

**DESARROLLO DE UN LABORATORIO VIRTUAL EN EL ÁREA DE LA  
RESISTENCIA DE MATERIALES, PROPORCIONANDO ENSAYOS DE  
TRACCIÓN, FLEXIÓN, IMPACTO, DUREZA VICKERS Y COMPRESIÓN COMO  
HERRAMIENTA ACADÉMICA PARA LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER**

**GIOVANNY HERNANDO PEDRAZA ACEVEDO  
SERGIO ANDRÉS OSORIO OSORIO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2018**

**DESARROLLO DE UN LABORATORIO VIRTUAL EN EL ÁREA DE LA  
RESISTENCIA DE MATERIALES, PROPORCIONANDO ENSAYOS DE  
TRACCIÓN, FLEXIÓN, IMPACTO, DUREZA VICKERS Y COMPRESIÓN COMO  
HERRAMIENTA ACADÉMICA PARA LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER**

**GIOVANNI HERNANDO PEDRAZA ACEVEDO**

**SERGIO ANDRÉS OSORIO OSORIO**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director**

**ALBERTO DAVID PERTUZ COMAS**

**Dr. Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FISICOMECAÑICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por dedicar todo su esfuerzo apoyo y dedicación en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo a través de todo este tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mis hermanas, que con su apoyo constante en todo mi proceso educativo logré culminar este ciclo de la vida.

A Dios, que sin la guía de Él en los momentos críticos que tuve durante mi Carrera no hubiera llegado hasta donde estoy.

Sergio Andres Osorio Osorio

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por apostar todo su esfuerzo y dedicación en mi, tanto en mi formación académica como en mi crecimiento personal, este título es de ustedes.

A mi hermano, por ser mi apoyo y siempre estar ahí para mí, con toda la paciencia y cariño.

A mi familia que nunca perdió la fe en que lo lograría.

A esas personas que desde donde sea que estén pusieron ese granito para que culminara esta etapa de mi vida.

A mis compañeros de vida, que puedo llamar amigos.

Giovanni H. Pedraza Acevedo

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestros padres, por su incondicional apoyo moral y económico durante toda nuestra formación académica.

A nuestros docentes, por brindarnos la formación y disponibilidad para acompañarnos durante toda nuestra formación universitaria.

A nuestro director, el profesor Ing. Alberto Pertuz, por su guía y colaboración a lo largo de todo este trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	16
<b>1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	16
<b>2. JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA</b> .....	17
<b>3. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO</b> .....	18
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL</b> .....	18
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	18
<b>4. MARCO TEÓRICO</b> .....	19
<b>4.1 LABORATORIOS VIRTUALES</b> .....	19
4.1.1 Ventajas de los laboratorios virtuales: .....	19
4.1.2 Aplicaciones de los laboratorios virtuales:.....	20
<b>4.2 MATLAB</b> .....	21
<b>4.3 LABVIEW</b> .....	22
<b>4.4 AUTODESK 3DS MAX</b> .....	22
<b>4.5 PROPIEDADES FÍSICAS</b> .....	24
4.5.1 Dureza.....	24
4.5.2 Resistencia de material .....	25
4.5.3 Impacto.....	25
4.5.4 Flexión .....	26
4.5.5 Tracción .....	27
4.5.6 Compresión .....	28
<b>4.6 TIPOS DE ENSAYO</b> .....	28
4.6.1 Ensayo de flexión .....	28
4.6.2 Ensayo a la compresión .....	30
4.6.3 Ensayo de tracción o tensión.....	31
<b>5. DESARROLLO DEL LABORATORIO VIRTUAL DE RESISTENCIA DE MATERIALES</b> .....	34
<b>5.1 INTERFAZ GRÁFICA</b> .....	34
5.1.1 Ensayo de Impacto.....	35
5.1.2 Ensayo de Compresión .....	36
5.1.3 Ensayo de Flexión.....	37
5.1.4 Ensayo de Dureza.....	38

5.1.5 Ensayo de Tracción .....	39
<b>5.2 SIMULACIÓN DE LABORATORIOS.....</b>	<b>40</b>
<b>6. MANUAL DEL USUARIO .....</b>	<b>44</b>
<b>6.1 CONTENIDO DEL MANUAL.....</b>	<b>45</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>58</b>

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Ensayo de flexión a tres puntos	29
Figura 6. Ensayo Compresión	37
Figura 7. Ensayo Flexión	38
Figura 8. Ensayo Dureza	38
Figura 9. Ensayo Tracción	40
Figura 11. Forma de máquina	42
Figura 12. Textura de los objetos	43
Figura 13. Movimiento de los objetos	43
Figura 15. Tabla de Contenido	45
Figura 16. Ventana de bienvenida	46
Figura 18. Ensayo de tracción	49
Figura 19. Botones de regreso y ayuda	49
Figura 21. Botones de regreso y ayuda	50
Figura 22. Ensayo de Dureza	51
Figura 23. Botones de regreso y ayuda	51
Figura 24. Ensayo de Flexión	52
Figura 25. Botones de regreso y ayuda	52

## RESUMEN

**TITULO:** DESARROLLO DE UN LABORATORIO VIRTUAL EN EL ÁREA DE LA RESISTENCIA DE MATERIALES, PROPORCIONANDO ENSAYOS DE TRACCIÓN, FLEXIÓN, IMPACTO, DUREZA Y COMPRESIÓN COMO HERRAMIENTA ACADÉMICA PARA LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**AUTOR:** Sergio Andrés Osorio Osorio, Giovanni Hernando Pedraza Acevedo.

**PALABRAS CLAVE:** Laboratorio virtual, tensión, compresión, flexión, TIC.

**DESCRIPCION:** Llevar a cabo una actividad experimental tiene los inconvenientes de ser muy exigente en cuanto a tiempo, espacio, dinero y energía, pues la implementación y puesta en marcha de plantas reales o laboratorios físicos requiere una infraestructura onerosa que difícilmente se mantiene en buenas condiciones. Las nuevas generaciones de estudiantes emplean las TIC en su vida cotidiana al hacer uso de computadoras personales, dispositivos de comunicación móviles, Internet y demás. Es pues, natural que para la educación se convierta en una ventaja aprovechar esta tecnología ya disponible para que los alumnos comprueben, refuercen y practiquen el conocimiento teórico adquirido en el aula. La existencia de una herramienta virtual que apoye el desarrollo experimental y que pueda complementar el desarrollo de las competencias de los estudiantes, podría ser una opción interesante como solución a las falencias ya mencionadas. Además, es muy frecuente que los estudiantes acudan al laboratorio sin ningún conocimiento experimental previo, tan solo con conceptos teóricos sobre materiales.

Por medio de este trabajo de grado que busca diseñar un prototipo de laboratorio virtual de ensayos de flexión, impacto, dureza vickers, tracción y compresión, que contiene el modelado de ensayo de probetas de diversos materiales y propiedades, donde se pueda apreciar detalladamente el comportamiento de algunos materiales.

---

\*\*Proyecto de Grado

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Alberto David Pertuz Comas, Ingeniero Mecánico.

## ABSTRACT

**TITLE:** DEVELOPMENT OF A VIRTUAL LABORATORY IN THE AREA OF THE MATERIALS RESISTANCE, PROVIDING TESTS OF TRACTION, FLEXION, IMPACT, HARDNESS AND COMPRESSION AS AN ACADEMIC TOOL FOR THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER

**AUTORS:** Sergio Andrés Osorio Osorio, Giovanni Hernando Pedraza Acevedo.

**KEYWORDS:** Virtual Laboratory, flexion, impact, hardness, traction, compression, ICT.

**DESCRIPTION:** Carrying out an experimental activity has the disadvantages of being very demanding in terms of time, space, money and energy, since the implementation and start-up of real plants or physical laboratories requires an onerous infrastructure that is difficult to maintain in good conditions. New generations of students use ICT in their daily lives when using personal computers, mobile communication devices, the Internet and so on. It is therefore natural for education to become an advantage to take use of this technology already available for students to check, reinforce and practice the theoretical knowledge acquired in the classroom. The existence of a virtual tool that supports experimental development and that can complement the development of students' competencies, could be an interesting option as a solution to the aforementioned flaws in the practical part that students have. In addition, it is very common for students to go to the laboratory without any previous experimental knowledge, only with theoretical concepts about materials.

This work of degree seeks to design a prototype of virtual laboratory of tests of flexion, impact, hardness vickers, traction and compression, which contains the test modeling of test pieces of various materials and properties, where you can appreciate in detail the behavior of some materials.

---

\*\*Graduation Project

Faculty of Physical Engineering- Mechanical, School of Mechanical Engineering, Director: Alberto David Pertuz Comas, Mechanical Engineer.

## INTRODUCCIÓN

En el área de la educación y dentro de las ingenierías, uno de los problemas más grandes a los que se enfrenta su enseñanza es el abismo que existe de los conocimientos teóricos y la formación práctica. Esta brecha ha originado límites significativos entre el aprendizaje de conceptos, la resolución de problemas y la realización de prácticas de laboratorio, razón por la que se limita el aprendizaje científico en el estudiante.

