccionado.

Figura 2. Red de estudios de Ingeniería Civil



VIGENTE
1
CÓDIGO

USAC •
FACULTAD
DE INGENIERÍA

INGENIERIA CIVIL
E INGENIERIA CIVIL CON OPCION DE
DIPLOMADO EN ADMINISTRACION

Ingeniería es el conjunto de conocimientos y técnicas que permiten crear, recrear y aplicar el saber científico en la producción y en los procesos tendientes a la transformación de la materia y fuentes de energía, para beneficio del Ser Humano.

Ingeniería Civil: Comprende la planificación y ordenamiento urbano; la definición de políticas y la elaboración de proyectos, organización, control y dirección de los trabajos necesarios en la construcción, funcionamiento y conservación de obras de ingeniería, como carreteras, vías férreas, puentes, estructuras de edificios y proyectos habitacionales.

La carrera de Ingeniería Civil consta de diez semestres con 250 créditos. Se imparte en cinco áreas: Estructuras, Hidráulica, Materiales y Construcciones Civiles, Topografía y Transportes, y Planeamiento.

Teléfonos: (502) 2443-9500 extensión 1597
ó (502) 2476 0422
www.ingenieria.usac.edu.gt

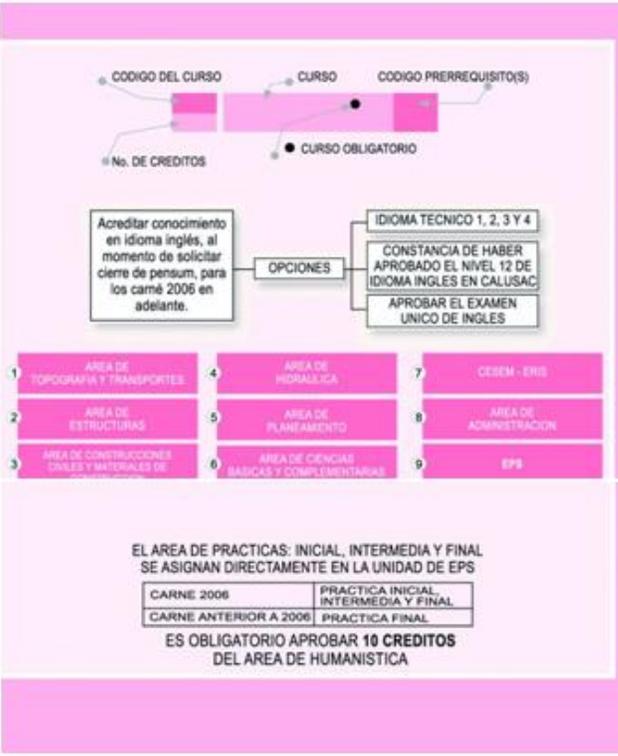


Diagram illustrating the course structure and requirements for the Civil Engineering program. It shows a flow from course codes and credits to specific course areas, including a section for language requirements (English) and a grid of course areas (1-9).

EL AREA DE PRACTICAS: INICIAL, INTERMEDIA Y FINAL SE ASIGNAN DIRECTAMENTE EN LA UNIDAD DE EPS

CARNE 2006	PRACTICA INICIAL, INTERMEDIA Y FINAL
CARNE ANTERIOR A 2006	PRACTICA FINAL

ES OBLIGATORIO APROBAR 10 CREDITOS DEL AREA DE HUMANISTICA

Continuación de la figura 2.

	1	2	3	4	5
1				000 6 TOPOGRAFIA 1 • 107	002 6 TOPOGRAFIA 2 • 080
2					300 0 RESISTENCIA DE MATERIALES 1 • 114 170
3					452 5 CIENCIA DE LOS MATERIALES • 152
4					250 6 MECANICA DE FLUIDOS • 114 170
5			020 3 GEOGRAFIA • 147		700 5 INGENIERIA ECONOMICA 1 • 732
6	003 1 ORIENTACIÓN Y LIDERAZGO 017 4 SOCIAL HUMANISTICA 1 101 7 MATE BASICA 1 348 3 QUIMICA GENERAL 1 039 1 DEPORTES 1 069 3 TECNICA COMPLEMENTARIA 1	005 3 TÉCNICAS DE ESTUDIO Y DE INVESTIGACIÓN 018 4 SOCIAL HUMANISTICA 2 103 7 MATE BASICA 2 147 5 FISICA BASICA 040 1 DEPORTES 2 071 3 TECNICA COMPLEMENTARIA 2	019 2 LOGICA 018 018 107 10 MATE INTERMEDIA 1 • 103 139 6 FISICA 1 • 183 147 147 248 352 4 QUIMICA 2	028 3 ECOLOGIA • 90C 112 5 MATE INTERMEDIA 2 114 5 MATE INTERMEDIA 3 152 6 FISICA 2 • 107 150 474 3 INTRODUCCION A LA INGENIERIA PETROLERA 170 5 MECANICA ANALITICA 1 150 062 3 LEGISLACION 1 • 90C 732 5 ESTADISTICA 1 • 107 005 0011 2 IDIOMA TECNICO 4 • 0059	090 3 PROGRAMACION COMPUTADORAS 1 • 114 732 116 5 MATE APLICADA 3 • 112 154 118 6 MATE APLICADA 1 • 112 354 335 3 GESTION DE DESASTRES • 450 368 3 PRINCIPIOS DE METROLOGIA • 732 152 064 3 LEGISLACION 2 • 062 200 6 ING. ELECTRICA 1 • 114 152
7				450 3 GEOLOGIA • 020 348 008 6 INTRODUCCION A PROYECTOS GERENCIALES • 107	007 5 GEOLOGIA ESTRUCTURAL • 450 518 4 GEOFISICA • 114 152 474 036 5 PERFORACION DE POZOS 1 • 450 474 478 4 PETROLOGIA • 450 476 3 GEOLOGIA DEL PETROLEO • 450
8				650 3 CONTABILIDAD 1 • 90 Cr 022 3 PSICOLOGIA INDUSTRIAL • 90 Cr	650 3 CONTABILIDAD 2 • 650 734 6 ESTADISTICA 2 • 732 838 3 ADMINISTRACION DE PERSONAL • 022
9			2025 3 PRACTICA INICIAL • 103		
10					
	ORIENTACIÓN Y LIDERAZGO TÉCNICAS DE ESTUDIO Y DE INVESTIGACIÓN		OBLIGATORIO CARNE 2008 EN ADELANTE		

Continuación de la figura 2.

	6	7	8	9	10
1	084 6 TOPOGRAFIA 2 082	580 VIAS TERRESTRES 1 * 082 6 458	570 TRANSPORTES 550 4 580 VIAS TERRESTRES 2 550 6 580 INGENIERIA DE TRANSITO 550 4	7991 SEMINARIO DE INVESTIGACION 200 4 Cr. * Obligatorio a partir del segundo semestre del 2010	
2	302 RESISTENCIA DE MATERIALES 2 * 300 5	304 RESISTENCIA DE MATERIALES 2 302 4 306 ANALISIS ESTRUCTURAL 1 * 302 8 314 CONCRETO ARMADO 1 * 302 5 456	308 ANALISIS ESTRUCTURAL 2 300 5 307 TIPOLOGIA ESTRUCTURAL 300 4 318 CONCRETO ARMADO 2 * 314 5 321 DISEÑO ESTRUCTURAL * 314 5 314 314	329 INGENIERIA SISMICA 308 5 310 ANALISIS ESTRUCTURAL 3 308 8 323 DISEÑO DE ESTRUCTURAS EN MAJISTERIA 321 5 332 PUENTES * 318 5 319 CONCRETO PREESFORZADO 318 5 325 DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS 321 5 334 PLACAS Y CASCARAS 118 5 318	317 DISEÑO ESTRUCTURAL CONCRETO PREESFORZADO 318 5 330 DINAMICA ESTRUCTURAL 328 3 327 DISEÑO DE ESTRUCTURAS METALICAS 2 328 5
3	458 MATERIALES DE CONSTRUCCION * 300 6 458 MECANICA DE SUELOS * 300 5		318 CIMENTACIONES 1 * 318 5 400 PAVIMENTOS 550 5	340 METODOS DE CONSTRUCCION 321 3 320 CIMENTACIONES 2 318 4	
4	252 HIDRAULICA * 250 6	254 HIDROLOGIA * 252 6 258 HIDRAULICA DE CANALES 252 5 258 MAQUINAS HIDRAULICAS 252 4	262 AGUAS SUBTERRANEAS 254 5	256 OBRAS HIDRAULICAS 254 5 254 458	260 PLANEAMIENTO Y USO DE RECURSOS HIDRAULICOS 222 5 258
5	702 ECONOMICA 2 700 4 601 INVESTIGACION DE OPERACIONES 1 600 5			666 COSTOS PRESUPUESTOS Y VALUOS * 190 6 Cr. 750 PLANEAMIENTO * 190 6 Cr. 288 INTRODUCCION A LA POLIVARIABLE AMBIENTAL 190 4 Cr.	712 URBANISMO 190 5 Cr.
6	092 PROGRAMACION 2 DE CORP. 090 4 122 MATE APLICADA 4 118 4 120 MATE APLICADA 2 118 6		173 ANALISIS MECANICO * 170 6 306	801 ETICA PROFESIONAL 200 4 Cr.	
7	302 ING. ELECTRICA 2 200 5	830 ING. DE LA PRODUCCION * 185 5 Cr.	284 SANEAMIENTO AMBIENTAL 254 5 280 INGENIERIA SANITARIA 1 * 254 5 282 INGENIERIA SANITARIA 2 * 254 5		
8		656 ADMINISTRACION DE EMPRESAS 1 * 150 5 Cr. 603 INVESTIGACION DE OPERACIONES 2 601 5	657 ADMINISTRACION DE EMPRESAS 2 656 3		708 PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS 2 706 4
9		2036 PRACTICA INTERMEDIA * 2025 1890 Cr.			2037 PRACTICA FINAL * 2036 2000 Cr.
10				706 PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS 1 * 706 4 1890 Cr.	712 URBANISMO * 190 5 Cr. PROJECT *

Fuente: Adaptado de FIUSAC, Redes.

https://www.ingenieria.usac.edu.gt/pensa/ingenieria_civil.jpg

Consulta: 15 de diciembre de 2012.

1.4.1. Áreas y departamentos de la carrera de Ingeniería Civil

“La división en diferentes áreas de la carrera tiene como objetivo contribuir a la formación del futuro Ingeniero Civil, mediante un adecuado proceso de enseñanza y aprendizaje, con el fin de que sea capaz de solucionar de manera eficiente los problemas relacionados a cada una de ellas.”³⁰

1.4.1.1. Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles

El Área de Materiales de Construcción se relaciona a las propiedades de los materiales de construcción y la aplicación en las diversas obras civiles, con estricto apego a las normas nacionales e internacionales de calidad.

Los campos de acción del ingeniero en el Área de Materiales de Construcción son:

- Control de calidad de materiales de construcción.
- Control de calidad de concreto hidráulico.
- Control de calidad de mezclas asfálticas.
- Ensayos de laboratorio de suelos, para construcción de edificios, carreteras, puentes, bodegas.
- Estabilización de suelos.

³⁰ Fuente: http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=107

Consulta: 2 agosto de 2012.

La sección de Obras Civiles se relaciona con los métodos de construcción para proyectos de infraestructura económica y social así como urbanísticos, y el tipo de cimentaciones que debe poseer cada uno.

Los campos de acción del ingeniero en el Área de Obras Civiles son:

- Cálculo de costos para construcción de proyectos de construcciones civiles.
- Construcción de centros comerciales.
- Construcción de centros recreativos.
- Construcción de urbanizaciones.
- Construcción de proyectos habitacionales.
- Construcción de mercados, centros de salud y escuelas.
- Cimentaciones para estructuras viales, de edificios, industrias y puentes.

1.4.1.2. Departamento de Estructuras

El Departamento de Estructuras se relaciona con el diseño y cálculo de estructuras de concreto armado, acero y madera; utilizadas en la construcción de edificios, puentes, bodegas etc.

Los campos de acción del ingeniero en el Área de Estructuras son:

- Diseño y cálculo de estructuras de concreto armado, acero y madera
- Muros de contención
- Diseño, cálculo y construcción de edificios
- Construcción de bodegas
- Diseño, cálculo y construcción de puentes

1.4.1.3. Área de Topografía y Transportes

Esta sección estudia el levantamiento topográfico y transportes. Los campos de acción del ingeniero en el Área de Topografía son:

- Levantamientos topográficos para diseño y construcción de: carreteras, vías férreas, drenajes, agua potable, cableado eléctrico, urbanizaciones, construcción de edificios.
- Levantamientos topográficos para medición de terrenos.
- Levantamientos topográficos para catastro. Topografía para montaje de maquinaria.
- Topografía para movimiento de tierras.
- Levantamiento topográfico para medidas legales.

La sección de Transporte estudia el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, la operación y el manejo del flujo vehicular apoyándose en la Ingeniería de Tránsito, el análisis de los factores que generan el transporte de personas, mercaderías, entre otros. Los campos de acción del ingeniero en el Área de Transporte son:

- Diseño y construcción de pasos a desnivel y distribuidores de tráfico.
- Diseño geométrico y construcción de carreteras.
- Mantenimiento de carreteras pavimentadas y de terracería.
- Construcción de parqueos.
- Estudios de ingeniería de tránsito.
- Análisis de los factores que genera el transporte de personas y mercaderías a nivel urbano y extraurbano.

1.4.1.4. Departamento de Hidráulica

Se relaciona con el aprovechamiento y el manejo de fluidos. Los campos de acción en el área de Hidráulica e Ingeniería Sanitaria son:

- Diseño, cálculo y construcción de drenajes pluviales y aguas residuales
- Diseño, cálculo y construcción de sistemas de agua potable
- Plantas de tratamiento de aguas residuales
- Diseño y construcción de sistemas contra incendios
- Construcción de hidroeléctricas
- Control de erosión
- Rellenos sanitarios
- Manejo y control de ríos

1.4.1.5. Departamento de Planeamiento

Está relacionado con la planificación y evaluación de proyectos de infraestructura social y económica. Los campos de acción del ingeniero en el Área de Planeamiento son:

- Planificación de proyectos
- Preparación y evaluación de proyectos
- Organización de personal
- Programación de proyectos
- Preparación de bases de cotización
- Urbanismo

1.4.1.6. Unidad de Investigación

En febrero de 2010 se planteó la necesidad de organizar la actividad de investigación en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, EIC.

Esa necesidad surgió de la sugerencia que la Agencia Centroamericana de Acreditación de los Programas de Arquitectura e Ingeniería ACAAI hiciera al Programa de Ingeniería Civil, luego de haber otorgado la acreditación para un período de 3 años, contados a partir del 27 de noviembre de 2009.

A finales de enero de 2010, por iniciativa del Decano de la Facultad de Ingeniería, el Director de la Escuela de Ingeniería Civil dio instrucciones al autor de éste artículo, para iniciar la organización de la labor investigativa en la EIC.

Como producto de reuniones posteriores, se definió un Plan Estratégico inmediato para el desarrollo de la investigación, el cual fue concebido tomando en cuenta el marco legal de la investigación en la Universidad de San Carlos de Guatemala; los marcos académico y filosófico de la misma; el Plan Estratégico USAC 2022; los Acuerdos de Paz y el Manual de Acreditación de ACAAI.

El Plan Estratégico de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil se elaboró para un período de 12 años a partir del año 2010, lo cual es coincidente con el Plan Estratégico 2022 de la Universidad. En la elaboración del Plan se establecieron metas a corto, mediano y a largo plazo. Para el éxito en el desarrollo del Plan existen condicionantes, los cuales también se presentan en éste artículo.

La Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil UIEIC fue establecida por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería el día miércoles 17 de marzo de 2010, por gestión y propuesta del autor, para dar paso al primer condicionante.

Después de 10 meses de haber iniciado con la implementación de la organización de la investigación en la Escuela de Ingeniería Civil, se han realizado

diferentes actividades mediante las cuales ya se han obtenido logros importantes, los cuales se presentan en éste artículo. Finalmente se incluyen los principales problemas encontrados para la implementación del Plan Estratégico de la UIEC.³¹

▪ Antecedentes

La Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil se crea como consecuencia de los siguientes mandatos:

- ✓ La Constitución Política de la República de Guatemala, decretada por la Asamblea Nacional Constituyente, con fecha 31 de mayo de 1985, establece en la SECCIÓN QUINTA, Universidades, Artículo 82. Autonomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala: Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales.
- ✓ La Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala contenida en el Decreto Número 325, en el Título I, Preliminares, en el Artículo 4 establece: colaborará en el estudio de los problemas nacionales, sin perder por eso su carácter de centro autónomo de investigación y cultura.
- ✓ Los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que entraron en vigor el 1 de enero de 2001, establecen en el Título I la Universidad, capítulo I su autonomía y sus unidades académicas.
 - Artículo 3. Colaborará en el estudio de los problemas nacionales que merezcan su consideración y en aquellos otros en que sea requerida.

³¹ Fuente: Artículo informe UIEC, diciembre 2010.pdf, https://docs.google.com/file/d/0BxA2vs_RKRvJNGUyMGFjZGEtMTA0MS00Mjk1LWFJMGQtMmNIMT11ZWFKNjdj/edit?hl=es&pli=1
Consulta: 3 de marzo de 2013.

- Artículo 7. Como centro de Investigación le corresponde:
(a) Promover la investigación científica, filosófica, técnica o de cualquier otra naturaleza cultural, mediante los elementos más adecuados y los procedimientos más eficaces, procurando el avance de estas disciplinas; (b) Contribuir en forma especial al planteamiento, estudio y resolución de los problemas nacionales, desde el punto de vista cultural y con el más amplio espíritu patriótico.

- Fines

Los fines de la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil son:

- ✓ Agendar la investigación en la Escuela de Ingeniería Civil
- ✓ Coordinar la investigación en la Escuela de Ingeniería Civil

- Funciones

Las funciones de la Unidad de Investigación de la Escuela de Ingeniería Civil, en el área que le compete son:

- ✓ Definir las áreas, sub áreas, líneas y proyectos.
- ✓ Organizar los planes e identificar las fuentes de financiamiento.
- ✓ Planificar y desarrollar investigación.
- ✓ Orientar y/o asesorar a los profesores en las temáticas inherentes a investigación, brindando apoyo a los profesores del curso de Seminarios de Investigación.
- ✓ Establecer sistemas de promoción y divulgación.
- ✓ Impulsar los mecanismos de formación para docentes y estudiantes.
- ✓ Fomentar la investigación estudiantil en los cursos.
- ✓ Promover la actividad de manera cooperativa con entes externos.
- ✓ Buscar la incorporación de los resultados de las investigaciones en los cursos.

- ✓ Enlazar a la Escuela de Ingeniería Civil con la unidad facultativa de Investigación, constituida por el Centro de Investigaciones de Ingeniería.³²

1.4.1.7. Área de Calidad y Acreditación

La acreditación, es el reconocimiento público que se le concede a un programa de Arquitectura o de Ingeniería, según el Manual de Acreditación de ACAAI, que llena las condiciones y estándares de calidad que han sido establecidos y que voluntariamente se ha sometido a este proceso, que radica en la evaluación de aspectos que informan a plenitud sobre el estado del programa.

- **Justificación**

Durante las últimas dos décadas, cerca de la mitad de todos los países del mundo han creado mecanismos de aseguramiento de la calidad de uno u otro tipo. Esto se debe a la rápida expansión de los sistemas de educación superior, ahora existe una gama más amplia de proveedores de educación superior, incluyendo a instituciones públicas, privadas, transfronterizas y de educación a distancia.

Así mismo la globalización ha permitido un creciente nivel de fraude académico, tal como se manifiesta en: fábricas de diplomas, proveedores informales, instituciones fraudulentas o titulaciones falsificadas. Esta situación aumenta la demanda de organizaciones fiables, que pueden instaurar la confianza utilizando métodos de aseguramiento de la calidad.

La calidad de las instituciones públicas de educación superior ha sufrido en muchos países debido a las restricciones económicas y a un cambio en las prioridades desde los niveles avanzados hasta la educación básica. Hay grandes expectativas en que los mecanismos de aseguramiento de la calidad posibiliten el control y la mejora regular de la calidad.

³² Fuente: http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/?page_id=711
Consulta: 10 de agosto de 2012.

De la misma forma, el aseguramiento de la calidad está relacionado con la movilidad profesional y un número creciente de procesos de integración regional e internacional. Esto plantea la necesidad de mecanismos más eficaces para el reconocimiento profesional de las titulaciones de la educación superior.

El aseguramiento interno de la calidad (AIC) remite a las políticas y mecanismos de cada institución o programa para asegurar que cumpla los propios objetivos, así como con los estándares que se aplican a la educación superior, en general, o a una profesión o disciplina, en particular.

En este aspecto la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos con una trayectoria de más de cien años de historia, consciente del rol que juega en la sociedad Guatemalteca al formar profesionales de la ingeniería capaces, éticos y preparados de forma adecuada para enfrentar los retos que la sociedad de conocimiento impone, se ha sometido de forma voluntaria a procesos de autoevaluación interna, implementación de plan de mejora y procesos de evaluación externa con la Agencia Centroamericana de Acreditación de Arquitectura e Ingeniería ACAAI.

En el año 2009 obtuvo el certificado de Acreditación por parte de la Agencia Centroamericana de Acreditación para Arquitectura e Ingeniería ACAAI de las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería Civil, lo cual la compromete a seguir velando por conseguir estándares de calidad educativa cada vez mayores.

Por tal situación es de vital importancia la Implementación del Área de Aseguramiento de la Calidad la cual se encargará de velar porque se cumplan las normas y procedimientos propios de la calidad y de la mejora continua.

- Objetivo general

Implementar el Área para el Aseguramiento de la Facultad de Ingeniería.

- Específicos
 - ✓ Contribuir a mejorar la calidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje dentro y fuera de las aulas así como la calidad en la gestión administrativa general de la Facultad.
 - ✓ Establecer vínculos efectivos de comunicación entre los miembros de la Facultad con el objeto de que tanto estudiantes y catedráticos tengan conocimiento de los objetivos alcanzados y por alcanzar como también el rol que ha de jugar cada una de las partes en dichos procesos de mejora.³³

1.4.2. Laboratorios de Ingeniería Civil

En el proceso formativo de las ciencias de la ingeniería, la observación y la experimentación son fundamentales.

La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos que los alumnos adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la disciplina mediante la experimentación empleando los medios de enseñanza necesarios.

Muchos de los cursos profesionales de la carrera de Ingeniería Civil están complementados con la práctica de laboratorio.

Los laboratorios se relacionan a un curso determinado, sin embargo, se imparten con cierta independencia. Cada laboratorio, tiene objetivos, metodología y programación propios.

³³ Fuente: Área de Calidad y Acreditación, EIC.

El catedrático de laboratorio no es el mismo que el que imparte el curso y cuenta auxiliares específicos para el laboratorio. El estudiante tiene la opción de asignarse el laboratorio en el momento que se asigna el curso y la nota obtenida en el laboratorio, tiene validez al alcanzar la zona mínima en el curso respectivo.

Tabla II. **Cursos con prácticas de laboratorio**

AREA O DEPARTAMENTO	NOMBRE DEL CURSO	NOMBRE DEL LABORATORIO
Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles	Materiales de Construcción	Laboratorio de Materiales de Construcción
		Laboratorio de Mecánica de Suelos
Área de Topografía y Transportes	Topografía 1	Laboratorio de Topografía 1
	Topografía 2	Laboratorio de Topografía 2
Departamento de Hidrología e Hidráulica	Mecánica de Fluidos	Laboratorio de Mecánica de Fluidos
	Hidráulica	Laboratorio de Hidráulica
	Hidrología	Laboratorio de Hidrología
Departamento de Estructuras	Resistencia de Materiales 1	Laboratorio de Resistencia de Materiales 1
	Resistencia de Materiales 2	Laboratorio de Resistencia de Materiales 2
	Concreto Armado 1	Laboratorio de Concreto Armado 1
	Concreto Armado 2	Laboratorio de Concreto Armado 2
Departamento de Planeamiento		No realizan laboratorios

Fuente: www.ingenieria.usac.edu.gt.
Consulta: 25 de mayo de 2012.

1.5. Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)

El Centro de Investigaciones de Ingeniería fue creado por Acuerdo del Consejo Superior Universitario de fecha 27 de julio de 1963 y está integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La base para constituir el centro, fue la unificación de los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas en el año 1959 y la subsiguiente adición a los mismos del laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria en 1962 en unión de otros laboratorios docentes de la Facultad de Ingeniería. En 1965 se agregó al CII, el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala. En 1967 se incorporaron los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química, que pasó a formar parte de la Facultad de Ingeniería como Escuela de Ingeniería Química, y posteriormente los laboratorios de Mecánica e Ingeniería Eléctrica, al formarse las respectivas escuelas.

En 1977 se establecieron las unidades de Investigación en Fuentes no Convencionales de Energía y Tecnología de Construcción de la Vivienda. En 1978 fue creado el Centro de Información para la Construcción (CICON), el cual se encuentra adscrito al CII. En 1980, aunaron esfuerzos, la Facultad de Arquitectura y la Unidad de Tecnología de la Construcción de Vivienda para organizar el Programa de Tecnología para los Asentamientos Humanos, del cual se generaron múltiples relaciones nacionales e internacionales.

En 1997 se adhirió al CII la Planta Piloto de Extracción Destilación, cuyo funcionamiento es de vital apoyo tanto a la investigación como a la prestación de servicios, e inició actividades en la década de los 90s. En esta misma década, se dio impulso al Laboratorio de Metrología Eléctrica, cuya formación data de muchos años y se consideró la ampliación del Laboratorio de Metrología Industrial. En 1999 se incrementó notablemente la participación del CII en los Programas de Investigación que se encuentran vigentes en el país, así como la vinculación internacional.

Actualmente el CII cuenta con cinco nuevas secciones debido a las necesidades del mercado en el campo de la ingeniería; la Sección de Eco Materiales creada en el 2006, la Gestión de la Calidad fundada en el 2009, la Planta Piloto de Extracción de Biodiesel adherida al Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales LIEXVE y la Sección de Tecnología de la Madera y Sección de Topografía y Catastro adheridas al CII en el 2010 y 2011 consecuentemente.³⁴

1.5.1. Plan estratégico del CII

- Código de ética y valores

El sentido de ética merece destacarse como un pilar fundamental del Centro de Investigaciones de Ingeniería como un factor determinante percibido y tenido en cuenta por el interés general, por tal razón la Dirección del Centro de Investigaciones a través del presente código de conducta ética deja plasmado las normas ideales de comportamiento sobre las que descansa la cultura del centro, como un modo de vida integrado de lo que el grupo es, quiere y debe ser, representado en los valores que forman parte de la identidad que redundará en una convivencia gratificante.

- Código de ética institucional

Como trabajador del Centro de Investigaciones de Ingeniería, me comprometo a observar los siguientes valores, adelantando las acciones necesarias para asegurar su difusión, apropiación y cumplimiento entre mis compañeros de trabajo:

- ✓ Honestidad: el trabajador del Centro de Investigaciones de Ingeniería, actuará con pudor, decoro y recato en cada una de sus actividades.

³⁴ Fuente: <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/>
Consulta: 12 de septiembre de 2013.

- ✓ Compromiso: el trabajador deberá asumir compromiso consigo mismo, con sus valores, con una misión con el trabajo mismo, con una filosofía o cultura organizacional, que implica una obligatoriedad moral.
- ✓ Responsabilidad: el trabajador debe hacer un esfuerzo honesto para cumplir con cada uno de sus deberes. Cuanto más elevado sea el cargo que ocupa, mayor es su responsabilidad para el cumplimiento de las disposiciones de este código.
- ✓ Lealtad: el trabajador se consagrará voluntariamente a su trabajo, a sus colaboradores, superiores, y al centro.
- ✓ Solidaridad: el trabajador cultivará sus relaciones con las diferentes personas, buscando encontrar un objetivo en común.
- ✓ Respeto: el trabajador profesará el respeto por sí mismo, por la profesión, por el trabajo que se hace, por las normas, y conductas personales y sociales que impone la naturaleza humana, la comunidad y la sociedad.
- ✓ Humildad: el trabajador procederá con nobleza, reconociendo sus aciertos o sus equivocaciones, mostrando disposición, para corregir lo que sea necesario, y vaya en beneficio de la persona y del Centro.
- ✓ Compañerismo: el trabajador mantendrá el deseo y la motivación de aportar, construir, ser responsable y trascender. Tener responsabilidad social y contribuir al buen común, trabajar en equipo, y buscar permanentemente, la solidaridad y la coparticipación humana.
- ✓ Dialogo: el trabajador practicará el encuentro para la búsqueda de la verdad en la solución a los conflictos, para aprender a escuchar y entender al otro.

- ✓ Justicia: el trabajador debe de tener permanente disposición para el cumplimiento de sus funciones, otorgando a cada uno lo que le es debido, tanto en sus relaciones con el centro, como con los clientes, superiores y subordinados.³⁵

- Políticas

El Centro de Investigaciones de Ingeniería, básicamente da seguimiento a lo establecido por la Universidad de San Carlos de Guatemala, en cuanto a apoyar el cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia como función primordial para la obtención de resultados positivos para el desarrollo del país, según está indicado en el Punto Segundo del Acta 48-91, de la sesión celebrada por el Consejo Superior Universitario con fecha 25 de octubre de 1,991.

Son políticas fundamentales del Centro de Investigaciones de Ingeniería

- ✓ Prestar servicios preferentemente a las entidades participantes del Centro y ofrecer los mismos a entidades y personas que, mediante convenios específicos, deseen participar en sus actividades en forma cooperativa o bien utilizar los elementos del mismo en relación con sus problemas técnicos específicos.
- ✓ Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, especialmente los que atañen a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país y que están orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales.
- ✓ Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos, mediante programas de docencia práctica y el adiestramiento y la promoción en la realización de trabajos de tesis, en sus laboratorios y áreas técnicas.

³⁵ Fuente: http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/archivos/CODIGO_DE_VALORES_CII230312.pdf
Consulta: 12 de septiembre de 2013.

- ✓ Propiciar el acercamiento y colaboración con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala.

Para el cumplimiento de esas políticas, el Centro de Investigaciones como parte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha establecido relaciones muy fuertes con el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda y con la Municipalidad de Guatemala. Estas tres entidades son a las que van dirigidos preferentemente los servicios.

Se tiene una relación de prestación de servicios también con otras instituciones estatales municipales del país, comités de comunidades de escasos recursos, organizaciones no gubernamentales (ONG's), sector privado de la construcción y otras industrias, así como en el público en general que solicite los servicios del centro. Existe vinculación con organismos regionales, instituciones de investigación y normalización y con organizaciones técnico científicas a nivel mundial.

Con propósitos del cumplimiento del Programa de Investigación se ha establecido una relación directa con el Consejo Coordinador e Impulsor de la Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CONCIUSAC) cuyo ejecutor es la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI) y con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINCYT), ejecutado por la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). Miembros del equipo de trabajo del CII participan en las actividades de estas dos instituciones.

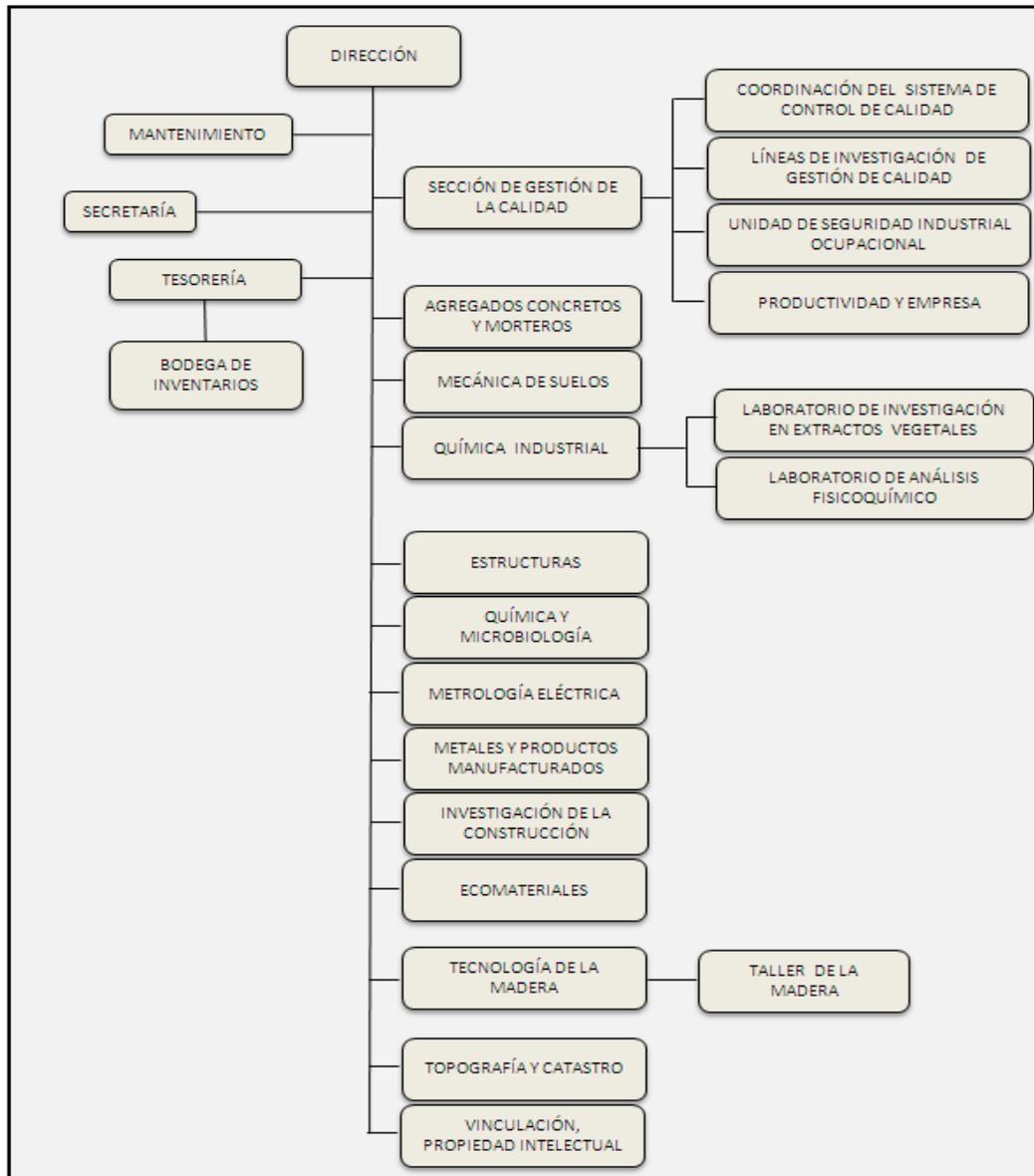
Los programas de Docencia se ejecutan mediante Prácticas de Laboratorio, con apoyo a diferentes Escuelas de la Facultad de Ingeniería y otras facultades y la promoción en la realización de trabajos de tesis, tanto para estudiantes de los niveles de pre-grado como para estudiantes de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.³⁶

³⁶ Fuente : <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/>
Consulta: 13 de septiembre de 2013.

1.5.1.1. Organigrama

A continuación en la figura 8, se presenta el organigrama del CII.

Figura 3. Organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería



Fuente: Sección de la Calidad, CII.

1.5.1.2. Visión y Misión

- Visión

Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener un liderazgo en todas las áreas de Ingeniería a nivel nacional y regional centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertaje, asesoría técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas.

- Misión

Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería, que estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar análisis y ensayos de caracterización y control de calidad de materiales, estructuras y productos terminados de diversa índole; desarrollar programas docentes orientados a la formación de profesionales, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertajes y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias relacionadas con la ingeniería.³⁷

³⁷ Fuente: Sección de Calidad, CII.

1.5.1.3. Estructura Organizacional

- Dirección

El trabajo de dirección que consiste en planificar, organizar, coordinar, dirigir y controlar actividades de investigación científica y administrativa, en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, que contempla varias ramas de investigación, para el desarrollo, ejecución y consecución de los fines, objetivos, políticas y programas trazados por la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Atribuciones ordinarias

- ✓ Autorizar la gestión de adquisiciones según ejecución presupuestaria.
- ✓ Verificar el cumplimiento del personal a las labores.
- ✓ Orientar la gestión de ejecución de servicios de ensayo y/o calibración.
- ✓ Verificar el cumplimiento de los requerimientos de mantenimiento preventivo.
- ✓ Revisar los informes de ensayo realizados por cada sección.
- ✓ Autorizar la emisión de informes de ensayo y/o calibración de cada sección.
- ✓ Atender consulta a usuarios del CII.
- ✓ Autorizar permisos y requerimientos de materiales.
- ✓ Solicitar al personal técnico y administrativo a través de los Jefes de Sección, el cumplimiento de las disposiciones, deberes y atribuciones contenidas en el Manual de Organización y Funciones así como las contenidas en leyes de la Universidad de San Carlos.
- ✓ Realizar las actividades asignadas por jefe inmediato.

- Director técnico/jefe de sección

Trabajo de especialización que consiste en planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades de análisis y diagnósticos en un laboratorio, investigación y prácticas estudiantiles que sobre la materia se desarrolla en el mismo.

- Atribuciones ordinarias

- ✓ Coordinar, asesorar y dirigir todas las actividades del Comité de Calidad de la Sección.
- ✓ Coordinar, asesorar, analizar y firmar los informes de los diferentes ensayos arancelados que realiza el laboratorio de Metales y Productos Manufacturados.
- ✓ Coordinar el funcionamiento de la Sección.
- ✓ Atender los requerimientos de información y servicio.
- ✓ Elaborar los informes generales.
- ✓ Apoyar a otras secciones del CII.
- ✓ Representar en organismos o instituciones según la Dirección.
- ✓ Controlar las actividades del personal a cargo.
- ✓ Realizar las actividades asignadas por jefe inmediato.

- Profesor de laboratorio

Trabajo de especialización que consiste en planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades del laboratorio de Concreto Armado I.

- Atribuciones ordinarias

- ✓ Coordinar las actividades que se realizan en el laboratorio
- ✓ Supervisar los ensayos realizados en el laboratorio
- ✓ Analizar y discutir los resultados obtenidos en los ensayos
- ✓ Administrar los recursos del laboratorio
- ✓ Atender a estudiantes del curso en la práctica de laboratorio
- ✓ Elaborar informes finales de los resultados de los ensayos
- ✓ Recibir y verificar las muestras
- ✓ Atender a los clientes del laboratorio
- ✓ Supervisar el equipo del laboratorio
- ✓ Realizar las actividades asignadas por jefe inmediato

- Auxiliar de laboratorio 1a/ laboratorista (suelos)

Trabajo técnico que consiste en administrar un laboratorio, ejecutar tareas de análisis, estudios y/o investigaciones variadas, asesorado y dirigido por un catedrático o jefe del laboratorio que se trate.

- Atribuciones ordinarias

- ✓ Analizar diferentes pruebas de ensayo arancelados (muestra de suelo para carretera y para cimentaciones como: ensayo de compactación proctor y CBR, ensayo de compresión triaxial, límites de Atterberg, análisis granulométricos, etc.).
- ✓ Calcular los datos de las pruebas realizadas.
- ✓ Elaborar memoria de cálculo de las prueba.
- ✓ Recibir y revisar los resultados de los ensayos terminados por los otros laboratoristas.
- ✓ Realizar las actividades asignadas por jefe inmediato.

- Auxiliar de laboratorio 1b/ laboratorista (suelos)

Trabajo técnico que consiste en administrar un laboratorio, ejecutar tareas de análisis, estudios y/o investigaciones variadas, asesorado y dirigido por un catedrático o jefe del laboratorio que se trate.

- Atribuciones ordinarias

- ✓ Analizar diferentes pruebas de ensayo arancelados (muestra de suelo para carretera y para cimentaciones como: ensayo de compactación proctor y CBR, ensayo de compresión triaxial, límites de Atterberg, análisis granulométricos, etc.).
- ✓ Calcular los datos de las pruebas realizadas.
- ✓ Elaborar memoria de cálculo de las pruebas.
- ✓ Recibir y revisar los resultados de los ensayos terminados por los otros laboratoristas.
- ✓ Realizar las actividades asignadas por jefe inmediato.

- Auxiliar de laboratorio 1b/ laboratorista (suelos)

Trabajo técnico que consiste en administrar un laboratorio, ejecutar tareas de análisis, estudios y/o investigaciones variadas, asesorado y dirigido por un catedrático o jefe del laboratorio que se trate.

- Atribuciones ordinarias

- ✓ Analizar diferentes pruebas de ensayo arancelados (muestra de suelo para carretera y para cimentaciones como: ensayo de compactación proctor y CBR, ensayo de compresión triaxial, límites de Atterberg, análisis granulométricos, etc.).
- ✓ Calcular los datos de las pruebas realizadas.
- ✓ Elaborar memoria de cálculo de las pruebas.
- ✓ Recibir y revisar los resultados de los ensayos terminados por los otros laboratoristas.
- ✓ Realizar las actividades asignadas por jefe inmediato.

- Auxiliar de laboratorio 1a/ laboratorista (agregados y concretos)

Trabajo técnico que consiste en ejecutar tareas prácticas en el control, colocación, preparación de material de apoyo y mantenimiento sencillo de equipo de laboratorio, con el objeto de utilizarlo en la práctica de estudiantes con fines de docencia, investigación y/o análisis varios.

- Atribuciones ordinarias

- ✓ Analizar diferentes pruebas de ensayo (agregado fino: porcentaje de absorción, porcentaje tamiz 200, tamiz 6.35, granulometría, contenido de materia orgánica, peso unitario, peso específico; Agregado grueso: porcentaje de absorción, porcentaje de tamiz 200, granulometría, peso unitario, peso específico).
- ✓ Calcular los datos de las pruebas realizadas.
- ✓ Elaborar informe de las pruebas.

- ✓ Calibrar y verificar las máquinas y anillos de CBR.
- ✓ Realizar las actividades asignadas por el jefe inmediato.
- Auxiliar de laboratorio 1b/ laboratorista de compresión de cilindros de concreto (agregados y concretos).

Trabajo técnico que consiste en ejecutar tareas prácticas en el control, colocación, preparación de material de apoyo y mantenimiento sencillo de equipo de laboratorio, con el objeto de utilizarlo en la práctica de estudiantes con fines de docencia, investigación y/o análisis varios.

- Atribuciones ordinarias
 - ✓ Registrar datos de los cilindros (peso, diámetro, altura)
 - ✓ Nivelar los cilindros
 - ✓ Ensayar a compresión los cilindros de concreto
 - ✓ Elaborar el informe de ensayo
 - ✓ Realizar las actividades asignadas por el jefe inmediato
- Auxiliar de laboratorio II/ laboratorista (agregados y concretos)

Trabajo técnico que consiste en ejecutar tareas prácticas auxiliares en la preparación de materiales y/o muestras para análisis y colaborar en el control, colocación y mantenimiento de aparatos y equipo para prácticas de laboratorio o investigaciones científicas, bajo supervisión del inmediato superior.

- Atribuciones ordinarias
 - ✓ Analizar diferentes pruebas de ensayo (agregado fino: porcentaje de absorción, porcentaje tamiz 200, tamiz 6.35, granulometría, contenido de materia orgánica, peso unitario, peso específico, agregado grueso: porcentaje de absorción, porcentaje de tamiz 200, granulometría, peso unitario, peso específico).

- ✓ Calcular los datos de las pruebas realizadas
- ✓ Elaborar informe de las pruebas
- ✓ Calibrar y verificar las máquinas y anillos de CBR
- ✓ Realizar las actividades asignadas por el jefe inmediato³⁸

1.5.2. Funciones y Servicios del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)

- **Objetivos**

- ✓ Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como un instrumento para la resolución de problemas de diversos campos de la ingeniería, especialmente los que interesan a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país y que están orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.
- ✓ Prestar sus servicios preferentemente a las entidades participantes del CII y ofrecer los mismos a entidades y personas que mediante convenios específicos deseen participar en las actividades del centro en forma cooperativa o bien utilizar los recursos en la resolución de sus problemas técnicos específicos.
- ✓ Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos mediante programas de docencia práctica y adiestramiento y la promoción de realización de trabajos de tesis en los laboratorios y unidades técnicas.

- **Funciones**

- ✓ Fomentar y contribuir a la realización de estudios e investigaciones en diferentes áreas de ingeniería, en especial aquellos que interesan a la evaluación y mejor utilización de los recursos del

³⁸ Fuente: Sección de Calidad, CII.

país, y que estén orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.

- ✓ Realizar programas docentes en áreas de su competencia para colaborar en la formación de profesionales y técnicos y promover la realización de trabajos de tesis en sus laboratorios.
- ✓ Colaborar en el adiestramiento de técnicos de laboratorio y en la formación de operarios calificados, especialmente en los campos de la construcción y la ingeniería sanitaria.
- ✓ Colaborar con los servicios de extensión universitaria.
- ✓ Realizar análisis y ensayos de comprobación de calidad de materiales y productos de diversa índole, en áreas que le competan.
- ✓ Realizar inspecciones, evaluaciones, expertaje y prestar servicios de asesoría y técnica y consultoría en materia que le compete.
- ✓ Actualizar, procesar y divulgar la información técnica y documental en las materias afines, en especial en el campo de la tecnología de los Asentamientos Humanos.
- ✓ Realizar todas aquellas funciones afines propias con la naturaleza del puesto y compatibles con los objetivos.

Para la ejecución de las actividades del centro, se cuenta con las siguientes secciones:

- Secciones

- ✓ Concretos y Agregados
- ✓ Metales y productos manufacturados
- ✓ Gestión Industrial
- ✓ Mecánica de Suelos
- ✓ Química Industrial

- ✓ Planta Piloto de Extracción de Aceites Esenciales
 - ✓ Química y Microbiología Sanitaria
 - ✓ Metrología
 - ✓ Estructuras
 - ✓ Centro de Información a la Construcción (CICON)
 - ✓ Gestión de Calidad
 - ✓ Tecnología de la Madera
 - ✓ Planta Piloto de Extracción de Biodiesel
 - ✓ Laboratorio de Investigación y Extractos Vegetales (LIEXVE)
 - ✓ Sección de Ecomateriales
 - ✓ Topografía y Catastro
- Servicios

Como parte de los servicios que presta el CII en el Área de Docencia existen tres programas: el programa de pregrado, el programa de posgrado y el programa de Educación Continua de Nivel Técnico.

Programa de pregrado: en el programa de pregrado se apoya a las escuelas de la Facultad de Ingeniería en las prácticas de laboratorio de los siguientes cursos:

- Resistencia de Materiales I
- Resistencia de Materiales II
- Materiales de Construcción
- Mecánica de Suelos
- Mampostería
- Concreto Armado I
- Mecánica de Fluidos
- Hidráulica
- Instrumentación Eléctrica
- Ingeniería Eléctrica 2
- Química 2
- Química y Microbiología Sanitaria

- Microbiología
- Circuitos 2

El apoyo a las escuelas se extiende a las facilidades de equipo, instrumentación y asesoría a estudiantes en la realización de tesis y prácticas de laboratorio a todo nivel. También se brinda apoyo de laboratorio y asesoría a estudiantes que realizan el Trabajo Profesional Supervisado en diferentes facultades, principalmente: ingeniería, arquitectura, agronomía, medicina, odontología, así como Centros Regionales Universitarios y otras universidades y establecimientos de formación técnica del nivel medio.

Programa de posgrado: el programa de posgrado está todavía en fase de formulación. En la actualidad se proporciona apoyo de laboratorio a estudiantes de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, por medio de los Laboratorios de Química y Microbiología Sanitaria.

Programa de educación continua: el programa de Educación Continua se encuentra en desarrollo. Durante 1999 se ejecutó por medio de la Sección de Metrología, el curso de Educación Metrológica para la Industrial Nacional.³⁹

³⁹ Fuente: Sección de Calidad, CII.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL

2.1. Diagnóstico y análisis de la situación actual

El diagnóstico inicia con la recolección de información de los laboratorios, la inspección física de los mismos, las entrevistas no estructuradas con los catedráticos y auxiliares. Con esta información y la observación directa, se tiene un panorama de la situación actual para elaborar el enfoque de los cuestionarios, para elaborar: Diagrama de Árbol y Diagrama de Causa y Efecto, para luego sintetizar en fortalezas y debilidades.

2.1.1. Recolección de información de los laboratorios

Los datos a recolectar que tienen incidencia en el diagnóstico, son los siguientes:

- En las tablas de la III a la XIII se presenta:
 - ✓ La cantidad de estudiantes que se inscribieron en el primer semestre del año 2012 en cada laboratorio, la cantidad de catedráticos, auxiliares y la división de grupos dentro de cada laboratorio. Estas fueron proporcionadas por los catedráticos docentes de cada uno.
 - ✓ La descripción y nombre de las prácticas que se realizan en cada laboratorio. Fueron proporcionados por los catedráticos docentes

según el programa vigente en el primer semestre de 2012 de cada laboratorio.

- En las tablas XIV y XV se presentan datos técnicos de referencia
- En las figuras de la 4 a la 44 se presenta:
 - ✓ Las condiciones generales físicas del lugar donde se llevan a cabo los laboratorios, los planos que proporcionó la unidad de planificación; para cada área se anotan las observaciones de las condiciones actuales de techos, paredes y pisos. Se presentan gráficas con las mediciones de área, mediciones de iluminación, mediciones de temperatura y humedad relativa, para cada laboratorio.

Las mediciones de iluminación, temperatura y humedad relativa, se realizaron con equipo proporcionado por el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. Las especificaciones de dichos equipos son las siguientes: Luxómetro, marca Sper Scientific, modelo 84006, rango de medición (0 a 2 000) lx, resolución de 1 lx. Higrómetro marca Data Logger Lascar de temperatura y humedad relativa, modelo EL-USB2, rango de medición (0 a 100) Hr. y (-35 a 80) °C, resolución +/- 3.5% Hr. Y +/- 1°C.

