

**CREACIÓN DEL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL PARA LA
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UIS**

**SILVIA JULIANA CARREÑO ESPÍNDOLA
SANDRA CAROLINA MENDOZA CABEZA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2012

**CREACIÓN DEL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL PARA LA
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UIS**

**SILVIA JULIANA CARREÑO ESPÍNDOLA
SANDRA CAROLINA MENDOZA CABEZA**

**Proyecto de grado para optar al título de
Ingeniero Industrial**

Director:

JUAN CAMILO LESMEZ PERALTA

Codirector:

EDWIN ALBERTO GARAVITO HERNÁNDEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2012

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros agradecimientos:

A Dios porque nos ha regalado el don de la vida, nos ha conservado con salud, inteligencia y fortaleza, permitiéndonos ser cada vez mejor.

A nuestros queridos padres, porque creyeron en nosotras y se sacrificaron dándolo todo para que hoy concluyamos una etapa importante de nuestras vidas.

A Juan Camilo Lesmez Peralta, Ingeniero Industrial, docente de la Universidad Industrial de Santander y director de nuestro proyecto de grado por su grandiosa colaboración, por su buena disposición, por brindarnos su conocimiento, apoyo, tiempo e interés en la realización de nuestro proyecto.

A Edwin Alberto Garavito Hernández, Ingeniero Industrial, docente de la Universidad Industrial de Santander y codirector de nuestro proyecto de grado por darnos su luz de conocimiento, por su paciencia, comprensión, apoyo, simpatía, y su valiosa colaboración.

A todos los estudiantes que participaron en la fase de implementación de este proyecto, gracias por su asistencia y por prestar interés en cada una de las prácticas desarrolladas.

A la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS por permitirnos ser parte de éste proyecto prestando interés y facilitándonos los medios necesarios para su realización.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida,
por regalarme su amor infinito , por darme fortaleza y salud
para lograr mis objetivos.
Por eso gracias, mil gracias Dios.

A mis padres, Eddy y José por su apoyo incondicional, por
su constante motivación y persistencia, por ser el motor principal
que me impulsa a seguir caminando y alcanzar todas mis metas, por
su cariño, comprensión, consejos y sobre todo gracias por creer en mi
y brindarme su amor inmenso.
Los amo.

A mis hermanas, Natalia y Yady gracias por estar conmigo
por brindarme su apoyo, ánimo y amistad.
Las quiero mucho.

A todos mis familiares que en este momento me resulta difícil
nombrarlos en tan poco espacio, pero ustedes saben quiénes son.
Gracias por darme su energía y apoyo para llegar a culminar una etapa más
de mi vida.
Los quiero.

A la Universidad Industrial de Santander, por la formación brindada y por
haberme permitido iniciar este gran camino.
Gracias.

SILVIA JULIANA CARREÑO ESPÍNDOLA

A Dios que me ha dado la vida, por permitirme terminar la carrera y estar a mi lado en todo momento.

A mis padres Ana Cristina y Daniel Gonzalo por ser los pilares más importantes de mi vida que día a día me demuestran su amor, cariño y apoyo para seguir adelante. Por su energía y confianza que me brindaron durante toda mi carrera.

A mi hermana Claudia Marcela, por compartir una infancia feliz, por todos los bellos momentos que hemos pasado juntas y las experiencias que nunca olvidaré.

A la Universidad Industrial de Santander por ser mi alma mater, por brindarme la oportunidad de vivir mis sueños.

A todos los profesores que me brindaron sus conocimientos durante mi estancia en la universidad, mil gracias.

A mis amigas y amigos por ser como son, por enseñarme el valor de la amistad, la confianza y el cariño.

SANDRA CAROLINA MENDOZA CABEZA

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	18
1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	20
1.1 TITULO DEL PROYECTO.....	20
1.2 RESPONSABLES.....	20
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.4 OBJETIVOS.....	21
1.4.1 Objetivo General.....	21
1.4.2 Objetivos Específicos.....	21
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	22
1.6 ALCANCE.....	22
2 GENERALIDADES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER..	24
2.1 MISIÓN INSTITUCIONAL.....	24
2.2 VISIÓN INSTITUCIONAL.....	25
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES	26
2.3.1 Misión.....	27
2.3.2 Visión.....	27
2.3.3 Propósitos de formación.....	28
2.3.4 Áreas destinadas al desarrollo de laboratorios.....	28
3 MARCO TEÓRICO.....	29
3.1 PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE.....	29
3.1.1 Razón de existencia y definición de las prácticas de laboratorio en la educación superior 30	
3.1.2 Tecnologías de la información y comunicación en la educación superior.....	31
3.2 HIGIENE INDUSTRIAL.....	32
3.2.1 Definición.....	32
3.2.2 Proceso de actuación.....	33
3.2.3 Disciplinas relacionadas con la Higiene.....	37
3.3 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO FÍSICO.....	39
3.3.1 Ruido.....	39
3.3.2 Vibraciones.....	40
3.3.3 Presiones Anormales.....	40
3.3.4 Iluminación.....	41
3.3.5 Humedad.....	41
3.3.6 Temperaturas extremas.....	42
3.3.7 Radiaciones.....	43
4 MARCO REFERENCIA.....	45
4.1 SALUD OCUPACIONAL.....	45
4.1.1 Generalidades de la asignatura Salud Ocupacional en la UIS.....	45

4.1.2	Propósitos y competencias.....	46
4.1.3	Contenido de la asignatura.....	47
4.1.4	Estrategias pedagógicas	47
5	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DEL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL	49
5.1	ETAPA I: INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA	49
5.1.1	Diagnóstico previo	49
5.1.2	Resultados de la encuesta dirigida a estudiantes de Ingeniería Industrial	50
5.1.3	Resultados de la encuesta dirigida a docentes de la UIS.....	52
5.1.4	Resultados de la encuesta dirigida a expertos en la temática de Higiene Industrial	53
5.1.5	Benchmarking con otras instituciones de educación superior	54
5.1.6	Área ó sector en problema	54
5.1.7	Universidades que cuentan con laboratorios destinados al área de salud ocupacional	55
5.2	ETAPA II: DEFINICIÓN DE VARIABLES Y SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	60
5.2.1	Variables seleccionadas para trabajar en las prácticas de laboratorio	60
5.2.2	Ruido	61
5.2.3	Iluminación	63
5.2.4	Temperatura	65
5.2.5	Selección de proveedores	67
5.2.6	Criterios de selección	69
5.2.7	Evaluación de criterios.....	70
5.2.8	Selección de equipos.....	71
5.2.9	Criterios de selección	71
5.2.10	Evaluación de criterios.....	72
5.3	ETAPA III: ESTUDIO, ANÁLISIS Y MANIPULACIÓN DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO.....	78
5.4	ETAPA IV: ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS DE SALUD OCUPACIONAL	78
5.4.1	Estructura del manual de prácticas	78
5.4.2	Metodología para las prácticas de laboratorio	80
5.4.3	Trabajo previo al laboratorio	81
5.4.4	Trabajo en el laboratorio (Toma de datos).....	81
5.4.5	Asignación de tiempos.....	81
5.4.6	Trabajo en la sala de cómputo(Análisis de datos)	85
5.4.7	Evaluación	87
5.4.8	Criterios de Evaluación.....	88
5.5	ETAPA V: DISEÑO DEL MANUAL DE USUARIOS Y DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO	88
5.5.1	Estructura del manual de usuarios y de los equipos del laboratorio	89
5.6	ETAPA VI: IMPLEMENTACIÓN DE LA PLATAFORMA MOODLE PARA LA CATEDRÁ DE SALUD OCUPACIONAL	90
5.6.1	Montaje de los contenidos usando las TIC'S	90
5.6.2	Uso de la plataforma MOODLE	90

5.7	ETAPA VII: ELABORACIÓN DE UN DISEÑO PARA LA DISTRIBUCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL	93
5.7.1	Descripción física del espacio	94
5.7.2	Diseño preliminar del laboratorio	94
5.7.3	Área destinada para el laboratorio de ruido.....	95
5.7.4	Área destinada para el laboratorio de iluminación.....	99
5.8	ETAPA VIII: REALIZACIÓN DE PRUEBAS PILOTO PARA LAS PRÁCTICAS PROPUESTAS DE LA ASIGNATURA SALUD OCUPACIONAL	108
5.8.1	Implementación en el aula de clase	108
5.8.2	Aplicación del programa para la medición de las variables del factor de riesgo físico como herramienta pedagógica.....	115
5.8.3	Evaluación del trabajo aplicado	115
5.8.4	Resultados obtenidos de la encuesta.....	116
5.8.5	Análisis de los resultados de la encuesta.....	117
5.8.6	Evaluación por parte del docente	120
6	CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS	122
	CONCLUSIONES	124
	RECOMENDACIONES.....	126
	BIBLIOGRAFÍA.....	127
	ANEXOS	130
	Número de puntos y Número de muestras por punto.....	58

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1.ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES	27
FIGURA 2.ELEMENTOS DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	29
FIGURA 3.PROCESO DE LA ACTUACIÓN EN HIGIENE INDUSTRIAL.....	33
FIGURA 4.NIVELES DE LAHIGIENE TEÓRICA.....	35
FIGURA 5.HIGIENE DE CAMPO.....	36
FIGURA 6.CLASIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO FÍSICO.....	39
FIGURA 7. PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.....	46
FIGURA 8.RESULTADOS OBTENIDOS POR LA ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES.....	50
FIGURA 9. PLANTILLA PARA LA MEDICIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO FÍSICO	86
FIGURA 10. PLANTILLA PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO	86
FIGURA 11. PLANTILLA PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN.....	87
FIGURA 12. PLANTILLA PARA LA MEDICIÓN DE TEMPERATURA.....	87
FIGURA 13. ACCESO AL CURSO SALUD OCUPACIONAL	91
FIGURA 14.BLOQUES MONTADOS EN LA PLATAFORMA MOODLE.....	92
FIGURA 15. ÁREA DESTINADA AL LABORATORIO.....	94
FIGURA 16.VISTA SUPERIOR SALÓN DE RUIDO	97
FIGURA 17. VISTA DE LA PUERTA Y LATERAL IZQUIERDA PARA EL SALÓN DE RUIDO	98
FIGURA 18. ÁREA DESTINADA AL LABORATORIO DE ILUMINACIÓN.....	100
FIGURA 19. CABINA 1	102
FIGURA 20.CABINA 2.....	103
FIGURA 21.CABINA 3.....	104
FIGURA 22. CABINA 4.....	105
FIGURA 23. CABINA 5.....	106
FIGURA 24.VISTA DE LOS ESTANTES Y PUERTAS DE LAS CABINAS.....	107
FIGURA 25. DISEÑO PRELIMINAR DEL LABORATORIO.....	107
FIGURA 26.IMPLEMENTACIÓN DE LA PRÁCTICA DE RUIDO.....	110
FIGURA 27.ÁNÁLISIS DE DATOS EN EL PROGRAMA LABVIEW (LABORATORIO DE RUIDO)	110
FIGURA 28. IMPLEMENTACIÓN DE LA PRÁCTICA DE ILUMINACIÓN.	111
FIGURA 29. MEDICIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN PARA EL ÁREA DE ZAPATERÍA.....	111
FIGURA 30.IMPLEMENTACIÓN DE LA PRÁCTICA DE TEMPERATURA.	112
FIGURA 31.ÁNÁLISIS DE DATOS EN EL PROGRAMA LABVIEW PARA TEMPERATURA	112
FIGURA 32. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS PILOTO	116

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA SALUD OCUPACIONAL.....	47
TABLA 2. BENCHMARKING CON OTRAS UNIVERSIDADES.....	58
TABLA 3. LÍMITES DEL RUIDO.....	62
TABLA 4. VALORES LÍMITES PERMITIDOS PARA EL RUIDO CONTINUO.....	62
TABLA 5. VALORES LÍMITES PERMITIDOS PARA EL RUIDO DE IMPACTO.....	63
TABLA 6. RANGOS MÁS COMUNES PARA EL NIVEL DE ILUMINACIÓN.....	64
TABLA 7. ESCALA CUALITATIVA PARA OBTENER EL NIVEL DE ILUMINACIÓN.....	65
TABLA 8. VALORES PARA LA ADECUACIÓN DE RÉGIMENES DE TRABAJO – DESCANSO.....	67
TABLA 9. ESCALA DE VALORACIÓN PARA SELECCIÓN DE PROVEEDORES.....	70
TABLA 10. RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES.....	71
TABLA 11. ESCALA DE VALORACIÓN PARA SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	72
TABLA 12. MATRIZ PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS EN RUIDO.....	73
TABLA 13. MATRIZ PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS EN ILUMINACIÓN.....	75
TABLA 14. MATRIZ PARA LA SELECCIÓN DE EQUIPOS EN TEMPERATURA.....	76
TABLA 15. ASIGNACIÓN DE TIEMPOS PARA LA PRÁCTICA DE RUIDO CONTINUO.....	82
TABLA 16. ASIGNACIÓN DE TIEMPOS PARA LA PRÁCTICA DE RUIDO DE IMPACTO.....	83
TABLA 17. ASIGNACIÓN DE TIEMPOS PARA LA PRÁCTICA DE ILUMINACIÓN.....	84
TABLA 18. CANTIDADES REQUERIDAS PARED.....	96
TABLA 19. CANTIDADES MÍNIMAS REQUERIDAS PARA EL ÁREA DE RUIDO.....	97
TABLA 20. ELEMENTOS PARA EL SALÓN DE RUIDO.....	98
TABLA 21. CANTIDAD REQUERIDA PARA LAS PAREDES DEL LABORATORIO DE ILUMINACIÓN.....	99
TABLA 22. ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA CABINA 1.....	101
TABLA 23. ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA CABINA 2.....	102
TABLA 24. ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA CABINA 3.....	103
TABLA 25. ESPECIFICACIONES REQUERIDAS PARA LA CABINA 4.....	104
TABLA 26. ELEMENTOS REQUERIDOS PARA LA CABINA 5.....	105
TABLA 27. CANTIDADES REQUERIDAS PARA LOS ARMARIOS Y PUERTAS.....	106
TABLA 28. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.....	113
TABLA 29. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN EN EL GRUPO L1.....	116
TABLA 30. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....	122

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.	130
ANEXO 2. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS DOCENTES DE LA UIS.	132
ANEXO 3. ENCUESTA DIRIGIDA A EXPERTOS EN LA TEMÁTICA DE HIGIENE INDUSTRIAL.	133
ANEXO 4. MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA SALUD OCUPACIONAL.	134
ANEXO 5. CRONOGRAMA PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.	260
ANEXO 6. MANUAL DE USUARIOS Y DE EQUIPOS	261
ANEXO 7. DISEÑO PRELIMINAR DEL LABORATORIO.	262
ANEXO 8. PRESUPUESTO DEL LABORATORIO.	264
ANEXO 9. ENCUESTA APLICADA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN.	268

RESUMEN

TÍTULO

CREACIÓN DEL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL PARA LA ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UIS*

AUTORES

Silvia Juliana Carreño Espíndola
Sandra Carolina Mendoza Cabeza **

PALABRAS CLAVES

Higiene Industrial, factores de riesgo físico, Salud Ocupacional, Moodle, Tecnologías de información y comunicación.

DESCRIPCIÓN

Este proyecto se desarrolló con el objetivo de diseñar una propuesta enfocada a la creación del laboratorio de Higiene Industrial para la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS.

El Documento se divide en cinco capítulos en donde se describen cada una de las etapas desarrolladas durante la ejecución del proyecto. En el primer capítulo se especifica el problema que se pretende solucionar con la propuesta, los objetivos y el alcance del mismo. En el segundo se hace referencia a las generalidades de la UIS y de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales puesto que son las entidades directamente involucradas. El tercer capítulo describe el marco teórico referente al concepto, campos de acción, tipos y proceso de actuación en la higiene industrial; así como también se presenta la definición y clasificación de los factores de riesgo físico. En el cuarto capítulo se especifica el marco referencial correspondiente al área de salud ocupacional, asignatura elegida para el desarrollo de este proyecto debido a la ausencia de su componente práctico. El quinto capítulo hace referencia a la metodología diseñada para la realización del proyecto, la cual tiene por estructura ocho etapas descritas en este numeral en las que se contempla la estructura, el contenido alusivo al manual de prácticas y al manual de usuarios y de equipos, además del uso de las tecnologías de información y comunicación representadas en la creación de una plantilla en el programa Labview para efectuar los cálculos requeridos en cada factor de riesgo, el montaje del contenido de la asignatura y la implementación de las prácticas de laboratorio en la plataforma MOODLE.

Finalmente, se presenta la información relacionada con el cumplimiento de objetivos, las conclusiones y recomendaciones.

* Proyecto de grado.

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Juan Camilo Lesmez Peralta. Codirector Edwin Alberto Garavito Hernández.

ABSTRACT

TITTLE

CREATION OF INDUSTRIAL HYGIENE LABORATORY SCHOOL OF INDUSTRIAL AND BUSINESS STUDIES OF INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER*

AUTHORS

Silvia Juliana Carreño Espíndola
Sandra Carolina Mendoza Cabeza **

KEYWORDS

Industrial Hygiene, Physical risk factor, Occupational health, Moodle, Technologies of information and communication.

DESCRIPTION

This project was developed with the aim of designing a proposal focused wing creation of Industrial Hygiene laboratory for the School of Industrial and Business Studies of Industrial University of Santander.

The document is divided into five chapters which describe each of the stages developed during project implementation. In the first chapter specifies the problem to be solved with the proposal, the objectives and scope. The second refers to the generalities of the UIS and the School of Industrial and Employers' organizations since they are directly involved. The third chapter describes the theory related to the concept of fields, types and process performance in industrial hygiene, and also presents the definition and classification of physical risk factors. In the fourth chapter specifies the frame of reference alluding to the area of occupational health, subject chosen for this project due to the absence of practical component. The fifth chapter refers to the methodology designed for the project, which is eight stages structure described in this paragraph which is contemplated in the structure, content alluding to practice manual and user manual and equipment, addition to the use of information and communication technologies represented in the creation of a template in the Labview program to perform the calculations required for each risk factor, mounting the course content and implementation of the labs in the platform MOODLE.

Finally, we present information related to the achievement of objectives, conclusions and recommendations.

* Work degree, modality teaching practice.

** PhysicMechanics Engineering Faculty. Industrial and Business Studies School. Director Juan Camilo Lesmez Peralta. Codirector Edwin Alberto Garavito Hernández.

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de preparación académica, se percibe la necesidad e importancia que tiene la creación de espacios que promuevan la aplicación de los conceptos aprendidos en las diferentes asignaturas, con el fin de afianzar los conocimientos, comprenderlos mejor y posteriormente convertirse en un facilitador para cualquier empresa; motivo por el cual éste proyecto de grado, tiene como eje principal introducir mediante la creación del Laboratorio de Higiene Industrial, la fundamentación práctica.

En las Instituciones de Educación Superior los laboratorios contribuyen a reforzar la enseñanza y son el espacio indicado para que los estudiantes logren una mayor comprensión de los temas; lo que hace necesario que en el programa académico de Ingeniería Industrial de la UISse analicen las condiciones que deben tener cada uno de éstos espacios con el fin de brindar un ambiente de trabajo seguro a los usuarios y de esta forma crear prácticas acordes a la fundamentación teórica de asignaturas entre las que están Salud Ocupacional en donde los alumnos aprendan a identificar, medir y valorar los factores de riesgo físico involucrados en la Higiene Industrial. Estas actividades constituyen una herramienta importante en el proceso enseñanza-aprendizaje ya que promueven el desarrollo de habilidades comunicativas, liderazgo, cooperación y a su vez permiten que los alumnos aprendan haciendo y encuentren alternativas de solución a los problemas que se les puedan presentar en su futura vida laboral.

Con el desarrollo del presente proyecto, se pretende generar una propuesta para la creación de un espacio destinado al laboratorio de Higiene Industrial , diseñar e implementar prácticas de laboratorio alusivas a los factores de riesgo físico entre los que se encuentran el ruido, la iluminación, y la temperatura, además de aplicar las tecnologías de la información y comunicación TIC'S mediante la creación de

herramientas pedagógicas entre las que se encuentran la plantilla diseñada en el programa labview para la medición de cada uno de estos factores y el uso de la plataforma MOODLE que tiene como finalidad facilitar el proceso de enseñanza–aprendizaje a los actores directamente involucrados.

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 TITULO DEL PROYECTO

CREACIÓN DEL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL PARA LA ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UIS.

1.2 RESPONSABLES

SILVIA JULIANA CARREÑO ESPÍNDOLA.

SANDRA CAROLINA MENDOZA CABEZA.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales se percibe la necesidad de crear un laboratorio de Higiene Industrial, donde se desarrollen prácticas de laboratorio dirigidas al área de Salud Ocupacional, que permitan comprobar los fundamentos teóricos mediante la experimentación y los medios de enseñanza necesarios. Es de suma importancia que en el programa de Ingeniería Industrial se incluya el componente práctico, que aún no se ha tenido en cuenta para dicha asignatura, por otra parte se hace indispensable el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC'S) para poder cumplir a cabalidad los objetivos planteados por la materia. En la reforma curricular¹ para el programa de Ingeniería Industrial, se plantea la importancia que tiene para la escuela el desarrollo de las prácticas académicas en los laboratorios y la necesidad de contar con los equipos y materiales adecuados para la ejecución de las mismas; por tal razón el aprendizaje derivado de las experiencias permite que los estudiantes desarrollen la habilidad para poner en práctica los conceptos adquiridos.

Por otra parte, es limitado el número de Universidades en la ciudad de Bucaramanga que cuentan con un laboratorio de Higiene Industrial, en donde se

¹ Dirección de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Reforma curricular para el programa de Ingeniería Industrial. Bucaramanga, Junio de 2006.

conjugue la teoría con la práctica y así mismo se puedan justificar los resultados de las mediciones para determinar el grado de riesgo de cada uno de estos factores.

Teniendo presente lo anterior, se propone la creación de un laboratorio de Higiene Industrial, con el fin de llevar la fundamentación teórica a la práctica, desarrollando en los estudiantes las competencias necesarias para que generen alternativas de solución a las diferentes situaciones que se puedan presentar en una organización relacionadas con las condiciones de trabajo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta para la creación del laboratorio de Higiene Industrial para la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Revisar las necesidades e importancia que tiene para los estudiantes de ingeniería industrial y docentes la creación del laboratorio de Higiene Industrial, además de conocer por parte de expertos en el tema los puntos de vista relacionados con los componentes que se deben involucrar en este tipo de laboratorio.
- Definir cada una de las especificaciones técnicas y el costo de inversión requeridos para la creación del laboratorio de Higiene Industrial.
- Diseñar el manual de prácticas para Salud Ocupacional en donde se especifique la metodología a seguir en el desarrollo de las mismas.
- Diseñar el manual de usuarios y de los equipos del laboratorio los cuales contendrán las normas generales y los procedimientos seguros de uso del laboratorio de Higiene Industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

- Implementar en la plataforma Moodle, definida por la facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, el contenido correspondiente a cada práctica de laboratorio para la asignatura Salud Ocupacional.
- Efectuar pruebas piloto con los instrumentos facilitados por la Universidad Industrial de Santander, para evaluar las experiencias propuestas en el manual de prácticas para Salud Ocupacional.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto permitirá que los estudiantes estén en contacto directo con las actividades comprendidas en Higiene Industrial, con el fin de alcanzar competencias profesionales al familiarizarse con el uso de la temática vista y el manejo adecuado de los equipos que se utilizarán para las prácticas de laboratorio. Este proyecto beneficiará a los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la UIS, ya que proporcionará las herramientas para que el estudiante desarrolle las habilidades necesarias en la toma de decisiones a través de las prácticas y logre que éste se desenvuelva en un ambiente industrial, con espíritu independiente y sentido de responsabilidad.

El alcance social al que se pretende llegar tiene como principio fundamental complementar la calidad académica y mejorar la capacidad de respuesta de los estudiantes.

1.6 ALCANCE

Con el proyecto, se pretende alcanzar los siguientes resultados, definidos como producto al término de éste:

- Diagnóstico y resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes, docentes de la UIS y expertos en dichas áreas, los cuales se especifican en la etapa I del proyecto (Investigación Exploratoria).

- Implementación de la plataforma MOODLE para Salud Ocupacional que incluya el contenido de cada práctica de laboratorio relacionado con la temática de la Higiene Industrial.
- Elaboración del manual de prácticas para Salud Ocupacional en donde se explique de manera detallada el desarrollo de cada práctica de laboratorio.
- Creación del manual de usuarios y de los equipos del laboratorio de Higiene Industrial.
- Evidencias de la realización de pruebas piloto para cada una de las prácticas propuestas.
- Desarrollo de una propuesta para el diseño de la distribución del laboratorio de Higiene Industrial.
- Elaboración de la propuesta del costo de inversión para la creación del laboratorio de Higiene Industrial.
- Resultados generales de la práctica, conclusiones y recomendaciones.

2 GENERALIDADES DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

La Universidad Industrial de Santander es un ente universitario autónomo, de servicio público cultural, con régimen especial, vinculado al Ministerio de Educación Nacional y organizado como establecimiento público del orden departamental, con personería jurídica y autonomía académica, administrativa y financiera, conforme con la Constitución Nacional y la Ley, con patrimonio independiente, y creada mediante Ordenanzas números 41 de 1940 y 83 de 1944 de la Asamblea Departamental de Santander, reglamentadas por el Decreto 1300 de Junio 30 de 1982 de la Gobernación de Santander.²

La Universidad Industrial de Santander tiene su domicilio principal en la Ciudad de Bucaramanga, Departamento de Santander, República de Colombia, pero podrá establecer dependencias seccionales, de acuerdo con la Ley.

2.1 MISIÓN INSTITUCIONAL

La Universidad Industrial de Santander es una organización que tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad. Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo. Sustenta su trabajo en las cualidades humanas de las personas que la integran, en la capacidad laboral de sus empleados, en la excelencia académica de sus profesores y en el compromiso de la comunidad universitaria con los propósitos institucionales y la construcción de una cultura de vida.³

² Consejo superior de la Universidad Industrial de Santander. Estatuto General. Acuerdo N. 166 de 1993
Compilación de normas vigentes. Artículo 2. Bucaramanga, Julio de 2012.

³Portal web Universidad Industrial de Santander; sitio web "<http://www.uis.edu.co>", consultado el 9 de Agosto de 2012. Disponible en: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/principios.html>. Principios de Universidad Industrial de Santander.

2.2 VISIÓN INSTITUCIONAL

La Universidad Industrial de Santander tiene como visión general para el año 2018, fortalecerse en su carácter público, aportando al desarrollo político, cultural, social y económico del país, como resultado de un proceso de generación y adecuación de conocimiento en el cual la investigación constituye el eje articulador de sus funciones misionales. La Universidad habrá desarrollado exitosamente una política de crecimiento vertical, mediante la cual se crearán y consolidarán programas de maestría y doctorado de alta calidad, sustentados en procesos de investigación pertinentes para la región en el país.

La Institución habrá contribuido al desarrollo regional, mediante la formación del talento humano, la investigación y la extensión, reflejado en el mejoramiento de la calidad de vida, la competitividad internacional y el crecimiento económico. Como parte de este proceso, se ampliará la cobertura con la creación y consolidación de programas misionales pertinentes y soportes estratégicos en su sede central y en sus sedes regionales tanto a nivel profesional como a nivel tecnológico, atendiendo a la política de formación por ciclos aprobada por el Consejo Superior.

La Universidad habrá consolidado una política de articulación global que le ha permitido incrementar de manera significativa los resultados de sus procesos misionales mediante la cooperación con instituciones educativas y de investigación de alto prestigio, empresas, entidades gubernamentales, egresados y otros entes públicos y privados nacionales e internacionales. La Universidad habrá fortalecido en toda su organización una cultura de gestión de alta calidad de los procesos misionales, estratégicos y de apoyo. Como resultado de la actualización permanente de sus programas académicos, la Universidad forma personas con las competencias apropiadas para liderar el desarrollo económico y social y para realizar proyectos educativos e investigativos, que contribuyan al logro de las metas de desarrollo del país y a la consolidación de una sociedad del conocimiento a nivel regional, nacional e internacional. La Institución

habrá consolidado su estabilidad financiera y modernizado su infraestructura física y tecnológica.⁴

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE), forma parte de la Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas de la Universidad Industrial de Santander UIS. Respecto a sus instalaciones, la Escuela cuenta con la Biblioteca de la Asociación Centro de Estudios, la cafetería Iraka, una sala de cómputo para los estudiantes y con el Auditorio Guillermo Camacho Caro. La EEIE (ver figura 1), cuenta además con programas de posgrado, ofreciendo Maestría en Ingeniería Industrial y Maestría en Gerencia de Negocios MBA. Además ofrece especializaciones en Evaluación y Gerencia de Proyectos, Alta Gerencia y Gestión Integral de la Calidad⁵. Adicional a esto, la EEIE cuenta con una oficina de extensión creada con el propósito de contribuir a la formación integral de sus estudiantes y egresados con la puesta en práctica de los conceptos aprendidos durante su formación académica, brindando así un servicio de apoyo y orientación al sector empresarial, para el mejoramiento y fortalecimiento de la competitividad a nivel regional.

⁴Portal web Universidad Industrial de Santander; sitio web "<http://www.uis.edu.co>", consultado el 10 de Agosto de 2012. Disponible en: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/principios.html>.

⁵Portal web Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS; sitio web "<http://www.carpintero.uis.edu.co>", consultado el 10 de Agosto de 2012. Disponible en: <http://carpintero.uis.edu.co/eisi/>

Figura 1.Escuela de Estudios Industriales y Empresariales



Fuente: Portal virtual de la Escuela

2.3.1 Misión

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, orientada por la Misión de la Universidad Industrial de Santander, es una organización académica adscrita a la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas que tiene como propósitos fundamentales la docencia, investigación y extensión, para la formación integral de personas profesionales a nivel de pregrado y posgrado, capaces de diseñar, emprender, dirigir, gestionar y mejorar sistemas generadores de bienes y servicios; contribuyendo con el desarrollo tecnológico y empresarial de la sociedad. Su accionar se fundamenta en el conocimiento científico, la calidad, el aporte social, la transparencia de sus procesos y el respeto del ser humano y su entorno.

2.3.2 Visión

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, será un actor con perspectiva y reconocimiento nacional e internacional que forma integralmente y con alta calidad profesional y ética a sus egresados a nivel de pregrado, posgrado y educación continua. Asimismo, a través de la investigación y extensión será partícipe de aportes a la ciencia y tecnología, y al crecimiento y desarrollo de las unidades productivas de la región y el país.

2.3.3 Propósitos de formación

El programa de Ingeniería Industrial forma profesionales integrales capaces de diseñar, emprender y mejorar sistemas generadores de bienes y servicios, para incrementar la productividad y mejorar la posición competitiva de las organizaciones, basados en el entendimiento y respeto del ser humano y su entorno orientando estos profesionales hacia el logro de un mundo mejor.⁶

2.3.4 Áreas destinadas al desarrollo de laboratorios

En todo proceso de enseñanza–aprendizaje es importante involucrar el componente práctico dentro de las diferentes asignaturas, para ello se crean espacios académicos cuya finalidad radica en que los estudiantes aprendan haciendo, es decir, comprueben los fundamentos teóricos mediante la experimentación utilizando los medios de enseñanza necesarios. Dentro del plan de estudios de Ingeniería Industrial que ofrece la UIS a través de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, existen diferentes asignaturas que para el desarrollo metodológico de su contenido, requieren el desarrollo de actividades prácticas. Antes de contar con la nueva infraestructura, la Escuela llevaba a cabo los laboratorios en lugares fuera de sus instalaciones, por ejemplo las prácticas de Ingeniería de calidad se realizaban en otras Escuelas como la de Ingeniería Metalúrgica; para este año 2012 se contempla la creación de espacios académicos en las nuevas instalaciones de la Escuela para efectuar prácticas de las asignaturas (Salud Ocupacional, Ingeniería de calidad, Diseño de Sistemas Productivos, Dirección de procesos), entre otras.

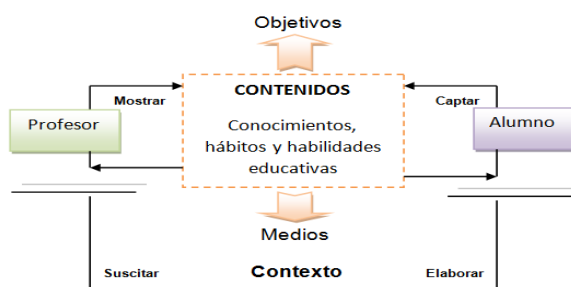
⁶Portal web Universidad Industrial de Santander; sitio web "<http://www.uis.edu.co>", consultado el 8 de Agosto de 2012. Disponible en: <http://carpintero.uis.edu.co/eisi/eisi.jsp?IdServicio=S86>.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

El proceso de enseñanza- aprendizaje es el mecanismo por medio del cual, el docente presenta el contenido educativo (conocimiento, hábitos, habilidades) a sus alumnos mediante diferentes herramientas y éste a su vez intenta captar la información recibida. A continuación se explica el proceso de manera detallada (ver figura 2).

Figura 2.Elementos del proceso enseñanza-aprendizaje



Fuente: Elaboración propia

La práctica de laboratorio es un proceso de enseñanza-aprendizaje administrado por el docente cuya finalidad es la formación del estudiante. En este proceso participan los siguientes componentes:

- ✓ **Personales:** alumno-profesor
- ✓ **No personales:** problema, objetivos, objeto de estudio, medios, formas, métodos, contenido y la evaluación.

Ese tipo de prácticas se efectúan mediante una metodología organizada por etapas que se encuentra tanto en el plano instructivo (**objetivos**) por la adquisición de las habilidades intelectuales y manuales originadas al capacitar el alumno para investigar y resolver la situación problemática propuesta (**problema**) concientizada al actuar sobre el **objeto de estudio**, como en el plano educativo

apropiándose de toda una cultura social implícita en la interacción con las fuentes de información relacionadas con el **contenido** de la actividad.

La participación colaborativa, activa y consciente de los alumnos es fundamental durante este proceso, por lo cual se requiere la aplicación de **métodos** que permitan despertar su interés por la asignatura y la profesión. Por otra parte, la dinámica de esta actividad debe presentar en forma clara las estructuras organizativas (**forma**) a partir de los **medios** (recursos materiales, humanos e informáticos) puestos a disposición y determinados por las relaciones causales entre los componentes descritos, expresados en el comportamiento del alumno y en la comunicación del informe técnico (**presentación de resultados**) para la ejecución de la práctica. Lo anterior conlleva a la **evaluación** final de la práctica de laboratorio en donde el estudiante mediante un contexto global logra los objetivos de dicho proceso.⁷

3.1.1 Razón de existencia y definición de las prácticas de laboratorio en la educación superior

En la actualidad los laboratorios juegan un papel importante en la educación de los estudiantes, debido a que éstos se utilizan como herramientas de enseñanza para afirmar los conocimientos adquiridos en el proceso (enseñanza-aprendizaje) y como complemento a las clases impartidas en las universidades.

Dados los constantes cambios en la industria, es importante que los estudiantes de Ingeniería Industrial apliquen lo visto de una manera más práctica, obteniendo así un pleno desarrollo de sus potencialidades, que más adelante les permitirá adquirir la seguridad y la destreza necesaria para trabajar en pro de las organizaciones; razón por la cual los talleres de laboratorio estarán enfocados a la identificación y a la medición de los diferentes factores de riesgo físico convirtiéndose así en parte fundamental del proceso formativo.

⁷ CUEVA CARRIÓN, Samanta Patricia; PACHECO MONTOYA, Ema Patricia; RODRÍGUEZ MORALES, Germania del Rocío y SANTOS DELGADO, Ana Alexandra. (2009). Tecnologías de Información y comunicación en la Educación Superior. Consultado el 5 de Junio de 2012. Disponible en: http://www.utchvirtual.net/recursos_didacticos/practicas-laboratorio.pdf.

Los conocimientos adquiridos en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, son la oportunidad para que los estudiantes se familiaricen con los hechos, y conceptos involucrados en las mismas; motivo por el cual las prácticas se introducen en la educación desde los siguientes puntos de vista:

- John Locke, propuso la necesidad de que los estudiantes realizaran trabajos prácticos en su educación, formando parte integral de su proceso formativo.
- Autores como Holftein, A. y Luneta, V.N. (1982) y Carlson, E.H. (1986), afirman que constituyen un medio "único" para la enseñanza de las ciencias, aunque su inclusión en el proceso formativo, continúa siendo un tema de debate, fundamentalmente, por las divergencias aún existentes en cuanto a los objetivos, funciones y la forma de implicarlas en el proceso de formación.⁸
- De acuerdo a la Resolución No. 269/91 del nuevo Reglamento del trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior, citado textualmente en el artículo 72⁹, se considera que la práctica de laboratorio es un tipo de clase enfocado al proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.1.2 Tecnologías de la información y comunicación en la educación superior

Las instituciones de educación superior han experimentado constantes cambios como consecuencia de la globalización por tal motivo deben desarrollar en sus

⁸ Asociación Colombiana para la investigación en Ciencias Y Tecnología EDUCyT, Memorias, II congreso Nacional de investigación en educación en ciencias y tecnología, 2010, Junio 21 a 23, ISBN: 978-958-99491-1-5. Consultado el 5 de Junio de 2012. Disponible en: http://www.educyt.org/portal/images/stories/ponencias/sala_2/mision_ciencia_hacia_el_desarrollo_del_pensamiento_y_las_habilidades_cientificas_e_investigativas.pdf

⁹ MADERA CRESPO, Elio Jesús; ALVAREZ VIZOSO, Tomás y BERNAZA RODRÍGUEZ, Guillermo. Artículo 72 del Reglamento del Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior. Consultado el 15 de Junio del 2012. Disponible en: http://www.utchvirtual.net/recurso_didacticos/documentos/fisica/practicas-laboratorio.pdf.

procesos de enseñanza - aprendizaje vías de integración de las tecnologías de la información y la comunicación para que éstas puedan adaptarse a diversas alternativas de formación acordes con las necesidades que presenta ésta nueva sociedad. Las TIC'S han facilitado el acceso a la información y/o conocimiento, han redefinido los roles, han cambiado la forma como las personas se comunican, se informan, y aprenden, también han modificado conceptos como espacio, tiempo e identidad, éstos y otros aspectos se han visto reflejados en la Educación. En el contexto de la Educación Superior el proceso pedagógico necesita valerse de herramientas para cumplir a cabalidad sus objetivos y dado el rol que juegan las TIC'S en el proceso formativo las universidades no pueden aislarse del avance tecnológico¹⁰. De igual manera, el papel del docente cambia con la aplicación de las TIC'S, éste deja de ser fuente de todo conocimiento y pasa a actuar como guía para los alumnos, facilitándoles el uso de recursos, herramientas y así puedan explorar, obtener nuevos conocimientos y destrezas, razón por la cual las instituciones de educación superior tienen en las TIC'S una herramienta clave para cumplir su objetivo fundamental "hacer avanzar el conocimiento universal"¹¹.

3.2 HIGIENE INDUSTRIAL

3.2.1 Definición

La higiene industrial es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden colocar en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores,

¹⁰ SALINAS, Jesús. Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento. Artículo de Innovación docente y uso de las TIC'S en la enseñanza universitaria. Consultado el 10 de Julio de 2012. Disponible en: <http://www.uoc.edu/rusc>.

¹¹ CUEVA CARRIÓN, Samanta Patricia; PACHECO MONTOYA, Emma Patricia; RODRÍGUEZ MORALES, Germanía del Rocío y SANTOS DELGADO, Ana Alexandra. Tecnologías de Información y Comunicación (TIC'S) en la Educación Superior. Documento 10196, pdf. (2009).

- **Identificación del factor de riesgo**

En el proceso de la actuación en Higiene Industrial, se tiene en primera instancia la identificación de riesgos; etapa indispensable para una adecuada planificación de la evaluación de riesgos y de las estrategias de control. La identificación de riesgos permite establecer los agentes que pueden estar presentes y la posible magnitud de los efectos nocivos para la salud y el bienestar de los trabajadores.

- **Medición de la exposición**

Esta etapa tiene como finalidad investigar la presencia de los agentes y las pautas de los parámetros de exposición en el medio laboral.

Para los riesgos físicos la medición suele ser directa, es decir, que se obtiene el resultado al mismo tiempo que se efectúa la medición como en el caso del ruido, la iluminación y la temperatura.

- **Valoración**

En esta etapa se busca comparar el valor medido con un criterio de referencia denominado "Criterio de Valoración", conocido también como Valor Límite Umbral. Adicional a esto, la valoración permite estimar el riesgo que para la salud del trabajador representa la exposición medida.

- **Corrección**

De acuerdo a la valoración dada, se procede a la corrección, puesto que al existir un riesgo elevado, inmediatamente se deben tomar las acciones correctivas para buscar la eliminación y reducción del mismo, actuando sobre el foco, el medio de difusión o el individuo receptor (trabajador); medidas encaminadas a disminuir la exposición del trabajador reduciendo la concentración del agente o el tiempo de exposición al mismo.¹³

¹³HERRCIK, Robert F. Higiene Industrial. Enciclopedia de la Salud y del Trabajo. Madrid: Chantal Dufresne, 1984. p. 1 - 38.

3.2.1 Tipos de higiene

- ✓ **Higiene Teórica:** se define como la relación entre contaminante- tiempo de exposición – trabajador y establece unos valores estándares de concentración en donde la mayoría de los individuos expuestos no sufrirán ningún tipo de alteración funcional.

Para la fijación de los estándares se trabaja en dos niveles de experimentación (ver figura 4):

- **Nivel de Laboratorio:** en este nivel se someten seres vivos a los efectos de los contaminantes que se están analizando para determinar las posibles causas y alteraciones funcionales que estos experimentan para luego generar los correctivos necesarios.
- **Nivel de Campo:** se recopila la información de las técnicas higiénicas y médicas de la variable por analizar, la información obtenida es utilizada como alerta frente a un contaminante nuevo o una sospecha de una determinada dolencia, en donde se puede establecer un primer valor de referencia el cual tiene que ser corroborado por la experiencia de campo.

Figura 4. Niveles de la Higiene teórica



Fuente: Enciclopedia de la salud y seguridad del trabajo.

- ✓ **Higiene de campo:** este tipo de higiene se enfoca en la realización de estudios, reconocimiento de las muestras de los agentes y evaluación de la exposición para el individuo en el puesto de trabajo.

Un instrumento clave en el desarrollo de la higiene de campo es la realización y aplicación de una encuesta higiénica cuyo objetivo es llegar al conocimiento real del problema del área estudiada.

La Encuesta Higiénica (ver figura 5), engloba dos fases:

- **Análisis Previo del Problema:** en esta primera etapa se busca recopilar toda la información sobre los posibles riesgos higiénicos existentes en la empresa o puesto de trabajo objeto de estudio.
- **Identificación del Riesgo:** para llevarla a cabo es necesario visitar la empresa y el puesto de trabajo objeto de estudio recopilando los datos necesarios para efectuar una correcta evaluación. Las fases a desarrollarse son:

Figura 5. Higiene de Campo



Fuente: Enciclopedia de la salud y seguridad del trabajo.

- ✓ **Higiene Analítica:** este tipo de higiene realiza un estudio cualitativo y cuantitativo de los contaminantes presentes en cada una de las áreas de trabajo involucrando la higiene de campo y la higiene teórica, este análisis se puede efectuar de dos formas:
 - **Nivel de campo:** en esta fase se hace una identificación cualitativa y cuantitativa del agente contaminante, para poder efectuar una previa toma de muestras se deben utilizar equipos de lectura directa.
 - **Nivel de laboratorio:** en este proceso actúa perfectamente la higiene analítica debido a que se obtienen resultados más exactos que son la base para la fijación de los parámetros exigidos en el análisis y toma de muestras realizado a nivel de campo.

- ✓ **Higiene Operativa:** este tipo de higiene comprende la elección y recomendación de los métodos de control que se deben implantar para reducir los niveles de concentración del contaminante hasta los valores no perjudiciales para la salud del trabajador, en los diferentes puestos de trabajo.

3.2.3 Disciplinas relacionadas con la Higiene

La higiene Industrial aplicada a los centros de trabajo tiene como finalidad preservar la salud y la integridad física de todos los trabajadores mediante el conjunto de normas orientadas tanto a la proporción de condiciones adecuadas en el lugar de trabajo, como a la capacitación del talento humano que labora en una organización, para evitar con esto dentro de lo posible, enfermedades laborales. Su campo de acción reside en los métodos y procedimientos de las disciplinas en las que se apoya para lograr sus objetivos. Entre las que se encuentran:

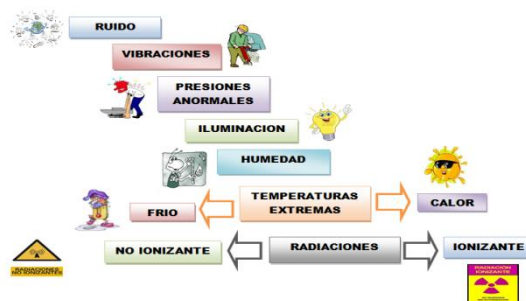
- ✓ **Medicina del trabajo:** especialidad cuya función principal radica en conseguir el más alto grado de bienestar físico, psíquico y social de los trabajadores en relación con su capacidad, características y riesgos de su trabajo, y la influencia de este en su entorno; valiéndose de elementos clínicos y epidemiológicos.
- ✓ **Ergonomía:** disciplina que trata lo relacionado al diseño de los lugares de trabajo de forma tal que estos coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador.
- ✓ **Psicología laboral:** especialidad encargada del estudio de las demandas psicológicas, cargas mentales derivadas del trabajo y de conseguir una óptima adaptación de la persona a su lugar de trabajo.
- ✓ **Ingeniería, Arquitectura, Física, Química, Biología, Medicina y Psicología:** disciplinas que de una u otra forma inciden en la Higiene Industrial ya que sus funciones principales apuntan al estudio de los efectos negativos que inciden en las personas como resultado de la labor efectuada, además de establecer las formas de evitarlos.
- ✓ **Psicología:** especialidad que tiene por objeto de estudio prevenir los daños originados por las tareas repetitivas ó monótonas y por la estructura del trabajo cuando la persona que labora no es tomada en cuenta como humano que es.
- ✓ **Administración del trabajo:** disciplina clave para el buen funcionamiento de cualquier centro de trabajo, ya que su responsabilidad se dirige hacia las políticas generales y la organización del trabajo.

Resumiendo, el campo de acción de la Higiene Industrial se enfoca en la prevención y el control de riesgos generados por los procesos de trabajo de manera tal que se le pueda garantizar al trabajador un óptimo ambiente laboral.

3.3 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO FÍSICO

Son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que pueden provocar efectos adversos a la salud según sea la intensidad y exposición de los mismos. Entre los factores de riesgo físico se incluye el ruido, las vibraciones, las presiones anormales, la iluminación, la humedad, las temperaturas extremas (calor, frío), y las radiaciones (ionizantes, no ionizantes), que se encuentran descritas a continuación (ver figura 6).

Figura 6. Clasificación de los factores de riesgo físico.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.1 Ruido

Dentro de los agentes físicos que se consideran en la higiene industrial, uno de los más importantes debido a su existencia en un gran número de industrias es el ruido. Se define como la perturbación mecánica de carácter ondulatorio que se origina al oscilar las partículas de un cuerpo físico, se propaga en forma de movimiento ondulatorio a través de un medio elástico (aire, agua, acero) y llega a nuestro sentido auditivo, lo estimula y provoca una sensación desagradable cuando es ruido y agradable cuando es sonido.¹⁴

¹⁴ Reglamento técnico para exposición a ruido. (1984). Consultado el 8 de Mayo de 2012. Disponible en: http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/facultades/medicina/salud_ocupnal/uniquindio/reglamento-higiene/RT_RUIDO.pdf.