Las prácticas de laboratorio se han diseñado para que los educandos tengan una interacción directa y tangible con los conocimientos adquiridos teóricamente, al ser comprobados experimentalmente la persona que está aprendiendo puede manipular materiales, instrumentos e ideas y, aplicar su propia iniciativa y originalidad.

Sin embargo, llevar a cabo la actividad experimental tiene los inconvenientes de ser muy exigente en cuanto a tiempo, espacio, materiales, dinero y energía, pues la implementación y puesta en marcha de plantas reales o laboratorios físicos requiere una infraestructura onerosa que difícilmente se mantiene en buenas condiciones. Asimismo, hace imprescindible la presencia del alumno en el sitio y tiempos específicos en el lugar en que se encuentra el equipo que le hará posible obtener el conocimiento empírico.

Actualmente, la plataforma de todo sistema económico y de la sociedad en general es la capacidad de procesar información; en este marco, la educación enfrenta el reto de desarrollar en los alumnos habilidades para acceder a la misma, seleccionarla, procesarla y tomar decisiones sobre esa base, haciendo un uso sistemático de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Las nuevas generaciones de estudiantes emplean las TIC en su vida cotidiana al hacer uso de computadoras personales, dispositivos de comunicación móviles, Internet y demás. Es pues, natural aprovechar esta tecnología ya disponible para que los alumnos comprueben, refuercen y practiquen el conocimiento teórico adquirido en el aula.

## **1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En la escuela de ingeniería mecánica de la Universidad Industrial de Santander, en el área de Resistencia de materiales, se desea disponer de un laboratorio virtual en el cual se pueda verificar y apoyar la docencia. En procura del cumplimiento a los objetivos académicos que se plantean en la misión y visión de la universidad, se puede apreciar que existen diferentes falencias como, pocos materiales para la práctica, falta de acceso a equipos o maquinaria para realizar ensayos, espacios limitados para realizar montajes y gran número de estudiantes en el área de resistencia de materiales.

La existencia de una herramienta virtual que apoye el desarrollo experimental y que pueda complementar el desarrollo de las competencias de los estudiantes, podría ser una opción interesante como solución a las falencias ya mencionadas. Además, es muy frecuente que los estudiantes acudan al laboratorio sin ningún conocimiento experimental previo, tan solo con conceptos teóricos sobre materiales.

Este proyecto surge de la necesidad de acompañar, motivar el aprendizaje y reforzar la competencia de los estudiantes, mediante un laboratorio virtual para realizar estos ensayos, donde se logre apreciar los diversos comportamientos de los metales al ser sometidos a una fuerza en condición estática, hasta lograr llegar a su punto de rotura o esfuerzo último, en el caso del ensayo de tracción. Para los demás ensayos se resaltan las partes más importantes en una práctica real, así como en su respectiva gráfica.

## 2. JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

Con el impacto de las nuevas tecnologías en la enseñanza práctica de las asignaturas de ingeniería, se puede apreciar que el uso de los laboratorios virtuales existen notables beneficios para los estudiantes en el proceso de enseñanza como: la ventaja del acceso total al laboratorio virtual, la posibilidad de realizar repetidas veces el ensayo sin generar costos, como las probetas; asistencia de un responsable de las máquinas de ensayos, entre otros. El beneficio más importante que ofrece el laboratorio virtual sería, disminuir la brecha que existe entre los conocimientos teóricos y la formación práctica, éste se convertiría en una herramienta libre para los estudiantes de la universidad Industrial de Santander.

El laboratorio virtual de ensayos de flexión, impacto, dureza vickers, tracción y compresión, contiene el modelamiento de ensayo de probetas de diversos materiales y propiedades, donde se pueda apreciar detalladamente el comportamiento de los materiales metálicos, polímeros, cerámicos, compuestos y maderas, con el fin de obtener sus curvas características, el cual permite analizar las diversas zonas que componen los ensayos en una práctica de esta naturaleza, haciendo un análisis detallado resaltando las partes más importantes de cada uno de estos. Con este trabajo de grado se busca aportar al proceso de formación académica, donde se fomenten proyectos de investigación, el aprendizaje autónomo, aprendizaje cooperativo y la capacidad de analizar el comportamiento y fallas de los materiales en condiciones estáticas.

Se decide realizar el laboratorio virtual para los ensayos con los que hubo contacto tanto en la parte teórica como en los laboratorios de la universidad, que incluyen, tracción, dureza, flexión, compresión e impacto.

### **3. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir a la misión de la Universidad Industrial de Santander, en la formación de profesionales con alto nivel investigativo, fomentando el desarrollo tecnológico, a través de la generación y adecuación de conocimientos; por medio de este trabajo de grado que busca diseñar un prototipo de laboratorio virtual que permita recrear y simular ensayos de tracción, flexión, impacto, dureza vickers y compresión. A través de internet pueda ser una herramienta interactiva para el estudio y la experimentación de estos ensayos, donde el estudiante podrá simular experimentalmente, modelar y analizar ensayos reales aplicados a diversos materiales con diferentes propiedades.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los requerimientos de software que permitan la virtualización de cada ensayo, de acuerdo a las necesidades que se requieran.
- Diseñar una interfaz gráfica que permita recrear ensayos que se aproximen a la realidad, donde se pueda apreciar el comportamiento de los materiales sometidos a estas pruebas.
- Diseñar la simulación del ensayo de Flexión, Impacto, Dureza vickers, Tracción y Compresión con sus componentes gráficas para cada uno de los diferentes materiales (metálicos, polímeros, cerámicos y compuestos).
- Crear un manual de la interfaz gráfica, para el adecuado desarrollo de los ensayos y facilidad de comprensión de los estudiantes que van a hacer uso del laboratorio virtual, desde la plataforma educativa TIC UIS.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 LABORATORIOS VIRTUALES**

En primer lugar, es necesario partir del concepto de virtualidad, entendido en la mayoría de las ramas del conocimiento como “algo que no es real”. Un laboratorio virtual, se define como una simulación en computadora de una amplia variedad de situaciones en un ambiente interactivo; es decir, se puede simular el comportamiento de un determinado sistema que se desea estudiar haciendo uso de modelos matemáticos<sup>3</sup>.

Estos autores afirman además que se utiliza un modelo matemático como punto de partida para construir el simulador que integrará el laboratorio virtual. Después de obtener el modelo, se traduce el algoritmo a un lenguaje que sea entendido por el ordenador; y finalmente se agregan los datos complementarios que sean necesarios para facilitar la entrada de información y la presentación de los resultados<sup>4</sup>.

#### **4.1.1 Ventajas de los laboratorios virtuales:**

Es importante de igual manera considerar las múltiples ventajas que tienen los laboratorios virtuales respecto a los reales. A continuación se citan algunos puntos de vista desde los aspectos técnicos, y pedagógicos<sup>5</sup>:

---

<sup>3</sup> VELASCO PÉREZ, Alejandra; ARELLANO PIMENTEL, Jesús; VICENTE MARTÍNEZ, José y VELASCO PÉREZ, Leonor. Laboratorios virtuales: alternativas en la educación.

- Su configuración y operación es más sencilla porque se sustenta en modelos matemáticos que se ejecutan en computadoras.
- Se elimina el riesgo de accidentes en el entorno debido a la ausencia de dispositivos físicos.
- Son más económicos porque no se invierte en materiales, reactivos, ni equipos.
- Se favorece la preservación del medio ambiente, porque no se utilizan reactivos que pueden resultar tóxicos. Tampoco se vierten residuos contaminantes a la atmósfera ni a los desagües.
- La salud de los estudiantes se protege debido a que no están en contacto con materiales peligrosos.
- Los alumnos se familiarizan con los procesos, y adquieren conocimientos previos antes de trabajar en laboratorios reales.
- Se favorece la repetitividad y reproducibilidad de los experimentos.
- Se pueden llevar a cabo varios experimentos simultáneamente.
- Los estudiantes adquieren capacidad de análisis y pensamiento crítico, por medio de un aprendizaje constructivista.

#### 4.1.2 Aplicaciones de los laboratorios virtuales:

Así mismo, los diferentes usos de este tipo de laboratorios pueden variar de acuerdo al objetivo principal de su desarrollo<sup>6</sup>:

- **Función pedagógica:** Permiten la asimilación de leyes, conceptos, y fenómenos, sin tener que esperar largos periodos académicos ni tener que invertir en infraestructura.
- **Diversidad de campos:** Se destacan los laboratorios de ciencias biológicas, químicas, físicas, ingenierías, y control de procesos.

---

<sup>6</sup> *Ibíd.*, pág 6

- **Demostración:** Resultan muy útiles a la hora de querer probar un proceso que tarda mucho tiempo en ocurrir, o en el momento de demostrar comportamientos naturales como el crecimiento de las plantas, o los bioprocesos.
- **Cursos:** Es posible impartir gran cantidad de cursos o capacitaciones en el uso de equipos.

Debido al creciente uso de las TIC, los laboratorios virtuales han tomado importancia al interior de las aulas de clase; además han abierto la posibilidad de que los estudiantes puedan experimentar mucho más en su área de conocimiento.