- En las tablas de la XVI a la XXII se presenta:
 - ✓ Los inventarios de maquinaria y equipo correspondientes a cada laboratorio, así como el mantenimiento que reciben. Fueron proporcionados por el Departamento de Bodega del CII, por el Departamento de Tesorería de la Facultad de Ingeniería.

Los inventarios fueron corroborados con los catedráticos y/o auxiliares de cada curso.

- En las figuras de la 45 a la 58 se presentan las gráficas correspondientes al resultado de las encuestas realizadas.
- En las tablas XXIII y XXIV se presenta la cantidad de estudiantes inscritos en Ingeniería Civil y la cantidad de estudiantes inscritos en todos los laboratorios.
- En las tablas de la XXV a la XXIX se presentan los datos tabulados de las encuestas.
- En las figuras de la 59 a la 63 y las tablas de la XXX a la XXXII, se presentan las gráficas, diagramas y datos de las herramientas usadas en el diagnóstico.
- En las tablas XXXIII y XXXIV se presentan las fortalezas y debilidades y el plan de mejoras respectivamente.
- En las figuras de la 66 a la 98 y las tablas XXXV y XXXVI se presentan las ilustraciones, figuras, diagramas y datos necesarios para realizar los cálculos y propuestas de iluminación, ventilación, distribución y construcción, según las necesidades de cada laboratorio.
- En las tablas de la XXXVII a la XLI y en el diagrama 101 se presentan datos relacionados a los costos.

Tabla III. Laboratorio de Materiales de Construcción



LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

1^{er} SEMESTRE 2012

Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> • Edificio T-3
Descripción general	<p>• Se realizan ensayos a materiales de construcción regidos por las normas nacionales e internacionales. El estudiante determina la calidad del material, interpreta los resultados a partir del ensayo, y se forma un criterio de aplicación práctica en los proyectos de Ingeniería Civil. El laboratorio es práctico y demostrativo.</p>
Personal docente	<ul style="list-style-type: none"> • Dos ingenieros como catedráticos • Dos auxiliares • Un preparador de práctica
Cantidad de alumnos inscritos	<ul style="list-style-type: none"> • 174 alumnos inscritos
Organización de los grupos	<ul style="list-style-type: none"> • 1er grupo 27 est. ; 2do grupo 27 est. • 3er grupo 25 est. ; 4to grupo 30 est. • 5to grupo 35 est. ; 6to grupo 30 est.
Prácticas que se realizan	<ul style="list-style-type: none"> • 1.- Flexión en madera y bambú • 2.- Agregado fino • 3.- Agregado grueso y abrasión • 4.- Morteros canales y cementos • 5.- Diseño de mezcla de concreto • 6.- Mampostería • 7.- Adoquín y baldosa • 8.- Barras de acero • 9.- PVC

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

Tabla IV. **Laboratorio de Mecánica de Suelos**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

1^{er} SEMESTRE 2012

Ubicación	•Sección de Suelos (Área de Prefabricados)
Descripción general	<ul style="list-style-type: none"> •El Laboratorio es introductorio al área de pavimentos, familiarizando al estudiante con las etapas a realizar en la formación de ensayos para carreteras. Se realizan pruebas para identificar, caracterizar y clasificar los suelos, de acuerdo a las normas nacionales e internacionales. El laboratorio es totalmente práctico.
Personal docente	<ul style="list-style-type: none"> • Dos ingenieros como catedráticos • Dos auxiliares
Cantidad de alumnos inscritos	•128 alumnos inscritos
Organización de los grupos	<ul style="list-style-type: none"> •1er grupo 34 est. ; 2do grupo 29est. • 3er grupo 35 est. ; 4to grupo 30 est.
Prácticas que se realizan	<ul style="list-style-type: none"> •1.- Inspección visual •2.- Gravedad específica •3.- Equivalente de arena •4.- Proctor estándar y estándar modificado •6.- Límites de Attrberg y otros límites •7.- Análisis Granulométrico •8.- Densidad de campo

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

Tabla V. **Laboratorio de Resistencia de Materiales I**

	
LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES 1 1^{er} SEMESTRE 2012	
Ubicación	• Edificio T-3
Descripción general	<ul style="list-style-type: none"> • El análisis del comportamiento que muestran los materiales, involucra la calidad de los mismos, así como las reacciones y oposiciones a sistemas de carga aplicados a diferentes tipos de esfuerzos; en vigas a flexión, que por la composición física y química, reaccionan mecánicamente, mostrando fallas determinadas típicas de acuerdo a la naturaleza del material. El laboratorio es práctico y demostrativo.
Personal docente	<ul style="list-style-type: none"> • Dos ingenieros como catedráticos • Dos auxiliares • Un preparador de práctica
Cantidad de alumnos inscritos	• 341 alumnos inscritos
Organización de los grupos	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo 1= 20 est. ; Grupo 2= 19 est. ; Grupo 3= 20 est. • Grupo 4= 20 est. ; Grupo 5= 23 est. ; Grupo 6= 21 est. • Grupo 7= 20 est. ; Grupo 8= 20 est ; Grupo 9= 20 est. • Grupo 10= 20 est. ; Grupo 11= 22 est.; Grupo 12= 24 est. • Grupo 13= 20 est. ; Grupo 14= 20 est.; Grupo 15= 10 est. • Grupo 16= 27 est. ; Grupo 17= 15 est.;
Prácticas que se realizan	<ul style="list-style-type: none"> • 1.- Ensayo a tensión en materiales dúctiles y frágiles • 2.- Ensayo a compresión en materiales dúctiles y frágiles • 3.- Ensayo de corte y compresión en materiales dúctiles y frágiles • 4.- Ensayo de Flexión

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

Tabla VI. **Laboratorio de Resistencia de Materiales II**

 <p style="text-align: center;">LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES 2 1^{er} SEMESTRE 2012</p>	
Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> •Edificio T-3
Descripción general	<ul style="list-style-type: none"> •El análisis del comportamiento que muestran los materiales, involucra la calidad de los mismos, así como las reacciones y oposiciones a sistemas de carga aplicados a diferentes tipos de esfuerzos; que por la composición física y química, reaccionan mecánicamente, mostrando fallas determinadas típicas de acuerdo a la naturaleza del material. El laboratorio es práctico y demostrativo.
Personal docente	<ul style="list-style-type: none"> • Un ingeniero como catedrático • Un auxiliar •Un preparador de práctica
Cantidad de alumnos inscritos	<ul style="list-style-type: none"> •167 alumnos inscritos
Organización de los grupos	<ul style="list-style-type: none"> •Grupo1= 18 est. ; Grupo2= 20 est. ; Grupo3= 20 est. •Grupo4= 20 est. ; Grupo5= 20 est. ; Grupo6= 20 est. •Grupo7= 17 est. ; Grupo8= 17 est. ; Grupo9= 15 est.
Prácticas que se realizan	<ul style="list-style-type: none"> •1.- Esfuerzos combinados •2.- Dureza de metales •3.- Flexión en vigas de madera •4.- Esbeltez en columnas

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

Tabla VII. **Laboratorio de Concreto Armado I**



**LABORATORIO DE CONCRETO
ARMADO 1
1^{er} SEMESTRE 2012**

Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> • Prefabricados
Descripción general	<ul style="list-style-type: none"> • El laboratorio es introductorio al diseño de estructuras de concreto armado, familiarizando al estudiante con las etapas a realizar en la formación de un elemento estructural. Un análisis crítico de ensayo previamente diseñado con un análisis de mezcla. El laboratorio es totalmente práctico.
Personal docente	<ul style="list-style-type: none"> • Un ingeniero como catedrático
Cantidad de alumnos inscritos	<ul style="list-style-type: none"> • 59 alumnos inscritos
Organización de los grupos	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo1= 9 est. ; Grupo2= 8 est. ; Grupo3= 8 est. • Grupo4= 8 est. ; Grupo5= 8 est. ; Grupo6= 8 est. • Grupo7= 10 est.;
Prácticas que se realizan	<ul style="list-style-type: none"> • 1.- Formaletas • 2.- Armaduras • 3.- Fundición (revenimiento, peso volumétrico, temperatura, muestreo). • 4.- Prueba del martillo esclerométrico; ensayos de los elementos estructurales.

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

Tabla VIII. **Laboratorio de Concreto Armado II**

	
LABORATORIO DE CONCRETO ARMADO 2 1^{er} SEMESTRE 2012	
Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> • Prefabricados
Descripción general	<ul style="list-style-type: none"> • El laboratorio es la continuación de concreto armado 1, es el diseño de la unión de estructuras, familiarizando al estudiante con las etapas a realizar en la formación de los distintos elementos estructurales. Utilizando análisis teóricos previamente diseñado con un análisis estructural. El laboratorio es totalmente práctico.
Personal docente	<ul style="list-style-type: none"> • Un ingeniero como catedrático
Cantidad de alumnos inscritos	<ul style="list-style-type: none"> • 78 alumnos inscritos
Organización de los grupos	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo1= 9 est. ; Grupo2= 7 est. ; Grupo3= 8 est. • Grupo4= 7 est. ; Grupo5= 8 est. ; Grupo6= 8 est. • Grupo7= 10 est.; Grupo8= 8 est. ; Grupo9= 8 est. • Grupo10= 5 est.;
Prácticas que se realizan	<ul style="list-style-type: none"> • 1.- Columnas circulares y cuadradas, armado y formaleta • 2.- Fundición (revenimiento, peso volumétrico, muestreo, temperatura). • 3.- Prueba del martillo esclerométrico, ensayos de elementos estructurales.

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

Tabla IX. **Laboratorio de Mecánica de Fluidos**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS

1^{er} SEMESTRE 2012

Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> •Laboratorio de Fluidos e Hidráulica
Descripción general	<ul style="list-style-type: none"> •El laboratorio del curso de Mecánica de Fluidos, sirve de complemento al curso teórico, consolidando los conocimientos por la vía de la experimentación de fenómenos hidráulicos realizados en equipo especial, permitiendo al estudiante evaluar en forma cualitativa y cuantitativa el comportamiento de los fluidos. El laboratorio es totalmete práctico.
Personal docente	<ul style="list-style-type: none"> • Un ingeniero como catedrático •Un auxiliar
Cantidad de alumnos inscritos	<ul style="list-style-type: none"> •342 alumnos inscritos
Organización de los grupos	<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 33%;">•Grupo1= 23est. ; <li style="width: 33%;">Grupo2= 34est. ; <li style="width: 33%;">Grupo3= 32 est. <li style="width: 33%;">•Grupo4= 27est. ; <li style="width: 33%;">Grupo5= 22 est.; <li style="width: 33%;">Grupo6= 29 est. <li style="width: 33%;">•Grupo7= 33 est.; <li style="width: 33%;">Grupo8= 23 est.; <li style="width: 33%;">Grupo9= 28 est. <li style="width: 33%;">•Grupo10= 35 est.; <li style="width: 33%;">Grupo11=27 est.; <li style="width: 33%;">Grupo12= 29 est.
Prácticas que se realizan	<ul style="list-style-type: none"> •1.- Propiedades básicas de los fluidos •2.- Empuje y estabilidad •3.- Comprobación del Teorema de Bernoulli •4.- El venturímetro •5.- Vertederos •6.- Pérdidas de energía por fricción: factor de pérdidas

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

Tabla X. Laboratorio de Hidráulica

	<h2>LABORATORIO DE HIDRÁULICA</h2> <h3>1^{er} SEMESTRE 2012</h3>
<p>Ubicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Fluidos e Hidráulica
<p>Descripción general</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El laboratorio permite la observación e interacción directa de los fenómenos hidráulicos en tuberías, maquinaria hidráulica y canales, permitiendo por medio de la experiencia, una mejor comprensión de la teoría y la formación de criterio que le permitan una buena práctica de la Ingeniería. El laboratorio es práctico.
<p>Personal docente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Un ingeniero como catedrático • Un auxiliar
<p>Cantidad de alumnos inscritos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 170 alumnos inscritos
<p>Organización de los grupos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo1= 24est. ; Grupo2= 24est. ; Grupo3= 24est. • Grupo4= 24est. ; Grupo5= 24est. ; Grupo6= 25 est. • Grupo7= 25est. ;
<p>Prácticas que se realizan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1.- Pérdida de energía por fricción en tuberías • 2.- Pérdida de energía en accesorios • 3.- Tipos de flujo en un canal • 4.- Resalto hidráulico • 5.- Máquina hidráulica, ensayo de una bomba centrífuga.

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

Tabla XI. **Laboratorio de Hidrología**

LABORATORIO DE HIDROLOGÍA 1^{er} SEMESTRE 2012	
Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> •Edificio T-3 . La práctica se realiza en el exterior
Descripción general	<ul style="list-style-type: none"> •Se da a conocer el ciclo del agua en la tierra, la existencia y distribución, la influencia sobre el medio ambiente y las aplicaciones y planeamiento para el uso de los recursos y estudios hidrológicos relacionados a la Ingeniería Civil. El laboratorio es mayormente teórico, con una práctica de campo.
Personal docente	<ul style="list-style-type: none"> • Un ingeniero como catedrático
Cantidad de alumnos inscritos	<ul style="list-style-type: none"> •79 alumnos inscritos
Organización de los grupos	<ul style="list-style-type: none"> •Grupo1= 10est. ; Grupo2= 10est. ; Grupo3= 10est. •Grupo4= 10est. ; Grupo5= 10est. ; Grupo6= 10est. •Grupo7= 10est. ; Grupo8 = 9est. ;
Prácticas que se realizan	<ul style="list-style-type: none"> •1.- Estación metereológica (incluye visita técnica) •2.- Factores físicos de una cuenca •3.- Estimación de datos faltantes y de datos de la precipitación pluvial •4.- Estaciones hudrométricas y aforo con molinete •5.- Curva de duración de caudales o de caudales clasificados •6.-Curva de caudales acumulados o de volúmen acumulados •7.-Evapotranspiración •8.- Curvas de intensidad-duración-frecuencia de lluvia •9.- Hidrograma Unitario

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

Tabla XII. Laboratorio de Topografía I



LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA 1

1^{er} SEMESTRE 2012

Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> • Edificio T-3. Las prácticas de campo se realizan en el exterior.
Descripción general	<ul style="list-style-type: none"> • Se dan los elementos, la metodología y el uso de aparatos para poder recolectar información de campo, procesar los datos y expresarlos gráficamente por medio de planos y a escala en la conformación planimétrica y alimétrica de una superficie. El laboratorio contiene tres áreas diferentes: dibujo, autocad, y práctica de campo. El laboratorio es práctico.
Personal docente	<ul style="list-style-type: none"> • Tres ingenieros como catedráticos para la práctica de campo.
Cantidad de alumnos inscritos	<ul style="list-style-type: none"> • 126 alumnos inscritos en la práctica de campo
Organización de los grupos	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo1= 7 est. ; Grupo2= 7 est. ; Grupo3= 7 est. • Grupo4= 7 est. ; Grupo5= 7 est. ; Grupo6= 7 est. • Grupo7= 7 est. ; Grupo8= 7 est. ; Grupo9= 7 est. • Grupo10= 7 est. ; Grupo11= 7 est. ; Grupo12= 7 est. • Grupo13= 7 est. ; Grupo14= 7 est. ; Grupo15= 7 est. • Grupo16= 7 est. ; Grupo17= 7 est. ; Grupo18= 7 est.
Prácticas que se realizan	<ul style="list-style-type: none"> • 1.- Introducción al uso y conocimiento del teodolito • 2.- Levantamiento por ángulos internos y medición de distancias directas e indirectas. • 3.- Conservación del Azimut • 4.- Nivelación diferencial • 5.- Nivelación taquimétrica

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

Tabla XIII. Laboratorio de Topografía II

	<h2>LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA 2</h2> <h3>1^{er} SEMESTRE 2012</h3>
<p>Ubicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Edificio T-3. Las prácticas de campo se realizan en el exterior
<p>Descripción general</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Se da la continuación de Topografía 1 con los elementos, la metodología y el uso de aparatos para poder recolectar información de campo, procesar los datos y expresarlos gráficamente por medio de planos y a escala en la conformación planimétrica y alimétrica de una superficie. El laboratorio contiene tres áreas diferentes: dibujo, autocad, y práctica de campo. El laboratorio es práctico y demostrativo.
<p>Personal docente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tres ingenieros como catedráticos para la práctica de campo
<p>Cantidad de alumnos inscritos</p>	<ul style="list-style-type: none"> •112 alumnos inscritos en la práctica de campo
<p>Organización de los grupos</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Grupo1= 7est. ; Grupo2= 7est. ; Grupo3= 7est. •Grupo4= 7est. ; Grupo5= 7est. ; Grupo6= 7est. •Grupo7= 7est. ; Grupo8= 7est. ; Grupo9= 7est. •Grupo10= 7est. ; Grupo11= 7est.; Grupo12= 7est. •Grupo13= 7est.; Grupo14= 7est.; Grupo15= 7est. •Grupo16= 7est.;
<p>Prácticas que se realizan</p>	<ul style="list-style-type: none"> •1.- Conservación de Azimut con radiaciones •2.- Dobles deflexiones •3.- Curva circular simple •4.- Triangulación y orientación por GPS •5.- Uso y manejo de estación total

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación y al programa de curso.

2.1.2. Condición actual de las instalaciones

Las instalaciones de los laboratorios deben ser adecuadas con condiciones que permitan la realización exitosa de cada práctica.

Se identifica cada laboratorio con planos y ubicación, se presenta una descripción objetiva con anotaciones sobre las condiciones actuales de techos, paredes y piso. Se toman mediciones de temperatura, humedad relativa e iluminación y se hace para cada área las observaciones que se consideraron pertinentes.

Los datos recopilados se toman posteriormente para compararlos con los valores de referencia para elaborar la propuesta de mejora en el subtítulo 2.2. Con respecto a los valores de referencia se hace notar que existen una serie de recomendaciones para condiciones ideales para los ambientes de trabajo, en donde diferentes organismos establecen los criterios.

Temperatura: “ El punto importante de ésta característica del clima no reside en su definición, sino como incide en la sensación de calor que puede llegar a sentir un individuo a través de la piel o por el aire que respira en un espacio determinado” ⁴⁰ , a éste respecto se puede añadir que la temperatura de una instalación está directamente relacionada con la humedad relativa del aire, y a la renovación que se pueda tener del mismo, es decir que la circulación de aire es un factor que resulta determinante en las condiciones ambientales.

⁴⁰ HERNÁNDEZ CHÁVEZ, Vicente. *La habitabilidad energética en edificios y oficinas*.cap 2 , p. 59

En las tabla XIV y XV se encuentran las referencias de temperatura, humedad relativa, de los datos propuestos en las Normas ISO, ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers), UGT R.D. 486/97, tomados del autor Vicente Hernández Chávez ⁴¹

Para las renovaciones de aire se toma la referencia del libro⁴² Ingeniería de Plantas que indica renovar cuatro veces el área por hora, así como los coeficientes de entrada. También los datos de reflectancia de techo paredes y piso se toman de éste autor.

Se consultó para la velocidad del viento el dato que proporciona el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) ⁴³ como el promedio del año 2011, este dato es tomado en la estación ubicada en el Aeropuerto Internacional La Aurora en la ciudad capital.

El viento en la capital en el mayor número de meses al año, proviene del norte, en ocasiones se recibe viento del sur que es más cálido y con mayor humedad relativa. Las condiciones varían notablemente cuando ingresa un frente frío, o depresiones tropicales. Para efectos de cálculo en el presente informe, se toma el viento norte.

Para los valores de iluminación, según la Comisión internacional de la iluminación y la Norma NC-ISO 8895/CIE ⁴⁴ se recomienda que esta sea controlable (regulable) y está en el intervalo de 500 a 1 000 lx.

⁴¹ HERNÁNDEZ CHÁVEZ, Vicente. *La habitabilidad energética en edificios y oficinas* p. 60, 62, 65 y 68.

⁴² TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas*. p. 95.

⁴³INSIVUMEH.<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/GUATEMALA/Insivumeh/Velocidad%20del%20Viento%20Insivumeh.htm>. Consulta: diciembre 2012.

⁴⁴ **CIE 190: 2010** Cálculo y presentación de las tablas del Índice Unificado de Deslumbramiento para las luminarias en iluminación de interiores. <http://www.ceisp.com/index.php/Publicaciones-de-la-CIE-traducidas-al-Espanol/77/0/>. Consulta: diciembre 2012.

Tabla XIV. **Datos y valores para condiciones ambientales**

	Minima	Media	Maxima
Temperatura según ISO7730	20 °C	-	24 °C
Humedad Relativa según UGT R.D. 486/97	30 %	-	70 %
Humedad Relativa según 55-1992 ASHRAE	30 %	-	60 %
	Minima	Media	Maxima
Renovaciones de aire por hora	-	4 r/h	-
Factor del aire con acción paralela	0.25	-	0.35
Factor del aire con acción perpendicular	0.3	-	0.5
	Minima	Media	Maxima
Velocidad promedio del viento según INSIVUMEH (en 2011)	-	7.2 km/h	-
	Minima	Media	Maxima
Iluminación NC-ISO 8895/CIE	500 lx	750 lx	1000 lx

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Tabla de reflectancias**

	Cielo	Paredes	Piso
Color blanco o muy claro	0.7	-	-
Claro	0.5	0.5	0.3
Medio	0.3	0.3	0.2
Obscuro	-	0.1	0.1

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de Plantas*. p. 95

2.1.2.1. **Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles**

A esta área corresponden los Laboratorios de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos, a pesar de que pertenecen a la misma área, las prácticas se realizan en espacios físicamente distantes uno del otro. El primero

se realiza en el edificio T-5 en las instalaciones que corresponden a la sección de Agregados y Concretos, y Metales del Centro de Investigaciones de Ingeniería; el segundo se realiza en la sección de suelos ubicado en el Área de Prefabricados.

Figura 4. **Mapa de ubicación de los laboratorios del Área de Materiales de Construcción**

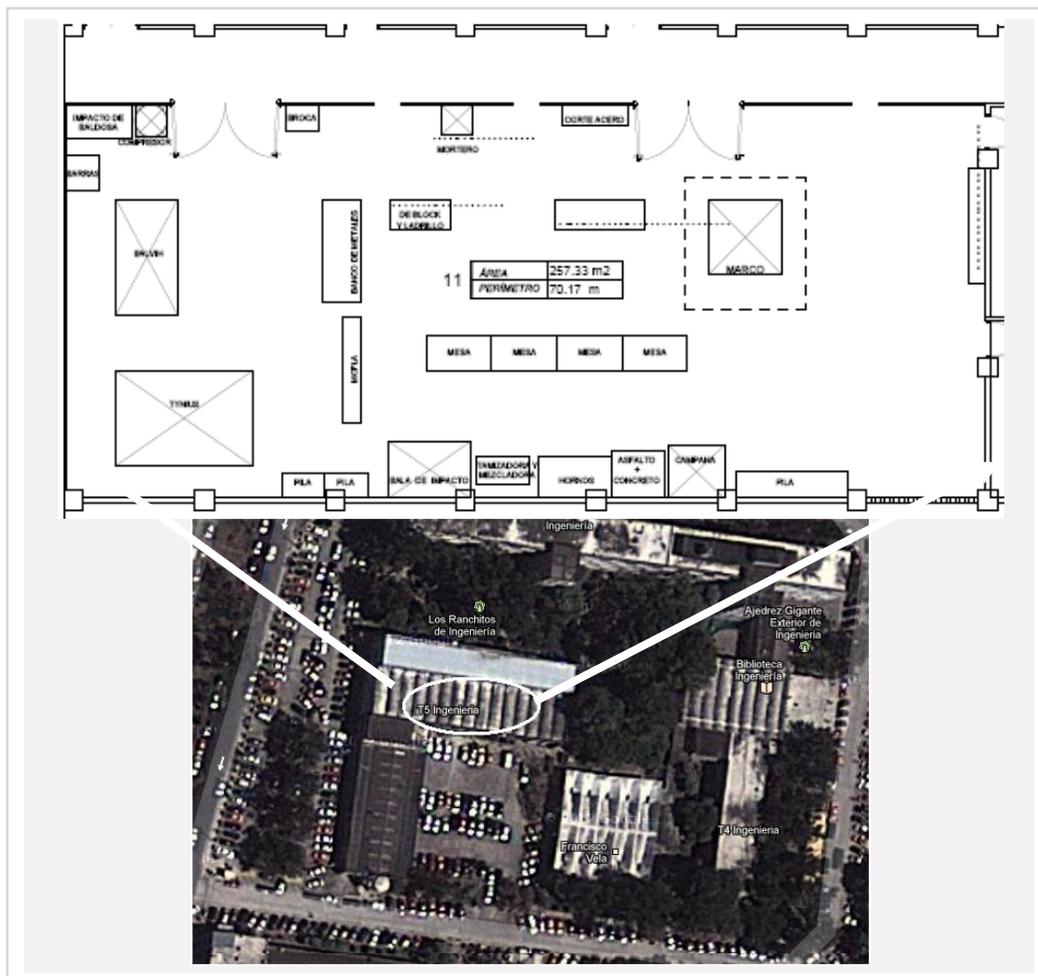


Fuente: <http://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>,
Consulta: noviembre de 2012.

2.1.2.1.1. Laboratorio de Materiales de Construcción

Se presentan los planos, las condiciones observadas y mediciones realizadas en el laboratorio ubicado en el edificio T- 5

Figura 5. Plano del Laboratorio de Materiales de Construcción



Fuente: Unidad de Planificación y <http://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>,
Consulta: noviembre de 2012.

Figura 6. **Condición actual de instalaciones de Laboratorio Materiales de Construcción**

	<p style="text-align: center;">TECHO</p> <p>Descripción: techo de bovedilla de concreto de 8,1 m de alto, color gris. Se presenta en buenas condiciones.</p> <p>Observaciones: por la forma de las bovedillas, no se permite la circulación adecuada de aire, y genera un ambiente cálido, con temperatura que alcanza 28,5 °C (ver figura 6).</p> <p>La altura permite que el aire más caliente se retenga cercano al techo.</p>
	<p style="text-align: center;">PAREDES</p> <p>Descripción: tiene dos paredes de block color rosa claro, uno con ventanería y el otro con puertas y ventanas que corresponden a las oficinas, y dos laterales de malla que circulan el laboratorio. Se encuentran en buenas condiciones.</p> <p>Observaciones: las paredes tienen divisiones de malla, no permiten privacidad en la práctica y en ocasiones restan la atención de los alumnos.</p> <p>No se tiene una pared libre para colocar un pizarrón que es conveniente en todo laboratorio. Al no tener paredes cerradas, la acústica se disipa.</p>

Continuación de la figura 6.



PISO

Descripción: el piso es de concreto, color gris, y se encuentra señalizado y en buenas condiciones.

Observaciones: no se tiene ninguna observación.



ILUMINACION

Descripción: las fuentes actuales de iluminación son:

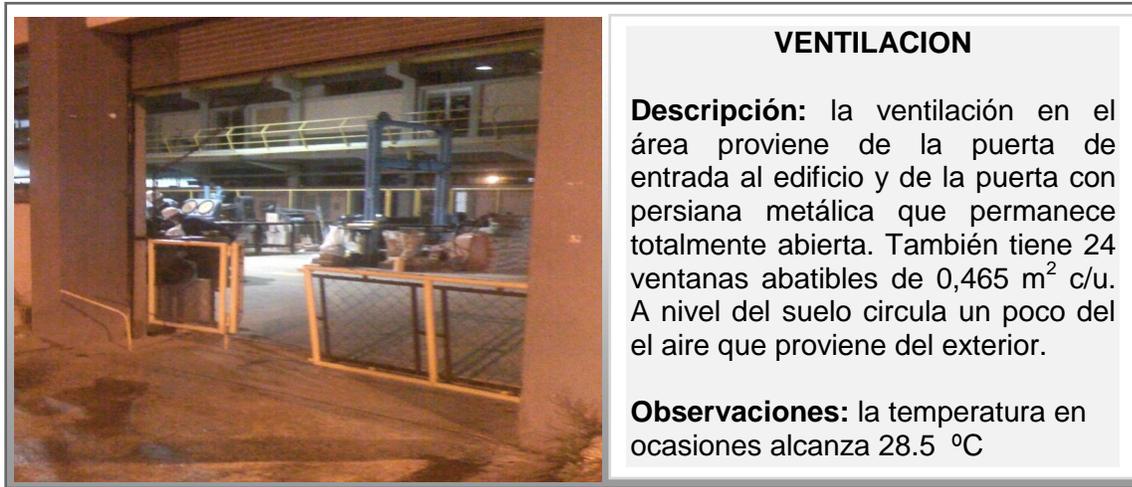
- En una pared lateral tiene 7 ventanas con blocks de vidrio moldeado (140 blocks en cada ventana, 3,38 m² c/u, 23,72 m² totales) y 6 ventanas de vidrio flotado (4,41 m² c/u, 14,58 m² totales) brindan iluminación natural durante el día.
- Una puerta de persiana de 8,43 m² que esta siempre abierta e ilumina naturalmente.
- Hay 6 lámparas industriales de mercurio adosadas al techo.
-

Observaciones: la iluminación en algunas áreas es deficiente menor a 500 lx y en otras es mayor a 1 400 lx (ver figura 7) que puede provocar reflejo y deslumbramiento.

La maquinaria que está contigua a las ventanas, hace sombra al área de trabajo. La poca iluminación se hace evidente en días nublados. Solo funcionan 3 lámparas.



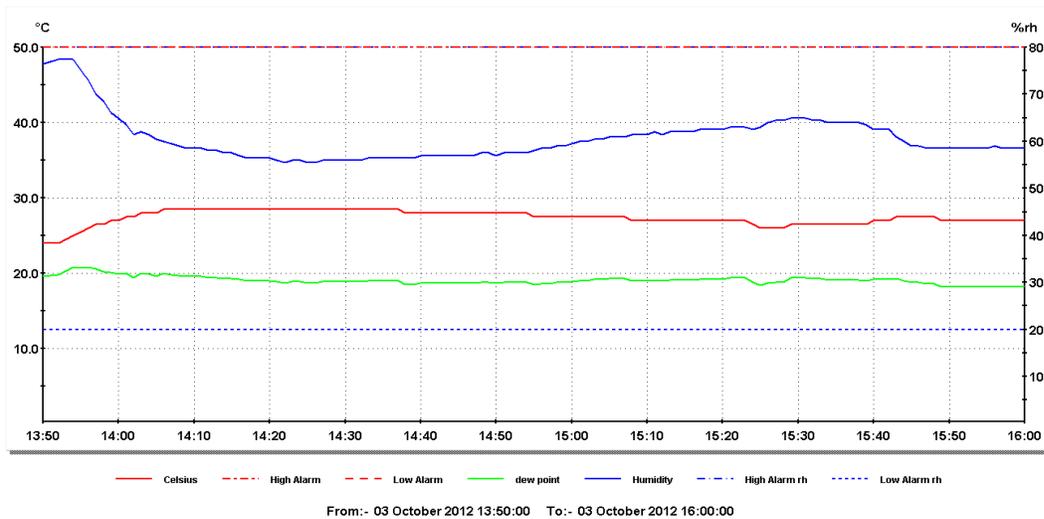
Continuación de la figura 6.



Fuente: elaboración propia.

La figura 7 muestra que la temperatura alcanza los 28,5 °C (T máxima recomendada = 24 °C, ver tabla XIV) y la humedad relativa llega hasta un 77,5 % (%Hr máximo recomendado = 70 % ver tabla XIV)

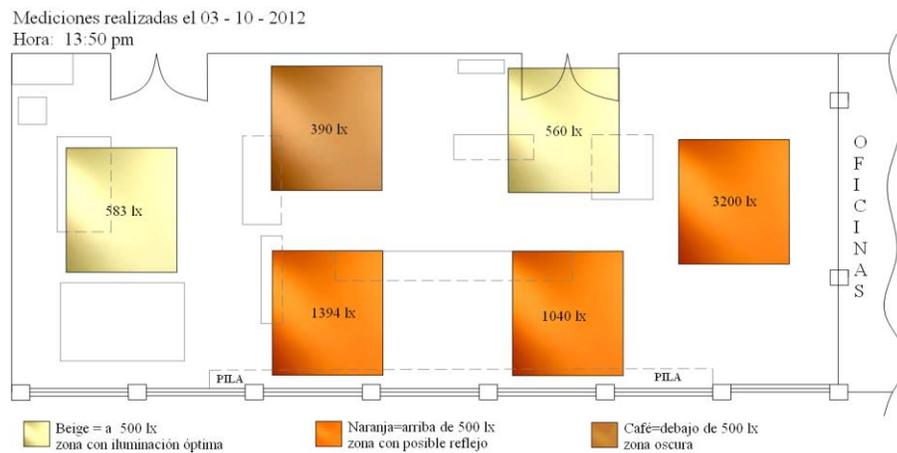
Figura 7. **Gráfica de mediciones de temperatura y humedad relativa del Laboratorio de Materiales de Construcción**



Fuente: elaboración propia, medición realizada el 03 de octubre de 2012. 13:50pm.-16:00pm.

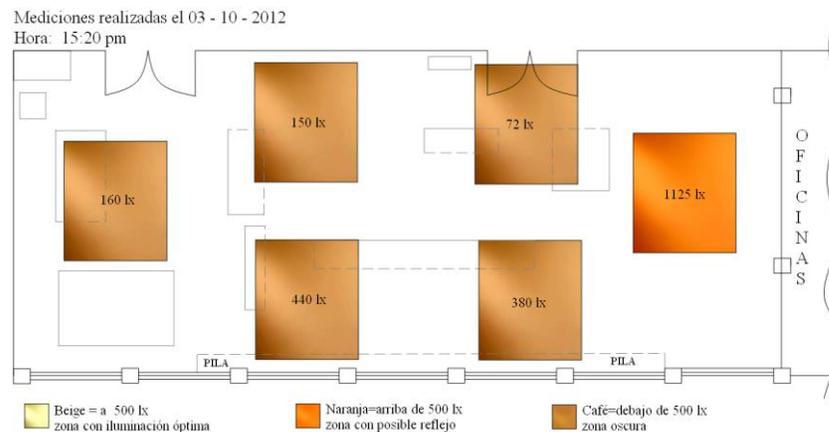
Las mediciones de luz tomadas dentro del laboratorio, se ilustran con color beige para la iluminación mínima de 500 lx, con color naranja para los valores arriba de 500 lx y con color café para los valores por debajo de 500 lx que indican una zona oscura o iluminación deficiente.

Figura 8. **Plano 1 de mediciones de iluminación para el Laboratorio de Materiales de Construcción**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 9. **Plano 2 de mediciones de iluminación para el Laboratorio de Materiales de Construcción**

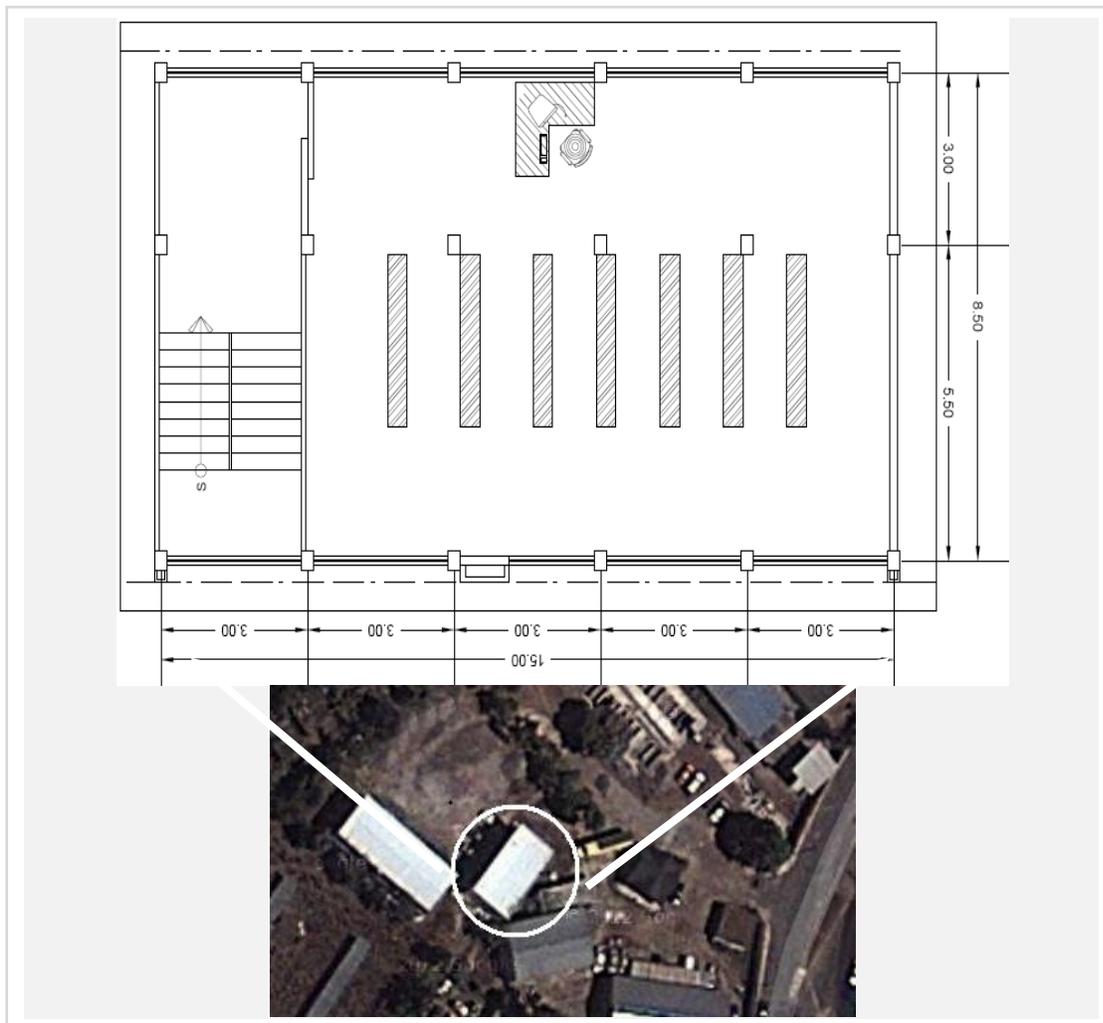


Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

2.1.2.1.2. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Se presentan los planos, las condiciones observadas y mediciones realizadas en el laboratorio ubicado en el Área de Prefabricados.

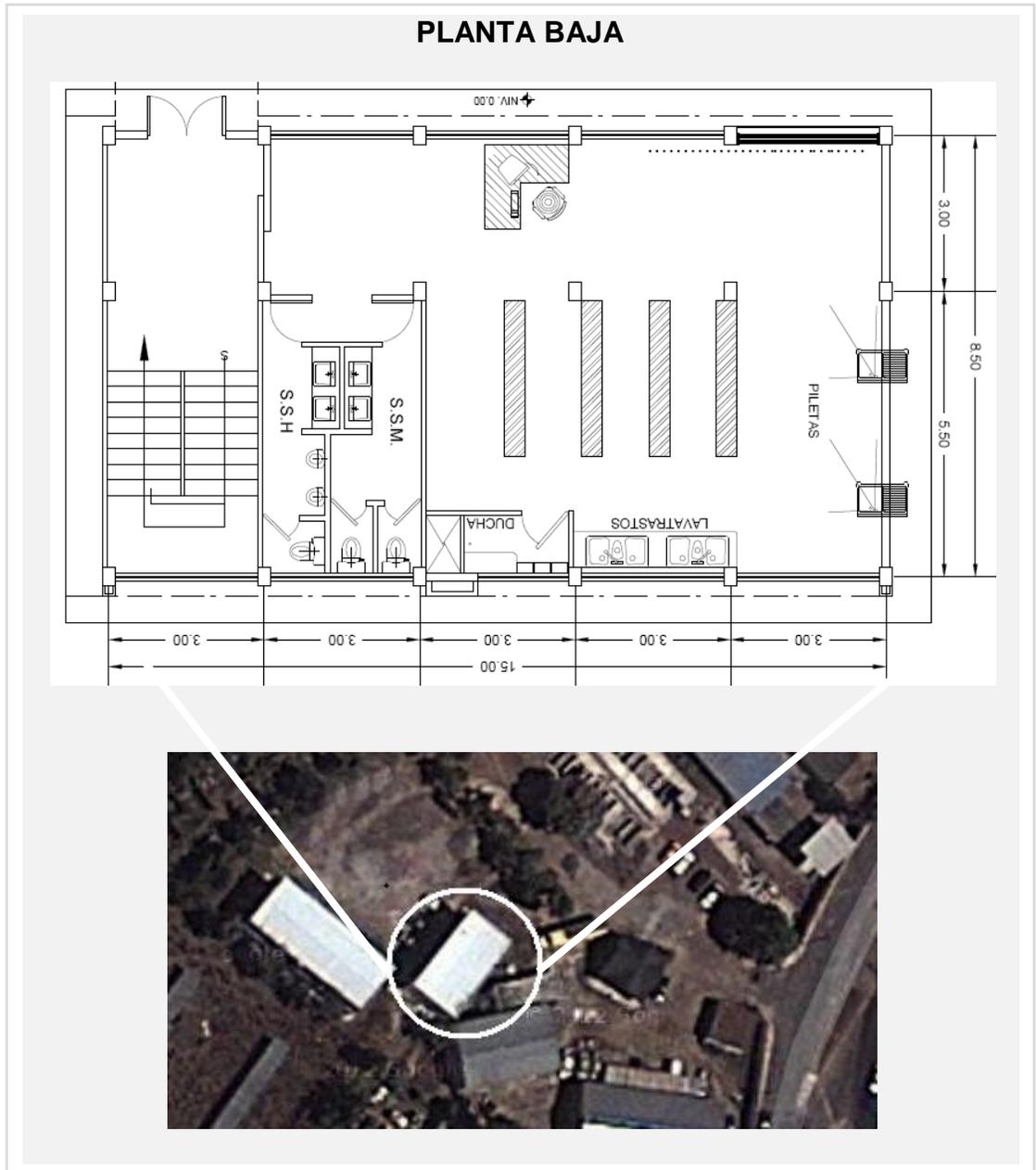
Figura 10. Plano de Laboratorio de Mecánica de Suelos planta alta



Fuente: Unidad de Planificación y <http://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>.

Consulta: noviembre de 2012.

Figura 11. Plano de Laboratorio de Mecánica de Suelos planta baja



Fuente: Unidad de Planificación y <http://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>.
Consulta: noviembre 2012.

Figura 12. **Condición de instalaciones de Laboratorio Mecánica de Suelos**



Continuación de la figura 12.

	<p style="text-align: center;">PAREDES</p> <p>Descripción: las paredes son de block con cernido, de color amarillo claro. Se encuentran en buen estado.</p> <p>Observaciones: no se tiene ninguna observación</p>
	<p style="text-align: center;">PISO</p> <p>Descripción: el piso es de concreto, color gris, se encuentra en buenas condiciones.</p> <p>Observaciones: el piso no está señalizado</p>
	<p style="text-align: center;">ILUMINACIÓN</p> <p>Descripción: tanto en la planta alta como en la baja, hay ventanas en ambas paredes laterales de (3 m x 1,25 m c/u) en el área de aula (planta alta) hay 5 ventanas de éstas dimensiones y en el laboratorio hay 3.</p> <p>En otra pared lateral, las ventanas son de 3 m x 0,75 m habiendo 4 ventanas en el área de aulas, y 4 en el área de práctica.</p>

Continuación de la figura 12.

	<p>ILUMINACIÓN (continuación)</p> <p>En las aulas hay 4 luminarias de 2 lámparas fluorescentes c/u a una altura de 2,06 m desde la superficie de los pupitres.</p> <p>En la planta baja, hay una puerta de persiana de metal que se abre cuando es necesario. Hay 15 luminarias de dos lámparas fluorescentes cada una.</p>
	<p>Observaciones: a pesar de las ventanas la luz natural es menor a 500 lx (fig. 15 - 20), primero debido a la posición del edificio respecto al ángulo de incidencia de luz solar, segundo, porque hay un techo en el corredor exterior que hace sombra a la entrada de luz. Aún con luz artificial, la iluminación es menor a 500 lx en algunas áreas. En la planta alta las ventanas están tapadas con plástico negro.</p>
	<p>VENTILACIÓN</p> <p>Descripción: en el área de aulas, la ventilación es poca. Hay 2 ventiladores de techo.</p> <p>En el laboratorio, hay buena ventilación que proviene de las dos puertas que se abren cuando es necesario, sin embargo se registra temperatura de 27.5 °C</p> <p>Observaciones: en las aulas no hay corriente que circule para remover el aire caliente que se forma por el techo de lámina. La temperatura alcanza los 29 °C.</p>

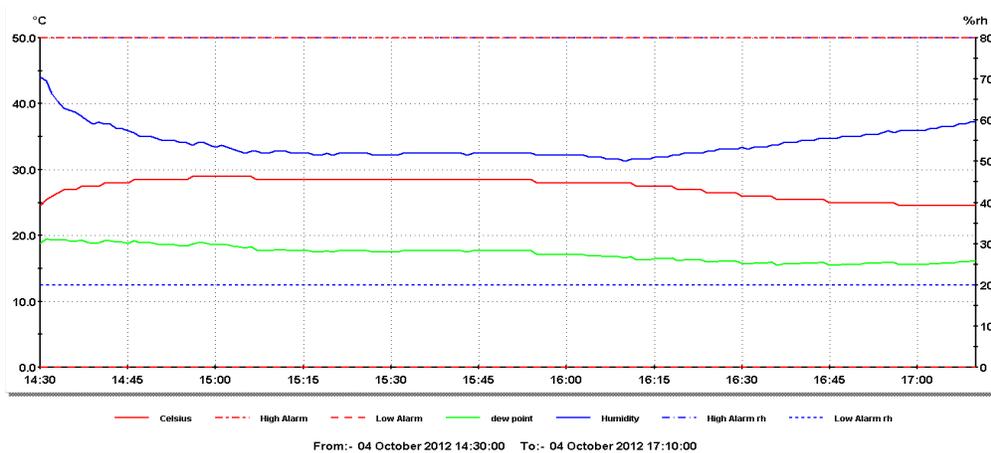
Continuación de la figura 12.

	Observaciones varias
	<p>Dentro del laboratorio se encuentra un compresor que puede representar riesgo.</p>
	<p>En ocasiones, las muestras de suelos de los estudiantes se colocan afuera debido a la falta de espacio dentro del laboratorio.</p>
	<p>Hay alumnos de pie tomando notas.</p>
	<p>Las muestras de suelos que están adentro del laboratorio, para ser analizadas, se colocan en el suelo, impidiendo la movilidad adecuada y ocupando espacio dentro del laboratorio.</p>

Fuente: elaboración propia.

La figura 13 muestra una temperatura de 29 °C (T máx. = 24 °C, ver tabla XIV) y humedad relativa de 70,5 % (% Hr máx.=70 % ver tabla XIV).

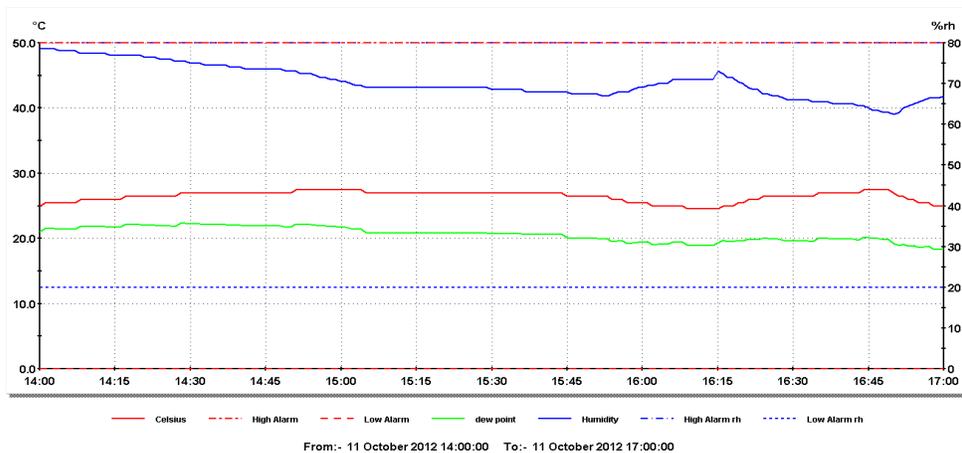
Figura 13. Gráfica de mediciones de temperatura y humedad relativa de Laboratorio de Mecánica de Suelos planta alta



Fuente: elaboración propia, medición realizada el 4 de octubre de 14:30 a 17:00 hrs. de 2012.

La figura 14 muestra una temperatura de 27,5 °C (T máx. = 24 °C, ver tabla XIV) y humedad relativa de 78,5 % (%Hr máx.=70 % ver tabla XIV).

Figura 14. Gráfica de mediciones de temperatura y humedad relativa de Laboratorio de Mecánica de Suelos planta baja

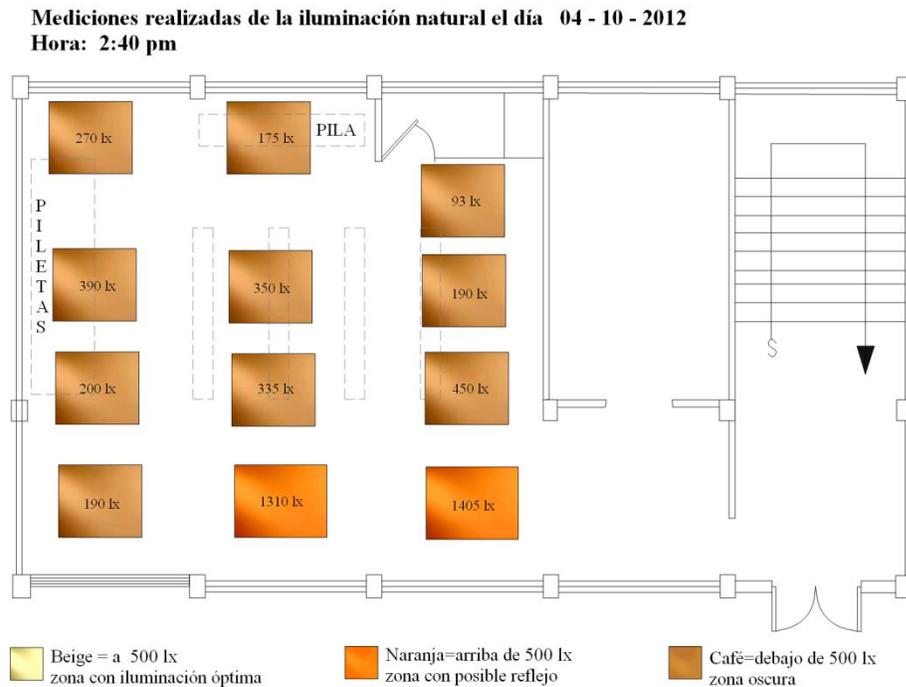


Fuente: elaboración propia, medición realizada el 11 de octubre de 14:00 a 17:00 hrs. de 2012.