El nivel de potencia acústica ponderado de una fuente sonora se expresa en decibelios (dB) y puede calcularse a partir de la medición del nivel de presión acústica en dB (A). Esta es una unidad muy útil para estimar la magnitud del problema del ruido y para comparar diversas fuentes sonoras en lo que se refiere a su agresividad acústica.

3.3.2 Vibraciones

Las vibraciones comprenden todo movimiento transmitido al cuerpo humano por estructuras sólidas capaz de producir un efecto nocivo cualquier tipo de molestia en el trabajador. Este fenómeno se caracteriza por su frecuencia y su amplitud; entiéndase por frecuencia como el número de veces por segundo que se realiza el ciclo completo de oscilación, este se mide en Herzios o ciclos por segundo.¹⁵

Algunas de las causas de que este fenómeno se presente se deben a la utilización de partes de máquinas desequilibradas en movimiento, flujos turbulentos de fluidos, golpes de objetos, impulsos, entre otros. En general la vibración es un fenómeno físico no deseable aunque en ocasiones se produce para hacer funcionar un dispositivo (martillos mecánicos, cintas transportadoras vibratorias, tamices vibradores) y en esos casos el ruido resultante es inevitable, afectando de forma directa a la salud del trabajador.

3.3.3 Presiones Anormales

Cuando se ejerce una actividad bajo presiones ambientales superiores a la presión atmosférica, el individuo puede verse vulnerable a enfermedades laborales. El ser humano es capaz de soportar altas presiones siempre y cuando el aire llegue libremente a los pulmones y al oído. En cambio, si ocurre una

¹⁵ Prevención de riesgos laborales. Consultado el 15 de Septiembre de 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/94184957/36/Vibraciones>.

distribución desigual de la presión puede producir en la persona daño en los tejidos que resulta de la expansión y contracción de los espacios intercelulares conocido como barotrauma.

3.3.4 Iluminación

Todas las actividades laborales ejercidas por el hombre requieren un determinado nivel de iluminación para que se puedan llevar a cabo en condiciones óptimas. Una buena iluminación permite a la persona realizar la tarea de forma eficaz, atender a las señales de alarma, reconocerá las personas que circulan por el lugar de trabajo, detectar irregularidades u obstáculos peligrosos.

Además es un factor que influye en la calidad del trabajo y en la prevención de accidentes. Cuando no es posible usar la luz natural o ésta es insuficiente para el grado de exigencia visual que exige cada tarea, se necesita recurrir a iluminación artificial¹⁶. La iluminación se define como el flujo luminoso que incide por unidad de superficie¹⁷, la unidad de medida se puede dar en luxes ó bujías, es importante tener en cuenta que para cada tipo de trabajo dependiendo de la exigencia visual se requiere una intensidad óptima de iluminación sobre el plano en que se realiza dicha actividad.

3.3.5 Humedad

El término humedad se emplea para designar cualquier medida de la cantidad de vapor de agua contenido en un volumen dado de aire.¹⁸ Cuando se presenta en el ambiente de trabajo un nivel elevado de humedad su exceso o defecto puede producir alteraciones en la comodidad, la salud y el rendimiento de las personas.

¹⁶ Conceptos básicos en Salud Laboral. Consultado el 10 de Marzo del 2012. Disponible en: <http://www.oitchile.cl/pdf/publicaciones/ser/ser009.pdf>.

¹⁷ GUASH FARRAS, Juan. Iluminación. Reglamento técnico para exposición a iluminación y brillo. Enciclopedia de la Salud y Seguridad del Trabajo. Madrid: Chantal Dufresne. P.1 -20.

¹⁸ Humedad. Consultado el 5 de Agosto de 2012. Disponible en: http://www.mahates-bolivar.gov.co/sitio.shtml?apc=myxx1-&x=2833669&als%5BESTADO__%5D=myxx1.

3.3.6 Temperaturas extremas

En ciertas empresas algunas personas deben llevar a cabo diferentes actividades con un gran número de operaciones y procesos industriales que implican el uso de temperaturas muy elevadas o bajas, conocidas como “Temperaturas Extremas o Anormales”. En la actualidad se emplean diferentes escalas de temperatura; entre ellas están la escala Celsius también conocida como escala centígrada, en esta escala el punto de congelación del agua equivale a 0°C, y su punto de ebullición a 100 °C es la más utilizada en todo el mundo, en particular en el trabajo científico.

La escala Fahrenheit, se emplea en los países anglosajones para medidas no científicas y en ella el punto de congelación del agua se define como 32 °F y su punto de ebullición como 212°F. Otras escalas en la cual se puede expresar la temperatura son la escala Kelvin, la escala Rankine o la escala termodinámica internacional.

- ✓ **Calor:** el principal efecto por estar sometido a temperaturas altas se denomina estrés térmico.¹⁹ Este es el resultado de la acumulación excesiva de calor en el cuerpo, la cual produce una reacción de sudoración y lleva a la persona a la deshidratación y al desequilibrio hidroelectrico, pues se pierden sales orgánicas, además de agua.

Para proteger adecuadamente al trabajador es necesario calcular primero el índice WBGT y posteriormente determinar el tiempo máximo de la exposición al calor, para aplicar los correctivos necesarios.

- ✓ **Frío :** se basa en el mismo principio señalado en relación al calor, si la temperatura exterior es baja el calor producido en forma natural por el

¹⁹ Factores de riesgo. Consultado el 10 de Agosto de 2012. Disponible en: <http://www.es.scribd.com/doc/102628568/Factores-de-Riesgo>.

cuerpo se pierde acelerada mente llegando a un punto en donde la persona puede perder la vida.²⁰

La pérdida de calor es mayor, mientras más baja es la temperatura externa y mientras mayor es la velocidad del viento la cual ayuda a disparar más rápidamente el calor producido. Además del riesgo por congelamiento se puede amenazar la vida el frío produce incomodidad y obliga a un mayor esfuerzo muscular con aumento del riesgo de lesiones musculares también desconcentra y disminuye la sensibilidad de la piel, con el riesgo de accidentes. El frío produce efectos sobre el aparato respiratorio, favoreciendo la aparición de todo tipo de enfermedades respiratorias convirtiéndose también en agravantes de enfermedades cardiovasculares.

3.3.7 Radiaciones

Las radiaciones son una de las muchas formas en las que los objetos nos devuelven la energía que les hemos comunicado o que, a veces, tienen acumulada de forma natural.²¹

✓ **Ionizantes:** es toda onda electromagnética, capaz de producir iones de forma directa o indirecta al interaccionar con la materia.²² El origen de las mismas es siempre de carácter atómico y se producen cuando el átomo esta excitado o es inestable. Se clasifican en:

- Rayos X
- Rayo Gama
- Rayo Beta
- Rayo Alfa

²⁰ Manual de riesgos físicos. Consultado el 20 de Agosto de 2012. Disponible en: <http://www.esteprevention.blogspot.com/2010/06/manual-para-los-que-estan-aprendiendo.html>.

²¹ Radiaciones. Consultado el 4 de Agosto de 2012. Disponible en: <http://platea.pntic.mec.es/~jdelucas/radiactividad.htm>.

²² Radiaciones Ionizantes. Consultado el 4 de Agosto de 2012. Disponible en: http://www.ibeninson.com.ar/.../proteccion_radiologica_clase%...%C2%A0-.

- Neutrones

- ✓ **No ionizantes:** son las radiaciones de alta frecuencia que no son capaces de ionizar las células de nuestro cuerpo. Por eso son menos peligrosas que las Radiaciones Ionizantes. Se clasifican en:
 - Radiación Ultravioleta.
 - Radiación Infrarroja.
 - Radiación Visible.
 - Microondas y Radiofrecuencia.

4 MARCO REFERENCIA

4.1 SALUD OCUPACIONAL

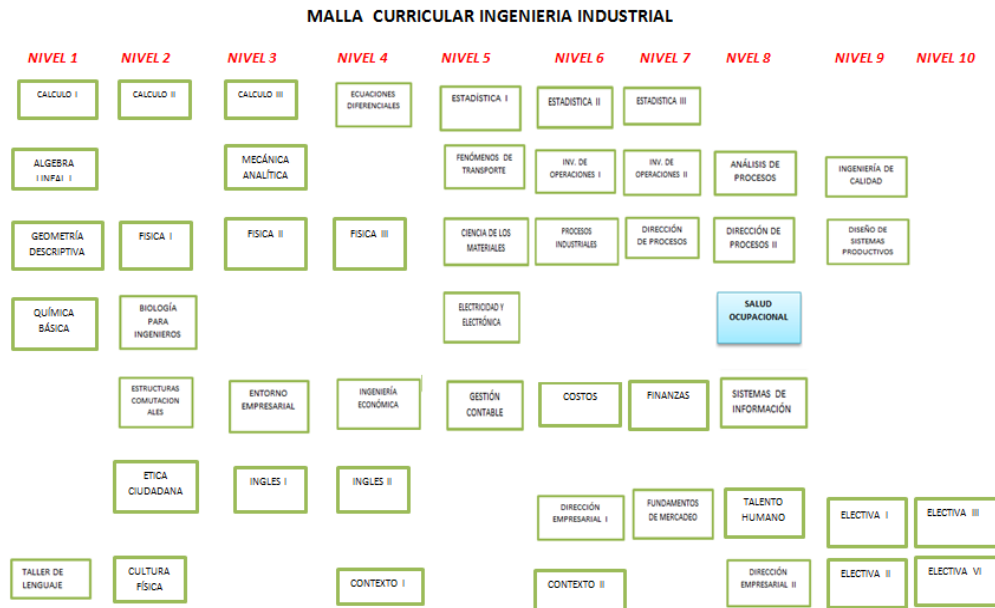
Es la rama de la salud pública que busca mantener el máximo estado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones, protegerlos de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.²³

4.1.1 Generalidades de la asignatura Salud Ocupacional en la UIS

En el programa académico de ingeniería industrial de la UIS (ver figura 7), se incluye la asignatura de Salud Ocupacional en el octavo nivel. Identificada con el código (20526), esta asignatura consta de tres créditos que se cursan en una intensidad horaria correspondiente a cuatro horas semanales.

²³MOJICA HERNÁNDEZ, Martha Lucía. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. 2002. p. 117.

Figura 7. Programa académico de Ingeniería Industrial.



Fuente: Escuela de Estudios Industriales y empresariales.

4.1.2 Propósitos y competencias

La asignatura de Salud Ocupacional tiene como propósito la concientización del estudiante en lo que concierne a la cultura de la evaluación de riesgos y la prevención de accidentes, así como también pretende dar a conocer los diferentes riesgos profesionales y las herramientas necesarias para el establecimiento de los programas de Salud Ocupacional; esperando con ello que una vez finalizado el curso todos los estudiantes adquieran un compromiso y así mismo se motiven en contribuir al mejoramiento de las condiciones laborales, ambientales y seguras de los trabajadores que laboran en las diversas organizaciones del país.

4.1.3 Contenido de la asignatura

Las diferentes temáticas correspondientes al contenido de la asignatura Salud Ocupacional (ver tabla 1), se desarrollan durante las dieciséis semanas del semestre académico.

Tabla 1. Contenido de la asignatura Salud Ocupacional

COMPONENTE TEÓRICO	TEMAS
Introducción	<ul style="list-style-type: none">*Evolución histórica de la salud ocupacional*Relación con las organizaciones*Relación seguridad - calidad - ambiente*El sistema general de seguridad social integral*Sistema General de Riesgos Profesionales*Responsabilidades en salud ocupacional
Contenidos básicos	<ul style="list-style-type: none">*Salud Ocupacional*Peligro – Riesgo - Control*Accidente de trabajo y Enfermedad Profesional*Previsión, prevención y protección*Los factores de riesgo y su clasificación
Identificación de peligros, valoración de riesgos y determinación de controles	<ul style="list-style-type: none">*Panorama de factores de riesgo*Evaluación de riesgos*Cuantitativa*Cualitativa*Análisis del Trabajo Seguro*Definiciones y sistemas de control
Programa de Salud Ocupacional	<ul style="list-style-type: none">*Definición de medicina preventiva y del trabajo*Principales actividades de promoción y prevención*Definición de seguridad industrial e higiene industrial*Inspecciones de seguridad*Investigación de incidentes y accidentes
Administración de la Seguridad	<ul style="list-style-type: none">*Legislación Colombiana en Salud Ocupacional*Factor Humano*Programas de formación y concientización*Cultura empresarial en Seguridad*Administración y prevención*Gerencia Participativa

Fuente: Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

4.1.4 Estrategias pedagógicas

Para el desarrollo de las asignaturas es importante emprender acciones encaminadas a facilitar la formación y el aprendizaje de las diferentes áreas para

los estudiantes. Existen tres actores como mínimo que deben considerarse en este proceso, las características del sujeto que aprende, la disciplina por enseñar y el contexto socio cultural en donde se desarrolla.

Para lograr los objetivos propuestos por la asignatura se han establecido una serie de aspectos dentro de este grupo de estrategias como lo son las clases magistrales, los videos relacionados con casos prácticos y la aplicación de las normas a un caso real, las cuales se llevan a cabo durante las horas tipo TAD (trabajo con acompañamiento docente) en el aula de clases y las horas tipo TI (trabajo individual) desarrolladas por parte del estudiante.

5 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DEL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL

Las prácticas de laboratorio corresponden a la forma de organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje; por tal motivo, se planteó una metodología para el desarrollo de la propuesta "Creación del laboratorio de Higiene Industrial", comprendida en las siguientes etapas:

5.1 ETAPA I: INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

Con el fin de documentar la propuesta (creación de un laboratorio de higiene industrial para la Escuela de estudios Industriales y Empresariales de la UIS), se diseñaron tres formatos de encuesta (ver anexos 1, 2 y 3) dirigidos a estudiantes de ingeniería industrial, docentes y expertos en el área de Salud Ocupacional cuya finalidad radicó en conocer la importancia que tenía el componente práctico y la creación de este tipo de laboratorio para los alumnos y maestros de la UIS. Por otra parte, se encuestó a expertos en la temática para conocer sus puntos de vista respecto a los componentes y estructura que debe tener un espacio asignado para tal fin. Finalmente, se llevó a cabo un benchmarking con otras instituciones de educación superior descrita en el numeral 5.1.5 del presente libro.

5.1.1 Diagnóstico previo

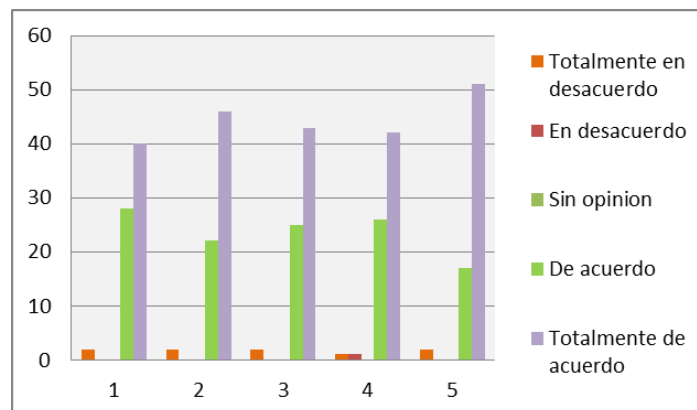
En la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS se evidencia la ausencia de un laboratorio en donde los estudiantes puedan desarrollar prácticas referentes a Higiene Industrial para las asignaturas de Salud Ocupacional. Teniendo presente que la escuela cuenta con un espacio para el laboratorio (ver anexo 8), se verificaron las condiciones actuales del aula a través de la inspección (toma de medidas), en donde se obtuvo un área total de 94,64 m².

Posteriormente se llevó a cabo la etapa de investigación exploratoria, descrita en los numerales (5.1.2;5.1.3; 5.1.4 y 5.1.5).

5.1.2 Resultados de la encuesta dirigida a estudiantes de Ingeniería Industrial

Esta encuesta (ver anexo 1), se elaboró con el fin de recopilar la información de una fuente primaria, es decir de aquellas personas que puedan estar en contacto frecuente (estudiantes de Salud Ocupacional) con la asignatura. Así que después de tabular, graficar y analizar los datos obtenidos, se concluye que los estudiantes de Ingeniería Industrial se encuentran de acuerdo y totalmente de acuerdo con la creación de un laboratorio de Higiene Industrial; para ellos este proyecto es muy interesante en la medida en que se pongan en práctica los conceptos aprendidos, se complemente el trabajo teórico con la aplicación de diferentes herramientas aprendidas en clase. Además, el componente práctico es del que carece gran parte de las asignaturas de la carrera (Ingeniería Industrial), razón por la que éste proyecto es atractivo para los estudiantes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

Figura 8.Resultados obtenidos por la encuesta dirigida a estudiantes



Fuente: Elaboración propia.

- Con relación a la pregunta número uno (ver anexo 1), se observa que el mayor porcentaje se encuentra en la opción 5 con un 57% (totalmente de acuerdo) y la opción 4 (de acuerdo) con un 40%, lo que quiere decir que para los estudiantes es importante mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje mediante el componente práctico y un 3% (totalmente en desacuerdo) con la mejora del proceso formativo.
- El mayor porcentaje de la pregunta dos (ver anexo 1), se encuentra en la opción 5 (totalmente de acuerdo) con un 66% y opción 4 (de acuerdo) con un 33% lo que quiere decir que a la mayoría de los estudiantes les interesa éste proyecto.
- De acuerdo a los resultados del gráfico se puede concluir que los estudiantes con un 36% están de acuerdo y con un 61% están totalmente de acuerdo con que se desarrollen prácticas en donde se tenga presente la temática correspondiente a los diferentes factores de riesgos y a la medición de los mismos.
- Con relación a la pregunta cuatro (ver anexo 1), se observa que el mayor porcentaje se encuentra en la opción 5 con un 60% (totalmente de acuerdo) y la opción 4 (de acuerdo) con un 37% lo que quiere decir que es de gran importancia para los estudiantes que se incluyan experiencias de laboratorio en salud ocupacional aplicando los aspectos más relevantes como la higiene industrial; y un 2% no se encuentra de acuerdo con que éstas prácticas se lleven a cabo.
- Los estudiantes con un 73% están totalmente de acuerdo y con un 24% están de acuerdo con que es importante que el laboratorio este dotado de

los equipos necesarios para la realización de cada práctica en donde los estudiantes se familiaricen con el uso de cada uno de ellos y así poder aumentar el nivel competitivo del ingeniero Industrial.

5.1.3 Resultados de la encuesta dirigida a docentes de la UIS

Se diseñó una serie de preguntas (ver anexo 2), abiertas para conocer la importancia que tiene la creación de un laboratorio de Higiene Industrial para los docentes, en donde se pudo concluir:

- Para los docentes es importante la creación de este laboratorio ya que permite reforzar el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de brindarles la oportunidad a los estudiantes de conocer y capacitarse en la identificación, medición y valoración de los factores de riesgo.
- En cuanto a las prácticas del laboratorio es importante incluir talleres referentes a la actuación en la higiene industrial, el manejo de equipos para medición de variables como: iluminación, ruido, temperatura, vibraciones ya que estos temas complementan la temática vista en la asignatura de Salud Ocupacional.
- Los laboratorios de docencia constituyen parte fundamental en la formación profesional, razón por la que es importante la creación e implementación de un laboratorio de Higiene Industrial ya que permite a los estudiantes fortalecer sus competencias en cada temática, aprender el manejo de los equipos de medición y proponer alternativas de solución a la problemática planteada.

5.1.4 Resultados de la encuesta dirigida a expertos en la temática de Higiene Industrial

Para diseñar el formato de encuesta se elaboró una serie de preguntas abiertas (ver anexo 3), cuyo propósito era conocer los diferentes puntos de vista de personas expertas en la temática correspondiente a Higiene Industrial, además de los aportes y sugerencias que éstos tienen para el proyecto en mención.

De esta forma, se pudo concluir:

- Un laboratorio de Higiene Industrial debe contar con las condiciones físicas aptas para funcionar y a la vez debe contemplar los requisitos mínimos exigidos por la normativa colombiana, para garantizar la seguridad de docentes, estudiantes y demás personas que se encuentren laborando allí.
- El laboratorio debe ser un espacio cómodo, limpio, organizado, con pasillos y circulaciones libres de obstáculos, debe tener la iluminación adecuada para evitar el deslumbramiento ó agotamiento visual, al igual que debe contar con la capacidad para realizar evaluaciones cualitativas y cuantitativas de la exposición a contaminantes atmosféricos (sustancias químicas y polvo), agentes físicos (ruido, estrés por calor, radiación, iluminación) y agentes biológicos.
- Los equipos de medición son un factor clave a la hora de diseñar las prácticas de laboratorio y colocar en marcha el mismo, razón por la que algunos de sus criterios de selección para tener en cuenta se encuentran dados por la posibilidad de transportar el equipo, las características de funcionamiento, los requisitos de calibrado y el mantenimiento.
- En cuanto al tipo de variables de medición de riesgos, los expertos en la temática dejan claro que las variables de medición deben estar ligadas a los

contaminantes físicos, químicos y biológicos; sin embargo especifican que los contaminantes físicos se detectan con mayor facilidad que los químicos y biológicos puesto que para estos dos últimos deben emplearse diversas técnicas de análisis para su identificación y posterior valoración.

- La creación de espacios en donde se pueda evidenciar el componente práctico sin lugar a dudas trae ventajas considerables a las instituciones de educación superior en la mejora del nivel competitivo, ya que al aplicar las bases teóricas en la práctica el estudiante logra una mayor comprensión de los temas y a su vez contribuye a que éstos adquieran mayor seguridad en la toma de decisiones.

5.1.5 Benchmarking con otras instituciones de educación superior

Dado que en las universidades de Bucaramanga son pocos los laboratorios dedicados a la Higiene industrial, se toma como referencia otras instituciones de educación superior que se encuentran en Colombia ya que éstas incluyen en sus programas académicos prácticas de laboratorio alusivas a Salud Ocupacional y espacios designados para las mismas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se llevó a cabo un benchmarking competitivo cuyo fin es comparar otras universidades que cuenten con este tipo de laboratorios con la nuestra (Universidad Industrial de Santander) para tener una idea más clara de cómo se conforman este tipo de laboratorios y su respectivo funcionamiento.

5.1.6 Área ó sector en problema

El área destinada para desarrollar este tipo de benchmarking es Salud Ocupacional la cual corresponde al sector de educación superior, ya que en el

programa académico de Ingeniería Industrial de la UIS ésta asignatura no cuenta con un componente práctico, reduciendo la posibilidad de desempeño de los estudiantes en la industria en los temas relacionados con la Higiene Industrial, al mismo tiempo el no contar con éstos laboratorios hace que la Universidad Industrial de Santander se encuentre vulnerable frente a la competencia.

Al analizar otras instituciones de educación superior, mediante consultas electrónicas y referencias dadas por docentes expertos en el área se encuentra un número limitado de universidades a nivel nacional con éste tipo de laboratorios, como se muestra a continuación:

5.1.7 Universidades que cuentan con laboratorios destinados al área de salud ocupacional

- ✓ Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.
- ✓ Universidad Autónoma de Occidente.
- ✓ Universidad Santiago de Cali.
- ✓ Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- ✓ Universidad del Norte de Barranquilla.
- ✓ Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.
- ✓ Corporación Universitaria Centro Superior.
- ✓ Universidad del Valle.
- ✓ Universidad Pontificia Bolivariana. Sede Bucaramanga.

De esta manera se tomaron como referencia para el benchmarking las siguientes universidades:

- ✓ Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.
- ✓ Universidad Pontificia Bolivariana. Sede Bucaramanga.
- ✓ Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

- ✓ Universidad del Valle.
- ✓ Universidad Autónoma de Occidente.

Por otra parte se inspecciono el pensum de las universidades objeto de estudio para conocer en qué nivel el estudiante recibe ésta cátedra (Salud Ocupacional) y la importancia que ésta tiene en la formación del ingeniero industrial.

En la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, los estudiantes reciben la cátedra en el séptimo nivel y ésta recibe el nombre de Seguridad Industrial.²⁴

En la Universidad Pontificia Bolivariana Sede Bucaramanga, se dicta la cátedra de Higiene Industrial en el octavo nivel para los estudiantes del programa de Ingeniería Ambiental y la asignatura Salud Ocupacional se incluye dentro del plan de estudios de Ingeniería Industrial en el noveno nivel.²⁵

La Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito contempla en el sexto nivel de su pensum la asignatura de Higiene y Seguridad, la cual forma parte importante en el componente de ciencias básicas de la ingeniería.²⁶

En la Universidad del Valle los estudiantes de Ingeniería Industrial reciben la cátedra de Salud Ocupacional en el octavo nivel²⁷ y en la Universidad Autónoma del Occidente ésta asignatura lleva por nombre Salud Ocupacional y Gestión

²⁴Portal web Universidad Nacional de Colombia; sitio web"<http://www.unal.edu.co>",consultado el 12 de Abril de 2012. Disponible en: http://www.unal.edu.co/paginas/programas:pregrado/programa_bogota_ingenieria_industrial.html.

²⁵Portal web Universidad Pontificia Bolivariana de Colombia; sitio web"<http://www.upb.edu.co>",consultado el 12 de Abril de 2012. Disponible en: http://www.upb.edu.co/portal/page?_pageid=1134,32665579&_dad=portal&_schema=PORTAL.

²⁶ Portal web Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito; sitio web"<http://www.escuelaing.edu.co>",consultado el 12 de Abril de 2012. Disponible en: http://www.escuelaing.edu.co/programas/ing_industrial/index.html.

²⁷ Portal web Universidad del Valle. Consultado el 12 de Agosto de 2012. Disponible en: <http://palmira.univalle.edu.co/pregrado/ingenieria/industrial>.

mbiental, cuyas clases son asignadas para los estudiantes que se encuentran cursando el séptimo nivel.²⁸

Se puede apreciar que estas instituciones apoyan de una manera significativa el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que cuentan con la infraestructura, equipos, docentes y tecnología necesaria que debe tener un laboratorio de Higiene Industrial, además en algunas de ellas se ofrece a las profesionales maestrías y especializaciones referentes al tema, lo que las hace alcanzar mayores niveles de competitividad.

A continuación se explica mediante un cuadro comparativo (ver tabla 2), el nombre, ubicación y objetivos del laboratorio, también se muestra si la universidad cuenta con maestrías y posgrados enfocados en el área de Higiene y Seguridad Industrial.

²⁸ Portal web Universidad Autónoma de Occidente; sitio web "<http://www.uao.edu.co>", consultado el 12 de Abril de 2012. Disponible en: <http://www.uao.edu.co/uao/programas/pregrado/ingeniería/index.html>.

Tabla 2.Benchmarking con otras universidades.

UNIVERSIDAD	NOMBRE DEL LABORATORIO	UBICACIÓN	OBJETIVOS DEL LABORATORIO	MAESTRÍAS Y ESPECIALIZACIONES
<p>Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.</p>	<p>Salud Ocupacional</p>	<p>Facultad de enfermería</p>	<p>Permite a los estudiantes de pregrado la evaluación de las condiciones de trabajo mediante diferentes prácticas alusivas a la medición y valoración de los factores de riesgo entre las que se encuentran la medición de ruido, la determinación de gases y vapores mediante alto flujo, la evaluación de función auditiva, la capacidad vital funcional, la capacidad visual, la determinación de exposición a material particulado total.</p>	<p>Especialización en Salud Ocupacional.</p>
<p>Universidad Pontificia Bolivariana. Sede Bucaramanga.</p>	<p>Salud Ocupacional</p>	<p>Facultad de Ingeniería Ambiental</p>	<p>Facilitar el proceso de dar a conocer las metodologías y procedimientos que permiten identificar, medir y evaluar los factores de riesgo de un microclima laboral para mitigar los efectos nocivos sobre la salud de los trabajadores.</p>	<p>No cuenta en el momento con ninguna maestría ni especialización referente a Higiene Industrial.</p>

UNIVERSIDAD	NOMBRE DEL LABORATORIO	OBJETIVOS DEL LABORATORIO	OBJETIVOS DEL LABORATORIO	MAESTRÍAS Y ESPECIALIZACIONES
Universidad Autónoma de Occidente.	Salud Ocupacional y Gestión Ambiental	Edificio Ingeniería Industrial Sótano	En éstos laboratorios se llevan a cabo una serie de prácticas que le permiten al estudiante identificar, evaluar e intervenir en factores de riesgo como estrés térmico, ruido, vibraciones, radiaciones no ionizantes; también se destacan otros temas como diseño de sistemas de trabajo, capacidad de trabajo físico, gastos energéticos, antropometría, control de riesgos mecánicos.	Maestría en Higiene y Seguridad Industrial
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.	Producción	Facultad Ingeniería Industrial bloque L-2	El laboratorio permite que los estudiantes de pregrado se familiaricen con equipos especializados en la medición de iluminación, ruido, temperatura, vibraciones, dimensiones antropométricas y al mismo tiempo puedan desarrollar las prácticas propuestas y proponer alternativas de solución.	No cuenta en el momento con ninguna maestría ni especialización referente a Higiene Industrial.
Universidad del Valle	Higiene y Salud Ocupacional	Escuela de Salud Pública	El objetivo del laboratorio es servir de referencia a nivel local y regional sobre el estado de contaminación para los factores de riesgo físico, químico, ergonómico y psicosocial de los ambientes laborales y del ambiente urbano del municipio y la región.	Maestría en administración de Higiene y Maestría en Salud Ocupacional

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los constantes cambios, avances tecnológicos de la industria y el rol que desempeñan las universidades como medio de transformación de la sociedad y las organizaciones empresariales sería significativo en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS crear un laboratorio de Higiene Industrial para que el programa académico de Ingeniería Industrial se complemente aún más y presente un mejor nivel competitivo respecto a otras universidades.

5.2 ETAPA II: DEFINICIÓN DE VARIABLES Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

En esta etapa se definieron las variables alusivas a los factores de riesgos físicos objeto de estudio para cada práctica de laboratorio; luego se precisaron los proveedores elegidos para tal fin y posteriormente se eligieron los diferentes equipos de medición a través de la especificación de ciertos parámetros descritos en la matriz de criterios ponderados.

5.2.1 Variables seleccionadas para trabajar en las prácticas de laboratorio

En el capítulo tres del presente libro, se especifica para el numeral 3.4 cada variable que forma parte de los factores de riesgo físico, dada la transcendencia de algunas de éstas (vibraciones, presiones anormales, humedad, radiaciones) y el alcance del proyecto en mención no se tuvieron en cuenta para el diseño de las prácticas. Las variables que se eligieron para trabajar en las experiencias de laboratorio son tres, el ruido, la iluminación y la temperatura. La elección de estos tres factores se obtienen como resultado de las encuestas, además son los más comunes en los lugares de trabajo y cuando no se encuentran dentro de los límites establecidos (TLV'S) pueden afectar la productividad de la empresa y la salud de las personas expuestas a estos tipos de riesgo. Adicional a esto, se tiene que el laboratorio se diseñó con fines académicos, por lo tanto para poder abarcar

las demás variables de riesgo físico se requiere que en la cátedra de salud ocupacional se profundice aún más sobre la temática que exige cada uno de estos riesgos.

Por otra parte, los factores de riesgo químico y biológico requieren contar con laboratorios adicionales de apoyo y con infraestructura que exige condiciones especiales por el tipo de medición que se realiza.

5.2.2 Ruido

Se considera ruido a todo sonido indeseable que produce molestia o que puede afectar la salud y el bienestar de las personas.

Dentro de los diferentes tipos de ruido se encuentran:

- ✓ **Ruido Continuo Estable:** Es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece casi constante con fluctuaciones inferiores o iguales a dB(A) durante un periodo de medición de un minuto.
- ✓ **Ruido Continuo Fluctuante:** Es aquel que presenta variaciones en los niveles de presión sonora mayores a cinco dB(A) durante un periodo de medición de un minuto.
- ✓ **Ruido de Impulso o Impacto:** Es aquel que presenta elevaciones bruscas del nivel de presión sonora de corta duración y que se producen con intervalos regulares o irregulares con tiempo entre pico y pico iguales o superiores a un segundo. Cuando los intervalos sucesivos son menores a un segundo, el ruido se considera como continuo.
- ✓ **Ruido de Fondo:** Es el nivel de ruido ambiente que se presenta cuando se están efectuando las mediciones en las diferentes fuentes de ruido.²⁹

²⁹ Ruido en el Trabajo. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. Disponible en:<http://osha.europa.eu/es/publications/magazine/8>.

El nivel de presión sonora se expresa en decibeles (dB) y se mide con un equipo conocido como sonómetro; de acuerdo al criterio ISO 1999 de (1990) se establecieron unos rangos que permiten conocer el nivel (seguro, crítico, nocivo) al que se encuentra sometido un trabajador (ver tabla 3).

Tabla 3. Límites del ruido

RANGOS	
Seguridad	0 a 85
Crítico	85 a 115
Nocivo	Más de 115

Fuente: NTC ISO 1999 de 1990.

Por otra parte, los valores límites permitidos (TLV) para ruido continuo e impacto han sido especificados por el gobierno colombiano de acuerdo a la resolución 01792 de 1992 y la resolución 08321 del 4 de Agosto de 1983 ministerio de salud, trabajo y seguridad social. A continuación se describen los TLV para el ruido continuo (ver tabla 4) y para el ruido de impacto (ver tabla 5).

Tabla 4. Valores límites permitidos para el ruido continuo

EXPOSICIÓN DIARIA (hrs)	NPS PERMITIDO EN dB(A)
8	85
4	90
2	95
1	100
½	105
¼	110
1/8	115

Fuente: Resolución 01792 de 1990.

Tabla 5. Valores límites permitidos para el ruido de Impacto.

NIVEL SONORO dB	No. IMPULSOS O IMPACTOS PERMITIDOS POR DÍA
140	100
130	1.000
120	10.000

Fuente: Resolución 01792 de 1990.

Es importante recalcar que la exposición a niveles altos de ruido durante largos períodos puede originar pérdidas auditivas y con el paso del tiempo sus efectos pueden ser irreversibles como es el caso de la sordera. La exposición a niveles de ruido de mediana intensidad, también repercute en la salud de las personas pero con una mayor prolongación en el tiempo, traduciéndose ambas situaciones en desplazamientos temporales o permanentes del umbral de audición.

5.2.3 Iluminación

Corresponde al flujo luminoso por unidad de superficie cuya unidad de medición en el sistema internacional se encuentra dada en luxes (lux) y para el sistema inglés en bujías (foot-candle). Para llevar a cabo la medición de este factor, se requiere un equipo conocido como luxómetro, adicional a esto se necesita conocer los rangos del nivel de iluminación al que se encuentra expuesto el trabajador para diferentes áreas ó actividades; límites (ver tabla 6) establecidos por la norma ISO 8995 de 1989.

Por otra parte se presenta en la resolución 180540, marzo del 2010 (reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP)³⁰ los requisitos y parámetros con los que debe contar un sistema de iluminación y alumbrado público.

Tabla 6. Rangos más comunes para el nivel de iluminación

RANGO DE ILUMINANCIAS (LUX)	TIPO DE TAREA, ÁREA Ó ACTIVIDAD
20 – 30 – 50	Pasillos – circulación en exteriores
50 – 100 – 150	Áreas de circulación, orientación sencilla ó de corta iluminación
100 – 150 – 200	Locales de trabajo no empleados continuamente
200 – 300 – 500	Tareas con requerimientos visuales sencillos
300 – 500 -750	Tareas con requerimientos visuales medios
500 – 750 – 1000	Tareas con requerimientos visuales elevados
750 – 1000 – 1500	Tareas con requerimientos visuales exigentes
1000 – 1500 – 2000	Tareas con requerimientos visuales especiales
Superior a 2.000	Tareas visuales de alta precisión

Fuente: Norma ISO 8995 de 1989.

Una vez hecha la medición, es necesario realizar un análisis de las lecturas registradas, para ello se ha definido una escala cualitativa (ver tabla 7), que

³⁰ Ministerio de Minas y Energía. RETILAP, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. Resolución 180540 del 30 de Marzo de 2010. p. 1 – 227.

permite determinar si el nivel de iluminación al que se encuentra expuesto el trabajador es deficiente, adecuado ó excesivo.

Tabla 7.Escala cualitativa para obtener el nivel de iluminación

NIVEL DE ILUMINACIÓN	CONDICIONES
Excesivo	Si supera los límites establecidos por la norma
Adecuado	Se encuentra dentro del rango de los límites permitidos
Deficiente	Si es inferior a los límites establecidos por la norma

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, es importante recalcar que la existencia de una iluminación correcta en el ámbito laboral garantiza el confort visual del trabajador, además de disminuir toda posibilidad de errores, accidentes, enfermedades u efectos originados por la ausencia de niveles deficientes ó excesivos de iluminación.

5.2.4 Temperatura

Este factor de riesgo físico incluye dos componentes entre los que se encuentran el calor y el frío, sin embargo para efectos de las prácticas solo se evaluará el riesgo generado por calor (estrés térmico) , ya que se requiere de tiempo y de una considerable inversión económica para poder efectuar prácticas de medición en el laboratorio. Además, la Escuela debe contar con un espacio adecuado en donde se pueda simular distintos ambientes térmicos que se asemejen a diferentes puestos de trabajo de tal forma que el alumno pueda llevar a cabo el estudio respectivo.

A continuación, se resaltan los aspectos más relevantes de este factor de riesgo. La temperatura hace referencia al nivel térmico ó al calor que un cuerpo posee,

también es conocido como la propiedad que fija el sentido del flujo de calor, ya que en la mayoría de ocasiones el cuerpo más caliente le transmite energía al cuerpo que presenta una temperatura más baja.³¹

En el sistema internacional, la unidad de medición es el Kelvin (K), sin embargo existen otras escalas que son utilizadas para medir este factor de riesgo, una de ellas es la que se aplica en los Estados Unidos que corresponde a la escala Fahrenheit y la otra es la escala Rankine.

Para evaluar el riesgo por calor en el ambiente laboral se aplican diferentes índices pero quizás uno de los más conocidos en Higiene Industrial es el índice de la WBGT (Temperatura de globo y bulbo húmedo) definido tanto para interiores como para exteriores.

Respecto a los valores límites permisibles (TLV), que se establecen para la evaluación del estrés térmico al cual está sujeto un individuo en un ambiente caluroso se encuentran establecidos en la norma ISO 7243 de 1989 (Ambientes calurosos – Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo, basado en el índice WBGT).

Adicional a esto, se han establecido unos parámetros por la ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales)³², que determinan la adecuación de regímenes de trabajo - descansos sintetizados en el siguiente cuadro (ver tabla 8), en donde se expresan los valores en grados Celsius.

³¹ Temperatura. Consultado el 13 de Marzo de 2012. Disponible en: <http://www.biblioteca.upibi.ipn.mx/Archivos/Material%20Didactico/Apuntes%20para%20la%20asignatura%20de%20instrumentaci%C3%B3n%20y%20control/cap2.pdf>.

³² Carga Térmica. Consultado el 10 de Abril de 2012. Disponible en: http://www.uhu.es/servicio.prevenccion/menuservicio/info/higiene/carga_termica.pdf.

Tabla 8.Valores para la adecuación de regímenes de trabajo – descanso

Régimen de trabajo y descanso	TLV (WBGT valores en °C)		
	Liviano (menos de 230 W)	Moderado (230 – 400 W)	Pesado (más de 400 w)
75% trabajo y 25% descanso cada hora	30.6	28.0	25.9
50% trabajo y 50% descanso cada hora	31.4	29.4	27.9
25% Trabajo y 75% descanso cada hora	32.2	31.1	30.0

Fuente: Artículo 60 de la reglamentación aprobada por el Decreto N° 351/79. Capítulo 8 Carga térmica.

Finalmente, se puede concluir que la evaluación de este tipo de riesgo en las organizaciones es indispensable ya que frecuentemente la existencia de calor se constituye en uno de los riesgos que de no ser controlados a tiempo puede ocasionar efectos perjudiciales para el trabajador, como bajo rendimiento en el trabajo, agotamiento, desmayos, estrés y otras consecuencias derivadas del mismo.

5.2.5 Selección de proveedores

Antes de efectuar la compra de los equipos que se utilizarán para las prácticas de laboratorio, se debe realizar en primera instancia una apropiada selección de los proveedores, pues de lo contrario se implicaría en una mala decisión o una errónea evaluación respecto a los mismos. Para llevar a cabo la elección de los proveedores, se tuvo la oportunidad de viajar a la ciudad de Bogotá, en donde se visitaron dos empresas (Higielectronix Ltda., High Tec Environmental Ltda.), dedicadas a la comercialización y mantenimiento de equipos en Higiene

Industrial. A continuación se describe en forma más detallada los servicios que ofrecen este tipo de empresas.

- **Higielectronix Ltda.:** Es una empresa fundada con el objetivo de prestar soporte y servicio técnico a aquellos equipos de Higiene y Salud Ocupacional que no tienen un representante formal en el país lo cual se convierte en un inconveniente para los usuarios al momento de buscar repuestos y servicio para los mismos. Sus instalaciones se encuentran ubicadas en la Calle sur # 68 f -05 esquina, piso 2 de la ciudad de Bogotá.

Adicional a esto, es una de las pocas empresas en Colombia que se dedica a la comercialización de equipos que permiten medir los diversos factores de riesgo, además de ser un distribuidor autorizado para Colombia de marcas como Svantek, Rki, Solar light y Delta ohm, empresas líderes a nivel internacional en la instrumentación de equipos de medición de ruido, detección de gases, iluminación, material particulado y muchas más variables; lo anterior hace que la empresa sea más competitiva en esta industria. Dentro de su misión Higielectronix expone el compromiso que tiene con sus clientes en lo que tiene que ver con los estándares de calidad de los productos, tiempo de entrega, precios, y satisfacción de las expectativas en equipos de seguridad, mantenimiento y calibración³³

- **High Tec Enviromental Ltda:** Es una empresa que ofrece soluciones integrales en salud ocupacional y medio ambiente, además de brindarle a sus clientes un servicio completo en todo lo relacionado a instrumentación, soporte, servicio técnico, control y gestión de los distintos factores de riesgos. Sus instalaciones se encuentran en la ciudad de Bogotá ubicadas

³³ Higielectronix. Venta y mantenimiento de equipos de Higiene Industrial y salud ocupacional. Consultado el 7 de Mayo de 2012. Disponible en: <http://www.higielectronix.com.co/portal/>.

en la Avenida Boyacá Carrera # 167 – 61 oficina 207 / 208 del centro empresarial Colina Office Park.

Para la distribución de sus productos, High Environmental Ltda, ha seleccionado cuidadosamente ciertas marcas entre las que están (Quest, Haghner, Svantek, Sensidyne, Rae Systems, Bgiincorporated, TSL), ya que éstas cumplen con las normas internacionales de fabricación, calibración y calidad, lo cual le proporciona a los clientes un respaldo verdadero a su inversión, además de satisfacer sus expectativas garantizándoles los mejores productos.³⁴

5.2.6 Criterios de selección

Para elegir el proveedor encargado del abastecimiento de equipos se aplicó una herramienta conocida como matriz de selección ó matriz de criterios ponderados, la cual permitió tomar esta decisión a partir de la definición de criterios, especificados a continuación:

- ✓ **Antigüedad en el mercado:** con este ítem se hace referencia al tiempo que tiene la empresa laborando en el mercado.
- ✓ **Respaldo de la marca:** definido como el amparo y la cobertura de marcas independientes que acreditan al equipo de medición, objeto de estudio.
- ✓ **Servicio técnico:** establecido como el tipo de servicio que proporciona una asistencia directa a sus clientes sobre el mantenimiento, preventivo, correctivo, calibración acreditada y suministro de accesorios.
- ✓ **Soporte técnico:** se refiere al servicio que proporciona una asistencia directa a sus clientes sobre el entrenamiento (capacitación), información técnica, conferencias y cursos.

³⁴ High Tec Environmental Ltda. , Soluciones en Salud y Medio Ambiente. Consultado el 7 de Mayo de 2012. Disponible en: <http://www.hteltda.com/>.

- ✓ **Condiciones de pago:** definido como las cláusulas estipuladas en un contrato en donde se especifican las obligaciones, cumplimientos y requisitos de pago.
- ✓ **Plazo de entrega:** se refiere al tiempo transcurrido entre la orden de compra y su entrega final.
- ✓ **Amplitud de portafolio de equipos:** establecida como la cantidad de equipos a ofrecer por cada proveedor.

La escala de valoración asignada para cada criterio se definió para valores de uno a cinco, como se especifica en la siguiente tabla (ver tabla 9).

Tabla 9.Escala de valoración para selección de proveedores.

CRITERIO	VALOR
1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Muy bueno
5	Excelente

Fuente: Elaboración propia.

5.2.7 Evaluación de criterios

Al evaluar cada criterio se obtiene mediante la estadística promedio(ver tabla 10) que el proveedor HigielectronixLtda tiene un valor mayor que elobtenido paraHigh Tec Ltda; lo que indica que la empresa Higielectronix Ltda., es el proveedor que cumple con todos los requisitos definidos para la adquisición de los equipos de medición utilizados en el laboratorio de Higiene Industrial.

Tabla 10.Resultados de la selección de proveedores.

VALOR		CRITERIO
HIGIELECTRONIX	HIGH TEC	
3	4	Antigüedad en el mercado
4	4	Respaldo de la marca
5	5	Servicio técnico
5	5	Soporte técnico
5	5	Condiciones de pago
4	3	Plazo de entrega
5	3	Amplitud de portafolio de equipos
4.4	4.1	PROMEDIO

Fuente: Elaboración propia.

5.2.8 Selección de equipos

Esta etapa se llevó a cabo luego de visitar a los proveedores y tener las respectivas cotizaciones de los equipos de medición para el laboratorio de Higiene Industrial. Para seleccionar los equipos que se utilizarán en cada práctica de laboratorio se empleó una técnica cuantitativa para la toma de decisiones conocida como matriz de criterios ponderados.

5.2.9 Criterios de selección

Los criterios que se definieron para la elección de equipos se especifican a continuación:

- ✓ **Precio:** criterio definido como el valor del equipo emitido por cada proveedor.
- ✓ **Funcionalidad:** se refiere a la descripción detallada de las características ó condiciones con las que cumple un equipo.

- ✓ **Garantía:** definido como el respaldo en soporte, servicio técnico y vigencia del certificado del equipo.

La escala de valoración asignada para cada criterio se definió para valores de uno (bajo) a tres (alto), como se especifica en la siguiente tabla (ver tabla 11):

Tabla 11.Escala de valoración para selección de equipos

CRITERIO	VALOR	ESCALA
Funcionalidad del equipo	1	Alto
Garantía del equipo	2	Medio
Precio	3	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

5.2.10 Evaluación de criterios

Al evaluar cada criterio se obtiene mediante la aplicación de una técnica cuantitativa para la toma de decisiones conocida como matriz de criterios ponderados. A continuación se presenta el esquema general para la selección de los equipos para la medición del factor de riesgo físico (ruido, iluminación y temperatura):

CRITERIOS	PESO
Precio del equipo	3
Garantía del equipo	2
Funcionalidad del equipo	1
TOTAL	6

A: Proveedor Higielectronix Ltda.

B: Proveedor High Tec Enviromental Ltda.