## 4.2 MATLAB

En su contenido básico, es un entorno integrado de trabajo que permite el análisis y la computación matemáticos interactivos de forma sencilla con más de 500 funciones matemáticas, estadísticas y técnicas implementadas, así como la visualización a través de todo tipo de gráficos de ingeniería y científicos. También es posible con el módulo básico de MATLAB el desarrollo de algoritmos a través de un lenguaje propio de programación que resulta ser abierto (integrable con C, Excel y Bases de Datos), extensible (a través de las funcionalidades que aportan las librerías especializadas complementarias) y de sintaxis similar al C (pero sin las dificultades técnicas de programación que presenta C). MATLAB también permite la operatividad entre plataformas posibilitando trabajar con distintos sistemas operativos y relacionar el trabajo realizado en las distintas plataformas.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> CESAR PÉREZ LÓPEZ, MATLAB y sus aplicaciones en la ciencia y la ingeniería, PEARSON EDUCACIÓN, S.A., Madrid, 2002

### **4.3 LABVIEW**

LabVIEW es un entorno de desarrollo gráfico con funciones integradas para realizar adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de medidas y presentaciones de datos, el cual es potente en un ambiente de programación gráfico, pero mucho más sencillo que los entornos tradicionales. A diferencia de los lenguajes de propósito general, LabVIEW tiene funciones específicas para acelerar el desarrollo de aplicaciones de medición, control y automatización. También se puede conectar de manera transparente con todo tipo de hardware incluyendo instrumentos, plaquetas adquiridoras, controladores lógicos programables (PLCs). Puede utilizarse LabVIEW para analizar y registrar resultados reales para aplicaciones en amplios sectores orientados a la ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica, biomédica.<sup>8</sup>

### **4.4 AUTODESK 3DS MAX**

Es un programa de creación de gráficos y animación 3D desarrollado por Autodesk, en concreto la división Autodesk Media & Entertainment (anteriormente Discreet). Fue desarrollado originalmente por Kinetix como sucesor para sistemas operativos Win32 del 3D Studio creado para DOS. Más tarde esta compañía fue fusionada con la última adquisición de Autodesk, Discreet Logic. 3ds Max es uno de los programas de animación 3D más utilizados. Dispone de una sólida capacidad de edición, una omnipresente arquitectura de plugins y una larga tradición en plataformas Microsoft Windows. 3ds Max es utilizado en mayor medida por los desarrolladores de videojuegos, aunque también en el desarrollo de proyectos de animación como películas o anuncios de televisión, efectos especiales y en arquitectura.

---

<sup>8</sup> J.R. LAJARA - J.PELEGRI, Entorno Gráfico de programación, ED. MARCOMBO (LabView 8.2)

Según Ricardo González Iglesias, “3D Studio Max es posiblemente el programa de animación 3D más utilizado y popular para el sector audiovisual”<sup>9</sup>. Este autor afirma también que es un programa aplicable tanto al sector del entretenimiento, como la sanidad, la ingeniería, y la construcción. En su documento La importancia de 3D Studio Max para el audiovisual, se destacan las siguientes características como sus principales:

- **Animación en 3D**
  - Mejoras de relleno
  - Animación con generación de multitudes
  - Herramientas de animación y manipulación de personajes
  - Herramientas de animación genéricas
  - Deformadores animados
- **Texturización y modelado 3D**
  - Compatibilidad con nubes de puntos
  - Shader FX
  - Herramientas de colocación
  - Modelado de mallas y superficies
  - Asignación y edición de texturas
  - Diseño de materiales y sombreado
- **Renderización en 3D**
  - Mejora de la renderización con ActiveShade
  - Rendimiento acelerado de ventana gráfica
  - Cámara estereoscópica
  - Opciones de renderización integradas
  - Sistema de pases de render
  - Núcleo de gráficos ultra acelerado Nitrous
  - Editor de composición Slate
- **Dinámica y efectos**
  - Flujo de partículas

---

<sup>9</sup> GONZÁLEZ IGLESIAS, Ricardo. La importancia de 3D Studio Max para el audiovisual.

- Simulaciones con solucionadores de simulación unificados MassFx
- Efectos de fibras de cabello, piel o hierba
- **Interfaz de usuario, flujo de trabajo y entorno de producción**
  - Gestión de escenas mejorada
  - Scripts de Python
  - Interfaz de usuario configurable
  - Emulación de cámara flexible
  - Transferencia de datos e integración en el entorno de producción
  - Composición integrada
  - Flujos de trabajo colaborativos con contenedores
  - SDK de 3D Studio Max

## 4.5 PROPIEDADES FÍSICAS

### 4.5.1 Dureza

La dureza es una condición de la superficie del material, no representa ninguna propiedad de la materia y está relacionada con las propiedades elásticas y plásticas del material. Si bien, es un término que nos da idea de solidez o firmeza, no existe una definición única acerca la dureza y se la suele definir arbitrariamente en relación al método particular que se utiliza para la determinación de su valor. De esta manera algunas definiciones son<sup>10</sup>:

- Resistencia a la indentación permanente bajo cargas estáticas o dinámicas (dureza por penetración)

---

<sup>10</sup> DAVID, Harmer; EARL TROXELL, George; y WISKOCIL, Clement. 1964. Ensaye e Inspección de los Materiales en Ingeniería. McGRAW-HILL

- Absorción de energía bajo cargas de impacto o dinámicas (dureza por rebote)
- Resistencia a la abrasión (dureza por desgaste)
- Resistencia al rayado (dureza por rayado).

Independientemente de las definiciones enumeradas, en general, se entiende por dureza la propiedad que tienen los materiales de resistir la penetración de un indentador bajo carga. En este sentido definiremos dureza como la resistencia de un material a la deformación plástica localizada.

#### 4.5.2 Resistencia de material

De acuerdo a lo expuesto por la guía sobre Mecánica de Materiales, “la resistencia de un material depende de su capacidad para soportar una carga sin deformación excesiva o falla. Esta propiedad es inherente al material mismo y debe determinarse por experimentación. Entre las pruebas más importantes están las pruebas de tensión o compresión. Aunque con estas pruebas pueden determinarse muchas propiedades mecánicas importantes de un material, se utilizan principalmente para determinar la relación entre el esfuerzo normal promedio y la deformación normal unitaria en muchos materiales utilizados en ingeniería, sean de metal, cerámica, polímeros o compuestos”<sup>11</sup>.

#### 4.5.3 Impacto

Se considera que hay dos casos generales de impacto; sin embargo, se verá que uno es el límite del otro. Burr<sup>12</sup> llama a estos dos casos impacto por golpe e

---

<sup>11</sup> HIBBELER R, Mecánica de Materiales. Tercera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana SA. México D.F.

<sup>12</sup>NORTON, Robert. Diseño de Máquinas. Primera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. México D.F.

impacto por fuerza. El impacto por golpe se refiere a una colisión real de dos cuerpos, fuerzas y torques dinámicos teóricos, medidos en un mecanismo de cuatro barras:

- Fuerza dinámica real y teórica, en la dirección  $x$  en el pivote de la manivela.
- Torque dinámico real y teórico, en el pivote de la manivela

En el libro de Robert Norton, se define también que la fuerza de impacto tiene que ver con una carga aplicada repentinamente sin la velocidad de colisión, como en un peso que súbitamente se levanta con un soporte. Tal condición es común en embragues y frenos de fricción. Los casos ocurren en forma independiente o en cualquier combinación. Las colisiones severas entre cuerpos móviles pueden dar como resultado una deformación permanente de los cuerpos que colisionan, como en un accidente automovilístico. En tales casos, es deseable una deformación permanente, para absorber la gran cantidad de energía de la colisión, y proteger a los ocupantes de lesiones más graves. Aquí sólo se está interesado en los impactos que no causan una deformación permanente, es decir, los esfuerzos permanecerán en la región elástica. Esto es necesario para permitir el uso continuo de la componente después del impacto.

#### 4.5.4 Flexión

Según la Revista Digital para profesionales de la enseñanza, esta es una propiedad física que corresponde a los tipos de esfuerzo, y se define como “una combinación de esfuerzos de compresión y de tracción. Mientras que las fibras superiores de la pieza están sometida a un esfuerzo de flexión (se alargan), las inferiores se acortan, o viceversa, produciendo una deformación a lo largo de su eje, que tiendan a doblarlo”<sup>13</sup>.

Académicos y estudiosos del tema, afirman que el rasgo más destacado es que un objeto sometido a flexión presenta una superficie de puntos llamada fibra neutra

---

<sup>13</sup> REVISTA DIGITAL PARA PROFESIONALES de la Enseñanza. Tipos de esfuerzos físicos. Primera edición.

tal que la distancia a lo largo de cualquier curva contenida en ella no varía con respecto al valor antes de la deformación. El esfuerzo que provoca la flexión se denomina momento flector.

#### 4.5.5 Tracción

La resistencia de un material depende de su capacidad para soportar una carga excesiva sin presentar deformación o falla. Esta propiedad es inherente al propio material y debe determinarse mediante la experimentación. Una de las pruebas más importantes a este respecto es el ensayo de tensión. Aunque a partir de esta prueba se pueden establecer varias propiedades mecánicas importantes de un material, se utiliza principalmente para determinar la relación entre el esfuerzo normal promedio y la deformación normal promedio en muchos materiales de ingeniería como metales, cerámicas, polímeros y materiales compuestos.