Las mediciones de luz tomadas dentro del Laboratorio de Mecánica de Suelos, se ilustran con color beige para la iluminación mínima de 500 lx, con color naranja para los valores arriba de 500 lx y con color café para los valores por debajo de 500 lx que indican una zona oscura o iluminación deficiente.

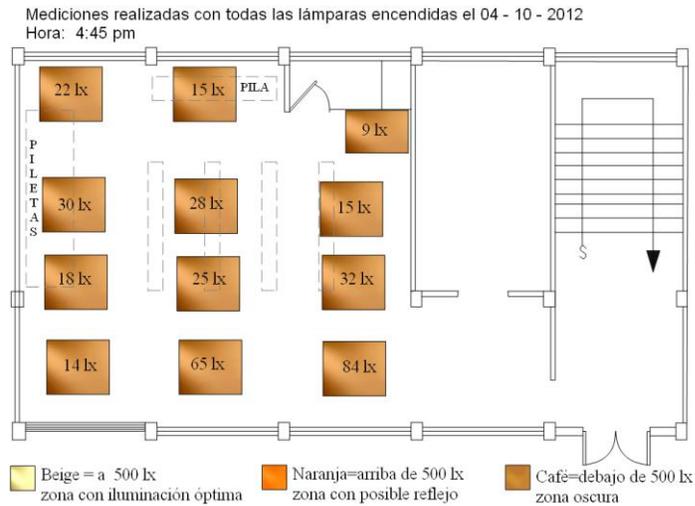
Se hacen mediciones con luz artificial (todas las lámparas encendidas) y sin luz artificial, a diferentes horas en diferentes días.

Figura 15. **Plano 1 de mediciones de iluminación planta baja de Laboratorio de Mecánica de Suelos**



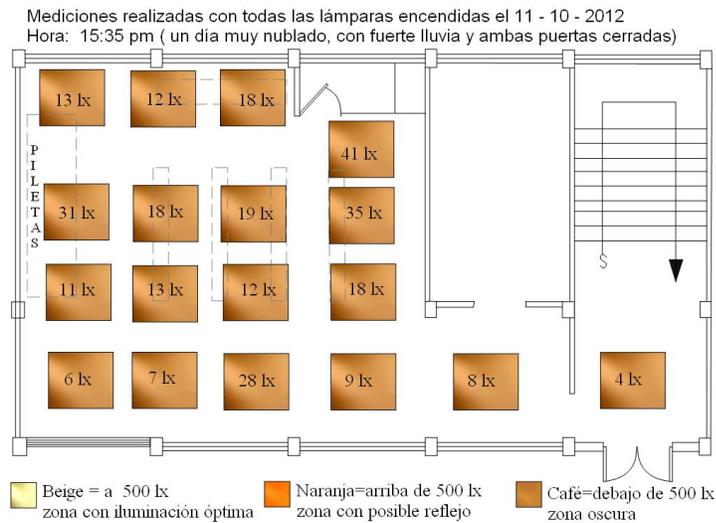
Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 16. **Plano 2 de mediciones de iluminación planta baja de Laboratorio de Mecánica de Suelos**



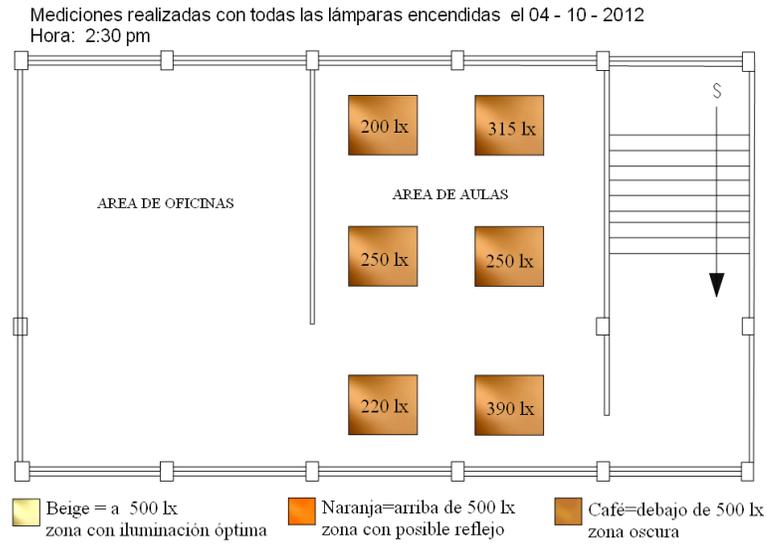
Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 17. **Plano 3 de mediciones de iluminación planta baja de Laboratorio de Mecánica de Suelos**



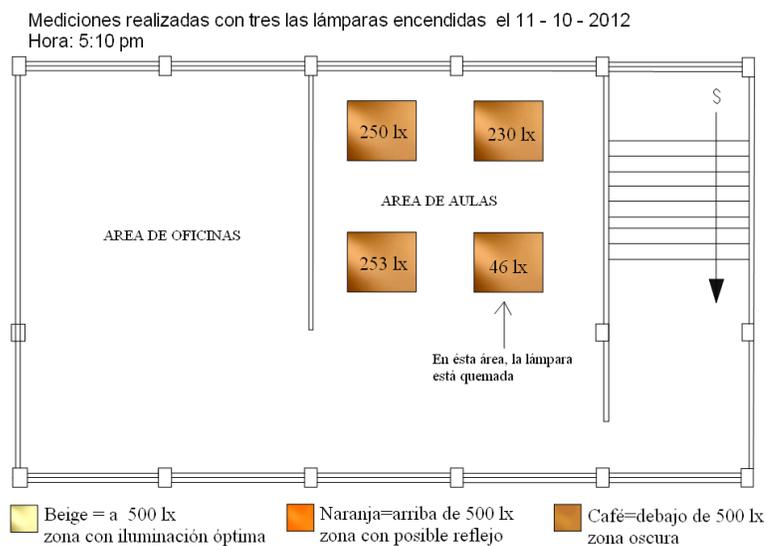
Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 18. **Plano 1 de mediciones de iluminación planta alta de Laboratorio de Mecánica de Suelos**



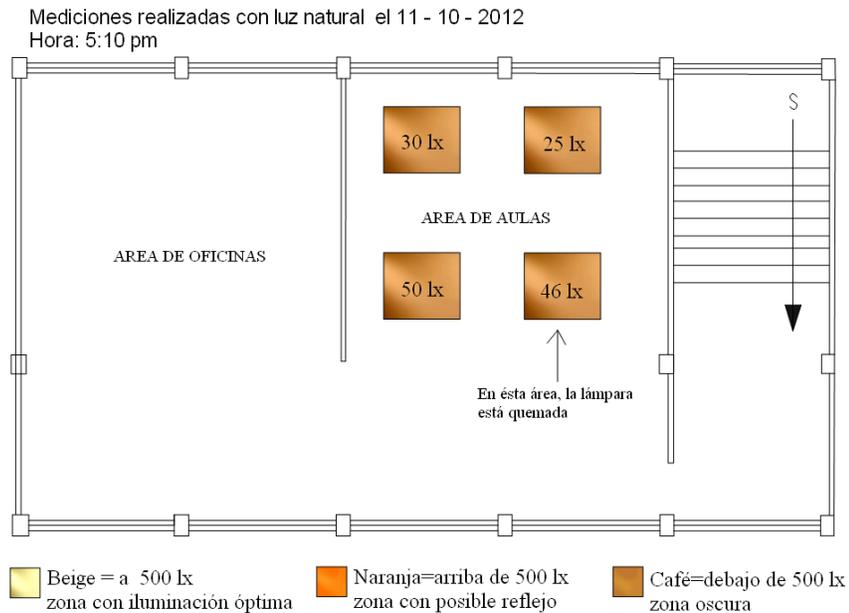
Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 19. **Plano 2 de mediciones de iluminación planta alta de Laboratorio de Mecánica de Suelos**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 20. **Plano 3 de mediciones de iluminación planta alta de Laboratorio de Mecánica de Suelos**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

2.1.2.2. Departamento de Estructuras

A este departamento corresponden los Laboratorios de Resistencia de Materiales I y Resistencia de Materiales II; de Concreto Armado I y Concreto Armado II, las prácticas se realizan en espacios físicamente distantes uno del otro.

Los dos primeros se llevan a cabo en el edificio T-5 en las instalaciones que corresponden a la Sección de Agregados y Concretos y de Metales del Centro de Investigaciones de Ingeniería (que son las mismas instalaciones donde se realiza el Laboratorio de Materiales de Construcción del cual se ha descrito la condición de las instalaciones en los incisos anteriores).

Los dos segundos se realizan en el Área de Prefabricados, en un espacio al aire libre. La máquina de ensayos para esta práctica, se encuentra sobre una superficie de concreto y solamente tiene un techo de lámina sobre cuatro pares. Por tal razón no se hace una descripción de instalaciones, porque puede decirse que el laboratorio se realiza en el exterior.

Figura 21. **Mapa de ubicación de los Laboratorios del Departamento de Estructuras**



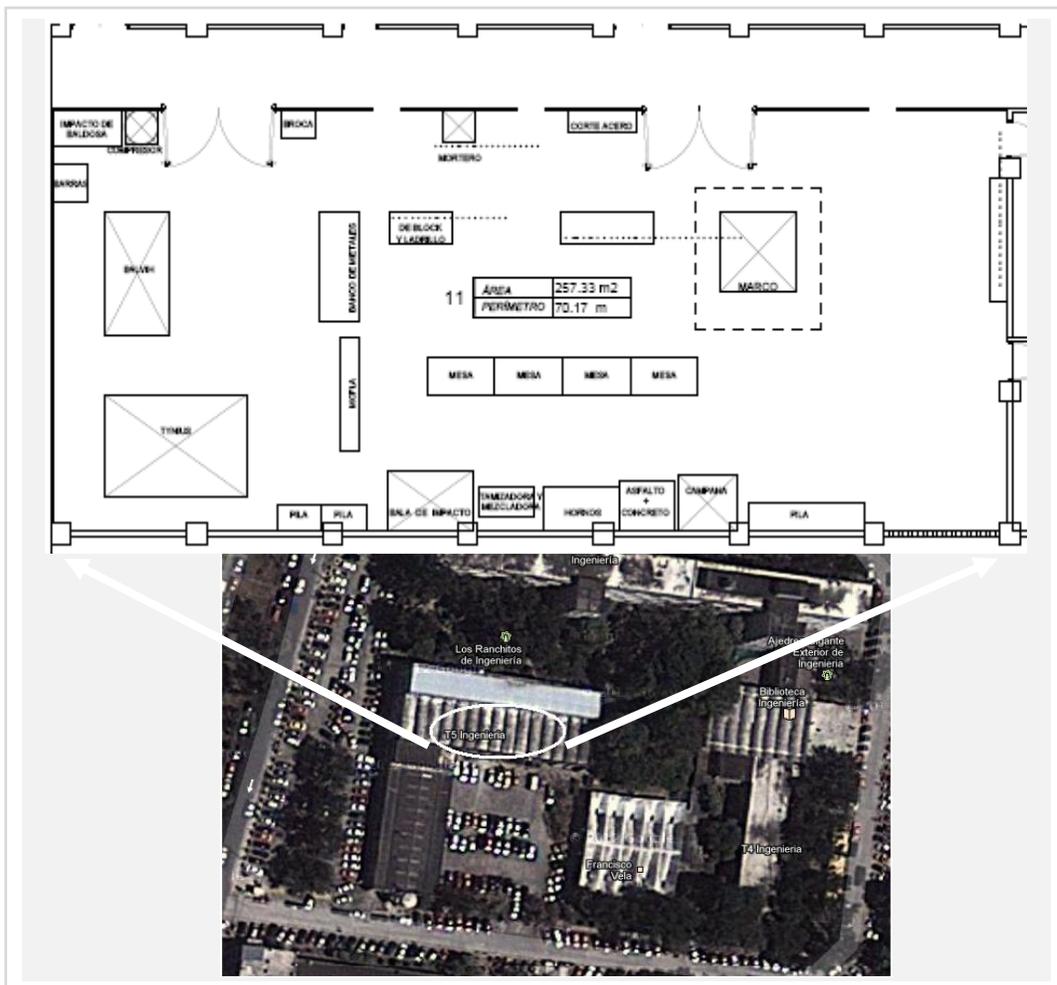
Fuente: <http://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>.

Consulta: noviembre de 2012.

2.1.2.2.1. Laboratorio de Resistencia de Materiales I y II

Se presentan los planos, las condiciones observadas y mediciones realizadas en el laboratorio ubicado en el edificio T-5.

Figura 22. Plano de Laboratorio de Resistencia de Materiales I y II



Fuente: Unidad de Planificación, y <http://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>.

Consulta: noviembre de 2012.

Figura 23. **Condición de instalaciones de Laboratorio Resistencia de Materiales I y II**

TECHO, PAREDES, PISO, ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN
Descripción: la descripción corresponde a la del Laboratorio de Materiales de Construcción, ya que se realizan en el mismo lugar. (Figura 6).
Observaciones: las observaciones son las mismas que las del Laboratorio de Materiales de Construcción.

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2. Laboratorio de Concreto Armado I

Se presentan las observaciones en el laboratorio ubicado en el Área de Prefabricados.

Figura 24. **Lugar en el exterior donde se realiza la práctica**



Fuente: Área de Prefabricados, fotografía tomada durante la práctica en octubre de 2012.

Figura 25. **Condición de instalaciones de Laboratorio de Concreto Armado I**

TECHO, PAREDES, PISO, ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN
Descripción: la práctica se realiza en el exterior.
Observaciones: cuando llueve muy fuerte, se tiene que suspender la práctica y planificarla otro día.

Fuente: elaboración propia.

1.1.2.2.3. Laboratorio de Concreto Armado II

Se presentan las observaciones en el laboratorio Ubicado en el Área de Prefabricados.

Figura 26. **Condición de instalaciones Laboratorio de Concreto Armado II**

TECHO, PAREDES, PISO, ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN
Descripción: la descripción corresponde a la del Laboratorio de Concreto Armado I, dado que se realizan en el mismo lugar.
Observaciones: las observaciones son las mismas que las del Laboratorio de Concreto Armado I

Fuente: elaboración propia.

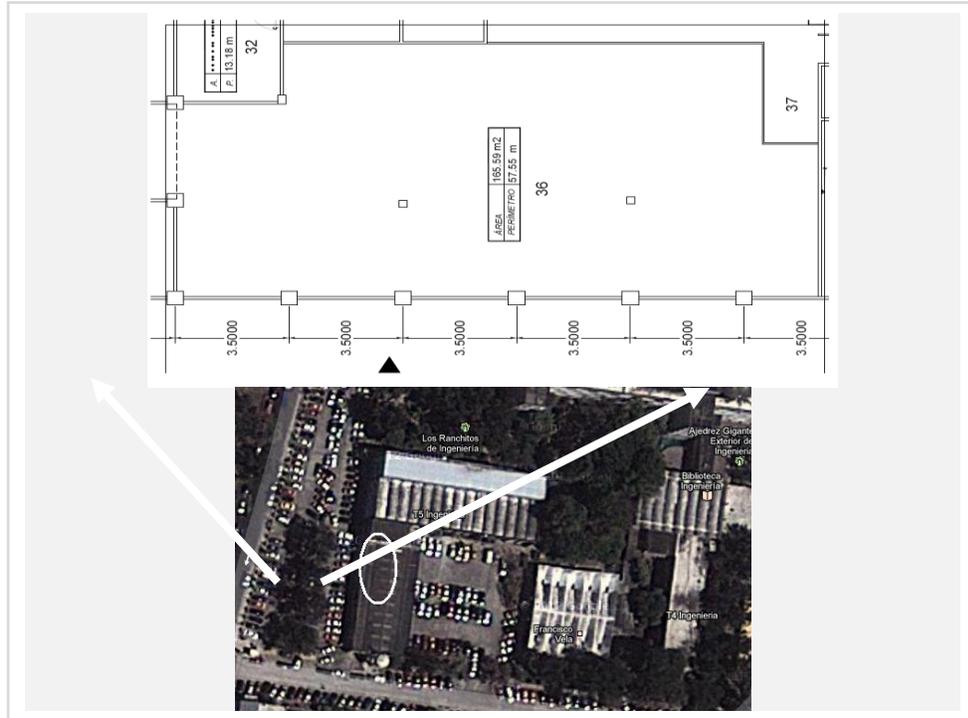
2.1.2.3. Departamento de Hidráulica

A este departamento pertenecen los Laboratorios de Mecánica de Fluidos e Hidráulica que comparten parte de las instalaciones. El Laboratorio de Hidráulica se realiza en el exterior.

2.1.2.3.1. Laboratorio de Mecánica de Fluidos

Se presentan los planos, las condiciones observadas y mediciones realizadas en el laboratorio ubicado en el edificio T-5.

Figura 27 Plano de Laboratorio de Mecánica de Fluidos



Fuente: Unidad de Planificación, y <http://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>.

Consulta: noviembre de 2012.

Figura 28. **Condición de las instalaciones de Laboratorio de Mecánica de Fluidos**



TECHO

Descripción: el techo del edificio, tiene elevación central de 4,5 m, a 2/3 del centro tiene inclinación invertida, sostenido por estructuras metálicas. Es de lámina de asbesto.

Observaciones: la lámina provoca temperatura que alcanza 29,5 °C. El techo no tiene monitor para la salida del aire caliente. La inclinación del techo provoca que en la canaleta depositen hojas y suciedad del ambiente.

Las láminas tienen perforaciones que en tiempos de lluvia forman goteras.

PAREDES

Descripción: el laboratorio esta en el edificio T-5 en donde se ubican otros laboratorios; están divididos con tabiques de madera y tabla yeso con cernido y pintura rosa claro, éstas divisiones, no llegan al techo,

Observaciones: las paredes están en buen estado, pero al ser bajas y sin cielo falso, permiten que el ruido y el calor que se genera en laboratorios contiguos, afecte la práctica

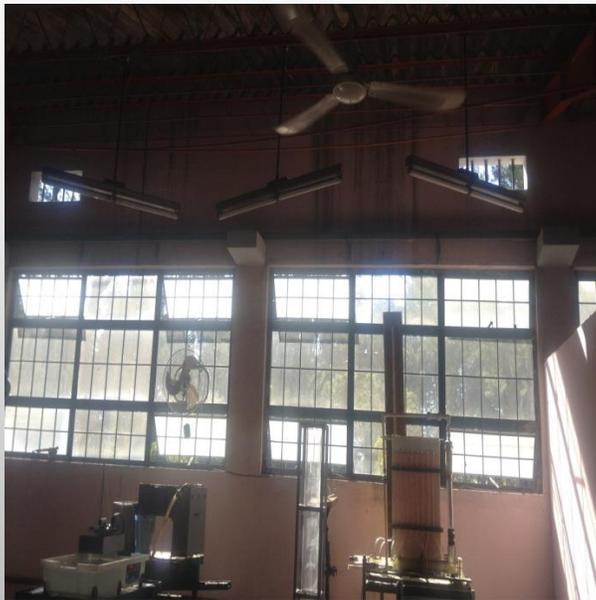
Continuación de la figura 28.



PISO

Descripción: el piso es de concreto, color gris, se encuentra en buenas condiciones.

Observaciones: no se tiene ninguna observación



ILUMINACIÓN

Descripción: en la pared exterior, hay 12 ventanas de (0,37 x 0,97 m) y 6 de (0,57 x 0,97 m) en el primer salón; 22 ventanas de (0,37 x 0,97 m) y 11 de (0,57 x 0,97 m) en el segundo salón.

Las lámparas de techo son fluorescentes, hay ocho T-12 de un tubo y dos T-8 de dos tubos, sumando en total 13 tubos fluorescentes en el salón del fondo y en el primer salón cuatro T-12 de un tubo y cuatro T-8 de dos tubos.

Observaciones: la luz que proviene de las ventanas, no alcanza el lado opuesto del salón. En ciertas horas, hay áreas muy iluminadas arriba de 2 000 lx, y otras oscuras debajo de los 500 lx (valor de referencia tabla XV)

La luz de las lámparas, se disipa por el tipo de techo y paredes.

Hay varias lámparas quemadas.

Las láminas de los tragaluces de techo ya no son transparentes, por el tiempo de vida útil, y por la basura que retienen.



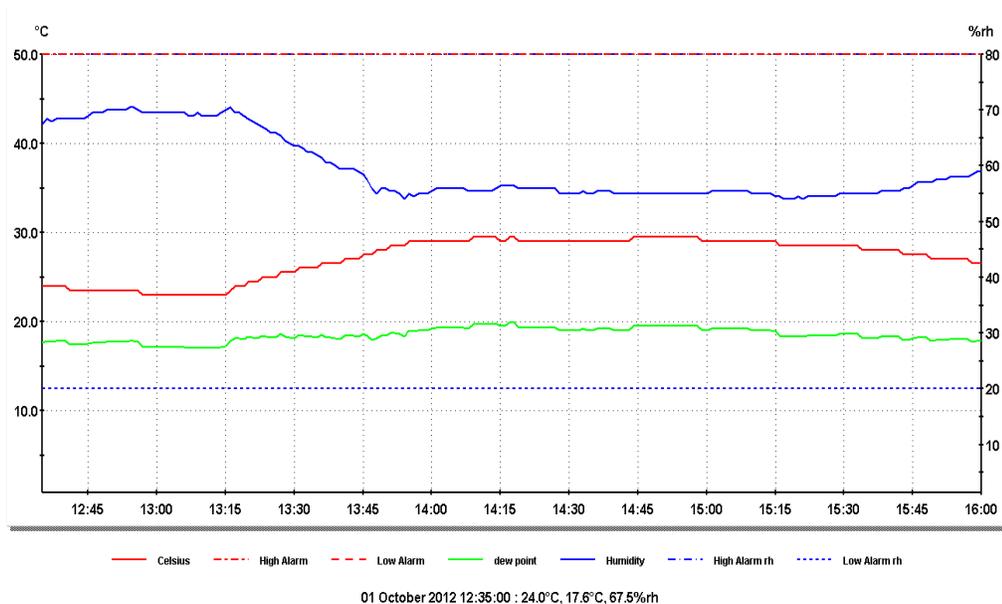
Continuación de la figura 28.

	<p style="text-align: center;">VENTILACIÓN</p> <p>Descripción: tiene 8 ventanas abatibles en el primer salón, y en el segundo, 14, (cada una de 0.97 x 0.37 m) más 3 respiraderos en la pared exterior del segundo salón (cada uno de 0.75 x 0.25 m). En el primer salón, hay 2 ventiladores de pared y 1 de techo. En el segundo salón hay 4 ventiladores de pared y 5 de techo.</p> <p>Observaciones: contiguo al laboratorio, se encuentra una caldera que cuando se enciende, genera calor que no alcanza a ser desplazado.</p> <p>A pesar de la cantidad de ventiladores no llegan a ser suficientes para refrescar el ambiente. La temperatura llega hasta los 29,5 °C.</p> <p>Las ventanas abatibles no se abren por completo.</p> <p>Se abren hacia afuera con el eje fijo en la parte superior. Esto evita que el agua de lluvia entre cuando están abiertas, pero también impide que el aire caliente fluya hacia afuera.</p>
	
	

Fuente: elaboración propia.

La figura 29 muestra que en el laboratorio se alcanza 29.5 °C ($T_{\text{máx.}} = 25$ °C, ver tabla XIV) y humedad relativa de 70.5 % ($\% \text{Hr}_{\text{máx.}} = 70$ % ver tabla XIV).

Figura 29. **Gráfica de medición de temperatura y humedad relativa del Laboratorio de Mecánica de Fluidos**

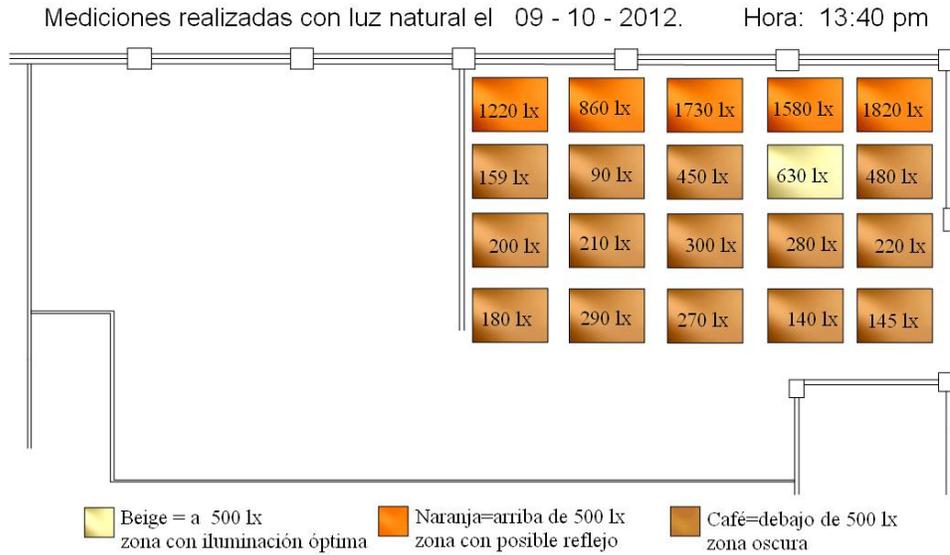


Fuente: elaboración propia, medición realizada el 01 de octubre de 12:35 a 16:00 hrs. de 2012.

Las mediciones de luz tomadas dentro del Laboratorio de Mecánica de Fluidos, se ilustran con color beige para la iluminación mínima de 500 lx, con color naranja para los valores arriba de 500 lx y con color café para los valores por debajo de 500 lx que indican una zona oscura o iluminación deficiente.

Se hacen mediciones con luz artificial (todas las lámparas encendidas) y sin luz artificial, a diferentes horas en diferentes días.

Figura 30. **Plano 1 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Mecánica de Fluidos**



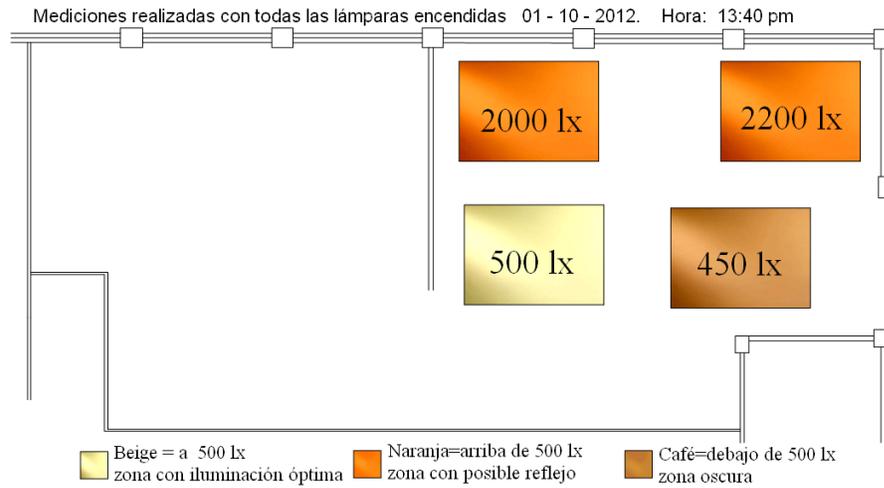
Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 31. **Plano 2 de mediciones de iluminación del laboratorio de Mecánica de Fluidos**



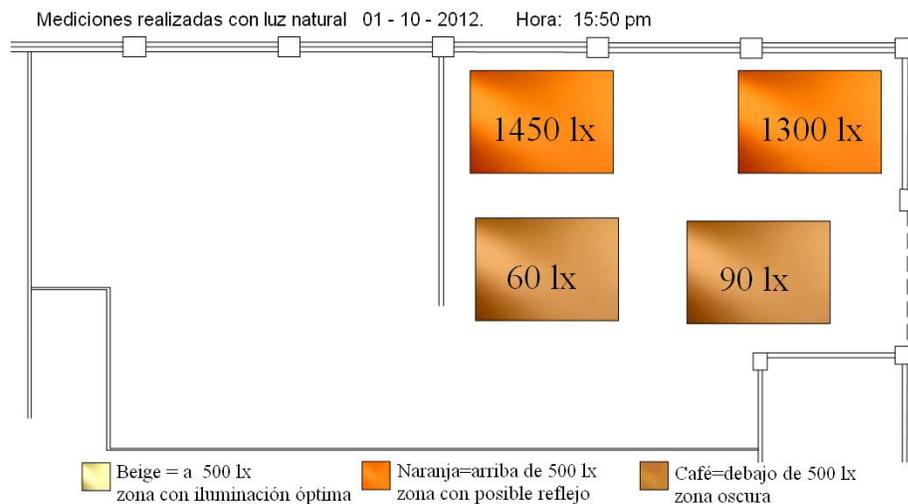
Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 32. **Plano 3 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Mecánica de Fluidos**



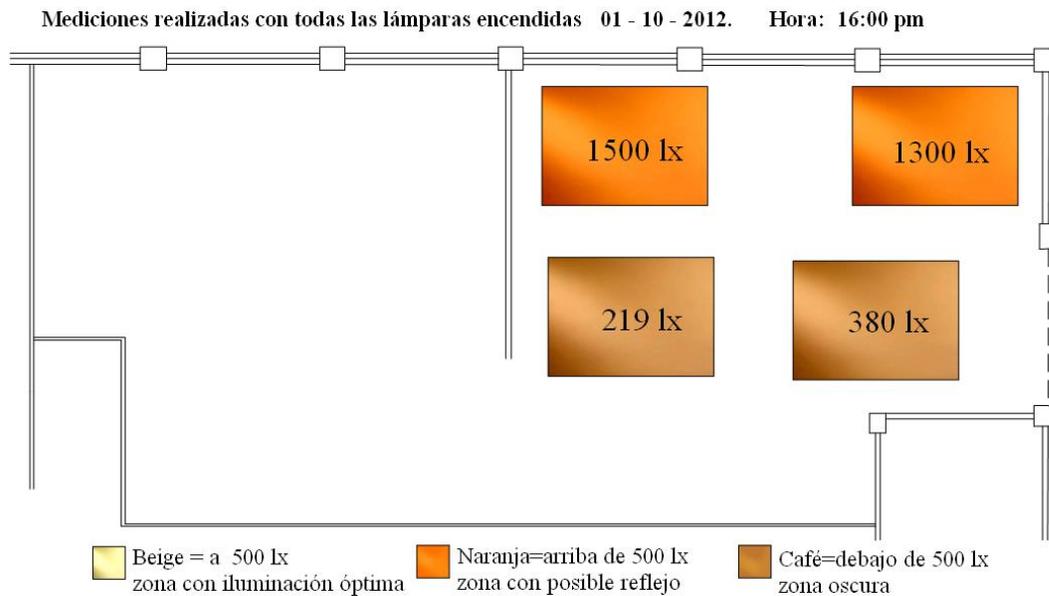
Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 33. **Plano 4 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Mecánica de Fluidos**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000..

Figura 34. **Plano 5 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Mecánica de Fluidos**



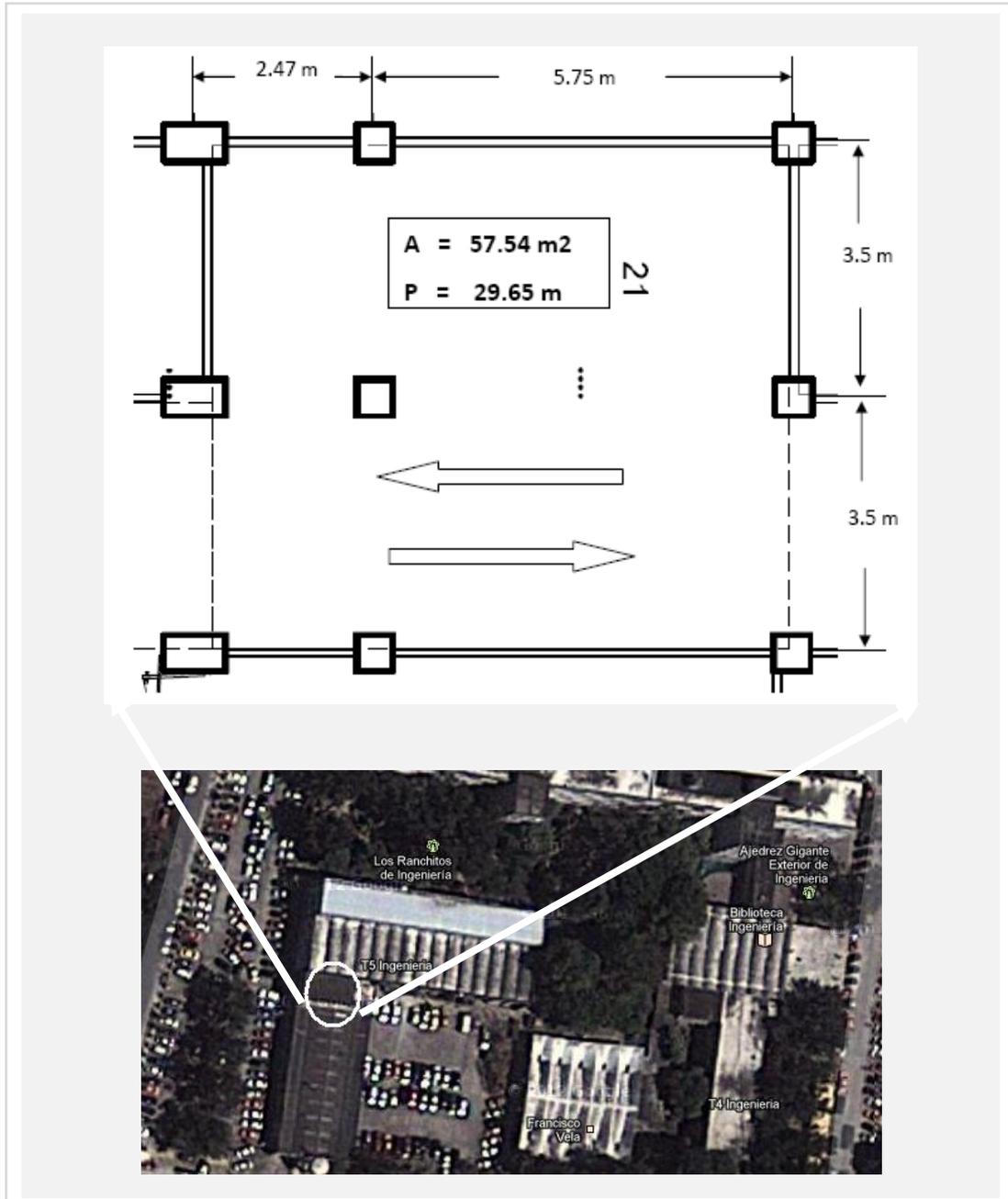
Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

2.1.2.3.2. Laboratorio de Hidráulica

Se presentan los planos, las condiciones observadas y mediciones realizadas en el laboratorio ubicado en el edificio T-5.

Este laboratorio como ya se mencionó comparte espacio con el Laboratorio de Mecánica de Fluidos, por lo que las mediciones de temperatura e iluminación son del área que usa exclusivamente el Laboratorio de Hidráulica, que es el corredor en donde se encuentra el canal hidráulico y el simulador de central eléctrica generadora.

Figura 35. Plano de Laboratorio de Hidráulica



Fuente: Unidad de Planificación, y <http://maps.google.com.gt/maps?hl=es&tab=wl>.
Consulta: noviembre de 2012.

Figura 36. Condición de instalaciones de Laboratorio de Hidráulica



TECHO

Descripción: el laboratorio se recibe en dos áreas de condiciones diferentes.

En una, están los equipos que tienen instalación fija que son el canal hidráulico y el simulador de central eléctrica generadora; está ubicado en un corredor que también es de paso hacia oficinas y el laboratorio de mecánica de fluidos.

El techo de ésta área es de concreto, de color blanco. Tiene una altura de 3 m.

Se encuentra en buenas condiciones

La otra área es donde se encuentran los demás equipos, y también es aula. El techo tiene elevación central de 4,5 m, a 2/3 del centro tiene elevación invertida, sostenido por estructuras metálicas. Es de lámina de asbesto.

Observaciones: la lámina provoca temperatura que alcanza 29,5 °C. El techo no tiene monitor para la salida del aire caliente. La inclinación del techo provoca que en la canaleta depositen hojas y suciedad del ambiente.

Las láminas tienen perforaciones que en tiempos de lluvia forman goteras.

Continuación de la figura 36.



PAREDES

Descripción: en un área de laboratorio, las paredes interiores son divisiones con tabiques de madera y tabla yeso con cernido y pintura rosa claro, estas divisiones, no llegan al techo, En el área donde están los equipos de instalación fija, a un costado, las paredes son de block con cernido, color ladrillo medio. El lado que da al corredor es división de malla.



Observaciones: las paredes están en buen estado, pero al ser bajas y sin cielo falso, permiten que el ruido y el calor que se genera en laboratorios contiguos, afecte la práctica.

En la parte donde están los equipos de instalación fija, la pared del fondo forma una estantería en donde se encuentran productos químicos que pueden ser peligrosos.



PISO

Descripción: el piso es de concreto, color gris, se encuentra en buenas condiciones.

Observaciones: no se tiene ninguna observación.

Continuación de la figura 36.



ILUMINACIÓN

Descripción: en el área donde están los equipos de instalación fija, la iluminación es menor a los 500 lx. En el lado donde está el simulador de central eléctrica generadora. Hay 4 luminarias fluorescentes T-8, 32W de dos tubos cada una, y dos de un tubo T-8 32W. No hay ventanas. En el área de aula, (donde también hay equipos), es la misma descripción que la de mecánica de fluidos, (figura 28) ya que ambos laboratorios comparten el mismo espacio.

Observaciones: el área donde se encuentra el canal hidráulico y el simulador de la central eléctrica generadora, las mediciones de luz con lámparas encendidas es menor a 500 lx. (figuras 29, 30 y 31).

En el área de aulas, la luz proveniente de las ventanas, no alcanza el lado opuesto del salón. En ciertas horas, hay áreas muy iluminadas arriba de 2000 lx, y otras oscuras debajo del mínimo de 500 lx (tabla XIV).

La luz de las lámparas, se disipa por el tipo de techo y las paredes bajas. Hay varias lámparas quemadas. Las láminas de los tragaluces de techo ya no son transparentes, por el tiempo de vida útil, y por la basura que retienen.

Continuación de la figura 36.



VENTILACIÓN

Descripción: el área donde está el canal hidráulico, es un corredor que permite cierto flujo de aire. No tiene ventanas. Las fuentes de aire, son los dos extremos abiertos. El área de aulas tiene 8 ventanas abatibles en el primer salón, y en el segundo, 14 (cada una de 0,97 x 0,37 m) y 3 respiraderos en la pared exterior del segundo salón (cada uno de 0,75 x 0,25 m) En el primer salón, hay 2 ventiladores de pared y 1 de techo. En el segundo salón hay 4 ventiladores de pared y 5 de techo.

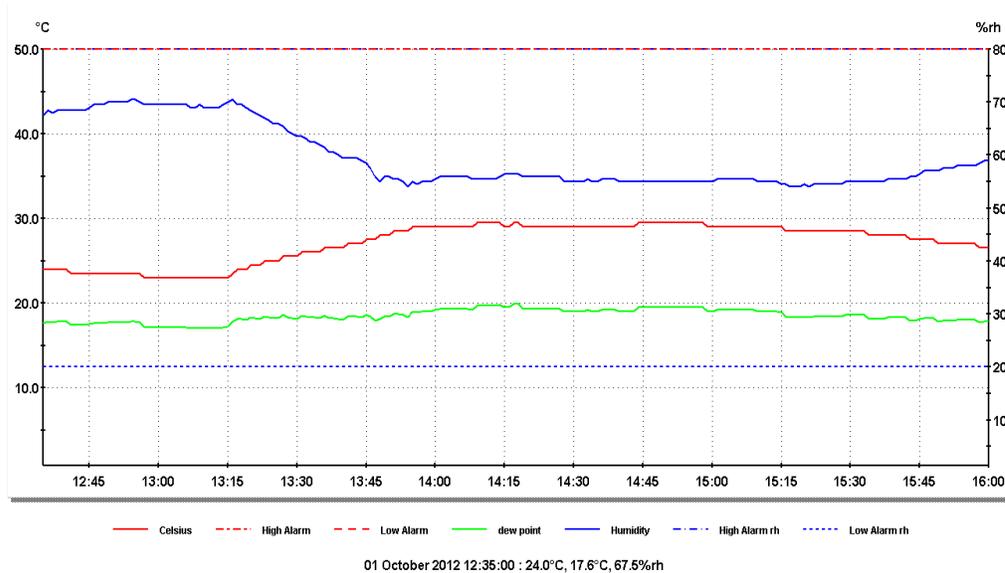
Observaciones: contiguo al laboratorio, se encuentra una caldera que cuando se enciende, genera calor que no alcanza a ser desplazado.

Las ventanas abatibles no se abren por completo. Se abren hacia afuera con el eje fijo en la parte superior. Esto evita que el agua de lluvia entre cuando están abiertas, pero también impide que el aire caliente fluya hacia afuera. A pesar de la cantidad de ventiladores no llegan a ser suficientes para refrescar el ambiente que llega a 29.5 °C.

Fuente: elaboración propia.

La figura 37 muestra que en el laboratorio se alcanzan 29.5 °C de temperatura ($T_{\text{máx.}} = 25 \text{ °C}$, ver tabla XIV) y humedad relativa de 70.5 % ($\%Hr_{\text{máx.}} = 70 \%$ ver tabla XIV).

Figura 37. **Gráfica de temperatura y humedad relativa del Laboratorio de Hidráulica**



Fuente: elaboración propia, medición realizada el 01 de octubre de 12:35 a 16:00 hrs. de 2012.

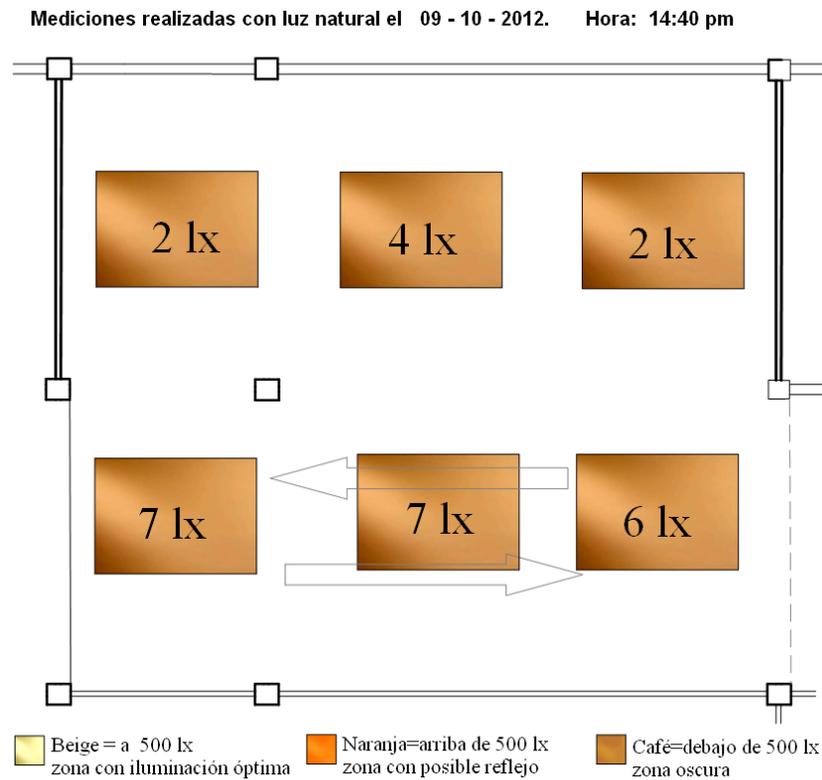
Las mediciones de luz tomadas dentro del Laboratorio de Hidráulica, se ilustran con color beige para la iluminación mínima de 500 lx, con color naranja para los valores arriba de 500 lx y con color café para los valores por debajo de 500 lx que indican una zona oscura o iluminación deficiente.

Se hacen mediciones con luz artificial (todas las lámparas encendidas) y sin luz artificial, a diferentes horas en diferentes días.

Se puede ver en las gráficas de la figura 38, 39 y 40 que las mediciones de luz en el área donde se encuentra el canal de hidráulica y el simulador de

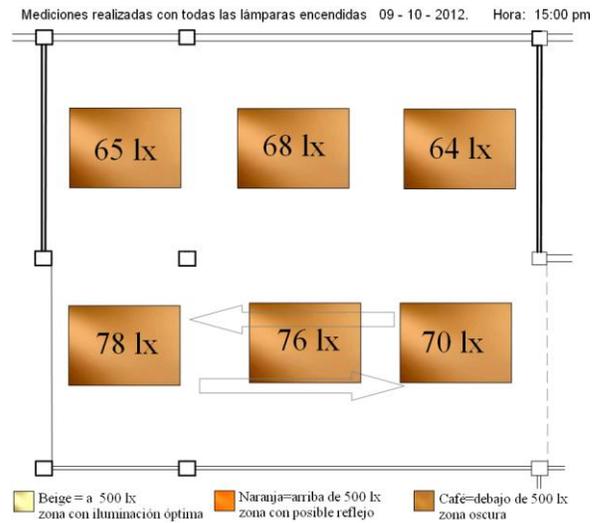
central eléctrica generadora, indican valores muy bajos de iluminación, aún con todas las lámparas encendidas se registró una lectura de 14 lx, siendo el valor de referencia un mínimo de 500 lx. Como ya se mencionó, esta área no tiene ventanas ni otra fuente de iluminación.

Figura 38. **Plano 1 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Hidráulica**



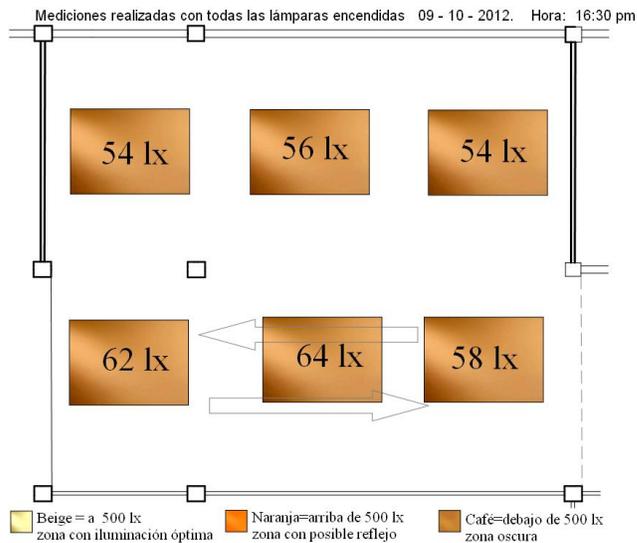
Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 39. **Plano 2 de mediciones de iluminación de Laboratorio del Hidráulica**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 40. **Plano 3 de mediciones de iluminación del Laboratorio de Hidráulica**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

2.1.2.3.3. Laboratorio de Hidrología

El Laboratorio de Hidrología realiza práctica de campo fuera de la universidad, por lo que no se presentan observaciones.

2.1.2.4. Área de Topografía

Las prácticas de topografía son de campo, y se realizan en las áreas al aire libre dentro de la universidad.

2.1.2.4.1. Laboratorio de Topografía I

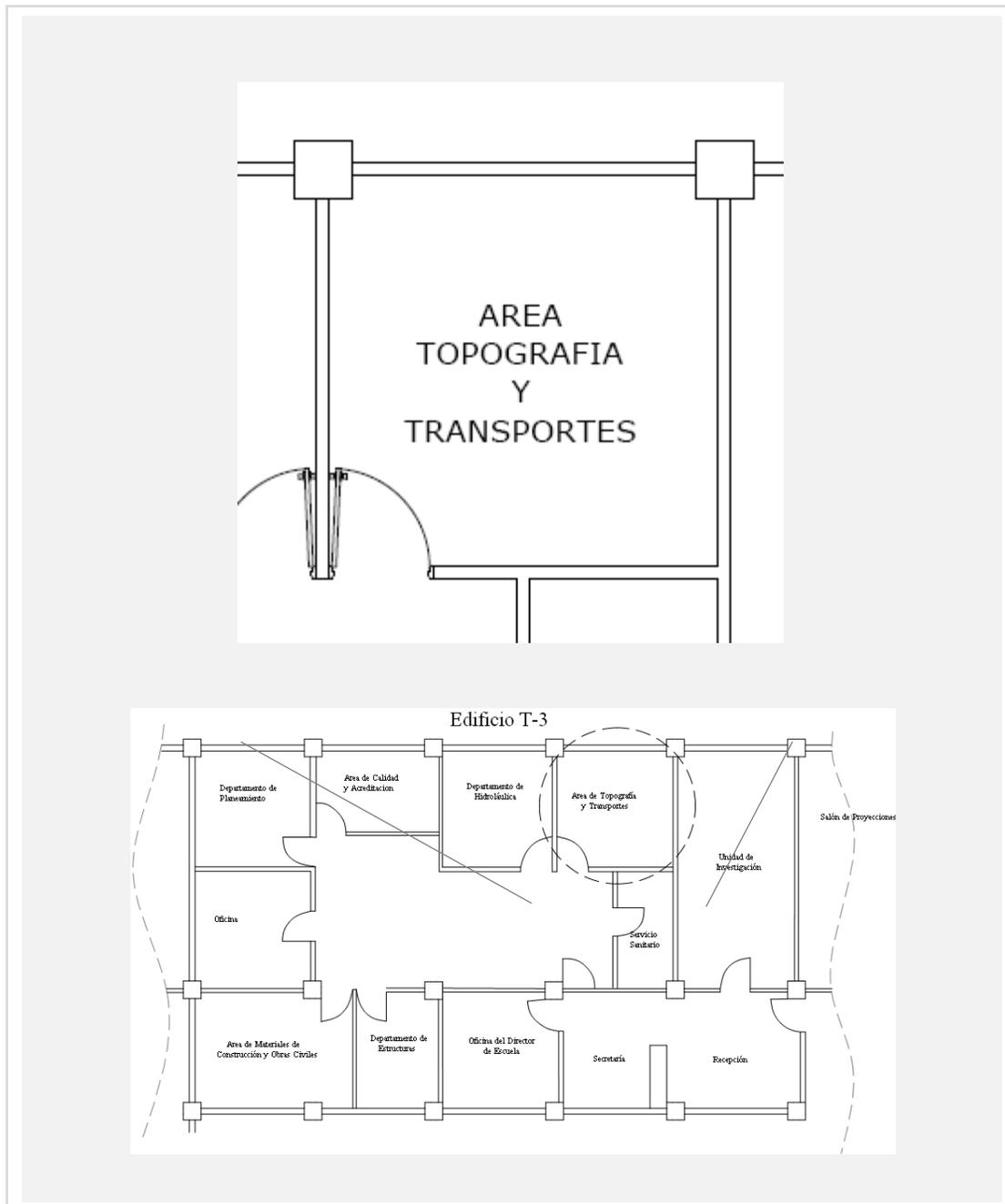
Se presentan las observaciones para el laboratorio que se realiza en diferentes puntos dentro del campus universitario.