Tabla 12. Matriz para la selección de equipos en ruido

EQUIPO A		PROVEEDORES				EQUIPO G		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL
N	S		L		L	N	S		L		L
1	3	1,1	3,3	1	3	3	9	1,1	9,9	1	9
3	6	1,1	6,6	1	6	3	6	1,1	6,6	1	6
3	3	1,1	3,3	1	3	1	1	1,1	1,1	1	1
			13,2		12				17,6		16
EQUIPO B		PROVEEDORES				EQUIPO H		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL
N	S		L		L	N	S		L		L
2	6	1,1	6,6	1	6	2	6	1,1	6,6	1	6
3	6	1,1	6,6	1	6	3	6	1,1	6,6	1	6
1	1	1,1	1,1	1	1	3	3	1,1	3,3	1	3
			14,3		13				16,5		15
EQUIPO C		PROVEEDORES				EQUIPO I		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL
N	S		L		L	N	S		L		L
2	6	1,1	6,6	1	6	1	3	1,1	3,3	1	3
3	6	1,1	6,6	1	6	3	6	1,1	6,6	1	6
2	2	1,1	2,2	1	2	3	3	1,1	3,3	1	3
			15,4		14				13,2		12
EQUIPO D		PROVEEDORES				EQUIPO J		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL
N	S		L		L	N	S		L		L
2	6	1,1	6,6	1	6	1	3	1,1	3,3	1	3
3	6	1,1	6,6	1	6	3	6	1,1	6,6	1	6
3	3	1,1	3,3	1	3	3	3	1,1	3,3	1	3
			16,5		15				13,2		12

EQUIPO E		PROVEEDORES				EQUIPO K		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL
N	S		L		L	N	S		L		L
3	9	1,1	9,9	1	9	1	3	1,1	3,3	1	3
3	6	1,1	6,6	1	6	3	6	1,1	6,6	1	6
1	1	1,1	1,1	1	1	3	3	1,1	3,3	1	3
			17,6		16				13,2		12
EQUIPO F		PROVEEDORES				EQUIPO L		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTO	A	TOTAL	B	TOTAL
N	S		L		L	N	S		L		L
2	6	1,1	6,6	1	6	1	3	1,1	3,3	1	3
3	6	1,1	6,6	1	6	3	6	1,1	6,6	1	6
1	1	1,1	1,1	1	1	3	3	1,1	3,3	1	3
			14,3		13				13,2		12

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a este análisis, los equipos elegidos son:

- ✓ **Equipo E** : Sonómetro tipo 2 modelo 407730
- ✓ **Equipo G**: Sonómetro tipo 2 marca PCE modelo 999
- ✓ **Proveedor**: Higielectronix Ltda.

Tabla 13.Matriz para la selección de equipos en iluminación

CRITERIOS		PESO	EQUIPO C		PROVEEDORES						
			CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL			
Precio del equipo		3	3	2	1,1	2,2	1	2			
Garantía del equipo		2	3	6	1,1	6,6	1	6			
Funcionalidad del equipo		1	1	1	1,1	1,1	1	1			
TOTAL		6				9,9		9			
EQUIPO A		PROVEEDORES				EQUIPO D		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL
1	3	1,1	3,3	1	3	3	9	1,1	9,9	1	9
3	6	1,1	6,6	1	6	3	6	1,1	6,6	1	6
4	4	1,1	4,4	1	4	1	1	1,1	1,1	1	1
8	13		14,3		13				17,6		16
EQUIPO B		PROVEEDORES				EQUIPO E		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL
2	6	1,1	6,6	1	6	2	6	1,1	6,6	1	6
3	6	1,1	6,6	1	6	3	6	1,1	6,6	1	6
4	4	1,1	4,4	1	4	2	2	1,1	2,2	1	2
			17,6		16				15,4		14

Fuente: Elaboración propia.

A: Proveedor Higielectronix Ltda.

B: Proveedor High Tec Enviromental Ltda.

Entre los equipos seleccionados para la compra que permitan medir el factor de riesgo físico iluminación se tienen:

- ✓ **Equipo B:**Luxómetro delta ohm modelo 2302.0
- ✓ **Equipo D:**Luxómetro EXTECH modelo HD 450
- ✓ **Proveedor:**Higielectronix Ltda.

Tabla 14.Matriz para la selección de equipos en temperatura.

CRITERIOS		PONDERACIÓN				EQUIPO G		PROVEEDORES			
						CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL
Precio del equipo		3				3	9	1,1	9,9	1	9
Garantía del equipo		2				2	4	1,1	4,4	1	4
Funcionalidad del equipo		1				1	1	1,1	1,1	1	1
TOTAL		6							15,4		14
EQUIPO A		PROVEEDORES				EQUIPO H		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL
1	3	1,1	3,3	1	3	2	6	1,1	6,6	1	6
3	6	1,1	6,6	1	6	2	4	1,1	4,4	1	4
1	1	1,1	1,1	1	1	1	1	1,1	1,1	1	1
			11		10				12,1		11
EQUIPO B		PROVEEDORES				EQUIPO I		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL
1	3	1,1	3,3	1	3	2	6	1,1	6,6	1	6
2	4	1,1	4,4	1	4	2	4	1,1	4,4	1	4
1	1	1,1	1,1	1	1	1	1	1,1	1,1	1	1
			8,8		8		11		12,1		11

EQUIPO C		PROVEEDORES				EQUIPO J		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL
1	3	1,1	3,3	1	3	2	6	1,1	6,6	1	6
3	6	1,1	6,6	1	6	2	4	1,1	4,4	1	4
1	1	1,1	1,1	1	1	1	1	1,1	1,1	1	1
			11		10				12,1		11
EQUIPO D		PROVEEDORES				EQUIPO K		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL
1	3	1,1	3,3	1	3	3	9	1,1	9,9	1	9
2	4	1,1	4,4	1	4	2	4	1,1	4,4	1	4
1	1	1,1	1,1	1	1	1	1	1,1	1,1	1	1

	8	8,8		8				15,4		14	
EQUIPO E		PROVEEDORES				EQUIPO L		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL
1	3	1,1	3,3	1	3	2	6	1,1	6,6	1	6
3	6	1,1	6,6	1	6	3	6	1,1	6,6	1	6
1	1	1,1	1,1	1	1	3	3	1,1	3,3	1	3
			11		10				16,5		15
EQUIPO F		PROVEEDORES				EQUIPO M		PROVEEDORES			
CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL	CALIFICACIÓN	PUNTOS	A	TOTAL	B	TOTAL
1	3	1,1	3,3	1	3	2	6	1,1	6,6	1	6
2	4	1,1	4,4	1	4	3	6	1,1	6,6	1	6
1	1	1,1	1,1	1	1	3	3	1,1	3,3	1	3
			8,8		8				16,5		15

Fuente: Elaboración propia.

A: Proveedor Higielectronix Ltda.

B: Proveedor High Tec Enviromental Ltda.

Los equipos que se proponen para la medición del factor de riesgo (temperatura, ver anexo 7), son:

- ✓ **Equipo L:** Analizador microclimático térmico DELTA Ohm WBGT HD32.2
- ✓ **Proveedor:** Higielectronix Ltda.
- ✓ **Equipo M:** Monitor de stress térmico para área marca QUEST 3M, modelo QUESTAMP 36 – AP – 2/120 datalogging.
- ✓ **Proveedor:** High Tec Enviromental Ltda.

Los equipos elegidos para el laboratorio de Higiene Industrial fueron seleccionados luego de la definición de criterios, la puntuación dada y un análisis posterior de los valores obtenidos; concluyendo así que el precio, la garantía y funcionalidad del equipo juegan un papel importante en la decisión de compra.

5.3 ETAPA III: ESTUDIO, ANÁLISIS Y MANIPULACIÓN DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS DE LABORATORIO

Esta etapa se llevó a cabo luego de conocer las variables y los equipos utilizados para cada una de las prácticas de laboratorio. Es claro que para poder diseñar una propuesta enfocada en la creación de un laboratorio dedicado a la medición del tipo de factores de riesgo físico ya mencionados, era necesario conocer y aprender a manejar los diferentes equipos de medición (sonómetro, luxómetro); para lo cual se contó con las asesorías programadas por el director del proyecto. En estas asesorías se efectuaba una consultaprevia sobre la temática de cada uno de los factores de riesgo objeto de estudio y se presentaban las inquietudesal docente. A su vez, con el apoyo de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales y la Escuela de Diseño Industrial se logró el préstamo de los equipos de medición con los cuales se verificó cada una delas prácticas diseñadas para la asignatura de Salud Ocupacional.

Esta etapa fue una de las más significativas, ya que sin la fundamentación teórica y la capacitación sobre la utilización de los equipos de medición difícilmente se hubieran logrado los resultados esperados.

5.4 ETAPA IV: ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS DE SALUD OCUPACIONAL

En esta etapa se definió la estructura, contenido general y la metodología de cada práctica (ruido, iluminación y temperatura), las cuales se encuentran descritas en el manual de prácticas de laboratorio para Salud Ocupacional (ver anexo 4).

5.4.1 Estructura del manual de prácticas

En este punto se presenta la estructura que constituye el manual de prácticas de Salud Ocupacional, el cual se encuentra cargado en la plataforma MOODLE, lo

que facilitara su rápido acceso. En el manual se contemplan tres prácticas, descritas a continuación:

- ✓ **Práctica N.1** : Ruido
- ✓ **Práctica N.2:** Iluminación
- ✓ **Práctica N.3:** Temperatura

Adicional a esto, las prácticas número uno (ruido) y número dos (iluminación), se dividen en tres partes, estructuradas así:

- **Primera parte:** conceptos básicos, fundamentación teórica y ejercicios de aplicación.
- **Segunda parte:** contempla el manejo y la aplicación del equipo de medición para los factores de riesgo físico ruido e iluminación, prácticas que se llevarán a cabo en el laboratorio de Higiene Industrial. Respecto a la práctica de ruido en esta segunda parte se llevará a cabo en dos sesiones (ruido continuo y ruido de impacto) y para iluminación solo se requiere de una sesión.
- **Tercera Parte:** trabajo de campo que será efectuado por los estudiantes en una empresa donde les permitan realizar dicho estudio (medición de los factores de riesgo físico).

En el primer mes del semestre académico se desarrollará la primera parte (conceptos básicos, fundamentación teórica, ejercicios de aplicación) de la práctica número tres (temperatura) descrita en el manual.

Solo se contempló la primera parte debido a que se requiere de tiempo y de una considerable inversión económica para poder efectuar prácticas de medición en el laboratorio. Además, la escuela debe contar con un espacio en donde se puedan simular distintos ambientes termicos que se asemejen a diferentes puestos de trabajo, para que los estudiantes puedan llevar a cabo el estudio respectivo.

Cada parte de las prácticas de laboratorio lleva la siguiente estructura:

- ✓ **Título:**este ítem hace referencia al nombre y/o asunto de la práctica.
- ✓ **Objetivo(s):** incluye los propósitos que se pretenden conseguir con la realización de cada práctica.
- ✓ **Fundamentación teórica:**describelos conceptos previos y el contenido general del factor de riesgo físico objeto de estudio para cada práctica de laboratorio.
- ✓ **Materiales e Instrumentos:**en este ítem se hace referencia a cada uno de los equipos, accesorios e instrumentos que se necesitan para el desarrollo de la práctica.
- ✓ **Descripción:**muestra el procedimiento que se debe seguir para efectuar las prácticas.
- ✓ **Resultados de la práctica:**en este ítem se establecen los aspectos esenciales y el orden de la información a presentar por escrito,es decir, el cómo procesar y expresar los resultados experimentales en un orden predeterminado,teniendo en cuenta cada una de las observaciones realizadas de la práctica en cuestión.
- ✓ **Bibliografía:**comprende las citas de los distintos autores consultados que se utilizaron para el diseño y elaboración del manual de prácticas de Salud Ocupacional.

5.4.2 Metodología para las prácticas de laboratorio

Para el desarrollo de las prácticas de laboratorio correspondientes a la asignatura de Salud Ocupacional, se expone la siguiente metodología:

5.4.3 Trabajo previo al laboratorio

Previamente a cualquiera de las sesiones del laboratorio, el estudiante debe leer los conceptos básicos y el marco teórico previo. Para ello se tendrán dos formas de acceder al material; una es mediante la plataforma MOODLE para las ingenierías físico-mecánicas y la otra a través del manual impreso. Es importante que en esta fase el estudiante prepare los elementos (materiales e instrumentos a utilizar) necesarios, para realizar la práctica tenga clara su descripción y los objetivos que se pretenden alcanzar.

5.4.4 Trabajo en el laboratorio (Toma de datos)

Esta fase se llevará a cabo solo para la segunda parte de las prácticas (ruido e iluminación), las cuales se trabajarán en el laboratorio de higiene industrial en donde se hará la toma de datos para la medición de estos factores de riesgo físico. Se trabajará con un grupo en el laboratorio (de un total de dos grupos en la asignatura). De cada grupo sólo ingresarán al laboratorio dos estudiantes para la práctica de ruido y cinco estudiantes para la práctica de iluminación. El proceso que se describe el numeral 5.4.5 se repetirá para los demás integrantes de cada grupo, obteniendo como resultado que en cada hora desarrollen veinte estudiantes los laboratorios propuestos para la segunda parte de los factores de riesgo físico (ruido e iluminación).

5.4.5 Asignación de tiempos

La asignación de tiempos para cada práctica se propuso teniendo en cuenta el número de estudiantes que ingresan al laboratorio para la toma de datos. A continuación se especifica el tiempo requerido para la ejecución de estas prácticas:

- **Práctica N.1 : Ruido**

La primera parte de esta práctica se desarrollará en el primer mes del semestre (ver anexo 9), endonde los estudiantes mediante ejercicios teóricos podrán reforzar y aplicar los conceptos adquiridos en clase. La segunda parte se llevará a cabo un mes después de empezar el semestre (ver anexo 9). Solo para esta parte (manejo y aplicación del sonómetro), se hará uso del laboratorio de Higiene Industrial.

Esta segunda parte de laboratorio se divide en dos sesiones (ruido continuo y ruido de impacto), cada una de las sesiones se conformará por dos grupos de estudiantes (cada grupo de veinte personas) en donde se requiere una hora por grupo. Al laboratorio de ruido, solo podrán ingresar dos estudiantes, los cuales contarán con seis minutos en la toma de datos (ver anexo 15) ; después de este tiempo deberán dirigirse a la sala de cómputo para efectuar el análisis de los mismos.

- ✓ **Primera Sesión** (Evaluación de ruido continuo): se desarrollará en el segundo mes del semestre académico. La asignación de tiempos para esta sesión se describe en la tabla 15.

Tabla 15. Asignación de tiempos para la práctica de ruido continuo.

PRÁCTICA	TIEMPO (min)
Realizar la puesta a punto del sonómetro	2
Realizar la medición de ruido emitida por la fuente uno y recopilar la información necesaria en la hoja de registro.	2
Realizar la medición de ruido emitida por la fuente dos y recopilar la información necesaria en la hoja de registro.	2
Dirigirse al salón de cómputo para registrar los datos en el software (LABVIEW) y efectuar el análisis correspondiente.	49
TOTAL	55

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Segunda Sesión**(Evaluación de ruido de impacto): se desarrollará en el tercer mes del semestre académico.La asignación de tiempos para esta sesión se describe en la tabla 16.

Tabla 16.Asignación de tiempos para la práctica de ruido de impacto

PRÁCTICA	TIEMPO (min)
Realizar la puesta a punto del sonómetro	2
Realizar tres muestras de datos para la medición de ruido de impacto en la fuente uno y recopilar la información necesaria en la hoja de registro.	2
Realizar tres muestras de datos para la medición de ruido de impacto en la fuente dos y recopilar la información necesaria en la hoja de registro.	2
Dirigirse al salón de cómputo para registrar los datos en el software (LABVIEW) y efectuar el análisis correspondiente	49
TOTAL	55

Fuente: Elaboración propia.

La tercera parte de la práctica de ruido se desarrollará después del primer mes de haber recibido la fundamentación teórica indicada, y el estudiante contará con los meses restantes del semestre para entregar el trabajo en mención.El estudiante tendrá la oportunidad de elegir cualquiera de las actividades a realizar como práctica de campo (ruido e iluminación), para ello se deberán formar grupos de cinco personas, quienes seleccionarán una empresa en donde les permitan realizar la medición de la práctica del tipo de factor de riesgo físico que el grupo escogió.

- **Práctica N.2 :Iluminación**

La primera parte se encuentra especificada en el manual de prácticas de salud ocupacional y se desarrollará en el primer mes del semestre (ver anexo 9), en donde los estudiantes mediante los ejercicios teóricos podrán reforzar y aplicar los conceptos adquiridos en clase.

La segunda parte se llevará a cabo en el cuarto mes del semestre académico (ver anexo 5). Solo para esta parte (manejo y aplicación del sonómetro), se hará uso del laboratorio de Higiene Industrial.

Al laboratorio de iluminación, solo podrán ingresar cinco estudiantes, los cuales se ubicarán en el salón de ruido en donde el docente solucionará dudas respecto a la práctica, este proceso tarda cinco minutos. Luego, cada estudiante deberá dirigirse a un solo puesto de trabajo (cabina) que será asignado por el docente, los cuales contarán con cuatro minutos en la toma de datos; después de este tiempo deberán dirigirse a la sala de cómputo para efectuar el análisis de los mismos. La asignación de tiempos se describe en la tabla 17.

Tabla 17. Asignación de tiempos para la práctica de iluminación

TEORÍA	TIEMPO (Min)
Solución de dudas por parte del docente respecto a la práctica de laboratorio	5
Establecer en el puesto de trabajo evaluado, las características y condiciones locativas del sitio, las fuentes de luz y las características de las lámparas allí utilizadas	4
Realizar la puesta a punto del luxómetro	2
Tomar una lectura durante dos minutos de la medición para dos escenarios planteados dentro de la misma cabina e ingresarlos en la hoja de registro	4
Dirigirse a la sala de cómputo para ingresar los datos en el software(LABVIEW)	40
TOTAL	55

Fuente: Elaboración propia.

La tercera parte de la práctica de iluminación se desarrollará después del primer mes de haber recibido la fundamentación teórica indicada; y el estudiante contará con los meses restantes del semestre para entregar el trabajo en mención. El estudiante tendrá la oportunidad de elegir cualquiera de las actividades a realizar como práctica de campo (ruido e iluminación), para ello se deberán formar grupos de cinco personas, quienes seleccionarán una empresa en donde les permitan realizar la medición de la práctica del tipo de factor de riesgo físico que el grupo escogió.

5.4.6 Trabajo en la sala de cómputo (Análisis de datos)

Los cálculos para la segunda parte de las prácticas de laboratorio (ruido e iluminación) se deben realizar en el aula de cómputo, así como también se puede corroborar los resultados obtenidos de la primera parte de las prácticas de laboratorio (ruido, iluminación y temperatura). En este salón, los estudiantes podrán desarrollar el análisis de datos mediante la plantilla diseñada para la medición de los factores de riesgo físico en el programa LABVIEW y proceder con la interpretación de los datos obtenidos.

- **Herramienta diseñada para la medición de los factores de riesgo físico en el programa LABVIEW**

La plantilla (ver figura 9), diseñada para la medición de los factores de riesgo físico se elaboró en el programa LABVIEW como una herramienta que le facilitará al estudiante desarrollar sus prácticas de laboratorio, en donde se puedan efectuar los cálculos correspondientes a las mediciones de ruido (ver figura 10), iluminación (ver figura 11), y temperatura (ver figura 12). Teniendo en cuenta las normativas por las que se rigen dichas mediciones, con base al marco teórico y los resultados generados por el programa los estudiantes podrán generar una

serie de recomendaciones que ayuden a mejorar las condiciones de estos factores de riesgo en los diferentes puestos de trabajo.

El programa se desarrolló en el software LABVIEW, debido a que aporta un ambiente de desarrollo gráfico con funciones integradas para realizar adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de mediciones y presentaciones de los mismos; además de que ofrece una gran ventaja en el momento de su programación y ejecución debido a que da la flexibilidad de un poderoso ambiente de programación sin la complejidad de los ambientes tradicionales.

Figura 9. Plantilla para la medición de los factores de riesgo físico



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Plantilla para la medición de ruido



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Plantilla para la medición de iluminación

PRESTO	NOMBRE
1	Encuadernación
2	Asistente administrativo
3	Revisión mecánica

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Plantilla para la medición de temperatura

Nombre de la Empresa: _____

Número de Operaciones: [X] [X] [X]

Operación 1 Operación 2 Operación 3

Temperatura de Globo (Tg) Tg.1 Tg.2 Tg.3 Temperatura

Temperatura de Bulbo Húmedo (Tbh) Tbh.1 Tbh.2 Tbh.3 Temperatura Operación

Temperatura de Bulbo Seco (Tbs) Tbs.1 Tbs.2 Tbs.3 Temperatura Operación

Ingrese la Duración (minutos) T1.0 T1.1 T1.2 Cálculo WBGT

Exterior / Interior

CONTINUAR SALIR

Fuente: Elaboración propia.

5.4.7 Evaluación

La evaluación de la primera parte en cada práctica se realizará con base a un ejercicio teórico que cada estudiante deberá entregar al finalizar el laboratorio, además de esto se tendrá en cuenta la actitud y participación de cada estudiante durante la sesión (ruido, iluminación, temperatura). Respecto a la segunda parte de las prácticas (evaluación de ruido continuo e impacto, iluminación), se evaluará el informe generado por los resultados obtenidos de cada experiencia, que se entregará ocho días después de su realización en el laboratorio de Higiene industrial. En cuanto a la tercera práctica de laboratorio, se evaluará el trabajo final

resultante de la práctica de campo, en donde cada grupo de estudiantes se enfrentará a diferentes escenarios que involucran los factores de riesgo físico analizados en la asignatura de Salud Ocupacional.

5.4.8 Criterios de Evaluación

Las experiencias de laboratorio correspondientes al componente práctico de la asignatura (salud ocupacional), tendrán un valor correspondiente al 30% de la nota final, distribuidos de la siguiente manera:

- **Primera parte de cada práctica de laboratorio:** la nota de las tres prácticas (ruido, iluminación, temperatura) de esta primera parte se promedia, la cual representará un valor del 5% en la calificación de prácticas.
- **Segunda parte de cada práctica de laboratorio:** le será asignado un valor del 15% al promedio de las siguientes prácticas :
 - ✓ Evaluación de ruido continuo.
 - ✓ Evaluación de ruido de impacto.
 - ✓ Manejo y aplicación del luxómetro.
- **Tercera parte de cada práctica de laboratorio:** se le asignará un valor del 10%.

5.5 ETAPA V: DISEÑO DEL MANUAL DE USUARIOS Y DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO

En esta etapa, se diseñó un manual de usuarios y de equipos (ver anexo 6), en donde se especificaron las normas que se deben tener en cuenta al momento de ingresar y permanecer en el laboratorio, con el fin de asegurar la normalidad de

cada práctica y seguridad de los usuarios. Además, en éste manual se muestra de manera detallada la descripción, características técnicas y aplicaciones de cada uno de los equipos a utilizar, en donde los estudiantes obtendrán información de uso para la cual están destinados.

5.5.1 Estructura del manual de usuarios y de los equipos del laboratorio

En esta etapa del proyecto se elaboró la estructura del manual de usuario del laboratorio y equipos cuyo objetivo es instruir a la persona en el buen uso que deben tener al ingresar y al permanecer en él, utilización de equipos y solución de los problemas que puedan suceder dentro del laboratorio de Higiene Industrial.

- **Introducción:**este ítem contiene información global del buen uso que se le debe dar al laboratorio de Higiene Industrial.
- **Requerimientos para el ingreso del laboratorio:**se definen los pasos que deben seguir los estudiantes antes de y al momento de ingresar a efectuar las prácticas de laboratorio.
- **Normas generales para usuarios:**allí se describen cada uno de los pasos y/o recomendaciones que deben seguir los usuarios del laboratorio para darle el uso adecuado.
- **Elementos de protección personal:** este ítem describe los elementos de protección personal, el modo de uso y los cuidados que el estudiante debe tener con cada uno de ellos.
- **Equipos para laboratorio:**hace referencia a las especificaciones técnicas, la descripción del medidor, el manejo y aplicación de cada uno de los equipos a utilizar en las prácticas de laboratorio.
- **Ambiente del laboratorio:**se refiere a las condiciones ambientales como la iluminación, ventilación, ruido, instalaciones eléctricas, generalidades locativas, orden y limpieza con las que cumple el laboratorio.

- **Prevención y control de incendios:** especificar los pasos que deben seguir los usuarios en caso de que se presente una eventualidad dentro de las instalaciones del laboratorio.
- **Bibliografía:** comprende las citas de los distintos autores consultados y normativas que se utilizaron para el diseño y elaboración del manual de usuarios.

5.6 ETAPA VI: IMPLEMENTACIÓN DE LA PLATAFORMA MOODLE PARA LA CATEDRÁ DE SALUD OCUPACIONAL

En esta etapa el docente Jorge Hernando Ramón Suárez coordinador encargado de la plataforma MOODLE para la facultad de Ingenierías Físico-mecánicas fue el mediador para generar un espacio en donde se pudieron cargar documentos relacionados con la materia de Salud Ocupacional tales como: el programa de la asignatura, el manual de prácticas para el área de Salud Ocupacional, el manual de usuario y equipos, el marco teórico de la clase como diapositivas, videos, plegables alusivas a cada factor de riesgo (Ruido, iluminación y temperatura), la descripción de las prácticas que se realizaron en la fase de implementación y el formato de encuesta dirigido a estudiantes que participaron en este proceso.

5.6.1 Montaje de los contenidos usando las TIC'S

5.6.2 Uso de la plataforma MOODLE

Se generó un espacio mediante el uso de esta plataforma con el fin de que los estudiantes del área de Salud Ocupacional pudieran acceder al programa de la asignatura, interactuar de una manera didáctica con los temas vistos en clase, además de conseguir fácilmente la información respectiva de cada práctica de laboratorio. A continuación se muestra la ruta para acceder al curso de Salud Ocupacional en la plataforma MOODLE:

- a. Para ingresar a la plataforma MOODLE, el estudiante debe digitar la siguiente dirección en la web: <http://fm.uis.edu.co/moodle19>, lo que le permitirá el acceso a la facultad de ingenierías físico – mecánicas.
- b. Después de haber ingresado, el estudiante debe digitar el nombre correspondiente a su usuario y a su contraseña, ver figura 13.
- c. Finalmente se ingresa al curso seleccionando el link correspondiente a Salud Ocupacional – profesor Juan Camilo Lesmez.

Figura 13. Acceso al curso Salud Ocupacional

FISICO-MECÁNICAS UIS

FMUIS [Entrar al sitio](#) Español - Internacional (es)

Usuarios registrados

Entre aquí usando su nombre de usuario y contraseña
(Las 'Cookies' deben estar habilitadas en su navegador)

Nombre de usuario

Contraseña

Algunos cursos permiten el acceso de invitados

¿Olvidó su nombre de usuario o contraseña?

Usted no se ha autenticado. (Entrar)

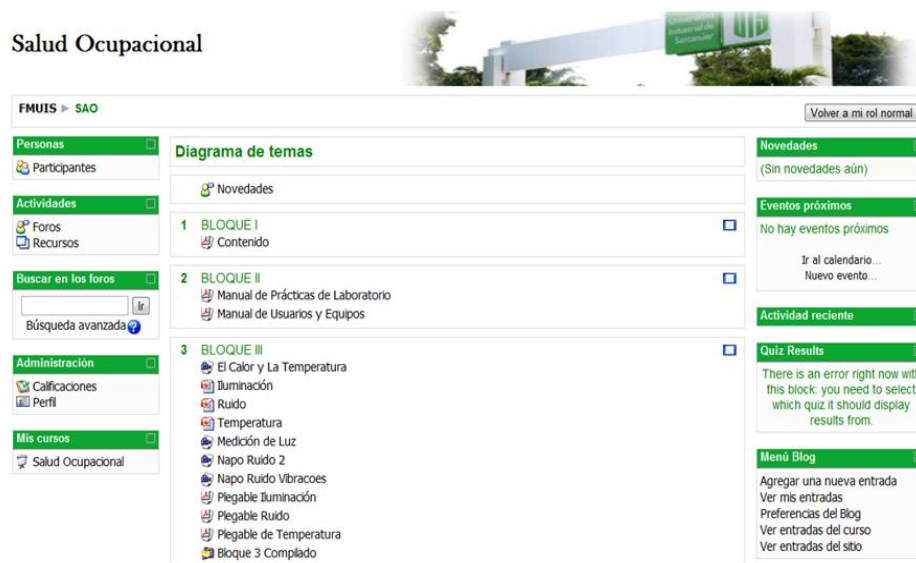
Fuente: Elaboración propia.

Los contenidos montados en la plataforma MOODLE se encuentran estructurados por carpetas para facilitar a los estudiantes que se encuentran cursando la asignatura Salud Ocupacional el acceso rápido y cómodo a cada uno de los temas.

En la plataforma MOODLE los temas relacionados con la creación del laboratorio de Higiene Industrial se dividen en bloques y/o secciones (ver figura 14), que se especifican a continuación:

- ✓ **Bloque I:** Programa Salud Ocupacional.
- ✓ **Bloque II:** Manuales.
- ✓ **Bloque III:** Implementación de pruebas piloto.

Figura 14. Bloques montados en la plataforma MOODLE



Fuente: Elaboración propia.

Dentro del primer bloque se encuentra de forma detallada la información de la signatura como: el nombre, el código, número de créditos, requisitos, intensidad horaria, justificación, objetivo, contenido, estrategias pedagógicas y contextos posibles de aprendizaje, evaluación de la asignatura, bibliografía básica y complementaria.

El bloque II contiene dos carpetas; en una carpeta se encuentra ubicado el manual de prácticas de Salud Ocupacional y en la otra, el manual de usuarios y equipos para el laboratorio de Higiene Industrial, ver figura 14.

En el bloque III, se encuentran cargadas una serie de carpetas con los temas que se dictaron en la fase de implementación que se realizó al curso de Salud Ocupacional, ver figura 14.

El contenido de las carpetas se estructura de la siguiente forma:

- ✓ **Carpeta 1:** se encuentran las diapositivas y los plegables resumen que contienen el marco teórico alusivo a los factores de riesgo físico ruido, iluminación y temperatura dictadas en la clase de implementación.
- ✓ **Carpeta 2:** allí se encuentran cargados los videos alusivos a cada factor de riesgo que ambientaron la clase y que sirvieron para reafirmar los conceptos de la temática expuesta.
- ✓ **Carpeta 3:** esta carpeta contiene la descripción detallada de las pruebas piloto aplicadas en la fase de implementación.
- ✓ **Carpeta 4:** se encuentra el formato de encuesta dirigido a los estudiantes que participaron en el proceso de implementación, cuyo objetivo se centró en conocer el grado de importancia que tiene el componente práctico (laboratorio) para la asignatura de Salud Ocupacional.

5.7 ETAPA VII: ELABORACIÓN DE UN DISEÑO PARA LA DISTRIBUCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL

En esta etapa se realizó un diseño de un plano teniendo en cuenta el espacio asignado por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, en donde se muestra la distribución física del laboratorio de Higiene Industrial.

5.7.1 Descripción física del espacio

El espacio asignado por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales se encuentra ubicado en el tercer piso (salón 316); se verificaron las condiciones actuales del aula construida, se tomaron las dimensiones del salón obteniendo un área de 94,64 m²(ver anexo 7), distribuido de la siguiente manera: puerta de acceso en madera con muro adyacente color blanco, placa inferior con piso en baldosa cerámica color blanco, muro lateral derecho, muro al fondo color blanco, ventanales entre columnas lateral izquierdo y cubierta superior cielo raso (ver figura 15).

Figura 15. Área destinada al laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

5.7.2 Diseño preliminar del laboratorio

Teniendo en cuenta que el salón 316 será utilizado para montar el laboratorio de Calidad y el laboratorio de Higiene Industrial, se propuso un diseño que cumple con los requerimientos mínimos en infraestructura, en donde los estudiantes

puedan efectuar las prácticas propuestas en el manual de Salud Ocupacional, el área total que se tomó para el montaje de la infraestructura del laboratorio es de 30,55 m² (6,96m x 4,39m) distribuido de la siguiente manera:

5.7.3 Área destinada para el laboratorio de ruido

El área del salón es de 10,62 m² (2,42m x 4,39m), el piso existente está elaborado en baldosa cerámica color blanco, se va a efectuar una construcción liviana en seco o sistema drywalls, en donde se instalarán tres muros divisorios especificados de la siguiente manera:

- Dos muros transversales paralelos, cada uno de dimensiones (4,39 m x 2,40 m) con espesor de 0,05, un muro lateral derecho con las siguientes dimensiones (2,42m x 2,40m) con espesor 0,05. La puerta de acceso al salón de ruido se va a ubicar en uno de los muros transversales por lo tanto se requiere de un ensamble de vano de puerta.
- Los muros divisorios deben ser simples de dos caras construidos con placas planas eterboard, unidas a un bastidor o esqueleto interior de metal debidamente fijados con tornillos o clavos dejando un vacío para rellenar con la espuma aislante acústico o fonoabsorbente capaz de amortiguar y reducir la intensidad de los sonidos generados externa o internamente, la modulación empleada es vertical por lo tanto de acuerdo a las especificaciones las placas deben ir instaladas con paralelas cada 61 cm.

A continuación se encuentra en la siguiente tabla las cantidades requeridas para el montaje del laboratorio (salón de ruido).

Tabla 18.Cantidades requeridas pared

ELEMENTOS	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD
Pared	2 muros simples de dos caras (4,39 m x 2,40 m) 1 muro simple de dos caras (2,42m x 2,40m)	Láminas de yeso y cartón (2,40 x 1,2)	Drywalls con espesor de 0.05m	17,52 placas
Bastidor	2 muros simples de dos caras (4,39 m x 2,40 m) 1 muro simple de dos caras (2,42m x 2,40m)	Esqueleto interior del metal	Acero galvanizado	42 parales
Espuma aislante acústico o fonoabsorbente	2 muros simples de dos caras (4,39 m x 2,40 m) 1 muro simple de dos caras (2,42m x 2,40m)	Frescasa	Fibra de vidrio Rollo de 18,59 m ² y espesor 2 ½ de pulgadas	2 rollos

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16.Vista superior salón de ruido



Fuente: Elaboración propia.

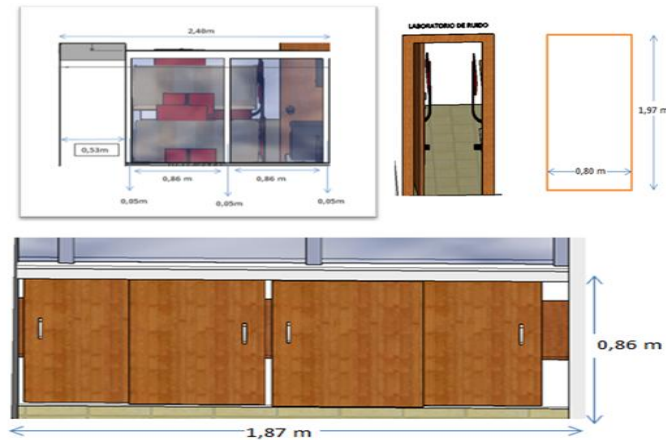
Para cumplir con las especificaciones de distancia en el área de ruido es necesario cambiar los vidrios por otros de dimensiones (1,35m x 0,86m). La propuesta que se realizó para el montaje de las ventanas radicó en la generación de un vacío en las ventanas utilizando la frescasa como tipo de aislante acústico; para ello se requiere doble lámina de vidrio para cada ventana (ver tabla 19).

Tabla 19.Cantidades mínimas requeridas para el área de ruido

ELEMENTOS	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD
Ventanas	(1,35m x 0,86m)	Vidrio laminado	Vidrio con aislante de ruido	2
Pintura	Interior de 10,53 m ²	Pintura color blanco	Pintura viniltex Tipo 1	1 ¹ 4gls a dos manos
Puerta	(1,97m x 0,80 m)	Puerta de madera	Triplex y cedro	1
Puertas armario	(0,86m x 0,46m)	Puerta madera	Triplex y cedro	4

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Vista de la puerta y lateral izquierda para el salón de ruido



Fuente: Elaboración propia.

Los elementos que hacen parte del laboratorio de ruido se encuentran descritos en la siguiente tabla:

Tabla 20. Elementos para el salón de ruido

ELEMENTOS	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES	CANTIDAD
Tablero	(ancho: 1,2 m; largo: 0,8 m)	Tablero borrable, acrílico	1
Mesa	(1,55m x 1m x 0,72 m)	Mesa tipo8 acero inoxidable y fórmica aglomerada	2
Mesa para computador	(0,70mx 0,45m x 0,72m)	Acero inoxidable y fórmica aglomerada	1
Silla	(0,4m x 0,45m x 0,43m)	Silla tipo ejecutiva color rojo cromada	8
Bafle Pared	(0,5m x 0,385m x 0,725 m)	Bafle profesional modelo SE -15 Peso 18 Kg, potencia 300 W, entrada speakon y plug 6, 3, sensibilidad hasta de 96 dB.	4
Computador	(0,36m ; 0,17 m ; 0,42 m)	Metales ferrosos y no ferrosos, plástico, vidrio	1

Fuente: Elaboración propia.

5.7.4 Área destinada para el laboratorio de iluminación

El objetivo del laboratorio de iluminación es que mediante la simulación de diferentes áreas de trabajo instaladas en cada cabina (escenarios planteados a diferentes niveles de luz con distintos tipos de luminarias y de lámparas); el estudiante observe, analice, tome datos (medición de iluminación) y basados en los resultados concluya y recomiende la mejor forma de estructurar cada área de trabajo, para que así el operador no se encuentre expuesto a ningún efecto generado por una iluminación inadecuada. El área total del laboratorio de iluminación es de 20,194 m² (4,60m x 4,39 m) (ver figura 18), el piso existente está elaborado en baldosa cerámica color blanco, para cada cabina se va a efectuar una construcción liviana en seco o sistema drywall en donde se instalarán siete muros divisorios con espesor de 0,05 cada uno, descritos en la siguiente tabla.

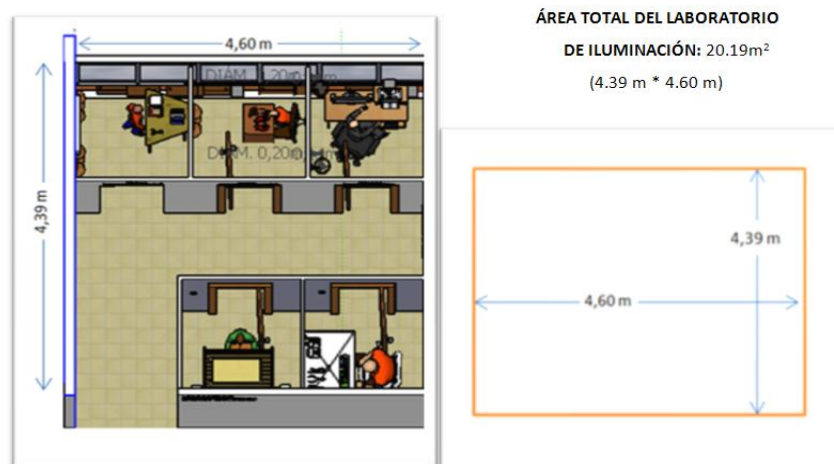
Tabla 21. Cantidad requerida para las paredes del laboratorio de iluminación

ELEMENTOS	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD
Pared (Divisiones)	Cabina 1: un muro simple de dos caras transversal (2,40m x1,5 m).	Láminas de yeso y cartón (2,40 x 1,2)	Drywalls con espesor de 0.05m	28,5 placas
	Cabina 2: un muro simple de dos caras transversal (2,40m x1,5 m)			
	Cabina 3: comparte muro con el laboratorio de ruido.			
	Nota: la cabina 1,2 y 3 requieren de un muro lateral simple de dos caras (2,40 m x4,60 m)			

	<p>Cabina 4: un muro simple de dos caras transversal (2,40m x1,5 m)</p> <p>Cabina 5: un muro simple de dos caras transversal (2,40m x1,5 m)</p> <p>Nota: La cabina 4 y 5 requieren de dos muros laterales simples de dos caras (2,40 m x 3,24 m)</p>			
Bastidor	Cabina 1,2 y 3 dos muros transversales simples de dos caras y un muro lateral simple de dos caras.	Esqueleto interior de metal	Acero galvanizado	13 parales
	Cabina 4 y 5 dos muros transversales simples de dos caras y dos muros laterales simples de dos caras.	Esqueleto interior de metal	Acero galvanizado	16 parales

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Área destinada al laboratorio de iluminación



Fuente: Elaboración propia.

Los elementos que hacen parte de cada cabina del laboratorio de iluminación se encuentran descritos en las siguientes tablas:

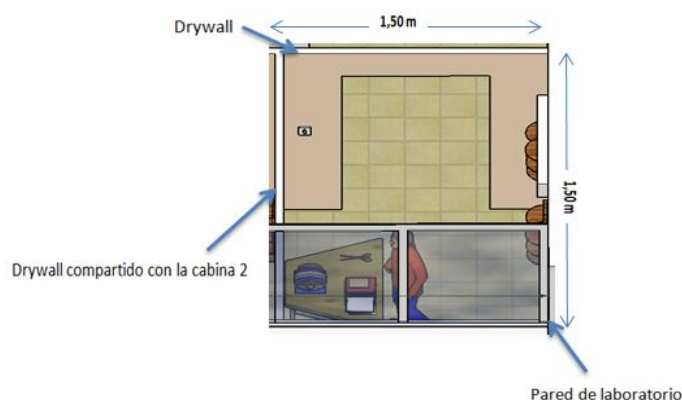
- ✓ **Cabina 1:** Puesto de trabajo (Encuadernación), ver figura 19.

Tabla 22. Elementos requeridos para la cabina 1.

ELEMENTOS	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD
Ventana	(1.85 m x 0.75 m)	Vidrio calizo y transparente	Vidrio	2
Pintura	Interior de 2,25 m ²	Pintura color hueso	Pintura viniltex Tipo 1	1/4 de galón a dos manos
Cortina	(1.85 m x 0.75 m)	Cortina de tela color café , textura lisa	Tela tipo lino	1
Luminaria de techo	(plafón: 12 cm de diámetro, fluorescente: 30 * 307 mm)	Lámpara fluorescente circular T – 8	Tubo cilíndrico curvado elaborado en vidrio.	1
Mesa	(base mayor: 76 cm, base menor: 37 cm, ancho: 50 cm, altura: 100cm)	Diseño trapecio	Madera MDF ó triplex	1
Repisa	(55 cm x 30 cm x 25cm)	Color café con 3 divisiones para colocar los implementos necesarios	Madera	2

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Cabina 1



Fuente: Elaboración propia.

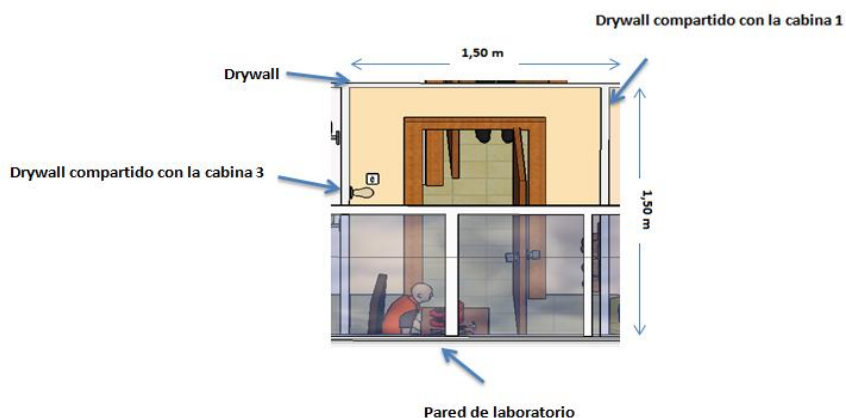
✓ **Cabina 2:** Puesto de trabajo (**producción de calzado**), ver figura 20.

Tabla 23.Elementos requeridos para la cabina 2

ELEMENTOS	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD
Ventana	(1,85 m x 0.75 m)	Vidrio calizo y transparente	Vidrio	2
Pintura	Interior de 2,25 m ²	Pintura color marfil	Pintura viniltex	1/4 de galón a dos manos
Toldillo	(1.85 m x 0.75 m)	Blanco	Velo maqueza en algodón	2
Luminaria de pared	(Plafón: 12 cm de diámetro, bombillo incandescente : base E 27 – 27 mm)	Bombillo tradicional Incandescente de 60 watts	Luminaria de vidrio	1
Mesa	(40 cm x 41 cm x 69 cm)	Color plateado	Acero inoxidable	1
Butaco	(25cm x 27 cm x 38cm)	Café	Madera	1
Repisa	(55 cm x 30 cm x 25cm)	Color café con 3 divisiones	Madera	2

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Cabina 2



Fuente: Elaboración propia

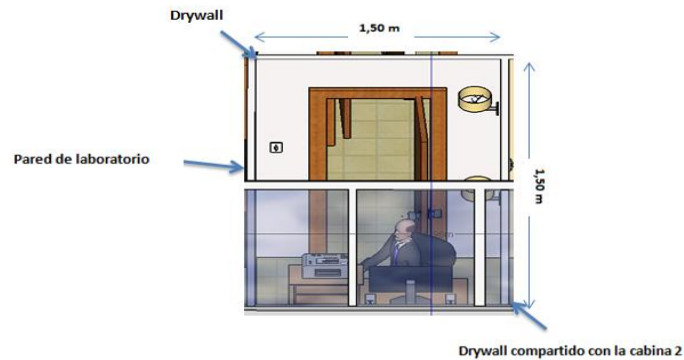
✓ **Cabina 3:** Puesto de trabajo (**Oficina**), ver figura 21.

Tabla 24. Elementos requeridos para la cabina 3

ELEMENTOS	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD
Ventana	(1,85 m x 0.75 m)	Vidrio calizo y transparente	Vidrio	2
Pintura	Interior de 2,25 m ²	Pintura color blanco	Pintura viniltex Tipo 1	1/4 de galón a dos manos
Persiana	(1.88 m x 0.78 m)	Color gris	Plástico PVC	2
Luminaria de techo	(Caja : 53,68 m ² de diámetro, fluorescente: 44.4 x122 mm)	Tipo nave alta con rejilla para tres fluorescentes de bajo consumo tipo tubular	Tubo recto de vidrio	1
Escritorio	(70 cmx 95 cmx90 cm) espesor: 15 mm	Color café	Fórmica aglomerada	1
Silla Ejecutiva	(52cmx45cmx60cm)	Silla secretarial con mecanismo neumático de elevación, apoyo brazos , función giratoria de color gris	Polipropileno	1
Computador	(0,36m x 0,17 m x 0,42 m)	Computador de mesa HP d x 5150	Metales ferrosos y no ferrosos, plástico, vidrio y otros	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Cabina 3



Fuente: Elaboración propia.

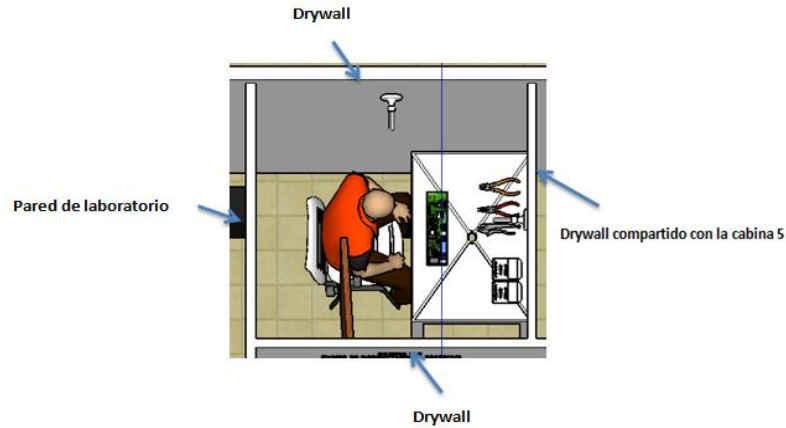
✓ **Cabina 4:** Puesto de trabajo (**Taller de ensamble**), ver figura 22.