Para realizar un ensayo de tensión, se fabrica una probeta del material con forma y tamaño "estándar", La probeta tiene una sección transversal circular constante con extremos más grandes, de modo que la falla no se produzca en las empuñaduras. Antes de realizar el ensayo, con la ayuda de un punzón, se hacen dos pequeñas marcas sobre la longitud uniforme de la probeta. Se hacen mediciones tanto del área de la sección transversal inicial de la probeta,  $A_0$  como de la longitud calibrada  $L_0$  entre las marcas. A fin de aplicar una carga axial sin que la probeta se flexione, los extremos suelen asentarse en las juntas de rótula. Después se utiliza una máquina de para estirar la probeta a una velocidad lenta y constante hasta que ésta falla. La máquina está diseñada para leer la carga que se requiere para mantener este estiramiento uniforme.

Durante la prueba se registran los datos de la carga aplicada  $P$  a intervalos frecuentes, la información se lee en la pantalla de la máquina o se toma de un lector digital. Además, se mide el alargamiento  $\delta = L - L_0$  entre las marcas hechas en la probeta utilizando un calibrador o bien un dispositivo óptico o mecánico

llamado extensómetro. Este valor de  $\delta$  (delta) se utiliza para calcular la deformación normal promedio en la probeta. <sup>14</sup>

#### 4.5.6 Compresión

Los tipos de esfuerzos físicos definidos por la revista citada anteriormente, definen la compresión como “La compresión el esfuerzo al que está sometido un cuerpo por la aplicación de fuerzas que actúan en el mismo sentido, y tienden a acortarlo. Es lo contrario a la tracción y hace que se aproximen las diferentes partículas de un material, tendiendo a producir acortamientos o aplastamientos. Con lo que podemos decir, que la compresión es la resultante de las tensiones o presiones que existe dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiene a una reducción de volumen o un acortamiento en determinada dirección”<sup>15</sup>.

### 4.6 TIPOS DE ENSAYO

#### 4.6.1 Ensayo de flexión

Según un estudio de Abraham Vidal, “el objetivo de un ensayo de flexión es observar el comportamiento y la deformación de un material al aplicarse una fuerza transversal”<sup>16</sup>. Según el autor, este ensayo se basa en la aplicación de una fuerza al centro de una barra soportada en cada extremo, para determinar la resistencia del material hacia una carga estática.

En muchos materiales frágiles no se puede hacer con facilidad un ensayo de tensión convencional, a causa de la presencia de imperfecciones en la superficie. Esos materiales se pueden probar con el ensayo de flexión.

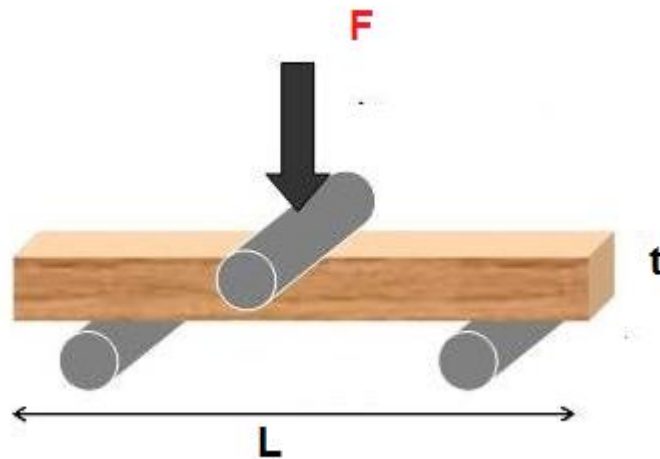
---

<sup>14</sup> RUSSELL C. HIBBELER Mecánica de materiales octava edición, EDITORIAL PEARSON, Pagina 81-82

<sup>15</sup> Íbid., p.5

<sup>16</sup> VIDAL, Abraham. Estructura y propiedades de los materiales.

Figura 1: Ensayo de flexión a tres puntos



Fuente: Autor(es).

En la imagen anterior se muestra (a) un ensayo de flexión a tres puntos y (b) la deflexión  $\delta$  obtenida por flexión. Si se aplica una carga a tres puntos y se provoca flexión, se produce un esfuerzo de tensión en el material en un punto opuesto al de la aplicación de la fuerza central. La fractura comienza en ese punto. La resistencia a la flexión, o módulo de ruptura, describe la resistencia del material con la siguiente ecuación:

$$\sigma_{flexion} = \frac{3FL}{2wh^2} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

- $F$  es la carga de fractura
- $L$  es la distancia entre los dos puntos de apoyo
- $w$  es el ancho del espécimen
- $h$  es la altura del espécimen

Los resultados del ensayo de flexión son parecidos a las curvas esfuerzo-deformación; sin embargo, se grafica el esfuerzo en función de la deflexión y no en función de la deformación unitaria.

El módulo de flexión se calcula en la región elástica del material con la siguiente ecuación:

Ecuación para calcular la región elástica del material

$$\epsilon_{flexión} = \frac{L^3 F}{4wh^3 \delta} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

$\delta$  es la deflexión cuando se aplica la fuerza  $F$

Este ensayo también se puede realizar en una configuración llamada ensayo de flexión en cuatro puntos. El esfuerzo máximo para un ensayo de flexión con cuatro puntos se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación para calcular el esfuerzo máximo de flexión

$$\sigma_{flexión} = \frac{3FL}{4wh^2} \quad \text{Ec. 3}$$

#### 4.6.2 Ensayo a la compresión

Es el que se realiza a los materiales para determinar su límite de resistencia a la compresión. Según los autores Drozdov y Nikulin, “a partir de la necesidad de construcción de determinada pieza que formará parte de una máquina, uno de los primeros pasos será forzosamente, la determinación del material con que será elaborada, el que deberá tener las características y propiedades mecánicas

necesarias para que dicha pieza pueda cumplir las funciones para las que será creada”<sup>17</sup>.

También argumentan que uno de los parámetros a determinar, será su límite de resistencia a la compresión, si es que esa pieza, durante su funcionamiento futuro, estará sometida a esos tipos de esfuerzos. Según este libro, las características del ensayo a la compresión, son las siguientes:

Este ensayo se hace sobre probetas elaboradas de antemano con el material que se quiere ensayar. Las probetas tendrán forma cilíndrica con diámetros determinados de acuerdo a las características del ensayo. Ambas bases del cilindro deben ser perfectamente paralelas. El ensayo se realiza en prensas especiales, una de cuyas placas debe ser fija, para evitar la distribución no uniforme de los esfuerzos sobre la probeta.

Las fuerzas que se aplican a la probeta, van en aumento a partir de un régimen preestablecido, hasta que se rompe la misma; este esfuerzo de rotura quedará fijado en los indicadores de la prensa.

Cálculo del límite de resistencia por compresión

Se calcula a partir de la fórmula:

$$\sigma_c = P_c / S_0 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$\sigma_c$  - límite de resistencia a compresión

$P_c$  - esfuerzo de rotura por compresión en kg

$S_0$  - área de la sección transversal de la probeta en  $\text{cm}^2$

#### 4.6.3 Ensayo de tracción o tensión

---

<sup>17</sup> Drozdov y Nikulin. Estudio de Materiales Eléctricos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1983

La resistencia de un material depende de su capacidad para soportar una carga excesiva sin presentar deformación o falla. Esta propiedad es inherente al propio material y debe determinarse mediante la experimentación. Una de las pruebas más importantes a este respecto es el ensayo de tensión. Aunque a partir de esta prueba se pueden establecer varias propiedades mecánicas importantes de un material, se utiliza principalmente para determinar la relación entre el esfuerzo normal promedio y la deformación normal promedio en muchos materiales de ingeniería como metales, cerámicas, polímeros y materiales compuestos.

Para realizar un ensayo de tensión, se fabrica una probeta del material con forma y tamaño "estándar", La probeta tiene una sección transversal circular constante con extremos más grandes, de modo que la falla no se produzca en las empuñaduras. Antes de realizar el ensayo, con la ayuda de un punzón, se hacen dos pequeñas marcas sobre la longitud uniforme de la probeta. Se hacen mediciones tanto del área de la sección transversal inicial de la probeta,  $A_0$  como de la longitud calibrada  $L_0$  entre las marcas. A fin de aplicar una carga axial sin que la probeta se flexione, los extremos suelen asentarse en las juntas de rótula. Después se utiliza una máquina de para estirar la probeta a una velocidad lenta y constante hasta que ésta falla. La máquina está diseñada para leer la carga que se requiere para mantener este estiramiento uniforme.

Durante la prueba se registran los datos de la carga aplicada  $P$  a intervalos frecuentes, la información se lee en la pantalla de la máquina o se toma de un lector digital. Además, se mide el alargamiento  $\delta = L - L_0$  entre las marcas hechas en la probeta utilizando un calibrador o bien un dispositivo óptico o mecánico llamado extensómetro. Este valor de  $\delta$  (delta) se utiliza para calcular la deformación normal promedio en la probeta.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> RUSSELL C. HIBBELER, Mecánica de materiales, octava edición, EDITORIAL PEARSON Pag 81-82.

Es la zona elástica del material hasta un esfuerzo denominado límite elástico (LE). En buena parte de la curva se mantiene la proporcional y a la pendiente de la curva se le llama módulo elástico o módulo de Young, y la recta responde a una ecuación llamada Ley de Hooke.