Figura 41. Práctica de Topografía 1



Fuente: fotografía tomada durante la práctica en el Campus Universitario en junio de 2012.

Figura 42. Plano del área de almacenamiento del equipo de topografía



Fuente: adaptado de planos proporcionados por la Unidad de Planificación.

Figura 43. **Condiciones del área de almacenamiento del equipo de Topografía 1**

TECHO, PAREDES, PISO, ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN

Descripción: la práctica del laboratorio se realiza en el exterior. Los equipos para éste laboratorio se almacenan en las oficinas administrativas del Área de Topografía y Transportes, cuyas instalaciones se encuentran en buenas condiciones.

Observaciones: dado que la práctica se realiza en el exterior, las condiciones climáticas en ocasiones pueden resultar adversas, que interfieran con el éxito de la misma. Los equipos deberían tener un Área de Almacenamiento diferente a las oficinas.

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.4.2. Laboratorio de Topografía II

Se presentan las observaciones para el laboratorio que se realiza en diferentes puntos dentro del campus universitario.

Figura 44. **Condiciones del área de almacenamiento del equipo de Topografía 2**

TECHO, PAREDES, PISO, ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN

Descripción: la descripción corresponde a la misma del Laboratorio de Topografía I (figura 43), ya que ambas se realizan en el exterior.

Observaciones: las observaciones son las mismas que las del Laboratorio de Topografía I (figura 43).

Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Inventario de maquinaria y equipo actual

Como se ha mencionado antes, algunos Laboratorios de Ingeniería Civil, se imparten compartiendo instalaciones y equipo con el CII, por lo que una parte del inventario se solicitó al área de bodega del mismo. Se hace la notación que para estos laboratorios no todo el material inventariado es para uso docente, ya que gran parte del mismo es para uso de las labores y servicios que presta el CII. A este grupo pertenecen los laboratorios del Área de Materiales de Construcción y al Departamento de Estructuras.

Otra parte del inventario, se solicitó a Tesorería, en donde proporcionaron el listado de bienes de Ingeniería Civil, siendo en mayoría equipo correspondiente a los laboratorios del Área de Topografía y algunos del Departamento de Mecánica de Fluidos e Hidráulica.

Se encontró que algunas máquinas y equipos no se encuentran cargados a ninguno de los dos inventarios, en los listados se marcan con un asterisco (*).

2.1.3.1. Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles

En esta área se encuentra equipo de funciones muy específicas, según la opinión de los docentes.

Posee lo necesario para la realización de las prácticas, el inconveniente es la cantidad. Algunos catedráticos opinan que la Máquina Universal por ejemplo, resulta insuficiente para atender las necesidades combinadas para uso docente y del CII.

2.1.3.1.1. Laboratorio de Materiales de Construcción

Se lista en la tabla XVI la maquinaria y equipo correspondiente

Tabla XVI. Inventario de Materiales de Construcción

Inventario de maquinaria y equipo		
Cant	No. Inventario	Descripción del equipo
1	*	Máquina Universal con accesorios marca Lima Hamilton*
1	8.301.B.10353/2001	Máquina Universal con accesorios marca Tinius-Olsen
1	8.3.01.B.10784/05	Máquina de los Angeles modelo No. 42-5305/02.
1	8.3.01.B.10390.200 2	Carreton trapezoidal de lamina de 1/8" espesor con capac. de 0.5 mts.
1	*	Máquina para ensayo a compresión, marca Riehle*
1	*	Máquina para ensayo a compresión de block*
1	*	Sistema de impacto para baldosa*
1	*	Sistema de impacto para PVC*
1	*	Colorímetro*
1	*	Probtas de Cristal para peso específico*
1	*	Matraces para peso específico*
2	*	Rodos de cojinete girables con rodadura de uretano y alma de acero con soporte galvanizado de 8" diametro y 2" ancho cap. de carga 2,000 lbs.
1	8.3.01.B.10505.200 2	Compresor vertical 6.5HP tanque 60gls. USA Ult. Modelo IRLC 6560V1 Gal 60V
1	8.3.01.B.10752/05	Un tamiz de 12" de 1/4.
1	8.3.01.B.10753/05	Un tamiz de 12" No.4.
1	8.3.01.B.10754/05	Un tamiz de 12" No.12.
1	8.3.01.B.10755/05	Un tamiz de 12" de 3/8.
1	8.3.01.B.10756/05	Un tamiz de 12" de 1/2.
1	8.3.01.B.10757/05	Un tamiz de 12" de 3/4.
1	8.3.01.B.10758/05	Un tamiz de 12" de 1.
1	8.3.01.B.10759/05	Un tamiz de 12" de 1 1/2.
1	8.3.01.B.10760/05	Un juego de fondo y tapa.
1	8.3.01.B.10793/05	Balanza digital de flotabilidad.
1	8.3.01.B.10794/05	Canasta de densidad.
1	8.3.01.B.10795/05	Recipiente para peso unitario 1 pie cúbico
1	8.3.01.B.10796/05	Recipiente para peso unitario 1/3 pie cúbico
1	8.3.01.B.10797/05	Tamizadora de agregado grueso 1 pie cubico.

Continuación de la tabla XVI.

1	8.3.01.B.10798/05	Puerta para tamizadora.
1	8.3.01.B.10799/05	Tamiz con malla 3/8.
1	8.3.01.B.10800/05	Tamiz #.1/4.
1	8.3.01.B.10801/05	Tamiz No.4.
1	8.3.01.B.10802/05	Tamiz No.12.
1	8.3.01.B.10803/05	Horno de conv . forzada. Despatch mod. LBB2-27-1 Serie No. 172818.
1	8.3.01.B.10804/05	Balanza Digital de 4100 gramos.
1	8.3.01.B.10805/05	Tamizadora eléctrica Ro Tap.
1	8.3.01.B.10807 al	Un juego de tamices de 8" acero inoxidable No.
1	8.3.01.B.10847/05	Bascula de mesa digital 50 Kg.
1	8.3.01.B.10848/05	Recipiente para calentar compuestos de refrentado
1	8.3.01.B.10849/05	Molde para refrentado de cilindros- 6".
1	8.3.01.B.10787/05	Equipo para contenido de aire volumétrico modelo
1	8.3.01.B.10789/05	Martillo para ensayo de hormigón-(incluye maletín)
2	8.3.01.B.10852/05	Molde de briquetas.
2	8.3.01.B.10853/05	Molde para cubos.
1	8.3.01.B.11159/2009	Mezcladora de 11/2 saco ,motor eléc., 2 HP, llantas p/servicio liviano.
1	8.3.01.B.11453/2011	Olla FORNEY para fundir azufre, 4lt, 220 V / 50 / 60 Hz, LA-0130-10.

Fuente: Bodega CII, julio 2012.

2.1.3.1.2. Laboratorio de Mecánica de Suelos

El Laboratorio de Mecánica de Suelos cuenta con el siguiente equipo:

Tabla XVII. **Inventario de Mecánica de Suelos**

Inventario de maquinaria y equipo		
Cant	No. inventario	Descripción del equipo
1	*	Máquina Triaxial*
1	*	Máquina Tamizadora*
1	*	Máquina CBR*
1	8.3.01.B.10391.2002	Carreton trapezoidal de lamina de 1/8" espesor con cap. de 0.5 mts.
1	8.3.01.B.10897/2006	Un aparato Casagrande motorizado
1	8.3.01.B.11058/2007	Un (1) martillo para compactacion
1	8.3.01.B.11059/2007	Una (1) guia para moldes.

Continuación de la tabla XVII.

1	8.3.01.B.11060/2007	Deformometro de 0,5" x 0,0001"extención a 10 cm.
1	8.3.01.B.10806/05	Balanza para servicio pesado 20 Kg.
1	8.3.01.B.10865/05	Fondo.
1	8.3.01.B.10866/05	Tamiz de 3/4.
1	8.3.01.B.10867/05	Tamiz No. 4.
1	8.3.01.B.10868/05	Tamiz No.10.
1	8.3.01.B.10869/05	Tamiz No. 40.
1	8.3.01.B.10870/05	Tamiz No. 200.
1	*	Estufita eléctrica 120 V, 1100 W*
2	*	Hornos eléctricos de 2x3"; modelo 40G*
1	*	1 compresor 240 V*

Fuente: Bodega del CII, julio 2012.

2.1.3.2. Departamento de Estructuras

Para este departamento se usa maquinaria para ensayar características determinadas de diferentes materiales y estructuras. Muchas de las máquinas son de funcionamiento eléctrico, mecánico e hidráulico.

2.1.3.2.1. Laboratorio de Resistencia de Materiales I y II

Para los Laboratorios de Resistencia de Materiales I y Resistencia de Materiales II, un laboratorio es continuación del anterior y las prácticas se realizan en el mismo lugar físico. Los equipos correspondientes son los siguientes:

Tabla XVIII. Inventario de Resistencia de Materiales 1 y 2

Inventario de maquinaria y equipo		
Cant	No. de inventario	Descripción del equipo
1	*	Máquina Universal con accesorios marca Lima Hamilton*

Continuación de la tabla XVIII.

1	*	Máquina para ensayo a compresión, marca Riehle*
1	*	Máquina para ensayo a torsión marca Riehle*
1	*	Máquina dañada *
1	*	Microscopio micrométrico*
1	8.3.01.B.10852/05	Compresometro para cilindros de concreto de 3 x 6
1	8.3.01.B.10505.2002	Un compresor vertical 6,5 HP tanque 60 gls. USA Ult.

Fuente: Bodega CII, julio 2012.

2.1.3.2.2. Laboratorio de Concreto Armado I y II

Los Laboratorios de Concreto Armado I y Concreto Armado II, un laboratorio es continuación del anterior y las prácticas se realizan en el mismo lugar físico. Lo más relevante para las prácticas es la máquina para ensayos de columnas vigas y muros, instalada en el Área de Prefabricados.

Tabla XIX. **Inventario de Concreto Armado 1 y 2**

Inventario de maquinaria y equipo		
Cant	No. de inventario	Descripción del equipo
1	*	Maquina de ensayos de columnas vigas y muros*
1	*	Mesa para doblar metal para estructuras
1	*	Máquina Universal para ensayos Lima Hamilton (la misma que se lista en el inventario de Materiales de construcción)
1	8.301.B.10353/200 1	Maquina de Los ángeles para ensayos Tinus Olsen (la misma que se lista en el inventario de materiales de construcción)

Fuente: Bodega CII, julio 2012.

2.1.3.3. Departamento Hidráulica

El Departamento de Hidráulica posee algunos de los equipos más antiguos y algunos de ellos se caracterizan por estar instalados de manera permanente, razón por la que el laboratorio no puede cambiar de ubicación a pesar de los cambios y ampliaciones que se han dado en el edificio T-5. Los equipos cumplen con la función didáctica, pero muchos de ellos no van de acuerdo al avance tecnológico, y resultan obsoletos.

En este departamento es donde se encuentran la mayor cantidad de equipos que no están registrados en los inventarios y que reciben menos mantenimiento.

2.1.3.3.1. Laboratorio de Mecánica de Fluidos

La maquinaria y equipo para realizar las prácticas se lista a continuación:

Tabla XX. **Inventario de Mecánica de Fluidos**

Inventario de maquinaria y equipo		
	No. de inventario	Descripción del equipo
3	*	Manómetros Diferenciales (fabricadas en el laboratorio, son tablas ranuradas de madera con mangueras de vinil que se cambian cada semestre)*
	*	Aceite de Motor, Mercurio
1	*	Pontoon a escala (marca Tequipment made in England, 2 710 grs total weight, 200 grs Jockey weight, 500 grs uper adjustable weight)*
1	*	Cinta métrica
1	*	Destornillador
1	*	Recipiente plástico para que flote el Pantoon
2	*	Vasos plásticos
1	*	Recipiente traslúcido

Continuación de la tabla XX.

1	8A-18893/96	Kit para la experiencia del teorema de Bernoulli , marca Didacta, Italia
1	*	Banco de metal para montar equipo*
1	*	Banco hidráulico que contiene un banco de metal para montar equipo, una bomba centrífuga (marca stuart turner ltd), un tanque cisterna*
1	*	Cronómetro*
1	*	Cubeta plástica de 8 litros
1	*	Venturímetro, marca Tequipment, dotado de 11 piesómetros*
1	*	Cubeta de 8 litros
1	*	Tanque para flujo en vertederos marca Tequipment dotado de 3 planchas (con 1 vertedero triangular, 1 vertedero trapezoidal, 1 vertedero rectangular)*
1	8A-18891/96	Circuito de tuberías para medición de pérdidas de energía en tuberías y accesorios
1	8O-17263/91	Grupo para prueba de bombas centrífuga serie-paralelo, marca Didacta H24.8DSU
1	*	Equipo para medición de flujo en conductos cerrados con instrumentos de medición de flujo, hecho por estudiantes. Contiene a)un venturímetro, b)una placa de orificio, c)una expansión súbita, d) un rotámetro.*
1	*	Artefacto para visualización de líneas de flujo, marca Tequipment*

Fuente: realizado físicamente con el catedrático del curso en julio 2012.

2.1.3.3.2. Laboratorio de Hidráulica

Los equipos pertenecientes al Laboratorio de Hidráulica, se listan a continuación:

Tabla XXI. **Inventario de Hidráulica**

Inventario de maquinaria y equipo		
	No. de inventario	Descripción del equipo
1	8O-17171/91	Banco para estudio de las pérdidas por fricción en tuberías, incluye un banco hidráulico y una bomba centrífuga, usando la fórmula de Darsy Weisbach*
1	*	Banco para estudiar el fenómeno de cavitación, marca HALE*
1	*	Canal de Hidráulica con cisterna y bomba centrífuga para varias prácticas de simulación. El canal es de pendiente variable. Tiene un tanque calibrado que sirve para medir el caudal por el método volumétrico. Marca Tequipment*

Continuación de la tabla XXI.

1	*	Derivación del canal principal*
1	*	Canal Parshall*
1	*	Simulador de una central eléctrica generadora. Tiene 3 máquinas hidráulicas: una bomba centrífuga, una turbina Pelton (de eje horizontal), un generador eléctrico con medidor de voltaje y amperaje. Tiene 3 manómetros en el sistema.*
1	*	Turbina Kapla, con accesorios incompletos

Fuente: realizado físicamente con el catedrático del curso en julio 2012.

2.1.3.4. Área de Topografía y Transportes

Estos laboratorios tienen la característica que son los únicos en donde los estudiantes portan los equipos, porque como ya se ha mencionado, la práctica y las mediciones son de campo. Por tal razón el equipo está debidamente inventariado y se lleva un control de préstamos.

Hay una persona encargada de entregarlo a cada grupo de estudiantes, y se hace una revisión de daños al recibirlo de vuelta.

2.1.3.4.1. Laboratorio de Topografía I y Topografía II

Se listan en la tabla XXII que se presenta a continuación los equipos correspondientes que se usan en ambos laboratorios.

Tabla XXII. **Inventario de Topografía 1 y 2**

Inventario de maquinaria y equipo		
	Cantidad	Descripción del equipo
12	Del 8A-34159/09 al 8A-34170/09	Unidades de GPS marca Garmin, modelo Etrex Vista Hcx, serie No. 16D227784, incluye CD con software de información y programa Map Source y 1 cable USB.
2	8Q-27578/06 8Q-27579/06	GPS GARMIN modelo Extrevista
1	8Q-23869/02	GPS o topográfico marca ASHTECH mod. Promark 2: de frec. simple L1 y C/A, precisión hor. 5mm+1ppm, vert. 10mm+2ppm, cap. de almacenar 500 ptos.; 2 receptores Promark, 2 de 8Mb, de memoria interna, con estuche, 2 manuales.
10	Del 8A-15155/88 al 8A-15166/88	Clinómetro sin descripción
10	Del 8A-15173/88 al 8A-15184/88	Curvímeter sin descripción.
1	Estacion Total	Estación total LEICA
1	8A-15136/88	Estereoscopio de espejo
3	Del 8A-15150/88 al 8A-15153/88	Estadal telescópico
10	Del 8A-15143/88 8A-15148/88	Jalón sin descripción
11	Del 8A-31566/08 al 8A-31576/08	Nivel topográfico marca South modelo NL-28, autonivelante, aumento mínimo 28X, trípode de aluminio, estuche manual y herramientas,
2	8Q-22059/01 8Q-22060/01	Nivel automático marca Wild, modelo na20, serie No. 683855, con trípodes de aluminio, completamente nuevo.
1	8Q-22078/01	Nivel automático marca Sokkia, serie No. 24452 con trípodes de aluminio.
1	8A-36478/11	Nivel óptico automático Spectra precisión, modelo AL24A, en aluminio, serie No. 837965. Caract.: aumento 24x, precisión +2,0mm, apertura 30mm, dist. de enfoque 0.6m, compensador de amort. de aire, espejo para burbuja de nivel.
3	Del 8A-15185/88 al 8A-15187/88	Planímetro polar
2	8A-17523/92 8B-14168/86	Teodolito Marca Pentax con su respectivo trípode y patas extensibles,
12	Del 8A-31554/08 al 8A-31565/08	Teodolito electrónico marca South, modelo ET-05, serie No. T71216,
1	8A-27468/06	Teodolito digital marca FOIF
6	Del 8A-15167/88 al 8A-15172/88	Termómetro De máx. y mínimo.
20	Del 8A-31577/08 al 8A-31596/08	Trípode de aluminio, cabeza plana, rosca universal, modelo ATS-1,
1	8C-34613/09	Impresora marca Canon modelo IP1900, serie No. HKXC46586, incluye: CD de instalación, guía de inicio y cable de corriente,
1	8C-36300/10	UPS De 700VA, marca Forza SL-761, serie No. 221004102701, protección contra corto circuito,

Fuente: Departamento de Tesorería FIUSAC.

2.1.4. Encuestas

“Encuesta es la actividad que implica obtener información parcial de los elementos o sucesos simples y compuestos que integran la totalidad de las observaciones o valores de interés de una población.”⁴⁵

“Cuestionario es un instrumento utilizado para la recolección de información, diseñado para poder cuantificar y universalizar la información y estandarizar el procedimiento de la encuesta. Es de carácter acumulativo que permiten hacer escalas de evaluación. La finalidad es conseguir la comparabilidad de la información.”⁴⁶

Se puede decir que es un estudio observacional en el que se busca recaudar datos por medio de un cuestionario prediseñado. La encuesta, cuestionario o cualquier instrumento de medida, nunca debe modificar el entorno o las circunstancias. Tampoco controla el proceso que está en observación. Los datos se obtienen a partir de realizar un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio.

Para realizar la encuesta por medio del cuestionario, se siguieron los siguientes pasos:

- Definir la población: “conjunto total de individuos, elementos, objetos, valores o medidas, que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado.”⁴⁷ En éste caso

⁴⁵ Fuente: MORALES PEÑA, Otto René. *Métodos Cuantitativos II*. p 3.

⁴⁶ Fuente: <http://es.scribd.com/doc/325688/Conceptos-basicos-de-Metodologia-de-la-Investigacion>. Consulta: diciembre de 2012.

⁴⁷ Fuente: MORALES PEÑA, Otto René. *Métodos Cuantitativos II*. p 2.

se toma como población a los catedráticos y auxiliares de los Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil.

- Definir la unidad de análisis: es la unidad para la cual se desean obtener los datos, en éste caso son los Laboratorios de Ingeniería Civil.
- Definir las características: es un término general que se usa para una variable o atributo que tiene diferentes valores para las diferentes unidades de muestreo o análisis.

En este caso las características son:

- ✓ Aspectos físicos de los laboratorios (maquinaria, instalaciones, condiciones ambientales).
- ✓ Relación cuantitativa entre alumnos y catedráticos
- ✓ Apoyo a los laboratorios
 - con presupuesto
 - con respuesta
 - con seguimiento
- Definir las variables o atributos: se refiere a los términos específicos de las características: cantidad de alumnos en los laboratorios, cantidad de profesores, cantidad de máquinas, condiciones ambientales (iluminación, temperatura, ventilación) y apoyo que se recibe para los laboratorios.
- Definir la clasificación de las variables: las variables son categóricas

- Definir la escala: la escala es ordinal que además de tener varias categorías, mantienen un orden de mayor a menor:
 - ✓ Demasiado
 - ✓ Adecuado
 - ✓ Poco

- Elegir el instrumento de medida: se usa un cuestionario

- Definir el constructo: es el objeto a medir, es lo que se quiere medir el constructo son las condiciones físicas y el equipamiento actual de los Laboratorios de Ingeniería Civil.

- Identificar el marco muestral: en este caso no se necesita marco muestral porque se toma toda la población.

- Determinar el error permitido: en este caso no se estima error, porque no se hace inferencia estadística.

Las fuentes de información primaria que se tomaron son: entrevistas no estructuradas y encuesta por medio de cuestionarios a catedráticos, auxiliares, observación directa de laboratorios y maquinaria, cuadros de asignación proporcionados por los catedráticos, datos proporcionados por Control Académico, datos proporcionados por la EIC y el CII, planos proporcionados por la Unidad de Planificación, entre otros.

El formato del cuestionario se presenta en el apéndice 1.

2.1.4.1. Población estudiantil de Ingeniería Civil

Se solicitó al Centro de Cálculo, el registro de estudiantes inscritos en la Escuela de Ingeniería Civil en el año 2011 y 2012, para obtener la relación en porcentaje de los usuarios de laboratorios, con respecto a la cantidad de alumnos inscritos.

Los datos obtenidos se presentan en la tabla siguiente:

Tabla XXIII. **Estudiantes Inscritos en la Escuela de Ingeniería Civil**

AÑO 2011	AÑO 2012
2 271 estudiantes inscritos	2 071 estudiantes inscritos

Fuente: Centro de Cálculo. FIUSAC.

2.1.4.2. Estudiantes asignados a laboratorios

De los 2 071 estudiantes inscritos a la carrera de Ingeniería Civil en el primer semestre del 2012, tabla XXIII, se asignaron a laboratorios 1 776 alumnos, según se indica en la tabla XXIV, que representa el 85 %.

Este dato representa la relevancia de los laboratorios dentro de la carga académica, y permite corroborar la importancia de la propuesta de mejora.

Tabla XXIV. **Estudiantes asignados a laboratorios**

Nombre del laboratorio	Cantidad de alumnos inscritos en laboratorios 1er semestre de 2012
Laboratorio de Resistencia de Materiales 1	341 alumnos inscritos
Laboratorio de Resistencia de Materiales 2	167 alumnos inscritos
Laboratorio de Concreto Armado 1	59 alumnos inscritos
Laboratorio de Concreto Armado 2	78 alumnos inscritos
Laboratorio de Mecánica de Fluidos	342 alumnos inscritos
Laboratorio de Hidráulica	170 alumnos inscritos
Laboratorio de Hidrología	79 alumnos inscritos
Laboratorio de materiales de Construcción	174 alumnos inscritos
Laboratorio de Mecánica de Suelos	128 alumnos inscritos
Laboratorio de Topografía 1	126 alumnos inscritos
Laboratorio de Topografía	112 alumnos inscritos
Total de alumnos en todos los laboratorios	1 776 alumnos inscritos

Fuente: elaboración propia, con base en los cuadros de asignación proporcionados por los catedráticos de cada laboratorio.

2.1.4.3. Encuestas a docentes

Se realizaron las encuestas a catedráticos de laboratorios de Ingeniería Civil y a auxiliares.

Cuando la población es pequeña como en este caso, es posible entrevistar a toda la población, sin la necesidad de sacar una muestra y hacer inferencia estadística.

Previo a las encuestas con cuestionario, se tuvo repetidas entrevistas no estructuradas con los catedráticos y auxiliares de cada uno de los laboratorios, así como recorridos por las instalaciones. Los recorridos se realizaron durante las prácticas con todos los alumnos y en períodos en que los laboratorios estaban vacíos.

Esta información fue muy valiosa para tomar en cuenta todos los asuntos relevantes y darle la estructura adecuada al cuestionario, cuyo formato se encuentra en el apéndice.

2.1.4.3.1. Resultados y gráficas de las preguntas estandarizadas

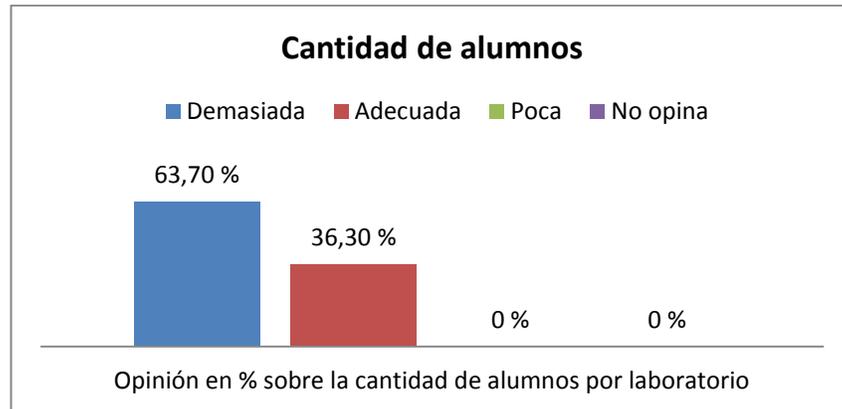
Los resultados y gráficas de las preguntas estandarizadas se presentan a continuación:

Tabla XXV. Preguntas sobre cantidad de alumnos y auxiliares

	%			
	Demasiada	Adecuada	Poca	No opina
Opinan que:				
La cantidad de alumnos por laboratorio es:	63,7 %	36,3 %	0 %	0 %
La cantidad de auxiliares para el laboratorio es:	0 %	27,27 %	54,54 %	0 %

Fuente: elaboración propia.

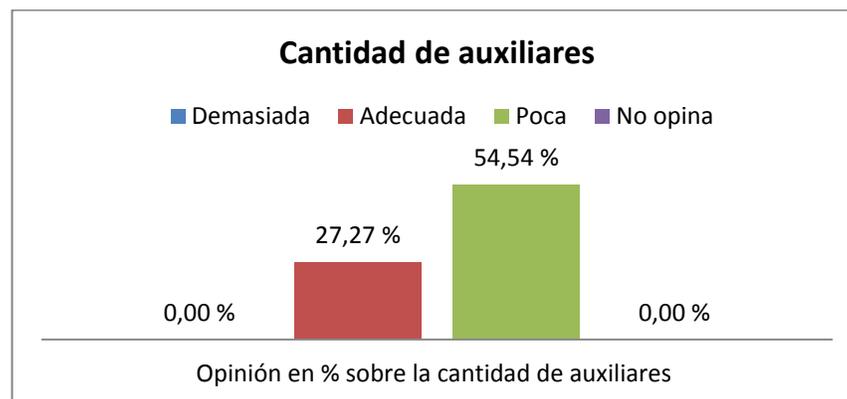
Figura 45. **Gráfica de respuestas sobre cantidad de alumnos**



Fuente: elaboración propia.

El 63,7 % de los encuestados opinan que la cantidad de alumnos es demasiada, y el 36,3 % que es adecuada. Se hace notar que ninguno opina que la cantidad de alumnos sea poca.

Figura 46. **Gráfica de respuestas sobre cantidad de auxiliares**



Fuente: elaboración propia.

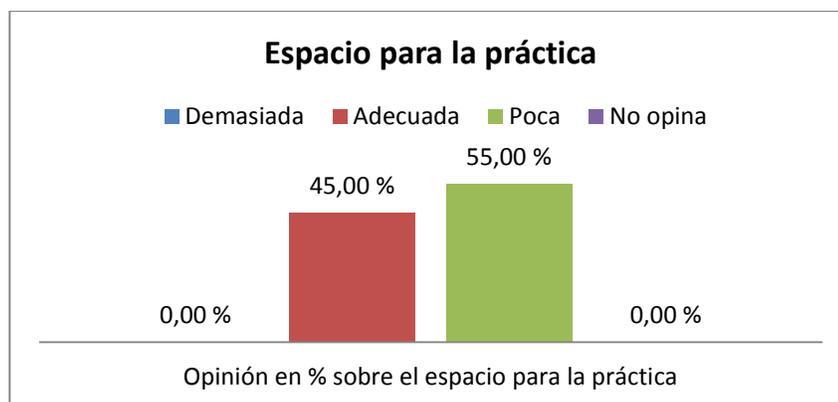
Con respecto a la cantidad de auxiliares y/o preparadores de práctica, el 54 % opinan que son pocos, y un 27 % opinan que es adecuada. En ningún laboratorio opinan tener demasiados auxiliares.

Tabla XXVI. **Pregunta sobre espacio para realizar la práctica**

	%			
	Demasiada	Adecuada	Poca	No opina
Opinan que:				
El espacio para realizar la práctica es:	0 %	45 %	55 %	0 %
El espacio para Ubicar los equipos es:	0 %	62,5 %	37,5 %	0 %

Fuente: elaboración propia.

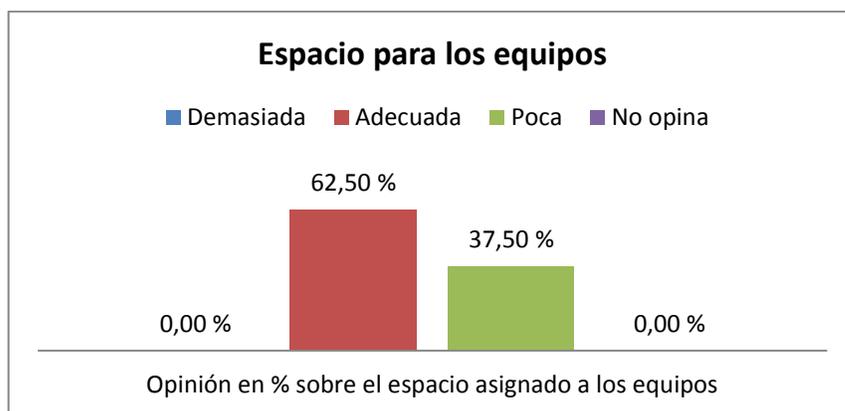
Figura 47. **Gráfica de respuestas de espacio para la práctica**



Fuente: elaboración propia.

El espacio para realizar la práctica se refiere al área física que se dispone para cada laboratorio, el 55 % de los entrevistados opinaron que el espacio es poco y el 45 % que es adecuado.

Figura 48. **Gráfica de respuestas de espacio para equipos**



Fuente: elaboración propia.

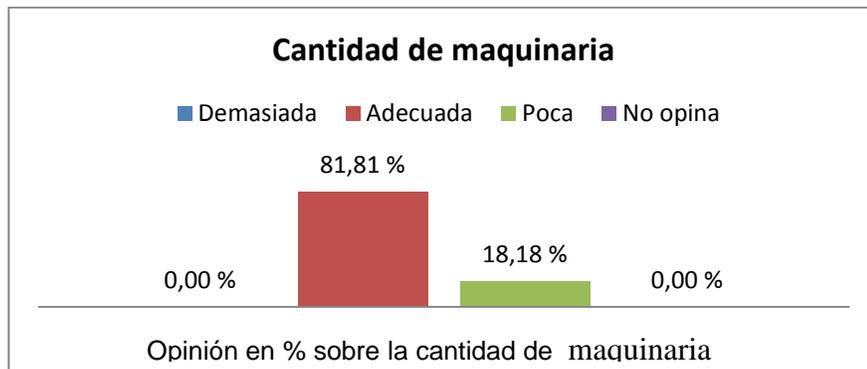
Los equipos que se usan en cada laboratorio se ubican dentro del área disponible en los mismos, esta área según el 62,5 % de los entrevistados es adecuada, y según el 37,5 % es poca.

Tabla XXVII. **Respecto a modernidad, cantidad y mantenimiento del equipo**

	%			
	Demasiada	Adecuada	Poca	No opina
Opinan que:				
La cantidad de maquinaria es:	0 %	81,81 %	18,18 %	0 %
La cantidad del equipo es:	0 %	30 %	70 %	0 %
El mantenimiento al equipo es:	0 %	18,18 %	81,81 %	0 %
El mobiliario para práctica y equipo es.	0 %	25 %	75 %	0 %

Fuente: elaboración propia.

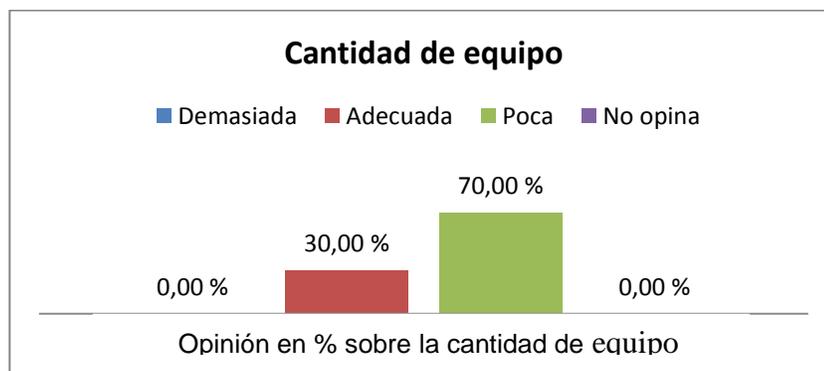
Figura 49. **Gráfica de respuestas de cantidad de maquinaria**



Fuente: elaboración propia.

Los laboratorios están dotados de maquinaria según las necesidades del contenido de las prácticas, el 81,81 % de los entrevistados opinan que es adecuada, y el 18,18 % opinan que es poca en cuanto a cantidad.

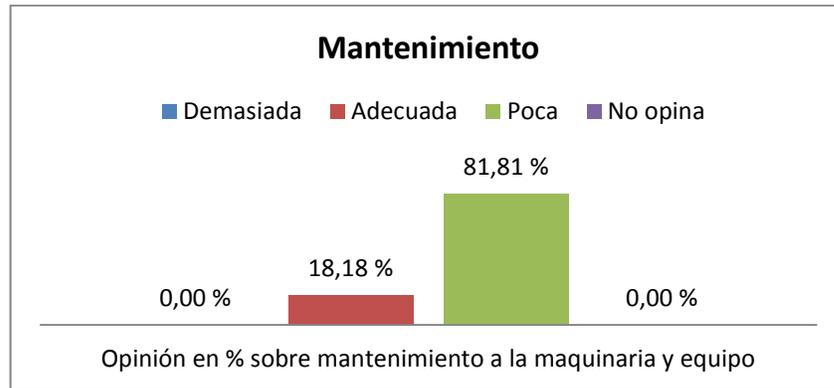
Figura 50. **Gráfica de respuestas de cantidad de equipo**



Fuente: elaboración propia.

El equipo que se usa en los laboratorios, el 30 % opinan que es adecuado y el 70 % opinan que es poco.

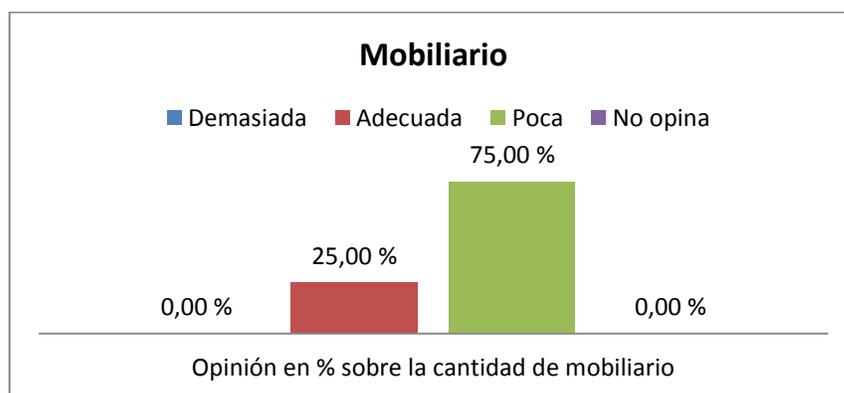
Figura 51. **Gráfica de respuestas sobre mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Respecto al mantenimiento que recibe tanto la maquinaria como el equipo, solamente el 18,18 % de los entrevistados opinan que es adecuado, mientras que el 81,81 % opinan que es poco.

Figura 52. **Gráfica de respuestas sobre mobiliario**



Fuente: elaboración propia.

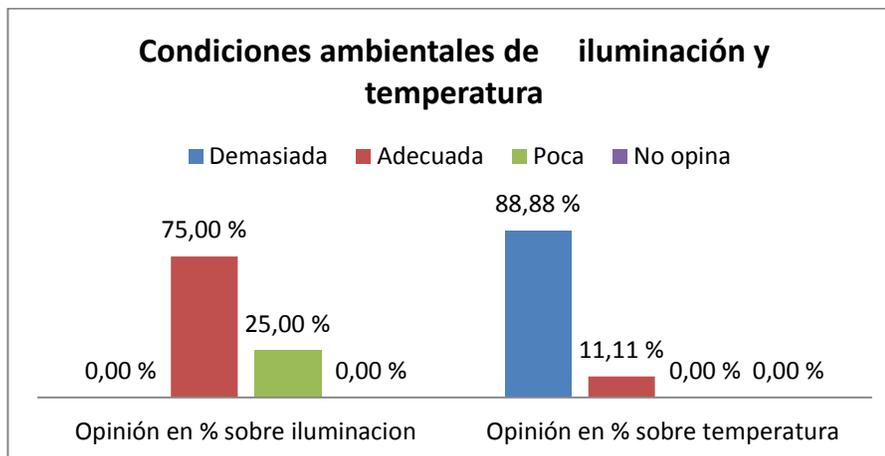
El mobiliario con que cuentan los laboratorios, se refiere a mesas, bancas, estanterías, armarios, casilleros, entre otros. El 25 % de los encuestados opinan que es adecuado, y el 75 % que es poco.

Tabla XXVIII. **Respecto a condiciones ambientales**

	%			
	Demasiada	Adecuada	Poca	No opina
Opinan que:				
La iluminación es:	0 %	75 %	25 %	0 %
La temperatura es:	88,88 %	11,11 %	0 %	0 %
La ventilación es:	0 %	50 %	50 %	0 %
El ruido externo es.	25 %	50 %	25 %	0 %
La seguridad para los equipos es:	0 %	37,5 %	62,5 %	0 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 53. **Gráfica de respuestas sobre iluminación y temperatura**

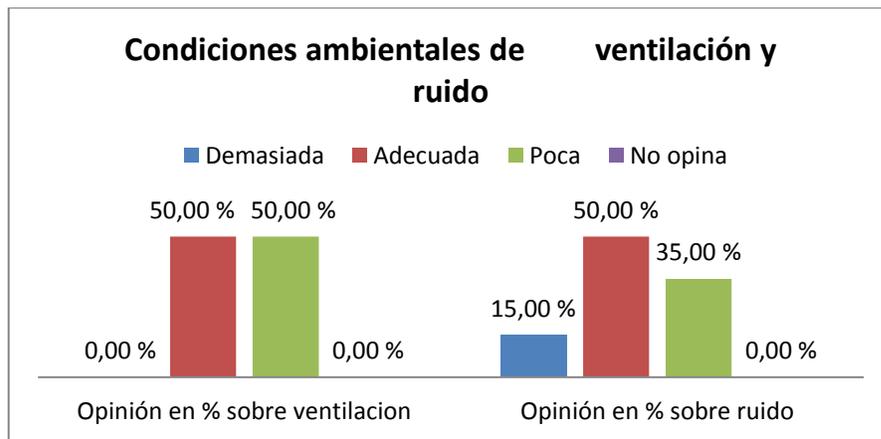


Fuente: elaboración propia.

Respecto a la iluminación dentro de los laboratorios el 75 % opina que es adecuada, y el 25 % que es poca.

Sobre la temperatura el 88,88 % opinan que es demasiada, es decir que hay mucho calor durante las prácticas, el 11,11 % opinan que es adecuada.

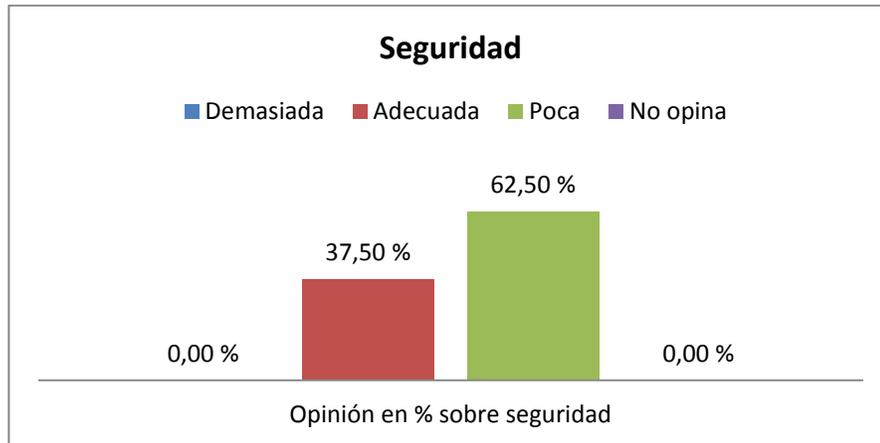
Figura 54. **Gráfica de respuestas sobre ventilación y ruido**



Fuente: elaboración propia.

Sobre la ventilación el 50 % de los entrevistados opinan que es adecuada, y el 50 % que es poca. Sobre el ruido, el 15 % opinan que hay demasiado ruido, el 50 % opinan que es adecuado y no afecta la práctica y el 35 % que es poco.

Figura 55. **Grafica de respuestas sobre seguridad**



Fuente: elaboración propia.

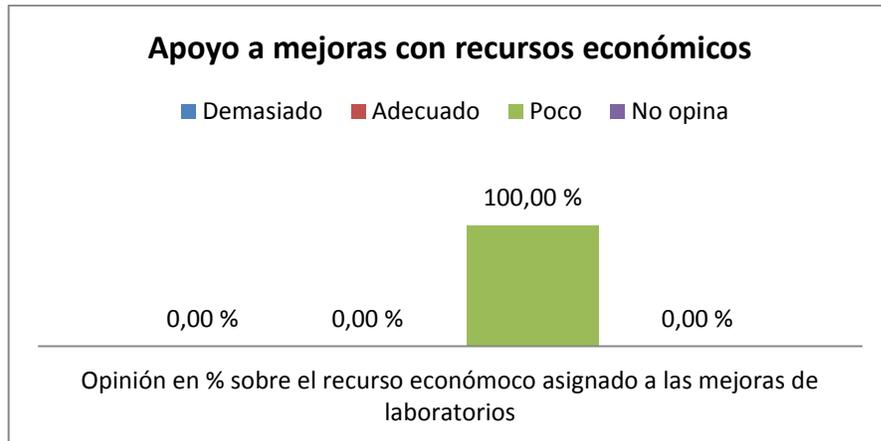
La seguridad que existe para la maquinaria, equipo y el acceso libre de cualquier persona a los laboratorios, el 37,5 % opinan que es adecuada, y el 62,5 % que es poca.

Tabla XXIX. **Respecto a el apoyo para mejoras**

	%			
	Demasiada	Adecuada	Poca	No opina
Opinan que:				
El recurso económico que recibe es:	0 %	0 %	100 %	0 %
La respuesta de las autoridades es:	0 %	0 %	100 %	0 %
El seguimiento a propuestas o proyectos de mejora es:	0 %	0 %	100 %	0 %

Fuente: elaboración propia.

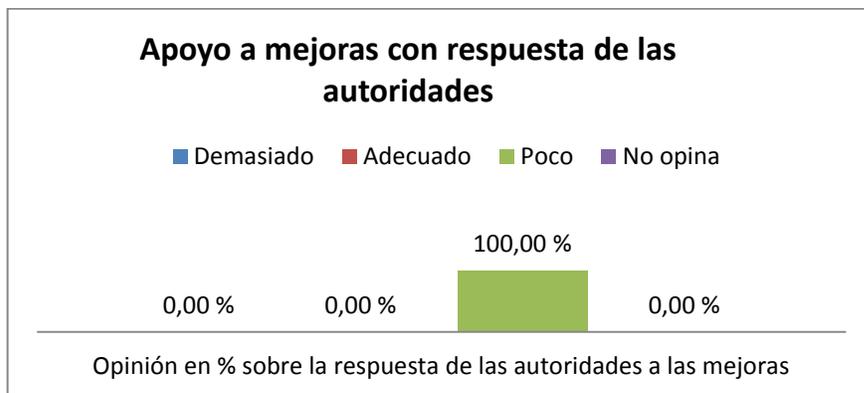
Figura 56. **Gráfica de respuestas sobre apoyo económico**



Fuente: elaboración propia.

El apoyo a las mejoras con recursos económicos asignados a los laboratorios, el 100 % de los entrevistados opinan que es poco.

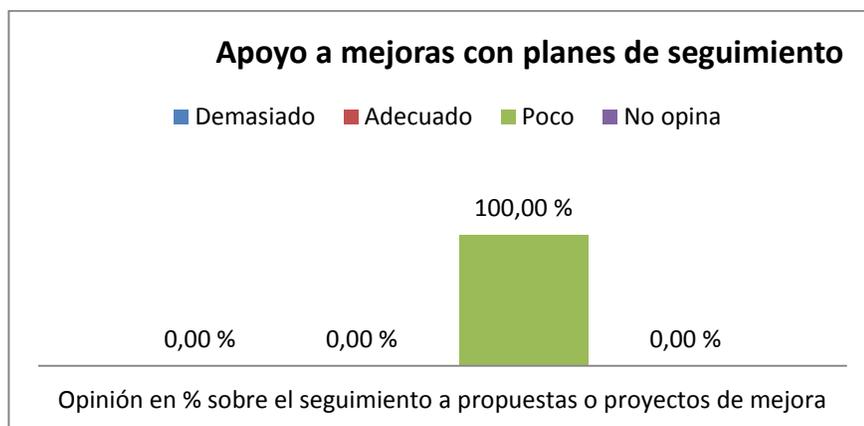
Figura 57. **Gráfica de respuestas sobre apoyo recibido de las autoridades**



Fuente: elaboración propia.

El apoyo a las mejoras relacionado con la respuesta que dan las autoridades a las necesidades y requerimientos que se plantean de los laboratorios, el 100 % de los entrevistados opinan que es poco.

Figura 58. **Gráfica de respuestas al apoyo con planes de seguimiento**



Fuente: elaboración propia.

El apoyo a las mejoras de los laboratorios, con propuestas nuevas y seguimiento de proyectos, el 100 % de los entrevistados opinan que es poco.

2.1.4.3.2. Compilación de la pregunta de respuesta libre con opiniones y sugerencias

En la última pregunta de los cuestionarios se piden sugerencias, y se obtuvieron los siguientes comentarios:

- Los catedráticos piden más apoyo de la EIC, en palabras textuales dicen sentirse desatendidos en cuanto a las necesidades de los laboratorios de carácter docente.
- Se debe planear que el uso de los equipos para prácticas docentes no se traslape con las actividades del CII.
- No están de acuerdo con que la prioridad es para las actividades del CII, las actividades docentes generalmente se deben adaptar.
- Opinan que el acceso a los laboratorios es muy libre
- La falta de mantenimiento a los edificios, daña permanentemente los equipos.
- Hay máquinas que tienen más de 40 años y no han recibido un mantenimiento formal.
- No existe suficiente comunicación directa entre el CII y la EIC, para que se discutan abiertamente las necesidades de ambos.
- Con respecto al personal, hay muchos que solo hacen pasantías y/o prácticas; aprenden y se van.
- Opinan que se debe reorientar el presupuesto del CII con cierta independencia para sostener las propias necesidades.
- La Escuela de Ingeniería Civil, debería de contar con equipo propio, computadoras, escritorios, etc. porque casi todo pertenece al CII.
- Se debe establecer un mecanismo de comunicación de necesidades de doble vía entre auxiliares, catedráticos, y coordinadores de área.
- Los laboratorios no deberían ser lugares de paso
- Los catedráticos que dan la parte teórica en las aulas del T-3, solicitan un escritorio docente.
- Se debe establecer un mecanismo para que los laboratorios tengan un recurso económico a su disposición, a modo de caja chica.