Tabla 25. Especificaciones requeridas para la cabina 4.

ELEMENTOS	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD
Pintura	Interior de 2,355 m ²	Pintura color almendra	Pintura viniltex Tipo 1	1/4 de galón a dos manos
Luminaria ubicada sobre la pared	(Plafón: 12 cm de diámetro, fluorescente de rosca gruesa :44.4 x117 mm E 27)	Fluorescente ahorrador de energía tipo tubular	Tubo recto de vidrio	1
Mesa	(diámetro 60 cm x alto: 70 cm)	Mesa Acero inoxidable	Acero inoxidable	1
Silla	(52cm x 43 cm x 42 cm)	Silla de aluminio	aluminio	1
Repisa	(40cm x 40cm x 72cm)	Color café con 3 divisiones	Madera	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Cabina 4



Fuente: Elaboración propia.

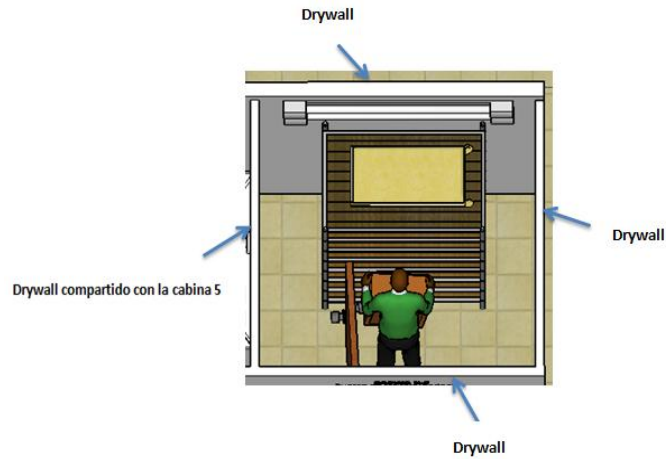
- ✓ **Cabina 5:** Puesto de trabajo (**Bodega general de despacho**), ver figura 23.

Tabla 26.Elementos requeridos para la cabina 5.

ELEMENTOS	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD
Pintura	Interior de 2,355 m ²	Pintura color ocre	Pintura viniltex Tipo 1	1/4 de galón a dos manos
Luminaria ubicada sobre la pared	(Plafón : 12 cm de diámetro fluorescente de 2 pulgadas ó 60.96 cm de diámetro)	Fluorescente tubular con tecnología T-5	Tubo recto de vidrio y mercurio	1
Estantería	(0,8m x0,5 m x1,6m)	Diseño modular con entrepaños cada 0,2 m	Acero con rolet	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Cabina 5



Fuente: Elaboración propia.

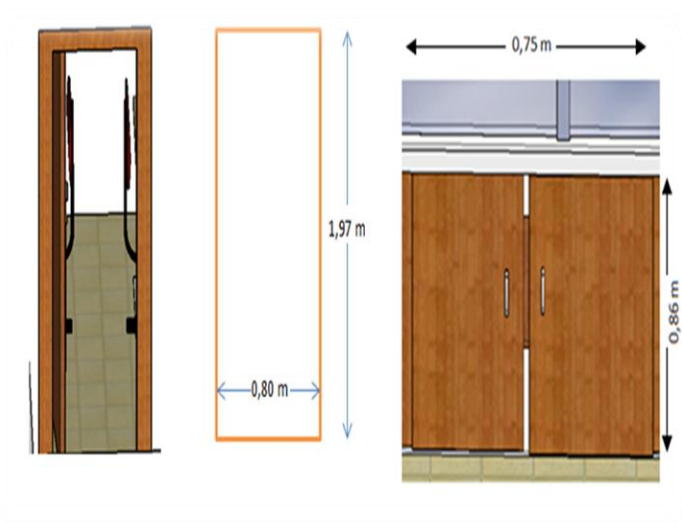
- ✓ **Armarios y/o estantes de madera:** Estos se utilizarán para guardar los equipos de medición (luxómetros), las cabinas que contarán con estos estantes y/o armarios son las cabinas 1, 2 y 3, (ver figura 24).

Tabla 27. Cantidades requeridas para los armarios y puertas

ELEMENTOS	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD
Puerta	(1,97m x 0,80 m)	Puerta de madera	Triplex y cedro	5
Puertas armario	(0,86m x 0,70m)	Puerta de madera	Triplex y cedro	6

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Vista de los estantes y puertas de las cabinas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Diseño preliminar del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

5.8 ETAPA VIII: REALIZACIÓN DE PRUEBAS PILOTO PARA LAS PRÁCTICAS PROPUESTAS DE LA ASIGNATURA SALUD OCUPACIONAL

Esta etapa consistió en la ejecución de pruebas piloto que tenían como finalidad probar la metodología, los tiempos asignados, la funcionalidad de los instrumentos, el análisis de los datos y la viabilidad de las prácticas propuestas.

Para la implementación se aplicó la primera parte de las prácticas alusiva a los factores de riesgo físico (ruido y temperatura) y la segunda parte de la práctica número dos (iluminación), descritas en el manual.

Así como también se elaboró el material requerido para la misma (diapositivas, ejercicios, formularios, plegables, videos) que se encuentran cargados en la plataforma MOODLE, medio que ha permitido a los estudiantes acceder a la información de una manera más fácil y cómoda, además de facilitarles el desarrollo de este tipo de actividades de una forma autónoma.

5.8.1 Implementación en el aula de clase

La implementación de las prácticas de laboratorios se llevó a cabo en tres sesiones con la debida asesoría y control de los docentes Juan Camilo Lesmez Peralta y Edwin Alberto Garavito Hernández.

La primera sesión inicio el día lunes 17 de septiembre del primer semestre académico del 2012, en donde se llevó a cabo la primera parte correspondiente al factor de riesgo físico ruido. En esta se expuso el marco teórico previo, se presentó un video alusivo a la temática, seguido de un ejercicio de aplicación que se les explicó a los estudiantes para continuar con la descripción y realización de la práctica.

En la segunda sesión se aplicó la parte dos correspondiente a iluminación, que se efectuó el día martes 18 de septiembre de este semestre, en donde se expuso la fundamentación teórica requerida para efectuar la práctica, además se

explicaronejercicios de aplicación con los diferentes métodos propuestos y por último se realizó la práctica en el salón 316 en donde va a quedar el laboratorio de Higiene Industrial ; allí se diseño cinco escenarios correspondientes a diferentes centros de trabajo, en los cuales se debía medir el nivel de iluminación presente en cada lugar para realizar los cálculos respectivos.

Esta práctica tenía por objetivo que los estudiantes conocieran y aprendieran a utilizar el equipo de medición (luxómetro) y aplicaran los conceptos aprendidos al contexto que se les estaba presentando; práctica que se desarrolló en grupos de siete personas dado que sólo habían cinco equipos y cada grupo debía entregar como resultado del laboratorio un informe a los ocho días siguientes, es decir el día Lunes 24 de Septiembre.

La tercera sesión se llevo a cabo el día Lunes 24 de Septiembre del primer semestre académico 2012, en donde se expuso el contenido alusivo al factor de riesgo físico temperatura, así como también se presentaron videos y se desarrollaron ejercicios de aplicación ; finalmente cada estudiante entregó el informe correspondiente a la práctica.

A continuación se relaciona un registro fotografico sobre las prácticas de laboratorios llevados a cabo en la etapa de implementación. En las figuras 26, 27, 28, 29, 30, y 31, se pueden observar algunas fotografías de las actividades y los laboratorios implementados en clase.

Figura 26.Implementación de la práctica de ruido.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27.Análisis de datos en el programa labview (laboratorio de ruido)



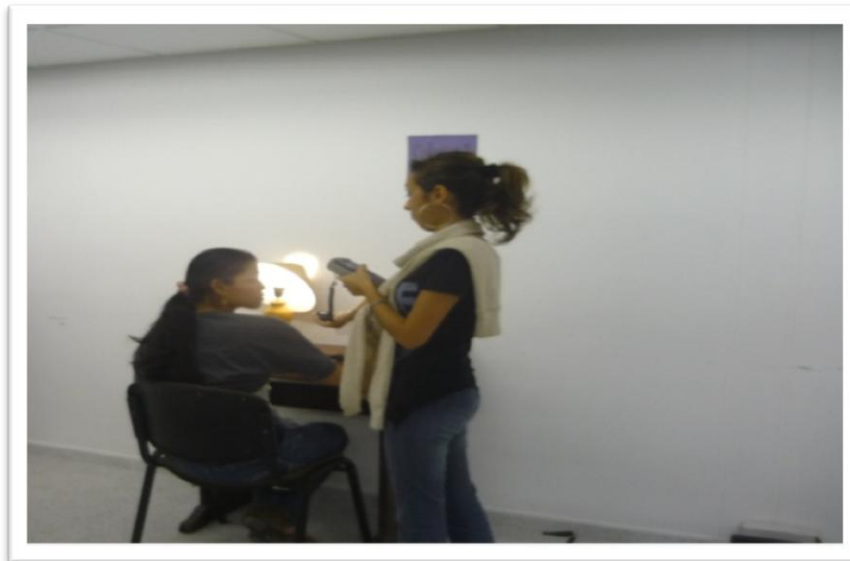
Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. Implementación de la práctica de iluminación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29. Medición del nivel de iluminación para el área de zapatería.



Fuente: Elaboración propia

Figura 30.Implementación de la práctica de temperatura.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31.Análisis de datos en el programa labview para temperatura



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta el resumen de las actividades que se desarrollaron en cada uno de los laboratorios para la etapa de implementación del proyecto, aludiendo a cada uno de los objetivos de las prácticas y su fecha de realización.

Tabla 28.Resumen de las actividades desarrolladas en las prácticas de laboratorio.

NOMBRE DEL LABORATORIO	ACTIVIDADES DESARROLLADAS	OBJETIVO	FECHA DE REALIZACIÓN
Factor de riesgo físico Ruido	Exposición del marco teórico previo	Conocer y dominar los conceptos básicos del factor de riesgo físico (ruido) con la finalidad de que el estudiante pueda aplicarlos en su desarrollo como Ingeniero industrial.	17 de Septiembre Primer semestre académico del 2012
	Presentación de un video alusivo al tema	Propiciar en los estudiantes la asimilación del concepto ruido y las consecuencias generadas por el mismo.	
	Ejercicios de aplicación	Aprender los métodos y los cálculos requeridos para la medición del ruido en los ambientes de trabajo.	
	Descripción de la práctica	Conocer las indicaciones requeridas para efectuar el laboratorio de ruido.	
Factor de riesgo físico Iluminación	Fundamentación teórica requerida para la práctica	Conocer y dominar los conceptos básicos alusivos al factor de riesgo físico (Iluminación) con el propósito de que el estudiante pueda aplicarlos en su desarrollo profesional.	18 de Septiembre Primer período académico del 2012
	Presentación de un video relacionado con la temática	Propiciar en el estudiante la asimilación del concepto iluminación.	
	Solución de ejercicios alusivos al tema	Aprender los métodos y los cálculos requeridos para la medición del nivel de iluminación en las diferentes actividades.	
	Descripción de la práctica	Aprender a manejar y	

		entender el funcionamiento del Luxómetro para la medición del factor de riesgo físico (Iluminación).	
--	--	--	--

NOMBRE DEL LABORATORIO	ACTIVIDADES DESARROLLADAS	OBJETIVO	FECHA DE REALIZACIÓN
Factor de riesgo físico Iluminación	Medición de cada uno de los elementos que conforman el centro de trabajo (grupos de siete estudiantes)	Conocer las medidas del centro de trabajo y los elementos que lo conforman para poder determinar posibles efectos derivados de una distribución inadecuada de luz.	17 de Septiembre Primer semestre académico del 2012
	Medición del nivel de iluminación (toma de datos)	Realizar las mediciones de iluminación en los escenarios planteados y basados en ellas evaluar los niveles a los cuales se encuentran expuestas cada una de las áreas estudiadas.	
	Análisis de datos (verificación de los datos en el programa labview)	Calcular el nivel de iluminación según el TLV al que se encuentra expuesto un trabajador.	
Factor de riesgo físico Temperatura	Fundamentación teórica requerida para la práctica	Conocer y dominar los conceptos básicos del factor de riesgo físico (temperatura) con la finalidad de que el estudiante pueda aplicarlos en su desarrollo como Ingeniero industrial.	24 de Septiembre Primer período académico del 2012
	Presentación de un video relacionado con la temática	Propiciar en el estudiante la asimilación del concepto temperatura.	
	Ejercicios de aplicación	Identificar las variables que intervienen en el cálculo del índice de riesgo por calor.	
	Descripción de la práctica	Aprender a manejar las tablas y los gráficos correspondientes al estudio de las condiciones de temperatura en cualquier lugar objeto de estudio.	
	Análisis de datos (verificación)	Registrar los valores en el	

	de los datos en el programa labview)	programa para obtener el índice de la WBGT	
--	---	---	--

Fuente: Elaboración propia.

Se pudo observar que durante la realización de las prácticas, los estudiantes tuvieron buena disposición para las actividades propuestas dentro del aula, además estuvieron atentos a las sugerencias de los practicantes.

5.8.2 Aplicación del programa para la medición de las variables del factor de riesgo físico como herramienta pedagógica

Haciendo uso de las tecnologías de información y comunicación se diseñó una plantilla en el software labview que permite realizar los cálculos respectivos para cada uno de los factores de riesgo físico (ruido, iluminación y temperatura) y a su vez corroborar resultados. Esta plantilla, se diseñó con la finalidad de proporcionar a los estudiantes una herramienta pedagógica ó una forma más didáctica y rápida de realizar los cálculos requeridos para cada una de las prácticas de laboratorio. En todas las sesiones desarrolladas durante la etapa de implementación se utilizó este programa, facilitando con ello la solución de los ejercicios propuestos a los estudiantes y logrando el cumplimiento de los objetivos propuestos para cada práctica.

5.8.3 Evaluación del trabajo aplicado

Una vez implementadas las prácticas de laboratorio, fue necesario consultar a los estudiantes involucrados en el proceso acerca de la importancia que tuvo para ellos la realización de estas pruebas piloto y su incidencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para llevar a cabo esta evaluación se diseñó un formato de encuesta (ver anexo 9), dirigida a los estudiantes matriculados en el grupo L1 de la asignatura salud ocupacional.

5.8.4 Resultados obtenidos de la encuesta

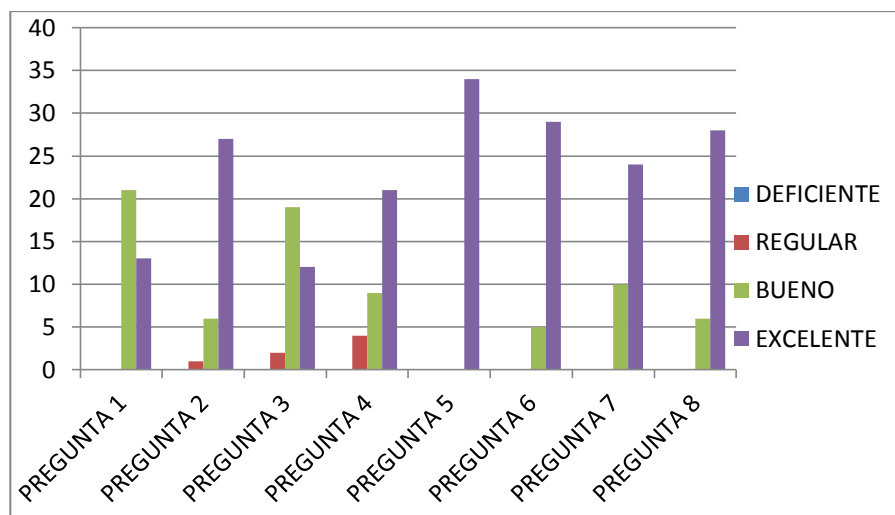
A continuación se presentan los resultados que describen el análisis de las percepciones de quienes participaron durante esta etapa.

Tabla 29. Resultados de la evaluación en el grupo L1

Calificación	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	2	4	0	0	0	0
3	21	6	19	9	0	5	10	6
4	13	27	12	21	34	29	24	28
Total	34	34	34	34	34	34	34	34

Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Resultados de la evaluación de las pruebas piloto



Fuente: Elaboración propia.

5.8.5 Análisis de los resultados de la encuesta

En el primer ítem se indaga acerca de la percepción general que tienen los estudiantes hacia la forma, contenido, ayudas visuales y estructura de la temática planteada para cada una de los laboratorios desarrollados. En términos generales se observa que existe una buena aceptación de la práctica puesto que la mayoría de estudiantes se perfilan dentro de la opción “bueno” con un porcentaje de 61.76% y los demás eligieron la opción “excelente” con un porcentaje de 38.23%, lo que quiere decir que el contenido desarrollado facilitó el proceso de aprendizaje de los conceptos básicos para cada una de los tópicos vistos (ruido, iluminación, temperatura).

Para el segundo ítem se evalúa la importancia de la utilización de una herramienta (plantilla para los cálculos requeridos en cada medición de riesgo físico) diseñada en el programa LabVIEW para el análisis de datos en cada práctica propuesta. De tal forma, se pudo apreciar que un 2.94% de estudiantes eligieron la opción regular, 17.64% la opción bueno y un 79.41% la opción excelente, lo que significa que a la gran mayoría de estudiantes les pareció sencillo el uso de esta herramienta creada con el fin de facilitar el proceso de enseñanza- aprendizaje, como se puede apreciar en la figura 32.

En el tercer ítem de las preguntas se indaga sobre la relevancia que tuvo el diseño y la realización de las prácticas para el desarrollo de la temática abarcada por la asignatura. El mayor porcentaje de estudiantes 55.88% se concentra en la opción “bueno”, lo que indica que las experiencias de laboratorio para los estudiantes son importantes dentro del contenido planteado por la asignatura.

Para el cuarto ítem se evaluó que la información suministrada fuera entendible para los estudiantes respecto al manejo del equipo de medición para las prácticas. Se obtuvo que un 11.76 % eligieron la opción regular, un 26.47% eligieron la

opción bueno, lo que significa que los estudiantes lograron comprender las instrucciones y la información requerida para poder utilizar adecuadamente el equipo en el laboratorio, concentrándose así el porcentaje más alto 61.76% en la opción excelente.

En el quinto ítem se indaga acerca de la importancia que tiene en los estudiantes involucrar el componente práctico dentro de la asignatura. Se logra observar en la figura 32, que todos los estudiantes asistentes a la implementación eligieron la opción “excelente”, lo que indica que los laboratorios en las instituciones de educación superior desempeñan un rol fundamental en la formación académica y a su vez les ofrece la oportunidad a los estudiantes de aplicar estos conocimientos a las situaciones reales dentro del sector industrial.

Para el sexto ítem se evalúa el interés que pueda generar en los estudiantes la temática planteada para la realización de los laboratorios. En términos generales se observó que con un 14,70% correspondiente a la opción bueno, y un 85.29% correspondiente a la opción excelente; se concluye que para los estudiantes es necesario que en la asignatura de Salud Ocupacional se genere un espacio en donde se puedan aplicar los conceptos vistos en clase y al mismo tiempo logren aprender haciendo.

En el séptimo ítem se indago acerca de la opinión que los estudiantes tuvieron respecto a la manera de acceder a la plataforma MOODLE frente a otros medios (material impreso). En términos generales se obtuvo el mayor porcentaje (70.58%) en la opción “excelente”, lo que significa que para los estudiantes el uso de estas herramientas les facilita el desarrollo de las prácticas de laboratorio y a la vez contribuyen en su proceso enseñanza- aprendizaje.

Para el octavo ítem se evaluó la utilización de la plataforma MOODLE como herramienta de aprendizaje que les permita a los estudiantes obtener de manera

más fácil y cómoda toda la información relacionada con el tema. Se pudo observar que un 17.64% eligieron la opción bueno y un 82.35% la opción excelente, concentrándose la mayor parte de estudiantes en la opción “excelente”, lo que indica que este tipo de instrumentos en la enseñanza son indispensables para el entorno al que nos enfrentamos diariamente (tecnología, medios de comunicación) y permiten estar al nivel de otras universidades frente al tema de las tecnologías de información y comunicación (TICS).

De esta forma se puede concluir que esta evaluación (encuesta), permitió una retroalimentación de las prácticas, puesto que logramos conocer la opinión de los estudiantes frente a la introducción del componente práctico en la asignatura de Salud Ocupacional.

En términos generales, se apreció que para los estudiantes es importante que se contemplen las experiencias de laboratorio como una posibilidad de comprender más el tema, aprender a utilizar equipos nunca antes manipulados, y trabajar sobre escenarios planteados similares a los del sector industrial.

Por otra parte es importante especificar que para todos los estudiantes no fue fácil el manejo de la herramienta Labview representado en un 2,94% de estudiantes con la opción regular, por lo que asumimos que esta deficiencia encontrada en este ítem resultó de que la práctica se desarrolló en grupos numerosos y al no tener la licencia del software los estudiantes no tuvieron acceso al programa de forma individual, además solo se tenían cinco portátiles para la implementación , por lo que una persona de cada grupo pudo tener un contacto más directo con el software, mientras que el resto de los estudiantes no tuvieron esta posibilidad.

Es importante mencionar que el diseño y realización de las prácticas de laboratorio durante la implementación no le fue significativo a un 5,88% de estudiantes respecto a la trascendencia que las pruebas piloto tuvieron dentro de la asignatura salud ocupacional. Los estudiantes que tomaron como respuesta la

opción regular, lo hicieron porque para ellos si es importante el componente práctico en la asignatura pero no se le ha brindado el espacio y el horario requerido; además con ello se lograría la aplicación de toda la fundamentación teórica vista en clase.

Por otra parte, no todos los estudiantes (26.47%) con la opción regular), comprendieron la utilización de los equipos de medición; pero sí una gran parte del grupo lo pudo hacer, razón por la cual al momento de evaluar este ítem pudimos observar que debido a la ausencia de estos equipos los estudiantes tuvieron que conformar grupos numerosos para el desarrollo de las prácticas y esto dificultó el proceso para dar las indicaciones y la explicación alusiva al equipo. El aspecto anterior puede mejorar, para lo cual las practicantes proponen que se desarrollen las prácticas de laboratorio de forma individual, ítem especificado de manera detallada en la metodología para llevar a cabo los laboratorios de la asignatura.

5.8.6 Evaluación por parte del docente

Teniendo en cuenta los resultados de la encuesta dirigida a los estudiantes, se concluye que a nivel general la propuesta presentó alta aceptación por parte de los alumnos, lo cual resultó muy satisfactorio tanto para el docente titular como para las practicantes. Esta propuesta abre la posibilidad para que se implementen nuevos espacios (laboratorios) de asignaturas cuyo contenido exige que se involucre el componente práctico y las tecnologías de información y comunicación en el proceso formativo.

La implementación de estas prácticas generó un mayor interés y motivación de los alumnos hacia la asignatura (salud ocupacional) porque se contempló como materia teórico - práctica, factor que permite retroalimentar los temas en estudio de dicha área, además de convertirse en un referente de primera mano para

bordar los escenarios que involucren los factores de riesgo físico desde la medición en el laboratorio hasta el trabajo de campo llevado a cabo en las diversas organizaciones de la industria.

6 CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

Tabla 30.Cumplimiento de objetivos

OBJETIVOS	CUMPLIMIENTO
<p>Revisar las necesidades e importancia que tiene para los estudiantes de ingeniería industrial y docentes la creación del laboratorio de Higiene Industrial, además de conocer por parte de expertos en el tema los puntos de vista relacionados con los componentes que se deben involucrar en este tipo de laboratorio.</p>	<p>Se evidencia en el desarrollo de la etapa I (investigación exploratoria), descrita en el numeral 5.1.</p>
<p>Definir cada una de las especificaciones técnicas y el aspecto financiero requerido para la creación del laboratorio de Higiene Industrial.</p>	<p>Objetivo desarrollado en la etapa VII (elaboración de un diseño para la distribución y localización del laboratorio de Higiene Industrial) que se encuentra descrito en el numeral 5.7, evidenciado en los anexos 7 y 8.</p>
<p>Diseñar el manual de prácticas para Salud Ocupacional en donde se especifique la metodología a seguir en el desarrollo de las mismas.</p>	<p>Se evidencia en la etapa IV (Elaboración del manual de prácticas para Salud Ocupacional) descrita en el numeral 5.4 y representado en el anexo 4.</p>

OBJETIVOS	CUMPLIMIENTO
Diseñar el manual de usuarios y de equipos para el laboratorio de Higiene Industrial, los cuáles contendrán los procedimientos seguros de uso y las normas generales.	Objetivo desarrollado en la etapa V descrita en el numeral 5.5 y representado en el anexo 6.
Implementar en la plataforma web (MOODLE) el contenido correspondiente a cada práctica de laboratorio para la asignatura Salud Ocupacional.	Se evidencia en la etapa V (Implementación de la plataforma MOODLE para la cátedra de Salud Ocupacional), descrita en el numeral 5.6.
Efectuar pruebas piloto con los instrumentos facilitados por la Universidad Industrial de Santander, para evaluar las prácticas propuestas en el manual de Salud Ocupacional.	Objetivo desarrollado en la etapa de implementación que se menciona en el numeral 5.8 y en el anexo 9 (Evaluación del trabajo aplicado durante la etapa de implementación).

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos en las encuestas se deduce que en las instituciones de Educación Superior, las prácticas de laboratorio son un componente fundamental en el proceso enseñanza – aprendizaje, ya que promueven el desarrollo de habilidades en los alumnos para que encuentren alternativas de solución a los problemas que se les puedan presentar en su vida profesional.
- El manual de prácticas y el manual de usuarios servirán de guía a los estudiantes para desarrollar de manera efectiva y segura las experiencias en el laboratorio.
- El uso de las tecnologías de información y comunicación permite la interacción entre alumnos, docentes y recursos, de forma más dinámica y efectiva, convirtiendo al docente en un ente mediador del proceso enseñanza-aprendizaje, además de proporcionar herramientas que favorezcan el papel activo del estudiante.
- La plataforma MOODLE, permitirá que los futuros estudiantes de la asignatura Salud Ocupacional puedan acceder de una forma más práctica a los contenidos de la cátedra, además de complementar las clases y facilitar el vínculo alumno- profesor.
- Se diseñó una herramienta de apoyo en el programa labview para la medición de los factores de riesgo físico ruido, iluminación y temperatura, facilitándole a los estudiantes los cálculos que se deben realizar en cada práctica de laboratorio.

- Las pruebas piloto tuvieron alta aceptación por parte de los estudiantes de Salud Ocupacional, lo que indica que es necesario que en la asignatura se genere un espacio en donde se puedan llevar a cabo experiencias relacionadas con los contenidos de la cátedra.
- Este proyecto de grado bajo la modalidad práctica en docencia, permitió el fortalecimiento de la temática relacionada con Salud Ocupacional, profundizar aspectos relevantes de la Higiene Industrial en los que existía poco conocimiento, afianzar los conceptos adquiridos en el transcurso de la formación académica como ingenieras industriales, además de fortalecer aspectos como el buen manejo de relaciones interpersonales, liderazgo, actitud investigativa y trabajo en equipo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar la propuesta diseñada para la creación del laboratorio de Higiene Industrial en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
- Incentivar a los docentes de Ingeniería Industrial a utilizar la plataforma MOODLE como una herramienta de apoyo, con el fin de permitir la interacción entre estudiantes y un mejor desarrollo en las clases.
- Es importante aplicar el material propuesto en las prácticas de laboratorio para la asignatura de Salud Ocupacional así como también enriquecer de manera constante el contenido que lo conforma.
- Se recomienda la evaluación continuada de cada una de las prácticas en torno a la creación del laboratorio de Higiene Industrial, que servirá para chequear y diagnosticar los fallos, dificultades o problemas del proceso de adaptación de los estudiantes y permitirá fundamentar con mayor racionalidad cualquier decisión a futuro.
- Se sugiere la creación de espacios académicos en donde se puedan llevar a cabo prácticas de laboratorio para otras asignaturas que requieran del componente práctico.
- Se recomienda la formulación de un plan de negocios para el laboratorio de Higiene Industrial de tal forma que se logre conocer la viabilidad del proyecto, demostrar lo atractivo y rentable de la propuesta.

BIBLIOGRAFÍA

- LUGO, Guadalupe. La importancia de los laboratorios. En: Revista Ingeniería [en línea]. (2006). [consultado 15 Febrero. 2012]. Disponible en <<http://www.imcyc.com/revistact06/dic06/INGENIERIA.pdf>>.
- HERRICK, Robert F. Higiene Industrial. Enciclopedia de la Salud y del trabajo. Madrid: Chantal Dufresne, 1984. p. 1 – 38.
- Manual de estilos de aprendizaje. En: Material auto instruccional para docentes y orientadores educativos [en línea]. (2004). [consultado 11 Marzo. 2012]. Disponible en: <http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion_académica/actividadesparaescolares/multimedia/manual.pdf >.
- MADERA CRESPO, Elio Jesús; ÁLVAREZ VIZOSO, Tomás y BERNAZA RODRÍGUEZ Guillermo. Artículo 72 del Reglamento del Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior. En: La práctica de laboratorio en el proceso formativo [en línea]. (2000). [consultado 3 Febrero. 2012]. Disponible en: < http://www.utchvirtual.net/recursos_didacticos/documentos/fisica/practicas-laboratorio.pdf>.
- Estatuto General de la Universidad Industrial de Santander. En: Compilación de Normas Vigentes [en línea]. (2012). [consultado 20 Enero. 2012]. Disponible en: < http://www.uis.edu.co/webUIS/es/acerca_uis/reglamentos/estatutoGeneral.pdf >.
- Información general acerca de la EEIE. En: Portal web Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. UIS. [en línea]. (2012). [consultado 20 Enero. 2012]. Disponible en: <<http://carpintero.uis.edu.co/eisi> >.

- Laboratorios de docencia. En: Dirección Nacional de Laboratorios. [en línea]. (2012). Disponible en: <<http://www.laboratorios.unal.edu.co/>>.
- CUEVA CARRIÓN, Samanta Patricia; PACHECO MONTOYA, Emma Patricia; RODRÍGUEZ MORALES, Germania del Rocío y SANTOS DELGADO, Ana Alexandra. Tecnologías de Información y Comunicación (TIC'S) en la Educación Superior. En: Documento 10196.[en línea]. (2009). [consultado 5 Junio. 2012]. Disponible en: <[http://www.campus.oui-
ioe.org/forotics/wp-content/uploads/2010/01/tics
-y-educacion-superior.pdf](http://www.campus.oui-ioe.org/forotics/wp-content/uploads/2010/01/tics-y-educacion-superior.pdf) >.
- Reglamento Técnico para exposición a Ruido. En: Norma técnica para ruido en ambientes de trabajo [en línea]. (1984). [consultado 8 Marzo. 2012]. Disponible en <[http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/faculta
des/medicina/salud_ocupnal/uniquindio/reglamento-higiene/RT_RUIDO
.pdf](http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/facultades/medicina/salud_ocupnal/uniquindio/reglamento-higiene/RT_RUIDO.pdf)>.
- Resolución N. 08321. Protección y conservación de la audición, por la emisión de ruido en los lugares de trabajo. [en línea]. (1983). [consultado 2 Abril. 2012]. Disponible en: < [http://www.alcaldiabogota.gov.co/sijur/
normas](http://www.alcaldiabogota.gov.co/sijur/normas)>.
- Sistema general de riesgos profesionales. Normatividad legal en salud ocupacional colombiana [en línea]. [consultado 8 Marzo. 2012]. Disponible en <[http://www.gavilan.uis.edu.co/tarazona/docencia/asigna
tura1/pdfs/sgrp.pdf](http://www.gavilan.uis.edu.co/tarazona/docencia/asignatura1/pdfs/sgrp.pdf) >.

- Ministerio de trabajo y asuntos sociales. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. [en línea]. Tercera Edición (2001). [consultado 13 Marzo. 2012]. Disponible en :<http://www.ucm.es/info/seas/estres_lab/encic-sa.-salo/índice >.
- Comisión Internacional de iluminación. Norma ISO 8995. [en línea]. (1989). [consultado 9 Marzo. 2012]. Disponible en:<http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-206354_archivopdf.pdf>.
- GUASH FARRÁS, Juan. Iluminación. Enciclopedia de la salud y seguridad del trabajo. Madrid: Chantal Dufresne, 1984. p. 1 - 20.
- Ministerio de Minas y Energía. RETILAP, Resolución 180540 del 30 de Marzo. [en línea]. (2010). [consultado 12 Marzo. 2012]. Disponible en <<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/RETILAP/Resolucion180540ConAnexoGeneral.pdf>>.
- Reglamento Técnico para exposición a sobre carga térmica. Reglamento Técnico Colombiano para Evaluación y Control de Sobrecarga Térmica en los Centros y Puestos de Trabajo. [en línea]. (1984). [consultado 16 Abril. 2012]. Disponible en: <<http://www.uniquindio.edu.co/facultades/medicina/saludocupnal/uniquindio/reglamento-higiene/RTERMICA.pdf>>

ANEXOS

ANEXO 1. Encuesta dirigida a los estudiantes de Ingeniería Industrial.



Buenos días compañeros

Con la finalidad de contribuir al mejoramiento del programa académico de Ingeniería Industrial se está llevando a cabo el proyecto denominado "CREACIÓN DEL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL PARA LA ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UIS"

En esta etapa del proyecto se pretende realizar un estudio censal que permita describir la necesidad que tienen los estudiantes de Salud Ocupacional, de contar con un espacio en donde se puedan efectuar prácticas de laboratorio con equipos y materiales adecuados para la ejecución de las mismas en lo referente a Higiene Industrial.

Lo invitamos a participar de dicho estudio diligenciando el cuestionario que encontrará en el siguiente link <https://docs.google.com/spreadsheets/viewform?formkey=dHhwWGIXVF9ZSUhUSIdualNhRS01VWc6MQ>. La duración del cuestionario es de máximo 10 minutos.

Agradecemos su atenta y sincera colaboración.

Cordialmente

Silvia Juliana Carreño Espíndola.
Sandra Carolina Mendoza Cabeza.

Autoras

Nombres Apellidos

Código

La siguiente encuesta se realiza con el fin de conocer su opinión acerca de la creación de un laboratorio de Higiene Industrial para la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS, la información que usted entregue será confidencial, por lo tanto le agradecemos la mayor sinceridad en sus respuestas.

Escoja la opción que considere correcta basándose en la siguiente escala:

- 1 - Totalmente en desacuerdo.
- 2 - En desacuerdo.
- 3 - Sin opinión.
- 4 - De acuerdo.
- 5 - Totalmente de acuerdo.

1. En el proceso de enseñanza - aprendizaje es importante que el estudiante amplíe, profundice, consolide y compruebe los fundamentos teóricos de las asignaturas que así lo requieran mediante la experimentación, y las prácticas de laboratorio se constituyen en una herramienta válida para este proceso?

1 2 3 4 5

2. La higiene industrial es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores; teniendo presente lo anterior es importante que la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales cuente con un laboratorio en donde se realicen actividades relacionadas con ésta y otros temas que se deriven de la misma?

1 2 3 4 5

3. Los riesgos físicos son todos aquellos factores ambientales de naturaleza física que pueden provocar efectos adversos a la salud según sea la intensidad, exposición y concentración de los mismos, de tal manera que resulta importante que dentro del proceso de formación se incluyan prácticas que permitan aprender a identificar y medir este tipo de riesgos?

1 2 3 4 5

4. El programa de Salud Ocupacional consiste en la planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades de higiene, seguridad y medicina preventiva que tiene como objetivo mantener y mejorar la salud de los trabajadores en su ambiente laboral razón por la que se hace importante que el componente teórico de Salud Ocupacional se lleve a la práctica?

1 2 3 4 5

5. Los equipos de medición forman parte importante en la realización de las prácticas, razón por la que en el nuevo laboratorio por medio de diferentes experiencias usted podrá conocerlos y saber su funcionamiento, además se consideran que estas experiencias prácticas generan importantes aportes a la formación como ingeniero?

1 2 3 4 5

Sugerencias:

Enviar

ANEXO 2. Encuesta dirigida a los docentes de la UIS.



ENCUESTA DIRIGIDA A DOCENTES DE LA UIS

La siguiente encuesta se realiza con el fin de conocer la opinión que usted tiene acerca de la creación de un laboratorio de Higiene Industrial para la Escuela de estudios Industriales y Empresariales UIS, la información que usted entregue será confidencial por lo tanto le agradecemos la mayor sinceridad en sus respuestas.

Nombre del docente

1. Cree usted importante la creación de un laboratorio de higiene industrial en donde se desarrollen prácticas enfocadas a la identificación y medición de los factores de riesgo (ruido, iluminación y temperatura)?

Si
 No

Por que?

2. El programa de Salud Ocupacional consiste en la planeación, ejecución y evaluación de las actividades de higiene, seguridad y medicina preventiva que tiene como objetivo mantener y mejorar la salud de los trabajadores en su ambiente laboral. Cree usted importante que el componente de Salud Ocupacional se lleve a la práctica?

3. Según el perfil del Ingeniero Industrial, que ventajas cree usted que aportaría la creación de un laboratorio de higiene Industrial?

4. Qué tipos de beneficios cree usted que se pueden obtener como resultado de la creación e implementación de un laboratorio de higiene para los estudiantes de ingeniería industrial?

Sugerencias:

ANEXO 3. Encuesta dirigida a expertos en la temática de Higiene Industrial.



Nombre Completo

Ocupación

Institución en la cual labora

1. De acuerdo a su experiencia en la temática correspondiente al área de Salud Ocupacional, con qué condiciones físicas debe contar el espacio asignado a un laboratorio de Higiene Industrial?

2. El proceso de actuación en la Higiene Industrial consiste en identificar, medir, evaluar y controlar los diferentes factores de riesgo. Teniendo en cuenta lo anterior, que tipo de variables cree que se deben introducir en un laboratorio de Higiene Industrial?

3. Que ventajas traería la creación de nuevos espacios en donde se evidencie el componente práctico relacionado con la temática de Salud Ocupacional?

4. En la escuela de Estudios Industriales y Empresariales se está llevando a cabo un proyecto cuyo objetivo es la creación de un laboratorio de Higiene Industrial, de acuerdo con su experiencia en el tema que aportes ó sugerencias tiene para éste?

ANEXO 4.Manual de prácticas de laboratorio para Salud Ocupacional.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER**

**ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y
EMPRESARIALES**

**MANUAL DE PRÁCTICAS PARA
SALUD OCUPACIONAL**



**Silvia Juliana Carreño Espíndola
Sandra Carolina Mendoza Cabeza**

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE
SALUD OCUPACIONAL**

**SILVIA JULIANA CARREÑO ESPINDOLA
SANDRA CAROLINA MENDOZA CABEZA**

**Manual de prácticas de Salud Ocupacional para optar por el título de
Ingeniera Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2012**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
PRACTICA NÚMERO 1: RUIDO	5
PRIMERA PARTE	6
CONCEPTOS BÁSICOS.....	7
SEGUNDA PARTE	26
MANEJO Y APLICACIÓN DEL EQUIPO (SONÓMETRO)	27
TERCERA PARTE	38
TRABAJO DE CAMPO.....	39
PRACTICA NÚMERO 2: ILUMINACIÓN	45
PRIMERA PARTE	46
CONCEPTOS BÁSICOS.....	47
SEGUNDA PARTE	75
MANEJO Y APLICACIÓN DEL EQUIPO (LUXÓMETRO)	76
TERCERA PARTE	88
TRABAJO DE CAMPO.....	89
PRACTICA NÚMERO 3: TEMPERATURA	103
PRIMERA PARTE	104
CONCEPTOS BÁSICOS.....	105
BIBLIOGRAFÍA	128

INTRODUCCIÓN

La Salud Ocupacional es considerada como uno de los pilares fundamentales en el desarrollo de cualquier organización independientemente de su actividad económica; sus acciones están dirigidas a la protección de la salud de los trabajadores, prevención de accidentes laborales y enfermedades ocupacionales causadas por las condiciones de trabajo que involucran los factores de riesgo.

Lo anterior, conlleva a diseñar este manual de prácticas orientado a la asignatura de Salud Ocupacional; planteado como una herramienta efectiva y permanente para el desarrollo de las experiencias en el laboratorio de Higiene Industrial.

Adicional a esto, este manual repercutirá favorablemente en el perfeccionamiento del proceso docente llevado a cabo en la asignatura.

Este manual contiene tres prácticas correspondientes a la temática de Higiene Industrial, área que se dedica específicamente a la identificación, medición, evaluación y control de los diferentes factores de riesgo que pueden colocar en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores.

Las prácticas contempladas en el manual se encuentran orientadas a la medición de los factores de riesgo físico (Ruido, Iluminación y Temperatura), las cuales se encuentran divididas en tres partes (conceptos básicos, manejo y aplicación del equipo de medición y trabajo de campo) para ruido e iluminación y una parte dirigida a temperatura (conceptos básicos). Con la primera parte de las prácticas se pretende que el estudiante se familiarice con los conceptos, normativas y cálculos requeridos; en la segunda parte se busca que el alumno aprenda a manejar los equipos de medición, por último la tercera parte pretende generar un contacto directo con las áreas de trabajo que presentan ambientes inadecuados y mayor riesgo para la salud y el bienestar de los trabajadores.

Con el presente manual se busca proporcionar a los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial, un documento novedoso y práctico que contribuya a su proceso

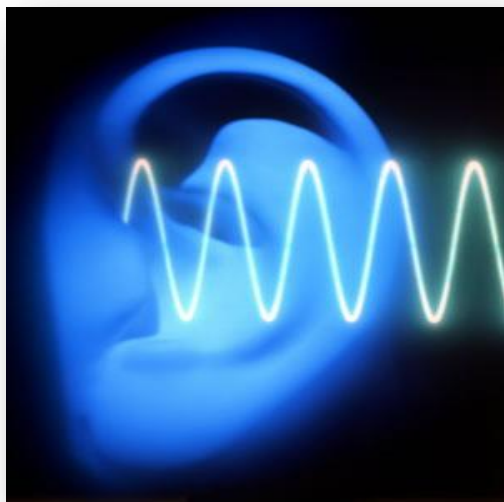
de formación, al desarrollo de habilidades y destrezas que le permitan complementar sus estudios en el área de Salud Ocupacional.

De esta forma, el estudiante no solo adquiere las competencias necesarias para desempeñarse en el área, sino que además aprende a formular estrategias y/o alternativas de solución para diferentes escenarios en donde estén implicados los factores de riesgo físico como el ruido, la iluminación y la temperatura.

Esperamos con este trabajo, realizar un aporte importante para la docencia e investigación no solo para el programa de Salud Ocupacional, sino también para nuestra Universidad.

PRÁCTICA # 1

RUIDO



PRIMERA PARTE

CONCEPTOS BÁSICOS



CONCEPTOS BÁSICOS

A continuación se presentan de forma general, los conceptos más importantes que el estudiante debe tener presente para llevar a cabo la práctica.

AMBIENTE: entorno en el cual se desenvuelve la vida humana, animal y vegetal.

AMBIENTE ACÚSTICO: un espacio de aire en el cual suceden fenómenos de propagación de ondas acústicas.

AUDICIÓN: sentido por medio del cual se percibe el sonido.

BARRERA ACÚSTICA: tabique que, interpuesto entre una fuente sonora y un receptor bloquea el campo directo, atenuando, por consiguiente, el campo sonoro total.

CALIBRADOR: instrumento que genera un tono puro por lo general a 1 khz y 94 dB(A) o 114 dB(A); que se emplea para verificar y ajustar sonómetros u otros instrumentos de medida acústica.

CONTAMINACIÓN: alteración perjudicial de un sistema por el agregado de sustancias extrañas, residuos biológicos (vivos o no), energía radiante o sonora, etc.

CONTROL DE RUIDO: conjunto de medidas técnicas o estratégicas para corregir una situación en la cual sea o pueda ser un problema.

DECIBEL: unidad en la que se expresa el nivel de presión sonora, y en general la relación entre dos valores de presión, tensión eléctrica, o potencia.

- **Decibel A:** unidad del nivel sonoro en el cual se expresan habitualmente los resultados de las mediciones de ruido con fines legales o para determinación de riesgo auditivo.
- **Decibel C:** unidad de nivel sonoro utilizada para algunas mediciones de ruido impulsivo o en aquellos casos en que se requiere una aproximación del nivel de presión sonora. También permite, en conjunción con la medición en dB(A), deducir si un determinado ruido tiene predominio de bajas frecuencias.

DOSIS DE RUIDO: es la energía sonora recibida por el oído durante un periodo de tiempo determinado. Está dada en función del producto del nivel sonoro en dB(A) y el periodo de exposición a dicho nivel.

HERTZ: unidad de frecuencia igual a un ciclo por segundo. Se abrevia Hz.

PERIODO (T): es el tiempo que transcurre para que la onda efectúe un ciclo completo, se expresa en segundos u otra unidad de tiempo.

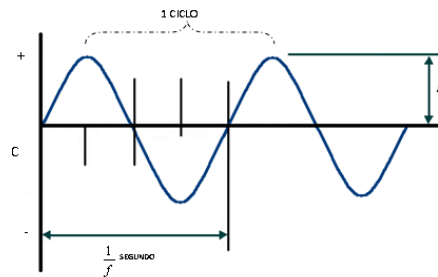


Figura 1. Gráfica del periodo

FRECUENCIA (F): es el numero de oscilaciones de la onda en la unidad de tiempo, viene expresada en Hercio (Hz) o ciclos por segundo (CPS).

LONGITUD DE ONDA (λ): la distancia entre dos puntos máximos o puntos mínimos sucesivos. Se puede decir que equivalen a un periodo.

VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN: es el desplazamiento de la onda sonora en la unidad de tiempo en un determinado medio, esta velocidad es constante siempre que no varíen las condiciones del medio.

MICRÓFONO: dispositivo transductor que transforma señal sonora en señal eléctrica.

NIVEL DE EXPOSICIÓN SONORA: nivel constante durante un tiempo de referencia de un segundo que posee igual energía total que el evento a medir. Se utiliza para valorar y comparar ruidos de corta duración como impactos, pasajes de vehículos, el ruido del paso de aviones.

NIVEL DE RUIDO: nivel sonoro correspondiente al ruido en un instante determinado.

NIVEL SONORO (UNIDADES):

- **Nivel:** nivel constante durante un tiempo de referencia de un segundo que posee igual energía total que el evento a medir. Se utiliza para valorar y comparar ruidos de corta duración, como impactos, pasajes de vehículos, el ruido del paso de aviones, etc.
- **Margen Audible:** es la relación auditiva que se produce por variación rápida de la presión en el orden de 20 a 20000 Hz o C.P.S y que el oído humano es capaz



de percibir. En términos de presión sonora el umbral de percepción auditiva es de 2×10^{-5} pascales = 2×10^{-4} μ bar = 2×10^{-5} Nw/m^2 .

- **Nivel de Presión Sonora (NPS):** es 20 veces el logaritmo de base 10 de la relación entre una presión sonora determinada (p) y la presión sonora de referencia (P_0).

INTENSIDAD SONORA: es igual al flujo de energía sonora en una dirección especificada que atraviesa en la unidad de tiempo la unidad de superficie. Su unidad es de W/m^2 .

NIVEL DE POTENCIA SONORA: es la energía total que produce una fuente de ruido por unidad de tiempo. Es independiente del medio y de la distancia del foco.

BANDA DE OCTAVAS: es el intervalo de frecuencia comprendido entre una determinada y otra igual al doble de la anterior. También se define como el intervalo de frecuencia entre dos sonidos cuya relación de frecuencia es dos. Las más usuales son: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz.