- Ley de Hooke:

Los diagramas de esfuerzo-deformación para la mayoría de los materiales de ingeniería presentan una relación lineal entre el esfuerzo y la deformación dentro de la región elástica. En consecuencia, un incremento en el esfuerzo ocasiona un aumento proporcional en la deformación. Este hecho fue descubierto por Robert Hooke en 1676 mediante el uso de resortes y se conoce como la ley de Hooke. Puede expresarse en forma matemática como

$$\sigma = E\epsilon \quad \text{Ec. 4}$$

Aquí E representa la constante de proporcionalidad, que se denomina módulo de elasticidad o módulo de Young, llamado así por Thomas Young quien publicó un estudio sobre él en 1807. La ecuación 3-5 en realidad representa la ecuación de la porción recta inicial del diagrama de esfuerzo-deformación hasta el límite de proporcionalidad. Por otra parte, el módulo de elasticidad representa la pendiente de esta recta. Como la deformación es a dimensional, a partir de la ecuación 3-5, E tendrá las mismas unidades que el esfuerzo: psi, ksi o pascales.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> RUSSELL C. HIBBELER, Mecánica de materiales, octava edición, EDITORIAL PEARSON, Pagina 90.

## **5. DESARROLLO DEL LABORATORIO VIRTUAL DE RESISTENCIA DE MATERIALES**

### **5.1 INTERFAZ GRÁFICA**

A continuación procedemos a la ilustración de cómo se vería, de forma preliminar, el diseño gráfica del laboratorio. Con algunos conceptos básicos de cada una de las prácticas para las que se desarrolló el proyecto, uno de los objetivos primordiales del laboratorio es mostrar una interfaz sencilla, fácil de interpretar y llamativa para los usuarios.

Gracias a la utilización del servidor de la universidad, podemos usar esta clase de botones modernos, puesto que en el momento se cuenta con la infraestructura suficiente para este tipo de interfaz gráfica. Por esta razón se tomó la decisión de crear una interfaz lo mas intuitiva posible hasta donde nos permitía las posibilidades de el software que se empleo para la programación de el proyecto. Como en cualquier tipo de programación la parte visual se pueden realizar cualquier tipo de modificaciones o complementos, pues en la parte de software siempre la presentación inicial cuenta con errores, o situaciones por mejorar.

Figura 3. Ventana principal



Fuente: Autores

A partir de la interfaz inicial, el usuario puede hacer uso y visualizar los distintos ensayos; cada uno de ellos cuenta con las siguientes características:

### 5.1.1 Ensayo de Impacto

En este caso el usuario está en la posibilidad de elegir entre materiales tales como: A37, Fundición y 1020. Junto con la información dada por el programa podemos observar el comportamiento de la gráfica, comparar y sacar conclusiones al respecto.

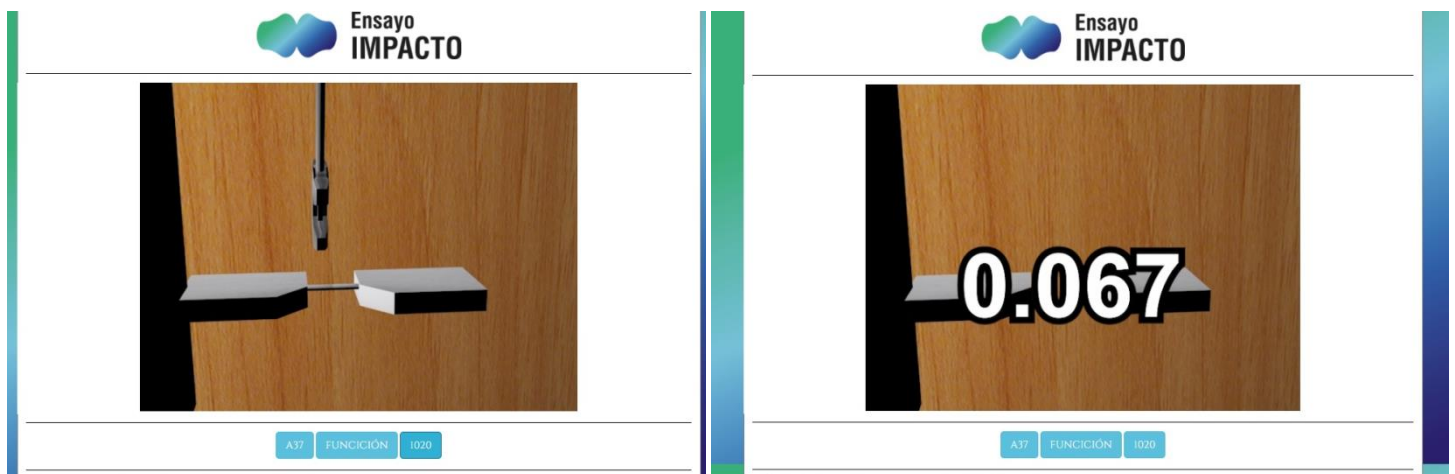
Adicionalmente en la parte baja se muestran botones para volver al **inicio** y **ayuda**, donde podemos resolver algunas dudas y se entregan links para la descarga de guías e información útil para el estudio del tema.

Figura 4. Ensayo Impacto



Fuente. Autores

Figura 5. Ensayo Impacto 2



Fuente: Autores

### 5.1.2 Ensayo de Compresión

El esfuerzo de compresión es el resultante de presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizado porque tiende a una reducción

de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección. En este caso es posible escoger entre materiales como A41, fundición gris clase 40 y hormigón. Junto con la información dada por el programa podemos observar el comportamiento de la gráfica, comparar y sacar conclusiones al respecto.

Figura 2. Ensayo Compresión

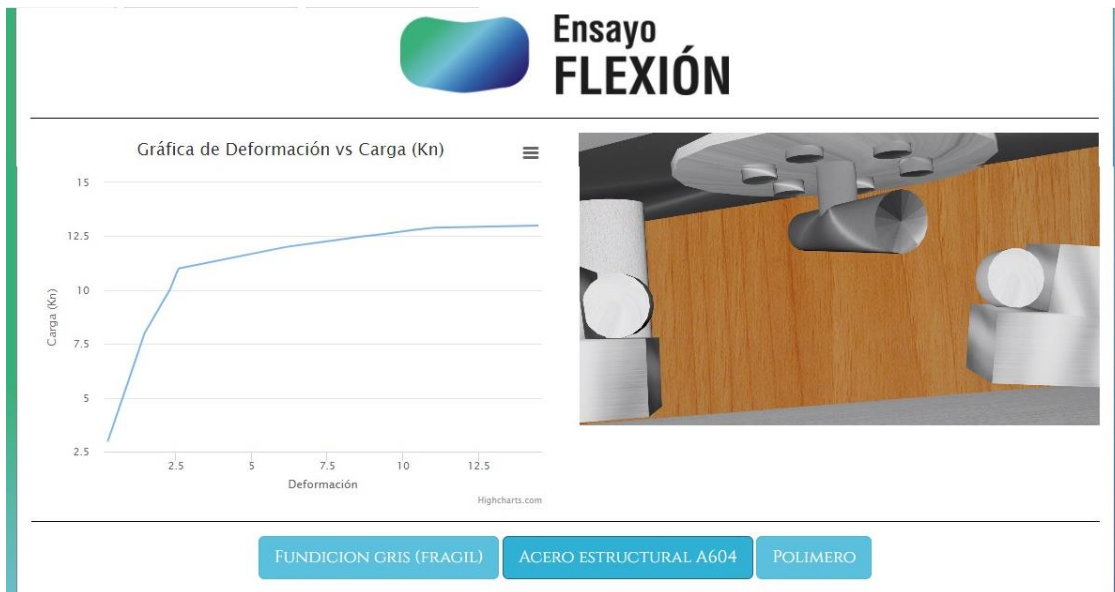


Fuente. Autores

### 5.1.3 Ensayo de Flexión

Se le llama flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal, para ensayar la flexión es posible elegir entre materiales tales como: fundición gris (frágil), acero estructural A604 y polímero. Junto con la información dada por el programa podemos observar el comportamiento de la gráfica, comparar y sacar conclusiones al respecto.

Figura 3. Ensayo Flexión



Fuente. Autores

### 5.1.4 Ensayo de Dureza vickers

La dureza es la oposición que ofrecen los materiales o alteraciones como la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura y las deformaciones permanentes. Para esto el interfaz en este caso da la opción de elegir entre materiales como: aluminio 2011 y fundición gris clase A48. Junto con la información dada por el programa podemos observar el comportamiento de la gráfica, comparar y sacar conclusiones al respecto.

Figura 4. Ensayo Dureza



## Ensayo DUREZA



Dureza: 67 HRc

ALUMINIO 2011

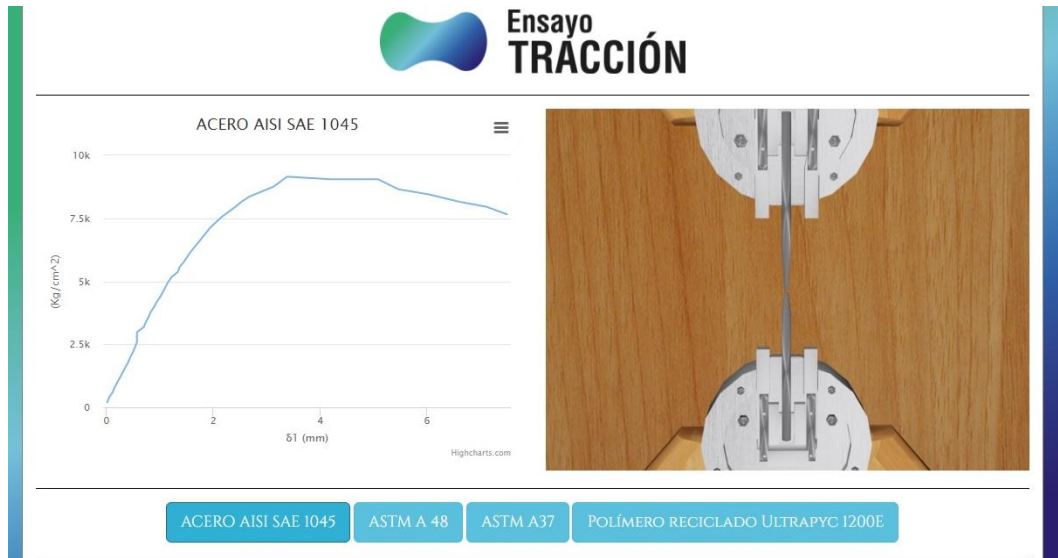
FUNDICION GRIS A48

Fuente. Autores

### 5.1.5 Ensayo de Tracción

La tracción es el esfuerzo interno al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto y que tienden a estirarlo, para este ensayo se puede elegir entre materiales como acero AISI/SAE 1045, ASTM A48 y ASTM A37. Además, la interfaz identifica las características de los materiales elásticos que, junto con la información dada por el programa podemos observar el comportamiento de la gráfica, comparar y sacar conclusiones al respecto.

Figura 5. Ensayo Tracción



Fuente. Autores

## 5.2 SIMULACIÓN DE LABORATORIOS

En primer lugar, es importante describir el programa utilizado para la simulación de los laboratorios virtuales, además de la presentación de los objetos pre diseñados en el programa After Effects.

El programa 3D MAX, es el software escogido para la elaboración del modelado y posterior producción del render de las animaciones del proyecto. Sus características permiten generar objetos complejos a partir de formas tridimensionales básicas, como cubos, prismas, y cilindros. Además cuenta con un listado de objetos prediseñados como teteras, y barriles.

Respecto al presente proyecto, en el modelado que se realizó se utilizaron objetos de base como cubos y cilindros de diferentes tamaños. Según la referencia audiovisual estos objetos fueron modificados para lograr la mayor concordancia posible, y se aplicaron texturas alusivas al material de las simulaciones. Posteriormente se realizó el render de los fotogramas del video en formato .jpg, para una completa compilación al formato .mp4 en el programa After Effects.

Cuando se comienza a trabajar con 3ds Max por primera vez, es necesario entender cómo funciona el espacio. Teniendo en cuenta las formas de las máquinas se empiezan a crear las figuras geométricas.

*Figura 10. Creación de figuras geométricas*

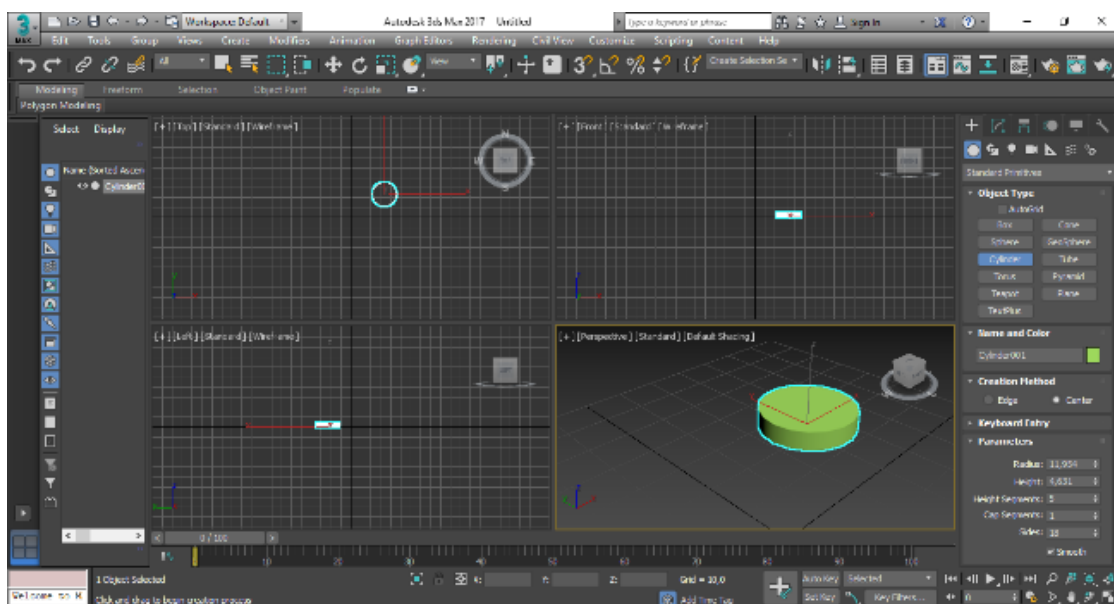
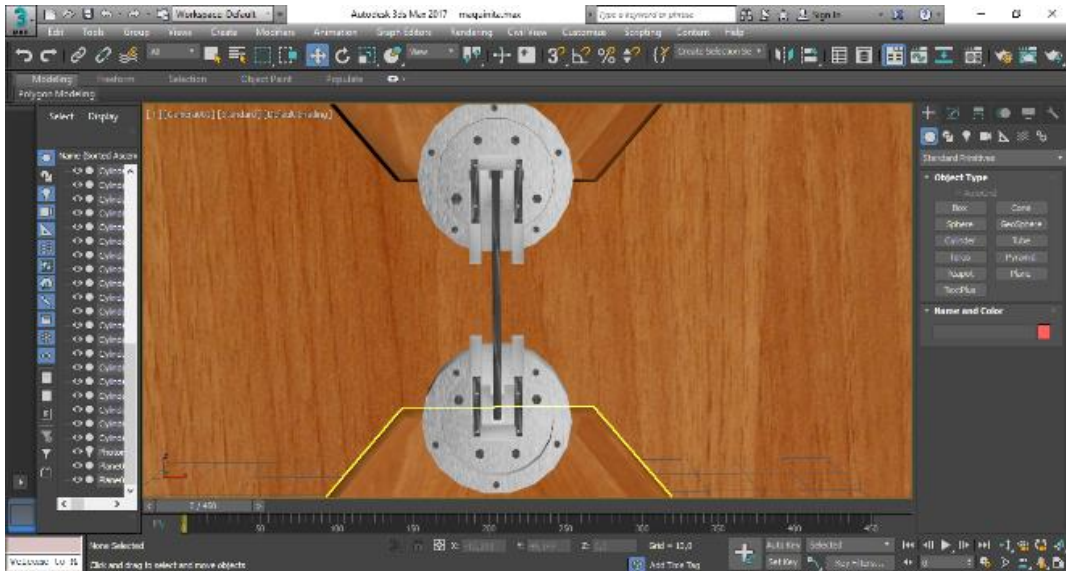




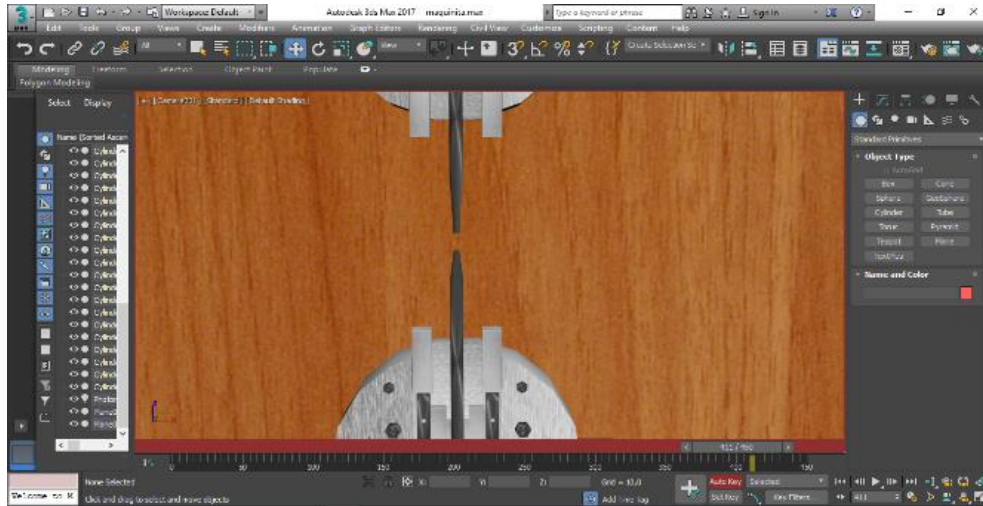
Figura 7. Textura de los objetos



Fuente. Autores

Posteriormente, se inicia un proceso con los movimientos de los objetos mediante la herramienta de línea de tiempo *auto kay*. Una de las ventajas del programa, es que la cámara se ajusta a las respectivas luces y sombras para que al final se renderice cada fotograma.