- El mantenimiento de los equipos es un tema que debe tratarse con el fin de establecer un presupuesto para mantenimiento preventivo, ya que representa mayor pérdida el desgastarlos sin control.
- El 100 % de los encuestados opinan que es poco el recurso económico, el apoyo y el seguimiento a las mejoras para los laboratorios.
- La seguridad industrial es un tema que debería tomarse más seriamente, para que todos los docentes tomen la responsabilidad de la seguridad.
- En las contrataciones no se considera el tiempo para atender a estudiantes, y los laboratorios demandan mucho tiempo extra.
- Se debe invertir más en los laboratorios para que sean verdaderos centros de práctica, y la acreditación tenga una verdadera relevancia.
- La trazabilidad de los equipos es un tema que debe priorizarse para la certificación de los laboratorios.
- Existe una ruptura de comunicación entre los catedráticos de curso y los catedráticos de los laboratorios respectivos a cada curso.
- Los catedráticos de laboratorios no se acercan a la coordinación, es necesario que se sientan parte de la EIC y acudan a plantear las necesidades, inquietudes y sugerencias.
- El tiempo de contratación de las coordinaciones, no está de acuerdo a las atribuciones, y quedan muchas actividades que no es posible realizar.
- El mantenimiento de las maquinarias de laboratorios, debe ser realizado por personal especializado.
- Falta presupuesto y más personal (auxiliares, preparadores de práctica)
- Aunque los equipos y maquinaria de laboratorio estén en buenas condiciones, es necesario que la EIC invierta en la modernización, ya que se debe estar a la altura de la tecnología actual.

2.1.5. Ponderación por puntos

La ponderación por puntos es un método de análisis para comparar alternativas.

Durante el desarrollo del presente informe se determinó que la propuesta debe ser única, basada en las entrevistas no estructuradas, los resultados de la encuesta, las mediciones directas y observaciones realizadas en la locación actual de cada laboratorio.

2.1.6. Priorización de variables

Para ordenar los elementos de criterio en la propuesta de mejoras, se analizan las variables haciendo una agrupación temática de las mismas.

- Variable A = referente a las personas (cantidad de alumnos y cantidad de docentes).
- Variable B = referente a las máquinas (cantidad de equipo, modernidad de equipo, mantenimiento, área para la práctica).
- Variable C = referente a las condiciones físicas y ambientales (iluminación, ventilación, temperatura, espacios).
- Variable D = referente a los recursos económicos
- Variable E = referente al apoyo de las autoridades (respuesta a las necesidades planteadas, seguimiento).

En base a la agrupación anterior, se relacionan las variables en una matriz indicando el grado de influencia que tienen entre sí.

Se toma el criterio: 0 = no influye
 1 = influye poco
 2 = influye mucho

Ya definidas las variables, se construye una relación matricial, indicando los totales de cada eje que permitirán posteriormente ponderar cada variable.

La matriz de influencias es la siguiente:

Tabla XXX. **Matriz de influencias**

Y → X		X = Dependencia					TOTAL X
		A	B	C	D	E	
Y =Influencia	A		1	1	0	0	2
	B	1		1	0	0	2
	C	1	0		0	0	1
	D	2	2	1		1	6
	E	2	2	2	2		8
TOTAL Y	6	5	5	2	1	19	

Fuente: elaboración propia.

Luego se encuentra el peso de influencia de cada variable y se presentan en la tabla XXXI, según la relación: $I_n = X_n / \sum(X_1 + X_2 + \dots + X_n)$.

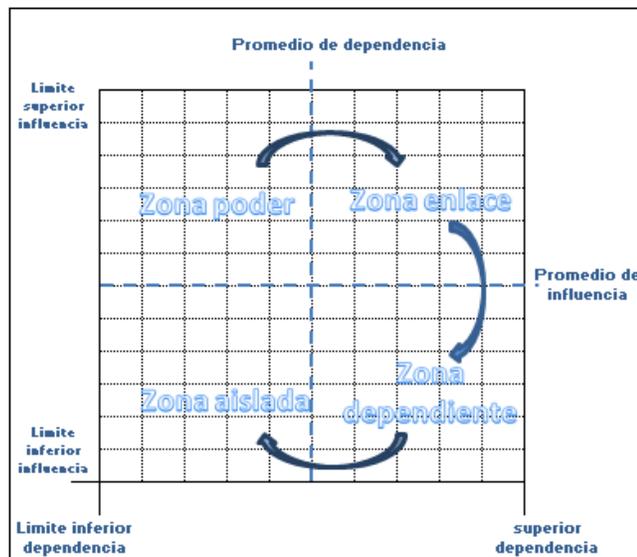
Tabla XXXI. **Peso de las variables**

	Influencia	Dependencia
A	0,1	6
B	0,1	5
C	0,1	5
D	0,3	2
E	0,4	1
TOTAL	1,0	19
PROM.	0,2	3,8

Fuente: elaboración propia.

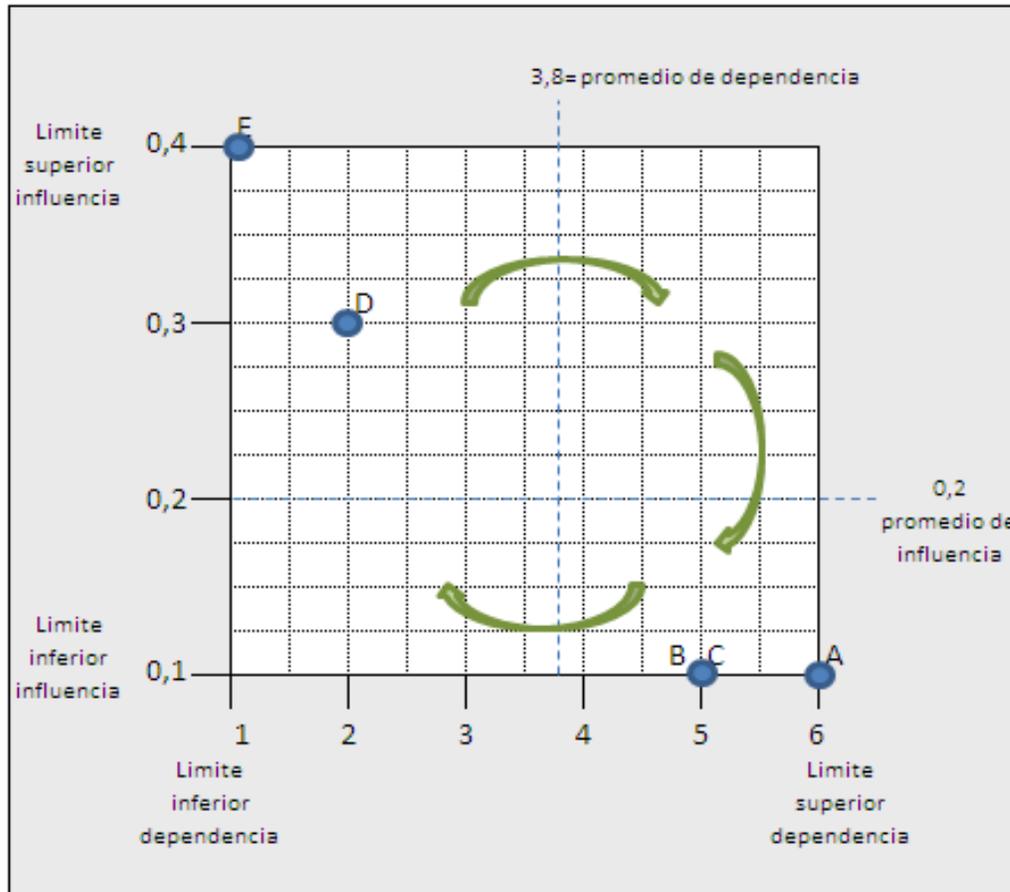
Los datos obtenidos en la tabla de peso de variables, relacionan a cada variable con un valor de influencia y uno de dependencia. Se grafican y se interpretan según la ubicación en un esquema dividido en zonas, que van de mayor independencia a mayor dependencia, según lo muestra la figura 59.

Figura 59. **Ilustración de relaciones de influencia**



Fuente: adaptado de método de priorización de variables basado en matrices, CICAPSO, SAC.

Figura 60. **Gráfica de relaciones de influencia**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica se observa que las variables E y D se encuentran en la zona de poder, es decir que su atención es prioritaria para provocar resultados en las variables A, B y C, que se encuentran todas en la zona de dependencia.

Se puede observar que la variable E se encuentra en el límite más alto, y corresponde al apoyo que las autoridades de la FIUSAC, brinden a las necesidades de los laboratorios, así como el interés y seguimiento adecuado a los planes y proyectos de mejora.

La variable D que también se encuentra en la zona de poder, indica que con la asignación de recursos económicos adecuados, se solventarán las necesidades relacionadas a la cantidad de personal, maquinaria e instalaciones físicas y condiciones ambientales, representadas en las variables A, B y C.

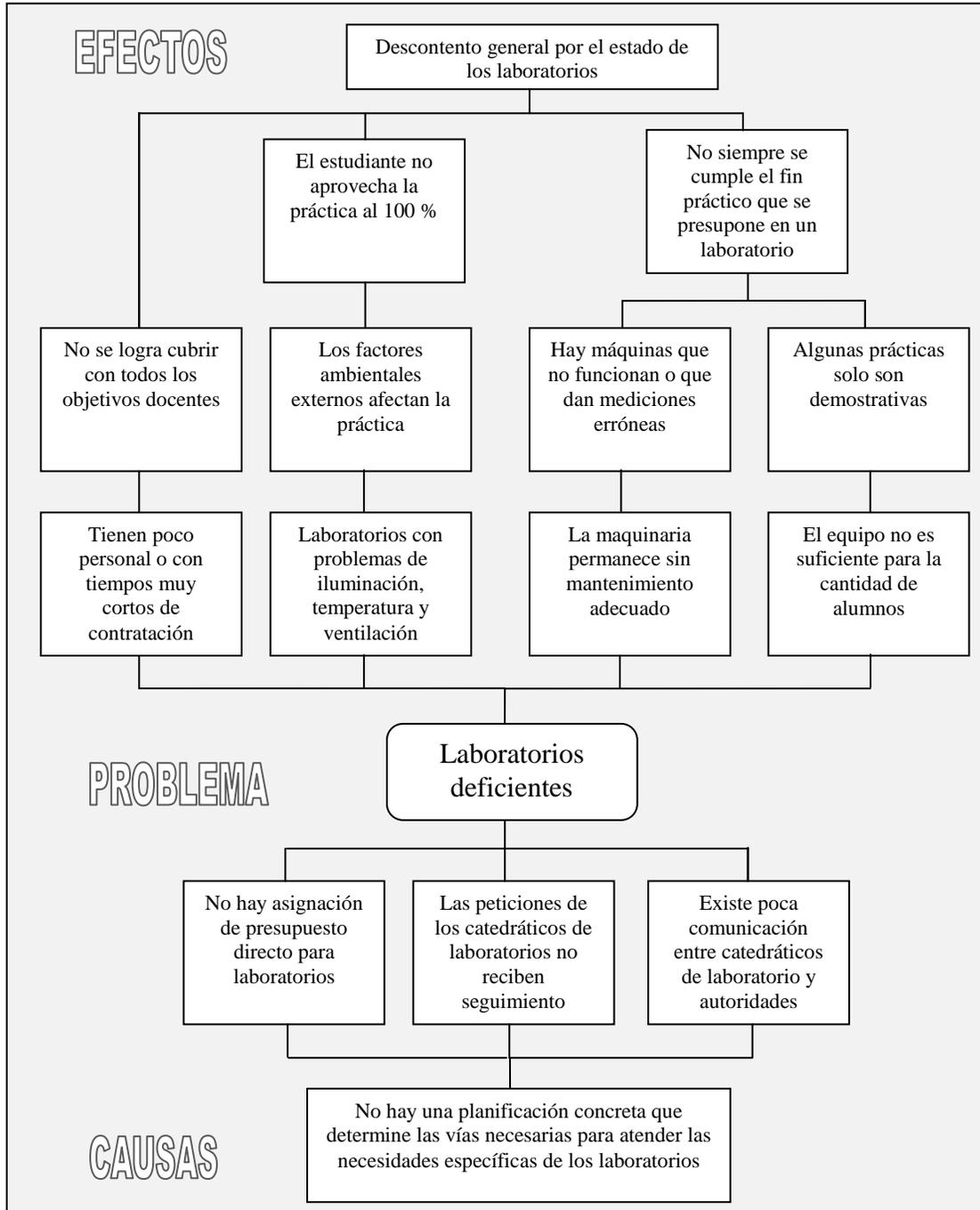
2.1.7. Diagrama de Árbol

Por medio del Diagrama de Árbol de Problemas, figura 61, como herramienta metodológica, se puede visualizar, de manera puntual, los aspectos generales que inciden como causa en la situación actual de los laboratorios, que en este caso se identifica como el problema, y también se van identificando las situaciones que surgen como consecuencias generadas por cada condición anterior.

La finalidad de identificar una situación, es encontrar maneras o caminos para solucionarlo. Basándose en esta finalidad, después de construir un Diagrama de Árbol de Problemas, se construye un Diagrama de Árbol de Objetivos, figura 62, que dan respuesta a cada uno de los aspectos mencionados.

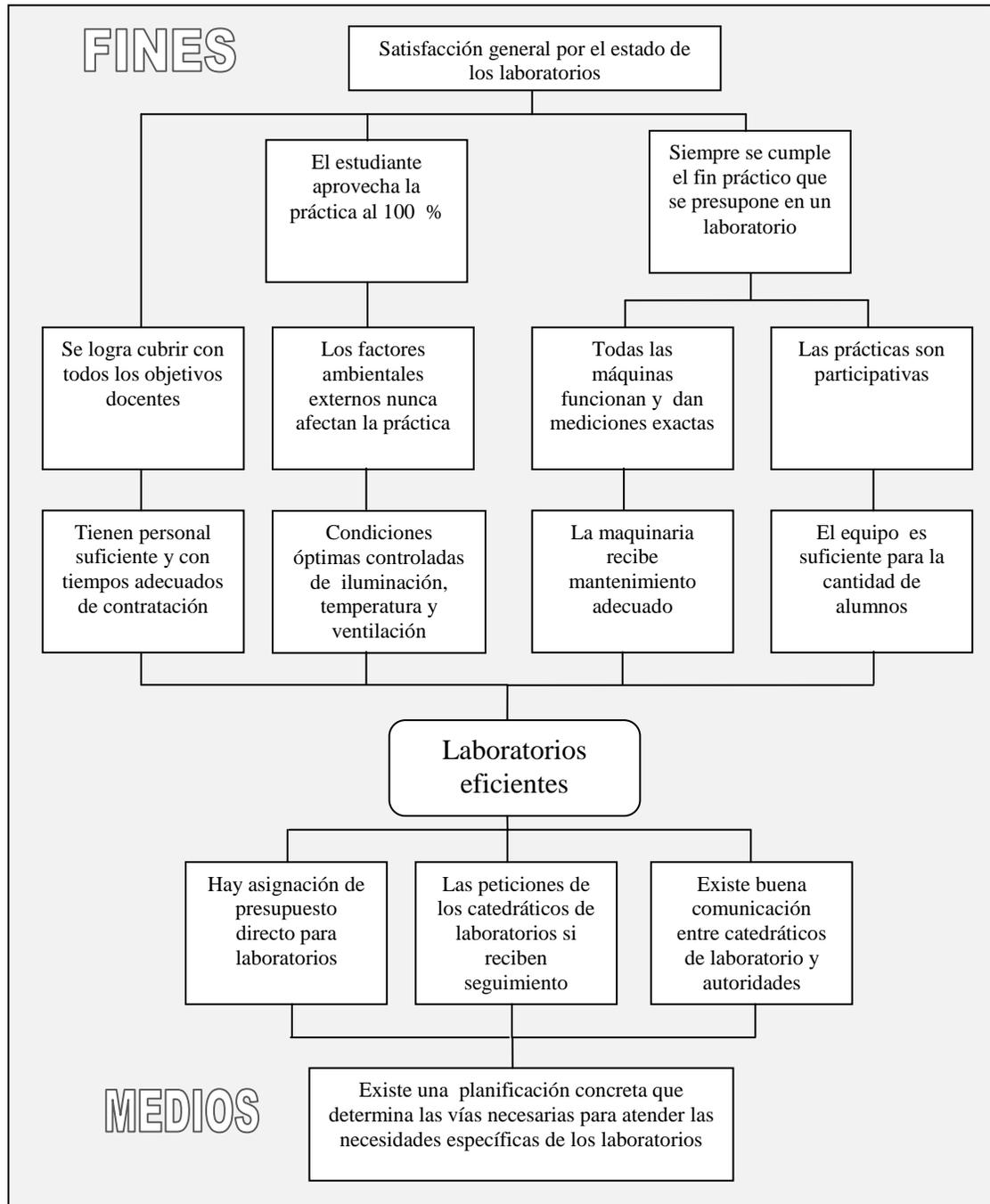
De igual manera que en el árbol de problemas, el árbol de objetivos presenta como al solucionar algunos aspectos identificados como la raíz, consecuentemente se puede cambiar las situaciones que éstos hubieran generado.

Figura 61. Diagrama de Árbol de Problemas



Fuente: elaboración propia.

Figura 62. Diagrama de Árbol de Objetivos



Fuente: elaboración propia.

Las alternativas de solución se basan en la factibilidad de que los medios identificados sean realizables, para obtener los fines deseados. Se presentan en la siguiente tabla, como los resultados ya obtenidos de la ejecución de dichos medios.

Tabla XXXII. **Matriz del proyecto**

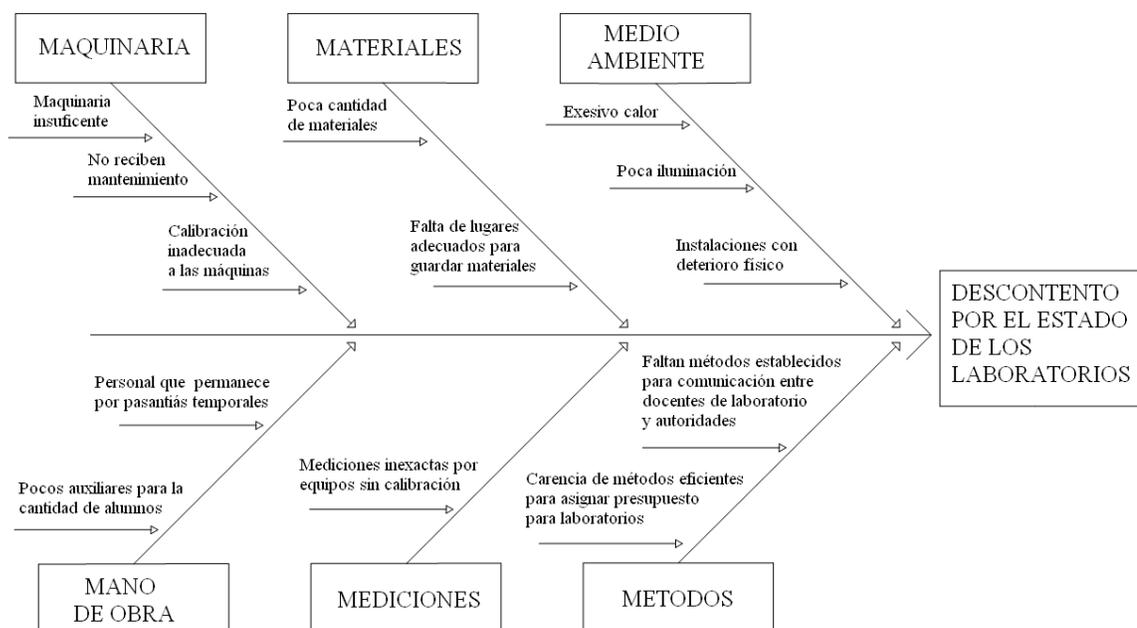
<p><u>Objetivo global</u></p> <p>1. Satisfacción general por el estado de los laboratorios</p>	<p><u>Indicadores</u></p> <p>1. La siguiente autoevaluación realizada por la EIC a los laboratorios, resulta positiva</p>	<p><u>Factores externos</u></p> <p>La ACAAI concede la re-acreditación a la EIC, sin observaciones dirigidas a los laboratorios.</p>
<p><u>Objetivo específico</u></p> <p>2. Laboratorios eficientes</p>	<p><u>Indicadores</u></p> <p>1. Los resultados de la encuesta mejoran progresivamente cada semestre</p>	<p><u>Factores externos</u></p> <p>Los estudiantes aprovechan al máximo las prácticas dentro de los laboratorios.</p>
<p><u>Resultados</u></p> <p>3. Presupuesto asignado a los laboratorios</p> <p>4. Mecanismos claramente establecidos de comunicación y seguimiento eficientes</p> <p>5. Presentación de plan orientado a mejoras y mantenimiento de laboratorios</p>	<p><u>Indicadores</u></p> <p>1. En término de dos años, se han realizado el 70 % de mejoras a las instalaciones y se ha adquirido el 70 % de maquinaria y equipo recomendado.</p>	<p><u>Factores externos</u></p> <p>El presupuesto asignado aumenta en relación al crecimiento de las necesidades que van surgiendo para el óptimo funcionamiento de los laboratorios.</p>
<p><u>Actividades</u></p> <p>1. Iniciar las gestiones necesarias para asignar presupuesto</p> <p>2. Establecer las pautas para la comunicación</p> <p>3. Realizar las actividades pertinentes y asignar responsables de ejecutar el plan</p> <p>4. Realizar al final de cada semestre, la encuesta para evaluación de los avances en los laboratorios</p>	<p><u>Insumos</u></p> <p>1. Personal designado a realizar gestiones</p> <p>2. Personal designado a realizar el plan</p> <p>3. Personal designado a realizar la encuesta</p>	<p><u>Factores externos</u></p> <p>Se hacen convenios con organismos y entidades ajenas a la EIC que apoyen con tecnología, capacitaciones, maquinaria, materiales o insumos destinados a los laboratorios.</p>

Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Diagrama de Causa y Efecto

El problema de los laboratorios es que actualmente pueden calificarse como deficientes, situación que produce un descontento general. La evaluación realizada por ACAAI, indica que deben mejorarse las condiciones de los mismos. En el diagrama siguiente se indican las variables que pueden representar las causas que inciden en las deficiencias.

Figura 63. Diagrama de Causa y Efecto



Fuente: elaboración propia.

Las causas señaladas son consecuencia de una causa raíz que se identifica como la falta de planificación concreta que determine las vías necesarias para atender las necesidades de los laboratorios.

2.1.9. Fortalezas y debilidades

Los datos que se recogieron en los laboratorios, las encuestas que se realizaron y los planteamientos de análisis anteriores, son la base para formular finalmente las fortalezas y debilidades encontradas, con el fin de proponer soluciones.

Se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla XXXIII. **Fortalezas y debilidades en los Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil**

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Los laboratorios están dotados, en la mayoría con maquinaria adecuada a las prácticas que realizan.</p> <p>Los catedráticos y auxiliares están involucrados y con muy buena disposición y entrega para la realización de las prácticas</p> <p>El apoyo del CII para los laboratorios es muy valioso, debido a que el CII realiza servicios a entidades externas, y cuenta con normas de calidad, procedimientos, equipos, personal que están en constantes innovaciones y mejoras.</p>	<p>La maquinaria y el equipo a pesar de que es adecuado, no es suficiente para la población que asiste a los laboratorios.</p> <p>Faltan auxiliares o personal de apoyo para las prácticas, y las contrataciones fijas de los coordinadores son por tiempos menores a las atribuciones que les competen.</p> <p>La temporalidad de parte del personal hace que se enfoquen esfuerzos en personas que se van.</p> <p>No en todos los laboratorios se cumple con el máximo número de 20 alumnos por grupo.</p>

Continuación de la tabla XXXIII.

	<p>La ubicación de algunos laboratorios hace que la disposición física de los equipos no sea la óptima, y se detectó falta seguridad para los equipos, ya que en algunos laboratorios el acceso es libre.</p> <p>Las condiciones ambientales de temperatura, ventilación e iluminación deben ser mejoradas</p> <p>No se tiene un programa de mantenimiento, el cual es vital para la conservación de los equipos.</p> <p>Faltan mecanismos de comunicación, control y verificación sobre las necesidades de los laboratorios, y una planificación incluyente.</p> <p>Falta presupuesto asignado a los laboratorios, para hacer mejoras en equipos, adquisición de nuevos equipos y máquinas instalaciones y personal.</p>
--	---

Fuente: elaboración propia.

2.2. Propuesta de mejora en cada laboratorio

Se realizó una síntesis sobre varios conceptos teóricos relacionados a la definición de laboratorio docente, y es la siguiente:

“Instalación, espacio físico en un lugar determinado donde se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el profesor, que organiza temporal y espacialmente para ejecutar etapas estrechamente relacionadas, en un ambiente donde los alumnos puedan realizar acciones psicomotoras, sociales y de práctica de la ciencia a través de la interacción con equipos e instrumentos de medición, el trabajo colaborativo, la comunicación entre las diversas fuentes de información, y la solución de problemas con un enfoque interdisciplinar-profesional”⁴⁸

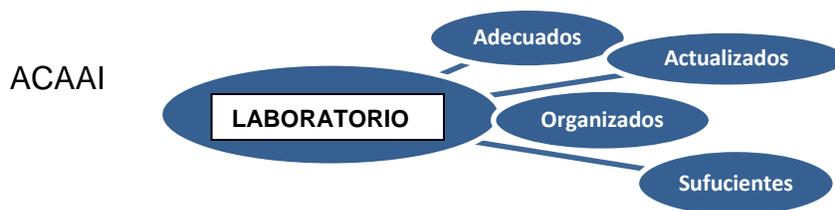
A esta referencia inicial sobre el concepto de laboratorio de práctica, se suma la recomendación que la Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería (ACAAI) hace en la categoría de Recursos de apoyo al programa, inciso 11.1.1 “Los laboratorios, talleres o centros de práctica, deben tener recursos tecnológicos adecuados, actualizados, organizados y suficientes para lograr los resultados del programa”.⁴⁹

⁴⁸ Prácticas de Laboratorio.

http://www.utchvirtual.net/recursos_didacticos/documentos/fisica/practicas-laboratorio.pdf. p5.

⁴⁹ Fuente: Manual de Acreditación de ACAAI. Capítulo 11. Inciso 11.1.1.

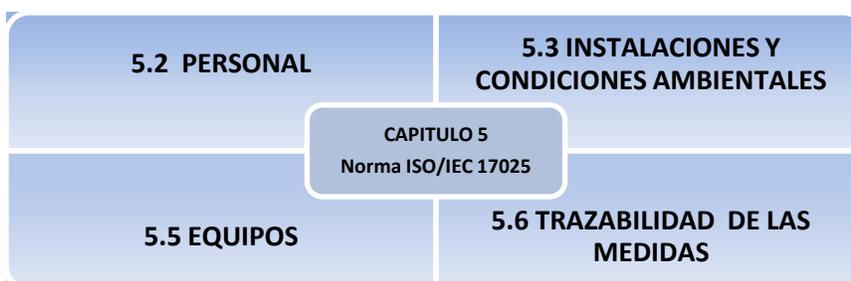
Figura 64. Diagrama adaptado de ACAAI



Fuente: adaptado del Manual de Acreditación, ACAAI, cap. 11.

Se toma en cuenta también la Norma ISO/IEC 17025 que en el capítulo 5 establece los requisitos generales para la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración, así como la validez de los resultados que emite. En la norma se incluyen temas sobre personal, instalaciones y condiciones ambientales, equipos y trazabilidad de medidas.

Figura 65. ISO/IEC 17025



Fuente: elaboración propia, según datos de Norma ISO/IEC 17025.

Con base en los puntos anteriores los cuales se toman como parámetro de referencia, a la información obtenida sobre los laboratorios, al análisis de los datos, y a las fortalezas y debilidades encontradas, se presenta a continuación

en la tabla XXXIV una propuesta para mejoras en varios aspectos y cada uno de ellos se desarrolla a detalle en los incisos posteriores.

Tabla XXXIV. Plan de mejora

 <p>PLAN DE MEJORA Y DOTACIÓN DE EQUIPAMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL</p>

<p>MEJORAS EN LAS INSTALACIONES DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL</p>
--

Objetivo: que las instalaciones físicas de los laboratorios de Ingeniería Civil, tengan las condiciones necesarias y adecuadas para la realización exitosa de las prácticas.

Acciones:

- Realizar los cambios referentes a ventilación detallados en los subíndices 2.2.1.1.1. y 2.2.1.1.2. para los Laboratorios de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos respectivamente.
- Iniciar la planificación de instalación de sistema de aire acondicionado para los Laboratorios de Mecánica de Fluidos e Hidráulica, según se indica en los subíndices 2.2.1.3.1. y 2.2.1.3.2. respectivamente.
- Iniciar la planificación de construcción de dos bodegas de materiales para los Laboratorios de Mecánica de Suelos y de Concreto Armado I y II según se detalla en las figuras 83, 84 y 87,88 respectivamente.
- Realizar los cambios en iluminación para cada laboratorio
- Cambiar el color de pintura de las paredes recomendada para cada laboratorio.
- Atender las recomendaciones generales que se dan para mejorar la condición de las instalaciones en cada laboratorio.

Agente: Catedráticos de Laboratorio, Coordinador de Área o jefe de Departamento, Director de Escuela EIC, CII, Junta Directiva.

Continuación de la tabla XXXIV.

MEJORAS EN LOS RECURSOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL	
Objetivo: que los laboratorios estén dotados con los recursos de maquinaria y equipo adecuados y suficientes según las necesidades de cada práctica.	
Acciones:	<ul style="list-style-type: none">- Adquirir el equipo y la maquinaria que se lista en la tabla XXXVII- Iniciar cuanto antes el diseño del plan de mantenimiento preventivo.- Actualizar los inventarios para todos los Laboratorios- Proveer mayor seguridad para los equipos, sobre todo en los laboratorios que son de paso o acceso a otro lugar.
Agente: catedráticos de laboratorio, coordinador de área o jefe de departamento, director de escuela EIC, CII, junta directiva.	
MEJORAS EN EL RECURSO HUMANO DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL	
Objetivo: que la cantidad de personal de apoyo a la realización de las prácticas así como al mantenimiento de la maquinaria cubra las necesidades de la población de estudiantes asignada.	
Acciones:	<ul style="list-style-type: none">- Contratar auxiliares para los laboratorios de Mecánica de Fluidos, Mecánica de Suelos, Concreto armado I y II, como se indica en la tabla XXXIX.- Contratar un mecánico de planta para el mantenimiento de la maquinaria y equipo.- Designar dentro del personal las funciones respecto al mantenimiento
Agente: catedráticos de laboratorio, coordinador de área o jefe de departamento, director de escuela, junta directiva.	

Continuación de la tabla XXXIV.

MEJORAS EN RELACIÓN AL APOYO A LOS LABORATORIOS	
Objetivo:	que las necesidades reales de los laboratorios sean atendidas.
Acciones:	<ul style="list-style-type: none">- Promover una comunicación real y efectiva entre catedráticos, coordinadores de áreas y departamentos y director de escuela.- Establecer mecanismos de verificación y control- Asignar presupuesto para invertir en la mejora de los laboratorios
Agente:	catedráticos de laboratorio, coordinador de área o jefe de departamento, director de escuela, junta directiva.

Fuente: elaboración propia.

2.2.1. Mejoras en las instalaciones

Las instalaciones donde se reciben las prácticas de laboratorios son dentro de los edificios y áreas de la Facultad de Ingeniería.

Las mejoras para estos laboratorios, se refieren a las condiciones que permitan que las prácticas puedan llevarse a cabo de manera satisfactoria para lo que se deben tomar en cuenta la temperatura, iluminación, ventilación, mantenimiento, y en el caso específico de Mecánica de Suelos y Concreto Armado, se recomienda la construcción de una bodega para cada laboratorio.

Para los laboratorios en donde la práctica es en el exterior, las mejoras se limitan a sugerencias para proteger a los alumnos de la intemperie, con el fin de no interrumpir las prácticas cuando en ocasiones las condiciones de clima son extremas.

Las propuestas de mejora para las instalaciones están orientadas primordialmente a usar los recursos existentes, tanto físicos como naturales, con el fin de que sean viables, factibles y que generen el mínimo costo fijo.

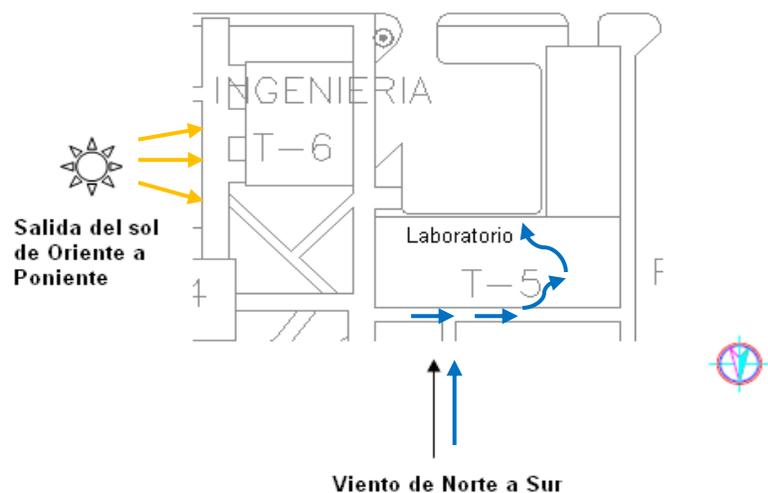
2.2.1.1. Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles

Los laboratorios de esta área tienen instalaciones y espacios adecuados. Los datos más relevantes son las mediciones de temperatura e iluminación, que en ambos están fuera de los límites recomendados.

2.2.1.1.1. Laboratorio de Materiales de Construcción

El laboratorio está orientado de la siguiente manera:

Figura 66. Croquis del Laboratorio de Materiales de Construcción



Fuente: elaboración propia, adaptado de planos de la Unidad de planificación.

Temperatura y ventilación: como se observa en la figura anterior, el viento es un factor que puede ejercer a favor de la ventilación y la temperatura del laboratorio, ya que la entrada principal es perpendicular a la corriente, luego se desvía en el corredor y se conduce en paralelo, la puerta que conduce al parqueo queda en dirección de dicha corriente, el aire no circula a lo largo de todo el laboratorio por lo que en las partes más lejanas a las puertas, el aire caliente se acumula. La pared lateral del laboratorio tiene 26,46 m² de ventanas de las cuales solo 10,56 m² son abatibles y las otras fijas, dejando solamente el 0.399 % del área de ventanas destinada a ventilación.

Según las tablas XIV Y XV el laboratorio debe tener renovación de aire a razón de 4 veces su volumen que le corresponde por hora y mantener una temperatura entre 20-24 °C. El volumen del laboratorio es de 2 100 m³ mas el volumen del corredor en donde también circula el aire que entra es = 400 m³; entonces el aire a renovar por hora debe ser:

Volumen a renovar m³/s = volumen m³ x num. de renovaciones de aire /h

$$(2\ 100\ m^3 + 400\ m^3) \times 4\ (\text{renovaciones}/h) = 10\ 000\ m^3/h = 2,78\ m^3/s$$

La cantidad de aire que ingresa está en función de la velocidad del viento y del área de entrada, y se calcula de la siguiente manera:

$$Q = c \times A \times V$$

Donde:

Q = flujo de aire en m³/s

C = coeficiente de entrada (0,3)

A = área de entrada

V = velocidad del aire

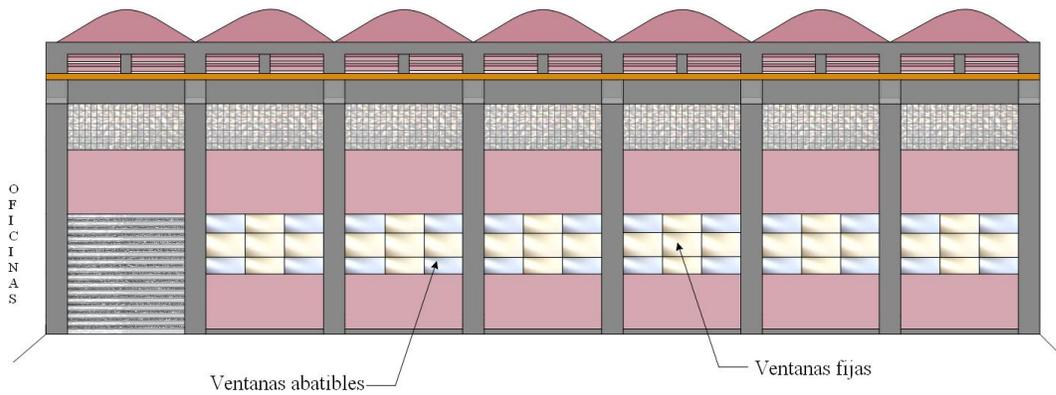
$$\text{Entonces: } Q = (0,3) (2,5 \text{ m} \times 3 \text{ m}) (2 \text{ m/s}) = 4,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

El dato indica en teoría, que la entrada de aire es suficiente si corriera directo y sin interrupción pero en realidad se ve afectado porque alrededor de la entrada, hay construcción, vegetación y en ocasiones concentración de personas que impiden la entrada del viento. El corredor lateral es lugar de paso para el acceso a oficinas y otros laboratorios, y debe considerarse que la aglomeración de personas produce calor. También debe tomarse en cuenta que el laboratorio no es aislado, dentro del edificio T-5, las áreas están separadas por divisiones intermedias, hay otros laboratorios que realizan procesos que generan calor y el aire puede desplazarse de forma no determinada.

Otro factor que no debe pasarse por alto es que para efectos de cálculo se tomó una velocidad de viento norte promedio, pero en algunos meses del año el viento proviene del sur a mayor temperatura. Lo cierto es que las mediciones de temperatura dentro del Laboratorio de Materiales de Construcción indican que esta alcanza los 28.5 °C (figura 7) y la norma indica un máximo de 24 °C, (tabla XIV) por lo que se hacen las siguientes recomendaciones para mejorar la circulación de aire y con ello, el confort térmico.

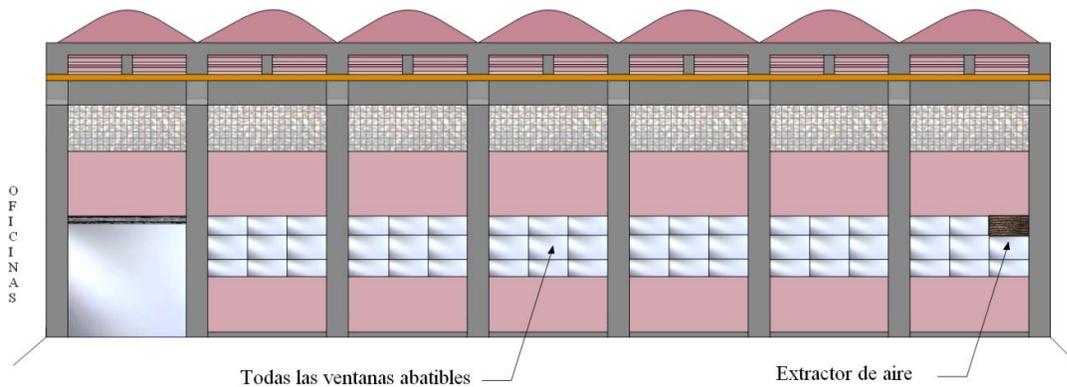
- Modificar los 15,9 m² de ventanas que actualmente son fijas, a ventanas abatibles con apertura de 90 ° para aumentar en un 150,57 % el área para la circulación de aire.
- Colocar un extractor de aire en la pared lateral que contiene las ventanas.

Figura 67. **Croquis de ventanas que permiten ventilación en el Laboratorio de Materiales de Construcción (actual)**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Figura 68. **Croquis de ventanas que permiten ventilación en el Laboratorio de Materiales de Construcción (propuesta)**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

- Verificar que la puerta de persiana que conduce al parqueo, esté abierta al máximo cuando sea necesario.

- Colocar un ventilador en la esquina noroeste del laboratorio a una altura mínima de 2,5 m para que remueva el aire caliente que va subiendo sin generar movimiento de polvos en el plano de trabajo.

Iluminación: la iluminación natural del laboratorio no es uniforme, según las mediciones realizadas presenta zonas con 3 200 lx y otras con 72 lx (figuras 8 y 9), esto es debido a que solo una pared lateral tiene ventanas. En la figura 66 se observa que las ventanas están orientadas en paralelo al movimiento del sol, por lo que la luz no entra perpendicularmente, solamente ilumina el área contigua a las ventanas, pero no alcanza el extremo opuesto con los niveles necesarios. La puerta de persiana es también fuente de iluminación.

Dadas las condiciones anteriores y con base en que un laboratorio debe tener siempre las condiciones óptimas, la iluminación artificial adecuada se hace necesaria. Según las dimensiones del laboratorio, la cantidad de lámparas debería ser:

Cálculos basados en el método de cavidad zonal:

Tipo de lámparas: lámparas de vapor de mercurio (actuales)

Nivel mínimo requerido de iluminación: 500 lx

Reflectancia de techo: 0,3

Reflectancia de pared: 0,1

Reflectancia de suelo: 0,1

Factor de mantenimiento: sucio = 0,6

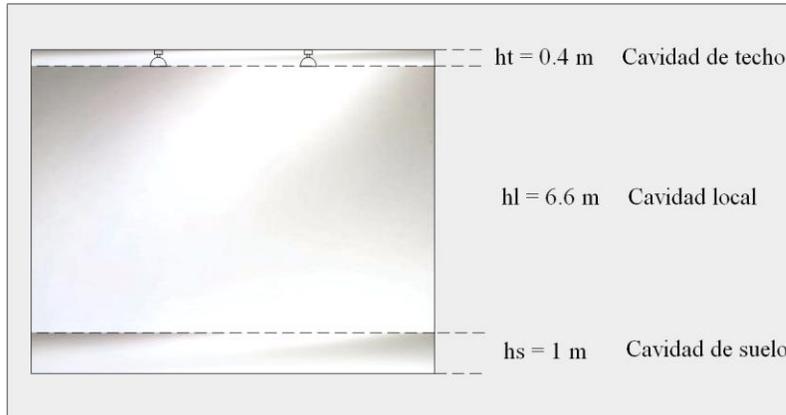
Alto: 8 m

Largo: 24,4 m

Ancho: 10,4 m

Altura del plano de trabajo: 1 m

Figura 69. **Distribución de cavidades del Laboratorio de Materiales de Construcción (actual)**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Los índices de cavidad (R_c), para cada una son:

$$R_{ct} = 5H_{ct} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{ct} / H_{cl})$$

$$R_{cl} = 5H_{cl} (l + a) / (l \times a)$$

$$R_{cs} = 5H_{cs} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{cs} / H_{cl})$$

Donde:

R_{ct} = índice de cavidad de techo

R_{cl} = índice de cavidad local

R_{cs} = índice de cavidad de suelo

H_{ct} = altura de la cavidad de techo

H_{cl} = altura de la cavidad de local

H_{cs} = altura de la cavidad de suelo

l = longitud del local

a = ancho del local

$$R_{ct} = 5H_t (l + a) / (l \times a) = 5(0,4) (24,5 + 10,4) / (24,5 \times 10,4) = 0,2740$$

$$R_{cl} = 5H_l (l + a) / (l \times a) = 5(6,6) (24,5 + 10,4) / (24,5 \times 10,4) = 4,52$$

$$R_{cs} = 5H_s (l + a) / (l \times a) = 5(1) (24,5 + 10,4) / (24,5 \times 10,4) = 0,6849$$

Según las tablas de reflectancia efectiva y el coeficiente de utilización se obtiene el valor de K (coeficiente de utilización).

$$K = 0,46$$

$$\text{El flujo lumínico } (\varphi) \text{ es } = \frac{E \times S}{K_u \times K_d}$$

Donde:

E = nivel de iluminación requerida (lux)

S = área a ser iluminada (m²)

K_u = coeficiente de utilización

K_d = factor de depreciación

$$\varphi = \frac{(500 \text{ lx}) \times (254,8 \text{ m}^2)}{(0,46) \times (0,6)} = 461\,594,2 \text{ lúmenes}$$

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\varphi \text{ total}}{\varphi \text{ por lámpara}} = \frac{461\,594,2}{24\,000} = 19 \text{ lámparas}$$

El dato anterior indica que en las condiciones actuales, se necesitarían 19 lámparas para alcanzar la iluminación adecuada.

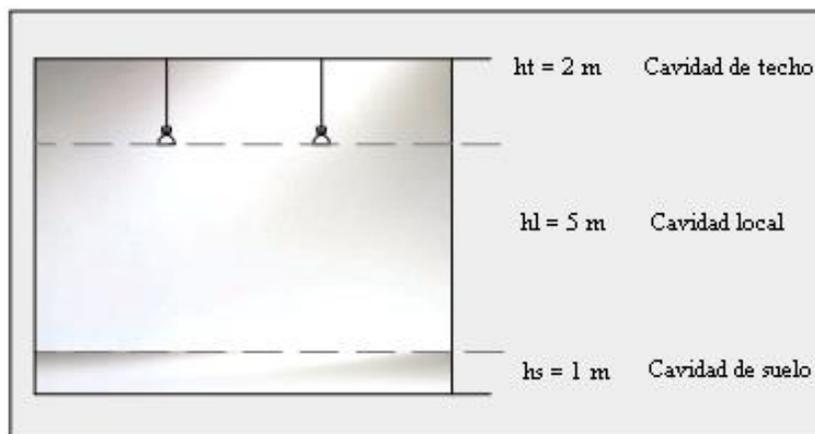
Actualmente el laboratorio tiene instaladas 6 lámparas de vapor de mercurio a alta presión de 400 W, de las cuales solamente 3 están en funcionamiento.

Se propone una nueva distribución de luminarias, haciendo cambios en:

- La altura de montaje de las lámparas, dado que el techo es de 8 m de altura, y las lámparas se encuentran muy por encima del plano de trabajo.
- El color de las paredes y techo, para mejorar la reflectancia y el coeficiente de utilización.
- En el tipo de lámpara para mejorar el rendimiento

Cambiar la altura de montaje de las lámparas

Figura 70. **Distribución de cavidades del Laboratorio de Materiales de Construcción (propuesta)**

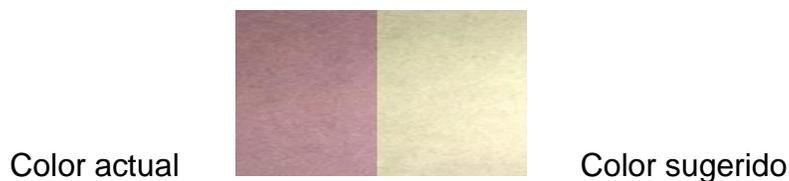


Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

La pintura del laboratorio está en buenas condiciones, pero un color más claro con aditivo de polvo de vidrio permitirá aprovechar mejor la reflexión de la luz. El laboratorio tiene poca superficie de paredes que pueda reflejar luz, razón por la que se propone también pintar el techo.

El color que refleja mejor es el blanco, pero debe considerarse que durante las prácticas, se generan polvos, en éste caso se sugiere un beige claro.

Figura 71. **Color sugerido Laboratorio de Materiales de Construcción**



Fuente: elaboración propia.

Cambiar las lámparas de vapor de mercurio a lámparas más eficientes con aditivos metálicos.

Tabla XXXV. **Comparación de tipos de lámparas**

<u>Lámpara de vapor de Mercurio</u> <u>(actuales)</u>	<u>Lámpara de vapor de mercurio</u> <u>con aditivos metálicos (propuesta)</u>
400 W	320 W
3500-4500 °K en temperatura del color	3000-6000 °K en temperatura del color
40-45 en rendimiento del color	65-85 en rendimiento del color
8000 h de vida útil	10000 h de vida útil
40-60 lm/W en eficiencia	60-96 lm/W en eficiencia

Fuente: GARCIA FERNÁNDEZ Javier; ORIOL BOIX Aragonès;
Luminotecnia. Iluminación de interiores y exteriores.

Con estos cambios, se recalculan las necesidades de cantidad de lámparas y su distribución, de la forma siguiente:

Tipo de lámparas: lámparas con aditivos metálicos

Nivel mínimo requerido de iluminación: 500 lx

Reflectancia de techo: 0,5

Reflectancia de pared: 0,2

Reflectancia de suelo: 0,1

Factor de mantenimiento: medio sucio = 0,7

Alto: 8 m

Largo: 24,4 m

Ancho: 10,4 m

Altura del plano de trabajo: 1 m

Los índices de cavidad (R_c), para cada una son:

$$R_{ct} = 5H_t (l + a) / (l \times a) = 5(2) (24,5 + 10,4) / (24,5 \times 10,4) = 1,4$$

$$R_{cl} = 5H_l (l + a) / (l \times a) = 5(5) (24,5 + 10,4) / (24,5 \times 10,4) = 3,42$$

$$R_{cs} = 5H_s (l + a) / (l \times a) = 5(1) (24,5 + 10,4) / (24,5 \times 10,4) = 0,6849$$

Según las tablas de reflectancia efectiva y el coeficiente de utilización se obtiene el valor de K (coeficiente de utilización).

$$K = 0,52$$

$$\text{El flujo lumínico } (\varphi) \text{ es } = \frac{E \times S}{K_u \times K_d}$$

Donde:

E = nivel de iluminación requerida (lux)

S = área a ser iluminada (m²)

K_u = coeficiente de utilización

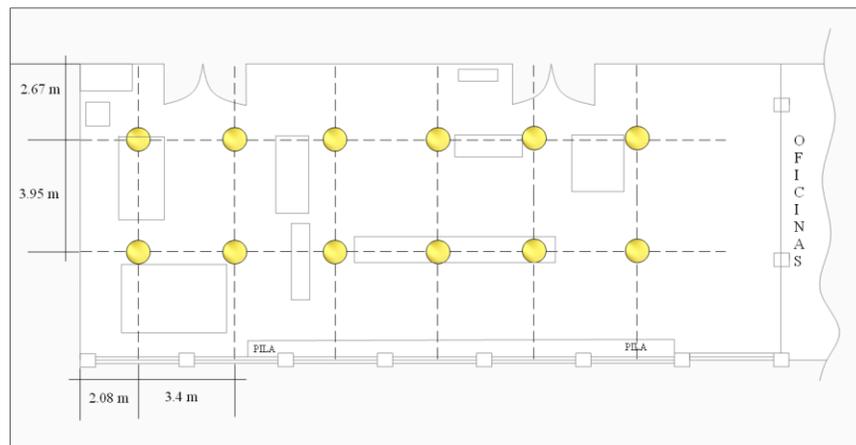
K_d = factor de depreciación

$$\phi = \frac{(500 \text{ lx}) \times (254.8 \text{ m}^2)}{(0,52) \times (0,7)} = 350\,000 \text{ lúmenes}$$

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\phi \text{ total}}{\phi \text{ por lámpara}} = \frac{350\,000}{30,720} = 11,39 \text{ lámparas}$$

Con respecto a iluminación se propone colocar 12 lámparas según la distribución indicada en la figura siguiente:

Figura 72. **Diagrama de distribución de luminarias para el Laboratorio de Materiales de Construcción (propuesta)**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

- Colocar persianas de PVC o de metal, para controlar la entrada de luz natural y evitar el deslumbramiento. Es recomendable que sean de color blanco o beige claro.
- Que las conexiones eléctricas se dividan para que grupos de lámparas tengan interruptores independientes con el fin de asegurar el uso solo en las áreas necesarias.