BANDAS DE TERCIA DE OCTAVA: es el intervalo entre dos sonidos cuya relación es de 1/3 de octava. Las frecuencias normalmente empleadas son: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 2000, 2500, 3150, 4000 y 5000 Hz.

ONDA SONORA: es una perturbación que se propaga de un punto a otro transportando energía más no masa (materia).

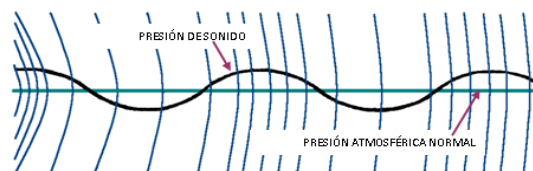


Figura 2. Onda Acústica Aérea – Comportamiento Ondulatorio

Existen varias clases de ondas en el fenómeno de la propagación del sonido, algunas de estas son:

ONDA DIVERGENTE: cuando la energía de la onda, a medida que se aleja de la fuente, se esparce en áreas más y más grandes. Un frente de ondas de este tipo se muestra en la (figura 3).

ONDA ESFÉRICA: es la que se propaga en forma de esfera concéntrica como la mostrada en la (figura 1).

ONDA LONGITUDINAL: es aquella en la que las partículas oscilan en la misma dirección en que se propaga la onda. Ejemplo una onda de sonido que se propaga en el aire (figura 3).

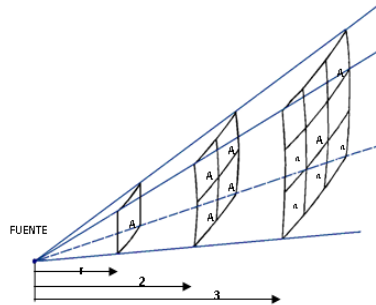


FIGURA 3. DISPERSIÓN DEL RUIDO DE UNA FUENTE PUNTUAL

REVERBERACIÓN: es el fenómeno acústico de reflexión que se produce en un recinto cuando un frente de onda o campo directo incide contra las paredes, suelo y techo del mismo. El conjunto de dichas reflexiones constituye lo que se denomina campo reverberante.

TIEMPO DE REVERBERACIÓN (TR): es el parámetro que permite cuantificar el grado de reverberación de una sala, permite relacionar dicho indicador con los parámetros dimensionales y de absorción de cualquier recinto.

RUIDO: se considera ruido a todo sonido indeseable que produce molestia o que puede afectar la salud y el bienestar de las personas.

Dentro de los diferentes tipos de ruido están:

- **Ruido Continuo Estable:** es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece casi constante con fluctuaciones inferiores o iguales a $dB(A)$ durante un periodo de medición de 1 minuto.
- **Ruido Continuo Fluctuante:** es aquel que presenta variaciones en los niveles de presión sonora mayores a $5 dB(A)$ durante un periodo de medición de un minuto.
- **Ruido de Impulso o Impacto:** es aquel que presenta elevaciones bruscas del nivel de presión sonora de corta duración y que se producen con intervalos regulares o irregulares con tiempo entre pico y pico iguales o superiores a un



segundo. Cuando los intervalos sucesivos son menores a un segundo, el ruido se considera como continuo.

- **Ruido de Fondo:** es el nivel de ruido ambiente que se presenta cuando se están efectuando las mediciones en las diferentes fuentes de ruido.

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

Con la realización de esta práctica se busca alcanzar los siguientes objetivos:

- Conocer y dominar los conceptos básicos del factor de riesgo físico (ruido) con la finalidad de que el estudiante pueda aplicarlos en su desarrollo como Ingeniero industrial.
- Aprender a manejar el equipo de medición correspondiente al factor de riesgo físico ruido (sonómetro) para que el estudiante pueda efectuar un buen uso y manejo en la toma de medidas de los niveles de presión sonora que se puedan presentar en los diferentes escenarios propuestos.
- Realizar las mediciones de ruido pertinentes en los escenarios planteados y basados en ellas evaluar los niveles de presión sonora a los que se encuentra expuesta la población en cada una de las áreas estudiadas.
- Determinar el nivel de presión sonora obtenido en las mediciones realizadas para conocer el grado de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.
- Reconocer los diferentes efectos a los cuales se encuentra expuesto un operario en el área de trabajo ocasionados por niveles de ruido inadecuados.
- Generar alternativas de mejora que busquen mantener los niveles de ruido adecuados en los lugares de trabajo.
- Diseñar propuestas que ayuden a disminuir los efectos perjudiciales del ruido que afecten de manera directa la salud del trabajador.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El ruido es considerado como uno de los agentes físicos más importantes a tratar en la higiene industrial debido a su existencia en un gran número de industrias; constituyéndose en uno de los problemas más graves en cuanto a riesgos laborales se

refiere. El factor de riesgo físico (Ruido) afecta directamente al oído humano, siendo en la mayoría de las veces el causante de la pérdida progresiva de la capacidad auditiva y de no ser controlado puede ocasionar pérdida de la audición por completo.

El ruido se puede definir como un sonido que genera un efecto desagradable y termina generando un trauma acústico, se clasifica según la resolución 08321 en ruido continuo, impulsivo o de impacto.

En estos tiempos la necesidad de contar con un órgano auditivo en perfectas condiciones es cada vez mayor ya que las máquinas son cada día más rápidas y exigen tiempos de reacción menores; la realidad es que el oído pierde capacidad por efecto de la edad (presbiacusia), deterioro que aumenta aceleradamente cuando el trabajador está sometido a ruidos excesivos sin llevar un control.

El oído humano

El oído es un complejo órgano sensorial que alberga dos sentidos (la audición y el equilibrio), estos receptores se encuentran especializados en la captación de estímulos mecánicos permitiendo no solo detectar los sonidos, sino analizar la posición del cuerpo.

Las frecuencias audibles para el oído humano van de 20 a 20000 ciclos por segundo que se conocen como Hertz (Hz). De 0 a 20 Hz son infrasonidos y de 20000 Hz en adelante son ultrasonidos.

El Sonido es percibido por una persona cuando el elemento sonoro incide en el oído, desencadenando el proceso de percepción:

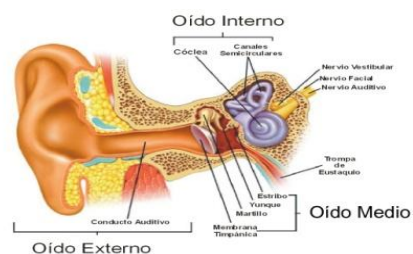


Figura 4.Partes del oído humano

- **Oído externo:** el oído externo puede ser definido como un aparato de transmisión, ya que recoge las ondas sonoras del ambiente y las conduce al



oído interno. Está formado por el pabellón auricular y el conducto auditivo externo que recoge las ondas sonoras.

- **Oído medio:** es una cámara de aire ubicada entre el oído externo y el oído interno, dentro de la porción petrosa del hueso temporal. Es el encargado de recoger las variaciones de presión que se transmiten por una serie de huesecillos (martillo, yunque y estribo) que actúan como una sucesión de palancas, constituyendo un amplificador.
- **Oído interno:** el oído interno o laberinto se encuentra dentro del hueso temporal. Puede dividirse morfológicamente en laberinto óseo y laberinto membranoso. Es el que transmite finalmente las variaciones de presión al órgano de Corti, donde se produce la integración e interpretación de dichas señales. Actúa de traductor, transformando la señal física (mecánica) en señal fisiológica (nerviosa).

El oído humano es sensible a los sonidos cuyos niveles de presión acústica están comprendidos entre los 0 decibelios mínimo audible y los 120 decibelios, umbrales de dolor.

Efecto en los seres humanos	Nivel sonoro en dB(A)	Fuente del sonido
Sumamente lesivo	140	Motor de aparato a reacción
	130	Remachadora
	120	Avión a hélice

Lesivo	110	Perforadora de rocas
	100	Sierra mecánica
	90	Taller de metalistería
Peligroso	80	Camión
	70	Calle con mucho tráfico
Impide hablar	70	Automóvil de turismo
Irritante	60	Conversación normal
	50	Conversación en voz baja
	40	Música emitida por radio a bajo volumen
	30	Susurros
	20	Piso tranquilo de una ciudad
	10	Susurro de hojas

	0	UMBRAL DE LA AUDICIÓN

Figura 5. Valores en decibeles de los sonidos

Criterios de valoración

El ruido se expresa en decibeles (dB), según el criterio ISO 1999 de (1990) (Determinación de exposición ocupacional ruidosa y valoración de impedimento de oído inducido por ruido), los límites son:

RANGOS	
Seguridad	0 a 85
Crítico	85 a 115
Nocivo	Más de 115

Tabla 1.Límites de ruido

Valores Límites Permitidos Para Ruido

Los valores que se presentan a continuación ha sido especificado por el gobierno colombiano de acuerdo a la resolución 08321 del 4 de Agosto de 1983 (Por la cual se dictan normas sobre Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos) y la resolución 01792 de 1990 ministerio de salud, trabajo y seguridad social (Valores límites permisibles para el ruido continuo y de impacto), expedida por los Ministerios de Salud y de Trabajo y Seguridad Social.

EXPOSICIÓN DIARIA (hrs)	NPS PERMITIDO EN dB(A)
8	85
4	90
2	95
1	100
½	105
¼	110
1/8	115

Tabla 2.Valores TLV para el ruido continuo

NIVEL SONORO dB	No. IMPULSOS O IMPACTOS PERMITIDOS POR DÍA
140	100
130	1.000
120	10.000

Tabla 3.Valores TLV para el ruido de impulso o de impacto

Diferencia entre sonido y ruido

El Sonido es la vibración mecánica de las moléculas de un gas, de un líquido, o de un sólido (aire, agua, paredes, etc.) que se propaga en forma de ondas y que es percibido por el oído humano; mientras que el ruido es todo sonido no deseado, que produce daños fisiológicos y/o psicológicos.

Características del ruido

El ruido presenta grandes diferencias, con respecto a otros contaminantes, las cuales se presentan a continuación:

- Es el contaminante más barato.
- Es fácil de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- No se traslada a través de los sistemas naturales.
- Se percibe solo por un sentido: el Oído, lo cual hace subestimar su efecto; (esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor, tacto y sabor).
- Se trata de una contaminación localizada, por lo tanto afecta a un entorno limitado a la proximidad de la fuente sonora.
- Los efectos perjudiciales, en general, no aparecen hasta pasado un tiempo largo, es decir, sus efectos no son inmediatos.

- A diferencia de otros contaminantes es frecuente considerar el ruido como un mal inevitable y como el resultado del desarrollo y del progreso.

Factores que intervienen en el en el nivel de riesgo del ruido

- **Tiempo de exposición:** Cuanto mayor es, más grave es el riesgo.
- **Tipo de ruido:** Puede ser continuo intermitente u ocasional o traumático.
- **Distancia de la fuente emisora:** Cuanto menor es, mayor es el riesgo.
- **Sensibilidad individual:** Varía con la edad y la resistencia física de cada persona.
- **Oído dañado:** Daños previos en el oído, como inflamaciones, infecciones.

Efectos del ruido

El ruido excesivo puede generar en las personas los siguientes efectos:

- Hipoacusia neurosensorial por ruido.
- Disminución de la actividad de los órganos de digestión.
- Reducción de la actividad cerebral.
- Disminución sobre la calidad y el rendimiento del trabajo.
- Aumento de la frecuencia cardiaca.
- Contracciones de los vasos sanguíneos.
- Aceleración del ritmo respiratorio.

Control del ruido

La reducción del ruido, ya sea en su origen o en su trayectoria, debe considerar tanto el diseño como el mantenimiento del equipo y del lugar de trabajo. Dependiendo de la procedencia del ruido, se procederá a realizar el control respectivo:



En la fuente

- Diseño de Equipos y Maquinaria (mantenimiento, carcasas, anclaje, motores).
- Diseño de las Instalaciones.
- Selección de Materiales.
- Diseño de los Procesos, entre otros.

Ejemplos: reducir el impacto lo más posible, evitar las fricciones, utilizar aisladores y amortiguadores, utilizar lubricación adecuada.

En el medio

- Aislar el equipo (encerrar todo o una parte al equipo fuente de ruido con algún material aislante), existen diferentes formas entre ellos:
- Aislamiento anti vibrátil.
- Revestimiento absorbente del sonido.
- Apantallado.
- Blindajes.

En la persona

- Capacitación y Entrenamiento.
- Motivación.
- Hábitos.
- Revisión médica.
- Rotación.
- Jornadas de trabajo.
- Elementos de protección personal, como los tapones para oídos.

NRR (NoiseReduction Rating): Es la Tasa de reducción de ruido y mide la efectividad de los tapones.



Figura 6. Tapones auditivos de espuma.

NRR: 31 dB.

Uso continuado, áreas con alta



Figura 7. Tapones auditivos

NRR: 30 dB

Uso intermitente.



Figura 8. Combinación casco y tapa oídos.

NRR: 23 dB.

Diseñados para ofrecer protección en zonas con niveles altos de ruidos, especialmente de baja frecuencia.



Figura 9. Protector Tipo tapa oídos

NRR: 21 dB

Utilización en ambientes con ruido superior a los 85 dB.

CÁLCULOS PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO CONTINUO

- **Fórmula matemática para el cálculo para determinar estadísticamente el tamaño de la muestra:**

$$n = \frac{p \times q}{\frac{E^2}{Z^2} + \frac{p \times q}{N}}$$

n =Número de datos a medir o evaluar.

p =Probabilidad de que se presente la condición de riesgo (F de R por exposición a ruido, valor entre 0 y 1).

q =Probabilidad de no se presente la condición de riesgo por exposición a ruido (Valor entre 0 y 1).

E =Porcentaje de error asumido para la muestra (Recomendado 5 %), es decir un factor de confiabilidad del 95 %.

Z =Valor de la constante de normal estandarizada, (cuando el porcentaje de error asumido es del 5 %, el valor de Z es de 1.96).

N =Tamaño de la muestra total, puede ser número de cuadrículas resultantes de haber cuadrículado el plano o número de oficios totales en el área.

Se recomienda que el número de datos de muestreo sea de un valor superior al 25 % del total de la muestra.

Es importante calcular el tamaño de la muestra cuando los trabajadores ejercen la misma actividad en diferentes centros de trabajo y el área de estudio es muy grande para realizar sonometrías en puntos específicos.

- **Nivel de presión sonora equivalente jornada laboral:**

$$NPS_{eq} = 10 * \log \frac{1}{8} \sum_{i=1}^n T_i * 10^{\frac{NPS_i}{10}}$$

- **Nivel de presión sonora equivalente diario** (se debe calcular si la jornada no es de 8 horas):

$$NPS_{diario} = NPS_{eq} + 10 * \log \frac{\text{duración de la jornada}}{8}$$

- **Tiempo máximo de exposición:**

$$Tp = \frac{16}{2^{\frac{NPS_i - 80}{5}}}$$

- **Tiempo máximo de exposición para nivel de presión sonora equivalente diario:**

$$Tm = \frac{16}{2^{\frac{NPS_{diario} - 80}{5}}}$$

- **Grado de Riesgo:**

$$GR = \frac{T_t}{T_m}$$

T_t =Tiempo total de la jornada laboral (horas).

T_m =Tiempo máximo permitido para el NPS_{diario}

- **Calculo de la Dosis de Ruido:**

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

D =Dosis promedio.

C =Es el tiempo real de exposición para cada nivel de presión sonora NPS_i .

T =Es el tiempo máximo de exposición permitido a cada nivel de presión sonora NPS_i .

Interpretación del resultado de la Dosis de Ruido:

- **Dosis > 1:** El trabajador se encuentra sobre-expuesto a ruido. El empresario deberá tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo



de los valores límite de exposición, determinar las razones de la sobre exposición, corregir las medidas de prevención y protección, a fin de evitar que vuelva a producirse una reincidencia.

- **Dosis = 1:** El trabajador se encuentra en el umbral.
- **Dosis < 1:** El trabajador no se encuentra sobre-expuesto a ruido, siendo necesario aplicar un seguimiento permanente y los correctivos correspondientes, cuando la dosis esté por encima de aquella que indica el nivel de acción es (0.5).

- **Corrección de Nivel de Presión Sonora por Ruido de Fondo:**

En el caso de que el ruido de fondo pueda afectar de modo significativo las mediciones, se podrá hacer una corrección al nivel obtenido de la fuente generadora primaria. Cuando la diferencia entre el nivel de la fuente y el nivel de fondo es mayor a 10dB(A) no se considera la influencia del ruido de fondo. Si la diferencia es menor a 10dB (A) debe hacerse una corrección para conocer el nivel real de la fuente primaria. El nivel de la fuente primaria debe ser por lo menos 3dB superior al ruido de fondo, para niveles inferiores a 3dB, se considerará que el ruido de fondo es muy alto y será necesario hacer mediciones bajo condiciones de menor ruido de fondo.

El procedimiento para medir el ruido de una fuente con ruido de fondo es el que se describe a continuación:

- a. Se mide el nivel total de ruido generado por la fuente primaria más el nivel de ruido de fondo.
- b. Se mide el nivel de ruido de fondo con la fuente primaria apagada.
- c. Se establece la diferencia entre los niveles de ruido obtenidos en (a) menos (b). Esta diferencia debe estar entre 3 y 10 para realizar la corrección.
- d. Con la diferencia obtenida se determina con la tabla 3 los dB, que se deben restar del mayor nivel de ruido o ruido total obtenido en (a). El resultado será el nivel de ruido de la fuente primaria.

Tabla 4. Resta de Decibeles para Corrección de Ruido de Fondo

DIFERENCIA ENTRE NIVEL FUENTE PRIMARIA MENOS NIVEL DE RUIDO DE FONDO	DECIBELES PARA RESTAR DEL NIVEL TOTAL DE RUIDO
10 o más dB	0 dB
6 a 9 dB	1 dB
4 a 5 dB	2 dB
3 dB	3 dB
menos de 3 dB	no considerar

CÁLCULOS PARA LA MEDICIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

- Número de impactos permitidos por día:

$$n = 10^{16 - P/10}$$

n =Número de impactos permitidos por día.

P =Nivel máximo de ruido de impacto dB (A).

MATERIALES E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- Hoja exámen
- Formulario
- Calculadora

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Conocer la fundamentación teórica que esta práctica exige.



2. Teniendo en cuenta el cálculo requerido para la medición de los diferentes tipos de ruido (continuo e impacto), cada estudiante desarrollará el ejercicio de aplicación número uno en una hoja examen, propuesto a continuación:

Ejercicio N.1

Usted ha sido seleccionado por la empresa PETROL S.A, para realizar un estudio de sonometría en la sección de perforación de pozos en donde el señor Decibelio Sonoro se ve expuesto a diferentes niveles de presión sonora que se encuentran especificados de la siguiente manera:

Sección y /o Puesto	Tiempo en Horas	Nivel de Presión Sonora dB(A)	Nivel de Presión Sonora solo Ruido de Fondo dB(A)
Compresor A	2	*	*
Generador Eléctrico X	4	85	80
Bombas de succión P	3	88	83

Tabla 5. Descripción toma de datos para ruido continuo

El trabajador no utiliza el elemento de protección personal que se necesita para cada labor. Para el cálculo del nivel de presión sonora en donde se encuentra la celda con el (*) para el primer puesto de trabajo (Compresor A), se efectuará la suma de los cinco primeros dígitos correspondientes a su código de estudiante, como se explica a continuación:

Estudiante: Juanito Pérez.

Código: 2073534

Suma de cifras para el cálculo del nivel de presión sonora dB(A): $(20 + 73 + 5) = 98$

Para el cálculo del ruido de fondo se va a tomar una diferencia de 6 dB(A).

En nuestro ejemplo el ruido de fondo quedaría:

Ruido de fondo B(A): $(98 - 6) = 92 \text{ dB(A)}$

NOTA: En la fila 2 y en la columna 4 se encuentra una celda con un (*) que corresponde al ruido de fondo hallado (92 dB(A)).

Teniendo en cuenta lo anterior calcular:

1. El nivel de presión sonora para cada puesto de trabajo.
2. Corrección del ruido de fondo para cada puesto de trabajo.
3. El nivel de presión sonora equivalente jornada laboral.
4. El nivel de presión sonora equivalente diario.
5. El tiempo máximo de exposición en cada puesto de trabajo.
6. El tiempo máximo de exposición para el nivel de presión sonora equivalente diario.
7. El grado de riesgo.
8. La dosis para cada puesto de trabajo.
9. Recomendaciones.

El gerente de la empresa requiere saber el costo de la medición total de la sección de soldadura y fundición teniendo en cuenta que el valor de medición por cada punto es de 40.000 pesos.

Para el cálculo del área se tomarán los tres últimos dígitos de su código multiplicados por diez, como se explica a continuación:

Estudiante: Juanito Pérez.

Código: 2073534

Área total de la sección de soldadura y fundición: $(534 \times 10) = 5.340 \text{ m}^2$

3. Desarrollar el ejercicio número dos propuesto a continuación, para ello tenga en cuenta el marco teórico expuesto, el cálculo que se debe hacer para el ruido de impacto y los Valores TLV para el ruido de impulso o de impacto descritos en la resolución 01792 de 1990.



Ejercicio N.2

El señor Juanes es el operario de una máquina punzadora y éste se encuentra expuesto diariamente a ruido de impacto. Durante una jornada de trabajo se registraron los siguientes niveles: 150dB (A), 135dB (A), 120 dB (A).

Calcular el número de impactos permitidos por día para no sobrepasar la norma?

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

Teniendo en cuenta cada una de las indicaciones descritas en la práctica y luego de realizar cada uno de los ejercicios, el estudiante procede a corroborar los resultados en el software labview. El informe generado de esta primera parte de prácticas de laboratorio (ruido) se entregará en forma individual y debe tener la siguiente estructura:

- Introducción.
- Descripción del procedimiento utilizado para solucionar los ejercicios.
- Resultados de todos los ejercicios propuestos.
- Anexo del informe generado por el programa labview para la medición del factor de riesgo físico (ruido).
- Conclusiones
- Bibliografía

SEGUNDA PARTE

MANEJO Y APLICACIÓN DEL EQUIPO

SONÓMETRO



MANEJO Y APLICACIÓN DEL SONÓMETRO

Equipos de medición

Entre los aparatos más utilizados para mediciones de ruido se encuentran los Sonómetros y los Dosímetros.

- **Dosímetro:** es un aparato que permite la acumulación del ruido de manera constante en un condensador una vez que la señal ha sido transformada en energía eléctrica y expresan los resultados directamente en nivel sonoro equivalente, en dB(A), en un tiempo (T) o la extrapolación diaria la cual no debe ser mayor a uno (1). El dosímetro está compuesto por un micrófono y circuitos similares a los sonómetros, los elementos básicos son: micrófono, filtro de ponderación A y preamplificador, amplificador, detector de nivel eficaz (RMS), detector de alto y bajo nivel de ruido, contador e indicador.
- **Sonómetro:** el sonómetro es un equipo que permite cuantificar objetivamente el nivel de presión sonora. En esencia se compone de un elemento sensor primario (micrófono), circuitos de conversión, manipulación y transmisión de variables (módulo de procesamiento electrónico) y un elemento de presentación o unidad de lectura. Cumpliendo, así, con todos los aspectos funcionales inherentes a un instrumento de medición.

Un medidor de nivel sonoro debe cumplir con las especificaciones de las Normas IEC 651 – IEC 804 o con la Norma ANSI S1.4.

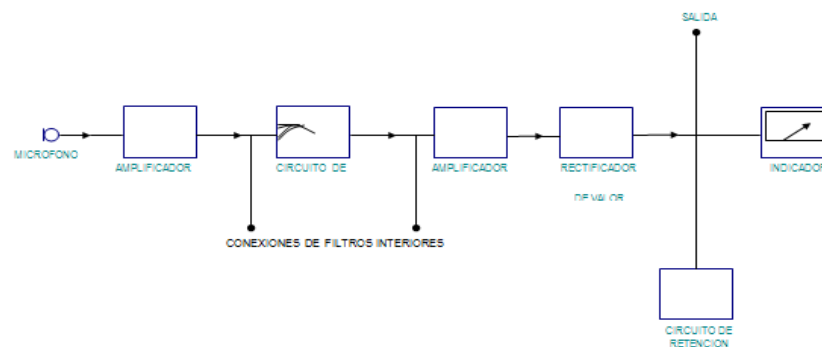


Figura 10. Constitución básica de un sonómetro

El sonómetro que se utilizaran para efectuar la práctica de medición de ruido es el SONÓMETRO TIPO 2 MARCA PCE MODELO 999.

Este equipo presenta un diseño estilizado, se puede usar al aire libre y en espacios cerrados con un manejo sencillo; es ideal para medir el sonido y el ruido en diferentes lugares, como por ejemplo en el puesto de trabajo, en el control de máquinas, en la obra y en lugares con gran afluencia de público. Este sonómetro de precisión reúne todas las características que normalmente se pueden encontrar en otros equipos con mayor valor.



Figura 11. Sonómetro Tipo 2 marca PCE modelo 999

MANEJO Y APLICACIÓN DEL SONÓMETRO

- 1.** El estudiante debe tomar el equipo de medición (sonómetro), encenderlo posterior a eso se debe seleccionar la valoración y el modo operativo que desee.
- 2.** Luego se debe seleccionar el rango de medición, la valoración temporal y la valoración de frecuencia.
- 3.** Se debe fijar el aparato con el micrófono en dirección a la fuente sonora.
- 4.** Si se va a efectuar la medición al aire libre tenga presente que si la velocidad del viento supera los 10 m/s, se recomienda utilizar un supresor de ruidos de viento.



5. El estudiante procede a leer el valor en la pantalla arrojado por el equipo.
6. Al finalizar la medición es importante que se apague el sonómetro, se guarde en el maletín y/o estuche, para luego ser ubicado en el lugar que le corresponde.

MATERIALES E INSTRUMENTOS A UTILIZAR DURANTE LA PRÁCTICA

Para llevar a cabo esta práctica el estudiante debe contar con los siguientes materiales e instrumentos:

- Sonómetro Tipo 2 marca PCE modelo 999, ver figura 11.
- Formato (registro de mediciones niveles de ruido), ver tabla 6.
- Programa de cálculo para ruido (plantilla), ver figura 12 y figura 13.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
REGISTRO DE MEDICIONES PARA RUIDO CONTINUO

Estudiante: _____ Fecha: _____
 Equipo: _____
 Marca: _____
 Modelo: _____

TOMA DE DATOS RUIDO CONTINUO		
FUENTE 1	Actividad	
	Nombre de la Fuente Emisora de ruido	
	Tiempo de exposición en horas	
	Diferencia del Nivel de Presión Sonora sólo Ruido de Fondo dB(A)	
	Valor de la lectura NPS dB(A)	
FUENTE 2	Actividad	
	Nombre de la Fuente Emisora de ruido	
	Tiempo de exposición en horas	
	Diferencia del Nivel de Presión Sonora sólo Ruido de Fondo dB(A)	
	Valor de la lectura NPS dB(A)	
OBSERVACIONES		

Tabla 6. Formato registro de mediciones niveles de ruido Continuo.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
REGISTRO DE MEDICIONES PARA RUIDO DE IMPACTO

Estudiante: _____ Fecha: _____
 Equipo: _____
 Marca: _____
 Modelo: _____

TOMA DE DATOS RUIDO DE IMPACTO		
FUENTE 1	Fuente Emisora de ruido	
	Valor de la lectura 1 NPS dB(A)	
	Valor de la lectura 2 NPS dB(A)	
	Valor de la lectura 3 NPS dB(A)	
	valor de NPS dB(a) para realizar el análisis	
FUENTE 2	Fuente Emisora de ruido	
	Valor de la lectura 1 NPS dB(A)	
	Valor de la lectura 2 NPS dB(A)	
	Valor de la lectura 3 NPS dB(A)	
	Valor de NPS dB(a) para realizar el análisis	
OBSERVACIONES		

Tabla 7. Formato registro de mediciones niveles de ruido de impacto.



- **Plantilla para efectuar los cálculos correspondientes a las mediciones de Ruido continuo y Ruido de Impacto:**

Este programa se elaboró con el propósito de crear una herramienta que le facilite al estudiante desarrollar su práctica de laboratorio, en donde se puedan efectuar todos los cálculos correspondientes a las mediciones de Ruido Continuo y Ruido de Impacto, teniendo en cuenta las normativas por las que se rigen dichas mediciones, con base al marco teórico y los resultados generados por el programa los estudiantes podrán generar una serie de recomendaciones que ayuden a mejorar las condiciones de ruido en los diferentes puestos de trabajo.

El programa se desarrollo en el software LABVIEW, debido a que éste aporta un ambiente de desarrollo gráfico con funciones integradas para realizar adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de mediciones y presentaciones de los mismos; además de que ofrece una gran ventaja en el momento de su programación y ejecución debido a que da la flexibilidad de un poderoso ambiente de programación sin la complejidad de los ambientes tradicionales.



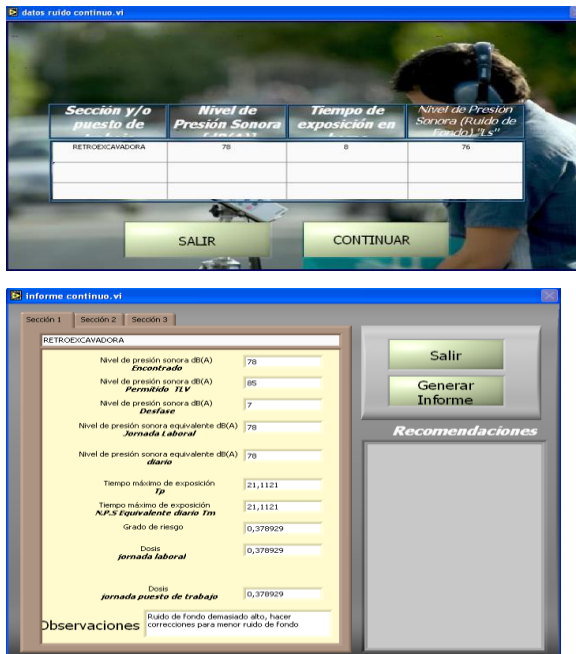


Figura 12. Programa para efectuar cálculos de Ruido Continuo

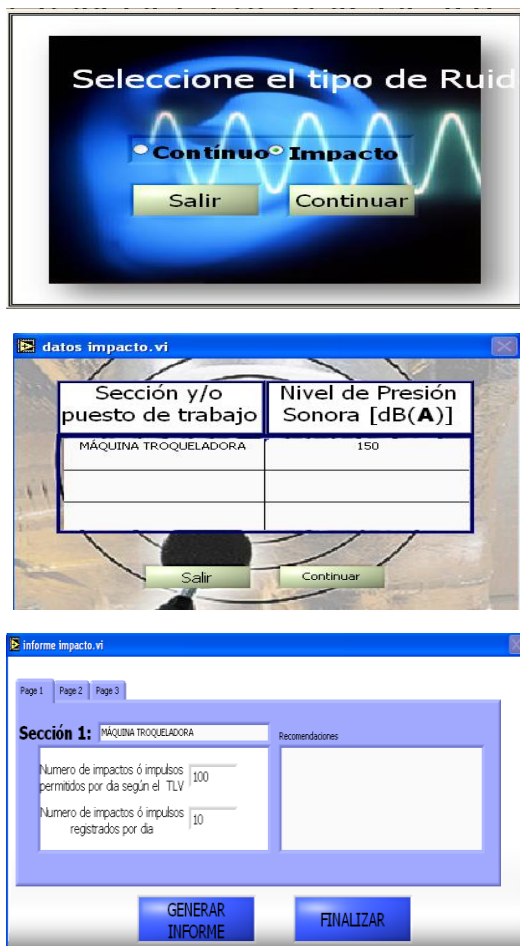


Figura 13. Programa para efectuar cálculos de Ruido de Impacto



DESCRIPCION DE LA PRÁCTICA

1. Conocer la fundamentación teórica que esta práctica exige.
2. Dirigirse al laboratorio de Higiene Industrial área Ruido.



Figura 14. Vista superior del área de medición (Ruido)

PRIMERA SESIÓN

Evaluación de Ruido Continuo

Para el análisis de Ruido Continuo el estudiante debe:

- a. Escoger un punto para efectuar las mediciones alrededor del eje de la fuente emisora y tomar la lectura correspondiente, con duración de 2 minutos por fuente.
- b. El ruido generado durante los puestos de trabajo en diferentes industrias serán reproducidos mediante una grabación que representa la actividad y la fuente emisora del mismo, éstas se encuentran especificadas en siguiente tabla (ver tabla 8) al igual que el tiempo de exposición en horas para cada puesto de trabajo y la diferencia de ruido de fondo que interviene al momento de efectuar la medición a cada fuente emisora.

Número	Actividad	Fuente Emisora	Tiempo de Exposición horas	Diferencia Ruido de Fondo NPS dB(A)
1	Fabricación de muebles de madera	Sierra circular	6	No se considera
2	Producción de piezas para el sector	Engranaje helicoidal doble	4	No se considera

	automotriz			
3	Confección	Máquinas de coser	6	4
4	Industria de juegos	Pistola de láser	3	No se considera
5	Tala de árboles	Motosierra	6	3
6	Envasadora de jugos	Máquina llenadora	6	No se considera
7	Levantamiento de terreno	Retroexcavadora	6	No se considera
8	Moldeo de piezas metálicas	Afiladora de sierra cinta	6	No se considera
9	Vías principales en construcción	Automóviles	8	8

Tabla 8. Niveles de ruido continuo.

- c. De acuerdo a las fuentes emisoras de ruido continuo que le corresponde analizar, el estudiante procede a realizar la puesta a punto del Sonómetro.
 - d. Realizar la medición de ruido emitida por la fuente en cada punto.
 - e. Registrar la lectura que arroje el equipo de medición después de transcurrido el tiempo de toma de datos (2 minutos por cada fuente).
 - f. Recopilar los datos obtenidos en el formato (registro de mediciones niveles de ruido continuo), ver tabla 6.
3. Dirigirse a la sala de cómputo para efectuar los cálculos correspondientes en el programa (Medición del Factor de Riesgo Físico), diseñado en el software LABVIEW.

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

Realizar un informe teniendo en cuenta los siguientes ítems:

1. Introducción.
2. Actividades realizadas durante la sesión de clase:
 - Descripción del procedimiento para la toma de medidas.
 - Anexar la tabla de recolección de datos (ver tabla 6).
3. Conclusiones de la práctica.

4. Recomendaciones propuestas en base a los resultados obtenidos.
5. Bibliografía.

SEGUNDA SESIÓN

Evaluación de Ruido de Impacto

Para el análisis de Ruido de Impacto el estudiante debe:

1. Conocer la fundamentación teórica que esta práctica exige.
2. Dirigirse al laboratorio de Higiene Industrial área Ruido.
 - a. Las fuentes emisoras de ruido de impacto correspondientes a diferentes actividades serán reproducidas mediante una grabación que representa los diferentes niveles de presión sonora y se encuentran especificados en la siguiente tabla:

Número	Actividad	Fuente emisora de ruido
1	Prueba balística	Tiro de AK- 47
2	Actividades de trabajo en ambiente militar	Bomba
3	Seguridad	Alarma

Tabla 9. Niveles de ruido de impacto.

- b. De acuerdo a las fuentes emisoras de ruido de impacto que le corresponde analizar, el estudiante procede a realizar la puesta a punto del Sonómetro.
 - c. Registrar el valor de cada lectura que arroje el equipo de medición y si la diferencia en dB de cada lectura registrada no es mayor de 4 dB, el estudiante debe escoger el valor del mayor dato de NPS dB(a) de las tres lecturas ya registradas para realizar el análisis, si dado el caso la diferencia da mayor el estudiante debe tomar nuevamente las muestras de ruido.
 - d. Recopilar los datos obtenidos en el formato (registro de mediciones niveles de ruido), ver tabla 7.

3. Dirigirse a la sala de cómputo para efectuar los cálculos correspondientes en el programa (Medición del Factor de Riesgo Físico), diseñado en el software LABVIEW.

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

Realizar un informe teniendo en cuenta los siguientes ítems:

1. Introducción.
2. Actividades realizadas durante la sesión de clase:
 - Descripción del procedimiento para la toma de medidas.
 - Anexar la tabla de recolección de datos (ver tabla 7).
3. Conclusiones de la práctica.
4. Recomendaciones propuestas en base a los resultados obtenidos.
5. Bibliografía.



TERCERA PARTE

TRABAJO DE CAMPO

TRABAJO DE CAMPO

IMPORTANCIA DEL CONTROL DE RUIDO EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO:

Cada día millones de personas se encuentran expuestas al ruido en sus lugares de trabajo y a todos los riesgos que esto conlleva, para ello es necesario conocer sobre los diferentes procesos que se deben tener en cuenta al realizar un análisis minucioso de este factor en los puestos de trabajo ; son muchas las razones que indican que éste tipo de riesgo causa cada vez mayores prejuicios a la vida social y que en ciertos casos afecta al rendimiento de los individuos en sus trabajos, para ello es necesario aprender a identificarlo, medirlo, valorarlo y así poder efectuar un diagnóstico en donde se puedan definir las medidas de prevención acordes a la situación.

El buen control de estos factores de riesgo representa una ventaja para las organizaciones en cuanto a costos se refiere ya que un mal control de ruido generaría en los empleados trastornos auditivos, una baja producción, el aumento de la tasa de accidentes, las dificultades de comunicación y la indemnización de éste. Los obreros tienen derecho a ser protegidos contra la pérdida del oído como contra las lesiones y enfermedades profesionales, es vital que los directivos y personal de las empresas se concienticen de la importancia que este factor de riesgo implica en el desarrollo óptimo del operario en cualquier actividad para así realizar los correctivos necesarios que busquen disminuir los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

MATERIALES E INSTRUMENTOS A UTILIZAR DURANTE LA PRÁCTICA

Para llevar a cabo esta práctica el estudiante debe contar con los siguientes materiales e instrumentos:

- Sonómetro Tipo 2 marca PCE modelo 999, ver figura 11.
- Formato (Registro de mediciones niveles de ruido continuo), ver tabla 10.
- Programa de cálculo para ruido (plantilla), ver figura 12.
- Formato (Cuestionario sobre los NPS en el puesto de trabajo), ver tabla 12 y 13.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
REGISTRO DE MEDICIONES DE RUIDO

Integrantes: _____

Fecha: _____ Empresa: _____

Equipo: _____

Marca: _____ Modelo: _____ Fecha de calibración: _____

TOMA DE DATOS PRÁCTICA DE CAMPO RUIDO CONTINUO		
FUENTE 1	Actividad	
	Nombre de la Fuente Emisora de ruido	
	Tiempo de exposición en horas	
	Diferencia del Nivel de Presión Sonora sólo Ruido de Fondo dB(A)	
	Valor de la lectura NPS dB(A)	
FUENTE 2	Actividad	
	Nombre de la Fuente Emisora de ruido	
	Tiempo de exposición en horas	
	Diferencia del Nivel de Presión Sonora sólo Ruido de Fondo dB(A)	
	Valor de la lectura NPS dB(A)	
OBSERVACIONES		

Tabla 10. Formato registro de mediciones niveles de ruido.

**GUÍA DE CONTROL PARA EL ESTUDIO DE LOS NIVELES DE RUIDO
EN LAS ORGANIZACIONES**

Esta guía tiene como finalidad que el estudiante pueda obtener información un poco más detallada del puesto de trabajo a analizar, además de los resultados arrojados por la medición; el estudiante podrá apoyarse en estas respuestas para poder concluir, recomendar y proponer mejorar para el sitio objeto de estudio.

La escala de valoración que se utilizará para llevar a cabo este análisis es la siguiente:

CRITERIO DE VALORACIÓN	VALOR ASIGNADO
Aceptable	70 – 100
Regular	41-69
Deficiente	0-40

Tabla 11. Criterios de valoración niveles de ruido en el lugar de trabajo

CUESTIONARIO SOBRE LOS NIVELES DE RUIDO EL LUGAR DE TRABAJO DIRIGIDA A LOS TRABAJADORES				
<p>Área de trabajo: _____ Personas afectadas: □□□</p> <p>Aplicado por: _____ Fecha: □□□</p> <p>Fecha próxima revisión: □□□</p>				
<p>1. ¿El ruido en el lugar de trabajo produce molestias, ocasional o habitualmente?</p>	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">R</td> <td style="padding: 5px;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		



2. ¿El ruido obliga continuamente a elevar la voz a dos personas que conversen a medio metro de distancia?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">A</td> <td style="width: 33%;">R</td> <td style="width: 33%;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
3. ¿Se han realizado mediciones iniciales de ruido, según se establece en el reglamento?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">A</td> <td style="width: 33%;">R</td> <td style="width: 33%;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
4. ¿El nivel de ruido en los puntos referidos es mayor de 80 dB (A) de promedio diario?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">A</td> <td style="width: 33%;">R</td> <td style="width: 33%;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
5. ¿Se llevan a cabo reconocimientos médicos específicos a las personas expuestas al ruido?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">A</td> <td style="width: 33%;">R</td> <td style="width: 33%;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
6. ¿Se suministran y utilizan protectores auditivos a las personas expuestas a ruido según lo indicado en el reglamento?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">A</td> <td style="width: 33%;">R</td> <td style="width: 33%;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
7. ¿Se ha planificado la adecuación de medidas preventivas tendientes a la reducción del ruido?	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">A</td> <td style="width: 33%;">R</td> <td style="width: 33%;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		

Tabla 12. Cuestionario sobre los NPS en el puesto de trabajo

Luego de realizar las respectivas observaciones, mediciones y encuestas determinadas para los sitios de trabajo objeto de estudio, se procede a valorar mediante una escala (muy deficiente, deficiente y mejorable) cada una de las respuestas obtenidas.

EVALUACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

De acuerdo a su análisis, usted colocará el número de la pregunta al cual le corresponde cada criterio y posteriormente recomendará las acciones para corregir las falencias existentes en estos sitios de trabajo.

CRITERIOS DE VALORACIÓN		
ACEPTABLE	REGULAR	DEFICIENTE

ACCIONES PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS

(El estudiante debe proponer estas acciones)

Tabla 13. Escala de valoración para el análisis de respuestas encuesta Ruido

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Conocer la fundamentación teórica que esta práctica exige.
2. Elegir una empresa en donde le permitan realizar la medición de ruido continuo en dos puestos de trabajo que a su juicio considere presenten condiciones inadecuadas de niveles de presión sonora para desarrollar las actividades diarias.
3. Dirigirse a cada uno de los sitios de trabajo (A y B) que usted ha seleccionado dentro de la empresa para realizar el estudio de sonometría.
4. Encuestar a la persona encargada del puesto de trabajo que se va a analizar, utilizando la guía sobre los niveles de ruido en el lugar de trabajo, ver tabla 12 y 13.
5. Escoger un punto de análisis para efectuar la medición alrededor del eje de cada fuente emisora.
6. Realizar la puesta a punto del sonómetro en cada puesto de trabajo.
7. Efectuar en cada punto escogido la lectura correspondiente, cada lectura con una duración de dos minutos, esto se debe hacer para cada puesto de trabajo.
8. Registrar cada lectura (nivel de presión sonora) que arroje el equipo de medición después de transcurridos esos dos minutos en el formato registro de mediciones niveles de ruido (ver tabla 10).

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

Realizar un informe teniendo en cuenta los siguientes ítems:



1. Introducción, en la cual se deben especificar los siguientes ítems:
 - Antecedentes de la empresa evaluada (Razón Social, dirección, número de trabajadores).
 - Descripción de las actividades y/o puestos de trabajo involucrados en la exposición a los niveles de ruido y tiempos diarios asociados a éstos.
 - Identificación del tipo de ruido existente en cada puesto de trabajo.
2. Actividades realizadas durante la sesión de clase:
 - Descripción del procedimiento para la toma de medidas.
 - Anexar la tabla de recolección de datos.
 - Realizar un bosquejo del área de trabajo mostrando la ubicación del trabajador, las fuentes principales de ruido, los puntos de medición considerados y la posición de la persona al momento de tomar la lectura.
 - Croquis de las instalaciones de la empresa evaluada, con la ubicación de las principales fuentes de ruido y puntos de medición considerados.
 - Resultados de las mediciones, tiempo de medición asociado a cada una de ellas y Dosis de Exposición Diaria a Ruido para cada trabajador y/o grupo de exposición evaluado, realizar una propuesta dependiendo de los resultados obtenidos en la medición de cada puesto de trabajo.
3. Conclusiones de la práctica.
4. Recomendaciones propuestas en base a los resultados obtenidos.
5. Bibliografía.

PRÁCTICA # 2

ILUMINACIÓN





PRIMERA PARTE

CONCEPTOS BÁSICOS

CONCEPTOS BÁSICOS

A continuación se presentan de forma general, los conceptos más importantes que el estudiante debe tener presente para realizar la práctica.

ÁREA DE TRABAJO: es el lugar del centro de trabajo, donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades.

BRILLO: Es la intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada, por unidad de área proyectada de la misma.

CAMPO VISUAL: es la parte del entorno que se percibe con los ojos, cuando éstos y la cabeza permanecen fijos.

A efectos de mejor percepción de los objetos, el campo visual lo podemos dividir en tres partes:

- **Campo de visión neta:** visión precisa.
- **Campo medio:** se aprecian fuertes contrastes y movimientos.
- **Campo periférico:** se distinguen los objetos si se mueven.

FACTOR DE RIESGO FISICO: son todos aquellos agentes ambientales de naturaleza física que pueden provocar efectos nocivos a la salud según sea la intensidad, exposición y concentración de los mismos.

FLUJO LUMINOSO: cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo (segundo). Su unidad de medida es el Lumen.

ILUMINACIÓN: flujo luminoso por unidad de superficie. Cuando la luz emitida por una fuente incide sobre una superficie, se dice que esta se encuentra iluminada, siendo entonces la iluminación la cantidad de flujo luminoso.

ILUMINACIÓN NATURAL: suministrada por la luz diurna y presente notables ventajas sobre la iluminación artificial entre ellas se pueden mencionar: menos fatiga visual, más económica y por último permite definir perfectamente los colores.

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL: se basa fundamentalmente en la generación controlada de luz, aprovechando algunos de los fenómenos de termo radiación y luminiscencia que pueden lograrse dentro de las unidades de iluminación conocidas como lámparas.



INDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR): es una manera de determinar el tipo de luminaria que debe utilizarse en cada una de las aplicaciones teniendo presente el posible deslumbramiento que pueda ocasionar de acuerdo a la óptica y posición de las lámparas.

INTENSIDAD LUMINOSA: se define como el flujo emitido en un ángulo sólido en una dirección dada. Su unidad de medida es la candela.

LUMINARIA: equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas y el cual incluye todo los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar esas lámparas y los necesarios para conectarse al circuito de utilización eléctrica.

LUX: unidad de medida del sistema métrico para cuantificar los niveles de iluminación. Equivale al nivel de iluminación que produce un lumen distribuido en un metro cuadrado de superficie. $1 \text{ Lux} = 0.09729 \text{ Bujía} - \text{pie (Foot - Candle)}$.

LUXÓMETRO: instrumento para la medición del nivel de iluminación.

LUZ: es una forma particular y concreta de energía que se desplaza o propaga, no a través de un conductor (como la energía eléctrica o mecánica) sino por medio de radiaciones, es decir, de perturbaciones periódicas del estado electromagnético del espacio; es lo que se conoce como "energía radiante".

NIVEL DE ILUMINACIÓN: es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en Lux.

REFLECTANCIA: se define como la relación entre el flujo luminoso reflejado (luminancia) y el flujo luminoso incidente (iluminancia).

REFLEXIÓN: es la luz reflejada por la superficie de un cuerpo.

