

PROPUESTA DE VIABILIDAD ACADÉMICA Y DE INFRAESTRUCTURA PARA  
IMPLEMENTAR EL LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS DE LA  
UNIVERSIDAD EAN

CAMILO ANDRES LAVERDE MARTINEZ

UNIVERSIDAD EAN  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN  
TEAM PROCESS  
BOGOTA

2010

PROPUESTA DE VIABILIDAD ACADÉMICA YDE INFRAESTRUCTURA PARA  
IMPLEMENTAR EL LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS DE LA  
UNIVERSIDAD EAN

CAMILO ANDRES LAVERDE MARTINEZ

Trabajo Dirigido

Asesor

JOSE DIVITT VELOSA GARCIA

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD EAN

FACULTAD DE INGENIERIA DE PRODUCCIÓN

TEAM PROCESS

BOGOTA

2010

## CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	8
1.1.1	Hipótesis de Investigación. _____	8
<b>1.2</b>	<b>OBJETIVOS</b> _____	<b>10</b>
1.2.1	Objetivo General. _____	10
1.2.2	Objetivos Específicos. _____	10
<b>1.3</b>	<b>METODOLOGÍA</b> _____	<b>11</b>
1.3.1	Gestión. _____	11
1.3.2	Requerimientos. _____	12
1.3.3	Arquitectura. _____	13
1.3.4	Construcción. _____	13
1.3.5	Evolución. _____	13
2	MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE .....	14
2.1	<b>CONTROL</b> _____	<b>14</b>
2.2	<b>NORMALIZACIÓN</b> _____	<b>15</b>
2.3	<b>TIPOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS</b> _____	<b>17</b>
2.4	<b>NORMATIVIDAD</b> _____	<b>28</b>
2.5	<b>INSTITUCIONALIDAD</b> _____	<b>29</b>
3	RELACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD EAN CON EL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN .....	31
4	PROPUESTA DE VIABILIDAD PARA LA IMPLEMENTAR EL LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESO DE LA UNIVERSIDAD EAN ....	38
4.1	<b>ANTECEDENTES</b> _____	<b>39</b>
4.2	<b>requerimientos Tecnológicos Para El</b> _____	<b>40</b>
	<b>Funcionamiento Del Laboratorio.</b> _____	<b>40</b>
4.2.1	Área de Soldadura. _____	41
4.2.2	Área de Mecanizado. _____	43
4.2.3	Área Ensayo de Materiales. _____	48
4.2.4	Área Metalografía. _____	51
4.2.5	Área de Metrología. _____	54
4.2.6	Área de Simulación. _____	56
4.2.7	Área de Tratamientos Térmicos. _____	59
4.2.8	Área de Mecanizado y Plásticos. _____	61
4.2.9	Área Diseño de Máquinas. _____	65
4.2.10	Área Centro Tecnológico de Automatización Industrial. _____	67

4.2.11	Área de Procesos Industriales.	68
4.2.12	Área de Microscopía.	68
4.2.13	Área de Análisis de Operaciones Industriales.	69
4.2.14	Área de Fluorescencia de Rayos – X.	70
<b>4.3</b>	<b>REQUISITOS DE SEGURIDAD OPERATIVA</b>	<b>71</b>
4.3.1	Protección Extremidades Y Tórax.	71
4.3.2	Protección Facial Y Cascos.	73
4.3.3	Protección De Ojos.	74
4.3.4	Protección Auditiva.	75
4.3.5	Protección Respiratoria.	75
4.3.6	Desinfección.	76
4.3.7	Fases de Implementación.	77
<b>4.4</b>	<b>DECISIONES ESTRATÉGICAS</b>	<b>91</b>
4.4.1	Proveedores de Equipos.	92
<b>4.5</b>	<b>DECISIONES LOGÍSTICAS</b>	<b>93</b>
4.5.1	Planeación de Instalaciones.	93
<b>4.6</b>	<b>DECISIONES OPERATIVAS</b>	<b>96</b>
4.6.1	Tipos De Ensayos.	96
4.6.2	Estructura Orgánica Para El Funcionamiento Del Laboratorio.	99

## 5 SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS Y CALIBRACION NTC-ISO/IEC 17025 ..... 100

<b>5.1</b>	<b>REQUISITOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN</b>	<b>100</b>
5.1.1	Organización.	100
5.1.2	Sistema de gestión.	101
5.1.3	Control de documentos.	102
5.1.4	Subcontratación de ensayos y calibraciones.	102
5.1.5	Compras de servicios y de suministros.	102
5.1.6	Servicio al cliente.	103
5.1.7	Quejas.	103
5.1.8	Control de ensayos y/o de calibraciones no conformes.	104
5.1.9	Mejora.	104
5.1.10	Acciones correctivas.	105
5.1.11	Acciones preventivas.	105
5.1.12	Control de los requisitos.	105
5.1.13	Auditorías internas.	106
5.1.14	Revisiones por la dirección	106
<b>5.2</b>	<b>REQUISITOS TÉCNICOS</b>	<b>107</b>
5.2.1	General.	107
5.2.2	Personal.	107
5.2.3	Instalaciones y condiciones ambientales.	108
5.2.4	Señalización y demarcación.	108
5.2.5	Métodos de ensayo y de calibración y validación de los métodos.	108
5.2.6	Equipos.	111
5.2.7	Trazabilidad de las mediciones.	111

5.2.8	Muestreo.	112
5.2.9	Informe de los resultados.	113
<b>5.3</b>	<b>SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA MEDICIÓN REQUISITOS PARA LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>	<b>114</b>
5.3.1	Requisitos Generales.	114
5.3.2	Responsabilidad de la Dirección.	114
5.3.3	Gestión de los Recursos.	115
5.3.4	Recursos Materiales.	117
5.3.5	Proveedores Externos.	117
5.3.6	Confirmación Metrológica y Realización de los Procesos de Medición.	117
5.3.7	Proceso De Medición.	118
5.3.8	Incertidumbre De La Medición Y Trazabilidad.	119
5.3.9	Análisis Y Mejora Del Sistema De Gestión De La Medición.	119
5.3.10	Auditoría Y Seguimiento.	119
5.3.11	Control de No Conformidades.	120
5.3.12	Mejora.	120
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>121</b>
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>123</b>
	<b>ANEXO 2</b>	<b>127</b>
	<b>ANEXO 3</b>	<b>141</b>

## TABLA DE ILUSTRACIONES

FIGURA N°. 1. PLANO ESTADO ACTUAL DE LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS .....	79
FIGURA N°. 2. PLANO AULAS DE SISTEMAS Y BAÑOS SEDE CALLE 74.....	79
FIGURA N°. 3. PLANO GARAJE SEDE CALLE 74 .....	80
FIGURA N°. 4. PLANO FASE 0 LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS .....	80
FIGURA N°. 5. PLANO FASE 1 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS .....	81
FIGURA N°. 6. PLANO FASE 2 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS .....	83
FIGURA N°. 7. PLANO FASE 2.1 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS.....	85
FIGURA N°. 8. PLANO FASE 3 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS .....	86
FIGURA N°. 9. PLANO FASE 3.1 IMPLEMENTACIÓN DE MATERIALES Y PROCESOS .....	88
FIGURA N°. 10. PLANO FASE 4 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS.....	89
FIGURA N°. 11. PLANO FASE 4.1 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS .....	90
FIGURA N°. 12. PROPUESTA ORGANIGRAMA PARA LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS .....	99

## LISTADO DE TABLAS

TABLA N° 1. ENSAYOS DE LABORATORIO INDUSTRIAL.....	27
TABLA N° 2. ENTIDADES DE CONTROL DE LA INDUSTRIA EN COLOMBIA .....	30
TABLA N° 3. ASIGNATURAS RELACIONADAS CON EL LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS .....	36
TABLA N° 4. EQUIPOS DEL ÁREA DE SOLDADURA.....	43
TABLA N° 5. EQUIPOS DEL ÁREA DE MECANIZADO .....	47
TABLA N° 6. EQUIPOS DEL ÁREA DE ENSAYO DE MATERIALES.....	51
TABLA N° 7. EQUIPOS ÁREA DE METALOGRAFIA.....	53
TABLA N° 8. EQUIPOS ÁREA DE METROLOGÍA.....	55
TABLA N° 9. EQUIPOS DEL ÁREA DE SIMULACIÓN.....	58
TABLA N° 10. EQUIPOS DEL ÁREA DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS.....	61
TABLA N° 11. EQUIPOS DEL ÁREA DE MECANIZADO Y PLÁSTICOS .....	65
TABLA N° 12. EQUIPOS DEL ÁREA DE DISEÑO DE MÁQUINAS.....	66
TABLA N° 13. EQUIPOS DEL ÁREA DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL .....	67
TABLA N° 14. EQUIPOS DEL ÁREA DE MICROSCOPIA.....	68
TABLA N° 15. EQUIPOS DEL ÁREA DE ANÁLISIS DE OPERACIONES INDUSTRIALES .....	69
TABLA N° 16. EQUIPOS DEL ÁREA DE FLOURESCENCIA DE RAYOS X .....	70
TABLA N° 17. ASIGNATURAS RELACIONADAS CON LAS ÁREAS DEL LABORATORIO .....	78
TABLA N° 18. FORMATO PARA RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN DEL CLIENTE .....	103

# 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Con el objetivo de brindar un nivel de enseñanza más alto y servicios tecnológicos, en áreas sensibles al progreso en las Pymes Colombianas, e incentivar la investigación de la ciencia de los materiales, y el estudio de los procesos productivos y de manufactura, se plantea la necesidad de desarrollar al interior de la Universidad EAN, la implementación de laboratorios propios, que apoyen áreas de investigación vitales para la mejora de procesos productivos en las áreas de manufactura, materiales, diseño de máquinas, y por otra parte el estudio de diferentes sistemas de producción.

Entre las áreas más importantes se destacan; el estudio en detalle de materiales existentes, el estudio de procesos convencionales y no convencionales de manufactura, el diseño de productos y la simulación y modelado de procesos.

## 1.1.1 Hipótesis de Investigación.

Para el desarrollo de competencias, en los docentes, estudiantes e investigadores, en las áreas ya mencionadas, se requiere la implementación de herramientas, sistemas y procesos, que contribuyan con la formación y evolución de las habilidades, en este caso de la comunidad de la facultad de Ingeniería de Producción de la Universidad EAN.

El programa de Ingeniería de Producción, en asignaturas como fundamentos de diseño, fundamentos de máquinas, ciencia de los materiales y otras asignaturas más, requiere de una serie de herramientas, las cuales permitan a los estudiantes, aplicar los conocimientos que adquieren en las aulas de clase, y llevarlos a la práctica.

Este aspecto es de vital importancia, puesto que la práctica es parte fundamental en el desarrollo de competencias de tipo motriz, las cuales en el mundo actual son una parte fundamental, para ser competitivo dentro de un mundo laboral cada vez más exigente.

Pero desafortunadamente en la universidad EAN, no es clara una propuesta formal para la adquisición de las herramientas necesarias, para llevar a cabo dichas prácticas, además de ello la universidad EAN, tampoco cuenta con el espacio necesario, acorde con las normas, para la ubicación y operación de las mismas, por lo cual las habilidades de los estudiantes del programa de ingeniería de producción de la universidad EAN, no son las óptimas, para llevar a cabo este



tipo de ensayos y por ende tampoco para hacer diagnósticos de los resultados que se puedan presentar una vez ejecutada una de todas las pruebas citadas en el presente documento. Debido a las dificultades que se tienen para llevar a la práctica, los conceptos vistos en clase y por ello se tiene que recurrir a los laboratorios los de otras universidades, haciendo que el proceso de aprendizaje sea mucho más lento incompleto y dispendioso.

Además, la implementación de este tipo de herramientas e instalaciones, es un requisito básico para una formación académica de calidad, de tal modo que quienes reciban este tipo de beneficios, en este caso los estudiantes del programa de ingeniería de Producción de la Universidad EAN, se puedan capacitar, para cumplir con las expectativas del mundo laboral.

Por estas razones, surge la iniciativa de construir una propuesta de viabilidad, que facilite la creación de un diseño y posterior implementación del Laboratorio de materiales y pruebas para esta institución, lo cual le permitiría estar a la altura, en cuanto a los requisitos básicos para el desarrollo de un programa de educación más sólido y competente. Además así poder acogerse, como se dijo en un principio, a las necesidades de la economía del país y así mismo a las necesidades de las Pymes.

## 1.2 OBJETIVOS

Durante el desarrollo de este ítem, se van a detallar los propósitos hacia los cuales se quiere llegar, con el adelanto del presente proyecto de investigación.

### 1.2.1 Objetivo General.

Diseñar una estrategia de implementación, uso, gestión tecnológica y administrativa de laboratorios en materiales y procesos de forma integrada, que generen el ambiente propicio para la enseñanza y desarrollo de proyectos de investigación que presten soporte técnico, científico y tecnológico a otras investigaciones de la Universidad EAN,

### 1.2.2 Objetivos Específicos.

Realizar un estado del arte de los laboratorios, a nivel investigativo y educativo en el área de materiales y procesos, a nivel nacional.

Presentar la planeación de las actividades para el desarrollo de esta propuesta alineada con la visión de la Universidad EAN, diseñando un sistema de gestión para la implementación del laboratorio tal que, permita a la Universidad EAN, contar con una herramienta que le abra fronteras a nivel educativo y a nivel industrial.

Realizar una propuesta de diseño y operación, que permita al laboratorio de materiales y procesos, trabajar como una unidad operativa que se complementa entre las áreas de procesos, manufactura, materiales y diseño de máquinas, para así poder constituirse como una muy buena alternativa, para las empresas que estén relacionadas con el mecanizado, investigación y desarrollo de materiales.

### 1.3 METODOLOGÍA

[1] Para desarrollar el presente proyecto, se va a tener en cuenta un método de trabajo denominado GRACE. Dicha metodología parte de un problema de ingeniería que debe ser solucionado. Una vez planteado el problema se inicia un proceso que llevará finalmente a una solución efectiva y eficaz.

#### 1.3.1 Gestión.

El proceso de gestión de la propuesta para la implementación académica y de infraestructura del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, se construyó basado en la elaboración de una lista de actividades, las cuales implicaron realizar un análisis de las razones por las cuales se requería elaborar una propuesta como la presente, de lo cual se pudo determinar que además de ser una necesidad para los estudiantes de Ingeniería de Producción, esta propuesta se constituye también como una herramienta que colabore con la industria Colombiana haciendo especial énfasis en las Pymes.

Se revisó el estado actual en el que se encontraban los laboratorios del departamento de Ingeniería de Producción, actualmente ubicados en la sede de la calle 74 con carrera 9. Una vez se vio el estado en que estaban las instalaciones y equipos ubicados allí, se procedió a consultar y observar las estructuras y equipos con los que cuentan diferentes Universidades, las cuales ya tienen este tipo de laboratorios. Además de ello se tuvo la oportunidad de conversar con personas conocedoras del tema, durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio vividas en la Universidad Nacional.

Una vez realizada esta labor de consulta, se estudió cual era la normatividad que rige este tipo de laboratorios, las cuales son las normas ICONTEC ISO/NTC 17025 la cual se denomina “Sistema de Gestión para la Implementación de Laboratorios de Ensayos y Calibración” y la norma ISO/NTC 10012 denominada “Sistemas de Gestión de la Medición. Requisitos para los Procesos de Medición y los Equipos de Medición”.

Después de examinar la normatividad, se procedió a analizar la forma como se podrían vincular algunas de las asignaturas del programa de Ingeniería de Producción con la propuesta y lo que esto implicaba, esto teniendo en cuenta la forma y secuencia con que se dictan las materias seleccionadas, para así poder realizar la presente propuesta, teniendo en cuenta que se debe realizar por etapas las cuales sean coherentes con el desarrollo de dicho programa académico, de modo que los equipos, herramientas e instalaciones, se vayan proporcionando de forma análoga al desarrollo de la carrera.

### 1.3.2 Requerimientos.

Durante el proceso para la construcción de esta propuesta, se vio la necesidad de estudiar una serie de documentos de vital importancia para poder emitir conceptos claros que contribuyan con la implementación de este laboratorio, Dentro de la documentación estudiada se encuentran en el plan de estudios del programa de Ingeniería de Producción, el cual fue analizado con el propósito de ver cómo y cuales asignaturas del programa se encontraban relacionadas con el proyecto, según lo especificado dentro de los syllabus y la experiencia adquirida durante el curso de esta carrera. Esta labor fue complementada consultando el plan de estudios de otras universidades como la Universidad Nacional, la EAFIT, la Escuela de Ingenieros entre otras.

Por otra parte, fue necesario remitirse a la consulta de la normatividad técnica, requerida para la operación evaluación y control de los laboratorios industriales, tratándose de las normas ICONTEC ISO/NTC 17025 la cual se denomina “Sistema de Gestión para la Implementación de Laboratorios de Ensayos y Calibración” y la norma ISO/NTC 10012 denominada “Sistemas de Gestión de la Medición. Requisitos para los Procesos de Medición y los Equipos de Medición, durante la consulta de las mismas se vio necesario, estudiar dos documentos gubernamentales, la RESOLUCIÓN 2400 DE 1979 (mayo 22) MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo del MINISTRO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. También el DECRETO 153 (30, diciembre 1992) Por el cual se reestructura la Superintendencia de Industria y Comercio y se dictan otras del MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO.

Siguiendo con la investigación, fue necesario averiguar acerca de las diferentes pruebas y ensayos que se realizan en este tipo de laboratorios, ya que es fundamental mostrar que qué habilidades es necesario tener y que se va a aprender a hacer al realizar estas prácticas, para así generar motivación a quienes evalúen este proyecto y así mismo a los estudiantes

### 1.3.3 Arquitectura.

Para la arquitectura del proyecto se tiene en cuenta toda la documentación consultada, y las determinaciones tomadas de cada uno de estos documentos, los cuales permiten establecer que existe una necesidad básica, de proporcionar más y mejores herramientas para el desarrollo de habilidades y competencias, por parte de los estudiantes del programa de Ingeniería de Producción, por lo cual se considera necesario la creación de laboratorios propios que permitan llevar a la práctica las clases magistrales que lo requieran, permitiendo así que se faciliten y mejoren los procesos de aprendizaje. Estos laboratorios deben contar con la tecnología, equipos, personal e infraestructura necesarios, que permitan cumplir con el objetivo planteado, de modo que se acoplen a las necesidades identificadas en cada una de las asignaturas que se vean relacionadas con la creación de los laboratorios, Además que se relacione con las necesidades de las Pymes para así poder ofrecer un servicio de tipo académico y de tipo empresarial.

### 1.3.4 Construcción.

Dado que esta es una etapa compleja de desarrollar, debido a que esta, es tan solo una propuesta, la cual pretende orientar hacia una futura construcción de los laboratorios, el desarrollo de este ítem se remite a lo que se expone durante el capítulo referente a la propuesta de implementación académica y de infraestructura del laboratorio de materiales y proceso, en donde se especifican recomendaciones puntuales para obtener un producto, el cual satisfaga las necesidades planteadas al inicio de este proyecto.

### 1.3.5 Evolución.

La etapa de evolución de este proyecto, tiene dos propósitos basados en dos de los principios de la metodología de las 5's, los cuales son mantener y seguir progresando, el primero de ellos busca mantener lo que se tiene, en condiciones óptimas de modo que no se deteriore lo que se ha alcanzado, y el segundo principio, adaptado a las condiciones de este proyecto, consiste en avanzar a la par, con la educación, la tecnología y la industria, para que así este proyecto y sus logros se mantengan en el tiempo.

## 2 MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

[2] “En la actualidad, en Colombia se estima que existen más de un millón de Pymes que contribuyen a la producción nacional, con una cifra superior al 50% y generan más del 70% del empleo, en los sectores de industria, comercio y servicios.

Del total 700.000 son informales, es decir, no registradas y 300.000 son formales, es decir registradas. De las registradas, 75% son microempresas, 24% Pymes y 1% gran empresa. Colombia solo participa en aproximadamente el 0.3% del mercado total internacional, con un promedio anual de US\$270 de exportaciones per cápita. El promedio mundial es de US\$600 per cápita”.<sup>1</sup>

Esto permite hacer un diagnóstico, que pone en evidencia la importancia de las Pymes en el país y a nivel mundial, demostrando que son pieza clave para el desarrollo del sistema económico del mundo, por ello es fundamental que las entidades manufactureras, en este caso las Pymes, cuenten con tecnologías, conocimientos y equipos específicos que les permitan ser competitivas, en un mercado laboral cada vez más fuerte. Dichos requisitos se pueden agrupar en un laboratorio, el cual es un lugar equipado con diversos instrumentos de medida o equipos donde se realizan experimentos o investigaciones diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique. Su importancia, sea a nivel de investigación, a escala industrial o cualquiera de sus especialidades, radica en dos aspectos, control y normalización.

La importancia de estos dos aspectos radica en que son, los que van a determinar si cumplen o no, con los requerimientos establecidos por las entidades que vigilan, en este caso los laboratorios de la industria manufacturera.

### 2.1 CONTROL

Las condiciones ambientales como la temperatura, humedad, ventilación, iluminación y presión, deben ser controladas y normalizadas, para el desarrollo de las diferentes pruebas y ensayos, de modo que se pueda asegurar que no se producen influencias ajenas a las conocidas o previstas, que alteren el resultado del experimento o medición.

---

<sup>1</sup> CALA, Álvaro, Revista electrónica de difusión científica Civilización, Situación Y Necesidades de la pequeña y mediana empresa, Bogotá: Universidad Sergio Arboleda, 2005. p. 4

## 2.2 NORMALIZACIÓN

Un experimento o medición debe ser repetible, es decir cualquier otro laboratorio podría repetir el proceso y obtener el mismo resultado.

Estos dos aspectos, son evaluados por la Superintendencia de Industria y Comercio, de conformidad con el decreto 2153 de 1992, que dice:

[3] “Le corresponde a la Superintendencia de Industria y Comercio establecer, coordinar, dirigir y vigilar los programas nacionales de control industrial de calidad, pesas, medidas y metrología, y organizar los laboratorios de control de calidad y metrología que considere indispensables para el adecuado cumplimiento de sus funciones, así como acreditar y supervisar los organismos de certificación, los laboratorios de pruebas y ensayo y de calibración que hagan parte del sistema nacional de certificación”<sup>2</sup>

Existen tres clases de laboratorios, industriales, de investigación y educativos. Para el caso del presente proyecto se requiere, de una combinación entre un laboratorio de investigación y educativo, ya que se requiere un lugar en donde se puedan realizar pruebas básicas, con herramientas o equipos de prueba, con el fin de enseñar a los estudiantes, conocimientos que ya han sido verificados, para que ellos a su vez se interesen en el ámbito investigativo y puedan aplicar los conocimientos aprendidos teóricamente.

De esta forma se hace un aporte vital, a la facultad de Ingeniería de la universidad EAN, con los elementos conceptuales, tecnológicos y metodológicos necesarios, para poder abarcar las áreas más importantes de este programa académico, áreas las cuales se refieren al área de materiales y el área de procesos.

---

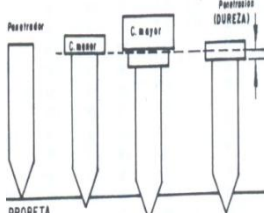
<sup>2</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Decreto 2153 (30, diciembre 1992) Por el cual se reestructura la Superintendencia de Industria y Comercio y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C.: El Ministerio 1992. 29 p.

Para el desarrollo de la presente propuesta se ha tenido en cuenta, el sector de las Pymes, que se encuentra dedicado a actividades industriales manufactureras, ya que estas constituyen un importante sector dentro de la distribución general de este tipo de empresas, con un 19% de participación, quedando por debajo de sectores como el comercio y los servicios. Pero contando con una amplia actividad dentro de los sectores en general, lo que le permite entrar en el rango de las empresas medianas, las cuales según datos de Supersociedades, facturan un poco menos ganancias que las empresas grandes, pero esto con relación a su inversión en tecnología es muy bajo, por lo cual se convierte, además de los estudiantes de la Universidad EAN, en un sector al cual se puede dirigir especial atención para ofrecer servicios, que permitan el crecimiento de estas empresas.

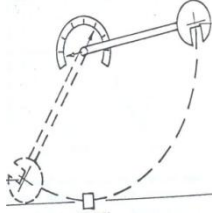
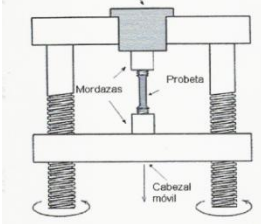
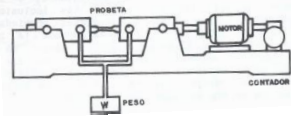


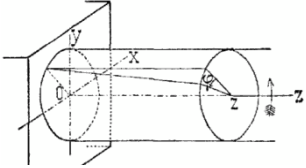
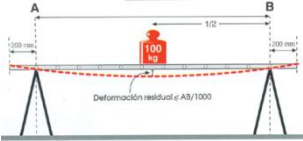

### 2.3 TIPOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS

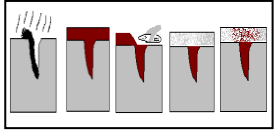
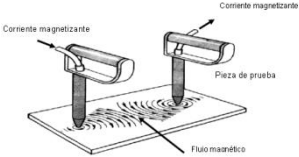
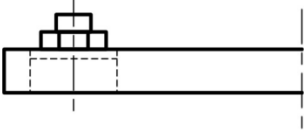
Durante el progreso de este numeral del proyecto, se van a mencionar, explicar de forma escrita y gráfica, los diferentes ensayos que se desean poder llevar a cabo en las instalaciones del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN.