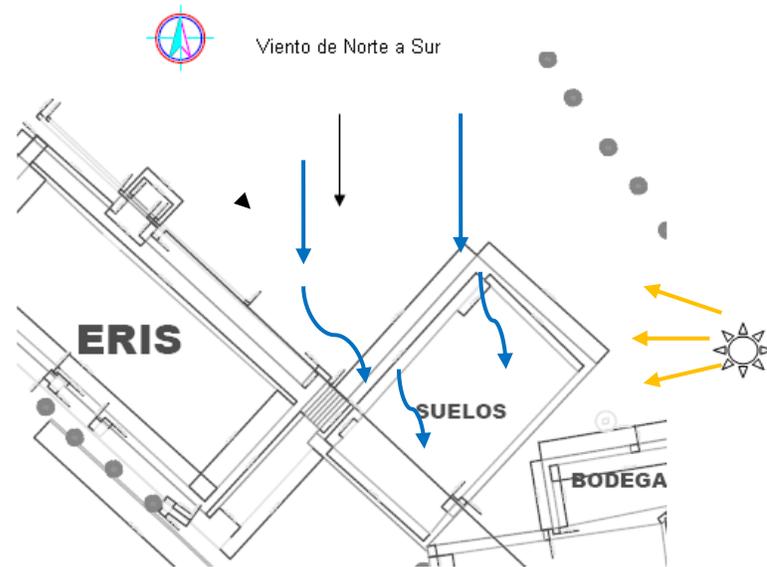
Además de la distribución de luminarias se propone lo siguiente:

- Se propone colocar planchas de cartón piedra perforado en el costado del laboratorio sobre la división de malla con el fin de obtener privacidad en la práctica para evitar la distracción de los alumnos. El cartón piedra perforado es un material liviano, que puede ser pintado, no obstruye del todo la ventilación, es de muy fácil instalación y de bajo costo.
- Colocar un pizarrón para las anotaciones pertinentes
- Destinar un área definida para las balanzas, ya que actualmente son transportadas de un lugar a otro sin tomar en cuenta que son equipos de precisión, que con el movimiento continuo pierden la calibración.

2.2.1.1.2. Laboratorio de Mecánica de Suelos

El Laboratorio de Mecánica de Suelos está orientado según se muestra en la figura 73.

Figura 73. **Croquis del Laboratorio de Mecánica de Suelos**



Fuente: adaptado de planos de la Unidad de Planificación.

Temperatura y ventilación: en la figura 73 se observa que en la planta baja el costado donde están las ventanas y la puerta de entrada al laboratorio reciben el viento norte, en la planta alta, solamente las ventanas permiten la entrada de aire.

Para la planta baja, las dos puertas de entrada y las ventanas, tienen la capacidad de renovar aire según lo siguiente:

$$Q = c \times A \times V$$

Donde:

Q = flujo de aire en m³/s

C = coef. de entrada (0,25 tabla XX)

A = área de entrada

V = velocidad del aire

Entonces:

$$Q_{\text{puerta entrada}} = (0,25) (1,4 \text{ m} \times 2,20 \text{ m}) (2 \text{ m/s}) = 1,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{puerta con persiana}} = (0,25) (2,9 \text{ m} \times 2,8 \text{ m}) (2 \text{ m/s}) = 4,06 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{ventanas}} = (0,25) (0,6 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}) (6 \text{ ventanas}) (2 \text{ m/s}) = 2,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 1,54 \text{ m}^3/\text{s} + 4,06 \text{ m}^3/\text{s} + 2,25 \text{ m}^3/\text{s} = 7,85 \text{ m}^3/\text{s}$$

Este dato significa que teniendo las dos puertas y las ventanas abiertas, el caudal de aire que puede entrar es de 7,85 m³/s. El volumen de aire que se debe renovar según las dimensiones del laboratorio es:

Volumen a renovar m³/s = volumen m³ x num. de renovaciones de aire /h

$$(15 \text{ m} \times 8,5 \text{ m} \times 3 \text{ m}) \times 4 \text{ (renovaciones/h)} = 1\,530 \text{ m}^3/\text{h} = 0,425 \text{ m}^3/\text{s}$$

En la planta alta (área de aulas) la ventilación proviene solo de las ventanas, y la capacidad de aire que puede entrar es la siguiente:

$$Q_{\text{ventanas}} = (0,25) (0,6 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}) (10 \text{ ventanas}) (2 \text{ m/s}) = 3,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

El volumen de aire que se debe renovar según las dimensiones del laboratorio en la planta alta es:

$$\text{Volumen a renovar } m^3/s = \text{volumen } m^3 \times \text{num. de renovaciones de aire /h} \\ (15 \text{ m} \times 8,5 \text{ m} \times 3 \text{ m}) \times 4 \text{ (renovaciones/ h)} = 1\,530 \text{ m}^3/\text{h} = 0,425 \text{ m}^3/\text{s}$$

Los datos indican que la capacidad de entrada de aire es mayor a las renovaciones necesarias, es decir que en el diseño del edificio si se consideraron las condiciones necesarias para ventilación, sin embargo las mediciones realizadas indican que la temperatura alcanza los 29 °C y 27.5 °C para la planta alta y la planta baja respectivamente.

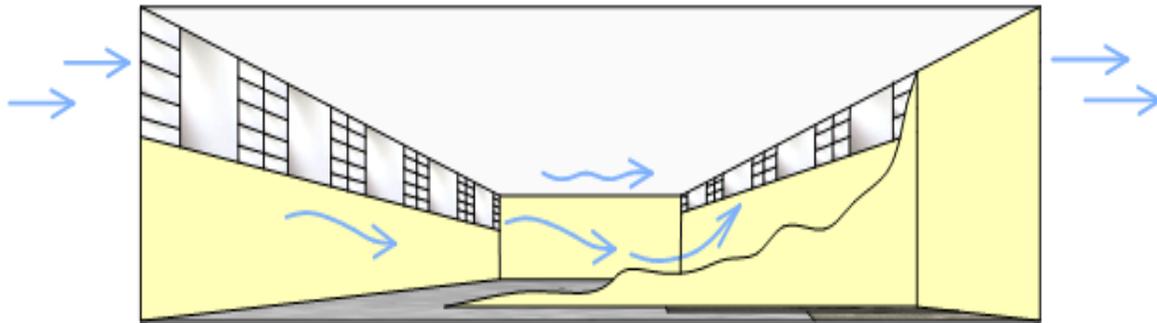
Esta condición puede tener su causa en que la salida de aire es menor que la entrada, ya que en la planta baja incluyendo puertas y ventanas, se tiene un área de 15,7 m² de entrada de aire y de salida se tienen las ventanas colocadas en las paredes del fondo con un área de 3,6 m²; y en la planta alta, el área de ventanas que se pueden abrir para el ingreso de aire es de 7.5 m² y el área de ventanas para salida en de 3,6 m².

En planta alta, el techo de lámina provoca calentamiento en el interior.

Con respecto a la ventilación se propone lo siguiente:

- Modificar las ventanas fijas por ventanas de celosilla, para aumentar el área de entrada y de salida de aire, tanto en la planta alta como en la planta baja.

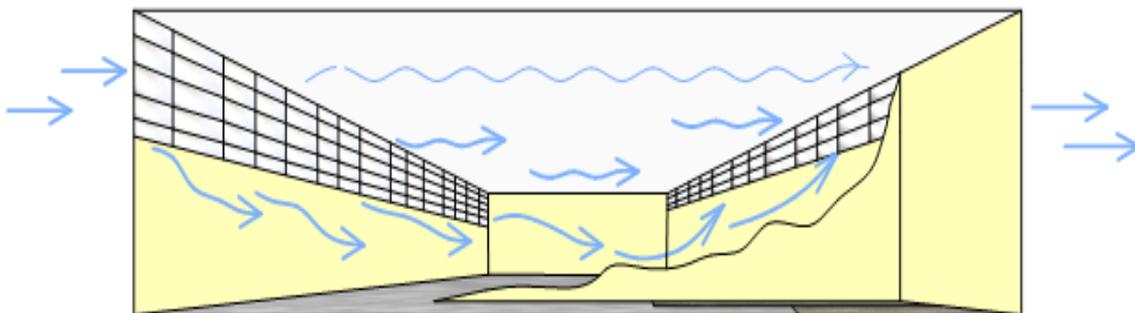
Figura 74. **Ventilación con ventanas fijas y de celosilla planta alta (actual)**



7,5 m² de entrada de aire por ventanas y 3,6 m² de salida

Fuente: elaboración propia, con programa de Professional Glass Eye 2000.

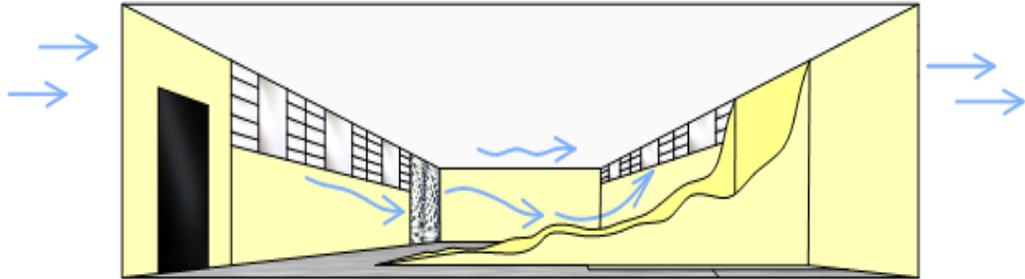
Figura 75. **Ventilación con todas las ventanas de celosilla planta alta (propuesta)**



18,75 m² de entrada de aire por ventanas y 9 m² de salida

Fuente: elaboración propia con programa de Profesional Glass Eye 2000.

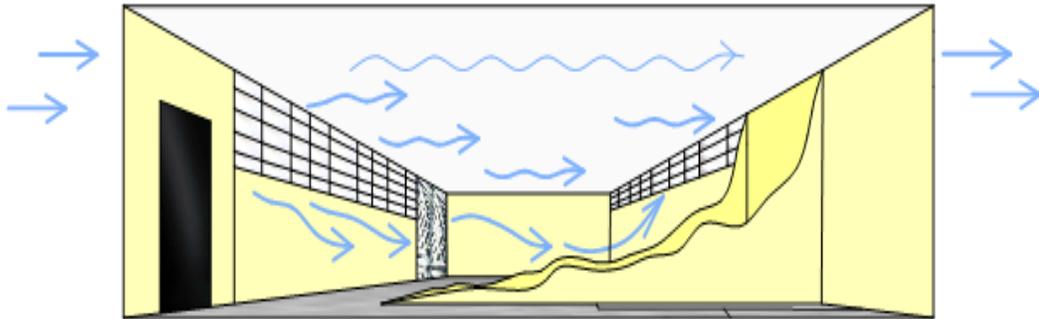
Figura 76. **Ventilación con ventanas fijas y de celosilla planta baja (actual)**



15,7 m² de entrada de aire por ventanas y puertas y 1,8 m² de salida

Fuente: elaboración propia con programa de Profesional Glass Eye 2000.

Figura 77. **Ventilación con todas las ventanas de celosilla planta baja (propuesta)**



22,45 m² de entrada de aire por ventanas y puertas y 4,5 m² de salida

Fuente: elaboración propia con programa de Profesional Glass Eye 2000.

Iluminación: las mediciones de luz realizadas, indican valores inferiores 500 lx según se muestra en las figuras 15, 16 y 17 en la planta baja, y figuras 18, 19 y 20 en la planta alta. Para la planta baja, según las dimensiones del laboratorio y las condiciones actuales; la cantidad de lámparas debería ser:

Cálculos basados en el método de cavidad zonal:

Tipo de lámparas: lámparas fluorescentes (actuales)

Nivel mínimo requerido de iluminación: 500 lx

Reflectancia de techo: 0,7

Reflectancia de pared: 0,3

Reflectancia de suelo: 0,1

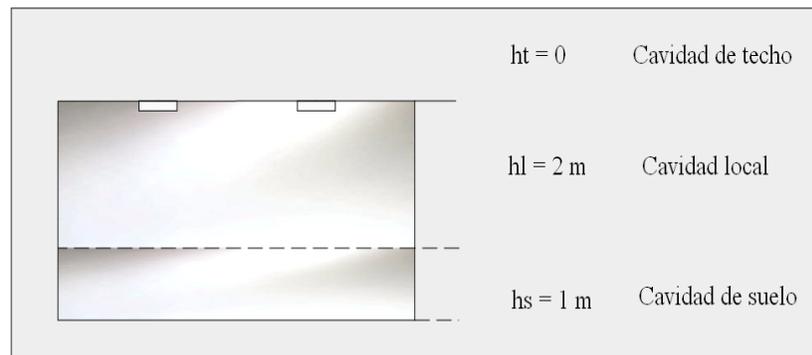
Factor de mantenimiento: sucio = 0,6

Alto: 3 m; largo: 9 m (se toma solo el área de laboratorio); ancho: 8,5 m

Altura del plano de trabajo: 1 m

Las tres cavidades se ilustran en la figura 78

Figura 78. **Distribución de cavidades del Laboratorio de Mecánica de Suelos planta baja (actual)**



Fuente: elaboración propia, con programa de Professional Glass Eye 2000.

Los índices de cavidad (R_c), para cada una son:

$$R_{ct} = 5H_{ct} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{ct} / H_{cl})$$

$$R_{cl} = 5H_{cl} (l + a) / (l \times a)$$

$$R_{cs} = 5H_{cs} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{cs} / H_{cl})$$

Donde:

R_{ct} = índice de cavidad de techo

R_{cl} = índice de cavidad local

R_{cs} = índice de cavidad de suelo

H_{ct} = altura de la cavidad de techo

H_{cl} = altura de la cavidad de local

H_{cs} = altura de la cavidad de suelo

l = longitud del local

a = altura del local

$$R_{ct} = 5H_t (l + a) / (l \times a) = 5(0) (9 + 8,5) / (9 \times 8,5) = 0$$

$$R_{cl} = 5H_l (l + a) / (l \times a) = 5(2) (9 + 8,5) / (9 \times 8,5) = 2,28$$

$$R_{cs} = 5H_s (l + a) / (l \times a) = 5(1) (9 + 8,5) / (9 \times 8,5) = 1,105$$

Como el índice de cavidad de techo es cero; entonces la reflectancia efectiva de techo corresponde a la reflectancia de techo que es 0,7; la reflectancia de pared es 0,3, y el índice del local es 2,28; con estos datos se obtiene según las tablas el coeficiente de utilización (K).

$$K = 0,58$$

$$\text{El flujo lumínico } (\varphi) \text{ es } = \frac{E \times S}{K_u \times K_d}$$

Donde:

E = nivel de iluminación requerida (lux)

S = área a ser iluminada (m^2)

K_u = coeficiente de utilización

K_d = factor de depreciación

$$\phi = \frac{(500 \text{ lx}) \times (76,5 \text{ m}^2)}{(0,58) \times (0,6)} = 109\,913,8 \text{ lúmenes}$$

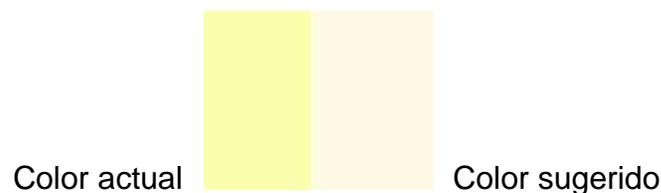
$$\text{Num. de lámparas} = \frac{\phi \text{ total}}{\phi \text{ por lámpara}} = \frac{109\,913,8}{2\,880} = 38,16 \text{ lámparas}$$

Actualmente en la planta baja hay 18 lámparas en arreglos de dos por cada luminaria, siendo un total de 9 luminarias instaladas, emitiendo un flujo luminoso de 51 840 lúmenes que representa el 47,17 % del necesario en las condiciones actuales.

Se propone una nueva distribución de luminarias, cambiando el color de las paredes.

La pintura del laboratorio está en buenas condiciones, pero se puede mejorar la iluminación cambiando a un color más claro con aditivo de polvo de vidrio para aprovechar la reflexión de la luz. Considerando que durante las prácticas, se generan polvos, en éste caso el color óptimo es un beige.

Figura 79. **Color sugerido Laboratorio de Mecánica de Suelos**



Fuente: elaboración propia.

Al cambiar el color de las paredes, se debe encontrar el nuevo coeficiente de utilización (K) según lo siguiente:

El índice de cavidad de techo sigue siendo 0, entonces la reflectancia efectiva de techo corresponde a la reflectancia de techo que es 0,7; la reflectancia de pared cambia a 0,5 y el índice del local es 2,28. Con estos datos se obtiene según las tablas el coeficiente de utilización (K).

$$K = 0,64$$

$$\text{El flujo lumínico } (\varphi) \text{ es } = \frac{E \times S}{K_u \times K_d}$$

Donde:

E = nivel de iluminación requerida (lux)

S = área a ser iluminada (m²)

K_u = coeficiente de utilización

K_d = factor de depreciación

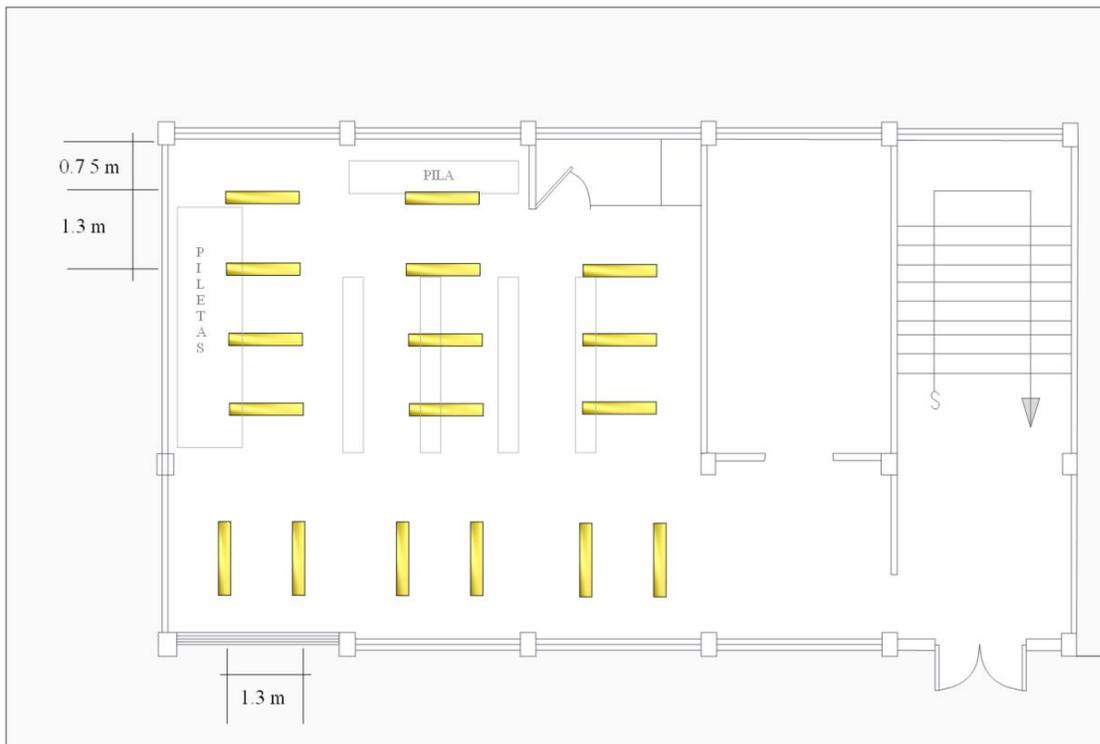
$$\varphi = \frac{(500 \text{ lx}) \times (76,5 \text{ m}^2)}{(0,64) \times (0,6)} = 99\,609,4 \text{ lúmenes}$$

$$\text{Num. de lámparas} = \frac{\varphi \text{ total}}{\varphi \text{ por lámpara}} = \frac{99\,609,4}{2\,880} = 34,6 \text{ lámparas}$$

Con respecto a iluminación se propone:

- Instalar para la planta baja, 34 lámparas, instaladas en arreglos de dos lámparas por luminaria, dando un total de 17 luminarias distribuidas como lo indica la figura siguiente:

Figura 80. **Diagrama de distribución de luminarias en el Laboratorio de Suelos planta baja**



Fuente: elaboración propia con programa de Professional Glass Eye 2000.

Para la planta alta, con las dimensiones del laboratorio y las condiciones actuales, la cantidad de lámparas debería ser según los cálculos siguientes:

Cálculos basados en el método de cavidad zonal:

Tipo de lámparas: lámparas fluorescentes (actuales)

Nivel mínimo requerido de iluminación: 500 lx

Reflectancia de techo: 0,7

Reflectancia de pared: 0,3

Reflectancia de suelo: 0,1

Factor de mantenimiento: medio = 0,7

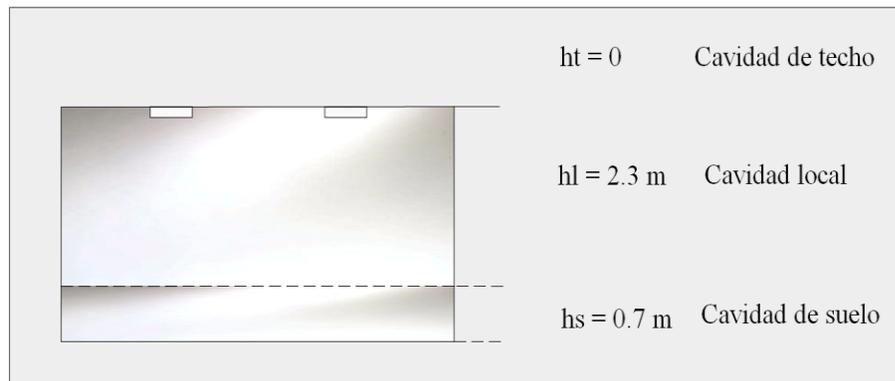
Alto: 3 m

Largo: 12 m (se toma en cuenta toda el área exceptuando las gradas)

Ancho: 8,5 m

Altura del plano de trabajo: 0,7 m

Figura 81. **Distribución de cavidades del Laboratorio de Suelos planta alta (actual)**



Fuente: elaboración propia con programa de Professional Glass Eye 2000.

Los índices de cavidad (R_c), para cada una son:

$$R_{ct} = 5H_{ct} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{ct} / H_{cl})$$

$$R_{cl} = 5H_{cl} (l + a) / (l \times a)$$

$$R_{cs} = 5H_{cs} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{cs} / H_{cl})$$

Donde:

R_{ct} = índice de cavidad de techo

R_{cl} = índice de cavidad local

R_{cs} = índice de cavidad de suelo

H_{ct} = altura de la cavidad de techo

H_{cl} = altura de la cavidad de local

H_{cs} = altura de la cavidad de suelo

l = longitud del local

a = altura del local

$$R_{ct} = 5H_t (l + a) / (l \times a) = 5(0) (12 + 8,5) / (12 \times 8,5) = 0$$

$$R_{cl} = 5H_l (l + a) / (l \times a) = 5(2,3) (12 + 8,5) / (12 \times 8,5) = 2,31$$

$$R_{cs} = 5H_s (l + a) / (l \times a) = 5(0,7) (12 + 8,5) / (12 \times 8,5) = 0,7$$

Como el índice de cavidad de techo es 0, entonces la reflectancia efectiva de techo corresponde a la reflectancia de techo que es 0,7; la reflectancia de pared es 0,3; y el índice del local es 2,31; con estos datos se obtiene según las tablas el coeficiente de utilización (K).

$$K = 0,58$$

$$\text{El flujo lumínico } (\varphi) \text{ es } = \frac{E \times S}{K_u \times K_d}$$

Donde:

E = nivel de iluminación requerida (lux)

S = área a ser iluminada (m²)

K_u = coeficiente de utilización

K_d = factor de depreciación

$$\phi = \frac{(500 \text{ lx}) \times (102 \text{ m}^2)}{(0,58) \times (0,8)} = 109\,913 \text{ lúmenes}$$

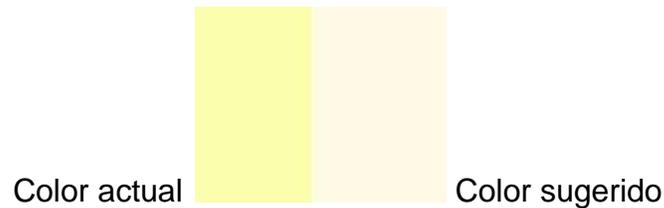
$$\text{Num. de lámparas} = \frac{\phi \text{ total}}{\phi \text{ por lámpara}} = \frac{109\,913}{2\,880} = 38,16 \text{ lámparas}$$

Actualmente en la planta alta hay 30 lámparas en arreglos de dos por cada luminaria, siendo un total de 15 luminarias instaladas, emitiendo un flujo luminoso de 86 400 lúmenes que representa el 78,61 % del necesario en las condiciones actuales.

Se propone al igual que en la planta baja, una nueva distribución de luminarias, haciendo cambios en el color de las paredes.

La pintura del laboratorio está en buenas condiciones, pero se puede mejorar la iluminación cambiando a un color más claro con aditivo de polvo de vidrio para aprovechar la reflexión de la luz. Considerando que durante las prácticas, se generan polvos, en éste caso el color óptimo es un beige.

Figura 82. **Color sugerido Laboratorio Mecánica de Suelos**



Fuente: elaboración propia.

Al cambiar el color de las paredes, se debe encontrar el nuevo coeficiente de utilización (K) según lo siguiente:

El índice de cavidad de techo sigue siendo cero, entonces la reflectancia efectiva de techo corresponde a la reflectancia de techo que es 0,7; la reflectancia de pared cambia a 0,5; y el índice del local es 2,31.

Con estos datos se obtiene según las tablas el coeficiente de utilización (K).

$$K = 0,64$$

$$\text{El flujo lumínico } (\varphi) \text{ es } = \frac{E \times S}{K_u \times K_d}$$

Donde:

E = nivel de iluminación requerida (lux)

S = área a ser iluminada (m²)

K_u = coeficiente de utilización

K_d = factor de depreciación

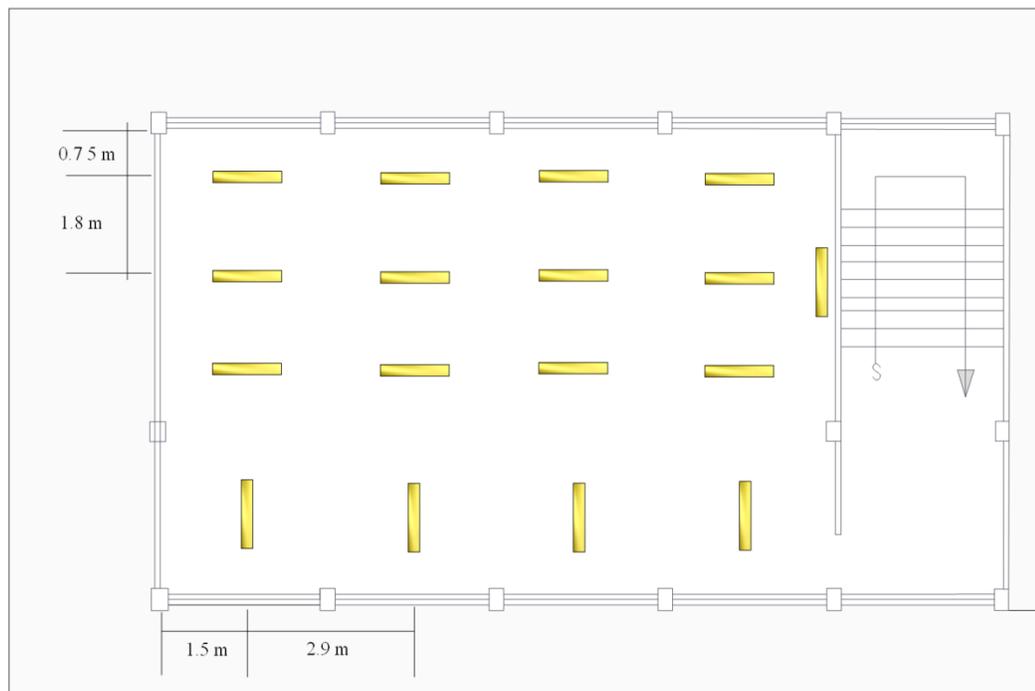
$$\varphi = \frac{(500 \text{ lx}) \times (102 \text{ m}^2)}{(0,64) \times (0,8)} = 99\,609,4 \text{ lúmenes}$$

$$\text{Num. de lámparas} = \frac{\varphi \text{ total}}{\varphi \text{ por lámpara}} = \frac{99\,609,4}{2\,880} = 34,5 \text{ lámparas}$$

Con respecto a iluminación se propone:

- Instalar para la planta alta, 34 lámparas, colocadas en arreglos de dos lámparas por luminaria, dando un total de 17 luminarias distribuidas como lo indica la figura siguiente:

Figura 83. **Diagrama de distribución de luminarias para el Laboratorio de Mecánica de Suelos (planta alta)**

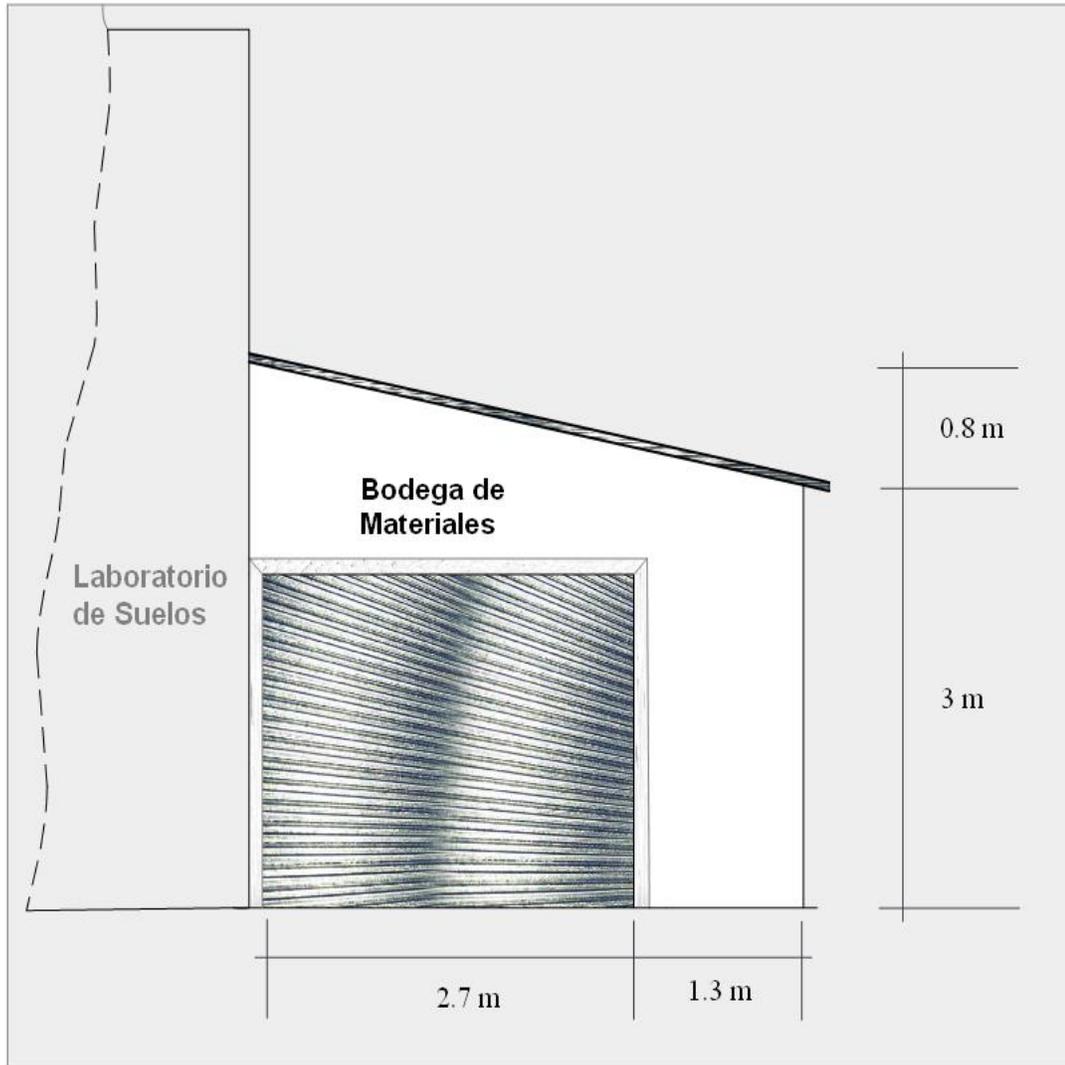


Fuente: elaboración propia, con programa de Professional Glass Eye 2000.

Otras recomendaciones para este laboratorio son las siguientes:

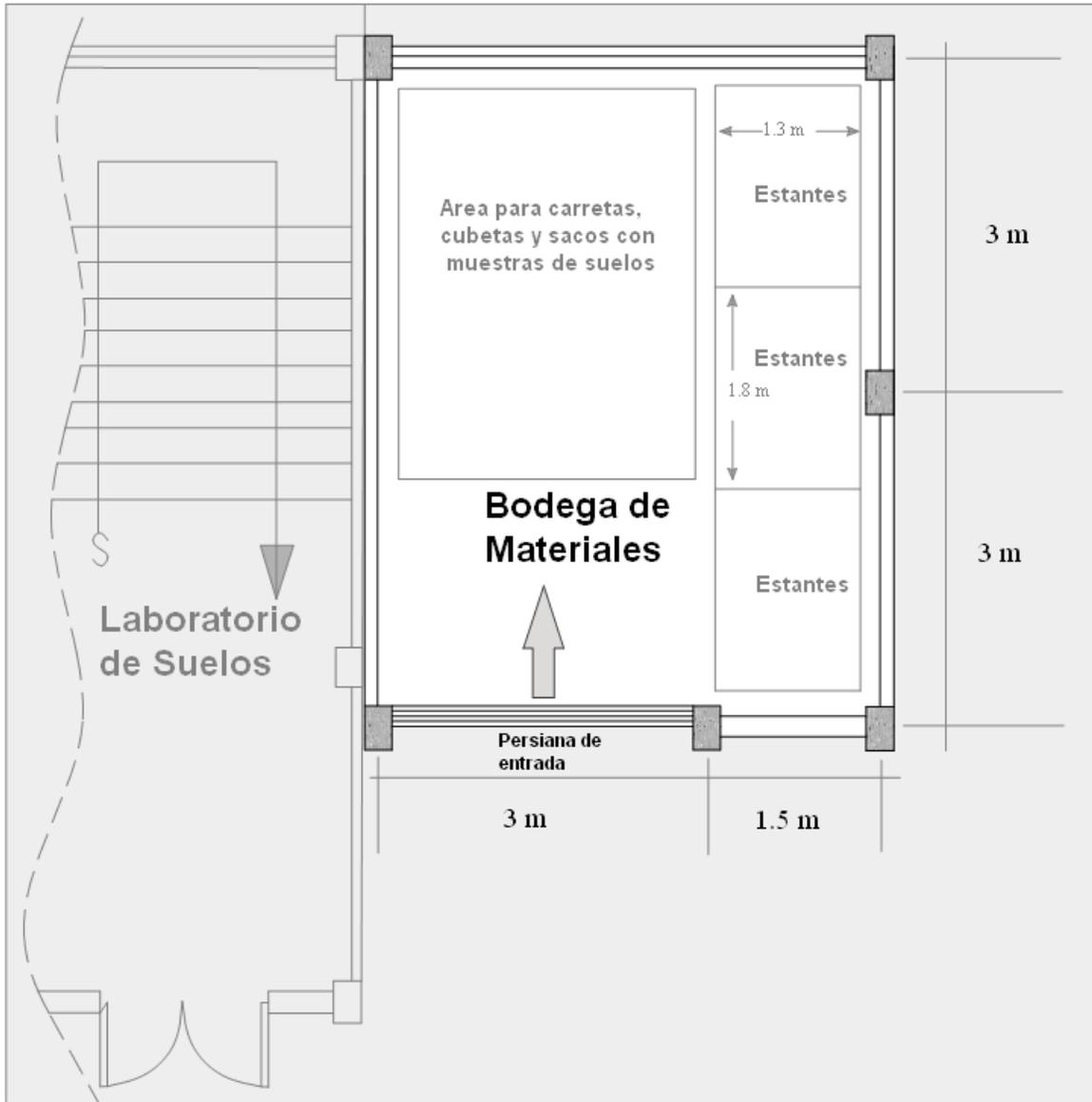
- Colocar persianas de PVC o de metal, para controlar la entrada de luz natural, tanto en la planta alta, como en la planta baja.
- Que las conexiones eléctricas se dividan para que grupos de lámparas tengan interruptores independientes con el fin de asegurar el uso solo en las áreas necesarias.
- Aplicar pintura especial reflectiva en la parte exterior del techo de lámina, para disminuir el calor acumulado en el interior.
- Reparar las perforaciones en la lámina que provocan goteras
- Construir un lugar adecuado fuera del laboratorio para el compresor ya que actualmente representa un riesgo potencial al estar en el interior del área de trabajo.
- Construir una bodega con las condiciones adecuadas para las muestras de suelos que en ocasiones permanecen afuera a la intemperie.

Figura 84. **Vista frontal de bodega de materiales propuesta para Laboratorio de Mecánica de Suelos**



Fuente: elaboración propia, con programa de Professional Glass Eye 2000.

Figura 85. **Vista aérea de bodega de materiales propuesta para Laboratorio de Mecánica de Suelos**



Fuente: elaboración propia, con programa de Professional Glass Eye 2000.

2.2.1.2. Departamento de Estructuras

Para este departamento, se presentan las propuestas en los incisos siguientes. Para el Laboratorio de Concreto Armado I y II, se propone la construcción de una bodega.

2.2.1.2.1. Laboratorio de Resistencia de Materiales I y II

- La propuesta con respecto a instalaciones corresponde a la del Laboratorio de Materiales de Construcción, ya que se realizan en el mismo lugar.

2.2.1.2.2. Laboratorio de Concreto Armado I y II

- La práctica se realiza en el exterior, se propone adquirir un toldo móvil, para que los estudiantes se resguarden en caso de lluvia muy fuerte, y no deba suspenderse la práctica.
- Colocar 10 mesas de concreto para que los estudiantes coloquen las estructuras, mezclas, entre otros.
- Construir una bodega con estanterías adecuadas para poner el hierro, la madera y las herramientas, situada en el mismo lugar donde actualmente hay una pequeña bodega, que además de ser muy pequeña, permite que se filtre la humedad, condición que es perjudicial para las herramientas que allí se almacenan.

Figura 86. **Bodega actual de herramientas, puerta de entrada**



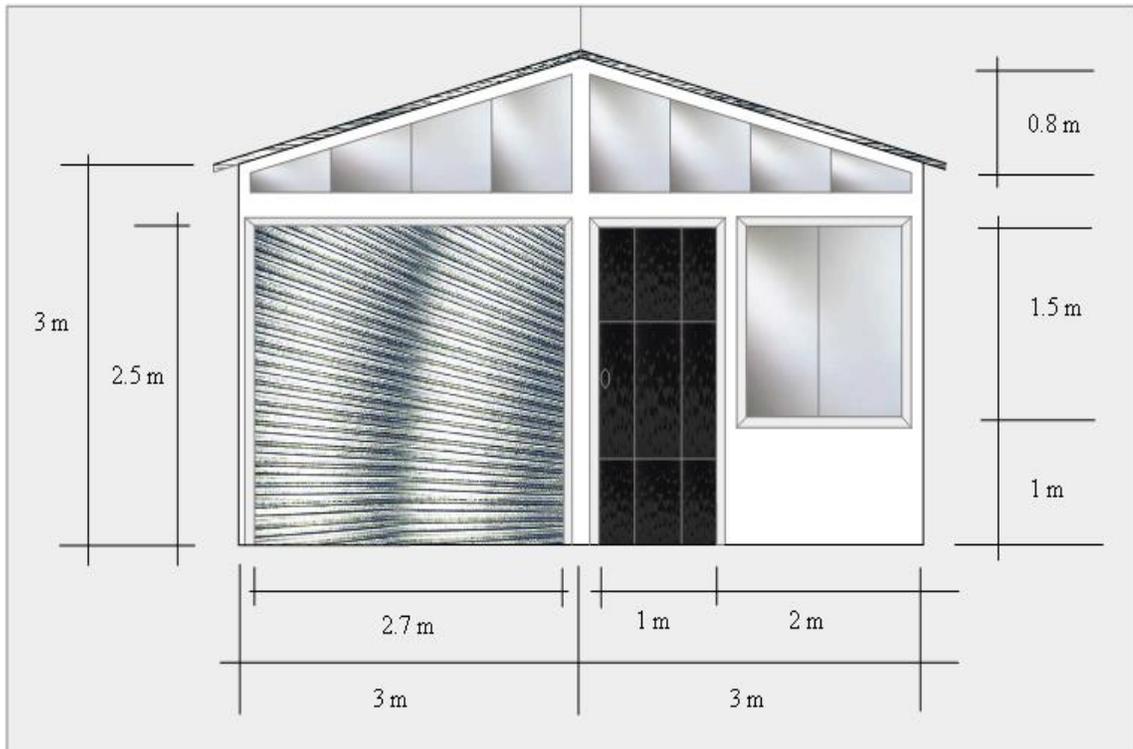
Fuente: Área de Prefabricados.

Figura 87. **Bodega actual de herramientas, vista lateral**



Fuente: Área de Prefabricados.

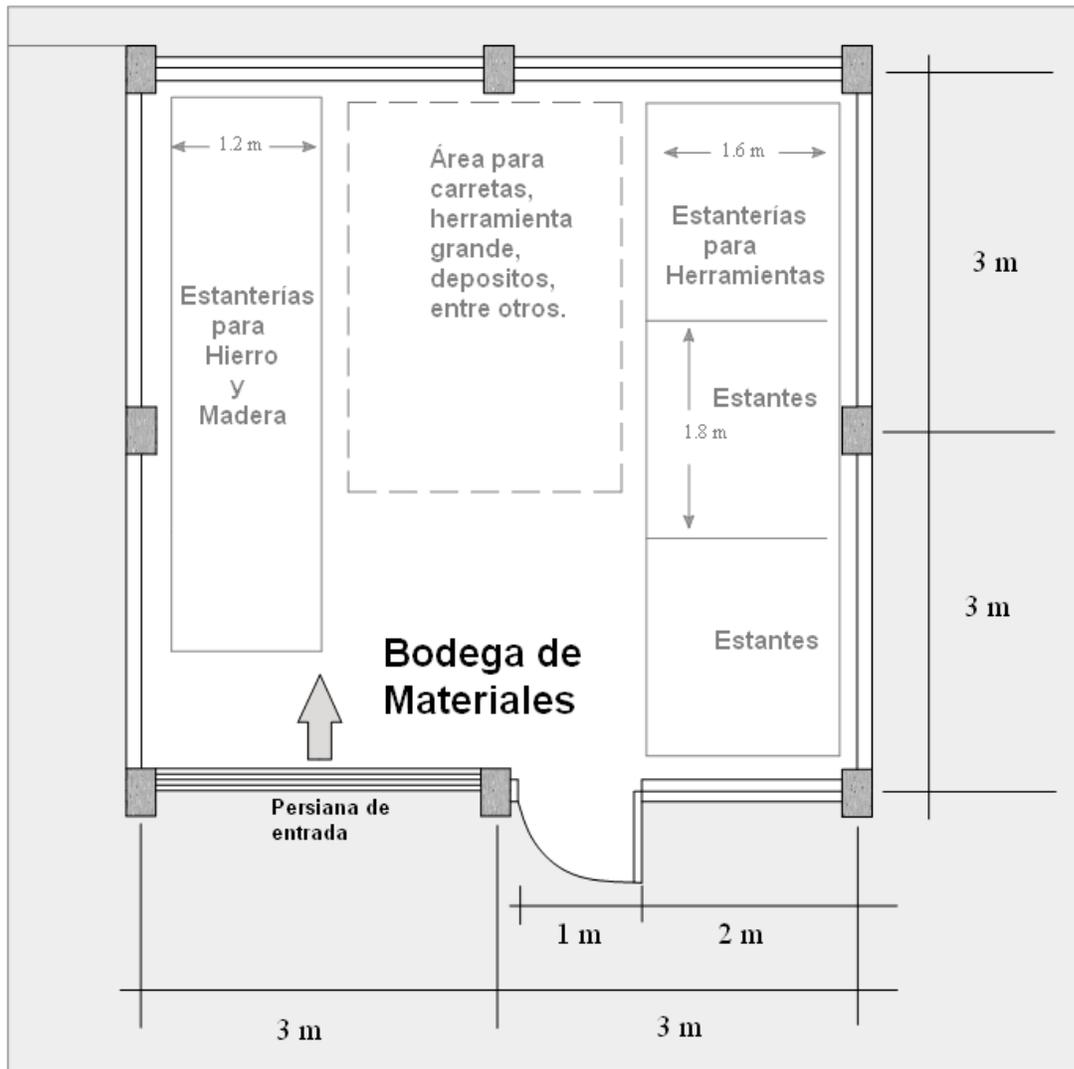
Figura 88. **Vista frontal de bodega de materiales propuesta para Laboratorio de Concreto Armado**



Fuente: elaboración propia, con programa de Professional Glass Eye 2000.

Las ventanas deben ser abatibles para ventilación, las láminas del techo pueden ser de zinc, intercalando láminas de policarbonato transparentes para aprovechar la luz natural.

Figura 89. **Vista aérea de bodega de materiales propuesta para el Laboratorio de Concreto Armado**



Fuente: elaboración propia con programa de Professional Glass Eye 2000.

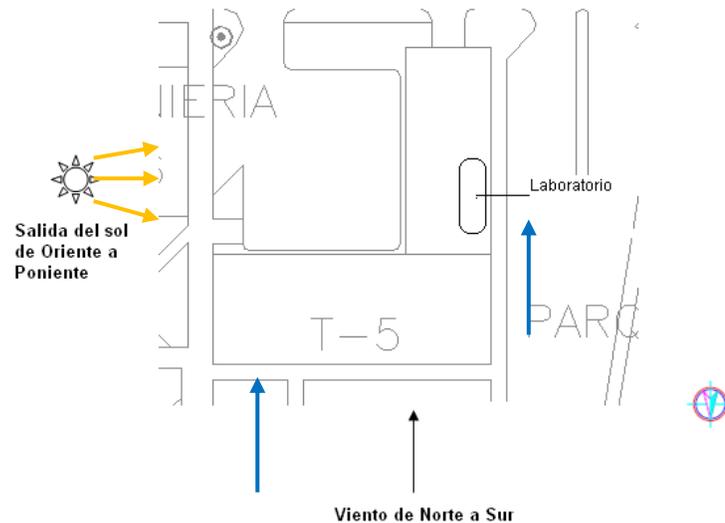
2.2.1.3. Departamento de Hidráulica

Para los laboratorios de este departamento las mediciones de temperatura e iluminación están por debajo de los recomendados. Para el Laboratorio de Hidráulica existe la situación que es lugar de paso, además de ser un área reducida, sin embargo, por el tipo de equipo que está instalado de manera fija, no puede ser cambiado de lugar.

2.2.1.3.1. Laboratorio de Mecánica de Fluidos

La orientación del laboratorio se presenta a continuación:

Figura 90. Croquis del Laboratorio de Mecánica de Fluidos



Fuente: adaptado de planos proporcionados por la Unidad de Planificación.

Temperatura y ventilación: en la figura 90 se observa que el Laboratorio de Mecánica de Fluidos se encuentra en un área central de la extensión del edificio T-5, no tiene acceso directo, el aire que ingresa es poco, ya que el viento corre en paralelo a las ventanas que representan la mayor fuente de ventilación, el techo del área es de lámina de asbesto y se registran temperaturas de 29,5 °C y humedad relativa de 70,5 %, (figura 28) ambos datos superan los límites indicados (tabla XIV).

La recomendación para este laboratorio es recurrir al aire acondicionado, dado la poca posibilidad de entrada de aire fresco; para lo que es necesario aislar el ambiente de la siguiente manera:

- Se propone colocar cielo falso a una altura de 3 m de altura para instalar sistema de aire acondicionado para el control de la temperatura. Para la elección del sistema de aire acondicionado se debe conocer la cantidad de aire que se desea renovar (m^3/h), o bien en BTU, según lo siguiente:

Volumen a renovar $m^3/s = \text{volumen } m^3 \times \text{num. de renovaciones de aire /h}$

$$(21 \text{ m} \times 7,9 \text{ m} \times 3,10 \text{ m}) \times 4 \text{ (renovaciones/ h)} = 2 \text{ 057,16 } m^3/h$$

- Acondicionar las ventanas abatibles para mayor ángulo de apertura, para las horas del día en que aún no sea necesario encender el aire acondicionado.