VISIBILIDAD: definida como la claridad con las que los seres humanos pueden ver. Sus factores críticos son:

- **Angulo Visual:** es el ángulo subtendido al nivel de los ojos por el objeto. Este se define en arco minutos ($1/60$ grados), para objetos pequeños como:

Ángulo Visual (arc min): $3438 \cdot h/d$

h: Altura del objeto.

d: Distancia del objeto al ojo.

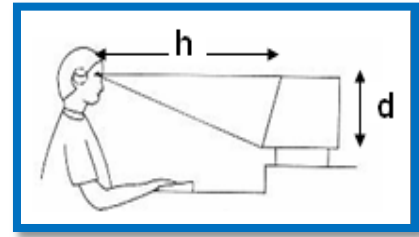


Figura 15. Ángulo visual

- **Contraste:** se define como la diferencia en luminancia entre el objeto observado y el fondo. Es decir, el contraste se relaciona con la diferencia entre las luminancias máximas y mínima del objeto y el fondo.

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

Con la realización de esta práctica se pretenden los siguientes objetivos:

- Conocer y dominar los conceptos básicos alusivos al factor de riesgo físico (Iluminación) con el propósito de que el estudiante pueda aplicarlos en su desarrollo profesional.
- Aprender a manejar y entender el funcionamiento del Luxómetro para la medición del factor de riesgo físico (Iluminación) con la finalidad de que el estudiante pueda hacer buen uso de éste.
- Realizar las mediciones de iluminación en los escenarios planteados y basados en ellas evaluar los niveles a los cuales se encuentran expuestas cada una de las áreas estudiadas.
- Identificar los lugares en donde el nivel de riesgo de acuerdo a los valores evaluados genere problemas que afecten la salud.



- Reconocer los diferentes efectos a los cuales se encuentra expuesto un operario en el área de trabajo originados por los niveles de iluminación inadecuados.
- Generar alternativas de mejora que permitan mantener los niveles de Iluminación adecuados en los lugares de trabajo.
- Diseñar propuestas que ayuden a disminuir los efectos perjudiciales de la iluminación en caso de que se presenten condiciones que afectan la salud del trabajador.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La visión es uno de los sentidos fundamentales para el ser humano, motivo por el cual es necesario reconocer su importancia al momento de desarrollar cualquier actividad, así como también lo es para la vida laboral, para el campo de la investigación, pero sobre todo para la salud de cada persona.

Como justificación de este hecho, se tiene que para cada actividad existe un nivel específico de iluminación, por lo que es necesario adecuar los lugares de trabajo de tal manera que quien realice la actividad no resulte afectado por las condiciones a las cuales se encuentra expuesto, especialmente si este realiza tareas que requieran grandes esfuerzos visuales.

La visión humana:

La visión o sentido de la vista, permite a un individuo conocer el medio que lo rodea y relacionarse con sus semejantes; para ello cuenta con un órgano especializado (ojo) encargado de captar e interpretar este tipo de señales.

Este órgano fisiológico desempeña la función más importante dentro del sentido de la vista, ya que a través de él se experimentan las sensaciones de luz, forma, distancia, color, posición y movimiento de los objetos.

La función del ojo se concentra en la percepción y captación de imágenes del exterior de manera que una vez tomadas puedan ser enviadas al cerebro; para realizar dicha función, el ojo cuenta con un sistema óptico que va enfocando la imagen, la cual se recibe en una capa sensible que es la que finalmente procesa y emite dicha imagen. De esta forma, se puede comparar el funcionamiento del ojo con el de una cámara fotográfica, puesto que cuando se toma una foto el lente situado enfrente de la cámara permite que la luz pase enfocándose en la película y cuando la luz incide en la película, la imagen se imprime. Igualmente el proceso de ver pasa por que fijemos la vista, enfoquemos un objeto y que su imagen atraviese todas las estructuras y lentes transparentes del ojo, formando la imagen en la retina. A continuación se describen las partes más importantes que se encuentran en el ojo humano (figura 16).

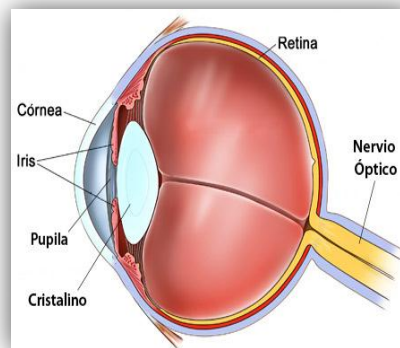


Figura 16. Partes del ojo

- **Córnea:** Estructura hemisférica y transparente localizada al frente del ojo que permite el paso de la luz , protegiendo al iris y al cristalino.
- **Iris:** Regula la entrada de la luz en el ojo, dilatándose o contrayéndose para controlar la cantidad necesaria de luz.
- **Pupila:** Estructura del ojo que consiste en un orificio situado en la parte central del iris por el cual penetra la luz al interior del globo ocular.
- **Cristalino:** Componente del ojo humano con forma de lente biconvexa que está situado tras el iris y delante del humor vítreo y que a la vez permite enfocar objetos situados a diferentes distancias.



- **Retina:** Membrana interior del ojo, que cubre la coroides hasta el iris, formada en parte por expansiones del nervio óptico y en la cual se reciben las impresiones luminosas.
- **Nervio Óptico:** Es un nervio craneal y sensitivo que se encuentra encargado de transmitir la información visual desde la retina hasta el cerebro mediante fibras nerviosas denominadas conos o bastoncillos que son los que realmente transforman la energía luminosa en sensaciones o energía nerviosa, siendo los bastoncillos sensibles a la luz y los conos sensibles al color.

La luz

La luz es el elemento esencial de nuestra capacidad de ver, motivo por el cual ésta se convierte en el tipo de energía más importante que utiliza cualquier persona, además de tener como característica principal su propagación en línea recta a través de radiaciones. Existe un infinito número de radiaciones electromagnéticas que pueden clasificarse en función de la forma de generarse, manifestarse, entre otras. Sin embargo, la clasificación más utilizada es la que se basa en las longitudes de onda (Figura 17), en donde los límites visibles para el ser humano van desde los 380 nm para el color violeta hasta los 780 nm el color rojo; y fuera estos límites, el ojo no percibe ninguna clase de radiación.

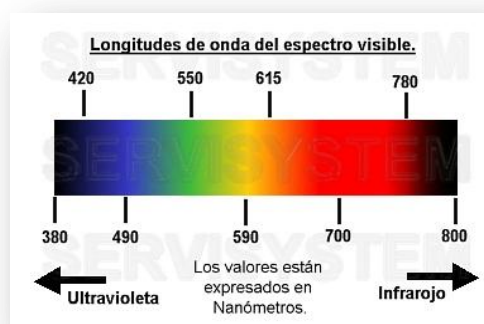


Figura 17. Longitudes de ondas percibidas por el ojo.

Fuentes de iluminación

Las fuentes de luz pueden ser naturales como el sol y artificiales como las lámparas. Entre las fuentes de luz artificial de uso común se encuentran las lámparas eléctricas, que corresponden a la principal fuente de uso común para este tipo de luz y además convierten la energía eléctrica en luz o energía radiante.

Entre los tipos de lámparas más usados para la iluminación se encuentran:

- **Lámparas Incandescentes:** Es la fuente de luz artificial más próxima a la luz del día, que permite la generación de luz por el paso de corriente a través de un filamento conductor. Este filamento se encuentra encerrado en un bulbo de vidrio que tiene una base adecuada para conectar la lámpara a un receptáculo eléctrico. Este tipo de lámparas (Figura 18), se encuentran en una amplia gama de colores y acabados, cuentan con un funcionamiento sencillo y tienen aproximadamente 1000 horas de duración. Actualmente estas lámparas siguen teniendo aceptación en la iluminación doméstica por su bajo costo y pequeño tamaño; sin embargo, para la iluminación comercial e industrial representan altos costos debido a su baja eficiencia.

Por otro lado, entre las desventajas del uso de este tipo de lámparas sobresalen la gran generación de calor, su bajo rendimiento, la alta luminancia y su corta vida útil.



Figura 18. Tipos y partes de una lámpara incandescente.



- **Lámparas de descarga:** Este tipo de lámparas basan su funcionamiento en el fenómeno de descarga en donde la luz es emitida mediante un gas ionizado en lugar de un filamento sólido. Estas requieren para su encendido de un dispositivo llamado reactancia o balasto, que produce el encendido con un alto voltaje inicial y luego disminuye la energía eléctrica al nivel operativo normal. Las lámparas de descarga ó de luminiscencia se dividen en dos grandes grupos:
- **Lámparas de descarga de baja presión:** Entre este tipo de lámparas se encuentran las lámparas fluorescentes (figura 19) y las lámparas fluorescentes compactas. La luz en estas lámparas es generada por medio de la excitación de radiación de los fluorescentes.

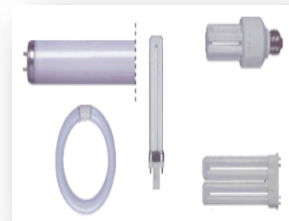
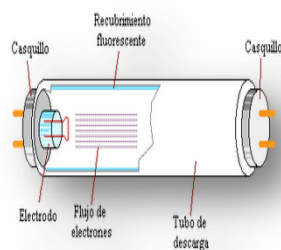


Figura 19. Tipos y partes de una lámpara de descarga de baja presión

- **Lámparas de descarga de alta presión:** Entre este tipo de lámparas se encuentran las lámparas de vapor de mercurio, lámparas de halogenuros y lámparas de vapor de sodio de alta presión. Tienen como característica principal la emisión de un espectro de luz intenso, esto sucede por causa de la alta presión de servicio.



Figura 20. Tipos de lámparas de descarga de baja presión

Tipos de luminarias

El tipo de lámpara y luminaria a instalar depende del lugar a iluminar y de la actividad a desarrollar, por lo que es necesario tener en cuenta ciertos parámetros como:

Luminancia, distribución luminosa, rendimiento y duración de la lámpara, el índice de reproductividad cromática y finalmente las características especiales de funcionamiento (tiempos de encendido, re encendido, posición de funcionamiento, generación de efectos estroboscópicos).

A continuación se presentan los tipos de luminarias más comunes para montaje de techo:

- Luz hacia abajo (figura 21).
- Luz difusa (figura 22).
- Lugares húmedos (figura 23).
- Nave alta (figura 24).
- Nave baja (figura 25).



Figura 21. Luz hacia abajo
húmedos



Figura 22. Luz difusa



Figura 23. Lugares



Figura 24. Nave alta



Figura 25. Nave baja



Selección y tipos de alumbrado

Al momento de elegir cierto nivel de iluminación para un determinado puesto de trabajo, se deben tener en cuenta ciertos factores o parámetros entre los que están:

- La naturaleza del trabajo.
- La reflectancia del objeto y de su entorno inmediato.
- Las diferencias con la luz natural y la necesidad de iluminación diurna.
- La edad del trabajador.

El tipo de alumbrado se puede clasificar en distintos grupos. En primera instancia se tiene el alumbrado orientado a los sitios de acuerdo a la ubicación de los mismos y en segunda instancia se tiene el alumbrado que está dirigido a los lugares de trabajo según sea la función de estos.

Respecto a la ubicación de las áreas de trabajo, el sistema de alumbrado se divide en:

- Sistemas de iluminación natural.
- Sistemas de iluminación artificial.

Atendiendo a la función, se dividen en:

- Alumbrado general
 - Interiores
 - Exteriores
- Alumbrado localizado
- Alumbrado individual
- Alumbrado combinado
- Alumbrado especiales
 - De emergencia
 - De señalización
 - De remplazamiento en atmósferas espaciales.
 - Decorativos

Factores que intervienen en los efectos de la exposición a la iluminación

Mediante los sentidos, el ser humano puede experimentar diversas sensaciones, quizá una de las más importantes es la obtención de la información, la cual es percibida por el sentido de la vista (cerca del 80%). Por otro lado, algunos aspectos del bienestar humano, como lo son el estado mental o incluso el nivel de fatiga, se ven afectados por la iluminación y por el color de las cosas que nos rodean; es por esta razón que los sitios de trabajo deben estar adecuados con los niveles de iluminación permitidos y admisibles por el ojo humano.

Ahora bien, se hace necesario citar algunos factores que determinan el riesgo de alteraciones de agudeza o cansancio visual, entre los que están:

- **Edad:** El nivel de agudeza visual se va deteriorando con la edad, independiente de que se encuentre o no expuesto al factor de riesgo.
- **Nivel de Iluminancia:** Su importancia es fundamental, aunque no pueda establecerse una relación exacta entre las alteraciones de agudeza visual y el nivel de Iluminancia; la insuficiencia o excesiva presencia de iluminación puede producir deficiencias visuales.
- **Susceptibilidad Individual:** Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales.
- **Tiempo de Exposición:** Es considerada desde dos aspectos: por una parte, el correspondiente a las horas/día u horas/semana de exposición, y por otra parte, la edad laboral o tiempo en años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un determinado nivel de Iluminación.
- **Tipo de Iluminación:** Se encuentra influenciado por las características, ya sea de tipo natural o artificial. La primera (luz natural) ocasiona menor cansancio visual y una apreciación de los colores en su valor exacto; sin embargo ésta requiere que sea complementada con la segunda (luz artificial).



Consecuencias de una iluminación inadecuada

La seguridad en el trabajo, la capacidad y el confort visual son factores muy importantes que se deben tener presentes en cualquier actividad laboral, puesto que la mayoría de los accidentes son ocasionados, entre otras razones, a deficiencias en la iluminación o a errores cometidos por el trabajador, a quien le resulta difícil identificar objetos o los riesgos asociados con la maquinaria, los transportes, los recipientes peligrosos, entre otros aspectos.

Además de esto, es necesario recalcar que una iluminación inadecuada en el trabajo puede originar daños en la salud del trabajador, molestias e incluso enfermedades como fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes.

Hay que ser conscientes de que el trabajo con poca luz daña la vista, como también lo hacen los cambios bruscos de luz ya que estos en algunas ocasiones llegan a ser peligrosos pues ciegan temporalmente, mientras el ojo se adapta a la nueva iluminación.

El grado de seguridad con el que se ejecuta un trabajo depende de la capacidad visual y a su vez ésta depende de la cantidad y calidad de la iluminación; razón por la cual se deben diseñar sistemas de iluminación que ofrezcan las condiciones óptimas para el confort visual. Para lograr este objetivo, es necesario tener en cuenta el tipo de lámpara y el sistema de alumbrado que se va a instalar así como también la distribución de la luminancia, la eficiencia de la iluminación, la composición espectral de la luz pero indudablemente el factor más decisivo es el equilibrio entre la cantidad, la calidad y la estabilidad de la luz, de tal forma que se consiga una ausencia de reflejos y de parpadeo, uniformidad en la iluminación y ausencia de excesivos contrastes.

Algunas de los efectos reflejados en la salud de las personas a causa de la mala iluminación en los sitios de trabajo corresponden a:

- **Pérdidas de Agudeza Visual:** Originada como consecuencia de un esfuerzo en percepción visual que exige la tarea.
- **Fatiga Ocular:** Ocasionada como efecto de un confinamiento del hombre en recintos con iluminación inadecuada.

- **Deslumbramiento:** Se origina a causa de los contrastes en el campo visual o a brillos excesivos de fuentes luminosas.
- **Rendimiento Visual:** Se ve afectado por falta de uniformidad en la iluminación, generando fatiga del sistema nervioso central.

Medición de la iluminación en los puestos de trabajo

El nivel de iluminación depende de la posición en donde se encuentre ubicado cada uno de los puestos de trabajo respecto al tipo de luminaria llámese artificial o natural así como de los posibles obstáculos que puedan generarse entre los mismos; esto conlleva a concluir que para medir la iluminación es necesario medir todos los puestos de trabajo que existan en una organización.

La evaluación del nivel de iluminación general así como la evaluación de los puestos de trabajo depende ó necesita como mínimo tres mediciones en cada punto y el tiempo mínimo que se requiere para cada una de ellas es de tres minutos.

Número de puntos y Número de muestras por punto

Para llevar a cabo mediciones de precisión debe dividirse el área en cuadrados con lados de aproximadamente un (1) metro.

La iluminancia debe ser medida en el centro de cada cuadrado y debe encontrarse a la altura del plano de trabajo.

Métodos para determinar el nivel promedio de iluminación

- **Método de la constante del salón:**

El primer paso en este método es definir el número de puntos a evaluar basado en la constante del salón (k), como se muestra a continuación

$$K = \frac{A * L}{h * (A + L)}$$

Donde:

A =Ancho del salón

L =Largo del salón

h =Altura de las luminarias tomada desde el plano de trabajo

Constante del salón (K)	Número de puntos mínimos
< 1	4
1 y < 2	9
2 y < 3	16
≥ 3	25

Tabla 14. Relaciones entre la constante del salón y el número mínimo de puntos de medición.

La tabla 14, muestra el número mínimo de puntos de medición que se deben tomar para determinar la constante del salón.

Existe una limitación del uso de la tabla cuando la red de los puntos de medición coincide con la red de los puntos del alumbrado; cuando esto suceda se hace necesario utilizar un mayor número de puntos de medición para conseguir de esta forma una red simétrica que se ajuste a un salón con una forma particular.

- **Método aleatorio:**

Este método permite medir los niveles de iluminación promedio (E_p) en áreas de trabajo, basado en las formas de las áreas y de la disposición de las luminarias.

Se debe tomar la medición en cada uno de los puestos de trabajo y basado en esta medición se procede a efectuar el cálculo del nivel de iluminación promedio.

- **Nivel de Iluminación promedio:**

$$E_p = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

E_p = Nivel promedio en Lux ó bujía pie.

E_i = Nivel de iluminación medido en lux ó bujía pie en cada punto.

n = Total de datos recolectados.

Para efectos de los cálculos correspondientes al grado de riesgo y al porcentaje de iluminación se utilizaran las siguientes fórmulas:

- **Grado de Riesgo:**

$$GR = 100 - \left(\frac{NE}{NR} * 100 \right)$$

G_r = Grado de riesgo

N_e = Nivel encontrado

N_r = Nivel recomendado

- **Porcentaje de iluminación:**

$$\% \text{ de iluminación} = \frac{NE}{NR} * 100$$

N_e = Nivel encontrado

N_r = Nivel recomendado

Criterios de valoración

Los rangos más comunes de los niveles de iluminación para las diferentes áreas, tareas y actividades han sido establecidos en la norma ISO 8995 “Principios de Ergonomía visual- la iluminación de los sistemas de trabajo en interiores”, con el fin de asegurar una visión confortable y segura. Adicional a esto, se describe el nivel de iluminación para los diferentes oficios de tipo industrial, comercial y recreativo en la página 78 de la



Resolución 180540 (Marzo del 2010) ó conocido también como Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).

Estos valores que son los más usados en el mundo, han sido elaborados basados en las características de los trabajos especificados (fineza de detalles, grado de exactitud, reflexión de las superficies, rapidez de movimientos, ritmo de trabajo, color de las superficies) y con las exigencias visuales de una persona adulta con visión normal.

Los niveles de iluminación (mínimo, recomendado y máximo) para cada tipo de actividad se presentan en la tabla 13, los cuales permiten una comparación cualitativa respecto al nivel de iluminación encontrado en cada medición.

A continuación se presentan los intervalos correspondientes a los tres valores de iluminancia para cada tarea, interpretados de la siguiente forma:

- La **Valoración Máxima**, se aplicará cuando la labor a realizar presenta condiciones donde la productividad y la exactitud de la tarea se considera de gran importancia, o cuando la capacidad visual de la persona así lo requiere.
- La **Valoración Mínima**, se usará para comparar los valores obtenidos en sitios donde la velocidad y exactitud de trabajo no son importantes, o las labores que allí se realizan son ocasionales.
- La **Valoración Media o Recomendada**, se aplica para labores de trabajo normal y condiciones no muy exigentes o cuando la persona o personas que se encuentran en el área de trabajo no reportan malestar o discomfort con las condiciones halladas.

Tipo de Actividad	Rangos de la Iluminancia					
	Lux			Bujía – Pie (Foot-candle)		
	Mínimo	Recomendado	Máximo	Mínimo	Recomendado	Máximo

Pasillos – Circulación en exteriores y áreas de trabajo	20	30	50	2	3	5
Locales de trabajo no empleados continuamente	100	150	200	10	15	20
Espacios de trabajo donde la tarea visual es exigente ocasionalmente, o tiene requisitos visuales simples	200	300	500	20	30	50
Ejecución de las tareas con requerimientos visuales medianos	300	500	750	30	50	75
Trabajo con requerimientos visuales exigentes	500	750	1000	50	75	100
Ejecución de tareas con requisitos visuales difíciles.	750	1000	1500	75	100	150
Ejecución de tareas con requisitos visuales especiales.	1000	1500	2000	100	150	200
Realización de tareas visuales muy exactas	2000	0	0	200	0	0

Tabla 15.Niveles de iluminación recomendados

- **Escala cualitativa para obtener el nivel de iluminación**

Las condiciones que se deben tener en cuenta para conocer si el nivel de iluminación es adecuado, excesivo ó deficiente se presentan a continuación (Ver tabla 14).



NIVEL DE ILUMINACIÓN	CONDICIONES
Excesivo	Si supera los límites establecidos por la norma
Adecuado	Se encuentra dentro del rango de los límites permitidos
Deficiente	Si es inferior a los límites establecidos por la norma

Tabla 16. Condiciones para obtener el nivel de iluminación

MATERIALES E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- Hoja exámen
- Formulario
- Calculadora.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Conocer la fundamentación teórica que esta práctica exige.
2. Teniendo en cuenta el cálculo requerido para el método de la constante del salón, cada estudiante deberá solucionar en una hoja exámen el ejercicio número uno, propuesto a continuación:

Ejercicio N.1

La empresa KONDOR, tiene como objeto social la fabricación y comercialización de todo tipo de calzado.

Durante un año la empresa ha venido desarrollando sus actividades sin tener presente los factores de riesgo de tipo físico que pueden afectar a los trabajadores cuando no se llevan a cabo estudios periódicos de los mismos, por esta razón el gerente solicitó a la Universidad Industrial de Santander que le enviará a los mejores estudiantes del curso de salud ocupacional para llevar a cabo dicho análisis.

Asuma que usted fue el elegido y es quien ahora se encuentra encargado de dicha tarea. Para empezar, el gerente solo desea conocer el número de puntos para calcular el nivel de iluminación en KONDOR, pues de eso depende el costo de dicho estudio y las actividades posteriores a ejecutar. Para ello se especifican los siguientes datos:

Área del interior	30 m * 30 m
Altura de las luminarias	5 m sobre el plano de trabajo

Tabla 17. Información de la Empresa.

Para el cálculo del área total del interior se sumará la última cifra del código del estudiante al resultado obtenido del área, como se aprecia a continuación:

Estudiante: María López

Código: 2063218

Última cifra del código: 8

Área del interior: (30 m x 30 m) = 900 m²

Área total del interior:(suma de la última cifra del código) + (área del interior) = (8 + 900 = 908 m²)

Calcule:



- a. El número de puntos de medición, con base en el método de la constante del salón.
 - b. Teniendo presente que el valor de la medición por cada punto es de \$50.000 (pesos), calcule el costo total del estudio de la iluminación en la empresa KONDOR.
 - c. Analice, interprete y recomiende los resultados obtenidos durante la práctica.
3. Desarrollar el ejercicio número dos descrito a continuación, teniendo en cuenta el método aleatorio expuesto en el marco teórico y los valores TLV descritos en la norma ISO 8995 de 1989.

Ejercicio N.2

En la empresa Colortex se quiere llevar a cabo un estudio de la iluminación en dos puestos de trabajo (corte y costura), ya que estos sitios presentan características inapropiadas (condiciones inadecuadas) para quienes laboran allí.

Para realizar este análisis, asuma que usted ha sido seleccionado por la empresa para realizar dicho estudio, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- **PUESTO DE TRABAJO NÚMERO 1:** Corte

Los trabajadores que laboran en esta sección desarrollan tareas que exigen requerimientos visuales medianos.

A continuación se describen los pasos a seguir para obtener los resultados de este estudio hecho en Colortex.

- **Datos :**

Estudiante: Jaimito

Código: 2043798

- **Cálculo para la primera lectura:**

Se tiene como primera lectura el valor correspondiente al tercer, cuarto y quinto dígito correspondiente al código de cada estudiante como se explica a continuación:

Código: 2043798

$n_1 =$ **Primera lectura:** 4 (tercer dígito), 3 (cuarto dígito), 7 (quinto dígito) lux, lo que equivale a 437 lux.

- **Cálculo para la segunda lectura:**

El cálculo de la segunda lectura que se tomará como objeto de estudio dentro de este análisis, se llevará a cabo con el mismo código del estudiante pero teniendo en cuenta una tabla de intervalos, como se aprecia a continuación:

Código: 2043798

$n_1 =$ **Primera lectura resultante del estudio de iluminación hecho por Colortex:** 437

$n_2 =$ **Segunda lectura:** para obtener este valor, el estudiante debe dirigirse a la tabla (Ver tabla 16)

Intervalo	Luxes que se restan
0-500	+20
501-999	-20

Tabla 18. Valores correspondientes para la segunda lectura hecha en el área de corte

El valor 437 (primera lectura), se encuentra en el intervalo de 0-500 como se puede observar es el intervalo resaltado en la tabla de color rosado y siguiendo a esta indicación se tiene que para la segunda lectura se deben restar 20 lux así:

Intervalo: 0-500

Conclusión: Se le suma 20 lux al tercer, cuarto y quinto dígito (437), de esta forma la segunda lectura corresponde al valor de: $(437+20 = \underline{457})$



n_2 = Segunda lectura resultante del estudio de la iluminación hecho por Colortex:457lux

- **Cálculo para la tercera lectura:**

El cálculo correspondiente para determinar la tercera lectura (n_3) se debe hacer de la siguiente forma:

$$n_3 = \frac{n_1 + n_2}{2}$$

n_1 = Primera lectura

n_2 =Segunda lectura

Para el ejemplo se tiene especificado los siguientes resultados:

n_1 =437

n_2 =457

De donde se obtiene:

$$n_3 = \frac{437 + 457}{2}$$

$$n_3 =447$$

n_3 = Tercera lectura resultante del estudio de la iluminación hecho por Colortex: 447 lux.

- **Cálculo para la cuarta lectura:**

Para obtener el valor de la cuarta lectura (n_4), se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

$$n_4 = n_3 + 3$$

n_3 =Tercera lectura

n_4 =Cuarta lectura

De donde se obtiene:

$$n_4 = n_3 + 3$$

$$n_4 = 447 + 3$$

$$n_4 = 450$$

n_4 = Cuarta lectura resultante del estudio de la iluminación hecho por Colortex: 500 lux.

- **Cálculo para la quinta lectura:**

Para obtener el valor de la quinta lectura (n_5), se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

$$n_5 = n_3 - 3$$

n_3 = Tercera lectura

n_5 = Quinta lectura

De donde se obtiene:

$$n_5 = n_3 - 3$$

$$n_5 = 447 - 3$$

$$n_5 = 444$$

n_5 = Quinta lectura resultante del estudio de la iluminación hecho por Colortex: 444 lux.

En la siguiente tabla se muestran todas las lecturas obtenidas siguiendo las indicaciones mencionadas anteriormente, dando como resultado:



Lectura	Iluminación encontrada (Lux)
1	437
2	457
3	447
4	450
5	444

Tabla 19. Valores correspondientes para las cinco lecturas calculadas en corte

NOTA: Las lecturas para el puesto de trabajo (corte) se deben realizar como está descrito en el procedimiento anterior pero teniendo en cuenta su código de estudiante.

- **PUESTO DE TRABAJO NÚMERO 2:** Costura

Los trabajadores que laboran en esta sección desarrollan tareas que exigen requerimientos visuales difíciles.

Para obtener las lecturas de este puesto de trabajo, el estudiante debe tener presente su código; a continuación se explica con un ejemplo como se debe tomar cada lectura.

- **Datos:**

Estudiante: Pepito

Código: 2073208

- **Cálculo para la primera lectura:**

Para obtener la primera lectura, el estudiante debe tomar el quinto, sexto y séptimo dígito de su código, de la siguiente forma:

Código: 2073208

n_1 = Primera lectura resultante del estudio de iluminación hecho por Colortex:
208.

- **Cálculo para la segunda lectura:**

El cálculo de la segunda lectura que se tomará como objeto de estudio dentro de este análisis, se llevará a cabo con el mismo código del estudiante pero teniendo en cuenta una tabla de intervalos, como se aprecia a continuación:

Código: 2073208

n_1 = Primera lectura: 208

n_2 = **Segunda lectura:** para obtener este valor, el estudiante debe dirigirse a la tabla (Ver tabla 18)

Intervalo	Luxes que se adicionan
0-500	+30
501-1000	-30

Tabla 20.Resultados del estudio de iluminación en la sección corte.

El valor 208 (primera lectura), se encuentra en el intervalo de 0-500 como se puede observar es el intervalo resaltado en la tabla de color amarillo y siguiendo a esta indicación se tiene que para la segunda lectura se deben sumar lux así:

Intervalo: 0-500

Conclusión: Se le suma 30 lux al quinto, sexto y séptimo dígito (208), de esta forma la segunda lectura corresponde al valor de: $(208+30 = \underline{238})$

Segunda lectura resultante del estudio de la iluminación hecho por Colortex: 238lux



- **Cálculo para la tercera lectura:**

El cálculo correspondiente para determinar la tercera lectura (n_3) se debe hacer de la siguiente forma:

$$n_3 = \frac{n_1 + n_2}{2}$$

n_1 = Primera lectura

n_2 = Segunda lectura

Para el ejemplo se tiene especificado los siguientes resultados:

n_1 = 208

n_2 = 238

De donde se obtiene:

$$n_3 = \frac{208 + 238}{2}$$

$$n_3 = 223$$

Tercera lectura resultante del estudio de la iluminación hecho por Colortex: 223 lux.

- **Cálculo para la primera lectura:**

Para obtener el valor de la cuarta lectura (n_4), se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

$$n_4 = n_3 + 3$$

n_3 = Tercera lectura

n_4 = Cuarta lectura

De donde se obtiene:

$$n_4 = n_3 + 3$$

$$n_4 = 223 + 3$$

$$n_4 = 226$$

Cuarta lectura resultante del estudio de la iluminación hecho por Colortex: 226 lux.

- **Cálculo para la quinta lectura:**

Para obtener el valor de la quinta lectura (n_5), se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

$$n_5 = n_3 - 3$$

n_3 =Tercera lectura

n_5 = Quinta lectura

De donde se obtiene:

$$n_5 = n_3 - 3$$

$$n_5 = 223 - 3$$

$$n_5 = 220$$

Quinta lectura resultante del estudio de la iluminación hecho por Colortex: 220 lux.

En la siguiente tabla se muestran todas las lecturas obtenidas siguiendo las indicaciones mencionadas anteriormente, dando como resultado:

Lectura	Iluminación encontrada (Lux)
1	208
2	238
3	223
4	226
5	220

Tabla 21. Resultados del estudio de iluminación en la sección costura.

NOTA: Las lecturas para el puesto de trabajo (costura) se deben realizar como está descrito en el procedimiento anterior pero teniendo en cuenta su código como estudiante.



- **Teniendo en cuenta lo anterior calcular, para cada puesto de trabajo:**
 - a. El nivel de iluminación promedio para cada puesto de trabajo, según los valores límites permitidos.
 - b. El grado de riesgo.
 - c. El porcentaje de iluminación.
 - d. Utilizando la escala cualitativa para obtener el nivel de iluminación especifique si este se encuentra adecuado ó no para el sitio de trabajo analizado.
 - e. Recomendaciones.

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

Teniendo en cuenta cada una de las indicaciones descritas en la práctica y luego de realizar cada uno de los ejercicios, el estudiante procede a corroborar los resultados en el software labview. El informe generado de esta primera parte de prácticas de laboratorio (iluminación) se entregará en forma individual y debe tener la siguiente estructura:

- Introducción.
- Descripción del procedimiento utilizado para solucionar los ejercicios.
- Resultados de todos los ejercicios propuestos.
- Anexo del informe generado por el programa labview para la medición del factor de riesgo físico (iluminación).
- Conclusiones.
- Bibliografía.

SEGUNDA PARTE

MANEJO Y APLICACIÓN DEL EQUIPO

LUXÓMETRO

MANEJO Y APLICACIÓN DEL LUXÓMETRO

Equipo para medir el nivel de iluminación

Para efectuar las mediciones correspondientes de iluminación se emplea un equipo denominado Luxómetro, constituido básicamente por una célula fotoeléctrica que bajo la acción de la luz genera una corriente eléctrica medida en miliamperios. El cuadrante del miliamperímetro se encuentra graduado directamente en lux o en bujías-pies (Foot – Candle), que equivale a 10.76 lux.

Para que las indicaciones en estos equipos sean correctas deben reaccionar a la luz de igual forma que al ojo humano por lo que deben tener una curva de sensibilidad similar a la respuesta del ojo; para conseguir esto, se manejan filtros coloreados que rectifican la curva de sensibilidad del aparato, razón por la cual se dice que el Luxómetro o iluminómetro es de célula corregida.

Los equipos son muy sensibles a altas temperaturas y al deterioro mecánico, es por esto que la célula regularmente se encuentra protegida en su parte superior con cristal plano resistente, lo que ocasiona que la luz incidente oblicuamente no pueda medirse correctamente debido a la reflexión en el cristal.

Para el desarrollo de esta práctica se utilizará como equipo de medición el luxómetro marca EXTECH modelo HD450.



Figura 26. Luxómetro

MANEJO DEL EQUIPO DE MEDICIÓN

El nivel de iluminación se mide en «Lux» y el aparato para efectuar la medición es el luxómetro, que convierte la energía luminosa en una señal eléctrica, que posteriormente se amplifica y permite una fácil lectura en una escala de lux calibrada. Las mediciones deben hacerse con los muebles, equipos y personal en sus posiciones habituales. El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm del suelo, y en el de las vías de circulación a nivel del suelo, además se sugiere tomar estos valores preferiblemente en el horario de 5 pm a 6 pm.

Para llevar a cabo esta práctica se deben tener en cuenta las siguientes pautas:

1. El estudiante debe tomar el equipo de medición (Luxómetro) y encenderlo por medio del interruptor.
2. El interruptor se debe colocar en modo tipo de respuesta; es importante tener en cuenta que para la práctica se debe utilizar Fast en la escala de Luxes.
3. El sensor de luz se debe situar en el lugar donde se va a realizar la medición.
4. El estudiante debe mirar en el Display la lectura arrojada por el equipo; si esta indica un 1 significa que se encuentra fuera del rango, por lo tanto se debe buscar la escala adecuada usando el mismo interruptor de encendido.
5. Al finalizar la medición, es importante que se apague el luxómetro, se guarde en el maletín ó estuche, para luego ser ubicado en el lugar que le corresponde.

MATERIALES E INSTRUMENTOS A UTILIZAR DURANTE LA PRÁCTICA

Para llevar a cabo el estudiante debe contar con los siguientes materiales e instrumentos:

- Luxómetro EXTECH modelo HD450, ver figura 26.
- Un flexómetro.
- Formato (registro de mediciones de los niveles de iluminación), ver tabla 22.
- Programa para calcular el nivel de iluminación (Labview), ver figura 27.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 REGISTRO DE MEDICIONES DE ILUMINACIÓN

Estudiante: _____
 Fecha: _____
 Equipo: _____ Número de Puntos: _____
 Marca: _____
 Modelo: _____
 Cabina N. _____

Lecturas	Cabina N. ____
1	
2	
3	
4	
5	
Promedio	
Observaciones	

Tabla 22. Formato registro de mediciones niveles de iluminación.

- **Programa para calcular el nivel de iluminación**

Este programa se elaboro con el propósito de crear una herramienta que le facilite al estudiante desarrollar su práctica de laboratorio, en donde se puedan efectuar todos los cálculos correspondientes a las mediciones de iluminación, teniendo en cuenta las normativas por las que se rigen dichas mediciones, con base al marco teórico y los resultados generados por el programa los estudiantes podrán generar una serie de recomendaciones que ayuden a mejorar las condiciones de iluminación en los diferentes puestos de trabajo.

El programa se desarrollo en el software LABVIEW, debido a que éste aporta un ambiente de desarrollo gráfico con funciones integradas para realizar adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de mediciones y presentaciones de los mismos; además de que ofrece una gran ventaja en el momento de su programación y ejecución debido a que da la flexibilidad de un poderoso ambiente de programación sin la complejidad de los ambientes tradicionales.



NÚMERO DE PUESTO --->	1	2	3
Nombre del puesto de trabajo	Encuadernación	Asistente administrativo	Revisión mecánica
Nivel de iluminación encontrado	750	350	740
Nivel mínimo de iluminación	300	200	750
Nivel recomendado de iluminación	500	300	1000
Nivel máximo de iluminación	750	500	1500
Porcentaje de iluminación	152	117	74
Grado de riesgo	52	17	26
Tipo de iluminación	NATURAL	ARTIFICIAL	MIXTA
Nivel de iluminación	EXCESIVO	ADECUADO	DEFICIENTE

RECOMENDACIONES

GENERAR INFORME FINALIZAR

Figura 27. Programa para el cálculo del nivel de iluminación

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Conocer la fundamentación teórica que esta práctica exige.
2. Realizar la puesta a punto del Luxómetro
3. Dirigirse a cada uno de los sitios de trabajo que se encuentran ubicados en el Laboratorio de Higiene Industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (Cabina N.1, Cabina N.2, Cabina N.3, Cabina N.4 y Cabina N.5) para realizar las mediciones correspondientes. A continuación se describen cada una de las cabinas en donde se van a llevar a cabo las respectivas mediciones:

Descripción de las cabinas

CABINA N. 1

CABINA N.1
Puesto de trabajo : Encuadernación



Figura 28. Vista frontal



Figura 29. Vista superior

- **Descripción de la cabina N.1:** Esta cabina representa el centro de trabajo (Encuadernación) y cuenta con un área de 2.25m² (1.5m × 1.5m), en ella se representa la actividad (trabajos de impresión y encuadernación de libros); para el desarrollo de esta actividad se cuenta con un trabajador (sexo femenino) de 32 años de edad, con un turno de 8 horas diarias (8am -12 m y 2 pm-6 pm). Es importante aclarar que la persona encargada de esta actividad labora de pie que este tipo de tarea necesita de requisitos visuales difíciles.

Este centro de trabajo cuenta con paredes de textura lisa, color rosa (marca pintuco), la baldosa del piso es de color blanco; respecto a la iluminación se cuenta con una lámpara de descarga (lámpara fluorescente circular) y además este sitio cuenta con una ventana que proporciona luz natural.

El área de encuadernación cuenta con una mesa tipo trapecio cuya base se encuentra fabricada en madera con dimensiones (base mayor: 76 cm, base menor: 37 cm, ancho: 50 cm y altura: 80 cm); sobre la pared se encuentran ubicadas dos repisas de madera (55cm x 30cm x 25cm) en donde el trabajador tiene acceso a los elementos necesarios para desempeñar dicha labor (emparejador, hojas, pegante rojo y blanco, bisturí, talco, secador, pesas para colocar sobre las hojas y una brocha).

CABINA N.2

CABINA N.2
Puesto de trabajo: Producción de calzados

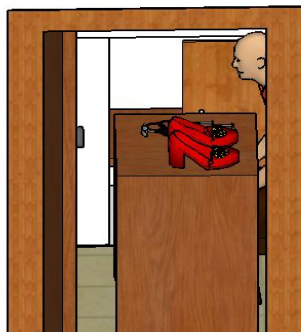


Figura 30. Vista frontal



Figura 31. Vista superior



- **Descripción de la cabina N.2:** Esta cabina representa la actividad (industria del cuero) y describe el centro de trabajo producción de calzado en la sección pegado desuelas, cuenta con un área de $2.25m^2$ ($1.5m \times 1.5m$). Para desarrollar esta actividad se cuentan con dos trabajadores (sexo masculino) contratados como guarnecedores; adicional a esto, el trabajador del primer turno tiene 20 años y quien está a cargo del segundo turno tiene 39 años, ellos realizan sus labores diarias en un tiempo de 4 horas por turno (turno 1: 8am -12m; turno 2: 2pm - 6pm).

Respecto a las condiciones del puesto de trabajo, éste cuenta con paredes de textura rugosa color mocasín (marca pintuco), la baldosa del piso de la cabina es de color blanco; en cuanto a la iluminación de éste sitio se utiliza una lámpara incandescente de 60w ubicada sobre el techo, y además este sitio cuenta con una ventana que proporciona luz natural.

Este centro de trabajo cuenta con una mesa de acero inoxidable dimensiones ($40cm \times 41cm \times 69cm$) ubicada en el extremo derecho de la cabina y se encuentra un butaco de madera con dimensiones ($25cm \times 27cm \times 38cm$) dispuesta para el trabajador; además en la pared está situada una repisa de madera ($55cm \times 30cm \times 25cm$) en donde el trabajador podrá tener acceso a todos materiales requeridos para efectuar esta tarea (pegamento amarillo y diferentes referencias de suelas). Esta actividad se desarrolla teniendo en cuenta que los requisitos visuales para la misma son de tipo exigente ó bien conocidos como trabajo con requerimientos visuales exigente.

CABINA N.3

CABINA N.3
Puesto de trabajo: Oficina



Figura 32. Vista frontal



Figura 33. Vista superior

- **Descripción de la Cabina N.3:** Esta cabina representa el centro de trabajo (Oficina) y cuenta con un área de trabajo de 2.25m² (1.5m x 1.5m), para llevar a cabo esta actividad se contrata a un solo trabajador (sexo femenino) quien labora como secretaria en un turno de 8 horas (8am -12 m y 2 pm-6 pm) y cuya edad está alrededor de los 35 años.

Para efectuar esta tarea de tipo administrativo, el trabajador necesita contar con requerimientos visuales medianos, según lo estipulado por la norma ISO 8995.

Las condiciones del espacio son las siguientes:La baldosa del piso de la cabina es de color blanco, las paredes de la oficina se encuentran en buen estado recubiertas con pintura de color nieve (marca pintuco), textura lisa; respecto a la iluminación del sitio se encuentran ubicadas en el techo dos luminarias de tipo (Nave alta) y además cuenta con una ventana que proporciona luz natural al ambiente de trabajo.

En cuanto al acondicionamiento de éste centro de trabajo se cuenta con un escritorio de dimensiones (70 cmx 95 cmx90 cm) y de espesor: 15 mm,situada en el extremo izquierdo de la cabina en donde se encuentran accesorios básicos para una oficina (computador, impresora, folders, papeles, sobres, plumas), además de esto el trabajador tiene a su disposición una silla ejecutiva que le permite desplazarse más rápidamente con dimensiones (52cmx45cmx60cm).

CABINA N. 4



Figura34. Vista frontal

Figura 35. Vista superior



- Descripción de la cabina N.4:** Esta cabina representa un taller de ensamble de aparatos electrónicos y cuenta con un área de 2.355m² (1.5m x 1.57m). En el desarrollo de esta actividad se encuentra un trabajador (sexo masculino) de 45 años de edad contratado como ingeniero electrónico, quien labora en un turno de 8 horas (8am -12 m y 2 pm-6 pm).

Esta actividad exige que el trabajador cuente con requerimientos visuales especiales para así poder cumplir efectivamente su labor.

En el techo del puesto de trabajo está ubicada una lámpara fluorescente tubular con tecnología T-10, lo que significa que el sitio de trabajo cuenta con un tipo de luz artificial. Respecto a las condiciones del área de trabajo se cuenta con una baldosa de color blanco, paredes de color amarillo claro (marca pintuco) con textura rugosa. Esta área está condicionada con una mesa de plástico rimax de color blanco con dimensiones (diámetro 60 cm x alto: 70 cm) ubicada en el extremo izquierdo de la cabina, también se encuentra situada una silla de dimensiones (52cm x 43cm x 42cm), disponible para el trabajador, en la pared está situada una repisa de madera a 28 cm de la mesa en donde se encuentran todas las herramientas que se requieren para que el trabajador pueda efectuar sus tareas.

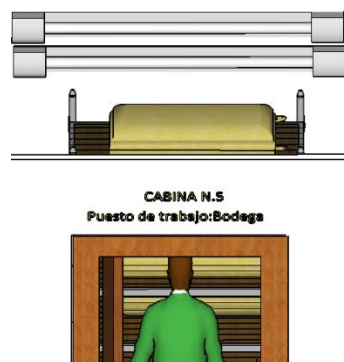


Figura 36. Vista frontal

CABINA N.5



Figura 37. Vista superior

- **Descripción de la cabina N.5:** Esta cabina representa el centro de trabajo (Bodega general de despacho) que cuenta con un área de 2.355m² (1.5m x 1.57m). En este centro de trabajo se encuentra un operario de 30 años (sexo masculino) contratado como auxiliar de bodega quien labora en un turno de 10 horas (8pm – 6am). Esta actividad demanda requisitos visuales simples para su total cumplimiento.

Las paredes de la bodega son de color concha de mar (marca pintuco), la baldosa del piso de la cabina es de color blanco y presentan una textura lisa; en el techo de este centro de trabajo se encuentran ubicadas dos lámparas fluorescentes tubulares con tecnología T-8, lo que quiere decir que esta cabina cuenta con luz artificial. En este sitio hay dos almacenajes selectivos (Estantería paletización convencional) con dimensiones (0.8m x 0.5m x 1.6m), ideal para adaptarse a cualquier espacio, peso o tamaño de la mercancía a almacenar.

4. Ubicar el Luxómetro sobre la superficie de trabajo en donde se desarrolle la mayor jornada laboral y tomar una lectura durante dos minutos para dos escenarios planteados dentro de la misma cabina, como se describe a continuación:

Puesto de trabajo: Oficina

Primer escenario: El trabajador se encuentra sentado desarrollando su labor con la luz encendida y las persianas abiertas.

Segundo escenario: El trabajador se encuentra sentado desarrollando su labor con la luz encendida y las persianas cerradas.

Medición: Debe tomarse una lectura durante dos minutos para el primer escenario y otra lectura registrada en el mismo tiempo para el segundo escenario.



5. Establecer en el puesto de trabajo evaluado, las características del sitio, las fuentes de luz y las características de las lámparas allí utilizadas para lo cual se debe completar el siguiente formato o tabla:

Tabla 23. Información del puesto de trabajo.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
SITIOS DE TRABAJO	Cabina N. ____
Dimensiones del sitio de trabajo	
Tipo de luminarias	
Número de luminarias	
Tipo de lámparas	
Número de lámparas	
Estado de conservación de las luminarias	
Estado de conservación de las lámparas	
Colores de piso, paredes y techo	
Actividad que se desarrolla en el lugar de trabajo	

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

Realizar un informe teniendo en cuenta los siguientes ítems:

1. Introducción.
2. Actividades realizadas durante la sesión de clase:
 - Descripción del procedimiento para la toma de medidas.
 - Anexar la tabla de recolección de datos.

- Realizar un bosquejo del área de trabajo mostrando la ubicación del trabajador, las luminarias, entradas de luz natural (si las hay), los elementos que hacen parte del puesto de trabajo y la posición de la persona al momento de tomar la lectura.
- Determinar el número de personas expuestas al nivel de iluminación medido y realizar una propuesta donde se especifique cual sería la mejor forma de ubicación de las luminarias o del trabajador para mantener el nivel de iluminancia adecuada de manera que la salud del trabajador no se encuentre afectada.

3. Conclusiones de la práctica.

4. Recomendaciones propuestas en base a los resultados obtenidos.

5. Bibliografía.



TERCERA PARTE

TRABAJO DE CAMPO

TRABAJO DE CAMPO

IMPORTANCIA DE LA ILUMINACIÓN EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO

Hoy por hoy, uno de los elementos de suma importancia dentro de la mayoría de actividades cotidianas, llámense recreativas, empresariales, hogareñas, sociales e industriales lo constituye un factor de riesgo físico al que se le conoce como iluminación. Las empresas deben tener presente la importancia que la iluminación tiene en cualquier proceso, puesto que una iluminación inadecuada origina molestias e incomodidades que pueden deteriorar la salud del trabajador y a la vez puede ser causante de accidentes ó enfermedades laborales.