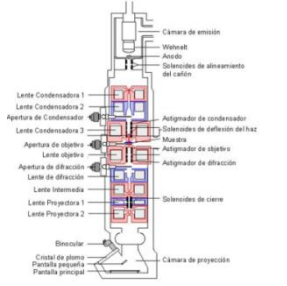
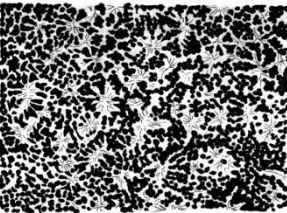
TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA	NORMA
Destructivo	Dureza Rockwell	[4] “Se fuerza un durómetro (de cono de diamante o esfero de acero) en la superficie de una probeta en dos etapas. Se mide el incremento permanente de “e” de la profundidad de penetración. La unidad de medición para “e” es de 0.002 milímetros. A partir del valor de “e” se deduce un número conocido como dureza Rockwell” <sup>3</sup> .	 <p>El diagrama ilustra el proceso de medición de dureza Rockwell. Muestra un penetrador que se aplica a una probeta. Se indican dos etapas: 'C. menor' y 'C. mayor'. La penetración resultante se mide y se indica como 'Penetración (DUREZA)'.</p>	ISO 6508

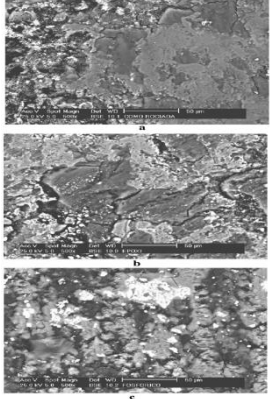
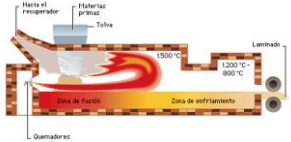
<sup>3</sup> FORERO MORA, Álvaro. Ensayos Mecánicos. En: Laboratorio de Metales\_ 3 ed. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia, 2004, p 34.

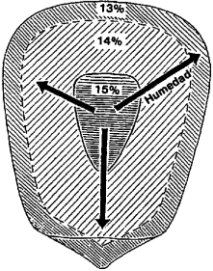

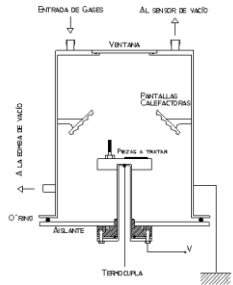
TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA	NORMA
Destructivo	Prueba de Impacto	La prueba de impacto es un ensayo dinámico en el que se golpea una probeta que tiene una muesca, para romperla en una máquina de péndulo que permite medir la energía requerida para fracturar el material.		
Destructivo	Pruebas de Tensión	Consiste en estirar los materiales y a medida que se va estirando la probeta, se van analizando los fenómenos que se producen a medida que se incrementa la fuerza aplicada para alargarla, hasta producir su ruptura		
Destructivo	Pruebas de Fatiga	Para este ensayo se somete la probeta, se ubica sobre un mecanismo que permite halarla a medida que va girando durante un número de ciclos, que puede ser determinado por el uso de la pieza, o también puede ser llevada hasta su rotura si se trata de determinar el comportamiento general del material		

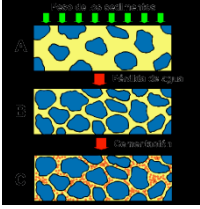
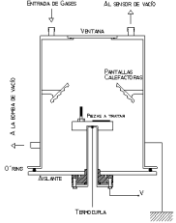
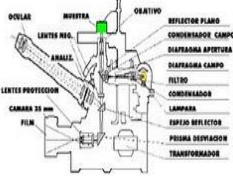
TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA	NORMA
Destructivo	Ensayo de Torsión	El ensayo de torsión consiste en someter la probeta a una fuerza de torsión y posteriormente medir el ángulo de torsión que se generó.		ASTM 503
Destructivo	Ensayo de Flexión	Consiste en someter una probeta, bien sea recta de sección plana, circular o poligonal, a una deformación, por medio de presión para poder evaluar el punto de flexión máxima, antes de su rotura.		
No Destructivo	Examen Visual	Como su nombre lo indica se trata de una inspección visual, que bien puede hacerse a través de lupas estereoscópicas, microscopios o lentes magnificadoras, que permitan evaluar defectos, variaciones estructurales y zonas dudosas del material.		

TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA	NORMA
No Destructivo	Tintas Penetrantes	Este método permite la detección de discontinuidades como, fisuras, traslapes, poros y desgastes. Utilizando líquidos que penetran dichas discontinuidades de la probeta y ponen en evidencia el defecto que presenta el material		
No Destructivo	Partículas Magnéticas	Este método consiste en magnetizar el material ferroso que se ha de analizar, utilizando un imán, adquiriendo polaridad, una vez hecho esto se somete a prueba la probeta, tan pronto como se presente una discontinuidad se acumularan partículas en el área donde se presente la falla.		
No Destructivo	Ultrasonido	A través de la utilización de equipos especializados, se somete el material a prueba por medio de la emisión de ondas, que al tener un comportamiento anormal, permiten detectar discontinuidades superficiales o internas. Requiriendo de una frecuencia de onda menor a 20000 Hz	 <p data-bbox="1562 1089 1696 1114"><b>FIGURA 11</b></p>	

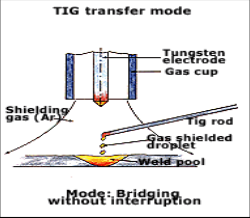
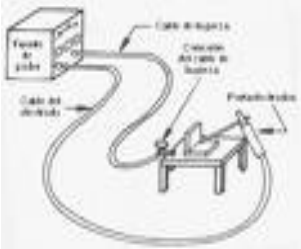
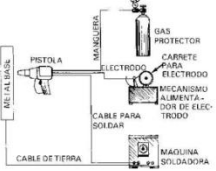
TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA	NORMA
No Destructivo	Radiografía Industrial	<p>Rayos X</p> <p>Se trata de excitar la envoltura del átomo del material que se esté sometiendo a prueba, a un bombardeo de electrones acelerados. Un vez hecho esto se trata de detectar defectos internos basándose en la absorción de rayos X. Dicha prueba se efectúa de manera igual para la prueba de Rayos <math>\gamma</math> (gamma)</p>		
Ensayos Metalográficos	Macroscopía.	<p>Es una prueba la cual se hace mediante microscopios especializados, conectados a un monitor permitiendo así, observar detalles estructurales que permitan entre otras, observar si el material ha sido sometido a algún tratamiento térmico, la orientación de los granos que lo componen, segregaciones, inclusiones no metálicas. Dicha prueba se puede llevar cabo sobre superficies naturales, superficies preparadas sin ataque o superficies preparadas con ataque.</p>	 <p>Figura 9.23 Meduloclastoma. Nótese los múltiples pseudonodulos</p>	

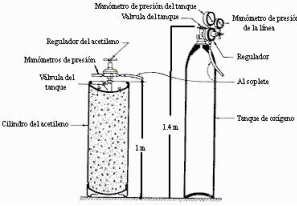
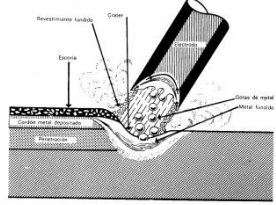
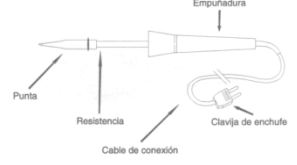
TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCION GRÁFICA	NORMA
Ensayos Metalográficos	Microscopía	Al igual que la prueba anterior permite evaluar detalles de tipo estructural, pero con un nivel más alto de detalle		
Tratamientos Térmicos	Recocido	Esta prueba consiste en ablandar el material, suministrándole calor para así facilitar su mecanizado, regenerar algunas de sus propiedades y eliminar algunas fallas que el material tenga.		

TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA	NORMA
Tratamientos Térmicos	Revenido	El proceso del revenido, consiste en calentar el material, específicamente el acero a una temperatura menor a la crítica, seguido a esto se trata de mantener la temperatura para que se distribuya y mantenga igual en todo el material y finalmente enfriarlo bien sea al aire, con agua o aceite, pero teniendo en cuenta que no se debe de hacer de forma muy rápida.		
Tratamientos Térmicos	Cementación	El ensayo consiste en someter las superficies de las piezas de acero terminadas, a un endurecimiento, al calentarlas al calentarlas Con compuestos de nitrógeno o carbono		
Tratamientos Térmicos	Carburización:	Para este tratamiento, se somete la pieza a calentamiento, manteniéndola alrededor de la misma, carbón vegetal, coque o gases de carbono.		

TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN GRÁFICA	NORMA
Tratamientos Térmicos	Cianurización:	Este tratamiento, se hace introduciendo el metal en un baño de sales de cianuro, para que así poder endurecerlo		
Tratamientos Térmicos	Nitrurización	El tratamiento de nitrurización consiste en endurecer aceros con propiedades especiales, a través del calentamiento del material en amoniaco gaseoso.		
Tratamientos Térmicos	Ensayo Jominy	Este ensayo se hace con el propósito de trata de templar una probeta de acero. Para lo cual se debe calentar la probeta hasta la temperatura de austenización, es decir 30 grados encima de la temperatura critica, posteriormente se enfría mediante un chorro de agua con una velocidad de flujo y a una temperatura especificada, este chorro sólo enfría su cara inferior. Dicha cara actúa como superficie templante y se encarga de enfriar el resto de la probeta después de esto se toman varias lecturas de dureza y al final se elabora una curva de dureza.		



TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCION GRÁFICA	NORMA
Soldaduras.	Soldadura Tig.	Este método de soldadura usa un electrodo de tungsteno no consumible el cual se calienta y es acompañado de un gas, bien sea helio o argón el cual protege que la soldadura no se contamine, el proceso se puede o no, estar acompañado de material de aporte.	 <p>The diagram illustrates the TIG transfer mode. It shows a tungsten electrode held by a gas cup, with a tungsten rod being fed into the center. Shielding gas (Argon) surrounds the electrode and the rod. A gas shielded droplet is shown falling from the tip of the rod into a weld pool. The mode is noted as 'Bridging without interruption'.</p>	
Soldaduras.	Soldadura por arco	Consiste en inducir una diferencia de potencial a un electrodo y la pieza que se va a soldar, ionizando así el aire entre ellos, lo cual lo convierte en un conductor, por ello se cierra el circuito y se crea el arco eléctrico. Se produce una alta temperatura, la cual hace que se funda el material de aporte y se cree un cordón de soldadura.	 <p>The diagram shows a power source connected to a cable. A cable with an electrode is shown being used to create an arc on a workpiece. Labels include 'Fuente de poder', 'Cable de Electrodo', 'Cable de Soldadura', 'Protección', and 'Cable de Soldadura'.</p>	
Soldaduras.	Soldadura GMAW	Este método utiliza un electrodo consumible y continuo el cual se alimenta, usando una pistola que además provee gas inerte en el caso de la soldadura MIG o gas activo en el caso de la soldadura MAG creando así la atmósfera protectora.	 <p>The diagram shows a MIG/MAG welding setup. It includes a power source, a gas protector, a wire spool, a wire feed mechanism, a wire spool, a wire for welding, a ground cable, a torch, a mandrel, an electrode, a wire spool, a wire feed mechanism, a wire spool, a wire for welding, and a wire spool.</p>	

TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCION GRÁFICA	NORMA
Soldaduras.	Soldadura Autógena	Este tipo de soldadura es conocido también como oxiacetilénica, como su nombre lo indica, el calor lo proporciona la llama producto de la mezcla en proporciones iguales, de acetileno y oxígeno. El intenso calor hace que se fundan los materiales a unir y al enfriarse y solidificarse se produce un enlace homogéneo		
Soldaduras.	Soldadura por arco sumergido	El proceso de soldadura por arco sumergido, tiene una característica particular que se trata del uso de un polvo protector llamado flux, el cual en parte se funde y genera una escoria que protege el cordón de soldadura y lo deja más firme, haciendo que este sea un proceso muy eficaz, una vez terminado el proceso el flux se puede recoger y utilizarse en otro proceso de soldadura.	 <p data-bbox="1499 928 1772 945">Fig. 4. Mecanismo de la soldadura eléctrica por arco con electrodo resistente.</p>	
Soldadura	Soldadura Blanda	Este proceso utiliza un material de aporte, en forma de varillas de metal con bajo punto de fusión, el cual también debe estar por debajo del punto de fusión de los metales a soldar.		

TIPO DE ENSAYO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCION GRÁFICA	NORMA
Soldadura	Soldadura de Estaño	El proceso, consiste en unir las partes a soldar y poner sobre ellas una pequeña cantidad de estaño, una vez enfriada la superficie se logra el endurecimiento de la pieza deseada.		

TABLA N° 1. ENSAYOS DE LABORATORIO INDUSTRIAL

Los anteriores ensayos, procesos y métodos, son los que la industria generalmente requiere y por ello se ve la necesidad de integrarlos, en el proceso de formación de los estudiantes del programa de Ingeniería de Producción, de la Universidad EAN, produciendo material de consulta enfocado al desarrollo de procesos y apropiando, nuevas tecnologías, basadas en los principios fundamentales de la cooperación, el respeto y la autonomía, siguiendo las políticas emanadas por el comité de investigación. Todo esto con el firme propósito de formar profesionales, adaptados a los rigores de un mercado laboral fuerte, pero que con las competencias que desarrollen durante el proceso de aprendizaje logren hacer un buen aporte a la industria del país y como se ha planteado durante el desarrollo de este proyecto, al sector de las Pymes.

## 2.4 NORMATIVIDAD

En el mundo existen diferentes, entidades y organismos que, estudian, investigan y finalmente emiten normas que regulan las actividades relacionadas con los métodos de ensayos, medición y acondicionamiento de instalaciones de la industria, por lo cual es importante tenerlas presentes para así poder tener herramientas sobre las cuales guiarse para elaborar este tipo de propuestas.

A continuación se menciona una lista detallada de varias de estas entidades y organismos:

ISO Organización Internacional para la Normalización

OIML Organización Internacional de Metrología Legal

ONUDI/UNIDO Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

ORAN/ARSO Organismo Africano de Normalización

SMTQ Normas, metrología, ensayos y gestión de calidad

SQAM Normas, garantía de calidad, acreditación y metrología

BIPM Oficina Internacional de Pesas y Medidas

CIPM Comité Internacional de Pesas y Medidas

ICONTEC Instituto Colombiana de Normas Técnicas y Certificación

ASME: Sociedad norteamericana de ingenieros de manufactura.

ASTM: Sociedad Norteamericana de pruebas de Materiales.

ISO: Normas internacionales (igualdad). Asociación libre por cualquier país.

DIN Deustcher Industrie Normen (Normas de la Industria Alemana).

## 2.5 INSTITUCIONALIDAD

En el marco de la elaboración de proyectos, para la creación de laboratorios que presten servicios como los que se desean ofrecer, a través de la implementación de esta propuesta, existen instituciones gubernamentales, las cuales se encargan de controlar, evaluar y regular las actividades que se lleven a cabo en los laboratorios, en este caso el de materiales y procesos de la Universidad EAN, por lo cual es necesario mencionar y explicar la forma en que estas entidades, ejercen las funciones ya mencionadas.

[5] Empezando por el organismo general el cual se trata del Sistema Nacional de Calidad en Colombia SIC, el cual se creó mediante el decreto 2269 de 1993 con el objetivo de “promover en los mercados la seguridad, la calidad y la competitividad del sector productivo o importador de bienes y servicios y proteger los intereses de los consumidores”<sup>4</sup>, este sistema está conformado a su vez, por una serie de organismos clasificados en

Organismos de normalización

Organismos de acreditación

Organismos de metrología

Organismos de certificación acreditados (sistema de calidad, sistema de Gestión ambiental, productos y personal)

Organismos de inspección acreditados

Organismos de capacitación acreditados

Organismos proveedores de ensayos de eficiencia acreditados

Laboratorios de ensayo y calibración acreditados

Teniendo en cuenta esta estructura, el gobierno nacional procedió a determinar, que entidades se iban a encargar de evaluar y reglamentar los diferentes sectores económicos del país, asignando un grupo de entidades para el sector industrial, las cuales se encuentran descritas en la Tabla N° 2

---

<sup>4</sup> Departamento Nacional de Planeación Dirección de Desarrollo Empresarial

ACREDITACIÓN	CERFTIFICACIÓN	NORMALIZACIÓN	METROLOGÍA
SIC	ICONTEC	Mincomercio Mintransporte Mincomunicaciones SIC ICONTEC	SIC ICONTEC SENA

TABLA N° 2. ENTIDADES DE CONTROL DE LA INDUSTRIA EN COLOMBIA

La SIC es un organismo de carácter técnico adscrito al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, que goza de autonomía administrativa, financiera y presupuestal.

Entre las funciones de la SIC se encuentran las siguientes:

- Acreditar y supervisar los organismos de certificación, los laboratorios de pruebas y ensayo y de calibración, y organismos de inspección que hagan parte del sistema nacional de certificación.
- Establecer las normas necesarias para la implantación del sistema internacional de unidades en los sectores de la industria y el comercio.
- Establecer, coordinar, dirigir y vigilar los programas nacionales de control industrial de calidad, pesas, medidas y metrología, y organizarlos laboratorios de control de calidad y metrología que considere indispensables para el adecuado cumplimiento de sus funciones.
- Imponer las sanciones pertinentes por violación de las normas sobre prácticas comerciales restrictivas y promoción de la competencia, así como por la inobservancia de las instrucciones que en desarrollo de sus funciones imparta la Superintendencia.
- Practicar visitas de inspección con el fin de verificar el cumplimiento de las disposiciones legales cuyo control le compete y adoptar las medidas que correspondan, conforme a la ley.
- Fijar requisitos mínimos de calidad e idoneidad para determinados bienes y servicios, mientras se oficializan las normas técnicas correspondientes.

### 3 RELACIÓN DEL LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD EAN CON EL PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

Como ya se ha explicado, un laboratorio es una herramienta fundamental la cual es el complemento de los conocimientos que se adquieren en la teoría, y viceversa. Por ello, es claro que mediante la implementación de este laboratorio se estará haciendo un aporte clave para la formación de los estudiantes de la Universidad EAN, principalmente a sus estudiantes del programa de Ingeniería de Producción, pero que también puede tener un grado de extensión, para los estudiantes de los programas de ingeniería de sistemas y de ingeniería ambiental.

Según lo estipulado en los syllabus de las asignaturas relacionadas con esta propuesta a continuación se plantean, de acuerdo a la experiencia vivida durante el desarrollo del programa académico de Ingeniería de Producción, las prácticas requeridas para el desarrollo de cada de una de ellas, especificando el orden en que se deberían dictar. Esta es la base para la propuesta de implementación por etapas.

ASIGNATURA	LABORATORIO	COMPETENCIAS
Fundamentación en Ingeniería	El estudiante se relaciona con el ambiente de la producción, aprendiendo a identificar los aspectos que se han de tener en cuenta, durante un proceso bien sea de manufactura o servicios.	
Gestión de Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuestos.</li> <li>• Aleaciones no ferrosas.</li> <li>• Mecánica de materiales.</li> <li>• Esfuerzo y deformación carga axial.</li> <li>• Diseño en ingeniería (selección de materiales y diseño de procesos).</li> <li>• Diseño en ingeniería (características morfológicas en diseño conceptual).</li> <li>• Metrología e instrumentación.</li> <li>• Convenciones estándares</li> <li>• Convenciones estándares (nacionales e internacionales)</li> <li>• Herramientas informáticas (uso de la tecnología en la evaluación de diseño.</li> <li>• Gráficas técnicas en la industria (diseño de sistemas de transformación).</li> <li>• Investigación y desarrollo (nuevos materiales y desarrollo de productos)</li> </ul>	<p>El estudiante identifica los principios básicos sobre los cuales se rigen las características de las diferentes clases de materiales, su uso, la modificación y las pruebas de sus características.</p> <p>Compara los estados y usos de la materia y establece las diferencias de comportamiento a nivel tanto físico como químico.</p>



ASIGNATURA	LABORATORIO	COMPETENCIAS
Polímeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taller: diseño de moldes.</li> <li>• Pruebas de Procesos y Características de Manufactura.</li> <li>• Taller : Solid Woks – Moldfow</li> </ul>	<p>El estudiante conoce e interpreta las características que rigen los procesos de transformación de los polímeros, su influencia sobre la productividad y la generación de nuevos productos o mejoras a los mismos y sus procesos.</p> <p>El estudiante conoce los procesos de la transformación de estos materiales, los aspectos fundamentales en el diseño tanto de productos de plástico, y los procesos de transformación que desarrollan en este sector industrial.</p>
Metrología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tornillo Palmer.</li> <li>• Tornillo Micrométrico.</li> <li>• Micrómetro Palmer.</li> <li>• Termocupla Avanzada</li> </ul>	<p>El estudiante desarrolla la capacidad de realizar e interpretar medidas en ingeniería mediante el uso de las herramientas apropiadas, así como la correcta manera de llevar el registro de las mismas.</p>
Mantenimiento y Seguridad Industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.</li> <li>• Administración productiva total.</li> <li>• Métodos identificación de averías o fallas (termografía, ultrasonido, tintas penetrantes, rayos x, megeo.</li> <li>• Tribología.</li> <li>• Aplicación de herramientas de evaluación y prevención de riesgos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El estudiante interpreta los resultados producto de los chequeos y estudios técnicos realizados a equipos y arroja un diagnóstico del estado de los mismos.</li> <li>• Emite conceptos importantes para la elaboración de panorama de riesgos y conceptos de salud ocupacional.</li> </ul>

ASIGNATURA	LABORATORIO	COMPETENCIAS
Diseño de plantas industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de factores relevantes para el diseño de instalaciones industriales.</li> </ul>	<p>Se adquieren competencias para emitir propuestas de diseño de las instalaciones de tipo industrial. Basados en criterios de relación, conveniencia, transporte, servicios y equipos.</p>
Estructuración de Sistemas Automatizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas secuenciales en neumática usando metodología de cascada.</li> <li>• Electro-Neumática</li> <li>• Robots Industriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Argumentativa El estudiante comprende la importancia que tienen los diferentes mecanismos de automatización industrial.</li> <li>• Propositiva El estudiante a través de su conocimiento previo, plantea mecanismos para la implementación de sistemas de automatización industrial.</li> </ul>
Robótica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robots Industriales</li> <li>• 7 DOF robot manipulador Dynamical compromises and constraints</li> </ul>	<p>El estudiante desarrolla habilidades matemáticas que le permiten entender más a fondo el funcionamiento de los robots de ingeniería.</p> <p>El estudiante conoce diferentes sistemas de manipulación industrial y además los robots utilizados en dicho ámbito.</p>

ASIGNATURA	LABORATORIO	COMPETENCIAS
Hidráulica	<p>Creación de sistemas de bombas.</p> <p>Creación y estudio de sistemas de distribución de agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar los aspectos más importantes de la aplicación del flujo de fluidos en canales, teniendo en cuenta la importancia del movimiento del agua en diferentes contextos</li> <li>• Capacidad para analizar y diseñar redes de distribución de agua, ramificadas y malladas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para calcular y prevenir fenómenos transitorios en redes a presión.</li> </ul> </li> </ul>
Investigación de Operaciones	<p>Simulación y estudio de programación de actividades, aplicando los diferentes métodos que se ven en la teoría.</p>	<p>El estudiante conoce y aplica los conceptos fundamentales involucrados en el área de la investigación de operaciones y lo aplica a problemas de industriales.</p>
Gerencia de sistemas de producción	<p>Simulación de cadenas productivas, para llevar a cabo estudios de tiempos, cuellos de botella y aplicación de conceptos de programación de la producción.</p>	<p>En este curso se estudian los diferentes factores (inventarios, proveedores, tiempos) que se tienen en cuenta, en el momento de decidir cómo efectuar las diferentes operaciones de una industria manufacturera o de servicios.</p>

<p>Ingeniería de Métodos y Gestión de Calidad</p>	<p>Simulación de operaciones industriales, para efectuar estudios de micro movimientos y cargas de trabajo.</p> <p>Simulación y posterior evaluación y estandarización, de procesos industriales, a través de cartas de control.</p>	<p>El estudiante diseña e implementa estudios de métodos y procedimientos, hace estudios de tiempos, construye diagramas de procesos y procedimientos, diseña e implementa manuales de procesos y procedimientos, asigna cargas de trabajo, efectúa estudios de benchmarking.</p> <p>El estudiante describe los conceptos básicos de estadística y probabilidad, compara los resultados que se presentan en las cartas de control, describe la teoría de variación, emite conceptos sobre sistemas de gestión de la calidad, comprende y entiende que diferencia existe entre norma de producto y norma de proceso.</p> <p>El estudiante diseña cartas de control por variables y atributos, resuelve problemas básicos de estadística y probabilidades, estructura sistemas de gestión de la calidad, sabe aplicar una norma técnica de producto.</p>
---	--	--

TABLA N° 3. ASIGNATURAS RELACIONADAS CON EL LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS

Por otra parte, se podría hacer un aporte importante a la industria, a través de la prestación de diferentes servicios, a empresas las cuales desean entre otras:

- Corroborar las propiedades que posee un material metálico
- Análisis químico cuantitativo para espectrometría, análisis de dureza, análisis de falla, análisis microestructural.
- Metalografías, dureza, microdureza, fractografías, desgastografías, análisis químico de aceros.
- Mecanizado de diseño de máquinas, realización de los equipos del área de ensayo mecánico para prácticas en resistencia de materiales.
- Investigación: semilleros de biomecánica, robótica, minipymes (Máquinas agroindustriales). investigación de baja tecnología con una pertinencia a la industria.
- Diseño de máquinas.
- Ensayo de tensión
- Ensayo de flexión
- Ensayo de compresión

Con esto se le da un valor agregado a la implementación de este laboratorio, que no solo se convertiría en una herramienta educativa sino que sería una fuente de ingresos para la Universidad EAN, pero para cumplir con ambos fines es pertinente aclarar que la correcta implementación, certificación y administración de este laboratorio, se constituyen como la vía que permitirá que sea una herramienta eficiente, que genere los beneficios esperados.

#### 4 PROPUESTA DE VIABILIDAD PARA LA IMPLEMENTAR EL LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESO DE LA UNIVERSIDAD EAN

Una vez analizados los aspectos generales que se han de tener en cuenta, para el desarrollo de un proyecto de esta índole, fa continuación se presenta una idea estructurada de tal forma, que se atañe a los requerimientos generales que se deben tener en cuenta para realizar un proyecto de este tipo, y además que se adapte a los procesos, establecidos por la Universidad EAN para la ejecución de este tipo de proyectos.

##### Misión

[6] Preparar al estudiante del programa de Ingeniería de Producción, para su adaptación al mundo laboral, y los cambios que surjan en él, ofreciéndole herramientas y equipos, que le sirvan como instrumentos para ser competitivo, capacitarlo en el uso de los mismos y suministrarle un lugar adecuado para realizar las prácticas correspondientes.

##### Objetivo general

Establecer comunicación con los docentes para implementar práctica adecuada y real para los cursos que ellos dicten.

Organizar prácticas en las cuales se simulen empresas para tomar decisiones de producción, localización y seguridad.