Iluminación: como puede observarse en la figura 90, la luz natural que entra por las ventanas es mayor después de medio día según el recorrido del sol, y cuando impacta directamente las ventanas, es tan fuerte que produce deslumbramiento en el área contigua a las ventanas. Aún en los momentos de

mayor iluminación, permanecen áreas oscuras con valores por debajo de los 500 lx como lo muestran las figuras 29, 30, 31, 32 y 33; y las condiciones deben ser óptimas y constantes para que el laboratorio esté dotado para atender grupos de estudiantes aún en horario nocturno. Para las condiciones actuales del laboratorio, la cantidad de lámparas se calcula de la siguiente manera:

Cálculos basados en el método de cavidad zonal:

Tipo de lámparas: lámparas fluorescentes

Nivel mínimo requerido de iluminación: 500 lx

Reflectancia de techo: 0,3

Reflectancia de pared: 0,3

Reflectancia de suelo: 0,1

Factor de mantenimiento: sucio = 0,6

Alto: 4,5 m

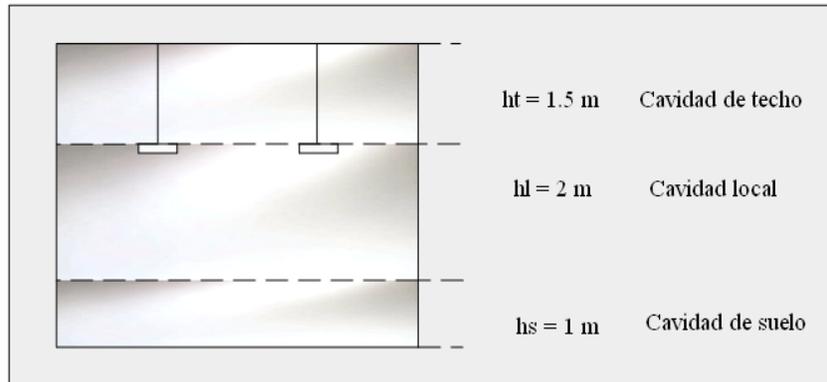
Largo: 21 m

Ancho: 7,9 m

Altura del plano de trabajo: 1 m

Las tres cavidades actuales son según se indica en la figura 91

Figura 91. **Distribución de cavidades del Laboratorio de Mecánica de Fluidos (actual)**



Fuente: elaboración propia, con programa de Professional Glass Eye 2000.

Los índices de cavidad (R_c), para cada una son:

$$R_{ct} = 5H_{ct} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{ct} / H_{cl})$$

$$R_{cl} = 5H_{cl} (l + a) / (l \times a)$$

$$R_{cs} = 5H_{cs} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{cs} / H_{cl})$$

Donde:

R_{ct} = índice de cavidad de techo

R_{cl} = índice de cavidad local

R_{cs} = índice de cavidad de suelo

H_{ct} = altura de la cavidad de techo

H_{cl} = altura de la cavidad de local

H_{cs} = altura de la cavidad de suelo

l = longitud del local

a = altura del local

$$R_{ct} = 5H_t (l + a) / (l \times a) = 5(1,5) (21 + 7,9) / (21 \times 7,9) = 1,31$$

$$R_{cl} = 5H_l (l + a) / (l \times a) = 5(2) (21 + 7,9) / (21 \times 7,9) = 1,742$$

$$R_{cs} = 5H_s (l + a) / (l \times a) = 5(1) (21 + 7,9) / (21 \times 7,9) = 0,8710$$

Según los datos y las tablas de reflectancia efectiva se obtiene el valor de K (coeficiente de utilización)

$$R_{techo} = 30$$

$$R_{pared} = 30$$

$$R_{ct} = 1,31$$

Reflectancia efectiva de techo = 22

$$R_{cl} = 1,742$$

$$K = 0,62$$

$$\text{El flujo lumínico } (\varphi) \text{ es } = \frac{E \times S}{K_u \times K_d}$$

Donde:

E = nivel de iluminación requerida (lux)

S = área a ser iluminada (m²)

K_u = coeficiente de utilización

K_d = factor de depreciación

$$\varphi = \frac{(500 \text{ lx}) \times (165,9 \text{ m}^2)}{(0,62) \times (0,6)} = 222\,983,87 \text{ lúmenes}$$

$$\text{Num. de lámparas} = \frac{\phi \text{ total}}{\phi \text{ por lámpara}} = \frac{222\,983,87}{2\,880} = 77 \text{ lámparas}$$

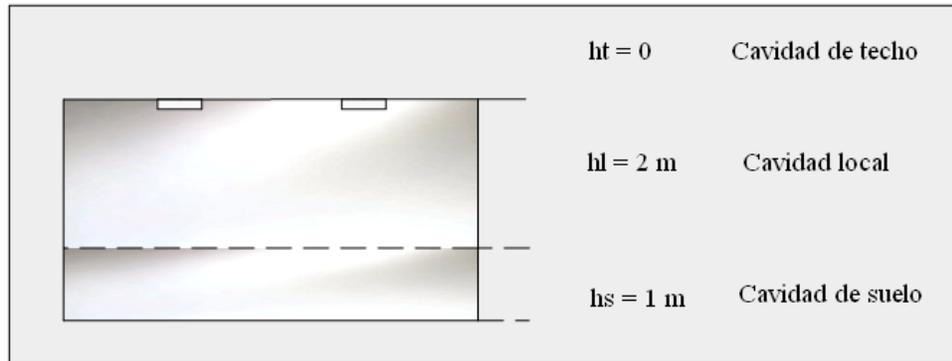
Actualmente el laboratorio tiene instaladas 12 lámparas fluorescentes T-8 de 32 W (90 lm/W) en arreglos dobles por luminaria (6 luminarias), y 12 lámparas T-12 de 40 W (60 lm/W) en arreglo simple. En total suman 24 lámparas con un flujo de 63 360,0 lúmenes que representa el 28,42 % del flujo lumínico necesario.

Para este laboratorio se recomendó instalar cielo falso (para aire acondicionado en el tema de temperatura), esta recomendación también aplica para la iluminación ya que disminuirá a cero la cavidad zonal de techo, y la reflectancia de esta será 0,7 en lugar de 0,3 también el factor de mantenimiento cambiará de sucio = 0,6 a limpio = 0,8.

Se propone una distribución de luminarias, ya con la instalación de cielo falso haciendo los siguientes cambios:

- Cambio en el montaje de las luminarias a la altura del cielo falso
- Cambio en el tipo de luminaria
- Cambio en el color de las paredes para
 - ✓ Mejorar la reflectancia
 - ✓ Mejorar el coeficiente de utilización
 - ✓ Disminuir el consumo respectivamente

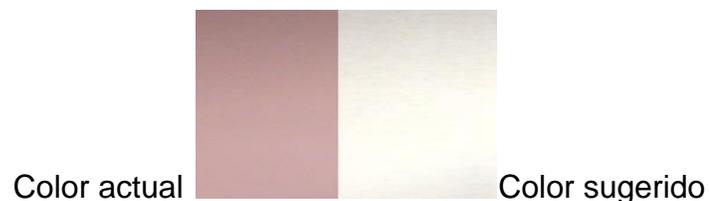
Figura 92. **Distribución de cavidades (propuesta con cielo falso)**
para el Laboratorio de Mecánica de Fluidos



Fuente: elaboración propia, con programa de Professional Glass Eye 2000.

Cambio en el color de las paredes: la pintura del laboratorio está en buenas condiciones, cuando se pinte de nuevo, se debe tener en cuenta en elegir un color muy claro y agregarle aditivo de polvo de vidrio para aumentar la reflexión de la luz. Considerando el tipo de práctica, en este caso el color óptimo es un color blanco.

Figura 93. **Color sugerido para el Laboratorio de Mecánica de Fluidos**



Fuente: elaboración propia.

Cambio de lámparas: las lámparas fluorescente T-12, cambiarlas a lámparas fluorescentes T-8 que son más eficientes.

Tabla XXXVI. **Comparación de lámparas fluorescentes**

Lámpara fluorescente T-12 (actuales)	Lámpara fluorescente T-8
40 W	32 W
10000 h de vida útil promedio	10000 h de vida útil promedio
40-60 lm/W en eficiencia	60-90 lm/W en eficiencia

Fuente: adaptado de presentación de eficiencia energética Centro Guatemalteco de Producción más Limpia. Diapositiva 27.

Con los cambios mencionados anteriormente, se realizan nuevamente los cálculos basados en el método de cavidad zonal:

Tipo de lámparas: lámparas fluorescentes T-8

Nivel mínimo requerido de iluminación: 500 lx

Reflectancia de techo: 0,7

Reflectancia de pared: 0,5

Reflectancia de suelo: 0,1

Factor de mantenimiento: limpio = 0,8

Alto: 3 m

Largo: 21 m

Ancho: 7,9 m

Altura del plano de trabajo: 1 m

Los índices de cavidad (R_c), para cada una son:

$$R_{ct} = 5H_{ct} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{ct} / H_{cl})$$

$$R_{cl} = 5H_{cl} (l + a) / (l \times a)$$

$$R_{cs} = 5H_{cs} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{cs} / H_{cl})$$

Donde:

R_{ct} = índice de cavidad de techo

R_{cl} = índice de cavidad local

R_{cs} = índice de cavidad de suelo

H_{ct} = altura de la cavidad de techo

H_{cl} = altura de la cavidad de local

H_{cs} = altura de la cavidad de suelo

l = longitud del local

a = altura del local

$$R_{ct} = 5H_t (l + a) / (l \times a) = 5(0) (21 + 7,9) / (21 \times 7,9) = 0$$

$$R_{cl} = 5H_l (l + a) / (l \times a) = 5(2) (21 + 7,9) / (21 \times 7,9) = 1,742$$

$$R_{cs} = 5H_s (l + a) / (l \times a) = 5(1) (21 + 7,9) / (21 \times 7,9) = 0,8710$$

El índice de cavidad de techo es cero, por lo tanto la reflectancia efectiva del techo es la reflectancia de techo que es 0,7. Con la reflectancia de pared que es 0,5 y el índice de cavidad del local que es 1,742; se obtiene según las tablas el valor del coeficiente utilización K.

R techo= 0,7

R pared= 0,5

R_{cl} = 1,742

K = 0,73

$$\text{El flujo lumínico } (\varphi) \text{ es } = \frac{E \times S}{K_u \times K_d}$$

Donde:

E = nivel de iluminación requerida (lux)

S = área a ser iluminada (m²)

K_u = coeficiente de utilización

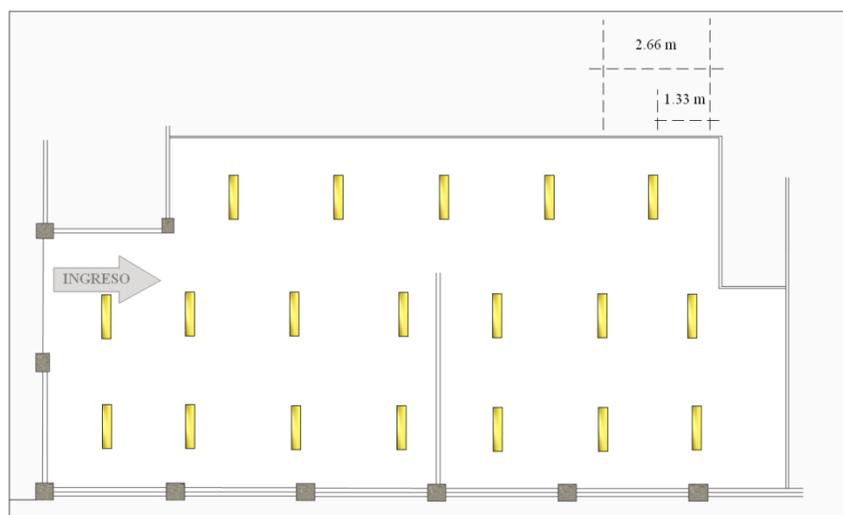
K_d = factor de depreciación

$$\phi = \frac{(500 \text{ lx}) \times (165.9 \text{ m}^2)}{(0.73) \times (0.7)} = 162\,328,77 \text{ lúmenes}$$

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\phi \text{ total}}{\phi \text{ por lámpara}} = \frac{162\,328,77}{2\,880} = 56,37 \text{ lámparas}$$

Se necesitan 57 lámparas, por lo que se propone arreglos de 3 lámparas por luminaria, siendo 19 luminarias totales distribuidas de la siguiente manera.

Figura 94 **Diagrama de distribución de luminarias para el Laboratorio de Mecánica de Fluidos**



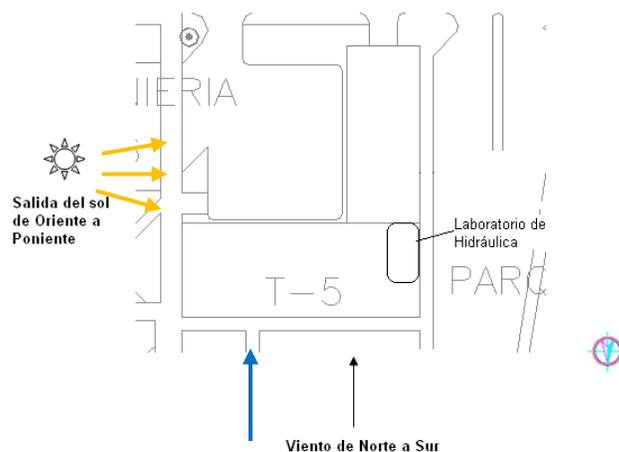
Fuente: elaboración propia, con programa de Professional Glass Eye 2000.

- Los interruptores de las luminarias deben separarse por áreas para que el consumo sea según la necesidad del momento.
- Se recomienda colocar difusores a todas las luminarias
- Las lozas de cielo falso pueden intercalarse con otras de policarbonato transparente para aprovechar la luz que entra por las láminas transparentes que actualmente tiene el techo.
- El cielo falso hará más eficientes las luminarias, ya que la cavidad zonal actual de techo es muy grande y de un material poco reflectivo.
- Dar mantenimiento al techo
- Colocar persianas de PVC o de metal en las ventanas, para controlar la entrada de luz natural en las horas del día en que esta es muy fuerte.

2.2.1.3.2. Laboratorio de Hidráulica

La orientación del laboratorio se presenta en la figura siguiente:

Figura 95. Croquis del Laboratorio de Hidráulica



Fuente: adaptado de planos de la Unidad de Planificación.

El Laboratorio de Hidráulica, como se ha descrito antes se divide en dos áreas, una de ellas corresponde a la misma del Laboratorio de Mecánica de Fluidos, con las mismas recomendaciones. La otra área se encuentra en el corredor y como se observa en la figura 95 la ventilación no entra de manera directa, este laboratorio no tiene ventanas.

A pesar de que el laboratorio no tiene entradas de aire directas como se mencionó, por ser un corredor de dimensiones menores que el área que está al lado, en ocasiones si conduce las corrientes de aire. El problema es que no es continua la cantidad de aire que entra.

Según la figura 37 la temperatura alcanza los 29.5 °C

Lo que se recomienda para este laboratorio es continuar con la instalación de aire acondicionado que se propone en el Laboratorio de Mecánica de Fluidos que está al lado.

- Para la instalación del aire acondicionado es necesario aislar el área, con una pared de tabla-yeso a un costado y otra pared con puerta al ingreso del laboratorio. Aislar el área permitirá el control de la temperatura y además dará seguridad a los equipos que actualmente están expuestos al robo o a ser dañados, porque el ingreso a ésta área es libre. Para la elección del sistema de aire acondicionado se debe conocer la cantidad de aire que se desea renovar (m^3/h), o bien en BTU, según lo siguiente:

$$\text{Volumen a renovar } m^3/s = \text{volumen } m^3 \times \text{num. de renovaciones de aire /h}$$
$$(8,10 \text{ m} \times 7 \text{ m} \times 3 \text{ m}) \times 4 \text{ (renovaciones/ h)} = 680,4 \text{ } m^3/h$$

Iluminación: en el área donde está el canal hidráulico se tiene muy poca entrada de luz y de manera indirecta. El laboratorio no tiene ventanas como ya se mencionó anteriormente. Aún con todas las lámparas encendidas, la iluminación está muy por debajo de los 500 lx, tal como lo muestran las mediciones en las figuras 38, 39 y 40.

Es el único laboratorio en donde el plano de trabajo es a nivel del suelo y el color de la pintura es el más oscuro. Dadas las condiciones anteriores, la iluminación artificial se hace necesaria y según las dimensiones del laboratorio, la cantidad de lámparas debería ser:

Cálculos basados en el método de cavidad zonal:

Tipo de lámparas: lámparas fluorescentes

Nivel mínimo requerido de iluminación: 500 lx

Reflectancia de techo: 0,3

Reflectancia de pared: 0,1

Reflectancia de suelo: 0,1

Factor de mantenimiento: sucio = 0,6

Alto: 3 m

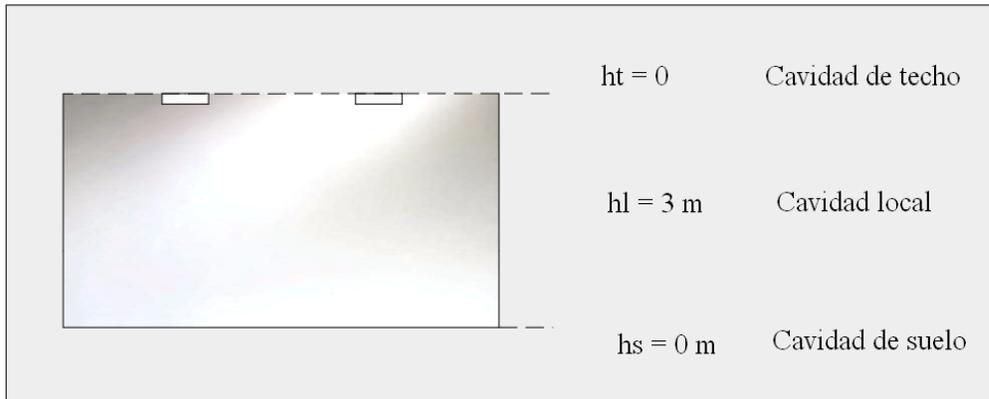
Largo: 8,10 m

Ancho: 7 m

Altura del plano de trabajo: a nivel del suelo

Las luminarias van adosadas al techo, y el plano de trabajo es a nivel del suelo, por tanto ambas cavidades son cero, según se ilustra en la figura que se muestra a continuación.

Figura 96. **Diagrama de distribución de cavidades para el Laboratorio de Hidráulica**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

Los índices de cavidad (R_c), para cada una son:

$$R_{ct} = 5H_{ct} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{ct} / H_{cl})$$

$$R_{cl} = 5H_{cl} (l + a) / (l \times a)$$

$$R_{cs} = 5H_{cs} (l + a) / (l \times a) = R_{cl} (H_{cs} / H_{cl})$$

Donde:

R_{ct} = índice de cavidad de techo

R_{cl} = índice de cavidad local

R_{cs} = índice de cavidad de suelo

H_{ct} = altura de la cavidad de techo

H_{cl} = altura de la cavidad de local

H_{cs} = altura de la cavidad de suelo

l = longitud del local

a = altura del local

$$R_{ct} = 5H_t (l + a) / (l \times a) = 5(0) (8,10 + 7) / (8,10 \times 7) = 0$$

$$R_{cl} = 5H_l (l + a) / (l \times a) = 5(3) (8,10 + 7) / (8,10 \times 7) = 3,99$$

$$R_{cs} = 5H_s (l + a) / (l \times a) = 5(0) (8,10 + 7) / (8,10 \times 7) = 0$$

Como el índice de cavidad de techo es cero, entonces la reflectancia efectiva de techo corresponde a la reflectancia de techo que es 0,3, la reflectancia de pared es 0,1, y el índice del local es 3,99; con éstos datos se obtiene según las tablas el coeficiente de utilización (K).

$$R_{techo} = 30$$

$$R_{pared} = 10$$

$$K = 1,01$$

$$\text{El flujo lumínico } (\varphi) \text{ es } = \frac{E \times S}{K_u \times K_d}$$

Donde:

E = nivel de iluminación requerida (lux)

S = área a ser iluminada (m²)

K_u = coeficiente de utilización

K_d = factor de depreciación

$$\varphi = \frac{(500 \text{ lx}) \times (56.7 \text{ m}^2)}{(1,010) \times (0,6)} = 46\,782 \text{ lúmenes}$$

$$\text{Num. de lámparas} = \frac{\varphi_{\text{total}}}{\varphi_{\text{por lámpara}}} = \frac{46\,782}{2\,880} = 16 \text{ lámparas}$$

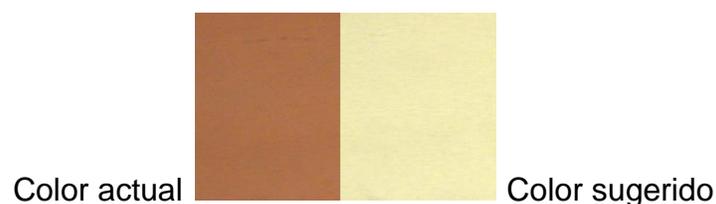
Actualmente el laboratorio tiene instaladas 10 lámparas fluorescentes T-8 de 32 W (90 lm/W); 8 de ellas en arreglos dobles por luminaria (4 luminarias),

y 2 en arreglo simple. En flujo total es de 28 800 lúmenes que representa el 61,57 % del flujo lumínico necesario.

Se propone una distribución de luminarias, haciendo cambios en el color de las paredes y el techo para; mejorar la reflectancia.

- La pintura del laboratorio actualmente es de un color ladrillo, el color es muy oscuro y el alto contenido de pigmento rojo resulta en una pobre reflexión de luz. Se recomienda usar un color claro con aditivo de polvo de vidrio, en este caso es muy importante que se tome en cuenta el aditivo, porque aún colocando suficientes luminarias, los equipos están a nivel del suelo y el color de la pared puede representar una parte importante en la iluminación. Considerando el tipo de práctica, y que es un corredor de paso a otras áreas, el color puede ser un beige tono medio-claro.

Figura 97. **Color sugerido para el Laboratorio de Hidráulica**



Fuente: elaboración propia.

Al cambiar el color de las paredes y techo, se debe encontrar el nuevo coeficiente de utilización (K) según lo siguiente:

El índice de cavidad de techo sigue siendo cero; entonces la reflectancia efectiva de techo corresponde a la reflectancia de techo que al ser de color claro cambia de 0,3 a 0,7; la reflectancia de pared cambia de 0,1 a 0,5.

El factor de mantenimiento también cambia de 0,6 a 0,8 porque para éste laboratorio se sugiere aislar el ambiente (para instalar aire acondicionado, en el tema de temperatura), condición que influirá en el factor de mantenimiento de las lámparas.

El índice del local es 3,99; con estos datos se obtiene según las tablas el coeficiente de utilización (K)

R techo = 70

R pared = 50

K = 1,04

$$\text{El flujo lumínico (} \varphi \text{) es } = \frac{E \times S}{K_u \times K_d}$$

Donde:

E = nivel de iluminación requerida (lux)

S = área a ser iluminada (m²)

K_u = coeficiente de utilización

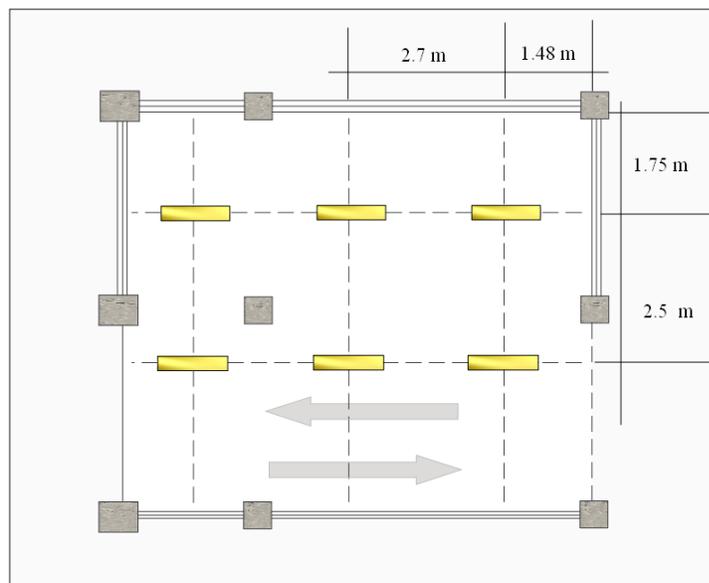
K_d = factor de depreciación

$$\varphi = \frac{(500 \text{ lx}) \times (56,7 \text{ m}^2)}{(1,04) \times (0,8)} = 34\ 074,52 \text{ lúmenes}$$

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\phi \text{ total}}{\phi \text{ por lámpara}} = \frac{34\,074,52}{2\,880} = 11,83 \text{ lámparas}$$

Se necesitan 12 lámparas, se propone colocarlas en arreglos de 2 lámparas por luminaria, siendo 6 luminarias totales distribuidas de la siguiente manera:

Figura 98. **Diagrama de distribución de luminarias en el Laboratorio de Hidráulica**



Fuente: elaboración propia, con programa de diseño Professional Glass Eye 2000.

- Es recomendable colocar difusores a las luminarias.
- Se recomienda quitar los productos químicos de desecho que están almacenados en una de las paredes, por el riesgo que implican. Este espacio puede ser utilizado para guardar materiales u objetos pertenecientes al laboratorio, o bien como casilleros para los estudiantes.

- La propuesta con respecto a instalaciones del área donde se encuentran el resto de los equipos corresponde a la del Laboratorio de Mecánica de Fluidos, ya que se realizan en el mismo lugar y prevalecen las mismas condiciones físicas.

2.2.1.3.3. Laboratorio de Hidrología

- La práctica de Hidrología se realiza en el exterior, fuera de la universidad, por lo que no se hace propuesta respecto a instalaciones.

2.2.1.4. Área de Topografía

Para el Área de Topografía no se tiene un laboratorio físico, la práctica es de campo.

2.2.1.4.1. Laboratorio de Topografía I y Topografía II

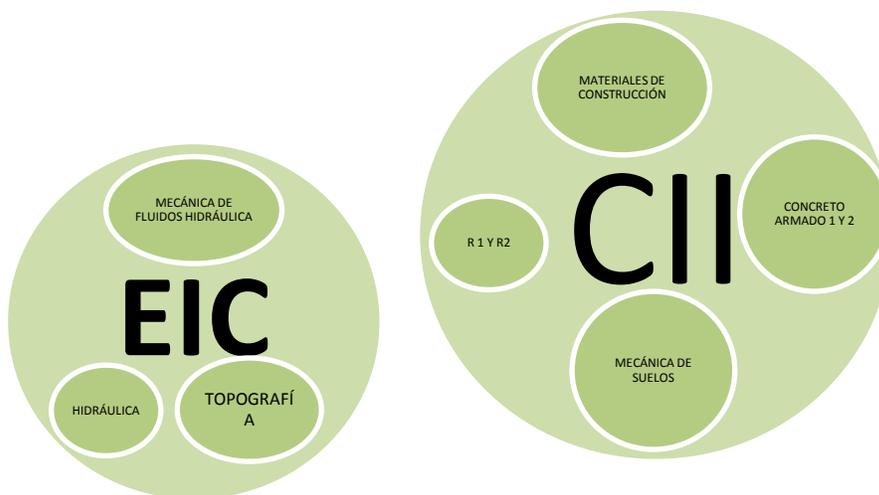
- La práctica de Topografía I y II se realiza en el exterior, por lo que no se hace propuesta respecto a instalaciones.

2.2.2. Inventario de maquinaria y equipo

La práctica de los laboratorios de Materiales de Construcción, Mecánica de Suelos, Resistencia de Materiales I y II, y Concreto Armado I y II se realizan con el apoyo de la maquinaria que pertenece a varias de las secciones del CII que cuentan con el equipo calificado para la realización de ensayos, control de calidad e investigación en base a normas nacionales e internacionales

Las prácticas de Topografía I y II, se realizan con equipo perteneciente a la Escuela de Ingeniería Civil. Las prácticas del Área de Mecánica de Fluidos e Hidráulica, se realizan con equipo perteneciente a la Escuela de Ingeniería Civil.

Figura 99. Inventarios cargados al CII y a la EIC



Fuente: elaboración propia.

2.2.2.1. Área de Materiales de Construcción y Obras Civiles

Para la realización de las prácticas, se cuenta con maquinaria adecuada y suficiente, a excepción de la máquina Universal, que presenta mayor demanda, razón por la cual se adquirió una más moderna, sin embargo presentó desperfectos que hasta el momento no han podido ser resueltos y actualmente no está en uso.

2.2.2.1.1. Laboratorio de Materiales de Construcción

Los requerimientos para este laboratorio, se enfocan en mayor parte, a mantenimiento, ya que no existe un plan de mantenimiento preventivo y se hacen solamente reparaciones de emergencia. También se requieren ciertos materiales (como probetas para las prácticas) y equipo menor (como cintas métricas), que más que una lista de inventario, se necesita un presupuesto asignado para que los docentes puedan disponer de una cantidad mínima para realizar las prácticas y solventar situaciones pequeñas e imprevistas. Si la máquina Universal no puede ser reparada, será necesario una nueva.

Se listan a continuación las necesidades detectadas a solicitud de los catedráticos que imparten las prácticas:

- Reparar la máquina Universal que está dañada
- Reparar la campana de extracción
- Dar mantenimiento a las balanzas, tomando en cuenta que la calibración de un equipo de peso se garantiza solamente por seis meses.
- Mesa para balanzas digitales
- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos.

2.2.2.1.2. Laboratorio de Mecánica de Suelos

La práctica de este laboratorio, se realiza en la Sección de Suelos del CII, y se cuenta con equipo adecuado, pero se necesita aumentar la cantidad de algunos equipos y herramientas de laboratorio. Los requerimientos son:

- 2 balanzas de precisión, (3,000 gr +/- ; capacidad 20 kg)
- 10 probetas graduadas
- 10 ranuradores
- 10 espátulas
- 10 balones aforados
- 10 termómetros
- 1 cono de penetración para el límite líquido
- 2 cajas de mascarillas

2.2.2.2. Departamento de Estructuras

La práctica de estos laboratorios se lleva a cabo en una sección del CII. La maquinaria y equipo es adecuada y suficiente. Los requerimientos son básicamente de mantenimiento

2.2.2.2.1. Laboratorio de Resistencia de Materiales I y II

Se lista a continuación las necesidades detectadas a solicitud de los catedráticos que imparten las prácticas:

- Reparar la máquina para el ensayo de Flexión que actualmente está dañada y la práctica se reduce a teoría.
- Dar mantenimiento a las balanzas, tomando en cuenta que la calibración de un equipo de peso se garantiza solamente por seis meses.
- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos.

2.2.2.2. Laboratorio de Concreto Armado I y II

La práctica se realiza en la sección de prefabricados. También se requiere hacer ensayos en la sección de concretos. En ambas secciones se cuenta con maquinaria adecuada, sin embargo hay ciertos requerimientos de equipo que se listan a continuación:

- Un banco para doblar metal
- Un carretón para trasladar las vigas y columnas que se prueban
- 2 pesos unitarios para el diseño de la mezcla
- 10 palas
- 10 metros
- 10 azadones
- 10 uñas
- 10 martillos
- 1 cono de Abrams para diseño de mezcla
- 10 mesas de concreto de (1,5 x 0,5 m c/u) para que los estudiantes coloquen las estructuras, encofrado, mezclas, etc.

2.2.2.3. Departamento de Hidráulica

En los laboratorios de este departamento, la mayor parte del equipo es adecuado para fines docentes, sin embargo, hace falta equipo más moderno para que las prácticas sean del nivel que requiere la educación superior. Por ejemplo el equipo para la medición de flujo en conductos cerrados, es un prototipo fabricado por un estudiante. Además no se les ha dado mantenimiento en muchos años.

2.2.2.3.1. Laboratorio de Mecánica de Fluidos

Se listan a continuación los requerimientos de equipo para este laboratorio:

- 1 banco de hidrostática marca Didacta
- 1 aparato para las medidas de caudal
- 1 unidad de lecho móvil y tanque de visualización de flujo (usado para simulación).
- Equipo para estudiar el comportamiento de gases.
- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos.

2.2.2.3.2. Laboratorio de Hidráulica

Los equipos que se requieren para este laboratorio son:

- 1 equipo para ensayos de Centros de Presión e Hidrostática
- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos.

2.2.2.4. Área de Topografía

Este laboratorio cuenta con equipo adecuado, sin embargo es necesario aumentar la cantidad por la población de estudiantes.

2.2.2.4.1. Laboratorio de Topografía I y Topografía II

Las necesidades de equipo para éste laboratorio se listan a continuación:

- 3 teodolitos digitales
- 3 unidades de estación total
- 3 GPS topográficos
- 1 esteroscopio de mesa
- 1 esteroscopio de bolsillo
- 6 sombrillas topográficas

2.2.3. Recursos Humanos

La práctica de laboratorio debe contar con el recurso humano adecuado para cumplir con los fines académicos. Según las opiniones obtenidas en las encuestas, se hace necesario la contratación de más auxiliares para dar el apoyo necesario relacionado a las prácticas.

Según se indicó en la tabla IX, el Laboratorio de Mecánica de Fluidos cuenta con la mayor población de estudiantes asignados y el catedrático del mismo expresa que se requiere del apoyo de una persona más, que colabore con el desarrollo de la práctica. De igual manera el catedrático del Laboratorio de Mecánica de Suelos requiere de un auxiliar adicional.

Para el Laboratorio de Concreto Armado I y II, actualmente no se cuenta con ningún auxiliar.

Si se pretende dar un mantenimiento adecuado a las maquinarias de los laboratorios, será necesario de la contratación de por lo menos un mecánico de horario completo para la revisión constante, periódica y programada de la maquinaria y equipo.

El personal requerido se lista a continuación:

- Un auxiliar que colabore con la preparación de la práctica, para el Laboratorio de Mecánica de Fluidos.
- Un auxiliar para Mecánica de Suelos.
- Un auxiliar para Concreto Armado I y II.
- Un mecánico de planta para los equipos de laboratorio.

2.2.4. Guía para mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo

El mantenimiento preventivo tiene fundamento en actividades que deben realizarse con la finalidad de conservar en óptimas condiciones la maquinaria, mediante la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas y programadas; y de un servicio de trabajos de mantenimiento previsto como necesario a máquinas, equipos, e instalaciones con el fin de disminuir los casos de emergencias y garantizar que los resultados sean confiables.

Lo más importante del mantenimiento preventivo es que permite planificar con anticipación las actividades a realizar en la maquinaria, escoger al personal o las empresas que realizarán el trabajo, seleccionar las herramientas adecuadas a utilizar, la frecuencia de aplicación, enumerar las piezas que se van a reemplazar, lubricar, entre otros, y también coordinar las fechas más apropiadas para programar con anticipación.

Algunos de los factores relevantes del mantenimiento preventivo son:

- Aumenta la vida útil de la maquinaria y equipo
- Reduce el número de fallas
- Reduce el tiempo perdido
- Permite identificar todos los equipos que originan gastos de mantenimiento exagerados.
- Evidencia las necesidades de un trabajo de mantenimiento correctivo
- Evidencia la necesidad de adiestramiento
- Indica en momento de reemplazo de máquinas
- Reduce los paros imprevistos por paros programados
- Se reducen los accidentes
- Evita la transformación de un pequeño mantenimiento a una gran reparación de alto costo.
- Adicionalmente a esto, representa un ahorro en los costos de reparación y mantenimiento de inventarios.

El tipo de mantenimiento actual para la maquinaria y equipo de los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil, es mínimo, actualmente se limita a un mantenimiento correctivo, que consiste en reparar las fallas a medida que se van presentando. A pesar de que a primera vista pareciera que cualquier tipo de mantenimiento podría ser mejor que ningún tipo de mantenimiento, se debe hacer énfasis que la Escuela de Ingeniería Civil, está dentro de un contexto de acreditación, por lo que las intervenciones a la maquinaria deben estar normadas, autorizadas, y realizadas por técnicos capacitados o expertos.

El mantenimiento incluye la calibración de los equipos, que es un aspecto fundamental para la trazabilidad. Aquí intervienen entonces, las normas internacionales de calidad y una serie de procedimientos indispensables.

Por tal razón el diseño de un programa de mantenimiento para los laboratorios de la escuela de Ingeniería Civil, no puede hacerse aislado, debe estar sujeto dentro de un sistema definido de calidad para los laboratorios, en donde prevalezcan:

- La sujeción a un normativo o manual de calidad formalmente establecido.
- Procedimientos generales y específicos
- Normas, instrucciones de calibración, mantenimiento, operación, registros, entre otros.

Figura 100. **Jerarquía de la documentación del Sistema de Calidad (Convenio ISO 10013-95)**



Fuente: LOPEZ RAMOS, Augusto. Lineamientos para la acreditación de la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración según ISO 17025. p. 24.

Debe tomarse en cuenta que mucho del equipo y maquinaria con que cuenta la Escuela de Ingeniería Civil, son de modelos antiguos o son hechas por lo cual carecen de manuales de mantenimiento o de operación.

En cada laboratorio, debe realizarse un programa específico de acuerdo a la maquinaria que posea cada uno y por supuesto dentro de un Programa de Calidad como se menciono antes. Debe ser diseñando por los encargados de Calidad, con la participación de ingenieros mecánicos, y de los técnicos que tienen contacto con la maquinaria. Puede resultar conveniente que para ciertas máquinas muy específicas, se consulte con los fabricantes.

El procedimiento que debe seguirse se presenta a continuación:

- Ubicar el diseño del programa de mantenimiento dentro de las necesidades y acciones de un manual de calidad.

Lo primero es que se evidencie la necesidad y la importancia de un programa de mantenimiento para prestarle la atención que corresponde y que la ejecución no sea postergada.

- Definir objetivos y metas

Estos deben responder a las exigencias de una facultad con carreras acreditadas, a la calidad de los servicios que presta el CII, y a la excelencia académica.

- Definir el personal a cargo

Es muy importante que se designe a las personas idóneas para la realización y que se asigne al personal suficiente de acuerdo a los objetivos y metas. Es muy frecuente caer en el error de establecer metas muy ambiciosas, sin contar con los recursos necesarios.

- Actualizar el inventario delimitando claramente los equipos que pertenecen a cada área y los que se usan en común entre diferentes laboratorios.

Los inventarios están desactualizados. Como se ha mencionado, hay equipos que pertenecen al CII y otros a la EII, y se encontró maquinaria y equipo que no están cargados a algún inventario, como se puede ver en las tablas de la XVI a la XXI, que se han marcado con un asterisco.

También se encuentran equipos con especificaciones o accesorios incompletos.

- Establecer procedimientos

Se necesita establecer procedimientos administrativos, operativos, de servicio, de control y verificación para cada área y en algunos casos para cada máquina. Se encuentran por ejemplo máquinas de funcionamiento mecánico, hidráulico y eléctrico, que requieren procedimientos más elaborados.

- Definir y programar la capacitación

La capacitación debe ser en principio, para toda persona que haga uso de la maquinaria y equipo, pero llega a ser indispensable para aquellas personas que hacen uso frecuente y directo y más aún para los que las intervienen físicamente.

- Elaborar un normativo general y específico para cada laboratorio

En todo laboratorio deben existir normas generales, reglas específicas, límites y penalizaciones.

- Elaborar manuales de usuario

El manual de usuario de laboratorio, debe ser un documento completo pero sencillo y comprensible que permita que las personas hagan un buen uso responsable de los equipos.

- Elaborar una ficha técnica de registro para cada equipo

La documentación debe tener identificación única e inequívoca que permita la rápida localización y asociación con el área o actividad a la que estén relacionados.

En esta ficha se anotan todos los datos técnicos más importantes de cada máquina, con la finalidad de tener una referencia rápida sobre los repuestos recomendables y parámetros generales de funcionamiento de las máquinas.

Los datos que se registran en esta ficha son: nombre de la máquina, número de inventario, ubicación, función principal de la máquina, fotografía, marca, modelo, num. de serie, dimensiones, código, elementos mecánicos más importantes, si lleva accesorios y/o componentes adicionales, tipo de lubricación, voltaje, potencia, presión, temperatura, mantenimientos más frecuentes, fabricante, datos del proveedor de repuestos recomendado.

Actualmente el CII ya ha iniciado el proceso y cuenta con la identificación de gran parte de la maquinaria y equipo.

Han elaborado además del formato oficial de la ficha técnica, el formato de la ficha de mantenimiento, el formato para las órdenes de trabajo y el formato para las etiquetas, como se presentan en el anexo.

Para los Laboratorios de Mecánica de Fluidos, Hidráulica y Topografía, que no comparten equipo con el CII, la recomendación es que unifiquen información con el CII para que todo quede clasificado y normado de la misma manera.

- Crear un archivo para cada elemento identificado

El archivo de cada elemento inventariado, lo encabeza la ficha técnica. Lo complementa información con datos y fechas exactas, esto lo convierte en un historial en donde todo evento realizado con o al equipo, queda registrado.

- ✓ Generales del equipo: identificación del equipo, nombre del equipo
- ✓ Documentación técnica: planos, diagramas, manuales de los equipos y/o información similar
- ✓ Historial de persona/s responsable/s del equipo: nombre, fecha del período de responsabilidad, observaciones
- ✓ Historial de ubicación física: lugar, fecha, observaciones (cambio de ubicación y motivo del cambio)
- ✓ Historial de uso: área o grupo de personas que hacen uso del equipo (con fechas)
- ✓ Historial de mantenimiento preventivo
 - Hoja de registro u orden del mantenimiento preventivo
 - Persona que autoriza el mantenimiento

- Persona o entidad que realizo el mantenimiento, fecha, y descripción del mantenimiento.
- ✓ Historial de mantenimiento correctivo
 - Hoja de registro u orden del mantenimiento correctivo
 - Persona que autoriza la reparación
 - Persona/entidad que realizo la reparación, fecha, descripción de la reparación
 - Historial de piezas reparadas
 - Historial de piezas reemplazadas
 - Empresa proveedora de piezas
- Programar una rutina de inspecciones
 - ✓ Revisar la prioridad de las tareas
 - ✓ Llenar las fichas de registro respectivo, a fin de poder llevar el control de las actividades realizadas
 - ✓ Generar un informe de la inspección
- Establecer el costo del programa de mantenimiento

Para el mantenimiento, establecer el costo es muy importante, porque va mas allá de un simple dato numérico, ya que una vez conocido el monto, se debe iniciar el proceso de una asignación presupuestaria para la ejecución.

El costo del mantenimiento es un valor que puede variar con el tiempo, condiciones, tecnología, incidentes, entre otros; pero no debe desaparecer si se pretenden laboratorios con funcionamiento adecuado.

De manera general, se presentan a continuación acciones a seguir sin que estas sean una sustitución del plan de mantenimiento. Son acciones que de inicio, colaborarán a preservar las condiciones de los equipos y serán información valiosa al momento de tener establecido formalmente el plan.

- Evaluar periódicamente condiciones generales

- ✓ Humedad
- ✓ Vibraciones
- ✓ Filtraciones
- ✓ Corrosión
- ✓ Polvo
- ✓ Instalación segura
- ✓ Temperatura
- ✓ Conexiones eléctricas
- ✓ Aceite
- ✓ Seguridad de los equipos

- Anotar las fallas o datos relevante que se presenten

En las anotaciones deben incluirse fecha y hora, y el momento en que se detecta. Como se ha mencionado antes, el mantenimiento no es una opción, es una necesidad que no debe ser postergada.

2.2.5. Análisis de costos

La propuesta para dotar los laboratorios de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos es de carácter social.

Presupone una inversión inicial que en este caso es para la construcción de dos bodegas de materiales, para la modificación de entradas de aire en las ventanas, la redistribución e instalación de luminarias, la instalación de aire acondicionado con las respectivas remodelaciones necesarias, la adquisición de maquinaria y equipo, entre otros. El monto total de la inversión inicial se detalla en la tabla XXXVII.

También genera un costo anual por la contratación de personal que se indica en la tablas XXXVIII, XXXIX y XL.

No se esperan ingresos extras generados por llevar a cabo la propuesta, es decir que el flujo de efectivo implica un desembolso inicial y desembolsos anuales durante el tiempo estimado de proyección.

La evaluación correspondiente debe estar basada en la cantidad de personas que obtengan un beneficio en relación al costo. Para obtener éste dato se diagrama un flujo de efectivo representado en la tabla XLI y la figura 100.

Tabla XXXVII. Inversión inicial

Inversión inicial				
Requerimientos de equipo y mejoras en las instalaciones				
Mecánica de Fluidos				
Pintura para paredes (175 m ²)	15	gal	Q 120,00	Q 1 800,00
Aditivo de polvo de vidrio para pintura	15	lb	Q 16,50	Q 274,50
Lámparas fluorescentes (T-8)(en arreglos de 3 c/difusor)	19	uni	Q 360,00	Q 6 840,00
Cielo falso con rejilla,duoport y páneles intercalados de policarbonato	166	m ²	Q 90,00	Q 14 940,00
Sistema de aire acondicionado	2	unid	Q 15 000,00	Q 30 000,00
Persianas (1.5 m x 1.4 m)	10	unid	Q 690,00	Q 6 900,00
Hidráulica:				
Pared de tablayeso (49 m²)	49	m ²	Q 190,00	Q 9 310,00
Pintura para paredes (82.87 m ²)	6	gal	Q 120,00	Q 720,00
Aditivo para pintura	6	lb	Q 16,50	Q 99,00
Sistema de aire acondicionado	1	unid	Q 15 000,00	Q 15 000,00
Luminarias con 2 lámparas fluorescentes T-8	4	unid	Q 210,00	Q 840,00
Banco de hidrostática marca DIDACTA	1	unid	Q 190 000,00	Q 190 000,00
Un medidor de caudal	1	unid	Q 257 000,00	Q 257 000,00
Una unidad de lecho móvil y tanque de visualización de flujo	1	unid	Q 557 000,00	Q 557 000,00
Equipo de ensayos de centro de presión hidrostática				
Sub-total				Q 1 090 696,00
Materiales de Construcción , Resistencia de materiales 1 y Resistencia de Materiales 2:				
Planchas de cartón piedra (4" x 8")	10	unid	Q 85,00	Q 850,00
Persianas (1.5 m x 1.4 m)	14	unid	Q 690,00	Q 9 660,00
Lámparas de vapor de mercurio con aditivos metálicos	12	unid	Q 1 150,00	Q 13 800,00
Pintura del laboratorio, paredes y techo (673 m ²)	45	gal	Q 120,00	Q 5 400,00
Aditivo de polvo de vidrio para pintura	45	lb	Q 16,50	Q 742,50
Modificación de ventanas de fijas a abatibles(16 m ²)	16	m ²	Q 300,00	Q 4 800,00
Calibración de equipos de peso	4	unid	Q 2 000,00	Q 8 000,00
Mesa para balanzas digitales	1	unid	Q 300,00	Q 300,00
Pizarrón	1	unid	Q 650,00	Q 650,00
Extractor de aire 24 CFM 6885	1	unid	Q 2 325,00	Q 2 325,00
Ventilador	1	unid	Q 500,00	Q 500,00
Reparación de maquina Universal, máquina para el ensayo de Flexión y campana de extracción(valor estimado)	1		Q 250 000,00	Q 250 000,00
Sub-total				Q 297 027,50
Mecánica de Suelos:				
Modificación de las ventanas de fijas a abatibles	16,7	m ²	300	Q 5 010,00
Modificación de las ventanas de fijas a abatibles	9,45	m ²	300	Q 2 835,00
Pintura especial reflectiva para el techo	14	gal	180	Q 2 520,00
Revestimiento para reparación de goteras de techo	1	gal	120	Q 120,00
Persianas (1.5 m x 1.4 m)	15	unid	690	Q 10 350,00
Luminarias con 2 lámparas fluorescentes (T-8) planta baja	8	unid	210	Q 1 680,00
Luminarias con 2 lámparas fluorescentes (T-8) planta alta	10	unid	210	Q 2 100,00
Bodega para guardar el material de las prácticas (4.5m x 6 m)	27	m ²	2000	Q 54 000,00
Cristalería de laboratorio (tabla xx)	1		3750	Q 3 750,00
Sub-total				Q 82 365,00

Continuación de la tabla XXXVII.

Concreto Armado 1 y 2:				
Toldo desmontable de 4 aguas, de 4 x 4 mts h central 3.30mts	1	unid	Q 4 475,00	Q 4 475,00
Mesas de concreto (1.05 x 0.5 mts)	10	unid	Q 850,00	Q 8 500,00
Bodega para guardar materiales (6m x 6m)	36	m ²	Q 2 000,00	Q 72 000,00
Banco de madera para doblar metal	1	unid	Q 4 000,00	Q 4 000,00
Carretón para trasladar vigas	1	unid	Q 800,00	Q 800,00
Pesos unitarios para diseño de mezcla	2	unid	Q 1 200,00	Q 2 400,00
Palas	10	unid	Q 40,00	Q 400,00
Metros	10	unid	Q 35,00	Q 350,00
Azadones	10	unid	Q 80,00	Q 800,00
Uñas	10	unid	Q 30,00	Q 300,00
Martillos	10	unid	Q 25,00	Q 250,00
Sub-total				Q 94 275,00
Topografía:				
Teodolitos digitales	3	unid	Q 15 473,44	Q 46 420,32
Unidades de Estación Total	3	unid	Q 74 012, 72	Q 222 038,16
GPS Topográfico	1	unid	Q 89 321,84	Q 89 321,84
Estetoscopio de Mesa	1	unid	Q25 300,00	Q 25 300,00
Estetoscopio de Bolsillo	1	unid	Q 920,00	Q 920,00
Sombrillas topográficas	6	unid	Q 3 240,48	Q 19 442,88
Sub-total				Q 403 443,20
Total de requerimiento en equipo y mejoras en instalaciones				
				Q 1 967 807,20

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se presenta la inversión inicial.

El valor de la reparación de equipos es un estimado preliminar. Cuando no existe una contratación de mantenimiento no se pueden tener datos de costo. Es necesario contactar con los proveedores, ellos envían técnicos que hacen un análisis y diagnóstico; presentan un presupuesto y se debe tener en cuenta que al momento de hacer las reparaciones, se pueden encontrar más fallas o piezas a cambiar que no pueden ser detectadas desde un inicio. Estos datos se tendrán con exactitud después de haber implementado el plan de mantenimiento para todos los laboratorios.

Tabla XXXVIII. **Personal para diseño del plan de mantenimiento**

Personal temporal para diseñar plan de mantenimiento		Salario mes	TOTAL
1 persona para realizar el diseño del plan (durante 2 meses)	2 mes	Q 7 500,00	Q 15 000,00
1 Mecánico calificado para las evaluaciones y diagnóstico de la maquinaria y equipo(durante 2 meses)	2 mes	Q 5 712,00	Q 11 424,00
Total			Q 26 424,00

Fuente: elaboración propia.

El costo personal para diseño del plan de mantenimiento se incluye dentro de la inversión inicial porque es por dos meses únicamente en el primer año.

Tabla XXXIX. **Personal para laboratorios**

Descripción del puesto	Cant. de horas	Salario h-mes	TOTAL
Personal permanente par a los Laboratorios:			0
1 Auxiliar o preparador de práctica para Laboratorio de Mecánica de Fluidos (3 horas, Q714h-mes)	3 h	Q 714,00	Q 2 142,00
1 Auxiliar para Mecánica de Suelos (2 horas, Q714h-mes)	2 h	Q 714,00	Q 1 428,00
1 Auxiliar para Concreto Armado(2 horas, Q714h-mes)	2 h	Q 714,00	Q 1 428,00
1 Mecánico de planta para mantenimiento (jornada de 8 hrs)	8 h	Q 714,00	Q 5 712,00
Total			Q 10 710,00

Fuente: elaboración propia.

El personal que se indica en la tabla anterior, representa el requerimiento mínimo necesario, según lo indicado por los catedráticos de laboratorios.

Tabla XL. **Salarios**

Personal requerido	Salario base	Bono salarial	Salario mensual	Total salario	Bono 14	Aguinaldo	Vacaciones	Indemnización	Prest. mensuale	Prest. anuales	Salario + prest.
1 Auxiliar o preparador de práctica para Laboratorio de Mecánica de Fluidos (3 horas, Q714h-mes)	Q 2 142,00	Q 500,00	Q 2 642,00	Q 31 704,00	Q 178,64	Q 178,64	Q 89,32	Q 178,64	Q 625,25	Q 7 503,00	Q 39 207,00
1 Auxiliar para Mecánica de Suelos(2 horas, Q714h-mes)	Q 1 428,00	Q 500,00	Q 1 928,00	Q 23 136,00	Q 119,10	Q 119,10	Q 59,55	Q 119,10	Q 416,83	Q 5 002,00	Q 28 138,00
1 Auxiliar para Concreto Armado(2 horas, Q714h-mes)	Q 1 428,00	Q 500,00	Q 1 928,00	Q 23 136,00	Q 119,10	Q 119,10	Q 59,55	Q 119,10	Q 416,83	Q 5 002,00	Q 28 138,00
1 Mecánico de planta para mantenimiento (jornada de 8 hrs)	Q 5 712,00	Q 500,00	Q 6 212,00	Q 74 544,00	Q 476,38	Q 476,38	Q 238,19	Q 476,38	Q 1 667,33	Q 20 007,95	Q 94 551,99
Totales	Q 10 710	Q 2 000	Q 12 710	Q 152 520	Q 893,20	Q 893,20	Q 446,6	Q 893,2	Q 3 126,2	Q 37 515	Q 190 035

Fuente: elaboración propia.

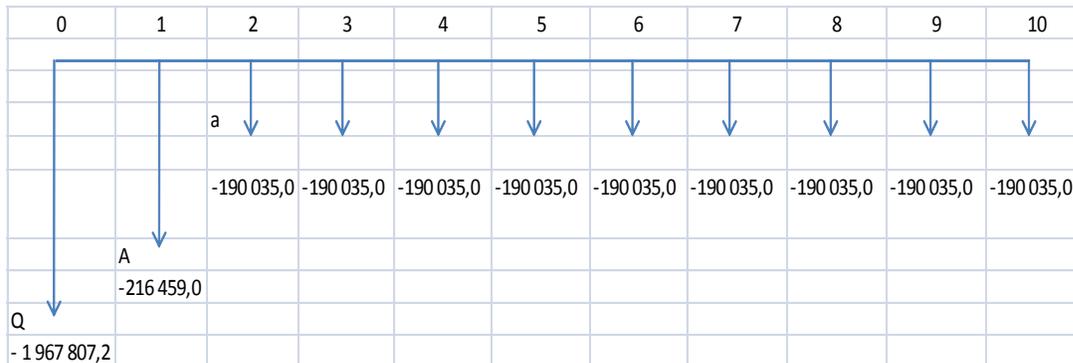
El salario del personal para los laboratorios, es un costo fijo mensual, representado en períodos de un año.

Tabla XLI. **Representación de flujo de efectivo**

Flujo de Efectivo	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egresos											
Inversión inicial	Q 1 967 807,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personal para diseño de plan de mant.	0	Q 26 424,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personal requerido para laboratorios	0	Q 190 035									
Total flujo	- 1 967 807,2	-216 459,0	-190 035,0								

Fuente: elaboración propia.

Figura 101. Diagrama de flujo de efectivo



Fuente: elaboración propia.

En el diagrama de flujo de efectivo, se identifican los valores como sigue:

Q = inversión inicial

A = desembolso en el año 1

a = desembolsos iguales a partir del año 2 hasta el año diez

Como se observa en el diagrama anterior, al final del primer período se tiene un desembolso diferente al de los nueve períodos siguientes. Para obtener el valor actual de costos (VAC) es necesario actualizar la renta del primer período al año cero; y luego se actualizan las rentas equivalentes del período dos al período diez, al año uno. Ese valor se actualiza nuevamente al año cero. Se aplica la tasa social de descuento de 11 %.

$$VAC = -Q - A(P/F, 11\%, 1) - (a(P/A, 11\%, 9))(P/F, 11\%, 1)$$

$$VAC = -1\,967\,807,2 - 216\,459,0(P/F, 11\%, 1) - (190\,035(P/A, 11\%, 9))(P/F, 11\%, 1)$$

$$VAC = -1\,967\,807,2 - 216\,459,0(0,9009) - (190\,035,0(5,5370))(0,9009)$$

$$VAC = -1\,967\,807,2 - 195\,007,91 - 947\,948,417 = 3\,110\,763,53$$

Este dato indica que el valor presente de la propuesta en un horizonte de diez años, es de 3 110 763,53.

El indicador costo eficiencia es la relación del costo y la eficiencia de los recursos asignados a determinado fin. Este enfoque se aplica cuando al evaluar los beneficios intervienen juicios de valor y se reconoce que dichos beneficios son deseados por la sociedad, aunque estos sean difícilmente cuantificables.

En el caso de la propuesta de mejora para los laboratorios de la EIC, se toma como eficiencia la cantidad de alumnos que se beneficiarán si se realizan las mejoras como usuarios directos de los laboratorios. Como costos se toma el valor presente de todos los costos, VAC.

Tomando en cuenta la cantidad de alumnos que se inscribieron a los laboratorios en el primer semestre del 2012, que fueron 1 776 alumnos (tabla XIV), y proyectando a un período de diez años, se tiene lo siguiente:

Costo por usuario = VAC/cantidad de usuarios

Costo por usuario = 3 110 763,53/1776 *2*10

Costo por usuario = 3 110 763,53/35 520,00= 87,58

Este dato indica que el costo por cada alumno que haga uso de los laboratorios será de Q 87,58.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

3.1. Datos históricos

Se pretende con este tema apoyar la reducción de consumo eléctrico de la Facultad de Ingeniería generado por los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Civil.

La eficiencia energética cobra relevancia desde el momento que producir energía tiene un costo determinado. El costo en unidades monetarias produce una preocupación financiera y conduce a la tendencia al ahorro, cuando estos costos no son claramente definidos, difícilmente se toman medidas para reducirlos. También existen otros costos generados por el derroche de energía, que entre otros es, el costo ecológico.

La Producción más Limpia es un concepto que se basa en medidas anticipadas, en manejar los recursos de manera responsable y previsoras desde el inicio. Como el nombre lo dice, es producir con menos desechos, con menos desperdicios.

El Centro Guatemalteco de Producción más Limpia establecido desde julio de 1999, propone para el ahorro energético, el *retrofit* que significa:

“El cambio de equipos obsoletos por nuevos, pero realizando el mínimo de modificaciones.”⁵⁰

Con respecto al ahorro de energía, la Facultad de Ingeniería ha iniciado en los laboratorios de construcción reciente como el de Mecánica de Suelos, en donde ya se han instalado lámparas más eficientes. En el Laboratorio de Mecánica de Fluidos aun se observan lámparas fluorescentes convencionales. El Laboratorio de Materiales de Construcción, posee lámparas de vapor de mercurio, siendo las de más reciente tecnología las de aditivos metálicos.

3.1.1. Facturación de agua y energía eléctrica en el último semestre

El abastecimiento de agua para la USAC, proviene de pozos propios.

El costo del consumo energético para los laboratorios de la Facultad de Ingeniería, se generan dentro de una facturación que podría decirse que es global. Al estar dispersos resulta menos evidente el buen o mal uso que se hace de dichos recursos y como consecuencia se resta importancia a las medidas necesarias de ahorro.

Se consultó con la división de Servicios Generales de la USAC y se encontró que para los laboratorios situados en el edificio T-5, se tienen dos contadores, pero también hay dos contadores en el edificio T-3 que abastecen una parte del T-5. Para los laboratorios que se encuentran en el Área de Prefabricados, están registrados dos contadores. En ambos casos, el consumo no proviene solamente de los laboratorios, también se usa para oficinas. Se

⁵⁰ Fuente: Centro Guatemalteco de Producción más Limpia

encontró además que no hay diagramas que indiquen con exactitud la distribución del cableado.

3.2. Consumo actual

Por las razones anteriormente expuestas, la estimación del consumo actual en el presente informe, se enfoca al producido por las luminarias que si bien no puede ser medido con exactitud, si puede hacerse una estimación por hora bajo el supuesto de que estén todas las luminarias encendidas.

En el caso de los equipos y la maquinaria de los laboratorios, se tiene un consumo variado por muchas razones, se listan a continuación algunas de las más evidentes:

- El uso de laboratorios para prácticas docentes depende de la cantidad de grupos que a la vez depende de la cantidad de alumnos asignados en cada semestre.
- Cada práctica es diferente y por lo tanto el uso de los equipos y el consumo, también son diferentes.
- El CII realiza los ensayos y actividades de acuerdo a los servicios solicitados, que son variables.
- Los laboratorios también son usados por estudiantes que usan los equipos para el trabajo de graduación, cuyas prácticas y ensayos son tan variables como el tipo de investigación que estén realizando.

La forma de calcular un promedio del consumo de cada laboratorio sería por medición directa en un período de tiempo determinado, para esto debe existir un contador independiente para cada área. De otra manera cualquier estimación no es representativa.

3.2.1. Cantidad de equipos eléctricos

Los equipos eléctricos de los laboratorios que se usan en las prácticas de carácter docente, se listan a continuación:

Tabla XLII Equipos eléctricos

Descripción	Laboratorio
Un compresor vertical 6.5HP tanque 60gls. USA Ult. Modelo IRLC 6560V1 Gal 60V. Chage Air Pro.Fact. No. G.10085	Materiales de Construcción, Resistencia de Materiales 1, Resistencia de Materiales 2
Máquina Universal con accesorios marca Lima Hammilton*	
Máquina para ensayo a compresión, marca Riehle*	
Máquina para ensayo a torsión marca Riehle*	Resistencia de Materiales 1
Máquina para ensayo a compresión de block*	Materiales de Construcción
Balanza digital de flotabilidad.	
Una tamizadora de agregado grueso 1 pie cubico.	
Horno de conveccion forzada. fac.No.1197 Beta. marca Despatch modelo LBB2-27-1 número de serie 172818.	
Balanza digital de 4100 gramos.	
Máquina de los ángeles	
Tamizadora eléctrica Ro Tap.	
Bascula de mesa digital 50 Kg.	
Mezcladora de saco y medio con motor electrico de 2 HP, llantas para servicio liviano.	
Olla Fornev para fundir azufre, 4 litros, 220 V/50/60 Hz, LA-0130-10.	
Balanza para servicio pesado 20 Kg.	
Un aparato casagrande motorizado	
Máquina Triaxial *	
Máquina Tamizadora*	
Máquina CBR*	
Estufita eléctrica 120 V, 1100 W*	
Dos (2) Hornos eléctricos de 2x3"; modelo 40G*	
1 compresor 240 V*	
Máquina de ensayos de columnas, vigas y muros*	Concreto Armado 1 y 2
1 bomba centrífuga del banco hidráulico	Fluidos
Banco para estudiar el fenómeno de cavitación, marca HALE*	
Grupo para pruebas de bombas centrífugas en serie y paralelo	
1 bomba centrífuga del banco para estudio de pérdidas por fricción	
1 bomba centrífuga del canal de hidráulica	
1 bomba centrífuga del simulador de la central eléctrica generadora	
8 ventiladores	

Fuente: extraído del inventario de Bodega del CII.

3.2.2. Cantidad de luminarias

Se hizo el recuento de las luminarias en todos los laboratorios y se presentan a continuación:

En el Laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica, se han cambiado paulatinamente algunas lámparas de tecnología T-12 a tecnología T-8 que es más eficiente. Las lámparas del Laboratorio de Mecánica de Suelos en la planta alta y la planta baja, tienen luminarias fluorescentes T-8. Las del Laboratorio de Materiales de Construcción que es el mismo espacio físico que el Laboratorio de Resistencia de Materiales 1 y 2, son lámparas industriales de vapor de mercurio.

La tabla siguiente indica el número de luminarias, algunas luminarias tienen dos lámparas y otras son simples.

Tabla XLIII. **Total de lámparas en los laboratorios**

Cantidad de luminarias	No. de lámparas o tubos por cada luminaria	Tipo de lámpara	Ubicación
6	1	Lámparas industriales de vapor de mercurio de 400W	Materiales de Construcción, R 1 y 2
9	2	Lámparas fluorescentes T-8 32 W	Mecánica de suelos planta baja
15	2	Lámparas fluorescentes T-8 32 W	Mecánica de Suelos planta alta

Continuación de la tabla XLIII.

6	2	Lámparas fluorescentes T-8 32 W	Mecánica de Fluidos e Hidráulica
12	1	Lámparas fluorescentes T-12 40W	
4	2	Lámparas fluorescentes T-8 32 W	
2	1	Lámparas fluorescentes T-8 32 W	

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Cantidad de tomacorrientes

La cantidad de tomacorrientes debe ser adecuada de acuerdo a la cantidad de maquinas eléctricas que se usen en cada laboratorio. Es recomendable que se encuentren en puntos cercanos a las máquinas que están instaladas en un lugar fijo. Para el equipo que es portátil y se usa en diferentes partes del laboratorio, conviene que en las paredes se encuentren tomacorrientes cada 2 m de distancia como mínimo.

La instalación adecuada de tomacorrientes evita que se tengan que usar extensiones que provocan pérdidas de energía, además evitan el riesgo que representan cables atravesados en un espacio donde hay tránsito de personas, y por último evitan el riesgo a la maquinaria o equipo que en ocasiones se debe trasladar de un lugar a otro buscando el punto de conexión.

En el Laboratorio de Materiales de Construcción y Resistencia de Materiales 1 y 2, se tienen varias máquinas con conexión directa, tal es el caso de la máquina Universal, las máquinas para ensayos de compresión y torsión, entre otras.

Tabla XLIV. **Tomacorrientes**

Cantidad	Voltaje	Ubicación
5 1	Tomacorrientes 110 V Tomacorriente 220 V	Materiales de Construcción, R 1 y 2
13 1	Tomacorrientes 110 V Tomacorriente 220 V	Mecánica de suelos
6	Tomacorrientes 110 V	Mecánica de Fluidos e Hidráulica

Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Estimación del consumo energético actual por hora

El estimado del consumo energético por hora, proveniente del uso de luminarias y ventiladores totales en los laboratorios, se presenta en la tabla siguiente:

Tabla XLV. **Consumo de lámparas y ventiladores**

CONSUMO				
Cant.	Descripción	No. de tubos	Consumo por unidad	Consumo total
12	Lámparas fluorescentes de balastro de un tubo T-12	12 tubos	40 W/h	480 W/h
34	Lámparas fluorescentes de dos tubos de alta eficiencia T-8	68 tubos	32 W/h	2 176 W/h
2	Lámparas fluorescentes de un tubo de alta eficiencia T-8	2 tubos	32 W/h	64 W/h
6	Lámparas industriales de mercurio		400 W/h	2 400 W/h
6	Ventiladores de techo		80 W/h	480 W/h
7	Ventiladores de pared		95 W/h	665 W/h
TOTAL DE CONSUMO				6 265 W/h

Fuente: elaboración propia.

Se solicitó a la División de Servicios Generales el consumo de energía eléctrica del Área de Prefabricados durante los últimos seis meses para obtener un promedio del costo y es de Q 2,10 / kWh.

El consumo según la tabla XLIV es de 6 265 Wh que equivale a 6,265 kWh, con un costo actual generado por las luminarias de:

$$\text{Costo actual hora} = (Q2,10 / \text{kWh}) (6,265 \text{ kWh}) = Q13,15$$

Tomando como base la tabla XLV si se cambian las 12 lámparas T-12 por T-8, y las 6 de vapor de mercurio por las de aditivos metálicos, (tabla XLVI) se tendría un ahorro de Q1,20 por hora.

$$\text{Costo hora} = (Q2,10 / \text{kWh}) (5,689 \text{ kWh}) = Q11,95$$

Tabla XLVI. **Lámparas más eficientes**

CONSUMO				
Cantidad	Descripción	Número de tubos	Consumo por unidad	Consumo total
12	Lámparas fluorescentes de balastro de un tubo T-8	12 tubos	32 W/h	384 W/h
34	Lámparas fluorescentes de dos tubos de alta eficiencia T-8	68 tubos	32 W/h	2 176 W/h
2	Lámparas fluorescentes de un tubo de alta eficiencia T-8	2 tubos	32 W/h	64 W/h
6	Lámparas industriales de mercurio		320 W/h	1 920 W/h
6	Ventiladores de techo		80 W/h	480 W/h
7	Ventiladores de pared		95 Watts	665 W/h
TOTAL DE CONSUMO				5 689 W/h

Fuente: elaboración propia.

3.3. Plan de minimización de gastos en el consumo eléctrico

La eficiencia energética es el uso racional de energía esto significa aprovechar al máximo la energía, sin sacrificio de la calidad de condiciones que nos brindan los servicios que recibimos de ella.

Como se ha venido mencionando, las máquinas de los laboratorios se usan por períodos de tiempo de difícil predicción. Cada máquina consume según las especificaciones, algunas máquinas son antiguas y no poseen la tecnología que actualmente tiende al ahorro.

Los laboratorios se usan según las necesidades de docencia, servicios, e investigación; que son actividades que no pueden limitarse.

Con base en el estimado del consumo eléctrico por luminarias se presenta una propuesta que propicie el consumo mínimo necesario.

3.3.1. Propuesta de medidas para ahorro en el consumo energético

El objetivo general es aportar acciones viables para minimizar el gasto por energía en los laboratorios de Ingeniería Civil.

Tabla XLVII. **Plan de ahorro en consumo eléctrico**

PROPUESTA DE MEDIDAS PARA AHORRO EN EL CONSUMO ELÉCTRICO EN LOS LABORATORIOS	
Objetivo:	Cuantificar el consumo real de cada Laboratorio.
Acciones:	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar contadores independientes para cada laboratorio - Propiciar el inicio del plan formal de mantenimiento
Agente:	Mantenimiento, Dirección de EIC, Sección de Calidad del CIII, Unidad de Planificación FIUSAC.
Objetivo:	Eliminar los factores que producen consumo innecesario
Acciones:	<ul style="list-style-type: none"> - Reportar los tomacorrientes en mal estado para cambiarlos - Revisar las conexiones eléctricas - Evitar el uso de extensiones muy largas - Usar las ventanas como fuente de iluminación o ventilación, antes de encender luces, ventiladores o aire acondicionado.
Agente:	Mantenimiento, catedráticos, usuarios
Objetivo:	Producir ahorro significativo por medio de pequeños cambios,
Acciones:	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar <i>dimmers</i> para modular la iluminación - Cuando sea necesario cambiar las lámparas tecnología T-12, reemplazarlas por tecnología T-8. - Reemplazar las lámparas de vapor de mercurio por lámparas con aditivos metálicos. - Cambiar la estufa eléctrica del laboratorio de suelos que es de 1100W - Pintar las paredes de color claro para mayor reflexión de luz, y menor gasto por lámparas. - Separar en áreas la instalación eléctrica de luminarias con interruptores independientes, para usar luz solo donde se necesite.
Agentes:	Unidad de planificación, mantenimiento, dirección de EIC , catedráticos

Continuación de la tabla XLVI.

Objetivo: Propiciar actitud de cambio en los usuarios de laboratorios
Acciones: <ul style="list-style-type: none">- Enfatizar frecuentemente durante las prácticas, la importancia del uso responsable de los recursos- Colocar letreros cercanos a los interruptores como recordatorio
Agentes: Catedráticos y auxiliares de laboratorio

Fuente: elaboración propia.

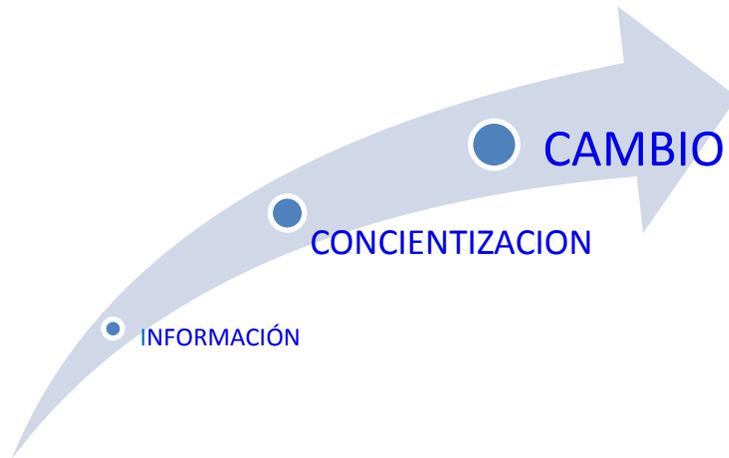
4. FASE DE DOCENCIA. INDUCCIÓN PARA LA CONCIENTIZACIÓN DEL USO DE LOS RECURSOS DENTRO DE LOS LABORATORIOS

4.1. Planificación de la inducción

El problema del uso inadecuado de los recursos, va mas allá de saber o no saber cómo usar un equipo. Es más bien una situación cultural y de responsabilidad. Por eso, se enfoca la inducción a la idea general de sensibilizar y concientizar con respecto a los recursos y esta debe tener el fundamento en la información. Las personas cuando están informadas pueden racionalizar las acciones y en general actúan en respuesta a esa racionalización.

La información necesaria para un plan de concientización no debe limitarse a las máquinas de laboratorios, se debe lograr que las personas valoren la oportunidad que representa participar de las aulas universitarias y la responsabilidad del equipo y los recursos que tienen a disposición.

Figura 102. **La información genera cambio**



Fuente: elaboración propia.

4.1.1. Contenido

El contenido que se propone es el siguiente:

- Evidenciar el porcentaje de la población que tiene oportunidad de asistir a la universidad y que la actitud hacia la misma debe sobrepasar las metas personales y asumir una responsabilidad social respondiendo con esfuerzo, dedicación y esmero a dicha oportunidad.
 - ✓ 14 713 763 población total según censo en 2011 por Instituto Nacional de Estadística (INE)
 - ✓ 60 % niños que terminan la primaria según estadísticas Cooperación para la Educación (COED)
 - ✓ 36 % jóvenes se matriculan en secundaria según estadísticas COED.

- ✓ 20 % jóvenes se matriculan en diversificado, según estudio realizado por El Periódico en 2011.
 - ✓ 12 % jóvenes entre 18-24 años se inscriben en la universidad según estudio realizado por El Periódico, 2011.
 - ✓ 312 679 jóvenes matriculados en las 13 universidades del país según estudio realizado por El Periódico, 2011.
 - ✓ 2,13 % de personas con matrícula universitaria respecto a la población total.
-
- Hacer relevancia en la importancia de las prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza aprendizaje. Por la naturaleza del tipo de conocimiento de la ingeniería, la práctica es fundamental e inherente al aprendizaje, la participación, el trabajo en equipo, el análisis inductivo y deductivo, el proceso de experimentación, obtención e interpretación de resultados, todos ellos representan elementos indispensables para la formación de un ingeniero. Se hace notar que en la actualidad toda la educación en general, tiende a inclinarse a la realización de prácticas en el campo que les corresponda, como lo indican los siguientes párrafos de profesionales en el campo educativo.

“El paradigma de la educación moderna y de la sociedad del conocimiento del siglo XXI se fundamenta en pasar de un conocimiento transmitido a un conocimiento construido según el cual los docentes inducen a los estudiantes a procesos de auto aprendizaje formativo. El estudiante es el sujeto del propio desarrollo, en él radica la capacidad de construir los conocimientos compartiendo con el docente el espacio y ritmo del aprendizaje.”⁵¹, “el verdadero proceso educativo moderno,

⁵¹ Fuente: ARRIEN, Juan B. ,Ph.D. *El proceso de enseñanza aprendizaje, embrión de la escuela democrática*. <http://www.elnuevodiario.com.ni/opinion/116036>, publicado el 7 de octubre de 2011. Consulta: marzo de 2013

esencialmente participativo y constructivo, sí existe el germen de la democracia al tener el estudiante el poder de construir los conocimientos, competencias, valores, los que al hacerse realidad van construyendo la propia cualidad de persona.”⁵²

Se presentan algunas definiciones de prácticas de laboratorio para procesos técnicos

- ✓ “El desarrollo de la ciencia de la etapa moderna se caracteriza por el empleo intensivo de los métodos de investigación empírica activa: el experimento y la observación”⁵³

- ✓ “La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos instructivos fundamentales que los alumnos adquieran los métodos propios de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la disciplina, mediante la experimentación empleando los medios de enseñanza necesarios”⁵⁴

- ✓ “Consta de introducción, desarrollo y conclusiones, que constituyen en sí un proceso de enseñanza aprendizaje, en el cual se manifiestan todos los componentes no personales del proceso: problema, objeto, objetivo, forma, métodos, contenido, medios y evaluación”⁵⁵

⁵² *Ibíd.*

⁵³ Fuente: CRESPO, Elio; ÁLVAREZ, Tomás; BERNANZA, Guillermo. *Prácticas de Laboratorio*. p.4, 5 y 6. http://www.utchvirtual.net/recursos_didacticos/documentos/fisica/practicas-laboratorio.pdf. Consulta: Julio de 2012.

⁵⁴ *Ibíd.*

⁵⁵ *Ibíd.*

- ✓ “Organiza temporal y espacialmente para ejecutar etapas estrechamente relacionadas en un ambiente donde los alumnos pueden realizar acciones psicomotoras, sociales y de práctica de la ciencia a través de la interacción con equipos e instrumentos de medición, el trabajo colaborativo, la interacción entre las diversas fuentes de información y la solución de problemas con un enfoque interdisciplinar profesional”.⁵⁶

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, con gran acierto ha ido paulatinamente implementando, readecuando, mejorando e innovando diversidad de aspectos referentes a los laboratorios de práctica, y si bien falta camino que recorrer, es necesario contar con la colaboración de todos, cada quien en lo que corresponde y de los estudiantes específicamente se espera que hagan un uso consiente de los recursos existentes para la formación profesional.

- Hacer del conocimiento de los alumnos el valor estimado de algunos equipos que tienen a disposición en los laboratorios. Es muy importante que los estudiantes tengan idea del valor de los equipos, para que sepan que usos inapropiados que los dañan, pueden representar cuantiosas sumas de dinero.
 - ✓ Máquina Universal, Q 2 000 000,00
 - ✓ Balanza digital Q 8 000.00
 - ✓ Máquina a compresión Q 275 000,00
 - ✓ GPS topográfico Q 90 000,00
 - ✓ Estación total Q 75 000,00

⁵⁶ Ibid.

- Acciones a observar durante las prácticas, relacionadas al buen uso de los recursos, tanto intangibles como materiales. Los recursos intangibles se refieren por ejemplo, a la ventaja de tener como instructores de práctica a ingenieros graduados muchos de ellos con maestrías, posgrados, especializaciones, entre otras, y con un bagaje de experiencia laboral, docente y de vida que representa un aspecto que debe ser valorizado con acciones que muestren el interés, la disciplina y la responsabilidad propios de un buen estudiante, como futuro profesional.
 - ✓ Asistir puntualmente a las prácticas
 - ✓ Llevar ropa adecuada, zapatos cerrados, para evitar pérdidas de tiempo.
 - ✓ Usar el equipo de seguridad, según sea indicado para cada práctica, casco, bata, guantes, lentes, botas, para evitar incidentes.
 - ✓ Atender a las señales indicadas en los equipos y dentro el laboratorio en general.
 - ✓ Informarse con anticipación sobre lo que se hará en la práctica
 - ✓ Llevar las notas y/o implementos necesarios
 - ✓ Colocar las pertenencias en los lugares indicados
 - ✓ Permanecer en el grupo que les corresponda y realizar la práctica de manera que todos participen.
 - ✓ No interrumpir a menos que sea para asuntos relacionados con la práctica.
 - ✓ No comer, ni hacer otra actividad diferente a la práctica
 - ✓ Prestar atención a las indicaciones
 - ✓ Conservar en todo momento las normas de ética personal y profesional.

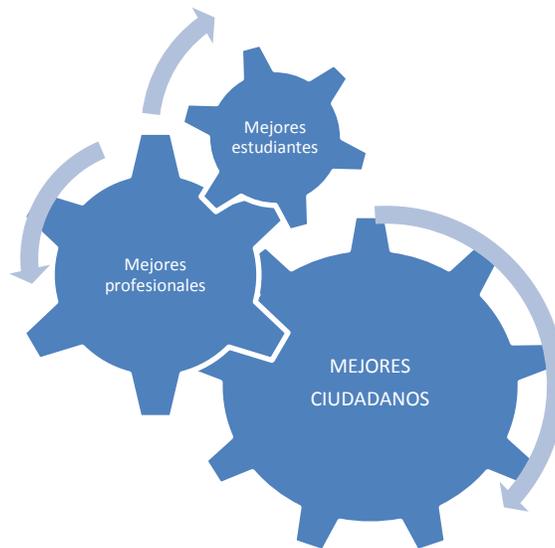
Con respecto a los recursos físicos y materiales, puede decirse que a pesar de la relevancia de las prácticas, no todos los centros educativos están dotados de lugares específicos para las mismas, con maquinaria y equipo de uso especializado. Este es un valioso recurso con que cuentan los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la FIUSAC, que además cuenta con el reconocimiento de la acreditación, esta condición debe ser valorada por los estudiantes.

- ✓ No encender las luces si no es necesario
- ✓ Apagar las luces al final de la práctica
- ✓ Si al momento de usar un equipo se nota un daño previo, informarlo.
- ✓ Si un estudiante daña un equipo, con responsabilidad comunicarlo y responder por el daño causado.
- ✓ No colgar objetos en las esquinas o partes salientes de los equipos y/o maquinaria.
- ✓ No apoyarse sobre los equipos y /o maquinaria para tomar notas
- ✓ Nunca apoyarse ni poner peso indebido sobre una balanza, excepto lo que se deba ser pesado de acuerdo a la práctica.
- ✓ No colocar los equipos en lugares que representen riesgos
- ✓ Si se usa calor o reactivos peligrosos, tomar todas las precauciones que sean necesarias.
- ✓ Atender todas las indicaciones para situaciones de riesgo durante las prácticas.
- ✓ Identificar las señales de alerta de los equipos
- ✓ No sobrepasar los límites indicados en los equipos
- ✓ No intentar reparar, calibrar, ajustar, o cualquier similar, a ningún equipo.
- ✓ No derramar líquidos sobre los equipos

- ✓ Si por accidente se derraman líquidos, limpiar e informar inmediatamente.
- ✓ Al usar los equipos, cada grupo es responsable de trabajar con orden y limpieza.
- ✓ Al finalizar la práctica, dejar los equipos según sean las indicaciones de cada laboratorio.
- ✓ Si se abren chorros, cerrarlos con cuidado sin excederse para no dañarlos permanentemente.
- ✓ Al conectar máquinas con cables eléctricos verificar siempre que sean en el conector adecuado, con el voltaje correcto.
- ✓ Encender el mínimo tiempo requerido, equipos de alto consumo como estufas y hornos eléctricos.
- ✓ No usar tomacorrientes que parezcan dañados. Informar
- ✓ No usar cables o extensiones con daño evidente
- ✓ No golpear las maquinas y/o el equipo
- ✓ Hacer uso consiente y moderado de reactivos, insumos y materiales en general sabiendo que es de uso para todos.
- ✓ Verificar que los equipos queden apagados después de la práctica
- ✓ Tener cuidado especial con cristalería y equipos de condición frágil.
- ✓ Colocar la basura y/o desechos en el lugar indicado promoviendo y colaborando en la separación de tipos de desecho
- ✓ Mantener una actitud vigilante al funcionamiento de los equipos durante la práctica, si se detecta alguna anomalía, informarla al encargado.
- ✓ Tener siempre presente que todo lo que se encuentra dentro de los laboratorios son valiosos recursos que la Facultad de Ingeniería pone a disposición.

Con actitudes de cambio personal en un campo específico, se promueven mejoras a todos los niveles, formando así la integridad del individuo que es un valor que debe tener todo profesional.

Figura 103. **Mejorar continuamente**



Fuente: elaboración propia.

4.2. Programación

Para realizar la inducción, se convocó a los estudiantes por medio de la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil y la Unidad de Calidad y Acreditación de la EIC, se envió una carta a los catedráticos de curso para que informaran directamente a los estudiantes.

Se programó en dos fechas diferentes para que los estudiantes tuvieran la elección de asistir según los horarios.

Se desarrolló según lo siguiente:

- Saludo
- Presentación del tema y del expositor
- Exposición del contenido con diapositivas
- Agradecimiento

4.2.1. Calendarización de la inducción

Las fechas en que se realizó la inducción, fueron el martes 7 y miércoles 8 de mayo de 2013, en horario de 16:00 a 17:00 hrs. y 10:00 a 11:00 hrs. respectivamente, en el Auditorium Francisco Vela de la FIUSAC.

4.3. Metodología de desarrollo de la inducción

Se pretende motivar la voluntad de comprometerse de manera individual, como escuela y como facultad.

La metodología se propuso con dos elementos; exposición oral y material audiovisual, que apoyen al mismo fin, que es grabar en la mente de los estudiantes la responsabilidad sobre el equipo, las instalaciones y en general de todos los recursos de los que se sirven para aprender.

4.3.1. Pláticas programadas

El contenido de la plática se realizó con el apoyo de la Ingeniera Alba Maritza Guerrero Spínola, de la Ingeniera Magali Herrera, ambas pertenecen a la Unidad de Calidad y Acreditación de la Escuela de Ingeniería Civil y del jefe de Sección Gestión de la Calidad del Centro de Investigaciones de Ingeniería,

el ingeniero Oswin Melgar, para cubrir aspectos de forma, de fondo y el desarrollo mismo de la inducción.

4.3.2. Material visual

El uso de métodos audiovisuales es una manera de reforzar el mensaje que se desea enviar a un auditorio. La información que además de escucharse se percibe por imágenes, tiene más probabilidad de ser comprendida y retenida, para lo que se hizo uso de una presentación en Power Point que ilustró el contenido.

4.4. Evaluación

La evaluación se llevó a cabo de manera directa a la actividad realizada, se adjunta una carta en el anexo, extendida por la Ingeniera Magalí Herrera, en donde se hace constar que se llevó a cabo satisfactoriamente. Después de cada inducción se tomó la opinión de algunos estudiantes al azar, como entrevistas no estructuradas en donde manifestaron la aprobación a actividades de este tipo.

4.5. Resultados

Como se menciona anteriormente, tanto los estudiantes como los catedráticos, mostraron interés y anuencia a la inducción realizada. Se tuvo la asistencia de 213 personas. Es importante que todos los estudiantes reciban este tipo de información, preferentemente al inicio de cada semestre, antes de iniciar las prácticas de laboratorio porque la carga académica es menor.

CONCLUSIONES

1. Realizado el diagnóstico de la situación actual de los laboratorios, se identificaron fortalezas y debilidades, presentadas en la tabla XXXIII. Dentro de lo relevante de las fortalezas se determinó que el equipo y maquinaria que poseen, son adecuadas para los fines académicos, sin embargo en ocasiones resulta insuficiente. La falta de presupuesto, de planificación y de comunicación eficiente entre los catedráticos de laboratorio y las autoridades se identificó como la principal debilidad que obstaculiza las mejoras físicas y de equipamiento para los laboratorios.
2. Los laboratorios tienen maquinaria y equipo en mayoría adecuados para las prácticas, pero la cantidad de alumnos demanda más equipo. El Laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica necesita modernizar parte del equipo. Para el Laboratorio de Materiales de Construcción es necesario reparar la máquina universal que está dañada o adquirir otra. Las necesidades concretas de maquinaria, equipo y acondicionamiento para mejoras en los laboratorios, se presentan en la tabla XXXVII en donde la inversión inicial, asciende a Q 1 967 807,20.
3. Se determinó que los inventarios no están actualizados. Existe maquinaria y equipo que no está cargado al inventario de bienes de la Escuela de Ingeniería Civil, ni al inventario del Centro de Investigaciones de Ingeniería, se presentan en las tablas de la XVI a la XXII, marcados con un asterisco.

4. En todos los laboratorios se detectó falta de mantenimiento. No se tiene un programa formal de mantenimiento para la maquinaria ni para las instalaciones. No se tiene un programa establecido para garantizar la trazabilidad.
5. Se formuló una guía para dar inicio al diseño de un plan de mantenimiento que debe estar dentro de un programa formal de calidad, sujeto a un normativo, y con procedimientos debidamente establecidos.
6. Se identificó que todos los laboratorios presentan condiciones a mejorar en cuatro aspectos principales: temperatura, ventilación, iluminación y mantenimiento. En los subtítulos 2.2.1.1 al 2.2.1.4. se describen todas las propuestas para mejorar estos aspectos. Para los laboratorios de Mecánica de Suelos y Concreto Armado, se necesita construir una bodega para materiales y una para herramientas respectivamente, como se muestra en las figuras 84, 85, 88, y 89.
7. Se presentó una propuesta de ahorro para el consumo eléctrico descrita en la tabla XLVII; y como apoyo al tema del uso responsable de los recursos se llevó a cabo una inducción dirigida a los estudiantes de laboratorios, los días 7 y 8 de mayo de 2013.

RECOMENDACIONES

1. Que los coordinadores, catedráticos de laboratorios, y el CII, establezcan mecanismos de comunicación efectivos, flexibles y de doble vía que permitan la fluidez de información en cuanto a las necesidades de los laboratorios.
2. Que las autoridades asignen un presupuesto destinado a los laboratorios, que garantice la funcionabilidad y mantenimiento, así como la planificación de los medios necesarios para la adquisición de la maquinaria y equipo solicitados, para que en los laboratorios se pueda atender la demanda que presentan la cantidad de alumnos. Procurar la modernización constante de maquinaria y equipo.
3. Que la EIC y el CII realicen un inventario actualizado y completo en los laboratorios, dado que hay equipo y maquinaria que no está cargado a ninguno. Entre ellos hay maquinaria importante como la máquina Universal, la máquina de Los Ángeles, y otros que se indican en el inventario de cada laboratorio.
4. Que la EIC elabore las fichas de control de los equipos con el apoyo del CII, ya que en dicho centro ya han iniciado el proceso y es recomendable que todo quede bajo un mismo formato.

5. Que la dirección de la EIC en colaboración con coordinadores de área y catedráticos de laboratorio elaboren una guía general de conducta y normativo formal dentro de los laboratorios, en donde se informe, se eduque, y se penalicen las faltas. Subir la guía y el normativo a la página de ingeniería, y al principio de cada semestre programar una plática informativa sobre normas y sobre la concientización relacionada la conducta responsable durante las prácticas.
6. Que los coordinadores de cada área y departamento de la EIC realice evaluaciones periódicas sobre las necesidades de las condiciones en las instalaciones de los laboratorios para que las prácticas permitan al estudiante centrar su atención en los contenidos, y no en factores ambientales. Además la evaluación periódica permite detectar y resolver pequeñas mejoras antes que se conviertan en problemas mayores.
7. Para construcciones futuras de espacios físicos, que los responsables del diseño, consideren para las ventanas el doble acristalamiento, ya que permite una importante entrada de luz y ahorro en energía y a la vez permite aislamiento térmico y de sonido.
8. Que la dirección de la EIC, promueva la asignación de estudiantes de práctica para que colaboren con los coordinadores de área y los catedráticos en la evaluación y apoyo permanente a los laboratorios Enfocar los trabajos de graduación hacia un esfuerzo común en pro de la escuela. El aporte interdisciplinario a un mismo fin es una herramienta muy valiosa y que está al alcance de la escuela, una vez que se hayan establecido los objetivos y los mecanismos para la realización.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería. *Guía de autoevaluación*. Panamá. Universidad Tecnológica de Panamá, 2012. 94 p.
2. _____. *Manual de Acreditación*. [en línea]. Texinfo ed. 1. Universidad Tecnológica de Panamá, enero 2012. <http://www.utp.ac.pa/manual-de-acreditación-ACAAI>. [Consulta: 20 de abril 2012].
3. ARRIEN, Juan B, Ph.D. *El Proceso de Enseñanza Aprendizaje, Embrión de la Escuela Democrática*. [en línea]. 7 de octubre de 2011 <http://www.elnuevodiario.com.ni/opinion/116036>. [Consulta: 15 de marzo de 2013].
4. CRESPO, Elio; ÁLVAREZ, Tomás; BERNANZA, Guillermo. *Prácticas de Laboratorio*. [en línea]. [Cuba]. [ref. julio de 2012]. Disponible en Web: http://www.utchvirtual.net/recursos_didacticos/documentos/fisica/practicas-laboratorio.pdf.
5. DÁVILA, Fernando. *Manual de funciones de Ingeniería Civil*. [en línea]. [ref. julio de 2009]. <http://civil.ingenieria.usac.edu.gt/home/wp-content/uploads/2012/08/Manual-de-Funciones-Escuela-de-Ing.-Civil.pdf>. [Consulta: junio de 2012].

6. GARCÍA FERNANDEZ ORIOL, Javier. *Luminotecnia. Iluminación de interiores y exteriores.* [en línea]. <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparaluminaria/lamparadescarga-clases.html#lvmap>. [Consulta: 20 de agosto de 2012].
7. GUERRERO SPINOLA, Joel Eduardo; CASTILLO ROSALES, Julio Alexander. *Autoevaluación de la Escuela de Ingeniería Civil, para su proceso de mejora.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería. Guatemala: 2008. 155 p.
8. HERNÁNDEZ CHÁVEZ, Vicente. *La habitabilidad energética en Catalunya Barcelona Tech,* [en línea]. diciembre de 2002. <http://hdl.handle.net/10803/6107>. [Consulta: octubre de 2012].
9. HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos. *Metodología de la investigación.* 5a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 368 p.
10. International Commission on Illumination (CIE) 190: 2010 *Cálculo y presentación de las tablas del Índice Unificado de Deslumbramiento para las luminarias en iluminación de interiores.* [en línea]. <http://www.ceisp.com/Publicaciones-de-la-CIE-traducidas-al-Espanol.77.0.html>. [Consulta: diciembre de 2012].
11. LOPEZ RAMOS, Augusto. *Lineamientos para la acreditación de la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración según ISO 17025.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería. Guatemala, 2004. 219 p.

12. MORALES PEÑA, Otto René. *Métodos cuantitativos II*. . 2a ed. Guatemala: Inversiones Educativas, 2001. 201 p.
13. SAPAG CHAIN, Nassir; SAPAG CHAIN, Reinaldo. *Preparación y evaluación de proyectos*. 4a ed. Chile: McGrawHill Interamericana. 1994, 408 p.
14. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala: 2004. 203 p.

APÉNDICE

1. FORMATO DE ENCUESTA

ENCUESTA	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
Fecha _____	No de encuesta _____	Nombre del encuestador _____
Nombre del laboratorio _____		
Cantidad de estudiantes asignados por sección _____		
Área destinada a realizar la práctica _____		
Promedio de área por estudiante _____		

Usted como docente, cuantos períodos por semana hace uso de éste Laboratorio _____

Considera la práctica que imparte como: demostrativa _____
otro tipo; explique: _____

definir que es un laboratorio y que objetivos se persiguen en general al realizar una práctica

RESPONDA CADA PREGUNTA ELIGIENDO SOLAMENTE UNA DE LAS ALTERNATIVAS							
a	Considera que la cantidad de alumnos en el laboratorio es	demasiada	<input type="checkbox"/>	adecuada	<input type="checkbox"/>	poca	<input type="checkbox"/>
b	Considera que los auxiliares para cada Laboratorio son	demasiados	<input type="checkbox"/>	adecuados	<input type="checkbox"/>	pocos	<input type="checkbox"/>
c	Considera que el espacio para realizar la práctica es	demasiado	<input type="checkbox"/>	adecuado	<input type="checkbox"/>	poco	<input type="checkbox"/>
d	Considera que el espacio donde se encuentran los equipos es:	demasiado	<input type="checkbox"/>	adecuado	<input type="checkbox"/>	poco	<input type="checkbox"/>
e	Considera que las maquinas para realizar las prácticas son	demasiadas	<input type="checkbox"/>	adecuadas	<input type="checkbox"/>	pocas	<input type="checkbox"/>
f	En cuanto a cantidad, cree que el equipo para realizar las prácticas es	demasiado	<input type="checkbox"/>	adecuado	<input type="checkbox"/>	poco	<input type="checkbox"/>
g	La modernidad, del equipo cree que es:	demasiada	<input type="checkbox"/>	adecuada	<input type="checkbox"/>	poca	<input type="checkbox"/>
h	Piensa que el mantenimiento para las máquinas es	demasiado	<input type="checkbox"/>	adecuado	<input type="checkbox"/>	poco	<input type="checkbox"/>
i	Cree que el mobiliario en el laboratorio es	demasiado	<input type="checkbox"/>	adecuado	<input type="checkbox"/>	poco	<input type="checkbox"/>
j Condiciones ambientales del Laboratorio							
	j.1 Cree que la iluminación es:	demasiada	<input type="checkbox"/>	adecuada	<input type="checkbox"/>	poca	<input type="checkbox"/>
	j.2 Considera la temperatura en el laboratorio:	demasiada	<input type="checkbox"/>	adecuada	<input type="checkbox"/>	poca	<input type="checkbox"/>
	j.3 Cree que la ventilación es:	demasiada	<input type="checkbox"/>	adecuada	<input type="checkbox"/>	poca	<input type="checkbox"/>
	j.4 Ruido:	demasiado	<input type="checkbox"/>	adecuado	<input type="checkbox"/>	poco	<input type="checkbox"/>
	j.5 Cree que la seguridad para los equipos es:	demasiada	<input type="checkbox"/>	adecuada	<input type="checkbox"/>	poca	<input type="checkbox"/>

EN RELACIÓN AL TEMA DE MEJORAS CONTINUAS EN LOS LABORATORIOS USTED CONSIDERA QUE:							
.1	Los recursos económicos actualmente son:	demasiados	<input type="checkbox"/>	adecuados	<input type="checkbox"/>	pocos	<input type="checkbox"/>
.2	Las respuesta de las autoridades actualmente son:	demasiada	<input type="checkbox"/>	adecuada	<input type="checkbox"/>	poca	<input type="checkbox"/>
.3	El seguimiento y verificación de las propuestas o proyectos es:	demasiado	<input type="checkbox"/>	adecuado	<input type="checkbox"/>	poco	<input type="checkbox"/>

Fuente: elaboración propia.

2. Letreros sugeridos para colocar en diferentes áreas de los laboratorios



Fuente: elaboración propia.

3. Letreros sugeridos para colocar en diferentes áreas de los laboratorios

**PONGAMOS
LA BASURA EN
SU LUGAR**

*Somos responsables..
Somos Ingeniería!*

**CUIDEMOS
NUESTROS
LABORATORIOS**

*Somos responsables..
Somos Ingeniería!*

**EQUIPO DE SEGURIDAD...
ES POR:
¡NUESTRA SEGURIDAD!!**

*Somos responsables..
Somos Ingeniería!*

Fuente: elaboración propia.

4. Letreros sugeridos para colocar en diferentes áreas de los laboratorios



Fuente: elaboración propia.

2. Formato de Ficha de Mantenimiento del CII

Ficha de Mantenimiento			
	Nombre de la maquina:	Fecha:	
		Serie:	
	Marca:	Inventario No:	
	Sección:	Modelo:	
codigo de la maquina :		Tipo:	
Numero de Actividad	Actividad que se debe realizar	Frecuencia de trabajo	Materiales y Repuestos
Observaciones:	Foto de la maquina.		

Fuente: Sección de la Calidad, CII.

3. Formato de Orden de Trabajo del CII

Orden de Trabajo					
	Sección:			Fecha:	
	Orden de trabajo No.			Turno:	
	Solicitada por (Jefe de turno):			Equipo:	
	Aprobada por (Jefe de Mantenimiento):				
Numero de Actividad:					
Codigo del Equipo:					
Prioridad	Emergencia		Especifique el trabajo por realizar:		
	Urgente				
	Normal				
	Permanente				
Naturaleza de la Inspección	Electrica		Previsión		
	Mecanica		Inicio:		
	Auxiliar		Termino:		
Especificación del trabajo por realizar	Mano de Obra				
	Trabajo realizado por:		Tiempo:	Salario:	Costo:
Especificación del trabajo por realizar	Materiales Utilizados				
	Descripción y Código:	Cantidad:	Unidad:	Costo	
				Unitario	Totales
Costo M.O:	Costo de Materiales:		Costo Total:		
Observaciones:					
Jefe de Mantenimiento o Turno			Jefe de Sección		

Fuente: Sección de la Calidad, CII.

4. Formato de Etiquetas del CII



Fuente: Sección de la Calidad, CII.