De esta forma, una adecuada iluminación en los puestos de trabajo permite que el trabajador aumente su labor productiva logrando así buena eficiencia y un resultado favorable para la empresa.

Criterios de valoración

Por otra parte, es importante reconocer que cada sitio de trabajo y cada actividad requiere de una iluminación distinta y que se debe hacer la mejor elección de luminarias, lámparas y distribución de los mismos para conseguir los niveles adecuados de iluminación.

En la tabla (Ver tabla 23) se presentan los criterios de valoración adoptados según la Norma ISO 8995 “Principios de Ergonomía Visual – La iluminación de los sistemas de trabajo en interiores” – Página 78 del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), los cuales permiten una comparación cualitativa con los niveles de iluminación encontrados. Además en esta misma tabla se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR).



TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR	MINIMO	MEDIO	MÁXIMO
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños	25	100	150	200
Almacenes, bodegas	25	100	150	200
Talleres de ensamble				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000
Procesos Químicos				
Procesos automáticos		50	100	150
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	200
Áreas generales en el interior de las fábricas	25	200	300	500
Cuartos de control, laboratorios	19	300	500	750
Industria farmacéutica	22	300	500	750
Inspección	19	500	750	1000
Balanceo de colores	16	750	1000	1000
Fabricación de llantas de caucho	22	300	500	750
Fábricas de confecciones				

Costura	22	500	750	1000
Inspección	16	750	1000	1500
Prensado	22	300	500	750
Industria Eléctrica				
Fabricación de cables	25	200	300	500
Ensamble de aparatos telefónicos	19	300	500	750
Ensamble de devanados	19	500	750	1000
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	19	750	1000	1500
Ensamble De elementos de Ultra precisión componentes electrónicos	16	1000	1500	2000
Industria Alimenticia				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Proceso automáticos		150	200	300
Decoración manual, inspección	16	300	500	750
Fundición				
Pozos de fundición	25	150	200	300
Moldeado basto, elaboración basta de machos	25	200	300	500
Moldeo fino, elaboración de machos inspección	22	300	500	750
Trabajo en vidrio y cerámica				
Zona de hornos	25	100	150	200
Recintos de mezcla, moldeo conformado y estufas	25	200	300	500
Terminado, esmaltado, envidriado	19	300	500	750
Pintura y decoración	16	500	750	1000
Afilado, lentes y cristalería, trabajo fino	19	750	1000	1500
Trabajo en hierro y acero				
Plantas de producción que no		50	100	150



requieren intervención manual				
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	28	100	150	250
Plantas de trabajo permanentes en planta de producción	25	200	300	500
Plataformas de control de inspección	22	300	500	750
Industria del cuero				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Prensado, corte, costura y producción de calzado	22	500	750	1000
Clasificación, adaptación y control de calidad	19	750	1000	1500
Taller de mecánica y de ajuste				
Trabajo Ocasional	25	150	200	300
Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura	22	200	300	500
Maquinado y trabajo de media precisión en banco, máquinas generalmente automáticas	22	300	500	750
Maquinado y trabajo fino en banco, máquinas automáticas finas, inspección y ensayos	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, calibración e inspección de partes pequeñas muy complejas	9	1000	1500	2000
Talleres de pintura y casetas de rociado				
Inmersión, rociado basto	25	300	300	500
Pintura ordinaria, rociado y terminado	22	300	500	750
Pintura fina, rociado y terminado	19	500	750	1000
Retoque y balanceo de colores	16	750	1000	1500

Fábricas de papel				
Elaboración de papel y cartón	25	200	300	500
Procesos automáticos	-	150	200	300
Inspección y clasificación	22	300	500	750
Trabajos de impresión y encuadernación de libros				
Recintos con máquinas de impresión	19	300	500	750
Cuartos de composición y lecturas de prueba	19	500	750	1000
Pruebas de precisión, retoque y grabado	16	750	1000	1500
Reproducción del color e impresión	19	1000	1500	2000
Grabado con acero y cobre	16	1500	2000	3000
Encuadernación	22	300	500	750
Decoración y estampado	19	500	750	1000
Industria Textil				
Rompimiento de la paca, cardado, hilado	25	200	300	500
Giro, embobinado, enrollamiento peinado, tintura	22	300	500	750
Balanceo, rotación(conteos finos)entretejido, tejido	22	500	750	1000
Costura, desmonte o inspección	19	750	1000	1500
Talleres de madera y fábrica de muebles				
Aserraderos	25	150	200	300
Trabajo en banco y montaje	25	200	300	500
Maquinado de madera	19	300	500	750
Terminado e inspección final	19	500	750	1000
Oficinas				
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	19	300	500	750
Oficinas abiertas	19	500	750	1000
Oficinas de dibujo	16	500	750	1000

Salas de conferencia	19	300	500	750
Centros de atención médica				
<i>Salas</i>				
Iluminación General	22	50	100	150
Examen	19	200	300	500
Lectura	16	150	200	300
Circulación nocturna	22	3	5	10
<i>Salas de examen</i>				
Iluminación General	19	300	500	750
Inspección local	19	750	1000	1500
<i>Terapia Intensiva</i>				
Cabecera de la cama	19	3	50	100
Observación	19	200	300	500
Estación de enfermería	19	200	300	500
<i>Salas de operación</i>				
Iluminación General	19	500	750	1000
Iluminación local	19	10000	30000	100000
<i>Salas de autopsia</i>				
Iluminación General	19	500	750	1000
Iluminación local		5000	10000	15000
<i>Consultorios</i>				
Iluminación General	19	300	500	750
Iluminación local	19	500	750	1000
<i>Farmacia y laboratorios</i>				
Iluminación General	19	300	400	750
Iluminación local	19	500	750	1000
Almacenes				
<i>Iluminación General:</i>				
En grandes centros comerciales	19	500	750	1000
Ubicados en cualquier parte	22	300	500	750
Supermercados	19	500	750	1000
Colegios y Centros educativos				

<i>Salones de clase</i>				
Iluminación General	19	300	500	750
Tableros	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
<i>Salas de conferencias</i>				
Iluminación General	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Tabla 24. Valores límites de la iluminación para las áreas de trabajo dentro de las empresas.

MATERIALES E INSTRUMENTOS A UTILIZAR DURANTE LA PRÁCTICA

Para llevar a cabo el estudiante debe contar con los siguientes materiales e instrumentos:

- Luxómetro EXTECH modelo HD450, ver figura 26.
- Un flexómetro.
- Formato (registro de mediciones de los niveles de iluminación), ver tabla 25.
- Programa para calcular el nivel de iluminación (Labview), ver figura 27.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

REGISTRO DE MEDICIONES DE ILUMINACIÓN

Integrantes: _____

Fecha: _____

Equipo: _____

Marca: _____

Modelo: _____

Número de Puntos: _____

Lectura	Puesto de trabajo A _____	Puesto de trabajo B _____
1		
2		
3		
4		
5		
Promedio		
Observaciones		

Tabla 25. Formato registro de mediciones niveles de iluminación.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Conocer la fundamentación teórica que esta práctica exige.
2. Elegir una empresa en donde le permitan realizar la medición de iluminación en dos puestos de trabajo que a su juicio considere presenten condiciones inadecuadas ó críticas para desarrollar las actividades diarias.
3. Dirigirse a cada uno de los sitios de trabajo (A y B) que usted ha seleccionado dentro de la empresa para realizar las mediciones correspondientes.
4. Encuestar a la persona encargada del puesto de trabajo que se va a analizar, utilizando la guía sobre el nivel de iluminación en el lugar de trabajo, ver tablas 27,28 y 29.
5. Realizar la puesta a punto del Luxómetro.
6. Ubicar el Luxómetro sobre la superficie de trabajo en donde se desarrolle la mayor jornada laboral y tomar dos lecturas arrojadas por el aparato de medición en cada uno de los sitios de trabajo.
7. Establecer en el puesto de trabajo evaluado, las características del sitio, las fuentes de luz y las características de las lámparas allí utilizadas para lo cual se debe completar el siguiente formato o tabla:

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Dimensiones del sitio de trabajo	
Tipo de luminarias	
Número de luminarias	
Tipo de lámparas	
Número de lámparas	
Tipo de luz	
Estado de conservación de las luminarias	



Estado de conservación de las lámparas	
Colores de piso, paredes y techo	
Actividad que se desarrolla en el lugar de trabajo	
Número de personas a cargo de la labor	
Edad del trabajador	

Tabla 26. Formato registro de datos

GUÍA DE CONTROL PARA EL ESTUDIO DE LA ILUMINACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES

Esta guía tiene como finalidad que el estudiante pueda obtener información un poco más detallada del puesto de trabajo a analizar, además de los resultados arrojados por la medición; el estudiante podrá apoyarse en estas respuestas para poder concluir, recomendar y proponer mejorar para el sitio objeto de estudio.

La escala de valoración que se utilizará para llevar a cabo este análisis es la siguiente:

CRITERIO DE VALORACIÓN	VALOR ASIGNADO
Aceptable	70 – 100
Regular	41-69
Deficiente	0-40

Tabla 27. Criterios de valoración niveles de ruido en el lugar de trabajo

**CUESTIONARIO SOBRE LA ILUMINACIÓN EN EL LUGAR DE TRABAJO
DIRIGIDA A LOS TRABAJADORES**

Área de trabajo: _____ Personas afectadas: □□□

Aplicado por: _____ Fecha: □□□

Fecha próxima revisión: □□□

1. ¿Siente la vista cansada o dolores de cabeza en su trabajo?	SÍ	NO
2. ¿Considera adecuada la iluminación en su sitio de trabajo?	SÍ	NO
3. ¿Se han generado accidentes por una iluminación inadecuada?	SÍ	NO
4. ¿En algunas ocasiones usted adopta posturas forzadas por causa de una iluminación inadecuada?	SÍ	NO
5. ¿Las actividades que desarrolla en su jornada laboral que requieren esfuerzos visuales los efectúan siempre los mismos trabajadores/as?	SÍ	NO

Tabla 28. Cuestionario dirigido a los trabajadores



CUESTIONARIO SOBRE LA ILUMINACIÓN EN AMBIENTES DE TRABAJO				
<p>Área de trabajo: _____ Personas afectadas: □□□</p> <p>Aplicado por: _____ Fecha: □□□</p> <p>Fecha próxima revisión: □□□</p>				
<p>1. ¿Es adecuada la iluminación en cada lugar de trabajo para la actividad que se desarrolla?</p>	<table border="1"> <tr> <td style="width: 30px; height: 30px;">A</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">R</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
<p>2. ¿En la mayoría de los puestos de trabajo se cuenta con iluminación natural?</p>	<table border="1"> <tr> <td style="width: 30px; height: 30px;">A</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">R</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
<p>3. ¿Sólo se aprovecha la iluminación artificial en las ocasiones en que la luz natural por sí misma no cubre las necesidades de la actividad a efectuar?</p>	<table border="1"> <tr> <td style="width: 30px; height: 30px;">A</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">R</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
<p>4. ¿Existe alumbrado de emergencia?</p>	<table border="1"> <tr> <td style="width: 30px; height: 30px;">A</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">R</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
<p>5. ¿En los puestos de trabajo la iluminación está repartida de manera uniforme?</p>	<table border="1"> <tr> <td style="width: 30px; height: 30px;">A</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">R</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
<p>6. ¿Los sistemas de iluminación cumplen los requisitos establecidos por la normativa respecto a la protección frente a riesgos eléctricos?</p>	<table border="1"> <tr> <td style="width: 30px; height: 30px;">A</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">R</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		
<p>7. ¿A las luminarias ó puntos de luz se les realiza el mantenimiento preventivo?</p>	<table border="1"> <tr> <td style="width: 30px; height: 30px;">A</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">R</td> <td style="width: 30px; height: 30px;">D</td> </tr> </table>	A	R	D
A	R	D		

Tabla 29. Cuestionario dirigido a los ambientes de trabajo

Luego de realizar las respectivas observaciones, mediciones y encuestas determinadas para los sitios de trabajo objeto de estudio, se procede a valorar mediante una escala (correcta, mejorable, deficiente y muy deficiente) cada una de las respuestas obtenidas.

EVALUACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

De acuerdo a su análisis, usted colocará el número de la pregunta al cual le corresponde cada criterio y posteriormente recomendará las acciones para corregir las falencias existentes en estos sitios de trabajo.

CRITERIOS DE VALORACIÓN			
CORRECTA	MEJORABLE	DEFICIENTE	MUY DEFICIENTE
ACCIONES PARA CORREGIR LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS			

Tabla 30. Escala de valoración para el análisis de respuestas.

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

Realizar un informe teniendo en cuenta los siguientes ítems:

1. Introducción, en la cual se deben especificar los siguientes ítems:
 - Antecedentes de la empresa evaluada (Razón Social, dirección, número de trabajadores)



- Descripción de las actividades y/o puestos de trabajo involucrados en la exposición a la iluminación que usted considere conveniente como áreas de estudio durante esta práctica y tiempos diarios asociados a éstos.
 - Identificación de las condiciones a las cuales se encuentra expuesto un trabajador durante su jornada laboral en los puestos de trabajo elegidos para su análisis.
2. Actividades realizadas durante la sesión de clase:
 - Descripción del procedimiento para la toma de medidas.
 - Anexar la tabla de recolección de datos.
 - Realizar un bosquejo del área de trabajo mostrando la ubicación del trabajador, las luminarias, entradas de luz natural (si las hay), los elementos que hacen parte del puesto de trabajo y la posición de la persona al momento de tomar la lectura.
 - Determinar el número de personas expuestas al nivel de iluminación medido y realizar una propuesta donde se especifique cual sería la mejor forma de ubicación de las luminarias o del trabajador para mantener el nivel de iluminancia adecuada de manera que la salud del trabajador no se encuentre afectada.
 3. Conclusiones de la práctica.
 4. Recomendaciones propuestas en base a los resultados obtenidos.
 5. Bibliografía.

PRÁCTICA # 3

TEMPERATURA





PRIMERA PARTE

CONCEPTOS BÁSICOS

CONCEPTOS BÁSICOS

CALOR: Energía expresada en términos cuantitativos por la variable temperatura y cuyo aumento en un cuerpo o material está directamente relacionado con el incremento de la energía cinética de las partículas que lo componen.

CALOR RADIANTE(R): Forma de calor transmitido por ondas electromagnéticas (principalmente de rango de infrarrojo de onda larga), por lo que no requiere un medio material para su transferencia; puede propagarse en el vacío. Depende de la emitancia de la superficie (capacidad de emisión de radiación de la superficie), área de la superficie emisora y diferencia a la cuarta potencia entre las temperaturas del cuerpo y del ambiente.

CALOR METABÓLICO: Se considera el calor metabólico (M) como la sumatoria del metabolismo basal (MB), las adiciones derivadas de la posición (MI) y el tipo de trabajo (MII), por lo que:

$$M= MB+MI + MII$$

Su cálculo se efectúa por medio de tablas teniendo en cuenta la posición en el trabajo y el grado de actividad.

CARGA DE CALOR AMBIENTAL: Representada por los valores correspondientes a la temperatura de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco y temperatura de globo: todo esto es aplicable solo cuando se trabaja bajo exposición solar.

CARGA METABÓLICA: Se define un índice TLV (valor permisible promedio) para la sobrecarga térmica. Expresa un valor por debajo del cual el trabajador puede estar expuesto repetidamente en su sitio de trabajo sin efecto nocivo para la salud.

CARGA O SOBRECARGA TÉRMICA: Cantidad de calor que el organismo puede intercambiar con el ambiente y que ha de disiparse para mantener constante la temperatura interna. También se puede definir como la carga de calor neta a la que están expuestos los trabajadores por la contribución combinada de calor metabólico y de los factores

ambientales externos (temperatura del aire, humedad, calor radiante, velocidad del aire y el efecto de la vestimenta).

CARTA PSICOMETRICA: Es la representación gráfica de la relación entre la temperatura de bulbo seco, bulbo húmedo, humedad relativa, presión de vapor y la temperatura de condensación del agua.

CONDUCCIÓN (K): Forma de transferencia de calor, generalmente asociada al contacto entre elementos sólido, pero que también se presenta en fluidos. La dirección de flujo de calor es del material más caliente al frío (2). La transferencia depende de la conductividad térmica de los materiales, sección de flujo y diferencia de temperatura entre los puntos en contacto.

CONVECCIÓN(C): Forma de transferencia de calor asociada a fluidos, pero generalmente aplicada a la transferencia entre sólidos y fluidos y debida a variaciones de temperatura y cambios de densidad del medio. Depende del coeficiente convectivo (determinado por las características del fluido y de la superficie por la que este pasa), de la velocidad del aire y la diferencia de temperatura entre los medios de transferencia.

HUMEDAD: Medida de concentración de agua o vapor de agua en un sólido, un líquido o un gas. A continuación se presentan los tipos de humedad:

- **Humedad Absoluta:** Es la masa de agua o vapor de agua por unidad de volumen. En el caso del aire se expresa en g/m³.
- **Humedad Específica:** Es la relación entre la masa de agua o vapor de agua y la masa total. En el caso del aire se expresa en gramos de vapor de agua por kilogramo de aire húmedo.
- **Humedad Relativa:** Es la relación entre la masa de agua o vapor de agua que existe en un determinado volumen y la cantidad de agua o vapor de agua necesaria para que se sature dicho volumen a la misma temperatura. Se expresa en porcentaje (%).

PRESIÓN DE VAPOR (PWA): Es la presión a la cual el vapor pasa a su forma líquida, temperatura constante; se expresa en unidades de mm de Mercurio(Hg), torricelis o Kilo pascales.

TENSIÓN TÉRMICA: Es el conjunto de modificaciones fisiológicas o alteraciones patológicas consecutivas a la sobrecarga térmica. Corresponde a los posibles efectos en el organismo causados por la sobrecarga térmica.

TEMPERATURA AMBIENTE: Es la temperatura experimentada por una persona en un ambiente dado. Esta temperatura es el resultado del intercambio de calor por conducción y radiación.

TEMPERATURA EFECTIVA: Es un índice determinado experimentalmente, que incluye la temperatura, el movimiento del aire y la humedad. El intervalo normal es desde 18.3°C hasta 22.8°C, con una humedad relativa de 20% a 60%.

TEMPERATURA DE BULBO SECO (TBS): La temperatura de bulbo seco, o simplemente temperatura seca, mide la temperatura del aire sin considerar factores ambientales como la radiación, la humedad o el movimiento del aire, los cuales tienen el potencial de afectar significativamente la sensación térmica.

TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO NATURAL (TBH): La temperatura de bulbo húmedo, o simplemente temperatura húmeda, representa una forma de medir el calor en un sistema en el que interactúan un gas y un vapor, generalmente aire y vapor de agua. En términos más sencillos corresponde al valor de temperatura que toma en cuenta el efecto de la humedad ambiental y el correspondiente potencial de evaporación.

TEMPERATURA DE GLOBO (TG): Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera con características de 150 mm de diámetro, con una escala de medición en un intervalo de 20°C a 120°C.

VELOCIDAD DEL AIRE (V): Refleja el movimiento del fluido, en la unidad de tiempo en el lugar de la medición; se expresa en metros por segundo, pies por minuto, kilómetros por hora.

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

Con la realización de esta práctica se busca alcanzar los siguientes objetivos:



- Conocer y dominar los conceptos básicos del factor de riesgo físico (temperatura) con la finalidad de que el estudiante pueda aplicarlos en su desarrollo como Ingeniero industrial.
- Identificar las variables que intervienen en el cálculo del índice de riesgo por calor.
- Calcular el índice de riesgo por calor (WBGT), para los escenarios planteados en la práctica.
- Aprender a manejar las tablas y los gráficos correspondientes al estudio de las condiciones de temperatura en cualquier lugar objeto de estudio.
- Identificar los lugares en donde el nivel de exposición a la temperatura sea mayor y genere problemas que afecten la salud del trabajador.
- Reconocer los diferentes efectos a los cuales se encuentra expuesto un operario en el área de trabajo ocasionados por los niveles de temperatura inadecuados.
- Generar alternativas de mejora que permitan mantener los niveles de temperatura adecuados en los lugares de trabajo.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La temperatura, la humedad y la actividad del trabajo son los principales elementos que conforman un ambiente térmico; el resultado de la combinación de estos factores es lo que ocasiona diferentes grados de aceptabilidad en los ambientes.

Ambientes muy calurosos o muy fríos son condiciones extremas que pueden generar un riesgo a corto plazo y en la mayoría de ocasiones pueden producir disconfort térmico. Existen diferentes medios de regulación en el cuerpo humano que permiten evitar que la temperatura generada por el medio ambiente, por el funcionamiento orgánico y funcional del hombre (metabolismo) eleve su temperatura por encima de los rangos ideales, entre estos se puede señalar al calor metabólico producido por el cuerpo que genera calorías mediante las actividades físicas, , variando el ritmo, disipando el exceso de

calor, la magnitud de la circulación sanguínea y eliminación de agua a través de la piel mediante la transpiración.

Por otra parte, las altas temperaturas afectan las condiciones térmicas para el desarrollo de las actividades en los diferentes lugares ó centros de trabajo y a la vez alteran el buen funcionamiento orgánico del ser humano en niveles en donde pueden ser causa de incomodidad ó discomfort, manifestados en malestar y en la disminución de la capacidad laboral.

De esta forma, se puede decir que la temperatura es una variable física que indica el estado de la energía interna de un sistema que sirve para diferenciar un ambiente en cualquier puesto de trabajo, sus unidades están dadas en las escalas de medición **Celsius, Fahrenheit y Kelvin.**

°C	$5/9 \text{ °F} - 32$
°F	$\text{°C} * 9/5 + 32$
°K	$\text{°C} + 273.15$

Tabla 31. Cálculos de las escalas de medición de temperatura.

Calor y Temperatura

El calor se puede definir como la energía calorífica transferida entre dos sistemas mientras que la temperatura es la medida del contenido de calor de un cuerpo; por medio del contacto directo de la epidermis con diferentes objetos se pueden percibir sensaciones de frío o de calor dependiendo del lugar y condiciones ambientales en donde el trabajador se encuentre expuesto.

Transferencia de calor

La transferencia de calor es el proceso a través del cual se intercambia energía en forma de calor entre diferentes cuerpos, ó entre diferentes partes de un mismo cuerpo que se encuentran expuestos a diferentes niveles de temperatura.

La forma de transferencia de calor se lleva a cabo mediante tres mecanismos que son: Conducción, convección y radiación (ver definición en conceptos básicos), en la figura se pueden observar los fenómenos mencionados.

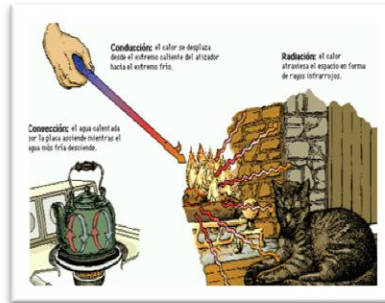


Figura 38. Formas de transferencia de calor.

Factores que intervienen en los efectos de la exposición a la temperatura

Entre los factores que intervienen en los efectos de la exposición a la que se somete un trabajador a altas temperaturas se tienen:

- Intensidad de la exposición.
- Tiempo de exposición.
- Aclimatación.
- Edad.
- sexo.
- Constitución corporal.
- Diferencias étnicas.
- Vestimenta.
- Aptitud física.

Efectos del calor

Cuando un trabajador se encuentra expuesto durante una jornada laboral a temperaturas muy altas se pueden presentar en él, alteraciones en su funcionamiento orgánico presentando los siguientes síntomas:

- Agotamiento.

- Anhidrosis.
- Aumento de la frecuencia cardíaca.
- Calambres.
- Deficiencia circulatoria.
- Deshidratación.
- Estrés térmico.
- Golpe de calor.

Control para mantener los niveles de temperatura

El control de los niveles de temperatura en los diferentes puestos de trabajo se puede llevar a cabo en la fuente generadora, en el medio transmisor o en el trabajador, de acuerdo con las condiciones y los recursos con que se cuenta.

Fuente:

- Utilización de las temperaturas mínimas que exija el proceso y mantenimiento de termostatos que controlen posibles picos (este método también es un importante reductor de costos energéticos).
- Adquisición de materias primas secas, para evitar los procesos de secado a calor.

En el medio:

Básicamente consiste en alejar al trabajador de la fuente de calor o de interponer materiales poco conductivos del calor entre la fuente y el trabajador.

Entre estos se mencionan los siguientes:

- Apantallamiento de focos radiantes (hornos).
- Aislamiento térmico mediante el empleo de materiales no conductores del calor.
- Encerramiento o aislamiento de procesos calientes.
- Determinación de tiempos y distancias de enfriamiento en procesos continuos.
- Agilizar la ventilación de los locales de trabajo procurando que el aire fresco entre por la parte inferior de la edificación y el caliente por la superior.



- Instalar sistema de aire acondicionado.

En el trabajador y/o receptor:

En el control de los niveles de temperatura en un trabajador y/o receptor se debe tener en cuenta la disminución de la carga metabólica resultante de la actividad física que éste realice, además de proporcionarle la indumentaria apropiada para ese lugar de trabajo; como algunas otras medidas de control se tienen:

- Reducción de la actividad física del trabajador, mediante limitación del ritmo establecimiento de pausas.
- Limitar el tiempo de exposición, alternando con otros oficios no expuestos al calor.
- Creación de microclimas en el puesto del operario (cabina climatizada, chorro de aire, etc.)
- Indumentaria de trabajo reflectante o aislante del calor.
- Utilización de ropa de trabajo fresca y ligera.
- Programa permanente de hidratación con vigilancia médica.
- Automatización de procesos.
- Utilizar ayuda mecánica en procesos de alto esfuerzo.
- Señalizar áreas de permanencia limitada por temperaturas altas.

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR CALOR

Para evaluar el riesgo de los niveles de calor que influyen en la salud de los trabajadores es necesario tener presente estos factores:

- La agresividad térmica del ambiente que se determina por la WBGT.
- La actividad física del individuo, para establecer el consumo metabólico.

Índices para la evaluación del calor

Existen diferentes índices que se utilizan para evaluar el estrés térmico y que permiten establecer una relación cuantitativa entre los parámetros de una condición ambiental con respecto a una situación referencial límite.

Entre algunos de ellos se encuentran:

- Índice de la temperatura efectiva.
- Índice de la temperatura efectiva corregida.
- Índice para determinar grados de confort.
- Índice para determinar situaciones de riesgo
- Índice PMV, PPD y norma ISO 7730.
- Índice de estrés térmico IST.
- Índice WBGT (Temperatura de globo y bulbo húmedo).

Para el desarrollo de esta práctica, se empleará el método del índice **WBGT**, con la finalidad de evaluar las condiciones térmicas presentes en los sitios de trabajo objeto de estudio, discriminar rápidamente si es o no admisible la situación de riesgo de estrés térmico y tomar decisiones respecto a las posibles medidas preventivas que haya que aplicar.

Calculo de la WBGT

En higiene industrial, se utiliza un índice que permite determinar si existe ó no estrés térmico y que además se basa en la combinación de las cargas de calor ambiental y las cargas de calor metabólico; al que se le conoce como **WBGT** (WetBulbGlobeTemperature : Temperatura de globo y de bulbo húmedo); indicador que se encuentra aceptado por la legislación colombiana y estipulado en la resolución 2400.

A continuación se definen las variables a tener en cuenta para el cálculo de la WBGT:

- **Índice WBGT para medición en interiores**(sin exposición solar) :

$$WBGT = 0.7 Tbh + 0.3 Tg$$

Donde:

Tbh = Temperatura de bulbo húmedo natural, °C.

Tg =Temperatura de globo, °C.

- **Índice WBGT para medición en exteriores** (con exposición solar):

$$WBGT = 0.7 * Tbh + 0.2 * Tg + 0.1 * Ts^*$$

Donde:

Tbh = Temperatura de bulbo húmedo natural, °C.

Tg =Temperatura de globo, °C.

Ts* = Temperatura seca, °C.

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice **WBGT** realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza, utilizando la siguiente expresión:

$$WBGT = \frac{WBGT \text{ cabeza} + 2 * WBGT \text{ abdomen} + WBGT(\text{tobillos})}{4}$$

Si la posición en el puesto de trabajo es de pie se deben efectuar las mediciones a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m del suelo; si el trabajador se encuentra sentado se deben realizar mediciones a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m; pero si se tiene un ambiente homogéneo, basta con realizar una medición a la altura del abdomen del operario.

Este índice hallado (WBGT), da un valor que muestra las características del ambiente y es importante resaltar que no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor o consumo metabólico (**M**) generado por el individuo en el trabajo.

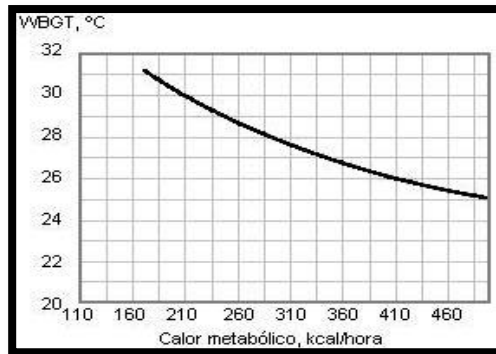


Figura 39. Valores límites del índice WBGT (ISO 7243)

La gráfica anterior permite relacionar el calor metabólico y la carga térmica que puede soportar un individuo en el lugar de trabajo analizado.

Criterios de valoración

La forma de la determinación del índice WBGT y las condiciones bajo las que se han de realizar las mediciones, se encuentran especificadas en las Normas ISO 7243 (estimación del estrés térmico en el ambiente de trabajo basada en el índice WBGT), e ISO 7726 (ambientes térmicos, instrumentos y métodos para la cuantificación de magnitudes físicas).

Los valores límites permisibles (TLV), han sido establecidos por la ACGIH (Conferencia Anual de Higienistas Gubernamentales de los Estados Unidos), sintetizados en el siguiente cuadro (ver tabla 32), en donde se encuentran expresados los valores en grados centígrados de WBGT.



Régimen de trabajo y descanso	TLV (WBGT valores en °C)		
	Liviano (menos de 230 W)	Moderado (230 – 400 W)	Pesado (más de 400 w)
Trabajo continuo	30.0	26.7	25.0
75% trabajo y 25% descanso cada hora	30.6	28.0	25.9
50% trabajo y 50% descanso cada hora	31.4	29.4	27.9
25% Trabajo y 75% descanso cada hora	32.2	31.1	30.0

Tabla 32. Límites permisibles para la carga térmica según la ACGIH

Calor y/o consumo metabólico (M):

Es la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia) que puede ser medida mediante el consumo de oxígeno del individuo o estimarlo mediante tablas; esta última forma, es la más utilizada, pese a su imprecisión, por la complejidad instrumental que comporta la medida del oxígeno consumido.

Existen varios tipos de tablas que ofrecen información sobre el consumo de energía durante el trabajo, para el desarrollo de esta práctica se va a utilizar la siguiente tabla.

A. Posición y movimiento del cuerpo	
	(M) $Kcal_{min}$
Sentado	0,3

De pié		0,6	
Caminando		2,0 – 3,0	
Subida de una pendiente andando		Añadir 0,8 por metro de subida	
B. Tipo de trabajo			
		(MII)Media Kcal min	Rango Kcal min
Trabajo manual	Ligero	0,4	0,2 – 1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1,0	0,7 – 2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5	1,0 – 3,5
	Pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5	2,5 – 15,0
	moderado	5,0	
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

Tabla 33. Estimación del consumo metabólico M (ACGIH)

Metabolismo basal (MB):

Es el consumo mínimo de energía necesario para mantener en funcionamiento los órganos del cuerpo, independientemente de que se trabaje o no y depende de la talla, el peso y el sexo de la persona.

Dentro del metabolismo basal se incluye el metabolismo llamado de reposo que se refiere al consumo energético necesario para facilitar la digestión y latermorregulación.

Ecuación de Harris-Benedict:



Esta ecuación se utiliza para calcular el metabolismo basal de un individuo en función de los siguientes factores:

- Peso corporal.
- Estatura.
- Edad.

Cálculo de metabolismo basal para hombres $\frac{Kcal}{día}$:

$$MB_{hombres} = 66,4 + 13,75 * P + 5,003 * A + 6,775 * E$$

Cálculo de metabolismo basal para mujeres $\frac{Kcal}{día}$:

$$MB_{mujeres} = 655 + 9,6 * P + 1,850 * A + 4,676 * E$$

Donde:

P = Peso en kg.

A =Estatura (altura) en cm.

E =Edad en años.

- **Grado de riesgo:**

Corresponde a la relación entre la carga térmica soportada en WBGT y la carga máxima que puede soportar el trabajador, de acuerdo a los criterios establecidos por la ACGIH.

$$\text{GRADO DE RIESGO} = \frac{\text{La carga térmica soportada en WBGT}}{\text{La carga máxima que puede soportar el trabajador}}$$

La interpretación del resultado es la siguiente:

- **Grado de Riesgo > 1:** El trabajador se encuentra sobre-expuesto a altas Temperaturas.
- **Grado de Riesgo = 1:** El trabajador se encuentra en el umbral.
- **Grado de Riesgo < 1:** El trabajador no se encuentra sobre-expuesto a altas Temperatura.

MATERIALES E INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- Hoja exámen.
- Formulario.
- Calculadora.
- Programa para calcular el índice de la WBGT.

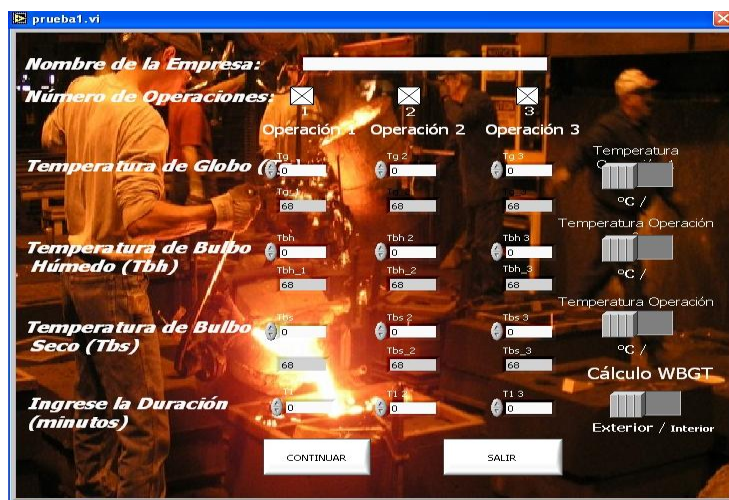
- **Programa para calcular el índice de la WBGT**

Este programa se elaboro con el propósito de crear una herramienta que le facilite al estudiante desarrollar su práctica de laboratorio, en donde se puedan efectuar todos los cálculos correspondientes a la WBGT y el consumo metabólico, teniendo en cuenta las normativas por las que se rigen dichas mediciones.

Con base al marco teórico y los resultados generados por el programa los estudiantes podrán generar una serie de recomendaciones que ayuden a mejorar el estrés térmico en los diferentes puestos de trabajo.

El programa se desarrollo en el software labview, debido a que éste aporta un ambiente de desarrollo gráfico con funciones integradas para realizar adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de mediciones y presentaciones de los mismos; además de que ofrece una gran ventaja en el momento de su

programación y ejecución debido a que da la flexibilidad de un poderoso ambiente de programación sin la complejidad de los ambientes tradicionales.



	Operación 1	Operación 2	Operación 3
WBGT [°C]	0	0	0
Consumo metabólico (M) [Kcal/min]	0,454861	0,454861	0,454861
Tiempo total de Exposición [min]	0		
Metabolismo basal [Kcal/min]			0,454861
WBGT calculado del ciclo [°C]	NaN		
Consumo Metabólico del ciclo [Kcal/ciclo]	0		
WBGT límite [°C]			0

Nota: Usted debe hallar el valor WBGT límite con la carta psicométrica (Valores límites del índice WBGT ISO 7243) y teniendo en cuenta el consumo metabólico del ciclo.

	Operación 1	Operación 2	Operación 3
WBGT	0	0	0
M	0,454861	0,454861	0,454861
Consumo Metabólico del ciclo (M) [Kcal/min]	0		
Tiempo total de Exposición [min]	0		
Metabolismo basal [Kcal/min]			0,454861
WBGT calculado del ciclo [°C]			NaN
Grado de Riesgo	NaN		

Figura 40. Plantilla para la evaluación del estrés térmico.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Conocer la fundamentación teórica que esta práctica exige.
2. Desarrollar el ejercicio número uno propuesto a continuación para esta primera parte de prácticas de laboratorio de temperatura.



Ejercicio N.1

En una planta de fabricación de ladrillos labora un trabajador encargado del proceso de cocción. Asuma para este ejercicio que usted es el trabajador y como tal sus datos (sexo, edad, peso, estatura), son los que utilizará para calcular el metabolismo basal.

Por otra parte, se recalca que esta industria presenta un ambiente caluroso puesto que algunas de las actividades que se llevan a cabo requieren de altos niveles de temperatura y se encuentran especialmente en el área de hornos, lo que significa que la exposición al calor es intensa.

NOTA: Para el cálculo de la WBGT, tenga en cuenta que la medición se puede hacer en interiores (sin exposición solar), ó en exteriores (con exposición solar), para este ejercicio la medición se realiza en interiores. Las tareas u operaciones que debe efectuar el trabajador se especifican a continuación:

OPERACIÓN	DURACIÓN	CONDICIONES DEL TRABAJADOR
Carga del horno	18 minutos	El trabajador se encuentra andando y requiere de sus dos manos para introducir el ladrillo crudo y pre secado al horno túnel para permitir el encendido, lo cual hace que la operación este entre la categoría de trabajo ligero.
Descarga del horno	17 minutos	El operario está de pie y requiere de sus dos manos para retirar el ladrillo del horno cuando la cocción ha terminado, esto hace que la operación se catalogue como trabajo pesado.

Clasificación de piezas	25 minutos	Trabajo sentado y requiere de sus dos manos para separar los ladrillos según el resultado de cocción, esto hace que la operación se encuentre en la categoría de trabajo ligero.
--------------------------------	------------	--

Tabla 34. Especificación de tareas.

En el área de estudio (cocción) se han efectuado mediciones de temperatura (temperatura de globo, temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo) registradas en la siguiente tabla, así como también se describe el valor de consumo metabólico:

Operación	T. globo °C	T. húmeda °C	T. aire °C
Carga del horno	46	27	30
Descarga del horno	*	25	35
Clasificación de piezas	41	23	31

Tabla 35. Descripción de temperaturas y carga térmica.

NOTA: Para ésta práctica el estudiante debe tener presente que la casilla con asterisco indica que se debe realizar un ajuste a los valores, como se especifica a continuación: Para obtener el valor de la temperatura de globo °C el estudiante debe tomar las dos primeras cifras de su código y sumarle las dos últimas cifras del mismo, como se muestra a continuación:

Estudiante: Mateo López.

Código: 2074121

T. globo °C = 20+21 = 41°C



Dado el caso de que la temperatura de globo supere los 50°C siga las indicaciones de la siguiente tabla:

Intervalo de temperatura hallada en °C	Valor a restar °C
$50 > x \leq 100$	30
$x > 100$	70

Tabla 36.Valoresde corrección.

Ejemplo:

Estudiante: Lalita Gómez. Código: 2074155 T. globo °C = 20+55 = 75°C Valor a restar °C = 30°C Nueva T. globo °C = 45°C	Estudiante: Juanita Acosta. Código: 2074199 T. globo °C = 20+99 = 119°C Valor a restar °C = 70 Nueva T. globo °C = 49 °C
---	---

- 3.** Calcule el índice de WBGT y el consumo metabólico para cada operación que realiza el trabajador, para ello el estudiante debe completar las siguientes tablas(**ver tabla 37 y 38**)

NOTA: Recuerde que el cálculo del consumo metabólico (M), se deduce mediante la Ecuación de Harris-Benedict anteriormente descrita y teniendo presente la información dada para el trabajador (sexo, edad, peso, estatura).

Operación	T. globo °C	T. húmeda °C	T. aire°C	<i>WBGT</i> _{calculada}	Consumo metabólico Kcal /min (M)
Carga del horno					
Descarga del horno					

Clasificación de piezas					

Tabla 37. Cálculo de los valores del índice WBGT.

Operación	Duración de cada tarea (D) minutos	$D * WBGT_{calculada}$	D*M
Carga del horno			
Descarga del horno			
Clasificación de piezas			
Suma	$\sum_{i=1}^n D$	$\sum_{i=1}^n D * WBGT_{calculada}$	$\sum_{i=1}^n D * M$
Promedio		$\frac{\sum_{i=1}^n D * WBGT_{calculada}}{\sum_{i=1}^n D}$	

Tabla 38. Evaluación del riesgo de estrés térmico

4. Evalúe el riesgo de estrés térmico al que se encuentra expuesto el trabajador en cada operación desarrollada. Para ello complete la siguiente tabla:

Consumo metabólico del ciclo (kcal/h)	$WBGT_{calculada}$ del ciclo	$WBGT_{Límite}$ para el consumo metabólico determinado (M)
$\sum_{i=1}^n D * M$	$\frac{\sum_{i=1}^n D * WBGT_{calculada}}{\sum_{i=1}^n D}$	Se obtiene de la gráfica (valores límites para el índice WBGT estipulados en la norma ISO 7243) ver figura 39.

Tabla 39. Evaluación del riesgo de estrés térmico

5. Calcule el grado de riesgo al que se pueda ver afectado el trabajador y con base a los resultados obtenidos genere propuestas y recomendaciones que se deben



tener presente en la fuente, en el medio y en la persona para mejorar las condiciones del lugar de trabajador.

3. Desarrollar el ejercicio número dos propuesto a continuación para esta primera parte de prácticas de laboratorio de temperatura.

Ejercicio N.2

La ingeniera industrial María Fernanda Gómez, egresada de la Universidad Industrial de Santander de 27 años de edad, estatura 1.65 m y peso 5*kg, se encuentra a cargo del proceso de producción en la empresa Colombiana de cerámicas S.A, para la sección de amasado y para el área de secado.

A manera de información se describen los objetivos de cada una de las operaciones.

El objetivo de la primera operación (amasado), es regular el contenido de agua de la mezcla de la arcilla mediante la adición de vapor proveniente de una caldera auxiliar. La segunda operación (secado artificial), se realiza mediante gases generados en un proceso de combustión, para ello se utiliza un tipo de secadero denominado cinta transportadora. En la tabla siguiente, se describen los datos que se utilizarán para el desarrollo del ejercicio; tenga en cuenta que las operaciones se llevan a cabo sin exposición solar.

OPERACIÓN	TIEMPO (min)	TIPO DE TRABAJO	TEMPERATURA DE GLOBO (Tg)	TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO (Tbh)	TEMPERATURA DE BULBO SECO (Ts)
Amasado	28	Actividad que se realiza de pie (trabajo manual : pesado)	28.2	24.3	29.0

Secado artificial	32	Actividad que se realiza de pie(trabajo con dos brazos: ligero)	29. *	26.4	28.0
--------------------------	----	---	-------	------	------

Tabla 40. Descripción de los puestos de trabajo

NOTA:

- El peso en Kg de la persona se calcula adicionándole la última cifra a su código de la siguiente forma:

Peso: 5 *

Código: 2063424

Nuevo peso: 54 kg

- Para el cálculo de la temperatura de globo (Tg) en la operación hornos se debe seguir las indicaciones descritas a continuación:

Temperatura de globo: 29. *

Código: 2063424

Nueva temperatura de globo (Tg): 29.4°C

Para este ejercicio se requiere que el estudiante calcule:

- a. La temperatura de globo en la operación secado artificial.
- b. El índice de la WBGT para cada operación.
- c. El metabolismo basal para mujeres.
- d. El consumo metabólico requerido para cada operación.



- e. El consumo metabólico del ciclo.
 - f. El WBGT calculado del ciclo.
 - g. El WBGT límite.
 - h. El grado de riesgo.
 - i. Analice el valor anterior y con base en este resultado calcule el régimen de trabajo-descanso para cada operación, utilizando la tabla correspondiente a los límites permisibles para la carga térmica (ver tabla 32).
3. Desarrollar el ejercicio número tres propuesto a continuación para esta primera parte de prácticas de laboratorio de temperatura.

Ejercicio N.3

En la empresa METALES LTDA, se fabrican piezas metálicas en la sección de fundición. Se realizó un monitoreo ambiental de calor, estudio que arrojó los siguientes resultados:

- **Temperatura de bulbo seco (Tbs):** 89.6°F
- **Temperatura de bulbo húmedo(Tbh):** 3*_°C
- **Temperatura globo (Tg):** 95°F

NOTA: El asterisco que se encuentra en la temperatura de bulbo húmedo significa que usted debe colocar la quinta cifra de su código para poder obtener el valor completo de esta temperatura, de la siguiente forma:

Temperatura de bulbo húmedo: 3 *_

Código: 2063424

Nueva temperatura de bulbo húmedo (Tbh): 34

Teniendo en cuenta lo anterior, calcule:

- a. WBGT con exposición solar.

- b. Teniendo en cuenta que la equivalencia para la clasificación del metabolismo según la actividad es 159 Kcal/ hora aproximadamente, calcule el WBGT límite.

NOTA: Recuerde que 1kcal/hora equivale a 1.16 watios.

- c. Régimen de trabajo – descanso.
d. Recomendaciones generales.

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

Teniendo en cuenta cada una de las indicaciones descritas en la práctica y luego de realizar cada uno de los ejercicios, el estudiante procede a corroborar los resultados en el software labview. El informe generado de esta tercera parte de prácticas de laboratorio se entregará en forma individual y debe tener la siguiente estructura:

- Introducción.
- Descripción del procedimiento utilizado para solucionar los ejercicios.
- Resultados de los tres ejercicios propuestos.
- Anexo del informe generado por el programa labview para la medición del factor de riesgo físico (temperatura).
- Conclusiones
- Bibliografía



BIBLIOGRAFÍA

- HERRICK, Robert F. Higiene Industrial. Enciclopedia de la Salud y el trabajo. Madrid: Chantal Dufresne, 1984. p. 1 - 38.
- Reglamento Técnico para exposición a Ruido. Norma Técnica para ruido en ambientes de trabajo.[en línea]. (1984). [consultado 5 Abril. 2012]. Disponible en<http://www.uniquindio.edu.co/uniquindio/facultades/medicina/salud_ocupnal/uniquindio/reglamento-higiene/RT_RUIDO.pdf>
- Resolución 08321 de 1983. Protección y conservación de la audición, por la emisión de ruido en los lugares de trabajo. [en línea]. (1983). [consultado 2 Abril. 2012]. Disponible en <<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas>>
- Sistema general de riesgos profesionales. Normatividad legal en salud ocupacional colombiana [en línea]. [consultado 8 Marzo. 2012]. Disponible en <<http://gavilan.uis.edu.co/~tarazona/docencia/asignatura1/pdfs/sgrp.pdf>>
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. [en línea].Tercera Edición (2001).[consultado 13 Marzo. 2012]. Disponible en <http://www.ucm.es/info/seas/estres_lab/enciclo/indice_gral.htm>
- Comisión Internacional de iluminación. Norma ISO 8995. [en línea]. (1989).[consultado 9 Marzo. 2012]. Disponible en <<http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/articles-206354archivopdf.pdf>>

ANEXO 6. Manual de usuarios y de equipos



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Universidad
Industrial de
Santander



**MANUAL DE USUARIOS Y DE EQUIPOS
PARA EL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL**

**SILVIA JULIANA CARREÑO ESPINDOLA
SANDRA CAROLINA MENDOZA CABEZA**

**Manual de usuarios y de equipos de Salud Ocupacional para optar por el título de
Ingeniera Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES**

2012

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
EL LABORATORIO	5
FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA ORGANIZACIÓN DE UN LABORATORIO	5
Trabajo en el laboratorio	6
REQUERIMIENTOS PARA EL INGRESO DEL LABORATORIO	6
USUARIOS	7
Elementos de protección personal	8
EQUIPOS PARA LABORATORIO	11
PRÁCTICA RUIDO	11
Práctica iluminación	15
Práctica Temperatura.....	18
AMBIENTE DEL LABORATORIO	22
ILUMINACIÓN	22
Ventilación	23
Ruido	24
Instalaciones eléctricas	25
GENERALIDADES LOCATIVAS	25
Orden y limpieza	26
PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS	26
DEMARCACIÓN Y SEÑALIZACIÓN.....	30
BIBLIOGRAFÍA	32

INTRODUCCIÓN

Los laboratorios desempeñan un rol fundamental en la educación superior, ya que constituyen espacios académicos en donde los estudiantes pueden aplicar los conocimientos teóricos a las situaciones de la vida real.