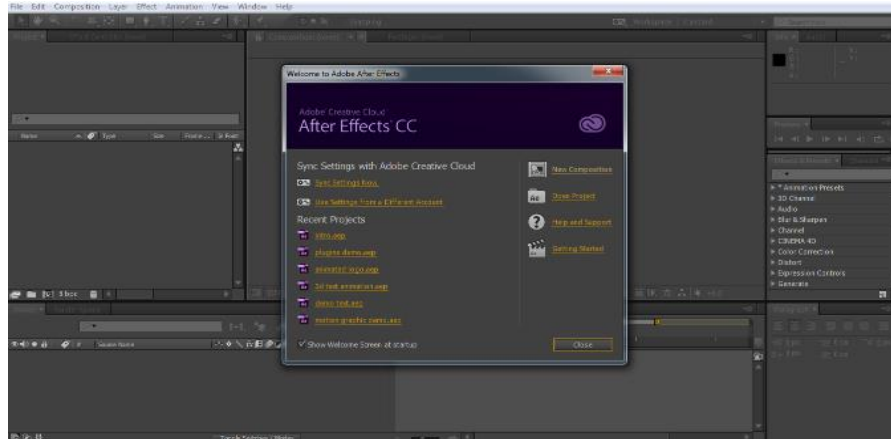
Figura 8. Movimiento de los objetos



Fuente. Autores

Finalmente ejecuta el programa After Effects, y se procede a cargar todas las imágenes en secuencia. Por último se exportan en formato mp4 para recrear el video de la animación.

Figura 14. Ejecución en After Effects



Fuente. Autores

## 6. MANUAL DEL USUARIO

En este apartado se da a conocer el formato y las partes que conforman el Manual del usuario para el Laboratorio virtual de Resistencia de Materiales. Con este

documento permite a los usuarios comprender los elementos y el funcionamiento del laboratorio.

A continuación se explica la Tabla de contenido del Manual y se discriminan sus componentes.

## 6.1 CONTENIDO DEL MANUAL

*Figura 95. Tabla de Contenido*

1.	INTRODUCCIÓN.....
2.	¿CÓMO INGRESO AL LABORATORIO?.....
2.1.	Navegación dentro del laboratorio.....
2.2.	Recursos necesarios.....
3.	SIMULACIONES.....
3.1.	Ensayo 1: Tracción.....
3.2.	Ensayo 2: Compresión.....
3.3.	Ensayo 3: Dureza.....
3.4.	Ensayo 4: Flexión.....
3.5.	Ensayo 5: Impacto.....
4.	TEORÍA.....
4.1.	Marco teórico de cada simulación.....
4.2.	Teoría de consulta.....
5.	PREGUNTAS FRECUENTES.....

Fuente. Autores

## INTRODUCCIÓN

Para la escuela de Ingeniería Mecánica, y para la Universidad Industrial de Santander en general, es de vital importancia el desarrollo de nuevas aplicaciones

que permitan al estudiantado acercarse de manera más amena al estudio de los distintos fenómenos presentados en clase. Este grupo de simulaciones busca mostrar al estudiante de una manera más gráfica, resultados reales en ensayos de materiales realizados en laboratorios de nuestra universidad, con la facilidad de que estos podrían utilizarlos con solo contar con un computador con conexión a internet.

Es allí donde nace la página llamada: Ensayos de materiales, la cual busca representar los ensayos de: tracción, compresión, dureza vickers y flexión. De una manera cómoda y cercana al estudiante. Programado en HTML y potenciado gráficamente por simulaciones hechas en conjunto con SOLIDWORKS, esta aplicación muestra resultados obtenidos y que se pueden corroborar dentro del aula de clases, o por medio de los laboratorios con los que cuenta la escuela. Es así como esta herramienta se convierte de vital importancia en el estudio de la materia de materiales, ayudando al estudiante en sus horas de práctica dentro de su espacio personal.

## ¿CÓMO INGRESO AL LABORATORIO?

### **a) Navegación dentro del laboratorio**

Esta se lleva a cabo mediante una serie de botones que permiten la comunicación entre las distintas áreas. Inicialmente debemos acceder a cualquier navegador de nuestro gusto y entrar en la siguiente dirección web:

<http://tic.uis.edu.co/users/archivos/web/mecanica/>

Una vez allí nos encontraremos con una ventana como la siguiente:

*Figura 10. Ventana de bienvenida*

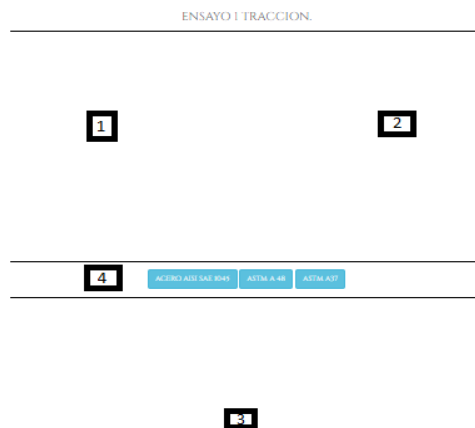


Fuente. Autores

Una vez allí el usuario tendrá la posibilidad de acceder a las distintas prácticas y también se le presenta la posibilidad de salir, cerrando inmediatamente la pestaña de navegación correspondiente al laboratorio y eliminando todos los datos almacenados en el cache de la computadora.

Al ingresar en cada práctica se nos presentará esta de la siguiente manera:

*Figura 17. Presentación de cada práctica*



Fuente. Autores

Donde:

- 1) Corresponde al área donde se animará la gráfica correspondiente al ensayo.
- 2) Corresponde a la simulación del banco.
- 3) Corresponde a la información y links de descarga de información suministrada al estudiante para repaso del tema.
- 4) Botones de navegación.

**a) Recursos necesarios:**

El ingreso a la plataforma conlleva unos requisitos previos bastante sencillos que deben cumplirse con tal fin, los cuales se enumeran a continuación:

- **Requisitos de Hardware:**

- Computador con procesador mínimo Intel i3 3th Gen.
- Memoria RAM de 4 Gb 1333 MHz.
- Video Integrado.

- **Requisitos de Software:**

- Adobe flash.
- Soporte HTML 5.

Hoy en día cualquier computador con Google Chrome o Internet Explorer instalado se encuentra en completa capacidad de abrir la página y correrla de manera correcta.

## SIMULACIONES

**a) Ensayo 1: Tracción**

El ensayo se presenta de la siguiente manera:

Figura 11. Ensayo de tracción



Fuente. Autores

Donde en el podemos escoger entre materiales tales como:

- Acero AISI/SAE 1045
- ASTM A48
- ASTM A37

De esta manera podemos observar el comportamiento de la gráfica, comparar y sacar conclusiones al respecto.

Adicionalmente en la parte baja se nos muestran botones para volver al inicio y ayuda, donde podemos resolver algunas dudas y se nos entregan links para la descarga de guías e información útil para el estudio del tema.

Figura 1912. Botones de regreso y ayuda

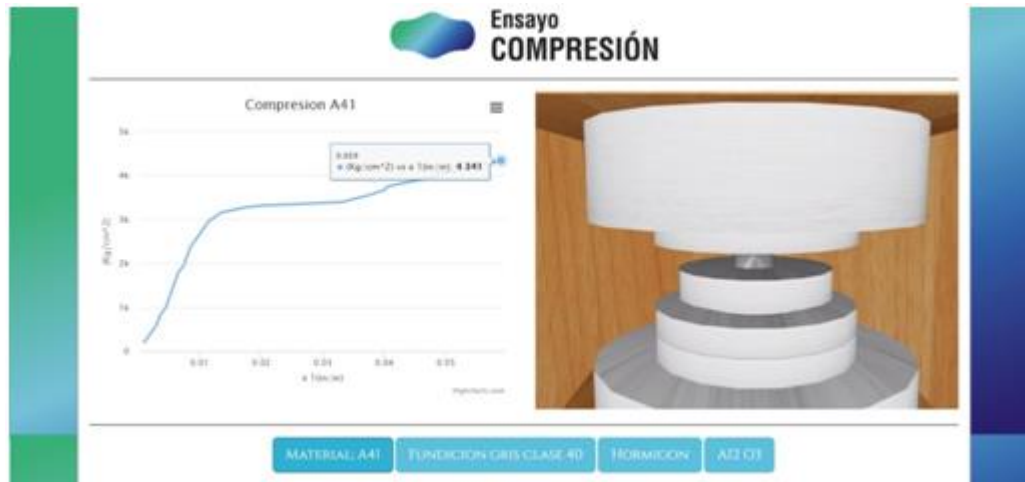


Fuente. Autores

## b) Ensayo 2: Compresión

El ensayo se presenta de la siguiente manera:

Figura 20. Ensayo de compresión



Fuente. Autores

Donde en el podemos escoger entre materiales tales como:

- A41.
- Fundición gris clase 40.
- Hormigón.

De esta manera podemos observar el comportamiento de la gráfica, comparar y sacar conclusiones al respecto.

Adicionalmente en la parte baja se nos muestran botones para volver al inicio y ayuda, donde podemos resolver algunas dudas y se nos entregan links para la descarga de guías e información útil para el estudio del tema.

Figura 131. Botones de regreso y ayuda



Fuente. Autores

### c) Ensayo 3: Dureza

El ensayo se presenta de la siguiente manera:

Figura 14. Ensayo de Dureza



Fuente. Autores

Donde en el podemos escoger entre materiales tales como:

- Aluminio 2011.
- Fundición gris clase A48.

De esta manera podemos observar el comportamiento de la gráfica, comparar y sacar conclusiones al respecto.

Adicionalmente en la parte baja se nos muestran botones para volver al inicio y ayuda, donde podemos resolver algunas dudas y se nos entregan links para la descarga de guías e información útil para el estudio del tema.

Figura 153. Botones de regreso y ayuda



Fuente. Autores

#### d) Ensayo 4: Flexión

El ensayo se presenta de la siguiente manera:

Figura 16. Ensayo de Flexión



Fuente. Autores

Donde en el podemos escoger entre materiales tales como:

- Fundición gris (frágil).
- Acero estructural A604.
- Polímero.

De esta manera podemos observar el comportamiento de la gráfica, comparar y sacar conclusiones al respecto.

Adicionalmente en la parte baja se nos muestran botones para volver al inicio y ayuda, donde podemos resolver algunas dudas y se nos entregan links para la descarga de guías e información útil para el estudio del tema.

Figura 2517. Botones de regreso y ayuda



Fuente. Autores

## e) Ensayo 5: Impacto

El ensayo se presenta de la siguiente manera:

*Figura 26. Ensayo de Impacto*



Fuente. Autores

Donde en el podemos escoger entre materiales tales como:

- A37.
- Fundición.
- 1020.

De esta manera podemos observar el comportamiento de la gráfica, comparar y sacar conclusiones al respecto.

Adicionalmente en la parte baja se nos muestran botones para volver al inicio y ayuda, donde podemos resolver algunas dudas y se nos entregan links para la descarga de guías e información útil para el estudio del tema.

*Figura 28. Botones de regreso y ayuda*



Fuente. Autores

TEORÍA

## a) Marco teórico de cada simulación:

Un marco teórico resumido se muestra debajo de cada práctica donde el usuario podrá evidenciar conceptos básicos. Dentro de la clase se impartirán unos temas que los mismos deberán consultar, sobre procedimientos y maquinaria para ensayos, y así al momento de realizar la práctica, estos puedan ser visualizados con las simulaciones que se presentan.

### *Figura 29. Ejemplo de marco teórico*

Se denomina **tracción** al esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo. Lógicamente, se considera que las tensiones que tiene cualquier sección perpendicular a dichos fuerzas son normales a esa sección, y poseen sentidos opuestos a las fuerzas que intentan alargar el cuerpo. En un ensayo de tracción pueden determinarse diversas características de los materiales elásticos:

- **Módulo de elasticidad** o Módulo de Young, que cuantifica la proporcionalidad anterior. Es el resultado de dividir la tensión por la deformación unitaria, dentro de la región elástica de un diagrama esfuerzo-deformación.
- **Coefficiente de Poisson**, que cuantifica la razón entre el alargamiento longitudinal y el acortamiento de las longitudes transversales a la dirección de la fuerza.
- **Límite de proporcionalidad**: valor de la tensión por debajo de la cual el alargamiento es proporcional a la carga aplicada.
- **Límite de fluencia** o **límite elástico aparente**: valor de la tensión que soporta la probeta en el momento de producirse el fenómeno de la cedencia o fluencia. Este fenómeno tiene lugar en la zona de transición entre las deformaciones elásticas y plásticas y se caracteriza por un rápido incremento de la deformación sin aumento apreciable de la carga aplicada.
- **Límite elástico (límite elástico convencional o práctico)**: valor de la tensión a la que se produce un alargamiento prefijado de antemano (0,2%, 0,1%, etc.) en función del extensómetro empleado. Es la máxima tensión aplicable sin que se produzcan deformaciones permanentes en el material.
- **Carga de rotura** o **resistencia a tracción**: carga máxima resistida por la probeta dividida por la sección inicial de la probeta.
- **Alargamiento de rotura**: incremento de longitud que ha sufrido la probeta. Se mide entre dos puntos cuya posición está normalizada y se expresa en tanto por ciento.
- **Longitud calibrada**: es la longitud inicial de la parte de una probeta sobre la que se determina la deformación unitaria o el cambio de longitud y el alargamiento (este último se mide con un extensómetro).

[VOLVER AL INICIO](#)

[AYUDA](#)

Fuente. Autores

## PREGUNTAS FRECUENTES

### - ¿Puedo ingresar desde cualquier parte?

Puede ingresar desde cualquier equipo que cuente con conexión a internet y tenga soporte para HTML5.

### - ¿Es indispensable tener conexión a internet?

Si, ya que la herramienta trabaja desde una página web.

### - ¿Puedo lucrarme con esto?

No. Esta herramienta fue hecha con fines educativos, y queda prohibida su venta o distribución.

- **¿Puede la página fallar y qué hacer en caso de que suceda?**

Si, esto puede deberse a la velocidad de internet o a la cantidad de recursos utilizados en el equipo en que se encuentra abierta. Revise estos mismos y reinicie la página para corregir.

- **¿Cómo fue desarrollada la aplicación?**

La aplicación se desarrolló en HTML5 en su totalidad, cuenta con host y servidor.

## 6. CONCLUSIONES

- Para ingresar al laboratorio virtual UIS, se requiere tener instalado el programa Adobe flash para la reproducción de videos, y el soporte HTML 5 por lo es una plataforma vía internet; además de estos programas se necesita un computador con procesador mínimo Intel i3 3th Generación, con memoria RAM de 4 Gb 1333 MHz y una tarjeta de video integrada; Ya que es al ser una plataforma educativa, lleva animaciones para la ayuda didáctica de estos laboratorios.
- Se diseña una interfaz gráfica con algunos conceptos básicos de cada una de las prácticas para las que se desarrolló el proyecto, uno de los objetivos primordiales del laboratorio es mostrar una interfaz sencilla, fácil de interpretar y llamativa para los usuarios.
- Se diseña el laboratorio virtual UIS el cual simula los ensayos de flexión, impacto, dureza vickers, tracción y compresión, con sus componentes gráficas en 4 diferentes materiales, y vemos que los resultados arrojados varían mucho por las diferencias en las propiedades de cada material.
- Se crea un manual para el laboratorio virtual UIS, para el fácil entendimiento, comprensión y funcionamiento de este hacia los alumnos que deseen profundizar en el tema de la resistencia de materiales.
- Un laboratorio virtual es un apoyo para las clases teóricas porque ayudan a generar un entendimiento más práctico y profundo de las zonas críticas en un material expuesto a diferentes deformaciones.

- Todos los software tienen una versión inicial; sin embargo, esta prueba piloto se proyecta a seguir mejorando, y aumentando el número de materiales. De esta manera los ensayos no se limitarían, sino que se podrían agregar a medida que los estudiantes propongan investigaciones para el crecimiento del laboratorio virtual.
- Contando con la experiencia y opinión de los técnicos de laboratorio con el que cuenta la universidad, se decide tomar los datos de las practicas que se consideraron los más acertados, ya que no se cuenta con un sistema de adquisición de datos en el laboratorio al que tienen acceso los estudiantes, los datos de las practicas pueden variar significativamente entre estas.

## BIBLIOGRAFÍA

DAVID, Harmer; EARL TROXELL, George; y WISKOCIL, Clement. 1964. Ensaye e Inspección de los Materiales en Ingeniería. McGRAW-HILL

Droz dov y Nikulin. Estudio de Materiales Eléctricos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1983

Ejs Wiki. [En línea]. [Consultado el 5 de Marzo de 2016] Disponible en internet: <URL:<http://www.um.es/fem/EjsWiki/Main/Matlab>>

GONZÁLEZ IGLESIAS, Ricardo. La importancia de 3D Studio Max para el audiovisual. [en línea] Recuperado en: 2018-05-07. Disponible en: <https://www.formacionaudiovisual.com/blog/postproduccion-digital/la-importancia-de-3d-studio-max-para-el-audiovisual/>

HIBBELER R, Mecánica de Materiales. Tercera Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana SA. México D.F.

HIBBELER R. c. Mecánica De Materiales. Sexta Edición. PEARSEN PRESTICE HILL

HOB AICA ALVARADO, Jose Miguel. Introducción a Labview: uso de estructuras y funciones básicas. [en línea] Recuperado en 2018-04-18. Disponible en: <https://cnx.org/...pdf/introducción-a-labview-uso-de-estructuras-y-funciones-básicas-3>.

Revista Digital Para Profesionales de la Enseñanza. Tipos de esfuerzos físicos. [en línea] Recuperado en 2018-05-07. Disponible en: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8567.pdf>

ROBERT L. NORTON. Diseño de maquinaria. Cuarta Edición. McGRAW-HILL

VELASCO PÉREZ, Alejandra; ARELLANO PIMENTEL, Jesús; VICENTE MARTÍNEZ, José y VELASCO PÉREZ, Leonor. Laboratorios virtuales: alternativas en la educación.

VIDAL, Abraham. Estructura y propiedades de los materiales. Segunda Edición.  
Editorial

WILLIAM F. SMITH. Fundamentos de ciencia e ingeniería de los materiales.  
Cuarta edición. MCGRAW-HILL