Crear un laboratorio donde se puedan establecer prácticas para los estudiantes del programa de Ingeniería de Producción.

Contar con un sitio y equipos adecuados para realizar prácticas.

Capacitar al personal para hacer de manera correcta las prácticas.

Realizar prácticas reales aplicando los conceptos teóricos vistos en las clases magistrales de los cursos que requieran de estas prácticas.

#### 4.1 ANTECEDENTES

Esta investigación desea presentar un estudio técnico de factibilidad e implementación de laboratorios de materiales y procesos, alineados con la misión de la Universidad EAN, la realidad y necesidades de las Pymes Colombianas. Para ello se requiere determinar, las estrategias, características, requerimientos, tecnologías, conocimientos necesarios, y proyectos de investigaciones que se puedan desarrollar en estos laboratorios. Y a su vez fomentar la innovación y la investigación formativa aplicada en el área de la manufactura.

En la actualidad la Universidad EAN, se encuentra en una fase en la cual está tratando de equiparse, con algunas de las máquinas, herramientas, tecnología e instalaciones necesarias para el montaje de laboratorios, los cuales permitan fortalecer los diferentes procesos de enseñanza, relacionados con las áreas de materiales, manufactura y procesos.

Razón por la cual se han destinado algunos recursos, que permitieron, durante el primer semestre de 2009 adquirir algunos equipos los cuales consisten en:

Máquina de impacto.
Máquina de pruebas de tensión.
Torno convencional.

Este diagnóstico, permite ver el estado prematuro, en el que se encuentra el proceso de implementación, del laboratorio de materiales y procesos de esta institución, teniendo en cuenta, que este laboratorio es una herramienta pedagógica fundamental, para cumplir con el objetivo de fortalecer los procesos de enseñanza en dicho campo.

## 4.2 REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO.

[7] Para poder constituir un buen laboratorio es necesario adquirir las herramientas y equipos necesarios, para poder llevar a cabo las pruebas, que motivan a la creación de un laboratorio.



#### 4.2.1 Área de Soldadura.


En este laboratorio se pueden llevar a cabo operaciones de reparación o unión de piezas metálicas.

Equipo de Soldadura por arco eléctrico: AC/DC (Corriente Alterna, Corriente Continua)	 5	Este es un equipo el cual facilita la unión de piezas metálicas, utilizando un electrodo consumible y un material de aporte que se funde permitiendo así la unión de las piezas
Equipo de Soldadura TIG	 6	Este equipo cumple con la misma función, pero a diferencia del equipo anterior, utiliza un electrodo no consumible y además un gas que protege el cordón de soldadura
Equipo de Soldadura MIG	 7	Es uno más de los equipos para unir piezas metálicas, con el mismo principio de funcionamiento que el equipo TIG, pero en este caso se utiliza un gas inerte en este caso el tungsteno.

<sup>5</sup>Equipos de Soldadura por arco eléctrico: AC/DC. <http://www.comerciallaga.com/index.php?id=338&sec=7>

<sup>6</sup>Equipos de Soldadura TIG. <http://www.soldaduramovil.com/productos.html>

<sup>7</sup>Equipos de Soldadura MIG. <http://www.soldaduramovil.com/productos.html>

<p>Equipo de Soldadura Multiprocesos: Arco eléctrico, TIG, MIG, FCAW, SAW</p>	 <p>8</p>	<p>Es un equipo que puede efectuar varios tipos de soldadura, el cual se caracteriza por tener una gran potencia, lo que le proporciona propiedades para trabajar durante largos periodos de tiempo.</p>
<p>Horno para electrodos</p>	<p>Este es un dispositivo usado para secar el polvo flux utilizado para el proceso de soldadura por arco sumergido y además para el secado de los electrodos de los demás procesos.</p>	
<p>Dispositivos, instrumentos y material didáctico</p>	<p>Se trata de elementos que sirven para la limpieza de los residuos producto de los procesos de soldadura, electrodos, varillas de soldadura y material lúdico para facilitar el proceso de aprendizaje.</p>	
<p>Densitómetro</p>	<p>Es un dispositivo que emite un haz de luz hacia una celda fotoeléctrica que permite determinar la densidad de la muestra.</p>	
<p>Equipo de partículas magnéticas</p>	<p>Es un equipo que utiliza energía eléctrica, para magnetizar una pieza metálica.</p>	
<p>Equipo de rayos x para materiales</p>	<p>Este equipo sirve para atacar el material que se esté estudiando, con los rayos x y así poder identificar fisuras de la pieza</p>	
<p>Máquina de ensayos de desgaste por abrasión</p>	<p>Tambor cilíndrico de acero el cual está dispuesto horizontalmente, para medir el desgaste de un material sometido a calor por medio del choque entre esferas del materiales que se esté estudiando</p>	
<p>Medidor de capas electrónicas por ultrasonido</p>	<p>Es un dispositivo que tiene una sonda la cual, se pasa sobre el material a estudiar y como su nombre lo dice, permite medir el espesor de la superficie sobre la que esté pasando.</p>	
<p>Medidor de espesores y corrosión por ultrasonido</p>	<p>Estos dos dispositivos funcionan bajo el mismo principio que el</p>	

<sup>8</sup>Equipo de Soldadura Multiprocesos: Arco eléctrico, TIG, MIG, FCAW, SAW. <http://soldando.blogspot.com/2008/06/soldador-multiprocesos-dc-600.html>

Medidor de soldaduras por ultrasonido.	anterior.
Tensiómetro	



TABLA N° 4. EQUIPOS DEL ÁREA DE SOLDADURA

4.2.2 Área de Mecanizado.

Compresor		Equipo portátil, para aumentar la presión, el cual se puede utilizar para operar máquinas y herramientas, taladrar, soplar, pintar.
Fresadora universal.		Equipo utilizado para mecanizado de piezas metálicas.

<sup>9</sup>Compresor. <http://www.sagola.com/sagola/paginas/compresorespiston.html>

<sup>10</sup>Fresadora universal. <http://www.cardosomaquinas.com.br/operatr/ espan/index.htm>

Prensa Manual	 <p>11</p>	Esta es una herramienta de banco que sirve, como soporte de agarre para ejercer diferentes labores de conformado, mecanizado, y corte entre otras, de las piezas.
Prensa Hidráulica	 <p>12</p>	Equipo para ejercer compresión a través de un sistema que funciona por medio de pistones.
Torno (CNC)	 <p>13</p>	Este es un equipo CNC (control numérico computarizado), el cual funciona a través de un software en donde se ingresan los datos o diseño de lo que se quiere crear.
Torno Paralelo	 <p>14</p>	Este es un equipo el cual sirve para mecanizar piezas metálicas a través de un sistema giratorio el cual lleva unas puntas que permiten dar forma al material con que se esté trabajando.

<sup>11</sup>Prensas (Manual) [http://mapsacatalogo.com/mmco\\_ridgid\\_prensas\\_para\\_bancos\\_01.html](http://mapsacatalogo.com/mmco_ridgid_prensas_para_bancos_01.html)

<sup>12</sup>Prensa (Hidráulica). <http://www.maestranzavaldivia.cl/maquinasyequipos/maq08.html>

<sup>13</sup>Tornos (CNC) [http://www.chiapperohnos.com.ar/torno\\_CNC\\_SKT25.htm](http://www.chiapperohnos.com.ar/torno_CNC_SKT25.htm)

<sup>14</sup>Tornos (Paralelo) [http://grupos.emagister.com/imagen/torno\\_paralelo\\_regular/7228-308132](http://grupos.emagister.com/imagen/torno_paralelo_regular/7228-308132)


Taladros de columna	 <p>15</p>	Mecanismo utilizado para crear perforaciones, que faciliten el ingreso de tornillos, pernos, remaches o para el acople de piezas por medio de anclaje.
Mármol (mesa)	 <p>16</p>	Esta es una mesa especial para el tipo de trabajos de laboratorio.
Afiladora de herramientas	 <p>17</p>	Como su nombre lo indica, es un dispositivo para afilar herramientas haciendo uso de un par de discos que giran y cumplen con el proceso de afilado.
Micrómetro	 <p>18</p>	Es un elemento para tomar medidas con gran precisión.

<sup>15</sup>Taladros (columna y banco)

<http://www.metasolida.com.ar/productos/productos.php?r1=%20&&%20r2=%20&&%20r3=%20&&%20r4=%20&&%20marca=%20&&%20busqueda=>

<sup>16</sup>Mármol (mesa) <http://www.cecua.com/xcatalog/mitutoyo/catalogo/medicion/medi070.htm>

<sup>17</sup>Afiladora de herramientas <http://www.maquinariamacias.com/productos.php?cat=24>

Esmeril	 <p style="text-align: right;">19</p>	Este dispositivo consiste en dos piedras las cuales sirven para pulir y dar brillo a diferentes superficies.
Cizalla		Esta es una herramienta que sirve para cortar materiales en forma de viga.
Nipleadora		Esta máquina sirve para aplanar diferentes superficies.
Sierras (de cinta continua y de disco)		Son equipos de corte que funcionan con un disco fijo o con una lámina de corte vertical.
Taladro		Es un equipo de mano utilizado para hacer perforaciones sobre diferentes superficies.
Dobladora de tubos de control numérico		Mecanismo para doblar tubos a través de un software en el cual se ingresan los datos del tipo de doblado que se requiere.
Tronzadora		Es un equipo que sirve para hacer corte de tubos.

<sup>18</sup>Micrómetro <http://vicentesanchez.blogia.com/temas/tecnica-del-automovil.php>

<sup>19</sup>Cizalla <http://www.construcr.com/producto/id-31605/>

Pulidora	Herramientas para pulir diferentes superficies.
Caladora	Es un tipo de sierra portátil que permite cortar diferentes materiales.
Ruteadora	Mecanismo de corte el cual recibe las coordenadas en un software.
Herramienta Rotatoria ó Mototool	Este equipo tiene la propiedad de tener una punta la cual gira a altas velocidades y permite pulir diferentes materiales.
Rectificadoras: cilíndrica y plana, afiladora	Mecanismo que tiene la función de nivelar la superficie de varios materiales.
Impresora 3D (Prototipaje Rápido)	
Pulidora de muestras BUEHLER	

TABLA N° 5. EQUIPOS DEL ÁREA DE MECANIZADO




#### 4.2.3 Área Ensayo de Materiales.

Durómetro	 20	Equipo que mediante presión, con una punta de diamante, permite hacer perforaciones en los metales y así medir la dureza de la pieza
Máquina Universal de Ensayos	 21	Equipo que funciona mediante pistones que sirven para halar o comprimir probetas, adicionalmente conectado a un servidor que permite tomar las medidas del ensayo que se esté realizando.

<sup>20</sup>Durómetro <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-dureza/durometro-th-200.htm>

<sup>21</sup>Máquina Universal de Ensayos <http://pinzuar.net/concretos.htm>



Microscopio y estereoscopio metalográfico	 <p>22</p>	Este microscopio cuenta con una serie de lentes que le proporcionan más aumento y adicionalmente están conectados a un servidor que permite hacer un estudio más avanzado de las imágenes emitidas por el microscopio.
Máquina de ensayos de flexión	 <p>23</p>	Equipo que funciona mediante pistones, los cuales someten a presión las probetas de los materiales que se deseen analizar.(Madera, plásticos, metales, entre otros)
Máquina de ensayos de torsión	 <p>24</p>	Equipo que cuenta con un mecanismo el cual ejerce una fuerza de giro sobre la probeta para así poder medir la resistencia de esta ante dicha fuerza.

<sup>22</sup>Microscópio Metalográfico <http://www.quimis.com.br/es/produtos.php?cat=1&sub=35>

<sup>23</sup>Máquina de ensayos de flexión

<http://es.zwick.biz/es/productos/mordazas-y-fijaciones/dispositivos-para-ensayos-de-flexion.html>

<sup>24</sup>Máquina de ensayos de torsión <http://www.test-gmbh.de/spanisch/storsion205.html>

Péndulo de impacto industrial	 <p>25</p>	<p>Consiste en un brazo el cual tiene en uno de sus extremos, un cuerpo que golpea y rompe las probetas para medir, su resistencia a este impacto y así evaluar la composición y propiedades de la misma-.</p>
Microdurómetro	 <p>26</p>	<p>Este equipo ejerce la misma de presión, que el durómetro, pero aplica para piezas mucho más pequeñas.</p>
Extensómetro	<p>Equipo utilizado para efectuar pruebas de elongación y posteriormente medir la deformación de la probeta, Mediante sensores de medición prolongados también se puede utilizar en cámaras de temperatura.</p>	


<sup>25</sup>Péndulo de impacto industrial <http://www.callegranvia.com/maquinas/instrumentos-de-medida/mejor/pendulo-de-charpy/>

<sup>26</sup>Microdurómetro <http://www.tecnimetsa.es/microdurometros.htm>

Cámara de temperatura	Este es un equipo permite medir la temperatura de los cuerpos a través de sensores.
Balanza de metrología	Instrumento que permite medir el peso de los materiales que se han de utilizar en un ensayo o para medir el producto de uno de estos

TABLA N° 6. EQUIPOS DEL ÁREA DE ENSAYO DE MATERIALES

#### 4.2.4 Área Metalografía.

Amplificador		Dispositivo que permite ampliar la imagen de una objeto a través de una lente transparente, como el proyector de acetatos
--------------	--	---

<sup>27</sup>Amplificador <http://www.glosariografico.com/ampliadora>

Balanza analítica	 <p>28</p>	Es un elemento el cual sirve para pesar materiales, a través de sistemas mecánicos electrónicos que hacen que sus mediciones sean muy precisas.
Cortadora de metales	 <p>29</p>	Máquina que cuenta con un disco dentado que permite hacer corte de varios tipos de materiales.
Lijadora	 <p>30</p>	Equipo portátil que sirve para eliminar rugosidades sobre una superficie, a través de un discos que se pasa sobre el material y así va eliminando dichas rugosidades

<sup>28</sup>Balanza analítica <http://www.iaspectra.com/buscar.php?palabra=0&Submit=OK>

<sup>29</sup>Cortadora de metales <http://www.castellana.com.mx/productlist.asp?cat=233>

<sup>30</sup>Lijadora <http://www.decorablog.com/tipos-de-lijadoras/>






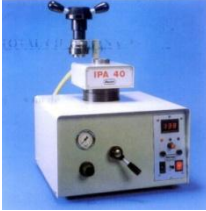
Cromatógrafo de gases		Se trata de una pipeta que contiene un gas, el cual atraviesa una columna rellena de líquido.
Equipos de medición lineal, angular		Instrumentos para efectuar medidas especiales de acuerdo a lo que requiera el ensayo.
Cámara fotográfica		Usada para tomar registro gráfico, de los resultados de las pruebas.
Microscopio		Son usados para observar a mayor escala los detalles de las pruebas que lo requieran
Microscopio monocular		
Cronómetro		Usado para tomar el tiempo que se tardan las diferentes pruebas

TABLA N° 7. EQUIPOS ÁREA DE METALOGRAFIA

<sup>31</sup>Cromatógrafo de gases <http://www.invemar.org.co/noticias.jsp?id=3636&date=24-09-2010&idcat=105&pagina=2>

#### 4.2.5 Área de Metrología.

Rugosímetro	 <p>32</p>	Es un instrumento electrónico que tiene la propiedad, de medir la rugosidad y su profundidad
Escuadra	 <p>33</p>	Instrumento de medición lineal , que además sirve como regla en muchos casos
Pie de Rey	 <p>34</p>	Instrumento para medir, con gran precisión, las dimensiones de objetos pequeños
Comparadores	 <p>35</p>	Sirven para verificar el paralelismo de dos caras, concentricidad de ejes y comprobar la redondez y agujeros además la colocación de las piezas en las máquinas herramientas, medir y clasificar piezas, etc.

<sup>32</sup>Rugosímetro <http://www.microtecnic.com/rugosímetros%20portátiles.htm>

<sup>33</sup>Escuadra <http://www.grupodamaco.com/productos.asp?idc=6>

<sup>34</sup>Pie de Rey <http://www.1de3.com/2004/10/29/pie-rey/>

<sup>35</sup>Comparadores <http://jhonbmx.blogspot.com/>







Niveles de precisión	 <p>36</p>	Son instrumentos para verificar aspectos superficiales como planitud, precisión entre superficies unidas, inclinación entre otras.
Bloques patrón	 <p>37</p>	Son instrumentos utilizados para realizar operaciones de precisión, calibración y además para calibrar otros instrumentos de medición.
Formómetro		

TABLA N° 8. EQUIPOS ÁREA DE METROLOGÍA.

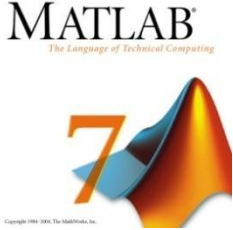




<sup>36</sup>Niveles de precisión <http://www.finkl-mex.com/medicion.html>

<sup>37</sup>Bloques patrón <http://www.cenam.mx/dimensional/patronesyCalibres.aspx>

#### 4.2.6 Área de Simulación.

<p>Promodel, para la simulación de procesos.</p>	 <p>www.promodel.com</p>
<p>Mastercam, para la manufactura asistida por computador.</p>	 <p>www.mastercam.com</p>
<p>Minitab, para el análisis estadístico de información.</p>	 <p>www.minitab.com</p>
<p>GAMS y WinQSB, para aplicación en investigación de operaciones y optimización.</p>	  <p>www.gams.com</p> <p>www.winqsb.com</p>
<p>SimaPro, aplicado a la gestión ambiental y el ecodiseño.</p>	 <p>www.simapro.com</p>



<p>Matlab (Solución numérica de problemas de ingeniería, adquisición de datos, procesamiento de imágenes, simulación de procesos)</p>	 <p>www.matlab.com</p>
<p>Solid Edge, Solid Works y Alibre (Dibujo y Diseño Asistido por computador)</p>	 <p>www.solidege.com</p>  <p>www.solidworks.com</p>  <p><a href="http://www.quickparts.com/e">http://www.quickparts.com/e</a></p>
<p>Ansys (simulación y evaluación de prototipos en problemas reales de ingeniería)</p>	 <p>www.ansys.com</p>

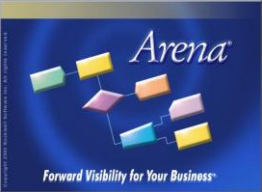

<p>Arena (simulación de procesos productivos y cálculo de tiempos)</p>	 <p><a href="http://www.arena.com">www.arena.com</a></p>
<p>SPSS (Soluciones estadísticas en problemas de ingeniería)</p>	 <p><a href="http://cursosmega.blogspot.com/">http://cursosmega.blogspot.com/</a></p>
<p>Una Sala con Equipos de cómputo de última tecnología</p>	

TABLA N° 9. EQUIPOS DEL ÁREA DE SIMULACIÓN



#### 4.2.7 Área de Tratamientos Térmicos.

Horno Mufla	 38	Es un horno que en su interior, esta recubierto por un material cerámico que le permite alcanzar muy altas temperaturas.
Termocupla	 39	Consiste en un par de conductores los cuales pueden estar hechos de diferentes materiales metálicos que pemriten medir la temperatura.
Baño de aceite	 40	Es un recipiente en el cual se pueden sumergir las probetas en aceite bajo temperaturas controladas para que asi queden listas para la prueba que lo requiera.

<sup>38</sup>Horno Mufla <http://www.cienytec.com/lab2muflas.htm>

<sup>39</sup>Termocupla [http://www.tumedicion.com/index.php?cPath=1\\_73](http://www.tumedicion.com/index.php?cPath=1_73)

<sup>40</sup>Baño de aceite <http://cci-calidad.blogspot.com/2008/11/baos-de-aceite.html>

<p>Analizador de imágenes</p>	 <p>41</p>	<p>Tablero electrónico que emite diferentes imágenes, acerca de temperatura y otros comportamientos de las probetas.</p>
<p>Crisol</p>	 <p>42</p>	<p>Es un recipiente que normalmente está hecho de grafito y sirve para depositar el material fundido.</p>
<p>Espectrofotómetro</p>	 <p>43</p>	<p>Es un equipo, que sirve para medir, la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones</p>

<sup>41</sup>Analizador de imágenes. [http://www.biltron.com/lst\\_articulo.php?FamId=19&SubFamId=146&Desde=0](http://www.biltron.com/lst_articulo.php?FamId=19&SubFamId=146&Desde=0)



<sup>42</sup>Crisol <http://www.analytica.com.co/Physis/Ciencias/CienciasNaturalesRurall/tabid/138/Default.aspx>

<sup>43</sup>Espectrofotómetro [http://www.biogen.es/biogenshop/catalog/index.php?cPath=70\\_597\\_144&osCsid=4221da579583799e515d41288b520751](http://www.biogen.es/biogenshop/catalog/index.php?cPath=70_597_144&osCsid=4221da579583799e515d41288b520751)

Microcortadora	Es un equipo de corte con un disco dentado, al igual que la cortadora, pero con proporciones más pequeñas.
Montadora de probetas.	Este equipo utilizado para la preparación de las probetas metalográficas.
Estufa	
Control horno trizonal	




TABLA N° 10. EQUIPOS DEL ÁREA DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

#### 4.2.8 Área de Mecanizado y Plásticos.

Máquina de Inyección de Plástico	 44	Es una máquina que inyecta polímero o cerámico dentro de un molde cerrado a presión y frío.
Centro de Mecanizado	 45	Es un equipo el cual funciona mediante un software el cual proporciona instrucciones a las herramientas de corte en sus interior para finalmente fabricar la pieza que se haya diseñado previamente.

<sup>44</sup>Máquina de Inyección de Plástico <http://www.tecnositio.com/maquinas/inyeccion-plastico.html>




<sup>45</sup>Centro de Mecanizado CNC <http://www.logismarket.com.ar/cancelarich/centro-de-mecanizado-cnc/1452091927-1244808407-p.html>

<p>Molino de reciclaje.</p>	 <p>46</p>	<p>Es un molino el cual recicla el material plástico para volverlo a reprocesar.</p>
<p>Compresor Reciprocante</p>	 <p>47</p>	<p>Es compresor el cual tiene la capacidad de comprimir un volumen de gas en un cilindro cerrado, el cual se puede emplear para refrigeración, acondicionamiento de aire, calefacción, polimerización acopio de gas natural entre otros.</p>
<p>Máquina de prototipado rápido</p>	 <p>48</p>	<p>Es un equipo en el cual se introducen coordenadas matemáticas, creadas mediante técnicas CAD/CAM las cuales se procesan para hacer modelos a escala de forma rápida.</p>

<sup>46</sup>Molino de reciclaje. <http://tijuana.olx.com.mx/molinos-para-reciclar-plastico-pet-pp-polipro-pe-desarrollamos-proyectos-de-reciclaje-iid-100537201>

<sup>47</sup> Compresor Reciprocante [http://www.refriamerica.com/compres\\_carlyle.html](http://www.refriamerica.com/compres_carlyle.html)

<sup>48</sup> Máquina de prototipado rápido <http://www.directindustry.es/prod/optomec/maquina-de-prototipado-rapido-mediante-sinterizacion-por-laser-19739-47006.html>

<p>Máquina aglutinadora</p>		<p>Es un equipo el cual muele el plástico para volver a reutilizarlo.</p>
<p>Máquina extrusora</p>		<p>Es un equipo el cual sirve para laminar el plástico fundido</p>
<p>Chiller</p>		<p>Es un equipo que sirve para enfriar líquidos como agua, aceite u otros fluidos.</p>

<sup>49</sup>Máquina aglutinadora [http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:J0\\_\\_T\\_CuIZ-8MM:https://images04.olx.com.co/ui/8/90/70/1283221684](http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:J0__T_CuIZ-8MM:https://images04.olx.com.co/ui/8/90/70/1283221684)

<sup>50</sup>Máquina extrusora [http://www.patazas.com.ec/se\\_vende\\_maquina\\_extrusoras\\_selladoras\\_impresora\\_para\\_industria\\_del\\_plastico\\_13211.html](http://www.patazas.com.ec/se_vende_maquina_extrusoras_selladoras_impresora_para_industria_del_plastico_13211.html)

<sup>51</sup>Chiller. <http://www.mtltechnologies.com/chillers.html>

<p>Máquina de medida de coordenadas (Scanner Láser) Coordinate measurement machine</p>	 <p>52</p>	<p>Es un escáner el cual usa un haz de luz para analizar un objeto.</p>
<p>Sistema de refrigeración de agua</p>	 <p>53</p>	
<p>Molino de Anillos</p>	 <p>54</p>	<p>Equipo para moler material, el cual funciona haciendo fricción entre una serie de discos.</p>

<sup>52</sup> Scanner Láser <http://www.image-acquire.com/tag/3d-laser-scanner/>

<sup>53</sup> Sistema de refrigeración de agua. [http://img.nauticexpo.es/images\\_ne/photo-g/sistemas-de-refrigeracion-d-agua-de-mar-para-buque-pesquero-228784.jpg](http://img.nauticexpo.es/images_ne/photo-g/sistemas-de-refrigeracion-d-agua-de-mar-para-buque-pesquero-228784.jpg)


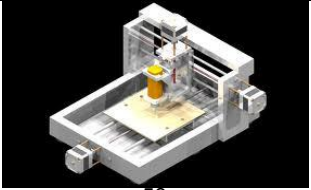
<sup>54</sup> Molino de Anillos <http://www.manfredinieschianchi.com/301-03-3ES-molinos-a-anillo-rotante.htm>



Balanza	Es una palanca de brazos iguales que cuando logra el equilibrio entre los pesos de dos cuerpos permite medir el momento de fuerza.
Perladora Minifuse	
Unidad Central de Proceso	

TABLA N° 11. EQUIPOS DEL ÁREA DE MECANIZADO Y PLÁSTICOS

#### 4.2.9 Área Diseño de Máquinas.

Minifresadora Roland para modelado y ruteado de piezas tridimensionales.	 55	Estos equipos sirven para mecanizar, piezas metálicas de pequeños tamaños
Minitorno CNC.	 56	

<sup>55</sup>Minifresadora Roland para modelado y ruteado de piezas tridimensionales. <http://www.americanmachinetools.com/Espanol.htm>

<sup>56</sup>Minitorno CNC. <http://www.psicofxp.com/forums/electronica.149/704393-fresadora-cnc-de-tres-ejes-casera-11.html>

Minifresadora CNC.	 57	
Osciloscopio análogo y digital.	 58	Equipo utilizado para estudiar las ondas eléctricas
Fuentes de voltaje		
Kit Control de motores		
Sistema de desarrollo I2C		
Herramientas convencionales para taller de metalmecánica		
Generadores de señal		
Dispositivos para automatización y control		

TABLA N° 12. EQUIPOS DEL ÁREA DE DISEÑO DE MÁQUINAS

<sup>57</sup>Minifresadora CNC. <http://www.cncnet.com.br/torno.html>

<sup>58</sup>Osciloscopio análogo y digital. <http://www.osciloscopios.com/osciloscopio/>

#### 4.2.10 Área Centro Tecnológico de Automatización Industrial.

Recursos Sala CAD / CAM: En esta sala, se llevan a cabo labores de diseño asistido por computador, a través de algunos de los software ya mencionados.
Sala CIM Esta sala requiere de equipos para llevar a cabo la simulación de procesos, para lo cual va a requerir de robots de manipulación, bandas transportadoras, estantes de almacenamiento y sistemas de información que permitan realizar una simulación muy cercana a la realidad para así poder hacer un análisis asertivo del proceso .
Sala de Neumática es un espacio destinado para trabajar con los principios de la automatización industrial y para ello se requieren equipos neumáticos, electroneumáticos y electrohidráulicos entre otros,
Virtual Plant: este es un software que cuenta con una plataforma, que la cual permite la simulación de diferentes procesos, ya que brinda la oportunidad de incorporar diferentes elementos propios de un proceso industrial.

TABLA N° 13. EQUIPOS DEL ÁREA DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

#### 4.2.11 Área de Procesos Industriales.

Conformado por cinco plantas de simulación

Extrusión de plástico
Galvanoplastia
Balance de materia
Refrigeración y climatización
Intercambio de calor

#### 4.2.12 Área de Microscopía.


<p>Microscopio Electrónico de Barrido</p>	 <p>59</p>	<p>Es aquel que utiliza un haz de electrones en lugar de un haz de luz para formar una imagen.</p>
---	---	--

TABLA N° 14. EQUIPOS DEL ÁREA DE MICROSCOPIA

<sup>59</sup>Microscopio Electrónico de Barrido <http://www.labtop.pe/inicio/component/virtuemart/details/341/microscopio-electr%C3%B3nico-de-barrido.html>

#### 4.2.13 Área de Análisis de Operaciones Industriales.



Banda transportadora	 <p>60</p>	Sistema de transporte continuo automático., formado por rodillos y una cinta que los recubre produciéndose así el movimiento continuo.
Sistema de almacenamiento automático.	 <p>61</p>	Es un mecanismo automatizado para almacenar diferentes tipos de piezas.

TABLA N° 15. EQUIPOS DEL ÁREA DE ANÁLISIS DE OPERACIONES INDUSTRIALES

<sup>60</sup> Banda transportadora <http://www.famensal.com.sv/prod.php?prodid=0000000007>

<sup>61</sup> Sistema de almacenamiento automático. . <http://www.vahle.es/productos/carriles/u152535.htm>

#### 4.2.14 Área de Fluorescencia de Rayos – X.

<p>X' Pert PRO MPD</p>	 <p>62</p>	<p>Es un dispositivo utilizado para analizar materiales, el cual consiste en atacar con un haz de rayos x un material, para así estudiar las propiedades de la pieza que se esté estudiando.</p>
<p>Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X</p>	 <p>63</p>	<p>Es un equipo el cual basa su funcionamiento, en la medición de longitudes de onda o energía de rayos X, emitidas por la muestra después de ser bombardeada por una radiación primaria.</p>

TABLA N° 16. EQUIPOS DEL ÁREA DE FLOURESCENCIA DE RAYOS X

<sup>62</sup> X' Pert PRO MPD [http://ag.arizona.edu/swes/CEPM/cepm\\_instrumentation.html](http://ag.arizona.edu/swes/CEPM/cepm_instrumentation.html)

<sup>63</sup>Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X. <http://picses.eu/keyword/espectrometro/>

### 4.3 REQUISITOS DE SEGURIDAD OPERATIVA

Para dar cumplimiento a las normas de seguridad industrial que se requieren, para realizar todas las pruebas y ensayos dentro de las instalaciones del laboratorio, es absolutamente necesario tener elementos de protección y seguridad, que garanticen la integridad física del personal que vaya a intervenir durante la ejecución de dichos ensayos y pruebas. Por lo cual se ha de tener en cuenta la adquisición, de los siguientes elementos de protección y seguridad.

#### 4.3.1 Protección Extremidades Y Tórax.

Dado que dentro de un laboratorio de este tipo, son varios los factores que pueden comprometer la integridad, en la mayoría de los casos de las manos y dedos por mutilación, los pies por caída de objetos, y por otra parte la ropa no pata para estar allí, la cual muchas veces produce atrapamientos hacen de este, un muy importante ítem.

- Guantes

Existen tipos de guantes, para diferentes actividades, en el presente caso se requiere de guantes, para aseo, guantes de carnaza para manipulación de elementos a altas temperaturas, guantes anti corte, en de malla de acero y guantes quirúrgicos para garantizar evitar el contacto con posibles contaminantes



<sup>64</sup> Guantes [http://www.comercialrichardsonsa.com/p\\_equipos\\_guantesindustriales.html](http://www.comercialrichardsonsa.com/p_equipos_guantesindustriales.html)

- Botas

Estas botas protección tienen una característica especial, que consiste en que se deben tener puntas de acero y en algunas ocasiones talones de acero para evitar lastimarse por caída de elementos o por choques contra alguna superficie.



- Overol

Estos atuendos son importantes para evitar la caída de material directamente sobre la ropa, por lo cual son de material grueso y de color oscuro ya que durante muchas operaciones es inevitable ensuciarse.



---

<sup>65</sup> Botas. [http://www.segfred.cl/proteccion\\_pies.html](http://www.segfred.cl/proteccion_pies.html)

<sup>66</sup> Overoles. <http://bordajal.com.mx/?seccion=productos&catz=Overoles>



- Batas

Son importantes en el momento en que se vayan a realizar pruebas que requieran de condiciones de asepsia para conservar dichas condiciones, además también se prefiere que sean de material grueso para evitar caída de material sobre la ropa y así mismo evitar accidentes.



67

#### 4.3.2 Protección Facial Y Cascos.

Este tipo de protección es el más importante, ya que es allí donde está el control de las habilidades y por ende requiere de más atención.

- Cascos

Existen cascos, para trabajos con electricidad y para soportar golpes, pero en este caso se requieren más del segundo tipo, los cuales por lo general están hechos de poliuretano y en su interior cuentan con arnés, que crea un espacio entre la cabeza y la estructura del caso de forma que amortigua más en caso de golpes.



68

---

<sup>67</sup>Batas. <http://www.sbislas.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=23>

- Caretas.

En el caso de las caretas, cuentan con una característica acerca del color de la visera, hay unas de color transparente para trabajo con material que desprenda viruta y otras de color oscuro para trabajo con soldadura o material incandescente.



69

#### 4.3.3 Protección De Ojos.

La protección de esta parte es sumamente importante debido a que son los ojos los que permiten dar precisión a las tareas que se estén haciendo y en ello radica su importancia en este caso.

- Gafas

Estos elementos cuentan con las mismas características de las caretas acerca de su color y el propósito por el cual se hacen de esa manera. Además son un medio para identificar posibles fallas o riesgos.



70

<sup>68</sup> Cascos. [http://www.segfred.cl/facial\\_cascos.html](http://www.segfred.cl/facial_cascos.html)

<sup>69</sup> Caretas. <http://jegadetijuana.com/principal/category/equipo-de-seguridad/caretas/>

<sup>70</sup> Gafas  
<http://www.rodasila.com/default.aspx?ACCIO=PORTALENC&NIVELL=3FBBD061EDFBD983F6C9F44ACB999ECC287E1B5BE99C7CB8692FA714C61DB99FEBAC6444878063BB>

#### 4.3.4 Protección Auditiva.

El oído es el centro del equilibrio y el medio a través del cual se interpretan las instrucciones de operación y cuidado, además contribuyen, al igual que los ojos a identificar fallas o posibles riesgos.

- Fonos, protector expandible, protector silicona



#### 4.3.5 Protección Respiratoria.

Aunque el olfato no es un sentido que permita dar más precisión a las pruebas que se realicen dentro de un laboratorio como este, si es necesario protegerlo ya que los vapores y humos que se generan como producto de los diferentes ensayos y pruebas pueden afectar la salud, además de ellos el olfato es un medio para percatarse de posibles incendios dentro de las instalaciones.

- Filtros, máscaras, mascarilla, tapabocas

Las características de estos elementos se centran en su grado de protección, de acuerdo al tipo de material del que este hecho el sistema, puesto de ello dependerá el grado de protección que proporcione al usuario.



<sup>71</sup> Protectores auditivos.

<http://www.rodasila.com/default.aspx?ACCIO=PORTALENC&NIVELL=3FBBD061EDFBD983F6C9F44ACB999ECC287E1B5BE99C7CB8692FA714C61DB99FEBAC6444878063BB>

<sup>72</sup> Protectores Auditivos [http://www.segfred.cl/proteccion\\_respiratoria.html](http://www.segfred.cl/proteccion_respiratoria.html)

#### 4.3.6 Desinfección.

Este es un elemento que tiene dos propósitos, uno de ellos es desinfectar antes o después de hacer una prueba, y el otro es el de limpiar o desinfectar, en caso de que se haya presentado un accidente, y haya caído algún tipo de material sobre alguna parte del cuerpo.

- Ducha de desinfección

Estas duchas cuentan con la particularidad de que su distribución, se adapta para un lavado total del cuerpo, o para el lavado de manos y ojos, lo cual ofrece permite tener precisión en el momento del lavado del parte que se requiera desinfectar o que se haya visto afectada



#### 4.3.7 Fases de Implementación.

A continuación se va a presentar el proceso de evolución, para la implementación del laboratorio, basado en la evolución de las asignaturas que se cursan, durante el proceso de desarrollo de la carrera de Ingeniería de Producción

TIPO DE ASIGNATURA	ASIGNATURA	ÁREA
Nuclear	Gestión de Materiales	Área Ensayo de Materiales Área de Fluorescencia de Rayos – X Área de Difractometría de Rayos – X Área de Microscopía
Electiva	Polímeros	Área de Mecanizado y Plásticos
Electiva	Metrología	Área de Metrología
Nuclear	Investigación de Operaciones	Área de Simulación
Electiva	Diseño de plantas industriales	
Nuclear	Fundamentación en Ingeniería	

TIPO DE ASIGNATURA	ASIGNATURA	ÁREA
Nuclear	Análisis de Procesos Físicos	Área Metalografía Área de Tratamientos Térmicos Área Diseño de Máquinas
Electiva	Hidráulica	Área de Soldadura Área de Operaciones Industriales Área de Procesos Industriales
Nuclear	Mantenimiento y Seguridad Industrial	
Nuclear	Estructuración de Sistemas Automatizados	Área Centro Tecnológico de Automatización Industrial
Electiva	Robótica	
Nuclear	Gerencia de sistemas de producción	Área de Análisis de Operaciones Industriales
Nuclear	Ingeniería de Métodos y Gestión de Calidad	
Electiva	Mejoramiento continuo	

TABLA N° 17. ASIGNATURAS RELACIONADAS CON LAS ÁREAS DEL LABORATORIO

En los planos mostrados a continuación, se parecían las instalaciones completas, de la primera planta, de la sede de la calle 74, las cuales, puede proporcionar, en un principio el desarrollo del proyecto, pero lo ideal es que se construyan nuevas instalaciones que cumplan con todos los requerimientos especificados en la [5] Resolución 2269, expuesta en ítems que se van a desarrollar más adelante.

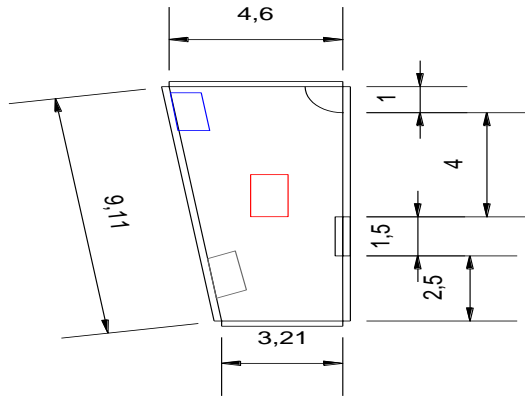


FIGURA N°. 1. PLANO ESTADO ACTUAL DE LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS

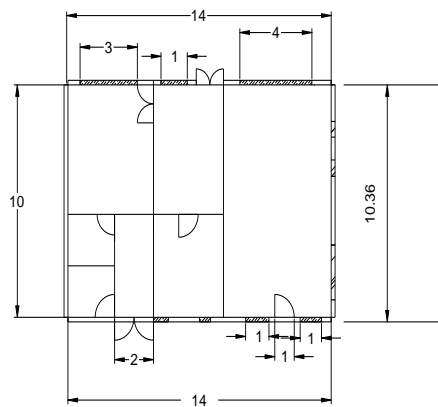


FIGURA N°. 2. PLANO AULAS DE SISTEMAS Y BAÑOS SEDE CALLE 74

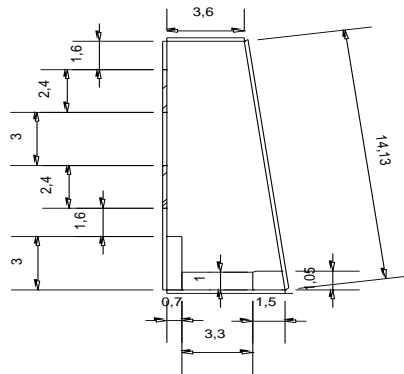


FIGURA N°. 3. PLANO GARAJE SEDE CALLE 74

#### 4.3.7.1 FASE DE IMPLEMENTACIÓN 0

El plano de la fase 0 muestran los equipos del departamento de Ingeniería de Producción, que se tienen actualmente en las instalaciones de la Universidad EAN de la sede, calle 74 con carrera 9, dichos equipos ya han sido mencionados en los antecedentes de la presente propuesta.

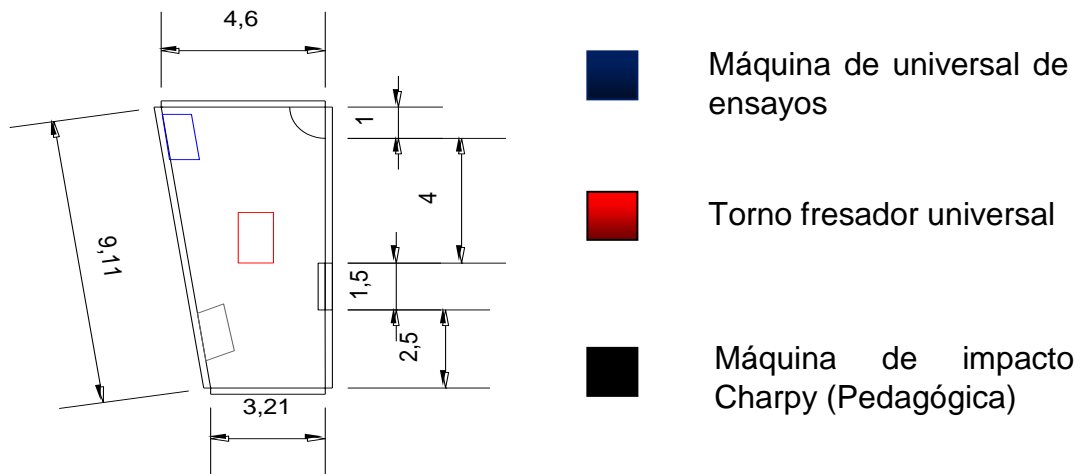


FIGURA N°. 4. PLANO FASE 0 LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS



#### 4.3.7.2 FASE DE IMPLEMENTACIÓN 1

En el transcurso de esta fase, el objetivo es adquirir los equipos y herramientas complementarias a las que ya se tienen, es decir los equipos básicos para el mecanizado y preparación de las probetas para las pruebas destructivas ya descritas. Además para la compra e implementación de los equipos de esta fase, se estipula un tiempo aproximado de un año y otros seis meses para la puesta a punto de los equipos.

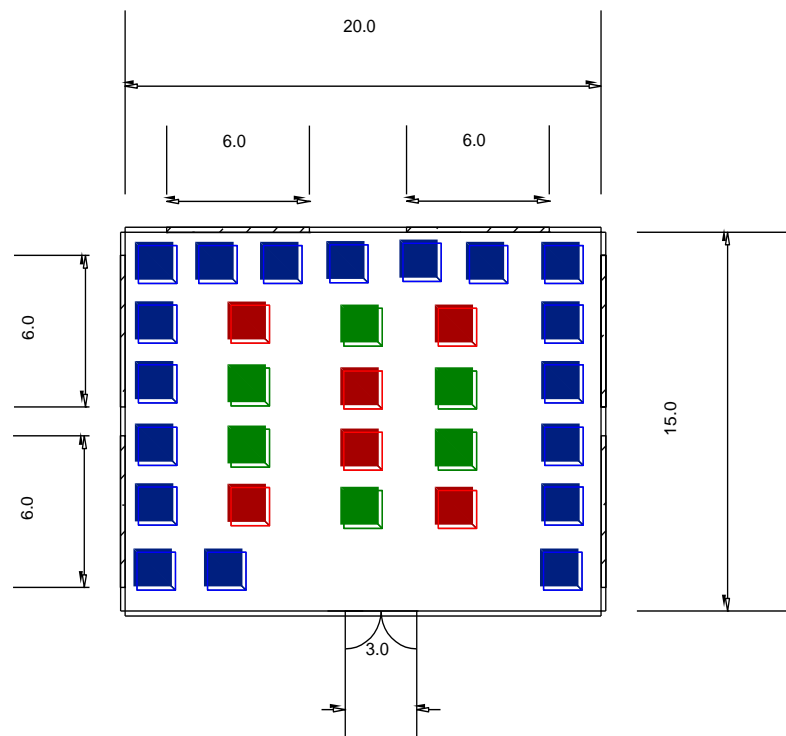


FIGURA N°. 5. PLAN OFASE 1 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS



Representan equipos de mecanizado y corte, además muestra el orden en que podrían ir organizados, empezando por la izquierda y siguiendo su curso hasta completar el recorrido. Estos equipos son:

1	Compresor.	10	Nipleadora.
2	Cizalla.	11	Sierra de disco.
3	Cortadora de disco	12	Sierra de cinta.
4	Lijadora.	13	Pulidora.
5	Esmeril.	14	Taladro de árbol.
6	Prensa manual	15	Tronzadora
7	Prensa hidráulica.	16	Caladora
8	Afiladora de herramientas.	17	Rectificadora
9	Fresadora universal.	18	Pulidora de muestras



Representan estanterías, en donde podrían estar contenidos los instrumentos pequeños, que consisten en equipos de observación, medición, calibración y de trabajos manuales sencillos, los cuales se mencionan a continuación.

Taladro manual.	Cronómetros.
Pie de rey o calibrador.	Escuadra.
Micrómetro.	Boques patrón.
Mototool.	Niveles de precisión.
Balanza analítica.	Comparadores.
Balanza metrológica.	Rugosímetro
Instrumentos de medición angular y lineal.	Microscopios.
Microscopio monocular	Microscopio y estereoscopio metalográfico.



Representan los bancos de trabajo o Mármol.

#### 4.3.7.3 FASE 2

El desarrollo de esta fase, implica la adquisición de los equipos para soldadura y los de simulación. Lo cual debería realizarse durante un lapso de tiempo de aproximadamente un año.

- Soldadura

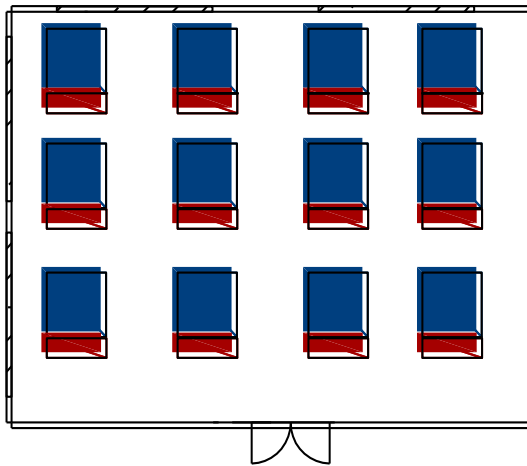



FIGURA N°. 6. PLANO FASE 2 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS

 Equipos utilizados para efectuar actividades de soldadura, en este caso su orden no importa, pero a pesar de ello se sugiere el siguiente orden.



Bancos de trabajo.

COLUMNA 1
<ul style="list-style-type: none"><li>- Soldadura AC/DC</li><li>- Soldadura TIG</li><li>- Soldadura MIG</li></ul>
COLUMNA 2
<ul style="list-style-type: none"><li>- Soldadura oxiacetilénica</li><li>- Soldadura multiprocesos</li><li>- Soldadura de sumergido</li></ul>
COLUMNA 3
<ul style="list-style-type: none"><li>- Máquina para ensayo por abrasión<ul style="list-style-type: none"><li>- Densitómetro.</li></ul></li><li>- Equipo de partículas magnéticas.</li></ul>
COLUMNA 4
<ul style="list-style-type: none"><li>- Horno para electrodos.</li><li>- Dispositivos de medición</li><li>- Equipo de rayos x para materiales.</li></ul>

En cuanto a los equipos de simulación, en este momento ya se cuenta con algunos pero se presume que no tienen, la capacidad para correr los programas que se requieren para llevar a cabo las diferentes simulaciones.

- Simulación

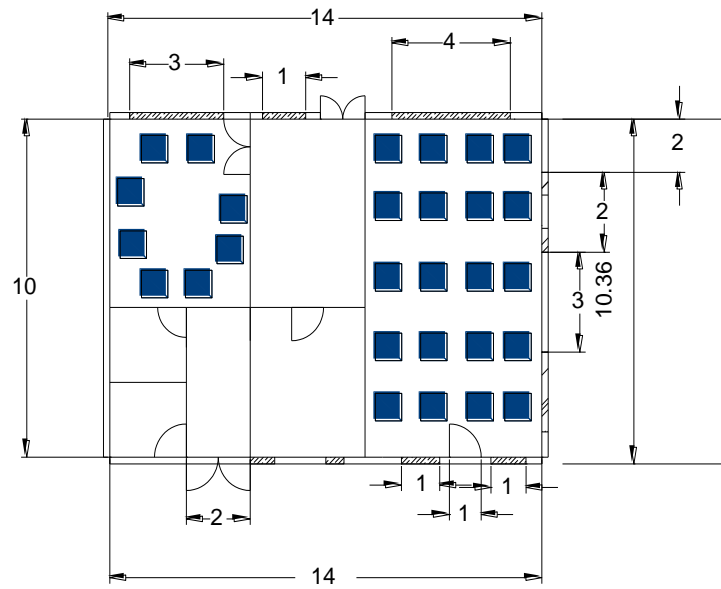



FIGURA N°. 7. PLANO FASE 2.1 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS

 Equipos para simulación

#### 4.3.7.4 FASE 3

Para el desarrollo de esta fase, se planea hacer adquisición de los equipos especializados que básicamente consisten en los equipos CNC (control numérico computarizado), y los equipos para tratamientos térmicos. Debido a la complejidad para la instalación y puesta a punto de los equipos, el tiempo aproximado para implementar esta área de trabajo es de año y medio

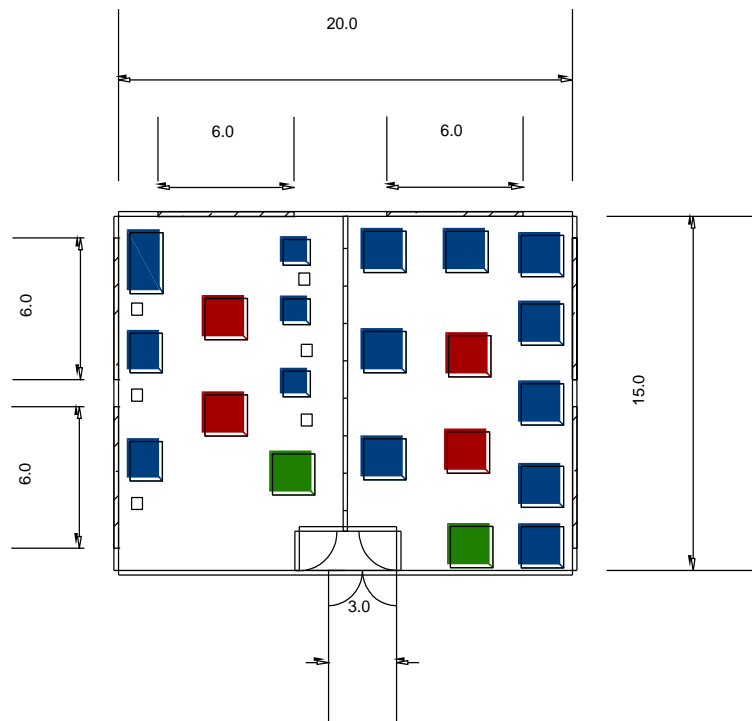



FIGURA N°. 8. PLANO FASE 3 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS

 Representan los equipos, y su distribución. En este caso las instalaciones están organizadas de manera que en la do izquierdo se encuentran todos los equipos CNC (Control numérico computarizado) y al lado derecho los equipos de tratamientos térmicos o que trabajan con temperaturas significativas.

Además de ello su distribución de la siguiente manera:

- Equipos CNC

1	Extensómetro	4	Minifresadora ruteadora CNC
2	Dobladora de tubos CNC	5	Minifresadora CNC
3	Torno CNC	6	Minitorno CNC

- Equipos Tratamientos térmicos

1	Baño de aceite
2	Estufa
3	Espectrofotómetro
4	Horno mufla
5	Crisol
6	Control horno trizonal
7	Cámara de temperatura
8	Cromatógrafo de gases.
9	Montadora de probetas




Los cuadros de color blanco representan los ordenadores o computadores de cada uno de los equipos CNC



Representan estanterías en donde en el caso del área de tratamientos térmicos se han de guardar elementos como

Termocupla
Analizador de imágenes
Pinzas
Elementos de protección personal

 Representan los bancos de trabajo

- Procesamiento de polímeros

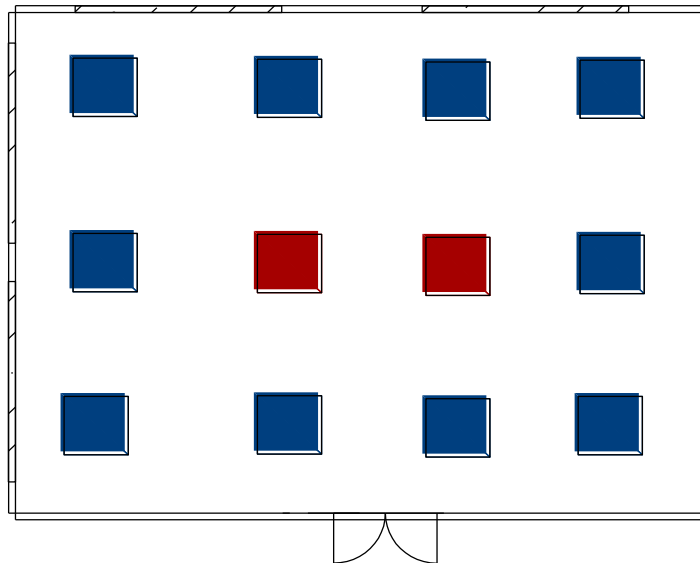



FIGURA N°. 9. PLANO FASE 3.1 IMPLEMENTACIÓN DE MATERIALES Y PROCESOS

 Representan los equipos para el procesamiento de polímeros y la distribución de los equipos empieza desde la esquina inferior izquierda y continua su recorrido hasta terminar el ciclo de cuadros azules.



1	Sistema de refrigeración de agua	6	Centro de mecanizado
2	Molino de anillos	7	Compresor recíprocante
3	Molino de reciclaje	8	Scanner láser
4	Máquina inyectora de plástico	9	Máquina de prototipado rápido
5	Máquina extrusora	10	Chiller



Representan los bancos de trabajo

#### 4.3.7.5 FASE 4

En el progreso de esta fase de implementación, se han de adquirir una serie de equipos bastante complejos de poner a punto y además requieren de espacios especiales para su ubicación, por lo cual el tiempo aproximado para implementar esta fase es de año y medio.

Rayos- X y Microscopia

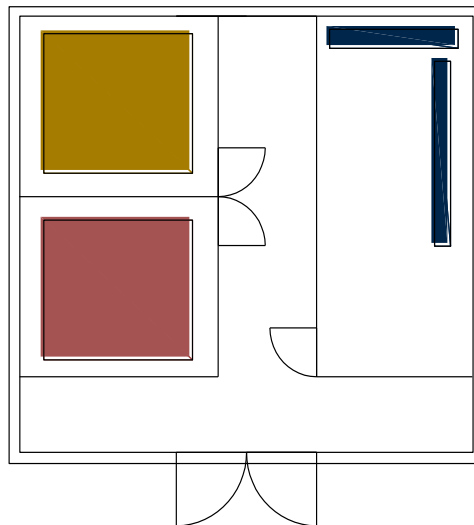





FIGURA N°. 10. PLANO FASE 4 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS

 Representa la banda transportadora y el equipo de almacenamiento automático.

 Representa la sala CIM

 Representa la sala de neumática

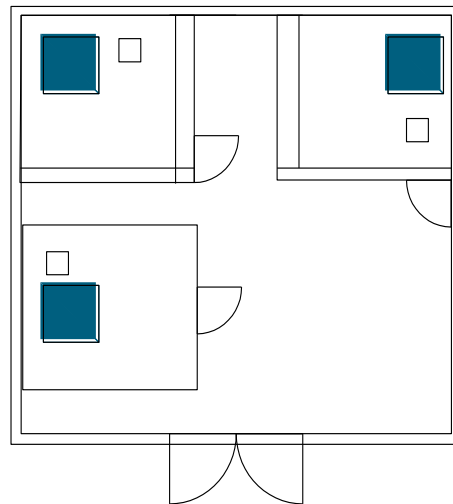




FIGURA N°. 11. PLANO FASE 4.1 IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS

 Representan los equipos de difracción de rayos x, fluorescencia de rayos x y el microscopio electrónico de barrido.

 Representan los servidores a los que debe ir conectado cada uno de estos equipos.

#### 4.4 DECISIONES ESTRATÉGICAS

[8] Las decisiones estratégicas, son aquellas que tratan de determinar los procesos mediante los cuales se van a gestionar los diferentes recursos que se necesitan para realizar el proyecto y se ciñen a las disposiciones de la Universidad y la Facultad de Ingeniería.

El presente proyecto es iniciativa de la Facultad de Ingeniería, cuya finalidad es proporcionar a los docentes un espacio, donde puedan llevar a cabo las prácticas de lo que ya se ha dictado en las clases magistrales, permitiendo así que los estudiantes practiquen lo que han visto en los salones, esto va a permitir resolver las inquietudes que tengan, orientados por el docente, permitiendo que los estudiantes desarrollen sus habilidades de una manera didáctica y real, por lo cual se considera absolutamente necesario la creación de este laboratorio.

La Universidad cuenta dentro de la Vicerrectoría de Recursos Financieros y Físicos con un área de Gestión de Desarrollo de la Planta Física; es una de sus funciones evaluar y proyectar las necesidades de recursos físicos para toda la Universidad. Dicha unidad organizacional debe seguir la siguiente secuencia de acciones para emprender proyectos en la planta física.

- Verificar que el Proyecto Educativo Institucional y el Plan de Desarrollo contienen un proyecto de desarrollo que demande planta física.
- Hacer los estimativos generales de costo y especificidad, como proyecto preliminar.
- Presentar a instancia de la Vicerrectoría de Recursos Financieros y Físicos el proyecto para su visto bueno. Este depende del valor económico, aspecto normativo de curaduría u otra norma y oportunidad de recursos.
- Incluir las necesidades en el plan de acción de la siguiente vigencia y estimar su presupuesto; se debe incluir como meta del plan de acción.
- Por parte de Consejo Superior dar aprobación al plan de acción y presupuesto que incluya el proyecto de planta física.
- Programar las acciones de la meta del plan de acción.
- Ejecutar las acciones de la meta del plan de acción.
- Verificar el desarrollo y tomar medidas correctivas.
- Valorar el resultado y generar reporte de logro o finalización del proyecto.

En cuanto a los costos se refiere, el presente proyecto no contemplo ese aspecto dentro de su alcance, debido a que la Universidad EAN cuenta con protocolo determinado, para llevar a cabo cotizaciones y compras, además desde la posición de estudiante, no es viable saltarse ese protocolo y por otra parte el estudiante no tiene capacidad de negociación, con los proveedores de los equipos aquí mencionados, por estas razones el aspecto relacionado con los costos, no fue incluido dentro el desarrollo de este propuesta, más sin embargo se referencian algunas empresas con las cuales se puede iniciar un proceso de negociación, para la compra de los equipos.

#### 4.4.1 Proveedores de Equipos.

- <http://www.abb.com.co/ProductGuide/>
- [http://www.albkleinco.com/index\\_es.htm](http://www.albkleinco.com/index_es.htm)
- [http://colombia.acambiode.com/empresa\\_72358070090367516949535754534548.html](http://colombia.acambiode.com/empresa_72358070090367516949535754534548.html)
- <http://comdistral.com/infgeneral.html>
- <http://www.inoxcol.com/>
- <http://www.webral.com/maquinaria-metalmecanica/index.php>
- <http://www.unimaquinas.com/>
- <http://www.gemini-colombia.com/>
- <http://www.colomguia.com/>
- <http://www.imexbb.com/sell-leads/industrial-machinery-and-industrial-equipment>
- <http://www.hg.org/article.asp?id=18965>
- <http://translate.google.com.co/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.industrialpartssurplus.com/>
- [http://www.catalogodeexportadores.com/Hornos-para-fundicion/Colombia/1\\_2.aspx](http://www.catalogodeexportadores.com/Hornos-para-fundicion/Colombia/1_2.aspx)
- <http://www.planetacolombia.com/buscar/partes+maquinaria>
- [http://paginasamarillasdemedellin.com/Fundicion/colombia/1\\_2.aspx](http://paginasamarillasdemedellin.com/Fundicion/colombia/1_2.aspx)

- Entorno físico

En la actualidad la facultad de Ingeniería, cuenta con un espacio de 587.51 metros cuadrados, en el edificio que se encuentra ubicado en la sede de la calle 74 con carrera 9, allí se cuenta con, dos salas de cómputo, un salón de clase, oficinas administrativas, laboratorio de física y química, un improvisado laboratorio de máquinas, baños y parqueadero.

- Entorno político para aprobar un proyecto

El presente proyecto debe ser estudiado y analizado por las autoridades del programa que lo propone, en este caso el departamento de Ingeniería de Producción, enseguida por las autoridades de la Facultad de Ingeniería y finalmente por las autoridades de la universidad EAN,

#### 4.5 DECISIONES LOGÍSTICAS

Este tipo de decisiones se encuentran relacionadas con lo que respecta a la evolución de la implementación de este proyecto, es decir la planeación de las instalaciones, etapas de adquisición de equipos, definición de funciones y el establecimiento de las áreas de trabajo, de acuerdo a las necesidades de los estudiantes de Ingeniería de Producción, durante el desarrollo de su carrera.

##### 4.5.1 Planeación de Instalaciones.

Para el diseño de las instalaciones, se considera necesario tener en cuenta aspectos como el flujo, espacio y relación de actividades, con el fin de poder medir el flujo de los procesos, para lo cual existen herramientas para efectuar dicha medición, de manera cuantitativa y cualitativa.

[9] Las herramientas de tipo cuantitativo, tienen la característica de que miden el flujo en términos de la cantidad trasladada entre los departamentos, mientras que las de tipo cualitativo, miden el flujo de acuerdo a los valores de cercanía de relación, desarrollados por Muther, estos valores consisten en:

### Importancia de la Relación

VALOR	CERCANÍA
A	Absolutamente necesaria
E	Muy importante
I	Importante
O	Está bien, una cercanía normal
U	No es importante
X	No es conveniente

### Razón detrás del valor de cercanía

Código	Razón
1	Frecuencia de uso alta
2	Frecuencia de uso media
3	Frecuencia de uso baja
4	Flujo de información alto
5	Flujo de información mediano
6	Flujo de información bajo

Estos criterios son utilizados para crear una herramienta la cual se denomina la tabla de relaciones, y va a permitir evaluar la conveniencia de la cercanía, entre las diferentes áreas dentro de las instalaciones, en este caso del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN.



Como producto de la anterior gráfica, se puede determinar la conveniencia de la cercanía entre las diferentes áreas que se proponen para un laboratorio de este tipo, de lo cual es necesario destacar que las áreas de difracción y fluorescencia de rayos X deben estar alejadas de las demás áreas debido a que en estas, se llevan a cabo tareas con material radioactivo y por ello se deben aislar de las demás áreas, evitando así problemas de salud para el personal dentro del laboratorio.

## 4.6 DECISIONES OPERATIVAS

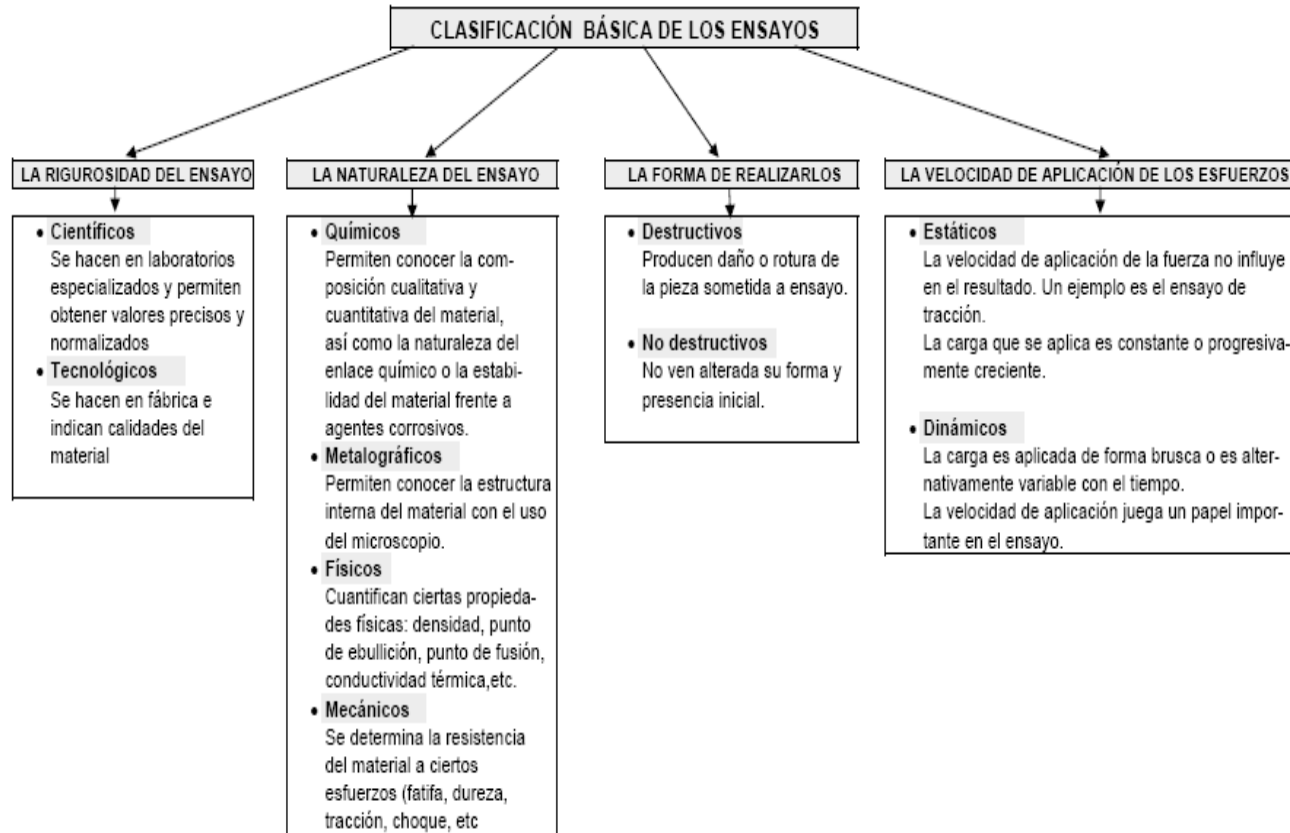
Este tipo de decisiones, son aquellas relacionadas con los procesos que se han de tener en cuenta para el funcionamiento del laboratorio, una vez se hayan completado los requisitos de tipo organizacional y estructural establecidos por las normas técnicas y además por las normas establecidas por la Universidad EAN.

### 4.6.1 Tipos De Ensayos.

Con el propósito de establecer con claridad, que tipo de actividades son las que se van a llevar a cabo en el laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, por parte de sus estudiantes durante su proceso de formación, así como los demás actores que hagan uso de él, a continuación se muestra de forma resumida pero clara las acciones que se podrán hacer en dicho laboratorio.



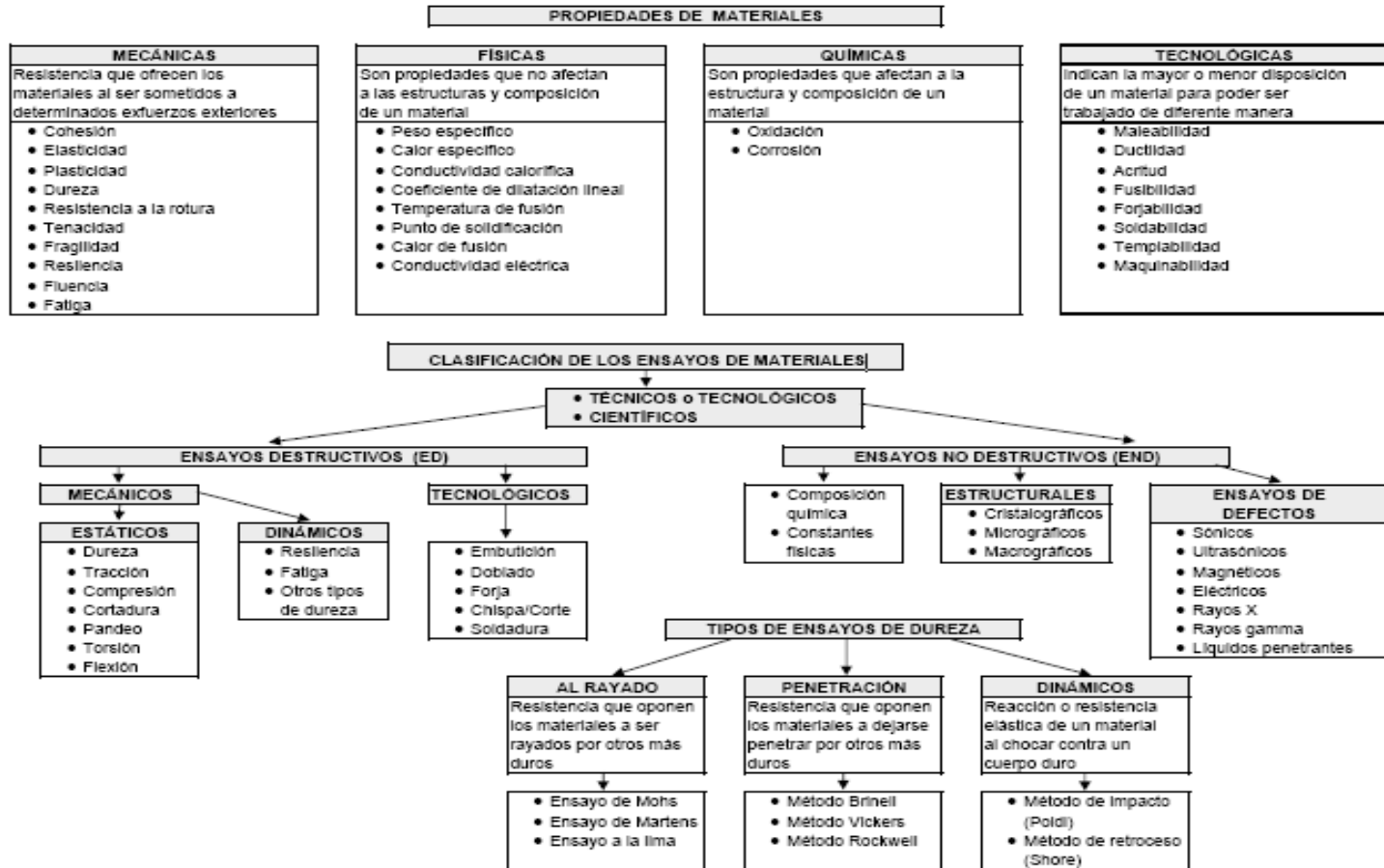
- Diagrama clasificación básica de los ensayos



73

<sup>73</sup>Diagrama clasificación básica de los ensayos. [www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sierra\\_magina/d\\_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/Tema1-Tipos%20de%20ensayos.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/Tema1-Tipos%20de%20ensayos.pdf)

- Diagrama clasificación específica de los ensayos.



74

<sup>74</sup>Diagrama clasificación específica de los ensayos.[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sierra\\_magina/d\\_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/Tema1-Tipos%20de%20ensayos.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/bajables/2%20bachillerato/Tema1-Tipos%20de%20ensayos.pdf)

#### 4.6.2 Estructura Orgánica Para El Funcionamiento Del Laboratorio.

Un aspecto vital para la organización de un equipo de trabajo, consiste en determinar la estructura de las áreas de trabajo y los responsables de cada una de ellas, razón por la cual se sugiere el siguiente esquema de trabajo.

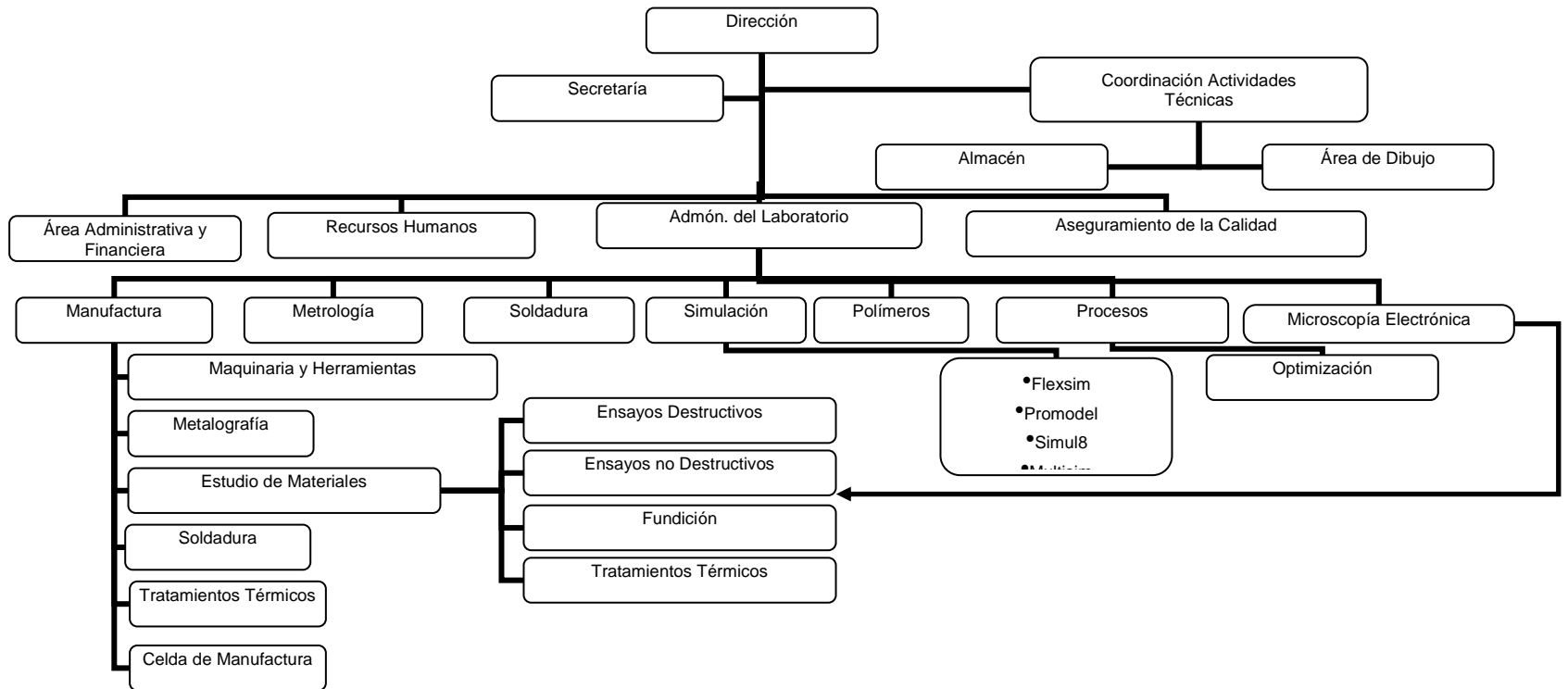


FIGURA N°. 12. PROPUESTA ORGANIGRAMA PARA LABORATORIO DE MATERIALES Y PROCESOS

## 5 SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS Y CALIBRACION NTC-ISO/IEC 17025

[10] Para el desarrollo del presente proyecto y con el fin de lograr la implementación y consolidación de un laboratorio, el cual cumpla con los requerimientos necesarios para brindar una educación de calidad, a través de una herramienta práctica y que permita abrir fronteras, para los estudiantes y para la Universidad EAN, se presenta el plan con los aspectos básicos para creación del laboratorio de materiales y procesos de dicha institución.

### 5.1 REQUISITOS RELACIONADOS CON LA GESTIÓN

A continuación, se enuncian aquellos requisitos que van a determinar la estructura administrativa para el funcionamiento del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN.

#### 5.1.1 Organización.

La responsabilidad legal, dadas las actividades que se han de realizar, debe estar a cargo de las directivas de la Facultad de Ingeniería la cual es, quien estaría al frente de la administración del proyecto, pero a su vez debe contar con el apoyo de las directivas de la Universidad, para crear mecanismos de evaluación que permitan satisfacer de los estudiantes, las necesidades de clientes, autoridades y organizaciones que otorgan reconocimiento a este tipo de instituciones,

Los recursos inicialmente han de ser proporcionados por la Vicerrectoría de Planeación de Recursos Físicos y Financieros, pero con el transcurso del tiempo, dados los servicios que se pretenden ofrecer a la industria, la asignación de recursos debe ser compartida entre la Vicerrectoría de Planeación de Recursos Físicos y Financieros y la Facultad de Ingeniería

En cuanto al personal operativo de este laboratorio, debe ser seleccionado por la Facultad de Ingeniería, la cual es quien tiene los conocimientos para efectuar ese proceso de selección, de tal modo que se seleccione personal con conocimientos que contribuyan con la implementación mejoramiento de este sistema de gestión.

#### 5.1.2 Sistema de gestión.

El sistema de gestión de este proyecto, tiene como alcance, proporcionar materiales y herramientas, las cuales mejoren y faciliten el proceso de aprendizaje de los estudiantes del programa de Ingeniería de Producción y además brindar una serie de servicios a las Pymes, en la medida en que se cuente con los mecanismos requeridos por las mismas. Además de esto se debe garantizar el mantenimiento y mejoramiento de este sistema, el cual debe ser divulgado continuamente.

Por otra parte debe haber políticas, procedimientos e instrucciones de trabajo, los cuales se deben documentar constantemente, de modo que se creen estándares para garantizar la calidad de los resultados de las pruebas, dichos conceptos deben ser estudiados, evaluados y emitidos por los organismos que se creen para el control del sistema de gestión.

Es necesario diseñar un manual de calidad, con las declaraciones de las políticas que se hayan expedido y comunicado por la gerencia de alto nivel, especificando entre otras las funciones de la dirección técnica, las funciones de quienes serán responsables de la calidad

Recordar a todo el personal, la importancia del cumplimiento de los requisitos de los clientes, entidades reglamentarias, entidades legales y de los estipulados por la norma que se está exponiendo.

### 5.1.3 Control de documentos.

Para garantizar el mantenimiento y mejoramiento del sistema de gestión de este proyecto, es necesario que los organismos de control, creados por la Universidad, elaboren mecanismos que mantengan organizada, segura y controlada, toda la documentación física y electrónica que se genere durante el funcionamiento del laboratorio. Por lo cual es sumamente importante definir vías de comunicación claras entre las diferentes áreas o departamentos, que se creen para el control y operación de este laboratorio, dado esta condición, es importante aclarar que el control de documentos, debe estandarizar, la revisión, autorización, control, y los cambios de cada uno de los documentos que se generen.

### 5.1.4 Subcontratación de ensayos y calibraciones.

Este ítem tiene como objetivo aclarar las condiciones bajo las cuales, las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, debe efectuar la subcontratación de ensayos, es decir que cumplan con las mismas normas, las dos partes, la contratante y la contratada, para así poder garantizar, la veracidad de los resultados del ensayo. El laboratorio de subcontratación es responsable ante el cliente para el trabajo del subcontratista.

### 5.1.5 Compras de servicios y de suministros.

Este es un factor muy importante, debido a que de la buena selección de los proveedores, dependerá en parte la calidad de los resultados de las pruebas y trabajos que se ejecuten, por esta razón las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, deben de establecer un protocolo para la selección de sus proveedores, el cual debe estar basado en un sistema de comparación de la calidad del material entrante contra las especificaciones predefinidas.

### 5.1.6 Servicio al cliente.

Dado que este es un laboratorio con doble propósito, es decir educativo e industrial, se tienen dos tipos de clientes, unos internos en el caso de los estudiantes y otro externo en el caso de las industrias, por esto es muy importante que la directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, cree un protocolo, para la atención de cada uno de dichos clientes, por ello se insiste en las buenas vías de comunicación, para poder cumplir con dos objetivos principales, la correcta recepción de la información y un buen servicio posterior al trabajo realizado.

En la tabla número 18, se muestran algunos de los datos importantes que debería contener el formato usado para la atención al cliente.

Nombre del cliente	En caso de tratarse de un cliente externo, se debe poner el nombre de la empresa para la cual se va a prestar el servicio
Identificación	Cuando se trate de un estudiante, se digita el código de este.  Cuando se trate de un cliente externo, se digita el NIT de la empresa.
Fecha de solicitud	
Descripción del servicio que se solicita	
Encargado del ensayo	

TABLA N° 18. FORMATO PARA RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN DEL CLIENTE

### 5.1.7 Quejas.

Al igual que se tiene un procedimiento para la recepción de la información del cliente, las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, debe crear un protocolo que permita recibir las quejas por parte de los clientes, a través de un formato que contenga información similar al del procedimiento anterior.

Este es un aspecto de vital importancia ya que va a servir como medio para evaluar la calidad del servicio que se está prestando y a través de las quejas que se reciban se va a poder evaluar las fallas que se presenten durante el desarrollo de las diferentes pruebas y así poder mejorar el presente sistema de gestión.

Es importante además recordar que todos esos documentos deben estar estandarizados, revisados y controlados al igual que todos los documentos que se manejen durante el funcionamiento del laboratorio.

#### 5.1.8 Control de ensayos y/o de calibraciones no conformes.

Las pruebas, calibraciones y las operaciones de laboratorio de la Universidad EAN, deben ajustarse a las especificaciones previamente definidas por los clientes. Se debe garantizar que la prueba y la calibración de resultados no conformes tengan un seguimiento adecuado y que se inician las correcciones. Teniendo en cuenta que

Debe existir una política y un proceso para tomar medidas correctivas, en caso de que los resultados no se ajusten a los procedimientos normales

Las acciones correctivas deben adoptarse de inmediato para evitar que se repitan.

La importancia del trabajo no conforme se debe evaluar, por ejemplo, el posible impacto en otras pruebas o de calibración de trabajo.

Todas estas responsabilidades deben ser contempladas, por el equipo de trabajo que integre las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN.

#### 5.1.9 Mejora.

Con este requerimiento las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN se deben asegurar, que la eficacia del sistema de gestión es continuamente mejorada. A través de la recolección de sugerencias de mejora, que deben ser tomadas de los informes de auditoría, análisis de datos, quejas, acciones correctivas, acciones preventivas emitidas por los clientes y de los exámenes de gestión.



#### 5.1.10 Acciones correctivas.

Las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la de la Universidad EAN y del laboratorio, deben establecer políticas y procedimientos para tomar las medidas correctivas necesarias, ante la identificación de trabajos no conformes, de modo que dichas acciones sean bien seleccionadas, basadas en práctica, además que sean documentadas y se les lleve un seguimiento.

#### 5.1.11 Acciones preventivas.

Las medidas preventivas deben iniciarse cuando las fuentes potenciales de unidades no conformes han sido identificadas. El objetivo que las directivas de la del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, es evitar la reparación de las no conformidades iguales o similares. Debe haber un procedimiento para identificar fuentes potenciales de no conformes y definir acciones preventivas para evitar la reparación de estas no conformidades.

#### 5.1.12 Control de los requisitos.

Este capítulo debe garantizar que todos los registros en el laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, se identifiquen de forma única, que estén disponibles cuando se necesiten y que estén protegidos contra el acceso no autorizado para ver o cambiar información. Y para ello es necesario.

Tener procedimientos para la identificación, recolección, indexación, almacenamiento, recuperación y eliminación de registros.

Registros almacenados de tal manera que su seguridad, confidencialidad, calidad e integridad se garantice durante todo el tiempo de retención requerido.

Expedientes técnicos, por ejemplo, informes de pruebas de análisis de las mediciones, observaciones originales deben conservarse junto con el procesamiento de parámetros que permitan el seguimiento de los resultados finales de nuevo a las observaciones originales.

Debe haber procedimientos para la protección y respaldo de los registros electrónicos y para evitar el acceso no autorizado.

Que cuando se utilicen sistemas de registro electrónico, el laboratorio debe garantizar que el registro original no se sobrescriba, con el sistema y que las correcciones se registren junto con los documentos originales

#### 5.1.13 Auditorías internas.

La auditoría interna debe comprobar que el laboratorio cumple con la norma ISO / IEC 17025 y con técnicas y procedimientos de calidad. Las auditorías internas, también son una excelente preparación para las evaluaciones externas y pueden ayudar a mejorar continuamente el sistema de calidad. Para lo cual se recomienda, que las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, deben establecer un procedimiento y un calendario de auditorías internas

El calendario debe ser organizado de forma tal, que cada elemento del sistema de calidad y cada sección del laboratorio sean auditadas anualmente.

El programa de auditoría debe ser gestionada por el gestor de calidad.

Reportar a los clientes, las conclusiones de las auditorías relacionadas con la calidad de la prueba y la calibración de los ensayos.

Las auditorías de las actividades de seguimiento, deben ser incluidas dentro de los planes correctivos y preventivos, y la eficacia de los planes debe ser monitoreada.

#### 5.1.14 Revisiones por la dirección

Crear un calendario y procedimientos para exámenes de gestión periódicos. Se recomienda que la frecuencia de revisión sea una vez al año.

Los exámenes de la gestión se deben incluir en un debate, sobre los resultados de las auditorías internas recientes junto con las evaluaciones externas, acciones correctivas y preventivas, resultados de pruebas de aptitud, quejas de clientes y la retroalimentación y recomendaciones para mejoras.

## 5.2 REQUISITOS TÉCNICOS

Para el desarrollo de esta etapa del proyecto, se ha de tener los requerimientos técnicos relacionados con, la dirección de la competencia del personal, los muestreos, el análisis, el equipo, la calidad, la presentación de informes de ensayo y resultados de la calibración. Este capítulo está dividido en diez secciones.

### 5.2.1 General.

Aquellos factores que afectan la calidad de los resultados, deben ser documentados, por parte de las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, por ejemplo, toma de muestras, equipos, métodos de prueba y las condiciones ambientales. En la medida en que los factores, que pueden contribuir a la incertidumbre de medición, se deben utilizar en el desarrollo de métodos de ensayo y calibración.

### 5.2.2 Personal.

La gestión de las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, deben definir y mantener las tareas, descripción de funciones y competencias requeridas para cada puesto de trabajo.

Sobre la base de cualificaciones profesionales requeridas, se debe disponer de un programa de capacitación, el cual debe ser desarrollado y aplicado para cada empleado.

La eficacia de la formación debe ser evaluada. Si la formación se relaciona con un método de ensayo específico, el alumno puede demostrar una cualificación adecuada, después de ejecutar con éxito un control de calidad o una muestra de prueba de aptitud

La gestión debe autorizar al personal para realizar tareas específicas (operar tipos específicos de instrumentos, emitir informes de ensayos, interpretar los resultados de pruebas específicas y la de capacitar y supervisar al personal de otros.

### 5.2.3 Instalaciones y condiciones ambientales.

Las condiciones ambientales no deben afectar negativamente la calidad requerida de las pruebas, lo que significa que los equipos deben operar dentro de las especificaciones del fabricante, para la humedad y la temperatura.

Las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, debe supervisar, controlar y registrar las condiciones ambientales. Se debe prestar especial atención a la esterilidad biológica, polvo, perturbaciones electromagnéticas, la radiación, humedad, suministro eléctrico, temperatura, sonido y vibración. Las pruebas deben detenerse cuando las condiciones ambientales son fuera de los rangos especificados.

[11] Para complementar este ítem del plan de gestión, se recurrió a la investigación de la RESOLUCIÓN 2400 DE 1979 en sus Títulos I II y v, Capítulos I y II (mayo 22) MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo EL MINISTRO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, El cual esta descrito en el Anexo 2.

### 5.2.4 Señalización y demarcación.

El desarrollo de este aspecto, brinda al personal una herramienta de gestión visual la cual permite al personal dentro del laboratorio, tener claridad acerca de las precauciones que se deben tener en las diferentes áreas, de acuerdo a un código de colores establecido, el cual está reglamentado por la Norma ICONTEC 1461 "Higiene y Seguridad. Colores y Señales de Seguridad" Ver Anexo 3.

### 5.2.5 Métodos de ensayo y de calibración y validación de los métodos.

Los resultados de medición de la precisión y calibración, sólo se pueden obtener con los métodos apropiados, que estén validados para el uso previsto. Se trata de la selección y validación de los métodos desarrollados en laboratorio, el nivel y la incertidumbre de medición y el control de los datos.

Por lo cual las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, deben tener en cuenta:

Que los métodos y procedimientos deben ser utilizados dentro de su ámbito de aplicación. Esto significa que, el ámbito de aplicación debe estar claramente definido.

El laboratorio debe tener registro, de la fecha de la utilización de métodos y equipos. Además, si los métodos estándar están disponibles para una prueba de muestra específica, se debe utilizar su edición más reciente, por otra parte, las desviaciones de los métodos estándar o de los métodos en general se deben informar y aprobar por el cliente.

Al utilizar los métodos estándar, el laboratorio debe verificar su competencia para ejecutar correctamente dicho método. Esto puede lograrse a través de la repetición, de uno o dos experimentos de validación crítica, ejecutados a través de métodos específicos de control de calidad y/o muestras de prueba de aptitud.

Los métodos estándar también deben ser validados, y así verificar si están parcial o totalmente fuera del alcance de la obligación de la prueba.

Los métodos que se publican en la literatura, o los desarrollados por el laboratorio, se pueden utilizar solo si están plenamente validados. Los clientes deben ser informados y de acuerdo con el método seleccionado.

Los siguientes parámetros deben ser considerados para la validación de los métodos; límite de detección, límite de cuantificación, precisión, selectividad, linealidad, robustez, repetitividad y / o reproducibilidad.

Los experimentos de validación exacta, deben ser relevantes para el muestreo y la información requerida.

Algunos de los estándares desarrollados por el laboratorio, deben ser ajustados o cambiados para garantizar un rendimiento continuo del mismo.

La validación de los estándares, incluye la especificación de los requisitos y el alcance, la determinación de las características de los métodos, las pruebas adecuadas para demostrar que los requisitos pueden cumplirse mediante el método y una declaración sobre la validez.

**Puntos Clave para la Incertidumbre de Medición:**

El laboratorio debe tener un procedimiento para estimar la incertidumbre de medición para calibraciones y pruebas.

Para la estimación de la incertidumbre del laboratorio, este debe identificar todos los componentes de la incertidumbre.

Todas las fuentes que contribuyan a la incertidumbre, deben incluir los materiales de referencia utilizados, los métodos y equipos utilizados para el muestreo y las pruebas, las condiciones ambientales y de personal.

Claves para el control de datos:

Los cálculos utilizados para la evaluación de datos debe estar marcada, la comprobación de los cálculos es mejor hacerla durante la validación de software y sistemas informáticos. Como ejemplo, la fórmula de cálculo definida por un usuario específico debe ser verificada con un dispositivo independiente, por ejemplo, una calculadora de mano. La exactitud de transferencia de datos debe estar marcada.

Los programas informáticos utilizados para el control de instrumentos, adquisición de datos, procesamiento, presentación de informes, transferencia de datos, archivo y recuperación desarrollados por o para un usuario específico deben ser validados. La idoneidad del sistema completo de computación para el uso previsto debe ser validada.

Cualquier modificación o configuración de un sistema informático comercial debe ser validada. Ejemplos de tales configuraciones son la definición de los diseños de informes, la creación de direcciones IP de dispositivos de red y la selección de los parámetros de un menú desplegable.

Los datos electrónicos deben ser protegidos para garantizar la integridad y la confidencialidad de la disponibilidad de los registros electrónicos. Por ejemplo, las computadoras y los medios electrónicos deberán mantenerse en el medio ambiente y las condiciones de funcionamiento para garantizar la integridad de los datos.

### 5.2.6 Equipos.

El buen funcionamiento, rendimiento y equipos de mantenimiento son requisitos indispensables para garantizar resultados exactos de la prueba en curso y así mismo, resultados de la calibración. Aquí se habla acerca de la capacidad y la calidad de los equipos. La idea es asegurarse de que el instrumento es adecuado, para realizar las pruebas seleccionadas y que está bien caracterizado, calibrado y mantenido, por lo cual se ha hecho un proceso de selección de los equipos necesarios para el laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN. Teniendo en cuenta que estos equipos deben cumplir con las especificaciones correspondientes a las pruebas. Esto significa que las especificaciones del equipo, primero deben definirse, de manera que cuando se ajusten a las especificaciones definidas, el equipo es adecuado para realizar las pruebas.

Además es de mucha importancia que:

Los equipos y su software deben ser identificados y documentados.

Deben ser calibrados y / o controlados para demostrar que cumplen los requisitos de la especificación del laboratorio.

El inventario de los equipos y su software debe ser mantenido y actualizado si es necesario. Esto incluye, por ejemplo, números de versión de firmware y software. También incluye los protocolos de calibración y ensayo.

El estado de la calibración debe ser indicado en el instrumento, así como la última y la próxima calibración.

### 5.2.7 Trazabilidad de las mediciones.

La trazabilidad de los equipos según la norma, es un requisito previo para la comparabilidad de los resultados de ensayo y calibración. Lo ideal sería que todas las mediciones deben ser trazables a las unidades de SI. Puntos clave para la trazabilidad de las calibraciones son:

La trazabilidad de las normas de laboratorio del SI, pueden lograrse a través de un enlace de calibración continuo, de comparaciones entre el nivel de laboratorio, el nivel secundario y primario o la norma nacional.

Si la trazabilidad a unidades del SI no es posible, el laboratorio deberá utilizar otras normas de trazabilidad adecuada. Estas incluyen el uso de materiales de referencia certificados y el uso de normas de consenso o métodos.

#### 5.2.8 Muestreo.

Para el muestreo, las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, deben tener en cuenta que:

El muestreo debe seguir un plan documentado, según un plan basado en métodos estadísticos, que describan la selección y la retirada de las muestras representativas.

La localización de la muestra y el procedimiento; debe ser registrada por la persona que tomó la tomo.

- Manipulación de los ítems de Ensayo y de Calibración

El objetivo de esta sección es garantizar que la integridad de la muestra se mantiene durante el transporte, el almacenamiento y la retención

Los elementos de ensayo y de calibración deben ser identificados de forma única, además el transporte, recepción, manejo, protección, almacenamiento, retención y / o eliminación de las muestras deben seguir los procedimientos documentados por parte de las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN,.

Los procedimientos deben evitar el deterioro de la muestra y la contaminación cruzada durante el almacenamiento y el transporte.

- Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración

La calidad de los resultados debe ser registrada en forma continua, por ejemplo, a través del análisis periódico de muestras de control de calidad.

La validez de los resultados de las pruebas debe ser monitoreada de forma continua, el tipo y la frecuencia de las pruebas debe ser planificada, justificada, documentada y revisada. Y además los controles de calidad pueden incluir, el uso regular de materiales de referencia certificados, repetir los ensayos o calibraciones utilizando métodos similares o diferentes y nuevas pruebas o la recalibración de los elementos retenidos.



### 5.2.9 Informe de los resultados.

Este apartado describe cómo deben ser notificados los resultados de las pruebas que se realicen en el laboratorio, lo cual es importante para una fácil comparación de las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio. Para lo que se debe cumplir con requisitos generales, sobre los informes de ensayos tales como la claridad y precisión, pero también tiene exigencias muy detalladas sobre el contenido.

Informes de ensayo y certificados de calibración debe incluir:

El nombre y la dirección del laboratorio.

La identificación única del informe de ensayo o certificado de calibración (tales como el número de serie).

El nombre y la dirección del cliente.

Identificación del método.

Una descripción y la identificación del producto (s) prueba o calibrar.

Referencia al plan de muestreo y los procedimientos utilizados por el laboratorio.

Los resultados del ensayo o calibración con las de medida respectivas.

El nombre (s), función (s) y firma (s) o identificación equivalente de la persona (s) que autoriza el informe de ensayo o el certificado de calibración.

Declaración sobre la incertidumbre estimada de medición (para los informes de ensayo (cuando proceda).

Cuando se incluyen opiniones e interpretaciones, el laboratorio deberá documentar la base sobre la que las opiniones e interpretaciones se han hecho.

Las opiniones y las interpretaciones serán claramente marcadas como tal en un informe de ensayo o certificado de calibración.

### 5.3 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA MEDICIÓN REQUISITOS PARA LOS PROCESOS DE MEDICIÓN Y LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

[12] A continuación se hace una descripción de los aspectos que se han de tener en cuenta para la puesta a punto de los equipos que se han de incluir en el laboratorio de materiales y procesos de la universidad EAN.

#### 5.3.1 Requisitos Generales.

Específica que las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, deben asegurar el cumplimiento a cabalidad, de los requisitos metrológicos especificados por la Universidad, lo que significa que se deben establecer parámetros de operación, en donde se establezcan procedimientos de control para los procesos de medición, para los equipos y para los procesos de soporte e los mismos, para lo cual se debe establecer un margen de error máximo, para los ensayos y los equipos.

#### 5.3.2 Responsabilidad de la Dirección.

Descripción detallada de los compromisos que debe asumir la dirección, para la organización y control de las actividades del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN.

##### 5.3.2.1 Función Metrológica.

La universidad, más específicamente la alta dirección, debe definir el sistema de gestión metrológica que va a regir el laboratorio, pero además debe asegurar el mejoramiento continuo del mismo, para así ofrecer mayores beneficios a los clientes internos es decir los estudiantes, y los clientes externos, ósea las industrias que acudan a los servicios de este laboratorio.

#### 5.3.2.2 Enfoque al Cliente.

El sistema de gestión debe asegurar, el cumplimiento de los requisitos de medición de los clientes, a través de sistemas de control y verificación que permitan comprobar la correcta ejecución de los ensayos según lo especificado por el cliente.

#### 5.3.2.3 Objetivos de la Calidad.

Las directivas del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, deben establecer los objetivos de la calidad, teniendo en cuenta que sean medibles para el sistema de gestión de medición, definiendo criterios para evaluar el desempeño procedimientos de control y control de los objetivos.

#### 5.3.2.4 Revisión por la Dirección.

La alta dirección del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN, dirección, debe revisar periódicamente el sistema de gestión de la medición, para asegurar el cumplimiento de las funciones y objetivos establecidos inicialmente, y posterior a ello llevar a cabo labores de mejoramiento de dicho sistema.

#### 5.3.3 Gestión de los Recursos.

Descripción de los aspectos que se deben tener en cuenta para la adquisición y administración de los recursos del laboratorio de materiales y procesos de la Universidad EAN.

#### 5.3.3.1 Recursos Humanos.

En este aspecto se deben definir y especificar las funciones y responsabilidades que debe cumplir el personal que trabaja en el laboratorio, además se debe asegurar que dicho personal tengan las aptitudes, actitudes y competencias necesarias para llevar a cabo las actividades y tareas necesarias para el funcionamiento del laboratorio.

#### 5.3.3.2 Recursos de Información.

- Procedimientos

Todos los procedimientos que se lleven a cabo, se deben documentar hasta donde sea posible, además deben ser validados para verificar su correcta implementación, coherencia y veracidad de los resultados arrojados. Para poder llevar a cabo labores de mejoramiento de dichos procedimientos, de manera que se mantengan a la vanguardia de la industria.

- Software

Al igual que los procedimientos, las herramientas de tipo informático, deben ser identificadas, documentadas y evaluadas, para verificar su correcta aplicación y así mismo evaluar su efectividad, y vigencia.

- Registros

Es necesario mantener registros con la información requerida para mantener y posteriormente mejorar el sistema de gestión de la medición, para lo cual es sumamente importante proteger muy bien dicha información, para posteriormente poder acceder a ella y disponer de la misma.

- Identificación

Los equipos y procedimientos técnicos de medición utilizados, deben ser claramente identificados, confirmando así su estado, su uso, y además permitiendo diferenciarse de otros equipos.

#### 5.3.4 Recursos Materiales.

En este caso, aquellos equipos utilizados para satisfacer los requisitos metrológicos establecidos inicialmente por la dirección, deben ser registrados dentro del sistema de gestión de la medición, para lo cual, antes de incorporar dicho equipo al sistema, se deben haber establecido parámetros de calibración, teniendo en cuenta condiciones de operación y condiciones medio ambientales, para asegurar que los ensayos realizados con dicho equipo sean verídicos y cumplan con los requerimientos establecidos.

#### 5.3.5 Proveedores Externos.

Este es un aspecto muy importante, ya que son insumos los cuales son proporcionados por actores externos al sistema de gestión, y por ello se deben definir y documentar muy bien los criterios que se han de tener en cuenta para seleccionar estos proveedores, teniendo en cuenta criterios como cumplimiento, cantidad, puntualidad entre otros.

#### 5.3.6 Confirmación Metrológica y Realización de los Procesos de Medición.

Descripción de los requisitos que debe cumplir cada equipo y prueba, de modo que se adapten a las características metrológicas correspondientes.

#### 5.3.6.1 Confirmación Metrológica.

Tal como en los aspectos anteriores, este debe ser diseñado de tal manera, que cumpla con los requisitos del sistema de gestión de la medición, teniendo en cuenta que esa confirmación tiene como base, la calibración y la verificación del equipo de medición, en donde se deben incluir recomendaciones, limitaciones y especificaciones del equipo, de modo que dicha información sea accesible a los operarios. Además esta confirmación debe hacerse periódicamente para así contribuir con el mejoramiento constante de este sistema.

#### 5.3.6.2 Control de Ajustes del Equipo.

Para el cumplimiento de este requerimiento, se debe velar por la seguridad y conservación de todos los medios, documentos y dispositivos que hayan sido utilizados para llevar a cabo la confirmación metrológica, de tal forma que el acceso a estos sea restringido, para lo cual se han de crear protocolos o mecanismos que permitan verificar que el acceso a estos no ha sido violentado, permitiendo así conservar intacta la información allí contenida.

#### 5.3.7 Proceso De Medición.

Lo fundamental en cuanto a los procesos de medición, se fundamenta en la planificación, validación, implementación, documentación y control de los procesos, equipos, software, personal y todos aquellos factores que afecten el proceso de medición y que se encuentren incluidos dentro del sistema de gestión de la medición. Teniendo en cuenta los requisitos metrológicos planteados por la dirección, además se ha de tener en cuenta que este proceso de medición debe ser diseñado de manera tal que se impida la generación de resultados erróneos, asegurar la rápida detección de deficiencias y la oportunidad de tomar acciones correctivas. Basándose en tres etapas básicas que son el diseño, la realización y el registro de dicho sistema.

### 5.3.8 Incertidumbre De La Medición Y Trazabilidad.

Para este aspecto, es imprescindible estimar un margen de error para cada uno de los procesos incluidos dentro del sistema de gestión de la medición, a través de la consulta de diversas fuentes, las cuales deben ser documentadas para proporcionar un soporte para justificar dicho margen de error, esta incertidumbre por lógica, debe ser establecida antes de hacer el proceso de confirmación metrológica para así poder validar totalmente el proceso. Por otra parte es necesario determinar la trazabilidad de los procesos incluidos, puesto que los resultados arrojados por estos deben adaptarse al SI Sistema Internacional de unidades, los cuales brindan soporte a los ensayos realizados y en caso de no existir una unidad que sirva para expresar los resultados, se debe llegar a un consenso de una medida que permita expresarlos.

### 5.3.9 Análisis Y Mejora Del Sistema De Gestión De La Medición.

Se deben aplicar y crear los mecanismos necesarios para asegurar la correcta implementación del sistema de gestión de la medición y además de se debe asegurar el mejoramiento continuo del mismo.

### 5.3.10 Auditoría Y Seguimiento.

En cuanto a este aspecto, se considera necesario hacer un seguimiento a aspectos relacionados con la satisfacción del cliente y los requerimientos hechos por él, por otra parte se deben realizar auditorías internas que permitan evaluar si el sistema de gestión de la medición está siendo eficiente, eficaz y efectivo y una vez evaluado esto se ha de hacer un seguimiento al mismo.

### 5.3.11 Control de No Conformidades.

Como todo sistema de gestión, se debe contar con procedimientos, mecanismos y herramientas que permitan identificar y corregir las fallas que presenten los procedimientos y equipos del sistema durante los diferentes ensayos realizados, a través de la comparación de los resultados contra los parámetros que se han establecido para cada uno de estos.

### 5.3.12 Mejora.

Es de vital importancia para el crecimiento y desarrollo del sistema de gestión de la medición, hacer aportes para su mejoramiento continuo, por lo cual se debe tener la mayor cantidad de información posible de manera que permita evaluar los resultados generados durante los diferentes procedimientos, para así poder tomar las medidas correctivas y preventivas correspondientes, según sea el caso. Todas estas medidas deben ser documentadas, de modo que puedan ser utilizadas para contribuir con los procesos de auditorías y mejoramiento del sistema de gestión de la medición.



## CONCLUSIONES

- Debido a ciertas dificultades que se pudieron apreciar durante esta investigación, se considera necesario que el estado plantee una propuesta, la cual permita dar más claridad acerca de que entidades deben ejercer control, sobre las actividades que se llevan a cabo en estas instalaciones y además las funciones que corresponden a cada una de los entes involucrados con esa labor de control.
- Se puede concluir que a través del desarrollo del presente documento, se ha está forjando una base sólida para que las directivas de la Universidad EAN, tomen la iniciativa que permita completar de manera más contundente, la estrategia que se está planteando en este proyecto de Ingeniería, dada la importancia que tiene para el mejoramiento de la educación de sus estudiantes, el progreso de la Universidad y el aporte a la industria.
- La coherencia académica, se constituye como el eje principal sobre el cual giran todos los proyectos que se encaminen, para suplir la necesidad básica de los laboratorios de materiales y procesos de la Universidad EAN. y por ello es necesario revisar el plan de estudios, del programa de Ingeniería de Producción, con el fin de organizar la programación de las actividades, que conlleven a realizar un proyecto de viabilidad para la implementación de este laboratorio, consecuente con el plan de estudios de la carrea
- Debido a la importancia de los laboratorios para el desarrollo de habilidades y competencias de sus estudiantes, la Universidad EAN, debe dar prioridad a un proceso de implementación de estos laboratorios, debido a que los estudiantes del programa de Ingeniería de Producción, requieren con de esta herramienta práctica, para el desarrollo de habilidades que son básicas, para ser competentes en mundo laboral cada vez más exigente y mientras no se tenga esta herramienta de aprendizaje, los estudiantes vana a ir quedando relegados respecto al avance de la tecnología de tipo industrial.

- Dado el proceso investigativo que se llevó a cabo durante el desarrollo de este proyecto, es fundamental que para la puesta en marcha de cualquier tipo de avance, que se quiera hacer en torno a este tema, se debe hacer basándose en la normatividad técnica expedida por las autoridades gubernamentales y además por la normatividad y procedimientos establecidos por la Universidad EAN.
- El establecimiento de un plan general para el desarrollo de los laboratorios, ha de servir para demarcar las acciones a seguir en el desarrollo de competencias académicas para los estudiantes no solo en Ingeniería de Producción, sino que se replique a los demás programas de Ingeniería de la Universidad EAN.

## REFERENCIAS

- [1] BARROS Rafael, SÁNCHEZ Luz Marina. Introducción a la Ingeniería, Metodología Grace, Centro de Investigaciones Escuela de Administración de Negocios EAN. Primera edición. Bogotá D.C (Abril de 2005) /
- [2] CALA, Álvaro, Revista electrónica de difusión científica Civilización, Situación Y Necesidades de la pequeña y mediana empresa, Bogotá: Universidad Sergio Arboleda, 2005. p. 4
- [3] Superintendencia de Industria y Comercio
- [4] FORERO MORA, Álvaro. Ensayos Mecánicos. En: \_Laboratorio de Metales\_ 3 ed. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia, 2004, p 34.
- [5] Decreto 2269 de 1993
- [6] CORONA RUIZ, Ana Isabel, Estudio De Factibilidad Para Implementación De Un Laboratorio Industrial En La Facultad De Ingeniería De Universidad De San Carlos, Ingeniería Industrial, Guatemala: Universidad De San Carlos. 2003. 188 p.
- [7] SANABRIA GOMEZ, Fernando, PLAZAS TORRES Alejandro. Diagnóstico Recuperación y Puesta a Punto del Laboratorio de Resistencia de Materiales de la Universidad Nacional Sede Bogotá. Tesis Ingeniería Mecánica. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia 2001.
- [8] HEIZER, J., RENDER, B. Dirección de la Producción: Decisiones Estratégicas. Prentice Hall. 2001.,
- [9] TOMPKINS, James, TERÁN, Alejandro, HAAZ, Guillermo, Planeación de instalaciones. Thomson, Tercera edición. México, 2006.
- [10] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. NTC-ISO/IEC 17025. Bogotá D.C.: El Instituto, 2005. 35 p.
- [11] COLOMBIA, MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Resolución 2400 (22, mayo, 1979). Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Bogotá D.C: El Ministerio, 1979. 20 p.

[12] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Sistemas de gestión de la medición requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. NTC.ISO 10012. El instituto, 2003. 22 p.

[13] HODSON, D, Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, En: Ponencia IV Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas (13: 16, Septiembre: Barcelona, España), Investigación y Experiencias Didácticas. Barcelona Ó Barberá, 1993. p. 1-12

[14] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, Higiene y Seguridad. Colores y Señales de Seguridad. NTC 1461. El instituto.16 p.

## ANEXO 1

### ANÁLISIS CIENTÍFICO

[13] Investigación y Experiencia Didáctica, este es el título de un artículo publicado a raíz de una ponencia, la cual se hizo en el año 1993, durante el desarrollo del IV Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas, en dicho artículo se plantea la problemática que existe, entorno a la utilización de la práctica como una herramienta de aprendizaje.

Dejando en claro que no existe un enfoque claro, acerca de lo que se quiere obtener mediante la realización de actividades de práctica en laboratorios u otras actividades diferentes a la cátedra que se dicta normalmente en las aulas de clase. Y la raíz de lo que allí se dice, es que nunca se ha planteado con claridad, cuales son las habilidades que se quieren desarrollar en el estudiante que asiste a dichas actividades, puesto que en la gran mayoría de los casos se pretende que el estudiante adquiera una serie de habilidades, las cuales en muchas ocasiones no le van a ser útiles a el estudiante, en el momento en que se enfrente a situaciones reales, las cuales verdaderamente van a poner prueba si lo que aprendió le fue útil o no.

Y para ello se considera necesario, el replanteamiento de lo que se pretende infundir en los estudiantes en lo que respecta a las generalidades de las prácticas, las cuales deben ser generalizables, libres de contenido, válidas para todos los estudiantes y que sirvan para enfrentarse a problemas fuera del laboratorio, y en una segunda etapa se afirma que a través de las mismas se deben ampliar destrezas y técnicas de investigación básicas, esenciales para futuros científicos y técnicos, que se han de tener que enfrentar a la realidad, de una industria cada vez más exigente y llena de retos los cuales requieren de personas con características especiales.

Lo cual se complementa con la siguiente cita:

No se trata de que el trabajo práctico sea necesario para que los alumnos adquieran ciertas técnicas de laboratorio, sino que esas habilidades particulares,

son necesarias si se requiere que los estudiantes participen con éxito en el trabajo práctico.<sup>75</sup>

Este artículo es una crítica muy fuerte ante la objetividad de las actividades tareas y actitudes que se deben asumir por parte de quienes diseñan los planes de estudio, las directivas de la institución donde se va a aplicar dicho programa y los estudiantes, lo cual plantea una importante sugerencia para el equipo que se va a encargar del desarrollo del presente proyecto.

- 
- <sup>75</sup>HODSON, D, Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, En: Ponencia IV Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas Barcelona Ó Barberá, 1993. p. 1-12.

## ANEXO 2

### RESOLUCIÓN 2400 DE 1979

(mayo 22)

#### MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

#### EL MINISTRO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL

en uso de las facultades que le confiere el Artículo 348 del Código Sustantivo del Trabajo, el Artículo 10 del Decreto No. 13 de Enero 4 de 1967 y el Decreto No. 062 de Enero 16 de 1976, reorgánico del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social,

#### TÍTULO II.

#### DE LOS INMUEBLES DESTINADOS A ESTABLECIMIENTOS DE TRABAJO.

#### CAPÍTULO I.

#### EDIFICIOS Y LOCALES.

ARTÍCULO 4o. Todos los edificios destinados a establecimientos industriales, temporales o permanentes, serán de construcción segura y firme para evitar el riesgo de desplome; los techos o cerchas de estructura metálica, presentarán suficiente resistencia a los efectos del viento, y a su propia carga; los cimientos y pisos presentarán resistencia suficiente para sostener con seguridad las cargas para las cuales han sido calculados, y ningún cimiento o piso será sobrecargado por encima de la carga normal; el factor de seguridad para el acero estructural con referencia a la carga de rotura, será por lo menos de cuatro (4) para las cargas estáticas, y por lo menos de seis (6) para las cargas vivas o dinámicas, y será correspondientemente más alto para otros materiales; además se dispondrá de un margen suficiente para situaciones anormales.

PARÁGRAFO. Las edificaciones permanentes o temporales para fines de industria, comercio o servicios, tendrán su extensión superficial en correcta relación con las labores, procesos u operaciones propias de las actividades desarrolladas, y con el número de trabajadores para evitar acumulación excesiva, hacinamiento o distribución inadecuada que impliquen riesgos para la salud.

ARTÍCULO 5o. Las edificaciones de los lugares de trabajo permanentes o transitorios, sus instalaciones, vías de tránsito, servicios higiénico sanitarios y demás dependencias deberán estar construidos y conservadas en forma tal que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores y del público en general.

PARÁGRAFO. Las instalaciones, máquinas, aparatos, equipos, canalizaciones y dispositivos complementarios de los servicios de agua potable, desagüe, gas industrial, tuberías de flujo, electricidad, ventilación, calefacción, refrigeración, deberán reunir los requisitos exigidos por las reglamentaciones vigentes, o que al efecto se dicten sobre la materia.

ARTÍCULO 6o. En la construcción, reformas o modificaciones de los inmuebles destinados a establecimientos de trabajo, se deberán tener en cuenta, además de los requisitos exigidos en el artículo quinto, los corredores, pasadizos, pasillos, escaleras, rampas, ascensores, plataformas, pasamanos, escalas fijas y verticales en torres, chimeneas o estructuras similares que serán diseñados y construidos de acuerdo a la naturaleza del trabajo, y dispondrán de espacio cómodo y seguro para el tránsito o acceso de los trabajadores.

ARTÍCULO 7o. Todo local o lugar de trabajo debe contar con buena iluminación en cantidad y calidad, acorde con las tareas que se realicen; debe mantenerse en condiciones apropiadas de temperatura que no impliquen deterioro en la salud, ni limitaciones en la eficiencia de los trabajadores. Se debe proporcionar la ventilación necesaria para mantener aire limpio y fresco en forma permanente.

ARTÍCULO 8o. Los locales de trabajo tendrán las dimensiones necesarias en cuanto a extensión superficial y capacidad de los locales, de acuerdo con los requerimientos de la industria, para una mejor distribución de equipos, aparatos, etc., en el flujo de materiales, teniendo en cuenta el número de trabajadores en cada lugar de trabajo.

ARTÍCULO 9o. La superficie de pavimento por trabajador no será menor de dos (2) metros cuadrados, con un volumen de aire suficiente para 11,5 metros cúbicos sin tener en cuenta la superficie y el volumen ocupados por los aparatos, equipos, máquinas, materiales, instalaciones, etc. No se permitirá el trabajo en los locales cuya altura del techo sea menor de tres (3) metros, cualquiera que sea el sistema de cubierta.

PARÁGRAFO. El piso o pavimento constituirá un conjunto homogéneo y liso sin soluciones de continuidad; será de material resistente, antirresbaladizo y en lo posible fácil de ser lavado.



ARTÍCULO 10. En las cercanías de hornos, hogares, y en general en todas las operaciones en donde exista el fuego, el pavimento en las inmediaciones de éstas será de material incombustible, en un radio de un (1) metro. Se procurará que todo el pavimento se encuentre al mismo nivel; en caso de existir pequeños escalones, estos se sustituirán por rampas de pendiente suave, para salvar las diferencias de altura entre un lugar y otro.

ARTÍCULO 11. Las paredes serán lisas, protegidas y pintadas en tonos claros, susceptibles de ser lavadas o blanqueadas y serán mantenidas al igual que el pavimento, en buen estado de conservación, reparándose tan pronto como se produzcan grietas, agujeros o cualquier clase de desperfectos.

ARTÍCULO 12. Los corredores que sirvan de unión entre los locales, escaleras, etc., y los pasillos interiores de los locales de trabajo que conduzcan a las puertas de salida, deberán tener la anchura precisa teniendo en cuenta el número de trabajadores que deben circular por ellos, y de acuerdo a las necesidades propias de la industria o establecimiento de trabajo. La anchura mínima de los pasillos interiores de los locales de trabajo será de 1,20 metros.

PARÁGRAFO 1o. La distancia entre máquinas, aparatos, equipos, etc., será la necesaria para que el trabajador pueda realizar su labor sin dificultad o incomodidad, evitando los posibles accidentes por falta de espacio, no será menor en ningún caso, de 0,80 metros.

PARÁGRAFO 2o. Cuando las máquinas, aparatos, equipos, posean órganos móviles, las distancias se contarán a partir del punto más saliente del recorrido de dichos órganos. Alrededor de los hogares, hornos, calderas o cualquier otro equipo que sea un foco radiante de energía térmica (calor), se dejará un espacio libre de 1,50 metros.

ARTÍCULO 13. Todo lugar por donde deben transitar los trabajadores, tendrá una altura mínima de 1,80 metros, entre el piso y el techo, en donde se encuentren instaladas estructuras que soportan máquinas, equipos, etc. para evitar accidentes por golpes, etc; y se colocarán pasarelas metálicas con pasamanos que ofrezcan solidez y seguridad.

ARTÍCULO 14. Todos los locales de trabajo deberán tener una cantidad suficiente de puertas y escaleras, de acuerdo a las necesidades de la industria. Las escaleras que sirvan de comunicación entre las distintas plantas del edificio ofrecerán las debidas condiciones de solidez, estabilidad y seguridad.

PARÁGRAFO. Se procurará que sean de materiales incombustibles, espaciosas y seguras, y deberán estar provistas de pasamanos a una altura de 0,90 metros y de barandilla, que evite posibles caídas.

ARTÍCULO 15. Las trampas, aberturas y fosos en general que existan en el suelo de los locales de trabajo estarán cerrados y tapados siempre que lo permitan las condiciones de éstos, según su función, y cuando no, deberán estar provistas de barandillas de 1,10 metros de altura y de rodapié adecuado que los encierre del modo más eficaz; en caso de protección insuficiente cuando el trabajo lo exija se colocarán señales indicadoras del peligro en sus inmediaciones.

ARTÍCULO 16. Los locales de trabajo contarán con un número suficiente de puertas de salida, libres de todo obstáculo, amplias, bien ubicadas y en buenas condiciones de funcionamiento, para facilitar el tránsito en caso de emergencia. Tanto las puertas de salida, como las de emergencia deberán estar construidas para que se abran hacia el exterior, y estarán provistas de cerraduras interiores de fácil operación. No se deberán instalar puertas giratorias; las puertas de emergencia no deberán ser de corredera, ni de enrollamiento vertical.

## CAPITULO II.

### SERVICIOS DE HIGIENE.

ARTÍCULO 17. Todos los establecimientos de trabajo (a excepción de las empresas mineras, canteras y demás actividades extractivas) en donde exista alcantarillado público, que funcionen o se establezcan en el territorio nacional, deben tener o instalar un inodoro un lavamanos, un orinal y una ducha, en proporción de uno {1} por cada quince (15) trabajadores, separados por sexos, y dotados de todos los elementos indispensables para su servicio, consistentes en papel higiénico, recipientes de recolección, toallas de papel, jabón, desinfectantes y desodorantes.

PARÁGRAFO 1o. Los artefactos sanitarios (inodoros, orinales, lavamanos), deben ser construidos de un material impermeable inoxidable, y con acabado liso que facilite la limpieza, porcelana, pedernal, hierro esmaltado, cemento y gres impermeable, mosaico, granito.

PARÁGRAFO 2o. Cuando los lavamanos sean comunes o colectivos, se puede considerar que cada sesenta (60) centímetros longitudinales con su grifo correspondiente, equivale a un lavamanos individual.

PARÁGRAFO 3o. Los orinales colectivos tendrán su fondo con un desnivel por lo menos del cinco por ciento (5%) y hacia el desagüe, y se considerará que cada sesenta (60) centímetros de longitud equivalen a un orinal individual.

PARÁGRAFO 4o. Los orinales no se podrán colocar contra un muro de ladrillo, madera u otro material permeable. La parte de atrás del orinal, sus lados y el piso, se deben cubrir con baldosín, mosaico, o granito.

ARTÍCULO 18. Se instalarán baños de ducha con agua fría y caliente, especialmente para los trabajadores ocupados en operaciones calurosas, sucias o polvorientas, y cuando estén expuestos a sustancias tóxicas, infecciosas o irritantes de la piel.

ARTÍCULO 19. Cada inodoro debe ocupar un compartimiento separado y tener una puerta de cierre automático. Los pisos y las paredes, hasta una altura de 1,20 metros, deben ser de un material impermeable (de preferencia, baldosín de porcelana), resistente a la humedad. El resto de las paredes y los cielorasos, deben ser acabados con pinturas lavables. Los tabiques que separan los compartimientos no deben necesariamente tener la altura de la pieza, pero su altura no será menor de 1,80 metros; se debe dejar entre el piso y el comienzo del tabique una distancia de 10 centímetros para facilitar su limpieza.

En instalaciones nuevas, el espacio mínimo para inodoros, orinales y lavamanos debe ceñirse a las siguientes dimensiones:

Anchura Mínima	Profundidad Mínima	Espacio Mínimo
Inodoros 80 Cms	120 Cms	0.96 m2
Orinales 60 Cms		
Lavamanos 60 Cms		

ARTÍCULO 20. Los pisos de los sanitarios deben tener sus desagües o sumideros, en la proporción de uno (1) por cada quince (15) metros cuadrados de piso. El desnivel del piso hacia el sumidero será por lo menos de 1 a 12 por ciento.

ARTÍCULO 21. Los cuartos sanitarios deben tener sus ventanas para ventilación forzada que produzca seis (6) cambios de aire por hora.

PARÁGRAFO. La iluminación debe ser suficiente para asegurar una intensidad uniforme por lo menos de 30 bujías pié, equivalente a 300 lux.

ARTÍCULO 22. Los establecimientos de trabajo con ocupaciones en las cuales haya exposición excesiva a polvo, suciedad, calor, humedad, humos, vapores, etc., deben tener salones especiales destinados a facilitar el cambio de ropas de los trabajadores, separados por sexos, y se mantendrán en perfectas condiciones de limpieza y protegidos convenientemente contra insectos y roedores. Estas salas o cuartos deben estar constituidas por casilleros individuales (lockers metálicos), para guardar la ropa.

PARÁGRAFO 1o. En aquellos establecimientos de trabajo en que los trabajadores están expuestos a sustancias tóxicas, infecciosas, o irritantes se deben suministrar casilleros dobles para evitar que su ropa ordinaria se ponga en contacto con la ropa de trabajo.

PARÁGRAFO 2o. En todos los establecimientos de trabajo en donde haya concurrencia de más de diez (10) trabajadores, se instalarán los respectivos lockers metálicos individuales.

PARÁGRAFO 3o. En las partes superior e inferior de las puertas de los casilleros se deben dejar pequeñas aberturas de ventilación con el fin de inducir la circulación interior del aire.

PARÁGRAFO 4o. La ventilación en los cuartos para cambio de ropas debe ser satisfactoria, y la iluminación debe ser suficiente, con intensidad uniforme de unas 20 bujías/pié.

ARTÍCULO 23. El agua para consumo humano debe ser potable, es decir, libre de contaminaciones físicas, químicas y bacteriológicas, Para la provisión de agua para beber se deben instalar fuentes de agua con vasos individuales, o instalarse surtidores mecánicos, Los surtidores mecánicos deben cumplir con las siguientes especificaciones:

a) El chorro de la fuente debe emanar de una boquilla de material impermeable, e inoxidable, colocada con un ángulo de 45o. con la vertical, aproximadamente, de manera que el chorro sea producido en dirección oblicua, evitando en esta forma que la boquilla o abertura sea contaminada por salpicaduras de agua o saliva. La boquilla no debe ser inundada o sumergida en el caso de un atascamiento de la fuente.

b) La boquilla debe estar protegida por guardas de materiales inoxidables, para evitar que las personas puedan tener contacto con ella.

c) El chorro inclinado que mana de la boquilla no debe tocar las guardas, para evitar las salpicaduras.

d) La taza será construida de modo que no se produzca salpicadura en el sitio donde el chorro caiga sobre la taza.

e) La tubería de entrada de agua a la fuente estará provisto de válvula ajustable con su llave, para regular la rata de flujo del chorro, cuya intensidad debe permitir beber cómodamente sin que las personas se acerquen a menos de 15 centímetros de la boquilla. La válvula usada por el público servirá solo para abrir y cerrar el chorro de agua.

f) La fuente se instalará a una altura que de la mayor comodidad a las personas que la utilicen.

Cuando se empleen vasos individuales, estos deben estar en un estuche; además, debe haber un recipiente para los vasos usados. Queda prohibido el uso de vasos comunes.

ARTÍCULO 24. Se debe instalar, por lo menos, un sistema de suministro de agua para beber, por cada cincuenta (50) trabajadores. Si se usa hielo para enfriar el agua, se evitará el contacto directo del hielo con el agua. Se prefieren cámaras de enfriamiento con tuberías a través de las cuales circule el agua; sin embargo, si no se dispone de éstas, se puede usar un recipiente cerrado con su compartimiento separado para el hielo, y su llave para la salida del agua fresca. En ningún caso se permitirá el uso de recipientes abiertos, de los que haya que verter o extraer el agua mediante tazas.

ARTÍCULO 25. En los establecimientos de trabajo, los comedores, casinos, se deberán ubicar fuera de los lugares de trabajo, y separados de otros locales, y de focos insalubres o molestos.

ARTÍCULO 26. Los pisos, paredes y techos serán lisos y de fácil limpieza. Tendrán iluminación, ventilación y temperatura adecuada. Las aberturas hacia el exterior, deben estar provistas de anjeo, y las puertas deben cerrar automáticamente.

ARTÍCULO 27. Todos los gases, humos y vapores producidos y dispersados en la cocina, serán extraídos por ventilación local constituida por una campana de succión, colector, ventilador y ducto de salida con sombrerete; se suministrará aire de reemplazo en el lugar donde se instale el sistema de ventilación.

ARTÍCULO 28. Se mantendrá en todo momento limpio el local; los residuos de los alimentos o sobrantes se depositarán en un recipiente cerrado para su evacuación. Se conservarán los alimentos que se descomponen a temperatura ambiente, en neveras o congeladores. Se dispondrá de agua potable para el cocimiento de las comidas y para el lavado de los utensilios de la cocina.

### CAPITULO III. DE LA ILUMINACIÓN.

ARTÍCULO 79. Todos los lugares de trabajo tendrán la iluminación adecuada e indispensable de acuerdo a la clase de labor que se realice según la modalidad de la industria; a la vez que deberán satisfacer las condiciones de seguridad para todo el personal. La iluminación podrá ser natural o artificial, o de ambos tipos. La iluminación natural debe disponer de una superficie de iluminación (ventanas, claraboyas lumbreras, tragaluces, techos en diente de serrucho, etc.) proporcional a la del local y clase de trabajo que se ejecute, complementándose cuando sea necesario con luz artificial. Cuando no sea factible la iluminación natural, se optará por la artificial en cualquiera de sus formas y deberá instalarse de modo que:

- a. No produzca deslumbramientos, causa de reflexión del foco luminoso en la superficie de trabajo o foco luminoso en la línea de visión.
- b. No produzca viciamiento de la atmósfera del local, ni ofrezca peligro de incendio o sea perjudicial para la salud de los trabajadores.

PARÁGRAFO. El número de focos, su distribución e intensidad estará en relación con la altura, superficie del local y de acuerdo al trabajo que se realice.

ARTÍCULO 80. Se procurará que el trabajador no sufra molestias por la iluminación solar directa; para este fin es indispensable utilizar un vidrio difusor, con coloración apropiada u otro dispositivo que evite el resplandor.

ARTÍCULO 81. Cuando se use iluminación suplementaria para las máquinas o aparatos, se ha de tener cuidado de que tengan su pantalla adecuada siempre que no den lugar a la proyección de contrastes de luz y sombra.

ARTÍCULO 82. Los lugares de trabajo dentro del establecimiento, que ofrezcan mayor peligro de accidente deberán estar suficientemente iluminados, especialmente en aquellas operaciones o procesos en donde se manejen o funcionen máquinas prensas, troqueladoras, cizallas, trituradoras, inyectoras, extrusoras, sierras, etc.

ARTÍCULO 83. Se deberán tener en cuenta los niveles mínimos de intensidad de iluminación, ya sean medidas en Lux o en Bujías /pié, de conformidad con la siguiente tabla:

- a. Para trabajos que necesiten diferenciación de detalles extremadamente finos, con muy poco contraste y durante largos periodos de tiempo de 1.000 a 1.000 Lux.
- b. Para diferenciación de detalles finos, con un grado regular de contraste y largos periodos de tiempo de 500 a 1.000 Lux.

- c. Cuando se necesita diferenciación moderada de detalles la intensidad de iluminación será de 300 a 500 Lux.
- d. Para trabajos con poca diferenciación de detalles la iluminación será de 150 a 250 Lux.
- e. En trabajos ocasionales que no requieren observación de tallada la intensidad de iluminación será de 100 a 200 Lux.
- f. Zonas de almacenamiento, pasillos para circulación de personal, etc. con intensidad de iluminación de 200 Lux.
- g. Garajes, reparación de vehículos con iluminación de 1000 Lux.
- h. Cuartos para cambios de ropas, con intensidad de 200 Lux.
- i. Trabajo regular de oficina, con intensidad de 1.500 Lux.
- j. Corredores, con intensidad de iluminación de 200 Lux.
- k. Sanitarios, con intensidad de iluminación de 300 Lux.
- l. Bodegas, con intensidad de iluminación de 200 Lux.

PARÁGRAFO. Para los efectos de esta tabla, la unidad de medida será el Lux, que se define como la intensidad producida en una superficie por una bujía estándar colocada a un metro de distancia. La unidad de iluminación más empleada es la BUJIPIE, que se define como la iluminación que recibe una superficie de un pie cuadrado, en la cual se distribuye un flujo de un Lumen. Una bujipié equivale a 10,76 Lux.

ARTÍCULO 84. Todas las ventanas, tragaluces, lumbreras, claraboyas y orificios por donde deba entrar la luz solar, así como las pantallas, lámparas fluorescentes, etc. deberán conservarse limpios y libres de obstrucciones.

PARÁGRAFO. Las ventanas, tragaluces, etc., se dispondrán en tal forma que la iluminación natural se reparta uniformemente en los lugares de trabajo, instalándose cuando sea necesario, dispositivos que impidan el deslumbramiento.

ARTÍCULO 85. La iluminación general de tipo artificial debe ser uniforme y distribuida adecuadamente de tal manera que se eviten sombras intensas, contrastes violentos y deslumbramientos.

PARÁGRAFO 1o. La relación entre los valores mínimo y máximo de iluminación, medida en lux, no será inferior a 0.8 para asegurar la uniformidad de iluminación de los lugares de trabajo.

PARÁGRAFO 2o. Cuando en determinado trabajo se requiera iluminación intensa, ésta se obtendrá mediante combinación de la iluminación general y la iluminación local complementaria, que se instalará de acuerdo con el trabajo que se va a ejecutar.

ARTÍCULO 86. En los establecimientos de trabajo en donde se ejecutan labores nocturnas, deberá instalarse un sistema de iluminación de emergencia en las escaleras y salidas auxiliares. Este sistema se instalará igualmente en los sitios de trabajo que no tengan iluminación natural.

ARTÍCULO 87. SE DEBERÁ TENER EN CUENTA LA CALIDAD Y LA INTENSIDAD DE LA ILUMINACIÓN PARA CADA TIPO DE TRABAJO. La calidad de la iluminación se referirá a la distribución espectral, brillos, contrastes, color, etc. La cantidad de iluminación se referirá al tamaño forma del objeto, al contraste, al tiempo disponible para ver el objeto, etc.

PARÁGRAFO 1o. En todo lugar de trabajo se deberá disponer de adecuada iluminación, manteniendo dentro de los límites necesarios los niveles de intensidad, relaciones de brillantes, contrastes de color y reducción de destellos o resplandores para prevenir efectos adversos en los trabajadores y conservar apropiadas condiciones ambientales de visibilidad y seguridad.

PARÁGRAFO 2o. En los locales de trabajo se permitirá el uso de lámparas fluorescentes, siempre que se elimine el efecto estroboscópico.

## TÍTULO V.

### DE LOS COLORES DE SEGURIDAD.

#### CAPÍTULO I.

##### CÓDIGO DE COLORES.

ARTÍCULO 202. En todos los establecimientos de trabajo en donde se lleven a cabo operaciones y/o procesos que integren aparatos, máquinas, equipos, ductos, tuberías, etc., y demás instalaciones locativas necesarias para su funcionamiento se utilizarán los colores básicos recomen dados por la American Standards Association (A.SA.) y otros colores específicos, para identificar los elementos, materiales, etc. y demás elementos específicos que determinen y/o prevengan riesgos que puedan causar accidentes o enfermedades profesionales.

ARTÍCULO 203. Los colores básicos que se emplearán para señalar o indicar los diferentes materiales, elementos, máquinas, equipos, etc., son los siguientes de acuerdo a su clasificación:



1. El color rojo se empleará para señalar:

Elementos y equipos de protección contra el fuego, tales como extinguidores, hidrantes y tuberías de alimentación de los mismos, cajas para mangueras, baldes y recipientes que contengan arena y agua, alarmas y cajas accionadoras de las mismas; puertas y escaleras de escape.

Recipientes comunes y de seguridad para almacenar toda clase de líquidos inflamables, con indicación de su contenido.

Barras o dispositivos que accionan mecanismos de parada en máquinas peligrosas; y botones de parada en controles eléctricos.

Recipientes para lavado y desengrase de piezas.

Tránsito en zonas escolares y sus alrededores.

2. El color naranja se empleará para señalar:

a) Partes peligrosas de maquinaria y/o equipos cuyas operaciones mecánicas puedan triturar, cortar, golpear, prensar, etc. o cuya acción mecánica pueda causar lesión; contorno de las cajas individuales de control de maquinaria; interior de cajas y controles eléctricos; interior de guardas y protecciones.

b) Borde, únicamente de partes expuestas de piñones, engranajes, poleas, rodillos, etc. y mecanismos de corte, etc.

c) Franjas convencionales en la parte trasera de vehículos para transporte de personal escolar.

3. El color amarillo se empleará para señalar:

a) Zonas peligrosas con color de fondo en avisos que indiquen precaución.

b) Equipos de construcción como bulldozers, tractores, etc. esquinas de lugares de almacenamiento; bordes expuestos y sin guardas, de plataformas, aberturas en el piso y muros; aditamentos suspendidos del techo, o de los muros, que sobresalgan del espacio normal de operación; pasamanos, barandas y partes superior e inferior de escaleras fijas peligrosas; bloques de poleas y diferenciales, proyecciones, puertas bajas, vigas, tuberías que cruzan a bajo nivel en los sitios de trabajo; armazones bajos o puertas de elevadores; grúas de taller y equipo utilizado para transporte y movilización de materiales como mulas (montacargas), remolques, carretillas de todo tipo, transportadores de todo tipo, etc.; pilares, postes o columnas que puedan ser golpeados; demarcación de áreas de trabajo y de almacenamiento (franjas de cinco centímetros de ancho); demarcación de áreas libres frente a equipos contra incendio (semicírculo de cincuenta centímetros de radio y franja de cinco centímetros de ancho).

4. El color verde esmeralda se empleará para señalar:

a) Seguridad, equipos de primeros auxilios, botiquines, camillas, máscaras contra gases, fondo de carteleras de seguridad e instrucciones de seguridad, etc.

b) Contorno del botón de arranque en los controles eléctricos de las máquinas.

5. El color verde limonado se empleará para señalar:

a) Bancos de madera, exceptuando las tapas.

6. El color verde pálido se empleará para pintar:

b) El cuerpo de maquinaria y equipo.

c) Partes fijas de maquinaria y equipo; parte exterior de guardas y protecciones integrales y adicionales; bancos metálicos; partes metálicas de silletería de taller; prensas de banco y articuladas, gatos portátiles y de carretilla; motores eléctricos que formen parte integral de maquinaria.

d) Soportes para materiales (perfiles, platinas, tuberías, etc.) soportes para ejercicios, soportes para cilindros, mangueras y cables de porta electrodos.

7. El color azul se empleará para:

a) Indicar PREVENCIÓN

b) Color de fondo en avisos utilizados para señalar maquinaria y equipo sometido a reparación, mantenimiento, o que se encuentre fuera de servicio.

c) Señalar los controles o fuentes de poder, de maquinaria o equipo (elevadores, hornos, tanques, calderas, digestores, controles eléctricos, secadores, válvulas bóvedas, escaleras, andamios, etc.), que no deba ser accionado u operado sino previa constatación de que se encuentra en perfectas condiciones de servicio, a fin de no causar daño a algún elemento o lesión a un operario.

d) Recipientes para lubricantes; motores que no formen parte integral de maquinaria y equipo; cajas de sistemas eléctricos.

8. El color aluminio se empleará para pintar:

a) Superficies metálicas expuestas a radiación solar.

b) Cilindros de gas propano, etc.

c) Bloques y culatas, múltiples de admisión y escape de motores.

d) Hornos para tratamiento de metales, tapas de hornos y superficies expuestas a altas temperaturas; cubiertas asfálticas y metálicas.

e) Silenciadores de motores, tanques y acero estructural.

9. El color gris se empleará para pintar:

a) Recipientes para basuras, retales y desperdicios.

b) Armarios y soportes para elementos de aseo; armarios para ropas o lockers.

10. El color marfil se empleará para pintar:

a) Partes móviles de maquinaria; volantes de operación manual; brazos de palanca.

b) Bordes del área de operación en la maquinaria; marcos de tableros y carteleras.

11. El color púrpura se empleará para señalar los riesgos de la radiación; recipientes que contengan materiales radiactivos, equipo contaminado, rayos X, etc.

12. El color blanco se empleará para señalar:

a) Demarcación de zonas de circulación; dirección o sentido de una circulación o vía.

b) Indicación en el piso de recipientes de basura (un metro cuadrado por caneca); rincones de salones y talleres (esquinera formando un triángulo de 40 centímetros de lado).

13. El color negro se empleará para pintar tuberías de corriente trifásica (tubería conduit), con franjas de color naranja de dos pulgadas de ancho, espaciadas un metro entre sí; conductos y bajantes de aguas negras; base de las máquinas y patas de bancos de trabajo, con franja de 13 centímetros de ancho.

ARTÍCULO 204. Las tuberías o conductos que transportan fluidos (líquidos y gaseosos), y sustancias sólidas, se pintarán con colores adecuados, y de acuerdo a la norma establecida por la American Standards Association (A.S.A.), teniendo en cuenta la siguiente clasificación:

1. El color naranja se empleará para pintar tuberías sin aislar que conduzcan vapor a cualquier temperatura; tuberías que conduzcan ACPM, fuelOil, gasolina, petróleo y combustibles en general; tuberías de escape de gases de combustión; cilindros y tuberías de acetileno; tubería que conduzca gas carbónico.

2. El color verde se empleará en tuberías y ductos para materiales granulados, etc. seguros, y para las mangueras de oxígeno en los equipos de soldadura oxiacetilénica.

3. El color gris se empleará para pintar tuberías de agua fría; tuberías de agua caliente, con franjas de color naranja de dos pulgadas de ancho, espaciadas un

metro entre sí; ductos y partes varias de sistemas de ventilación y extracción de gases, humos, neblinas, etc.

4. El color azul se empleará para pintar tuberías de aceite y sistemas de lubricación; tuberías de oxígeno y cilindros de oxígeno; conductos y bajantes de aguas lluvias; tubería que conduzca agua de pozos profundos.

5. El color amarillo se empleará para pintar tuberías de aire comprimido; tuberías que conduzcan amoníaco; tuberías que conduzcan soluciones alcalinas o soluciones ácidas. Estas tuberías tendrán distintivos para identificar los fluidos.

6. El color café se empleará para pintar tuberías del condensado del vapor.

7. El color blanco se empleará para pintar tuberías que conduzcan refrigerantes y partes varias de los sistemas de refrigeración; tuberías de vacío y partes varias del sistema de vacío.

**PARÁGRAFO.** Los sistemas de tuberías se identificarán con letreros que den el nombre del contenido, completo o abreviado. Se utilizarán flechas para indicar el flujo del contenido de la tubería.

## ANEXO 3

### NTC 1461 HIGIENE Y SEGURIDAD. COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD

La legislación colombiana establece algunas normas generales de demarcación y señalización de áreas o zonas de trabajo, en empresas con actividades económicas y procesos que puedan generar alguna clase de riesgo a la salud e integridad de la población trabajadora.

En la tabla 1 se presenta un resumen de la normatividad sobre señalización y demarcación.

Tabla 1. MARCO LEGAL SOBRE SEÑALIZACIÓN

NORMAS LEGALES	DISPOSICIÓN
Res. 2400 de 1979 Título V. Artículo 202. Código de colores.	“En todos los establecimientos de trabajo en donde se lleven a cabo operaciones y/o procesos que integren aparatos, máquinas, equipos, ductos, tuberías etc. y demás instalaciones locativas necesarias para su funcionamiento se utilizarán los colores básicos recomendados por la AMERICAN STANDARDS ASSOCIATION (A.S.A) y otros colores específicos, para identificar los elementos, materiales, etc., y demás elementos específicos que determinen o prevengan riesgos que puedan causar accidentes o enfermedades profesionales”.

De acuerdo con lo anterior y otra reglamentación vigente, se pueden definir las siguientes responsabilidades del empleador frente a la señalización:

- Establecer las medidas necesarias para asegurar que las señales y la aplicación del color para propósitos de seguridad e higiene, se sujeten a las disposiciones de las normas.
- Proporcionar capacitación a los funcionarios sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización indicados en el apartado anterior.

- Garantizar que la aplicación del color, la señalización y la identificación de la tubería estén sujetos a un mantenimiento que asegure en todo momento su visibilidad y legibilidad.
- Ubicar las señales de seguridad de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los funcionarios a los que están destinadas y evitar que sean obstruidas.

Así mismo, los funcionarios deben comprometerse a:

- Participar en las actividades de capacitación
- Respetar y aplicar las instrucciones de los elementos de señalización establecidos por el empleador.

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1. GENERALIDADES

La señalización se entiende como el conjunto de estímulos que condicionan la actuación de quien los recibe frente a las circunstancias que se desea resaltar. La señalización de seguridad suministra indicaciones relativas a la seguridad de personas y bienes.

Para que la señalización preventiva atienda a los objetivos propuestos y sea realmente efectiva, debe cumplir con unas características elementales, entre las que se destacan:

- Atraer la atención de quien la observa
- Dar a conocer el mensaje previsto con suficiente anterioridad
- Informar sobre la conducta a seguir
- Ser clara y de interpretación única
- Permitir a quien la observe crear la necesidad de cumplir con lo indicado

La señalización *nunca elimina un riesgo*, solamente lo resalta. Por lo tanto, nunca da seguridad efectiva o real. Debe emplearse como técnica complementaria de las medidas de control, con buen criterio y sentido común para que no pierda su efecto preventivo; la utilización incorrecta puede eliminar su eficacia. Por lo anterior, es conveniente utilizarla sólo en los siguientes casos:

- Cuando no es posible eliminar el riesgo
- Cuando no es posible advertir el peligro a simple vista (altas temperaturas, alta tensión, pintura fresca, cemento fresco, etc.)
- Cuando no es posible instalar sistemas adecuados de protección
- Como complemento a la protección ofrecida para resguardos, dispositivos de seguridad y protección personal.

## 1.2. CLASES DE SEÑALIZACION

La señalización, empleada como técnica de seguridad, se puede clasificar en función del sentido por el cual se percibe:

5.2.1 Señalización óptica: Es el sistema de señalización que se basa en la apreciación de las formas y los colores por medio del sentido de la vista. Incluye:

- Señales de seguridad
- Colores de señalización
- Balizamiento
- Iluminación de emergencia

1.2.2. Señalización acústica: Se basa principalmente en la emisión de ondas sonoras que son recibidas por el oído en forma instantánea (alarmas, timbres, altavoces, etc.) y que, de acuerdo a códigos conocidos, informa de un determinado mensaje a las personas. Se usa principalmente para dar a conocer diferentes tipos de alerta en la empresa, en casos de emergencia.

1.2.3. Señalización Olfativa: Utiliza las propiedades odorantes que poseen ciertos productos para estimular las neuronas olfativas, a fin de combinarlos con otros productos determinados y poderlos detectar. Por ejemplo al gas natural inoloro se le agrega un producto oloroso con el fin de ser detectado en caso de fuga.

1.2.4. Señalización Táctil: Se basa en las diferentes sensaciones experimentadas cuando se toca algo con cualquier parte del cuerpo. Aunque en general no está contemplada en la legislación, debido a su importancia se contempla en el diseño de los órganos de mando, herramientas y objetos manuales.

## 1.3. SEÑALES DE SEGURIDAD

Son aquellas que resultan de la combinación de una forma geométrica, un color y un símbolo o pictograma, con un significado determinado en relación con la información que se quiere comunicar de forma simple y rápida. Es el método de señalización más ampliamente usado.

Según su significado, las señales se clasifican en:

- DE PROHIBICION: Prohíben un comportamiento susceptible de provocar un peligro.
- DE OBLIGACION: Obligan a un comportamiento determinado.
- DE PREVENCION: Advierten de un peligro.
- DE INFORMACION: Pueden proporcionar una indicación relativa a seguridad, emergencias (salidas de emergencia, situación de los puestos de primeros auxilios o de dispositivos de emergencia, etc.) o equipos contra incendio.

Los colores básicos empleados en las señales de seguridad se encuentran definidos y unificados por la norma ICONTEC 1461. Su significado se relaciona en la tabla 2.

Tabla 2. SIGNIFICADO GENERAL DE LOS COLORES DE SEGURIDAD

Color	Significado	Ejemplos de aplicación
ROJO	Prohibición Lucha contra incendios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pare</li> <li>• Prevención y prevención</li> <li>• Prohibición</li> <li>• Contra incendios</li> </ul>
AZUL *	Obligación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso obligatorio de elementos de protección personal</li> <li>• Acciones de mando</li> </ul>
AMARILLO	Precaución Zona de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de riesgos</li> <li>• Señalización de umbrales, pasillos de poca altura, obstáculos, etc.</li> </ul>
VERDE	Condición de seguridad Primeros auxilios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización de vías y salidas de emergencia</li> <li>• Duchas de emergencia</li> <li>• Puestos de primeros Auxilios.</li> </ul>

\* El azul se considera color de seguridad solo cuando se usa en forma circular

En las tablas 3, 4, 5, 6, y 7 se dan algunos ejemplos de las señales más comúnmente empleadas.



Tabla 3. SEÑALES DE PROHIBICIÓN





Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Símbolo
Prohibido fumar	Cigarrillo encendido	 <p>PROHIBIDO FUMAR</p>
Prohibido encender fósforos y fumar	Fósforo encendido	 <p>PROHIBIDO ENCENDER FUEGO</p>
Prohibido el paso	Silueta humana caminando	 <p><b>PROHIBIDO EL PASO</b></p>
Prohibido usar agua como agente extintor	Agua cayendo sobre el fuego	 <p>NO APAGAR CON AGUA</p>

Tabla 4. SEÑALES DE OBLIGACIÓN






Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Símbolo
Uso obligatorio de casco	Cabeza portando casco	
Uso obligatorio de protección auditiva	Cabeza llevando elementos de protección auditiva	
Uso obligatorio de protección ocular	Cabeza llevando anteojos de seguridad	
Uso obligatorio de calzado de seguridad	Un zapato de seguridad	
Uso obligatorio de guantes de seguridad	Un par de guantes	

Tabla 5. SEÑALES DE PREVENCIÓN










Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Símbolo
Prevencción general, precaución, riesgo de daño	Signo de admiración	
Precaución riesgo de intoxicación	Calavera y huesos cruzados	
Precaución, riesgo de incendio	Llama	
Precaución, riesgo de corrosión	Líquido goteando sobre una mano y una barra	
Precaución materiales oxidantes y comburentes	Corona circular con una flama	
Precaución, riesgo de explosión	Bomba estallando	
Precaución, riesgo de choque eléctrico	Flecha cortada en posición vertical hacia abajo	

Tabla 6. SEÑALES DE INFORMACIÓN

Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Símbolo
Ubicación de extintor	Silueta de un extintor con flecha direccional	
Ubicación de gabinete	Silueta de un hidrante con flecha direccional	
Ubicación de salida de emergencia	Silueta humana avanzando hacia una salida de emergencia indicando con flecha direccional el sentido requerido	
Ubicación de estaciones y botiquín de primeros auxilios	Cruz y flecha direccional	
Ubicación de áreas y oficinas administrativas	Texto indicativo del nombre de la dependencia y número de oficina	

Tabla 7. IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Indicación	Contenido de imagen del símbolo	Símbolo
Ubicación de Líquido Inflamable	Flama sobre barra horizontal	
Ubicación sustancias corrosivas	Líquido goteando sobre una mano y una barra	
Ubicación Gas Inflamable	Flama sobre barra horizontal	
Ubicación sólido Inflamable	Flama sobre barra horizontal. Barras rojas y blancas verticales	

La señalización para identificación de productos químicos se utilizará para indicar las zonas de almacenamiento. Aeronáutica Civil no rotulara cada uno de los contenedores o envases del producto químico, ya que esa responsabilidad corresponde al proveedor del producto.

Tabla 8. DIMENSIONES Y MATERIALES

DIMENSIONES (cm)		MATERIAL	
CUADRADA*	RECTANGULAR *	USO INTERIOR	USO EXTERIOR
22 X 22	20 X 40	Poliestireno (calibre 40 o 1 mm)	Hojalata (Electrolítica calibre 0.18)

\*La forma de la señal a utilizar se podrá elegir según las necesidades específicas de visualización y ubicación.

Para las áreas de almacenamiento de productos químicos se utilizará la forma de cuadrado teniendo en cuenta las características anotadas en la tabla 7

#### 1.4. COLORES DE SEÑALIZACIÓN (DEMARCACIÓN)

El campo de la señalización por medio del color no queda restringido al uso de señales o avisos de seguridad, sino que puede emplearse para identificar algo sin necesidad de leyendas o para resaltar o indicar cualquier cosa.

Además de los colores y usos mencionados anteriormente (tabla 2), la Resolución 2400 de 1979 establece el código de colores presentado en la tabla 9.

Color	Significado	Ejemplos
ROJO	Señala elementos y equipos de protección contra el fuego, recipientes comunes y de seguridad para el almacenamiento de toda clase de líquidos inflamables, mecanismos de parada	Hidrantes y tubería de alimentación de los mismos, cajas para mangueras, paradas de emergencia
AMARILLO	Señala áreas o zonas de trabajo, almacenamiento, áreas libres frente a equipos de incendios, puertas bajas, vigas, grúas de taller y equipos utilizados para transporte y movilización de materiales, etc.	áreas de maquinaria, Plantas de energía eléctrica , objetos sobresalientes, riesgos de caída.
NARANJA	Señala partes peligrosas de maquinaria, que puedan cortar, golpear, prensar, etc.	Bordes, expuestos de piñones, engranajes, poleas, rodillos, mecanismos de corte, entre otras.
BLANCO	Demarcación de zonas de circulación, indicación en el piso de recipientes de basura	Dirección o sentido de una circulación o vía.
ALUMINIO	Señala superficies metálicas expuestas a radiación solar y altas temperaturas	Cilindros de gas propano, tapas de hornos
GRIS	Señala recipientes para basuras, armarios y soportes para elementos de aseo.	Retales, desperdicios, lockers.
MARFIL	Partes móviles de maquinaria, bordes del área de operación en maquinaria	Volantes de operación manual, brazos de palanca; marcos de tableros y carteleras
PURPURA	Señala los riesgos de radiación	Recipientes que contengan materiales radiactivos, equipo contaminado, rayos X, etc.
AZUL	Obligación Indicaciones	Uso obligatorio de elementos de protección personal. Localización de teléfono, talleres, etc.

Tabla 9. CÓDIGO DE COLORES

#### 1.4.1 Dimensiones de la demarcación

- Áreas de trabajo: Franja de 10 centímetros de ancho.
- Demarcación de áreas libres frente a equipos de control de incendios: Semicírculos de 50 centímetros de radio y franja de 5 centímetros de ancho.
- Indicación de recipientes de basura: Un metro cuadrado por caneca.

#### 1.5. IDENTIFICACION DE TUBERÍAS

Tanto la Resolución 2400 de 1979 como la norma técnica colombiana NTC 3458 establecen códigos de colores para la identificación de tuberías en instalaciones industriales. Teniendo en cuenta que esta última es mas amplia en la definición de especificaciones, las recomendaciones que aparecen a continuación corresponden a la misma.

5.5.1 Colores de identificación: Deben de estar de acuerdo con la tabla 10.

Tabla 10. COLORES DE IDENTIFICACIÓN PARA TUBERÍAS

Contenido de la tubería	Color
Agua Potable	VERDE
Aguas Negras	NEGRO
Agua Sistema contra Incendio	ROJO
Instalaciones Telefónicas	GRIS
Instalaciones Eléctricas	NARANJA
Red Transmisión de Datos	AZUL OSCURO
Líquidos Combustibles	AMARILLO
Aire	AZUL CLARO
Conductos de ventilación	BLANCO



## 1.6. BALIZAMIENTO

Consiste en la delimitación de una zona de trabajo para evitar el paso de personal. Esto puede efectuarse por varios métodos, como los siguientes:

- Banderolas, banderas o estandartes, generalmente en plástico e impresas con pintura reflectante. Deben tener el color de seguridad correspondiente a lo que se quiere indicar, con figuras o leyendas en el color de contraste.
- Barandillas o barreras: Estructuras apoyadas sobre el piso, a las que van unidas elementos horizontales que impiden el paso. Normalmente van pintadas en amarillo y negro.
- Cintas de delimitación: Son cintas plásticas que se colocan sobre varas o elementos clavados en el suelo para delimitar una zona.
- Luces: Consiste en la delimitación de áreas mediante un circuito de lámparas fijas o intermitentes.

## 1.7 SEÑALIZACION VIAL

Corresponde a los dispositivos físicos o marcas especiales que indican la forma correcta como deben circular los usuarios de las calles o carreteras. Los mensajes de las señales de tránsito se dan por medio de símbolos y/o leyendas de fácil y rápida interpretación.

Su función es indicar al usuario de las vías las precauciones que debe tener en cuenta, las limitaciones en los tramos de circulación y las informaciones estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de la vía. Sirven para:

- Advertir la existencia de posibles peligros;
- Dar a conocer determinadas restricciones;
- Indicar en forma concisa ciertas disposiciones legales;
- Determinar el derecho de paso de los vehículos y el sentido de las vías; y
- Ayudar a los peatones para atravesar las vías.

Las señales de tránsito deben ser reflectivas o estar convenientemente iluminadas, para garantizar su visibilidad en las horas de oscuridad. La reflectividad puede lograrse cubriendo las señales con pinturas o materiales adecuados que reflejen las luces de los vehículos sin deslumbrar al conductor. La iluminación puede ser directa o indirecta; en el primer caso, la señal posee iluminación interna, mientras que en el segundo está iluminada por luces interiores.

### 1.7.1. Clasificación.

Según la función que desempeñan, los dispositivos se clasifican en tres categorías:

Señales de prevención o preventivas: Tienen por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de esta.

Todas las señales de prevención excepto la de paso a nivel de ferrocarril tienen forma cuadrada, esquinas redondeadas, fondo color amarillo, leyendas y bordes negros.

Su empleo en las empresas depende de las características de las vías y de las instalaciones.

Señales de reglamentación o reglamentarias: Su objetivo es indicar a los usuarios de las vías las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre su uso.

La mayoría de las señales de reglamentación son circulares, con fondo blanco, borde rojo y leyenda o símbolo negro. Si la señal está cruzada por una barra roja, la restricción consiste en una prohibición completa.

Las más usadas a nivel empresarial son:

Tabla 11. Señalización vial

SEÑAL	INDICACION	SIMBOLO
Pare	Para notificar que se debe detener completamente el vehículo, especialmente en la intersección de dos vías, en la que no está definida la prelación de paso, o en la intersección de una vía secundaria con una principal.	
Ceda el paso	Se emplea para notificar la prelación de la vía a la cual se va a entrar. Debe colocarse en todo lugar donde deba disminuirse la velocidad o detener el vehículo para ceder el paso a los que circulan por la vía prioritaria.	
Prohibido adelantar	Se usa para notificar que está prohibido adelantar otros vehículos en determinados tramos de la vía.	
Velocidad máxima	Indica la velocidad máxima a la cual se debe circular, expresada en kilómetros por hora.	
Sentido de circulación	Se emplea para notificar el sentido único de circulación en la vía a la cual se va a entrar o interceptar.	