De tal forma, este manual de usuarios y de equipos para el laboratorio de Higiene industrial se convierte en una herramienta indispensable al proveer al usuario la información necesaria sobre las normas generales y de seguridad para su utilización.

Así, como también, describe los equipos a los cuales tendrá acceso cada estudiante para llevar a cabo sus prácticas de laboratorio y a su vez, especifica los procedimientos adecuados en el uso de éstos.

La estructura de este manual permite que las personas que hacen uso del laboratorio tomen conciencia sobre la responsabilidad de su adecuado manejo y de esta forma se logre reducir significativamente cualquier posibilidad de accidentes.

Dentro del laboratorio de Higiene industrial permanentemente se llevarán a cabo acciones dirigidas a los procesos de salud, con el objetivo de que las personas que laboran allí, no se encuentren afectadas por los factores de riesgo físico presentes.

Este manual, suministra las condiciones mínimas necesarias que se deben tener presentes al momento de desarrollar cada una de las prácticas de laboratorio de manera efectiva, segura, pero sobre todo garantizando siempre un ambiente de trabajo óptimo.

EL LABORATORIO

En un laboratorio académico, así como en cualquier actividad desarrollada en una organización es de suma importancia proveer las condiciones necesarias para garantizar un ambiente de trabajo cómodo, seguro y agradable, razón por la cual se deben tener en cuenta ciertos factores que influyen directamente en la creación y organización del mismo, descritos a continuación:

Factores a tener en cuenta en la organización de un laboratorio:

- ✚ Ubicación y adecuada distribución
- ✚ Actividad y funcionalidad del laboratorio
- ✚ Diseño, cumplimiento y control de la normativa utilizada en el laboratorio
- ✚ Inspecciones de seguridad
- ✚ Mecanismos de comunicación de riesgos
- ✚ Investigación de accidentes e incidentes

Trabajo en el laboratorio

Sin lugar a dudas, el factor más importante en la prevención y disminución de accidentes es el personal ó talento humano, pues estos son quienes con su grado de conciencia, actitud, conocimiento y disciplina de trabajo contribuyen a generar condiciones de trabajo más seguras.

Actitud: se refiere al comportamiento que tiene una persona frente a las situaciones presentes, por esta razón se puede considerar a este factor como la forma de motivación que impulsa y orienta la acción hacia determinados metas y objetivos. Este factor tiene gran influencia sobre las experiencias de laboratorio, pues del interés y empeño que se le coloque al trabajo en el laboratorio dependerá el éxito de las mismas.

Conocimiento del trabajo: factor decisivo en la ejecución de cualquier actividad, influyendo significativamente en el resultado de una buena labor, razón por la cual es importante que

los usuarios del laboratorio tengan en cuenta todas las indicaciones para el ingreso y permanencia en el laboratorio de Higiene Industrial, además de conocer el procedimiento a seguir en cada práctica y el manejo de cada uno de los equipos e instrumentos utilizados en la medición, ya que con frecuencia las personas que realizan trabajos riesgosos son aquellas que no cuentan con el conocimiento ni mucho menos con la experiencia suficiente para desempeñarlos; lo que puede llegar a ser causa de posibles accidentes.

Disciplina de trabajo: Característica que hace referencia al cumplimiento de los compromisos o tareas en el momento adecuado; lo que permite que quienes estén alrededor de estas personas sean merecedoras de confianza. Una persona que cumple con esta característica deduce lo responsable que es para organizar sus actividades y tiempo; por esto en el laboratorio, es importante llegar a tiempo, leer el marco teórico antes de iniciar la práctica, llevar los elementos necesarios para su ejecución y todas las demás tareas que conlleven al logro y cumplimiento de los objetivos propuestos en cada sesión del laboratorio.

REQUERIMIENTOS PARA EL INGRESO DEL LABORATORIO

- ✚ Las sesiones correspondientes a cada práctica iniciarán diez minutos después de la hora fijada de clase, momento en el cual se cerrará la puerta del laboratorio hasta tanto no se finalice con la práctica.
- ✚ Es importante, recordar que cada estudiante debe llevar leída la práctica asignada y tenerla en físico; para ello encontrará el manual de prácticas cargado en la plataforma (MOODLE) de la Universidad Industrial de Santander.
- ✚ El estudiante que ingrese al laboratorio debe tener a su disposición los elementos mínimos necesarios para desarrollar la práctica (hoja de exámen, lapicero, formato de registro de datos, manual de usuarios y de equipos del laboratorio y manual de prácticas de Salud ocupacional).
- ✚ El estudiante debe recordar que al laboratorio de Higiene Industrial no se puede ingresar con maletas, tulas, carteras ni celulares.

- ✚ Para efectuar una práctica de forma segura, le será entregado a los estudiantes en el laboratorio los elementos de protección adecuados (orejeras) para quienes desarrollen la segunda parte de la práctica del factor de riesgo físico (ruido).
- ✚ Cada estudiante debe llevar para efectos de la segunda parte de la práctica de iluminación el elemento de protección indicado (tapones auditivos), debido a que éstos son de uso estrictamente personal.

NORMAS GENERALES

✚ **USUARIOS:**

Los accidentes en los lugares de trabajo también se pueden atribuir a errores humanos debido a una mala manipulación de los equipos y materiales a utilizar en las prácticas, por esto es aconsejable cumplir las normas de seguridad suministradas en este manual.

Para efectuar un correcto uso del laboratorio se deben tener presente las siguientes recomendaciones:

- ✚ Toda persona que haga uso del laboratorio es responsable de mantener ordenado y aseado el lugar de trabajo.
- ✚ No se debe fumar, comer ni consumir bebidas en cualquier área del laboratorio.
- ✚ Es importante que las personas conozcan la ubicación de los extintores de incendio.
- ✚ El estudiante debe leer detenidamente el marco teórico para adquirir una idea clara del objetivo, fundamento y técnica de cada práctica.
- ✚ Recuerde las instrucciones dadas por el docente para llevar a cabo las prácticas.

- ✚ Antes de iniciar cada práctica el estudiante debe seleccionar los elementos adecuados para llevarla a cabo.
- ✚ Los equipos y materiales a utilizar no deben estar colocadas indebidamente en el puesto de trabajo.
- ✚ Es prohibido salir del salón durante las prácticas de laboratorio.

Se debe cumplir el reglamento y las normas de seguridad, la persona que no lo haga deberá retirarse del laboratorio.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL USADO PARA LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Para llevar a cabo las prácticas de laboratorio los estudiantes deben hacer uso de los elementos de protección personal ya que estos tienen como función principal proteger diferentes partes del cuerpo, para evitar que la persona que haga uso del laboratorio tenga contacto directo con factores de riesgo que le puedan ocasionar una lesión o enfermedad.

La utilización de protectores auditivos está establecida a partir de situaciones de exposición que supere los 80 dB de exposición diaria equivalente de manera voluntaria y al aumentarla dosis (mayor de 85 dB) de manera obligatoria si no se puede reducir la exposición por otras vías. Es importante que el estudiante que va a realizar la práctica de ruido utilice protectores auditivos (orejeras) debido a los altos niveles de presión sonora que van a ser emitidos por la fuente.

Por otra parte el estudiante que realice la práctica de iluminación también debe hacer uso de estos protectores (tapones auditivos) ya que las cabinas se encuentran ubicadas cerca al laboratorio de ruido, lo que podría generar causa de distracción al momento de

efectuar la toma de datos y afectar su salud debido a los niveles altos de presión sonora. A continuación se muestran los elementos de protección personal necesarios para llevar a cabo las prácticas en el laboratorio.



CUIDADOS QUE SE DEBEN TENER CON LOS PROTECTORES AUDITIVOS

- ✚ Dado que los tapones auditivos son de uso único, se recomienda que cada estudiante tenga los suyos para desarrollar las prácticas asignadas.
- ✚ Al ser estrictamente personales, los tapones auditivos deben estar en perfecto estado de aseo e higiene cuando se utilicen.
- ✚ El mantenimiento de los protectores deberá efectuarse según las instrucciones del fabricante.

MODO DE USO DE LOS TAPONES:



1. Al momento de manipular los tapones, las manos deben encontrarse limpias.

2. Se recomienda colocar una mano sobre la cabeza para alcanzar la oreja y estirla hacia atrás, esto con el fin de enderezar el canal del oído y permitir que el tapón se ajuste



3. Insertar el tapón y sostenerlo durante 20 o 30 segundos. Esto permite que el tapón se expanda y tape bien el oído.

4. Quitarse siempre los tapones auditivos lentamente, ya que si se quitan rápido podría causar daños al tímpano.



PRÁCTICA RUIDO



EQUIPO

SONÓMETRO TIPO 2 MARCA PCE MODELO 999



El sonómetro PCE-999 presenta un diseño estilizado, este aparato profesional se usa al aire libre y en espacios cerrados con un manejo sencillo; es ideal para medir el sonido y el ruido en diferentes lugares, como por ejemplo en el puesto de trabajo, en el control de máquinas, en la obra y en lugares con gran afluencia de público. Este sonómetro de precisión reúne todas las características requeridas para el desarrollo de la práctica alusiva al factor de riesgo físico.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO

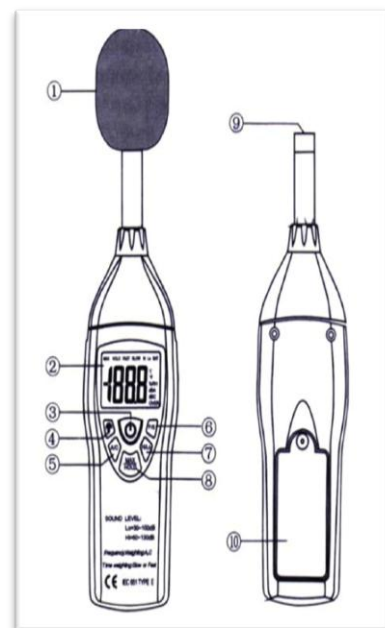
Estándares	IEC 651 tipo 2, ANSI S1.4 tipo 2
Rango de frecuencia	31.5 Hz hasta 8 KHz.
Rango de medición	30 a 130 dB.
Valoración de frecuencia	A Y C.
Micrófono	Condensador Electret de ½ pulgadas.
Pantalla	Pantalla LCD de cuatro posiciones.
Resolución	0.1 dB.
Actualización de datos	Cada 0,5 segundos.
Valoración temporal	FAST (rápida) 125 ms, SLOW (lenta) un segundo.
Precisión	Mas o menos 1.5 dB con las condiciones de referencia a 94 dB y 1 KHz.

Tabla 1. Especificaciones técnicas del sonómetro tipo 2 marca PCE modelo 999.

DESCRIPCIÓN DEL MEDIDOR

Partes del Sonómetro tipo 2 marca PCE modelo 999

1. Supresor de ruidos de viento (úselo para una velocidad de viento > 10 m/s)
2. Pantalla
3. Interruptor ON / OFF
4. Iluminación de la pantalla
5. Valoración de frecuencia A o C
 - ✓ **A:** Valoración A para mediciones generales
 - ✓ **C:** Valoración C para mediciones en rango de frecuencia bajo.



6. Tecla de valoración temporal S (SLOW) o F (FAST):

- ✓ **Fast (rápida):** para medición normal y determinación del pico sonoro.
- ✓ **Slow (lenta):** para la medición del nivel medio en valores de medición con fuertes cambios.

7. Selección de rango Hi (HIGH) o Lo (LOW):

- ✓ **Low (bajo):** rango de medición de 30 ... 100 dB
- ✓ **High (alto):** rango de medición de 60 ... 130 dB

8. Función Max / Hold:

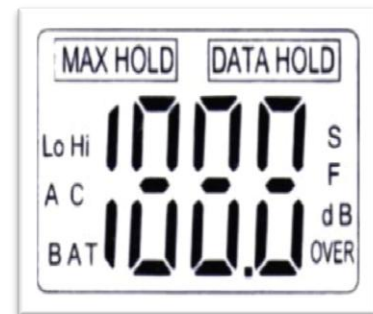
- ✓ **Max:** presionando brevemente la tecla se fija el valor máximo en la pantalla hasta que la vuelva a presionar.
- ✓ **Hold:** presione la tecla durante dos segundos se mantiene el valor actual, vuelva a presionar la tecla durante dos segundos para desactivar esta función.

9. Micrófono.

10. Tapa del compartimento de la batería (debajo de la batería se encuentran los tornillos de calibración).

PANTALLA DEL EQUIPO

- ✓ **Max:** Función Max Hold activada
- ✓ **Fast:** Valoración temporal rápida activada
- ✓ **Slow:** Valoración temporal lenta activada
- ✓ **Lo:** Selección del rango inferior
- ✓ **Hi:** Selección del rango superior
- ✓ **dBA:** Valoración A



- ✓ **dB C:** Valoración C
- ✓ **Bat:** Carga baja de la batería
- ✓ **Over:** Superación de rango
- ✓ **Batería:** Cuando aparece el símbolo BAT en la pantalla, quiere decir que su carga ya es baja. Debe cambiar la batería, para ello retire el tornillo del compartimento de la batería y extráigala.



- ✓ Encienda el sonómetro y seleccione la valoración y el modo operativo que desee.
- ✓ Seleccione el rango de medición, la valoración temporal y la valoración de frecuencia.
- ✓ Fije el aparato con el micrófono en dirección a la fuente sonora.
- ✓ A partir de 10 m/s de velocidad de viento le recomendamos que utilice un supresor de ruidos de viento.
- ✓ Lea el valor en la pantalla.
- ✓ Apague el sonómetro al finalizar la medición.

NOTA!

Si no va a utilizar el aparato durante mucho tiempo, retire la batería mientras el aparato se encuentre almacenado.



PRÁCTICA ILUMINACIÓN

EQUIPO

LUXÓMETRO MARCA EXTECH MODELO HD450

El luxómetro marca EXTECH modelo HD450 mide iluminancia en Lux y Bujías pie (Fc). El HD450 es un registrador de datos e incluye una conexión para PC y software compatible Windows TM para descarga de datos. Este equipo puede guardar hasta 16,000 lecturas en el medidor para descargar a una PC o guardar y ver 99 lecturas directamente en la pantalla LCD del medidor.

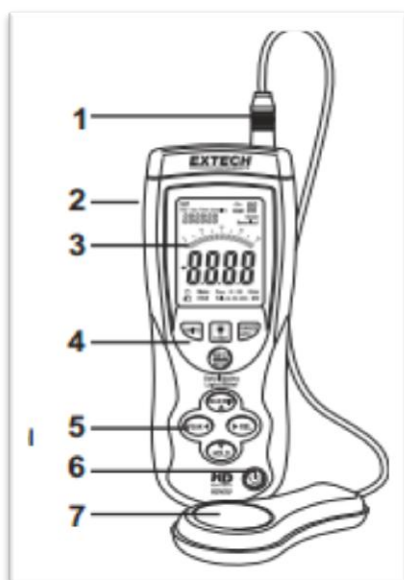


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL LUXÓMETRO EXTECH MODELO HD450

Capacidad	Almacena hasta 16,000 lecturas
Rango de Fc	40,400,4000,40Kfc
Pantalla	LCD con gráficos
Precisión	Utiliza un fotodiodo de precisión elaborado con silicón
Modo de pico	Captura de medición mas alta
Modo relativo	Indica cuando hay un cambio en la iluminación.
Puerto	USB

Tabla 2. Especificaciones técnicas luxómetro extech modelo hd450

DESCRIPCIÓN DEL MEDIDOR



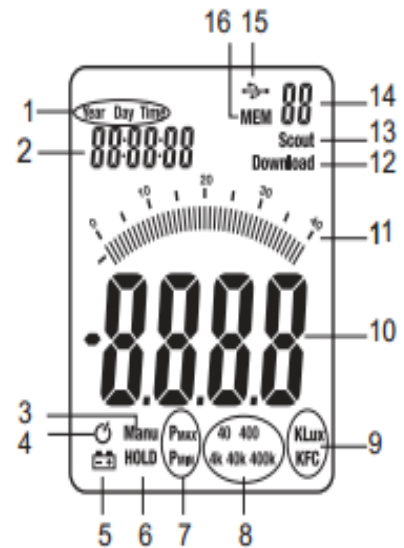
Partes del Luxómetro Extech

1. Enchufe del cable sensor
2. Conexión USB para PC (bajo la tapa plegadiza)
3. Pantalla LCD
4. Juego de botones con función alta
5. Juego de botones con función baja
6. Botón de encendido y apagado
7. Sensor de luz

PANTALLA DEL EQUIPO

1. Modos de configuración del reloj.
2. Pantalla de reloj.
3. Icono de modo relativo.
4. Icono de apagado automático (APO).
5. Icono de batería débil.
6. Icono de retención de datos.
7. Modos de retención de picos.
8. Indicadores de escala.

9. Unidad de medida.
10. Pantalla digital.
11. Gráfica de barras pantalla.
12. Icono Descargar datos a PC.
13. Conexión serial de PC activa.
14. Número de dirección de memoria.
15. Icono de conexión USB a PC.
16. Icono de memoria.



MANEJO Y APLICACIÓN DEL LUXÓMETRO

- ✓ Encienda el luxómetro, accionando el Interruptor de encendido.
- ✓ Colocar el Interruptor tipo de respuesta en la posición adecuada; para la práctica utilizar Fast en la escala de Luxes.
- ✓ Colocar el sensor de luz en el lugar donde se quiera realizar la medición.
- ✓ Ver lectura en el display. Si indica un 1, es porque se está fuera del rango, por lo cual se debe buscar la escala adecuada con el mismo Interruptor de encendido.
- ✓ Apague el luxómetro al finalizar la medición.



PRÁCTICA TEMPERATURA



EQUIPO

EQUIPO DE MEDICIÓN EL ANALIZADOR MICROCLIMÁTICO TÉRMICO



El instrumento HD32.2 puede detectar contemporáneamente las siguientes magnitudes:

- Temperatura de globo T_g .
- Temperatura de bulbo húmedo con ventilación natural T_{bh} .

Temperatura ambiente Según las magnitudes detectadas, el HD32.2 puede calcular:

- Índice $WBGT(in)$

WetBulbGlobTemperature: temperatura de bulbo húmedo y de bulbo seco) en presencia o ausencia de irradiación solar.

- Índice $WBGT(out)$

WetBulbGlobTemperature: temperatura de bulbo húmedo y de globo) en presencia de

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO

Grado de protección	IP67
Incertidumbre del instrumento	± 1 digit @ 20°C
Alimentación	Adaptador de red (cód. SWD10) 12Vdc/1A
Baterías	4 baterías 1.5V tipo AA
Autonomía	200 horas con baterías alcalinas de 1800mAh
Corriente absorbida cuando el instrumento está apagado	< 45 μ A
Seguridad de los datos guardados	ilimitada

Tabla 3. Especificaciones técnicas del analizador microclimático térmico delta ohm WBGT
HD 32.2

DESCRIPCIÓN DEL MEDIDOR

- ✓ HP 3203.2 Sonda de temperatura.
- ✓ HP3217.2 Sonda de temperatura.



HP3201.2 Sonda de bulbo húmedo.

TP 3276.2 Sonda globométrica.

TP 3207.2 Sonda de temperatura.

HD 32.2.7 Soporte para las



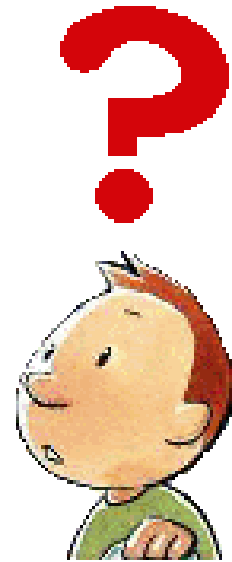
TP 3275 Sonda globo métrica.

HP 3201 Sonda bulbo húmedo con ventilación natural.

TP 3207 Sonda de temperatura.

MANEJO Y APLICACIÓN DEL ANALIZADOR MICROCLIMÁTICO TÉRMICO DELTA OHM WBGT HD 32.2

- ✓ Verificar la carga de las baterías del equipo delta OHM WBGT HD 32.2.
- ✓ Verificar la calibración con el verificador de temperaturas que posee el equipo.
- ✓ Proceder a la ejecución del muestreo en los puntos seleccionados, instalando el equipo con los termómetros de manera que sus lecturas sean representativas de las condiciones de exposición del trabajador.
- ✓ Ubicar el equipo a una altura entre el abdomen y la cabeza.



- ✓ Una vez instalado el equipo y encendido, deberá esperarse para realizar la primera lectura hasta que se estabilicen las temperaturas, normalmente se logra con un tiempo entre 15 y 20 minutos, dependiendo del tipo de sensor que se está utilizando.
- ✓ El bulbo del termómetro o termocupla usado para medir la temperatura de bulbo seco, debe de apantallarse para protegerlo de la radiación procedente del sol y de las demás superficies radiantes, pero sin restringir el movimiento del aire alrededor del termómetro o termocupla.

- ✓ El termómetro o termocupla usado para medir la temperatura de bulbo húmedo debe de estar cubierto con una mecha de algodón limpia, la cual se debe mantener húmeda con agua destilada y tener un buen contacto con el bulbo o termocupla, la mecha debe recubrir una longitud del tubo del termómetro por lo menos igual a la longitud del bulbo, o cubrir toda la termocupla, con el objeto de evitar la transferencia de calor por conducción desde las partes no sensibles a temperatura ambiente.
- ✓ En el momento de la toma de temperaturas es necesario obtener también la medida de velocidad del aire, el equipo se encuentra ubicado al lado del sensor de temperaturas.



AMBIENTE DEL LABORATORIO

a. Iluminación

En un laboratorio se debe contar con un nivel de iluminación acorde a las exigencias visuales de los trabajos ó prácticas que se desarrollen en él, ya que de esta forma se puede garantizar las condiciones de visibilidad adecuadas, la prevención de accidentes y a la vez lograr un trabajo mucho más eficiente.

A continuación se describen algunas recomendaciones particulares:

- ✚ La iluminación instalada en el laboratorio debe ser suficiente para abarcar las diferentes áreas de trabajo ya que de esta forma se logra la reducción de sombras.

- ✚ Es importante que se complemente la iluminación natural con la iluminación artificial siempre que sea posible ya que esto permite garantizar las condiciones adecuadas de visibilidad.
- ✚ Dentro del campo visual no debe situarse la fuente luminosa, esto con el fin de evitar deslumbramientos directos.
- ✚ Para un laboratorio, el nivel de iluminación recomendado es de 500 lux, de acuerdo con el RD 486/1997 y las normas UNE 72163:84.
- ✚ Para las tareas que requieren niveles de iluminación específicos, se sugiere colocar puntos de iluminación localizados.
- ✚ El nivel mínimo de iluminación recomendado cuando los niveles de exigencia visual de cualquier actividad son muy altos es de 1000 lux.
- ✚ Las paredes y techos deben ser de un tono claro con el fin de evitar reflejos y deslumbramientos.

b. Ventilación

Uno de los aspectos más importantes para tener en cuenta en el diseño del laboratorio es la ventilación, razón por la cual este espacio debe disponer de una ventilación natural o mecánica de manera que se logre un ambiente favorable para desarrollar cualquier tipo de labor.

Algunos aspectos recomendables para alcanzar la ventilación adecuada en un laboratorio son:

- ✚ Para los sitios que se vean afectados por contaminantes (gases, vapores, polvos, entre otros), se debe elegir un adecuado sistema de ventilación como el movimiento del aire en el caso de la fuente de contaminación, ya que esta debe situarse entre la entrada del aire al sitio de trabajo y la descarga.
- ✚ En los lugares de mayor contaminación se deben localizar ventiladores.

- ✚ Cuando se esté trabajando en el laboratorio se deben mantener las Mantenga las ventanas y puertas abiertas.
- ✚ Se recomienda que las ventanas cuenten con un tipo de material difícilmente combustible para así impedir la propagación de un incendio posible a pisos superiores.
- ✚ Se sugiere utilizar un sistema de doble ventana puesto que éste amortigua el ruido exterior y disminuye la pérdida de energía por la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior de los locales
- ✚ Se debe evitar la proximidad entre las bocas de entrada y salida, evitando así que el aire contaminado sea recirculado.

c. Ruido

Este factor es a menudo el causante de malestares, nerviosismos, interferencia de comunicaciones, trastornos de sueño y otros aspectos más, lo que puede conllevar a pérdidas de la capacidad auditiva (sordera transitoria o fatiga auditiva y sordera permanente). De tal forma, es importante tener en cuenta algunos aspectos para evitar el ruido en el laboratorio:

- ✚ Los lugares que generen ruidos excesivos, se recomienda el aislamiento de estos mediante paredes amortiguadoras , con el fin de evitar la propagación del ruido y a la vez minimizar las vibraciones
- ✚ Las personas que se encuentren sometidas a altos niveles de ruido deben utilizar elementos de protección adecuados(tapones auditivos, orejeras)
- ✚ En caso de que existan máquinas, herramientas ó equipos que produzcan niveles de ruido perjudiciales para quienes están cerca de éstos, es recomendable realizar toda modificación o posibles cambios de manera que se logre la reducción del mismo.

d. Instalaciones eléctricas

Es de suma importancia, tener en cuenta algunas precauciones acerca de las instalaciones eléctricas, para de esta forma evitar posibles accidentes resultantes de la

falta de conocimiento ó del uso inadecuado de las mismas. A continuación se describen algunas de estas:

- ✚ Las conexiones y cables deben situarse lejos de los sitios de trabajo y de paso.
- ✚ En caso de que existan fallas ó anomalías en algún aparato eléctrico ó algún tipo de instalación se recomienda llamar a un electricista o especialista y no se debe intentar por ningún motivo arreglarlo ó encenderlo y mucho menos si no se cuenta con la experiencia suficiente.
- ✚ Cuando se hacen cambios de tomas, fusibles, bombillos, portalámparas; es necesario interrumpir cualquier flujo de energía existente.
- ✚ En caso de incendio, es necesario desconectar la energía eléctrica de cualquier lugar de emergencia.
- ✚ Las instalaciones eléctricas no se deben recargar al mismo tiempo con otros servicios, ya que esto puede causar daños eléctricos.
- ✚ Es de suma importancia, verificar que las conexiones a tierra se encuentren instaladas correctamente.
- ✚ Cuando no se tiene el conocimiento adecuado para operar un equipo, ó herramienta es importante que éste no sea manipulado por ningún motivo.

e. Generalidades locativas

- ✚ Se recomienda una altura mínima de 200 cm y de un ancho de 120 cm para el tránsito de las personas.
- ✚ Se debe demarcar, señalar cualquier espacio destinado a máquinas y equipos.
- ✚ Los pisos deben ser parejos sin cambios abruptos de nivel, libres de astillas, aseados o clavos y en lo posible de material incombustible.
- ✚ Se debe demarcar cualquier lugar en donde estén ubicados extintores, botiquines, salidas de emergencia, entre otras.
- ✚ En el laboratorio deben estar las puertas cerradas a excepción de la puerta principal.

e. Orden y limpieza

En todo momento los pasillos y las áreas de trabajo deben estar ordenados, limpios y libres de tal forma que no se encuentre obstaculizado el paso.

Algunas recomendaciones a tener presentes para lograr alcanzar este ítem son:

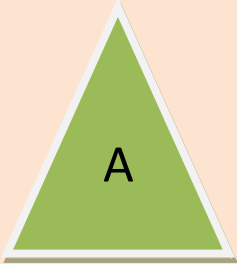
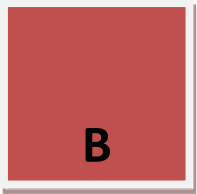

- ✚ Se deben limpiar de forma periódica los equipos, sitios de trabajo e instalaciones, para lograr así la eliminación de aquellos desperdicios que puedan generar contaminación ó algún tipo de accidente.
- ✚ Es importante, recoger cualquier tipo de material sobrante.
- ✚ El piso siempre debe encontrarse limpio, evitando con ello deslizamientos, ó accidentes.
- ✚ Los pasillos ó lugares de trabajo no se deben emplear como sitio de almacenamiento.
- ✚ Los desechos generados por la actividad, deben ser arrojados en el sitio designado por el laboratorio.
- ✚ Los equipos ó herramientas que requieran cuidado especial deben ubicarse en sitios designados exclusivamente para los mismos.

PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS

Es de suma importancia dar a conocer a todos los usuarios del laboratorio de Higiene Industrial la forma como se deben utilizar los equipos que permiten controlar y extinguir el fuego, puesto que esto ayudará a reducir la posibilidad de ocurrencia de un incendio y las consecuencias derivadas del mismo.

Tipos de combustibles

Los combustibles, son todos aquellos materiales, capaces de entrar en combustión después del previo calentamiento. De esta forma, los combustibles se pueden clasificar en cuatro grupos al quemarse o incendiarse, como se especifica a continuación:

TIPO DE COMBUSTIBLE		CLASE DE FUEGO		CONVENCIÓN
TIPO A	Materiales sólidos comunes entre los que se encuentran el aserrín, la madera.	CLASE A	Se presenta en materiales combustibles tipo A.	
TIPO B	Materiales inflamables, como gasolina, pintura, lacas, alcoholes, cuya característica es no dejar brasas.	CLASE B	Se presenta en materiales combustibles tipo B.	
TIPO C	Materiales, equipos o elementos eléctricos que presentan la característica de estar con tensión o energizados, tales	CLASE C	Se presenta en materiales combustibles tipo C.	





	como máquinas herramientas, cables y líneas.			
TIPO D	Derivado de la combustión de metales, tales como el mercurio, aluminio y viruta de acero.	CLASE D	Se presenta en materiales combustibles tipo D.	

Tabla 4. Clasificación de los combustibles.



Que tipo de extintor usar según la clase de Fuego

Tipo	Ejemplos	Icono	Extintor	
			Si	No
A	INVOLUCRAN MATERIALES COMBUSTIBLES ORDINARIOS (MADERA, PAPEL, CAUCHO, PLASTICO, ETC.).		Agua PQS Espuma	CO ₂
B	INVOLUCRAN LIQUIDOS DERIVADOS DEL PETROLEO, GRASAS Y GASES. (GASOLINA, PINTURA, ACEITE, METANO, ETC.).		CO ₂ PQS Espuma	Agua
C	INVOLUCRAN EQUIPOS ELÉCTRICOS ENERGIZADOS (POSTES DE ALUMBRADO, TABLEROS ELECTRICOS, COMPUTADORAS, ETC.).		CO ₂ PQS	Agua Espuma
D	INVOLUCRAN METALES COMBUSTIBLES REACTIVOS (MAGNESIO, TITANIO, ZIRCONIO, SODIO, POTASIO, LITIO, CALCIO, ZINC, ETC.).		PQS Especial	Agua CO ₂ PQS Espuma

EXTINTORES

Ubicación



Se recomienda como máximo situarlos a una distancia de 1200 cm, en cualquier dirección para combustibles Tipo A y C.

Deben ser de fácil acceso y libres de obstáculos.



Los equipos extintores se instalarán de modo que la parte superior del extintor esté a 150 cm. del piso.



Deben estar cerca de los trayectos normalmente recorridos, y de las puertas de entrada y salida.

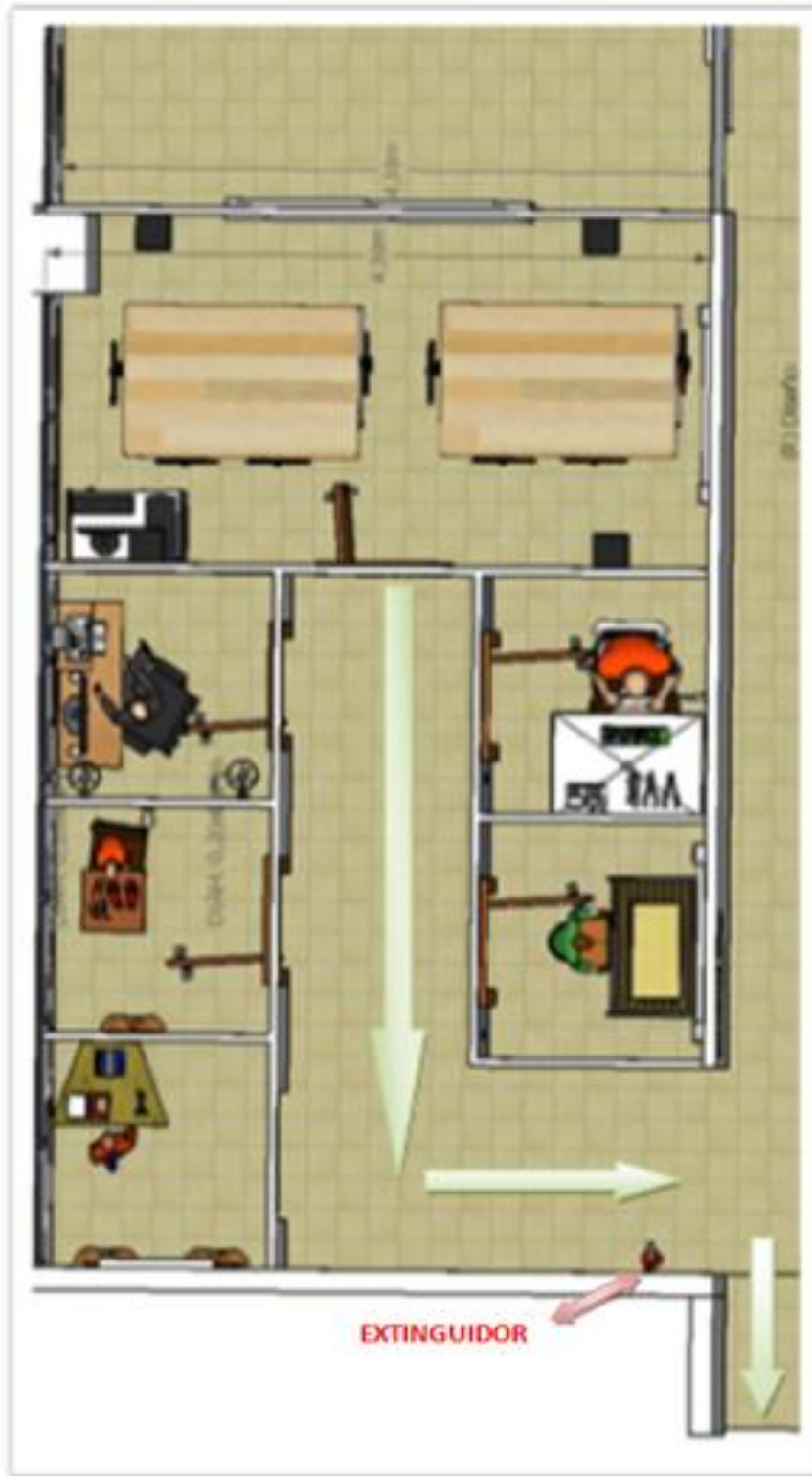
Cómo actuar en caso de incendio

- Si la magnitud del incendio no es controlado, evacúe el laboratorio en forma ordenada.
- Reporte la emergencia al docente o encargado del laboratorio.
- Llame inmediatamente a la línea de Seguridad y Salud Ocupacional de la UIS, ext.:2999-1114-2617
- Utilice el extintor adecuado, si conoce el manejo correcto y considera que la magnitud de la emergencia puede ser controlada.
- En lo posible, retire los objetos que sirvan de combustible para el fuego.
- Si no conoce el manejo del extintor, evacúe el área y diríjase a una zona segura.
- Si se le incendia la ropa debe arrojarse al suelo y rodar sobre si mismo. No debe correr.
- Evacúe la instalación dejando la puerta cerrada para evitar la propagación del incendio.

Demarcación y señalización

La ubicación de los equipos se debe demarcar mediante bandas y franjas de 10 cm con pintura amarilla y se debe colocar un aviso en la parte superior del extintor. Cada uno de los extintores deberá ser remitido a revisión y mantenimiento una vez cada año, o inmediatamente después de ser utilizado para el control de un fuego.

En el siguiente plano se muestra la ubicación de los extintores y de las salidas de emergencia del Laboratorio de Ingeniería Industrial, es importante que el usuario lo conozca y lo tenga presente para que en caso de emergencia pueda actuar de forma efectiva y oportuna.



SALIDA DE EMERGENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- Normas Higiene y Seguridad Industrial, área de Manufactura. Facultad de Ingeniería Industrial. [en línea]. (2009). [consultado 2 Mayo. 2012]. Disponible en <[http://www.escuelaing.edu.co/programas/ing industrial/laboratorios/normas .pdf](http://www.escuelaing.edu.co/programas/ing%20industrial/laboratorios/normas.pdf)>
- Manual del usuario extechinstruments. Luxómetro digital registrador para servicio pesado con interfase para PC, modelo HD450. [en línea].(2010). [consultado 3 Mayo.2012]. Disponible en <[http://www.extech.com/instrument s/resources/manuals/HD450 UMsp.pdf](http://www.extech.com/instruments/resources/manuals/HD450%20UMsp.pdf)>
- Manual del usuario PCE-999instruments. Instrucciones del uso del sonómetro PCE – 999. [en línea]. (2010). [consultado 3 Mayo.2012].Disponible en <<http://ebookbrowse.com/manual-sonometro-pce-999-pdf-d381259667>>
- Manual de usuario equipo HD32.2 WBGT Index, Delta Ohm. Especificaciones técnicas. [en línea]. (2010).[consultado 3 Mayo.2012]. Disponible en <[http://www.deltaohm.com/ver 2012 /download/HD32.2 M 18-03-2011es.pdf](http://www.deltaohm.com/ver%202012/download/HD32.2%20M%2018-03-2011es.pdf)>

ANEXO 7. Diseño preliminar del laboratorio

VISTA SUPERIOR



Fuente: Elaboración propia.

VISTA LATERAL IZQUIERDA



Fuente: Elaboración propia.

VISTA LATERAL DERECHA



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 8.Presupuesto del laboratorio

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRESUPUESTO PARA EL LABORATORIO DE HIGIENE INDUSTRIAL
ÁREA DESTINADA PARA EL LABORATORIO DE RUIDO**

INFRAESTRUCTURA

MATERIAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO EN PESOS	COSTO TOTAL EN PESOS	PROVEEDOR
Drywalls con espesor de 0,05 m	18	19.500	351.000	HOMECEMTER-CONSTRUCTOR
Bastidor	42	55.853	2.345.826	HOMECEMTER-CONSTRUCTOR
Frescasa	2	224.900	449.800	FIBERGLASS
Vidrio Laminado	2	250.000	500.000	VENTANAL ARKETIPO
Pintura Viniltex Tipo 1	1,25	63.600	79.500	HOMECEMTER-CONSTRUCTOR
Puerta madera	1	350.000	350.000	INDUSTRIA FORMIMADERAS
Puerta de madera para armario	4	100.000	400.000	INDUSTRIA FORMIMADERAS
COSTO TOTAL INFRAESTRUCTURA			4.476.126	

MOBILIARIO

Tablero acrílico	1	93.000	93.000	SURTIACRYLICOS LTDA
Mesa tipo 8 con 2 sillas tipo ejecutiva	2	1.114.000	2.228.000	HECHO EN COLOMBIA
Mesa para computador	1	350.000	350.000	HECHO EN COLOMBIA
Silla tipo ejecutiva color rojo	4	250.000	1.000.000	HECHO EN COLOMBIA
Bafle modelo audio LAB ALC 1530	4	850.000	3.400.000	MUSICAL INSTRUMENTS PRO AUDIO Y DJ EQUIPAMIENTO
Computador HP dx 5150	1	1.200.000	1.200.000	HP
COSTO TOTAL MOBILIARIO			8.271.000	

EQUIPOS

Orejas	5	33.900	169.500	COLFECOM S.A.S
Sonómetro tipo 2 macra PCE modelo 999	5	970.900	4.854.500	HIGIELECTRONIX
COSTO TOTAL EQUIPOS			5.024.000	
COSTO TOTAL ÁREA RUIDO			17.771.126	

ÁREA DESTINADA PARA EL LABORATORIO DE ILUMINACIÓN

INFRAESTRUCTURA CONSTRUCCIÓN LIVIANA EN SECO

Drywalls con espesor de 0,05 m	28	19.500
Bastidor	29	55.853
COSTO TOTAL CONSTRUCCIÓN LIVIANA EN SECO		

546000	HOME CENTER-CONSTRUCTOR
1619737	HOME CENTER-CONSTRUCTOR
2165737	

CABINA 1

INFRAESTRUCTURA

Vidrio Laminado	2	250.000
Pintura Viniltex Tipo 1	0,25	63.600
Lámpara fluorescente circular T-8	1	32.300
Luminaria (plafón color blanco de 12 cm de diámetro)	1	5.000
COSTO TOTAL INFRAESTRUCTURA CABINA 1		

500000	VENTANAL ARKETIPO
15900	HOME CENTER-CONSTRUCTOR
32300	CORALCOSTA
5000	HOME CENTER-CONSTRUCTOR
553200	

CABINA 2

INFRAESTRUCTURA

Vidrio Laminado	2	250.000
Pintura Viniltex Tipo 1	0,25	63.600
Bombillo tradicional incandescente (60 Watts)	1	2000
Luminaria (plafón de color blanco de 12 cm de diámetro)	1	5.000
COSTO TOTAL INFRAESTRUCTURA CABINA 2		

500000	VENTANAL ARKETIPO
15900	HOME CENTER-CONSTRUCTOR
2000	HOME CENTER-CONSTRUCTOR
5000	HOME CENTER-CONSTRUCTOR
522900	

MOBILIARIO

Mesa circular de acero inoxidable	1	500.000
Toldillo blanco	2	35.000
Butaco	1	70.000
Repisa de madera	1	120.000
COSTO TOTAL MOBILIARIO CABINA 2		

500000	HECHO EN COLOMBIA
70000	CORALCOSTA
70000	HECHO EN COLOMBIA
120000	INDUSTRIA FORMIMADERAS
760000	

CABINA 3

INFRAESTRUCTURA

Vidrio Laminado	2	250.000
Pintura Viniltex Tipo 1	0,25	63.600
Fluorescente tubular	3	12.000
Luminaria de techo,tipo nave alta para tres fluorescente tubulares	1	45.000
COSTO TOTAL INFRAESTRUCTURA CABINA 3		

MOBILIARIO

Silla ejecutiva	1	250.000
Escritorio elaborado en fórmica aglomerada color café	1	350.000
Persianas	2	100.000
Computador HP dx 5150	1	1.200.000
COSTO TOTAL MOBILIARIO CABINA 3		

500000	VENTANAL ARKETIPO
15900	HOMECENTER-CONSTRUCTOR
36000	HOMECENTER-CONSTRUCTOR
45000	HOMECENTER-CONSTRUCTOR
596900	

250000	HECHO EN COLOMBIA
350000	HECHO EN COLOMBIA
200000	CORALCOSTA
1200000	HP
2000000	

CABINA 4

INFRAESTRUCTURA

Pintura Viniltex Tipo 1	0,25	63.600
Luminaria de pared(plafón de color blanco de 12 cm de diámetro)	1	5.000
Lámpara fluorescente tubular con tecnología T-10	1	24.900
COSTO TOTAL INFRAESTRUCTURA CABINA 4		

MOBILIARIO

Mesa elaborada en acero inoxidable	1	800.000
Silla de aluminio	1	300.000
Repisa de madera	1	120.000
COSTO TOTAL MOBILIARIO CABINA 4		

15900	HOMECENTER-CONSTRUCTOR
5000	HOMECENTER-CONSTRUCTOR
24900	HOMECENTER-CONSTRUCTOR
45800	

800000	HECHO EN COLOMBIA
300000	HECHO EN COLOMBIA
120000	INDUSTRIA FORMIMADERAS
1220000	

CABINA 5

INFRAESTRUCTURA

Pintura Viniltex Tipo 1	0,25	63.600
Lámpara fluorescente tubular T-8	2	5.000
Luminaria de techo, para dos florescente tubulares T-8	1	70.000
COSTO TOTAL INFRAESTRUCTURA CABINA 5		

MOBILIARIO

Estantería con entre paños en acero con rolet	1	250.000
COSTO TOTAL MOBILIARIO CABINA 5		

EQUIPO

Luxómetro EXTECH modelo HD 450	5	895.000
COSTO TOTAL EQUIPO		
COSTO TOTAL ÁREA ILUMINACIÓN		

15900	HOMECENTER-CONSTRUCTOR
10000	HOMECENTER-CONSTRUCTOR
70000	HOMECENTER-CONSTRUCTOR
95900	
250000	HECHO EN COLOMBIA
250000	
4475000	HIGIELECTRONIX
4475000	
14226837	

COSTO TOTAL LABORATORIO DE HIGIENE

31.997.963

NOTA: El costo de la mano de obra se contemplará para la fase de implementación.

ANEXO 9. Encuesta aplicada para la evaluación de la etapa de implementación.



La siguiente evaluación se realiza con el fin de conocer su opinión acerca de la metodología aplicada durante las pruebas piloto (clase) y la importancia que tiene para usted como estudiante la creación del laboratorio de Higiene Industrial para la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales UIS, la información que usted entregue será confidencial, por lo tanto le agradecemos la mayor sinceridad en sus respuestas.

Para calificar las siguientes preguntas marca con una (x), utilizando la escala de valoración descrita a continuación:

- 1- Deficiente.
- 2- Regular.
- 3- Bueno.
- 4- Excelente.

1. La forma en la que se encuentra estructurada y presentada la información (tópicos, diapositivas, gráficos, audio y video) facilitó el aprendizaje de la temática planteada?

1 2 3 4

2. Considera de fácil manejo la herramienta (software: Labview) utilizada durante las pruebas piloto de la asignatura Salud Ocupacional?

1 2 3 4

3. El diseño y realización de las prácticas de laboratorio (pruebas piloto) para la implementación fue interesante, abarcó la temática expuesta y llenó sus expectativas como estudiante de la asignatura salud ocupacional?

1 2 3 4

4. La información suministrada acerca del manejo del equipo de medición (luxómetro) utilizado durante las prácticas fue clara y además le facilitó la realización de la misma?

1 2 3 4

5. Considera importante involucrar el componente práctico a la temática de Salud Ocupacional?

1 2 3 4

6. Las prácticas de laboratorio como objeto de aprendizaje despiertan su interés sobre la temática planteada (Factores de riesgo físico)?

1 2 3 4

7. Fue fácil el acceso a la plataforma MOODLE para obtener la información relacionada con las prácticas de laboratorio?

1 2 3 4

8. Le parece importante el uso de esta herramienta (plataforma) como TICS (tecnologías de la información y la comunicación) en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la asignatura de Salud Ocupacional?

1 2 3 4

SUGERENCIA: