

Manual práctico de laboratorio Mecánica de Fluidos e hidráulica

## **MANUAL PRACTICO DE LABORATORIO MECÁNICA DE FLUIDOS E HIDRÁULICA**

**PRESENTADO POR:  
CAMILO ENRIQUE MOJICA GUTIÉRREZ - 502660  
GERGE STEVEN ARIAS MEDINA - 502486**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL – PROYECTO DE GRADO  
BOGOTÁ D.C. JUNIO DE 2014**

**MANUAL PRACTICO DE LABORATORIO MECÁNICA DE FLUIDOS E  
HIDRÁULICA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL  
TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:  
CAMILO ENRIQUE MOJICA GUTIÉRREZ - 502660  
GERGE STEVEN ARIAS MEDINA - 502486**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia**

**DIRECTOR:  
Ingeniero Álvaro Enrique Rodríguez  
Director del programa**

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL – PROYECTO DE GRADO  
BOGOTÁ D.C. JUNIO DE 2014**



La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

**Usted es libre de:**



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra  
hacer obras derivadas

**Bajo las condiciones siguientes:**



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

---

Jurado

Bogotá D.C., mayo de 2014

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.	7
1 GENERALIDADES.	8
1.1 ANTECEDENTES.	8
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.2.1 Descripción del problema	8
1.2.2 Formulación del Problema	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GENERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	9
3. JUSTIFICACIÓN	10
4 DELIMITACIÓN	11
4.1 ESPACIO	11
4.2 TIEMPO	11
4.3 CONTENIDO	11
4.3.1 Mecánica de fluidos:	11
4.3.2 Hidráulica	11
4.4 ALCANCE	12
5. MARCO REFERENCIAL	13
5.1 MARCO CONCEPTUAL.	13
5.1.1 Resumen ejecutivo del proyecto	14
5.2 MARCO TEORICO	15
5.2.1 Laboratorios de mecánica de fluido	15
5.2.1.1 Laboratorio densidad	15
5.2.1.2 Laboratorio viscosidad	16
5.2.1.3 Laboratorio principio de Arquímedes	16
5.2.1.4 Laboratorio medición de presión	16
5.2.1.5 Laboratorios de pérdidas	17
5.2.2 Laboratorios de hidráulica	18
5.2.2.1 Laboratorio canaleta Parshall	18

5.2.2.2 Laboratorio resalto hidráulico	19
5.2.2.3 Calibración de los vertederos	19
5.2.2.4 Rugosidad en canales	20
5.3 MARCO LEGAL	20
6. METODOLOGÍA	22
6.1 TIPO DE ESTUDIO	22
6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN	22
7. CONCLUSIONES	23
BIBLIOGRAFÍA	24

## INTRODUCCIÓN.

El contenido de este informe representa el proyecto de investigación realizado para el programa de Ingeniería civil de la Universidad Católica de Colombia, el cual busca contextualizar la metodología de las prácticas de laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica optimizando el desarrollo de los ensayos que allí se desarrollan, generando un manual que contiene los procesos prácticos que se deben implementar para entender conceptos teóricos mediante modelos a escala de sucesos que ocurren por eventos naturales.

Este proyecto representa la actualización y consolidación de las guías con las que actualmente se realizan las prácticas de laboratorio, después de hacer el análisis y revisar los contenidos se logró evidenciar que el mayor porcentaje representa conceptos teóricos que hacen referencia a temas visualizados de otras fuentes importantes de estudio, lo que no es malo pero queremos dar un mayor enfoque a los temas prácticos sin extenderse en estos, se busca que el estudiante en clase tenga claridad de los temas que se desarrollan en esta y en la práctica analice los resultados aplicando lo visto en la materia.

Al finalizar el proceso investigativo se logró generar un Manual práctico de laboratorio de Mecánica de Fluidos e Hidráulica cuyo principal objetivo es tener un documento de uso exclusivo para estudiantes en que estén los procedimientos, aspectos teóricos básicos y registros fotográficos de cómo se desarrollan los ensayos con los elementos que tiene la universidad.

Este proyecto garantizara mejor organización y claridad de las prácticas de laboratorio, las cuales se hacen de forma sobresaliente pero los estudiantes llegan en muchas ocasiones sin saber que practica es y cómo solucionarla, al tener todo dentro de un mismo documento con espacios de solución, el estudiante está obligado a tener este material para poder desarrollar los ensayos.

## **1 GENERALIDADES.**

### **1.1 ANTECEDENTES.**

Este proyecto se desarrolla dentro del contexto investigativo como prerrequisito de proyecto de grado, para el programa de ingeniería civil el cual busca desarrollar un modelo actualizado de las guías de laboratorio de mecánica de fluidos e hidráulica, las cuales se han venido manejando durante diferentes periodos de tiempo, en las inmediaciones del programa.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Universidad Católica de Colombia ha manejado en su programa de ingeniería civil para la línea de aguas, prácticas de laboratorio, que se han desarrollado de tal manera que el estudiante comprende conceptos básicos analizando los resultados mediante conceptos teóricos adquiridos a través de su formación académica, se busca orientar de forma tal que el estudiante tenga claridad de los conceptos prácticos a los cuales se va afrontar organizados en un documento de estudio especializado para ello.

**1.2.1 Descripción del problema.** La universidad católica de Colombia nos ha brindado la oportunidad de hacer un estudio más profundo respecto a las guías de laboratorio ya que no se contaba con una cartilla, en la cual el estudiante pueda tener un manual propio, para realizar sus respectivas prácticas de laboratorio.

**1.2.2 Formulación del Problema.** Como todos sabemos las fotocopias como material de estudio de cierto modo es practico pero después de pasar algún tiempo se vuelven engorroso ya que se le pierde interés de parte de los estudiantes al no tener claridad del material de trabajo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Garantizar la continuidad en el desarrollo de las prácticas de laboratorio planteando un modelo actualizado y renovado de las guías de estudio con las que se revisan los procedimientos que se deben realizar en las prácticas de laboratorio de mecánica de fluidos e hidráulica. El modelo busca reforzar de manera eficiente la metodología de estudio, generando una cartilla con todos los conceptos teóricos y prácticos que deben tenerse en cuenta para la elaboración del ensayo.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar los contenidos de las guías que existen actualmente dentro del marco teórico y de diseño que se espera obtener.
- Revisar los laboratorio que se hacen si están acorde a lo que busca el programa de ingeniería civil en la obtención del título de pregrado.
- Generar un manual que contenga las prácticas de las asignaturas de mecánica de fluidos e hidráulica en las cuales se ha atendido a las observaciones vistas en los objetivos anteriores.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo investigativo se enmarca dentro del contexto de prerrequisito de grado, el cual busca garantizar el cumplimiento de las actividades manifestadas por parte de la Universidad Católica de Colombia en mejorar la metodología de estudio practico para los ensayos de laboratorio que el programa de ingeniería civil desarrolla en las asignaturas de mecánica de fluidos e hidráulica.

La universidad Católica de Colombia dentro de sus programas académicos, presenta la formación integral de Ingeniería Civil, registro calificado No. 12945 de 31/12/2010 este programa tiene la modalidad presencial con más de 30 años de experiencia en la consecución de ingenieros civiles capacitados en las diferentes áreas de trabajo. Dentro de la carga académica existen componentes investigativos y prácticos, cuenta con laboratorios de Hidráulica, Saneamiento básico, suelos, pavimentos, Resistencia de materiales, Carreteras, Geomántica y Ciencias Básicas.

Las prácticas de laboratorio de Hidráulica y Mecánica de Fluidos están definidas dentro del programa académico que resuelve la universidad, actualmente se realizan estos ensayos cumpliendo las temáticas que estas desarrollan, al hacer este proceso investigativo se logra determinar la importancia que tiene la forma de realizar las prácticas, generando así una alternativa que puede mejorar significativamente la realización de estas, para hacerse de forma mucho más eficiente tanto para estudiantes como docentes.

## 4 DELIMITACIÓN

### 4.1 ESPACIO

Este proyecto tuvo como escenario principal las aulas de laboratorio de la universidad católica de Colombia, en el edificio de laboratorios junto al de pavimentos, materiales y plantas de tratamiento o saneamiento básico, se realizó visitas a diferentes bibliotecas para la consulta de bibliografía, además de las constantes visitas de coordinación con el ingeniero Álvaro Enrique Rodríguez, quien nos ha servido de tutor asignado y quien ha revisado el contenido de estas.

### 4.2 TIEMPO

Este proyecto se desarrolló en un lapso de tiempo comprendido desde el 4 de febrero de 2014 hasta el 14 de mayo de 2014. Este tiempo se dio para la consolidación de información, toma de muestras, realización de ensayos, toma de registros fotográficos, consolidación cartillas y entrega parcial, hasta estas fechas no se tiene en cuenta la presentación del proyecto.

### 4.3 CONTENIDO

Este proyecto contiene las prácticas de Mecánica de Fluidos e Hidráulicas, las cuales han sido dispuestas así:

#### 4.3.1 Mecánica de fluidos:

- Determinación de la densidad
- Determinación de la viscosidad
- Principio de Arquímedes
- Medición de presión
- Aforo de caudal con un tubo Venturi o por medio de un orificio
- Perdida de energía en tuberías
- Perdida de energía en accesorios

#### 4.3.2 Hidráulica

- Resalto hidráulico

- Canaleta Parshall
- Calibración de vertederos
- Rugosidad en canales

#### **4.4 ALCANCE**

Este proyecto tiene como alcance parcial la finalización y entrega impresa del manual, con diseño de diagramación y contenidos programáticos de cada práctica de laboratorio. Se busca entregar en su totalidad el documento que hasta una nueva actualización se trabajara en la realización de los ensayos dentro de la cartilla que contiene las guías de laboratorio.

## 5. MARCO REFERENCIAL

La ingeniería civil está compuesta por un gran porcentaje investigativo en sus diferentes campos de acción, durante décadas se han desarrollado modelos que representan análisis minuciosos de conceptos que se definen para las distintas áreas de trabajo que esta representa, el sector de recursos hídricos está conformado por diferentes fuentes de estudio, una de las más representativas son las asignaturas de mecánica de fluidos e hidráulica.

Para tener claridad la Mecánica de Fluidos estudia las leyes del comportamiento de los fluidos, compresibles e incompresibles, tanto en estado de equilibrio Hidrostática como en movimiento Hidrodinámica. Es una rama de la física que estudia la relación entre el movimiento de los fluidos y las fuerzas que los provocan.<sup>1</sup> A su vez la mecánica de fluidos se define como la ciencia que estudia la cinemática y dinámica de los fluidos ante la acción de fuerzas aplicadas.

La hidráulica es la parte de la ingeniería que estudia los recursos hídricos, su estudio es importante ya que nos permite analizar las leyes que rigen el movimiento de los líquidos y las técnicas para el mejor aprovechamiento y distribución de aguas. Utiliza cálculos matemático para el el diseño de modelos a pequeña escala con los cuales es posible determinar las características de construcción que deben de tener las estructuras y componentes que allí se analizan.

Para tener claridad de los modelos que se desarrollan, se han generado prácticas de tipo académico que describen cual ha sido el resultado de estas investigaciones y que a su vez sirven para entender los conceptos técnicos que estas desarrollan, el numeral 4.3. Representa algunos de los métodos más importantes que se han podido desarrollar y para los cuales se ha realizado un modelo con los procedimientos que se deben realizar visto en el manual que se presenta como anexo a este proyecto.

### 5.1 MARCO CONCEPTUAL.

---

<sup>1</sup> RIVERA CHÁVEZ, Emilio. Mecánica de fluidos. [en línea]. [citado Abril 18, 2014]. Disponible en Internet: <http://erivera-2001.com/MEC2245.html>

**5.1.1 Resumen ejecutivo del proyecto.** Este proyecto consiste en la realización y replanteo de las prácticas de laboratorio para las asignaturas Mecánica de fluidos, Hidráulica y Acueductos, las cuales dentro de su componente académico requieren esta actividad para entender algunos conceptos técnicos adquiridos de manera práctica. Este proyecto busca ofrecer una mayor claridad de los procesos que se deben realizar en cada una de las prácticas, actualmente la Universidad Católica de Colombia tiene definidas cada una de las prácticas que se desarrollan para las asignaturas antes mencionadas. El estudiante mediante las guías de laboratorio, que se presentaran como anexo al finalizar el proyecto deberá tener total claridad de los procesos que debe realizar en un mismo documento.

Con este proyecto se busca mejorar los procesos realizados dentro de las asignaturas y tener una cartilla para uso de docentes y estudiantes facilitando la realización de las prácticas. Este proyecto busca darle continuidad al enfoque práctico que la institución ha trabajado por años, mejorando algunos aspectos que pueden ser de gran ayuda para los estudiantes que realizan sus estudios de pregrado.

La importancia de este proyecto implica un mejor uso de los equipos y entendimientos de las prácticas por parte de los estudiantes, ya que los ensayos tendrán un enfoque dirigido a ellos. Muchas veces los estudiantes no saben que práctica corresponde o donde pueden obtener las guías de laboratorio, con este proyecto se garantiza una mejor organización por parte de la universidad, mediante la cual la herramienta practica que ofrece la institución servirá para adelantar los procesos de manera coordinada y alineada con docentes y estudiantes.

Como estas materias son prerrequisito de otras se busca que cada estudiante tenga su cartilla y cada que cambie de asignatura lo haya conservado para garantizar la disposición para los ensayos que se harán en la otra materia.

El proyecto contara con una amplia descripción de cada uno de los procesos sin extenderse en los mismos, definiendo el orden, manejo y disposición que se debe realizar al finalizar la práctica, registros fotográficos obtenidos mediante elaboración propia con los equipos que cuenta actualmente la universidad, detalles de los componentes que conforman el ensayo, fórmulas conceptuales con los temas vistos en clase para definir la solución de la práctica y espacios para desarrollar el análisis y resultados que se obtiene al finalizar la práctica.

Para los temas técnicos que desarrollaran cada uno de los procesos que se mencionaran las guías se tendrá un apoyo por parte de los docentes que dictan estas materias, brindando un seguimiento coordinado para facilitar el desarrollo de la cartilla. Es necesario tener claridad con las prácticas que se

desarrollan actualmente y verificar que se hacen de forma eficaz, las guías tendrán algunas modificaciones guiadas por los docentes, en las que se revisara según la experiencia de estos cuales son los procesos en los que se ha fallado y como se puede mejorar el desarrollo del mismo.

Este proyecto no tendrá financiación de alguna entidad, los recursos serán destinados para la elaboración final de las guías de laboratorio, los fondos son obtenidos por los integrantes del proyecto y se espera mejorar los aspectos antes mencionados para el desarrollo adecuado de los recursos físicos existentes en los laboratorios de la universidad, el éxito de las practicas dependerá del seguimiento que haga la institución en los procesos y la continuidad con el desarrollo de las guías entregadas como anexo al finalizar el proyecto.

## **5.2 MARCO TEORICO**

La realización de las prácticas de laboratorios es la parte del curso de Hidráulica y Mecánica de fluidos, que sirve para confirmar los conceptos teóricos desarrollados en clase, con el comportamiento real de los fenómenos físicos; para luego aplicar con confianza los conceptos teóricos en el estudio, diseño y construcción de sistemas hidráulicos y de manejo de fluidos en diferentes campos de la Ingeniería.

Dentro de las prácticas de laboratorio para las diferentes asignaturas a las que haremos referencia en este proyecto se presentaran las guías de las siguientes asignaturas del programa.

### **5.2.1 Laboratorios de mecánica de fluido**

**5.2.1.1 Laboratorio densidad.** La densidad de una sustancia homogénea es una propiedad física que la caracteriza y está definida como el cociente entre la masa y el volumen de la sustancia que se trate. Esta propiedad depende de la temperatura, por lo que al medir la densidad de una sustancia se debe considerar la temperatura a la cual se realiza la medición. En el caso de sustancias no homogéneas lo que obtenemos al dividir la masa y el volumen es la densidad promedio.

Por otra parte, si se desea determinar con mayor precisión la densidad de una sustancia líquida es común utilizar un picnómetro, es un instrumento sencillo cuya característica principal es la de mantener un volumen fijo al colocar diferentes líquidos en su interior. Esto nos sirve para comparar las

densidades de entre líquidos diferentes, basta con pesar el picnómetro con cada líquido por separado y comparando sus masas.

Es usual comparar la densidad de un líquido respecto a la densidad del agua pura a una temperatura determinada, por lo que al dividir la masa de un líquido dentro del picnómetro respecto de la masa correspondiente de agua, obtendremos la densidad relativa del líquido respecto a la del agua a la temperatura de medición. El picnómetro es muy sensible a los cambios de concentración de sales en el agua, por lo que se usa para determinar la salinidad del agua, la densidad de líquidos biológicos en laboratorios de análisis clínicos, entre otras aplicaciones.<sup>2</sup>

**5.2.1.2 Laboratorio viscosidad.** En esta práctica se determinó experimentalmente la viscosidad de tres tipos de fluidos que se encontraban en el laboratorio. En la experiencia se realizó soltando una esfera metálica dentro de un cilindro lleno de un aceite; dependiendo del tiempo que realizara el desplazamiento, obtendríamos valores de viscosidad diferentes para cada fluido. Para obtener los valores de viscosidad real o experimental se utilizó para el cálculo la Ecuación de Stokes y la Segunda Ley de Newton.<sup>3</sup>

**5.2.1.3 Laboratorio principio de Arquímedes.** El principio de Arquímedes establece que todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente o empuje igual al peso de fluido desplazado. Al analizar las fuerzas que intervienen cuando un cuerpo sólido se suspende de un hilo y se sumerge en un líquido se obtiene que, este en equilibrio.

**5.2.1.4 Laboratorio medición de presión.** El esquema de la práctica consiste en una bomba sumergida en un depósito desde el que se vehicula agua a través de unas tuberías entre las que se dispone el rotámetro, la válvula de asiento inclinado, para regular el caudal, y el venturímetro terminando en el mismo depósito de partida.

---

<sup>2</sup> UNIVERSIDAD DE SONORA. Laboratorio de Mecánica y fluidos, practica 10. Densidad. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: <http://www.fisica.uson.mx/manuales/mecyfluidos/mecyflu-lab10.pdf>

<sup>3</sup> DEL ÁNGEL MERAZ, Ebelia. Laboratorio de Mecánica de los Fluidos, Viscosidad. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: [http://ebeliadelangel.webs.com/Materiales%20de%20TM/Unidad%20I-TM/fluidos\\_lab\\_viscosidad.pdf](http://ebeliadelangel.webs.com/Materiales%20de%20TM/Unidad%20I-TM/fluidos_lab_viscosidad.pdf)

Se pondrá en funcionamiento la bomba y mediante la válvula de asiento inclinado se regulará un determinado caudal; en el momento de alcanzar el régimen permanente se medirá éste mediante el rotámetro debiendo tener en cuenta por tanto en los cálculos el coeficiente de corrección del rotámetro; y se anotarán las alturas de los meniscos de las 3 ramas de manómetro de aire acoplado al venturímetro.<sup>4</sup>

### 5.2.1.5 Laboratorios de pérdidas

- **Pérdidas de carga:**

A medida que un fluido fluye por un conducto, tubería o algún otro conducto, ocurren pérdidas de energía debidas a la fricción; tales pérdidas de energía se llaman pérdidas mayores. Las pérdidas debidas a cambios puntuales en las condiciones del flujo, por ejemplo: cambios de dirección, reducciones o expansiones en el área de paso del flujo, elementos externos como válvulas, filtros, etc., se conocen como pérdidas menores. Tales pérdidas de energía traen como resultado una disminución de la presión entre dos puntos del sistema de flujo.

- **Pérdidas mayores:**

La pérdida de energía debida a la fricción corresponde a la energía que se utiliza en vencer los esfuerzos de corte existentes en el sistema. La fricción es proporcional a la cabeza de velocidad del flujo ( $v^2/2g$ ) y al cociente entre la longitud y el diámetro de la corriente de flujo. Para el caso del flujo en tuberías, las pérdidas mayores se expresan según la Ecuación de Darcy.

Si el régimen de flujo es turbulento, a partir de una cierta velocidad de flujo el factor de fricción se hace independiente del número de Reynolds y depende sólo de las características de la tubería (principalmente de su rugosidad). La rugosidad relativa es el cociente entre la rugosidad media de las paredes de la tubería y el diámetro de la misma. Si se conoce el número de Reynolds y la rugosidad relativa de la tubería, es posible determinar gráficamente el factor de fricción a partir de un Diagrama de Moody.

- **Pérdidas menores:**

---

<sup>4</sup> UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO. Prácticas de laboratorio, mecánica de fluidos. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: <http://www.ehu.es/inwmooqb/asignaturas/Mecanica%20de%20fluidos/Guion%20de%20Practicas%2011-12.pdf>

Las pérdidas de energía menores son proporcionales a la cabeza de velocidad del fluido cuando éste pasa a través de un codo, de una contracción o expansión súbita, de una bifurcación, válvula.

Finalmente, las pérdidas de fricción totales corresponden a la suma de las pérdidas mayores y menores. Con el propósito de determinar la funcionalidad del factor de fricción  $v/s$  Número de Reynolds en tuberías rectas horizontales, se efectuará una experiencia usando una tubería recta de sección circular dispuesta horizontalmente. Para llevar a cabo esta experiencia se realizarán mediciones de pérdidas de presión en una tubería en función de la variación del flujo volumétrico. Esta medición se efectúa en un manómetro diferencial, en el cual registra la caída de presión del fluido al pasar por una placa de orificio.

En la segunda experiencia, se determinará el coeficiente de resistencia  $K$  y la longitud equivalente  $L_e$  de una contracción brusca. Para esto se variará el flujo volumétrico en función de la diferencia de presión generada por la contracción.<sup>5</sup>

## 5.2.2 Laboratorios de hidráulica

**5.2.2.1 Laboratorio canaleta Parshall.** El canal Parshall es uno de los elementos primarios existentes que es empleado para canales abiertos conocidos como canales Ventura de flujo crítico. Una característica distintiva de este elemento es la pendiente hacia abajo invertida de la garganta. Esta característica da al canal Parshall la habilidad de operar en rangos más altos aguas abajo a aguas arriba del nivel que cualquier otro dispositivo. El canal Parshall es una estructura monolítica de fibra de vidrio reforzada con poliéster para garantizar la mayor resistencia y precisión en el tamaño mientras que se reduce el tiempo de instalación. De peso liviano, fácil instalación que no requiere herramientas especiales para su montaje. Su corta longitud permite la instalación en donde se cuente con espacio limitado por construcciones circundantes.

El canal Parshall es recomendado para aquellas aplicaciones en las que se tengan concentraciones moderadas de arena, grava u otros sólidos pesados y en donde las velocidades del fluido al ingresar al canal son subcríticas. El canal opera con una pequeña pérdida de energía o cambio en el grado del

---

<sup>5</sup> UNIVERSIDAD DE ATACAMA. Departamento de ingeniería en metalurgia. Mecánica de fluidos. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: <http://www.metalurgia.uda.cl/apuntes/Jchamorro/Mecanica.pdf>

canal, cerca de un cuarto con respecto a otros vertedores con la misma longitud de cresta. El canal es ideal para la medición de fluidos en canales de riego o alcantarillado.

El canal Parshall exhibe características reproducibles del caudal de subida a través de los rangos de dimensiones. Con la finalidad de garantizar la precisión del dispositivo, la adherencia así como el libre tránsito de flujo son necesarios para todas las dimensiones de construcción. La selección de un canal Parshall debe realizarse, preferentemente, con base en los caudales esperados o el máximo caudal esperado así como en el ancho del canal del influente y del efluente los cuales deben tener al menos la dimensión que se establece según estudios. Para validar una medición puntual, el gradiente hidráulico de diseño debe garantizar el libre tránsito del flujo para todos los caudales.<sup>6</sup>

**5.2.2.2 Laboratorio resalto hidráulico.** Se recuerda que el resalto hidráulico es el ascenso brusco del nivel del agua que se presenta en un canal abierto a consecuencia de la desaceleración que sufre una corriente de agua que fluye a elevada velocidad y pasa a una zona de baja velocidad. En este fenómeno se verifica un cambio violento de régimen, de supercrítico a subcrítico, acompañado por una importante turbulencia así como también significativa disipación de energía.<sup>7</sup>

**5.2.2.3 Calibración de los vertederos.** En este apartado se pretende realizar una calibración de tres tipos de vertederos, a saber: rectangular sin contracciones, triangular y rectangular contraído. La calibración consiste en la obtención de los coeficientes de descarga correspondientes. Dichos coeficientes se obtienen a partir de la ecuación (7), como el cociente entre el caudal real de la descarga y el caudal teórico de la misma. Por ello, es necesario determinar estos caudales.

Se considera que la descarga del chorro de agua a través de un vertedero es correcta, cuando dicho chorro de agua está suficientemente separado de las paredes del vertedero. Si el chorro no se separa, debe variarse el caudal

---

<sup>6</sup> CLUB ENSAYOS. Canal De Parshall. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: <http://clubensayos.com/Ciencia/Informe-De-Canal-De-Parshall/65410.html>

<sup>7</sup> UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY. Guía laboratorio. . [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: [http://www.fing.edu.uy/imfia/cursos/hha2008/Guia\\_laboratorio\\_HH2009.pdf](http://www.fing.edu.uy/imfia/cursos/hha2008/Guia_laboratorio_HH2009.pdf)

hasta que se consigan las condiciones deseadas. En vertederos reales este proceso se consigue en ocasiones mediante ventilación.

Para determinar los caudales teóricos es necesario medir la altura de la lámina de agua, aguas arriba de los vertederos, mediante el calibre de gancho. Tal y como se explicó en la sección anterior, debe ajustarse el cero en la escala del calibre para un nivel de agua a ras del vertedero.

#### 5.2.2.4 Rugosidad en canales

- **Flujo Uniforme.**

Un flujo uniforme es aquél en el cual la profundidad,  $y$ , el área mojada,  $A$ , y la velocidad del flujo  $v$ , son constantes a lo largo del canal. Para que un flujo uniforme se presente se requiere que, además de que el canal tenga una sección transversal, una rugosidad y una pendiente constantes.

El flujo uniforme puede ser: permanente, laminar, turbulento, crítico, subcrítico o supercrítico. La profundidad del flujo uniforme se conoce con el nombre de profundidad normal, y se denota por  $Y_n$ .

Ecuación de Chezy (Antonio Chezy. Ingeniero Francés, 1769) Como la profundidad y la velocidad permanecen constantes, la aceleración del movimiento, al pasar el líquido de una sección a otra, es igual a cero.

Al establecer la ecuación de equilibrio dinámico del prisma de líquido en movimiento, de longitud  $L$ , entre dos secciones normales, se tendría que la componente del peso, en la dirección del escurrimiento, debe ser igual, y de sentido contrario, a la fuerza de fricción desarrollada en el fondo y en la paredes del canal, evaluada por el esfuerzo tangencial, sobre dichas fronteras sólidas

### 5.3 MARCO LEGAL

**RESOLUCIÓN 2773 de 2003 - MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL, por la cual se definen las características específicas de calidad para los programas de formación profesional de pregrado en Ingeniería.**

*ARTÍCULO No. 2. Aspectos curriculares. El programa debe poseer la fundamentación teórica y metodológica de la Ingeniería que se fundamenta en los conocimientos las ciencias naturales y matemáticas; en la conceptualización, diseño, experimentación y práctica de las ciencias propias de cada campo, buscando la optimización de los recursos para el crecimiento,*

*desarrollo sostenible y bienestar de la humanidad. Para la formación integral del estudiante en Ingeniería, el plan de estudios básico comprende, al menos, las siguientes áreas del conocimiento y prácticas:*

*1) Área de las Ciencias Básicas: está integrado por cursos de ciencias naturales y matemáticas. Área sobre la cual radica la formación básica científica del Ingeniero. Estas ciencias suministran las herramientas conceptuales que explican los fenómenos físicos que rodean el entorno. Este campo es fundamental para interpretar el mundo y la naturaleza, facilitar la realización de modelos abstractos teóricos que le permitan la utilización de estos fenómenos en la tecnología puesta al servicio de la humanidad. Este campo de formación incluye la matemática, la física, la química y la biología. Las áreas de química y biología tienen diferentes intensidades de acuerdo con la especialidad.*

*2) Área de Ciencias Básicas de Ingeniería: Tiene su raíz en la Matemática y en las Ciencias Naturales lo cual conlleva un conocimiento específico para la aplicación creativa en Ingeniería. El estudio de las Ciencias Básicas de Ingeniería provee la conexión entre las Ciencias Naturales y la matemática con la aplicación y la práctica de la Ingeniería.*

*3) Área de ingeniería Aplicada: Esta área específica de cada denominación suministra las herramientas de aplicación profesional del Ingeniero. La utilización de las herramientas conceptuales básicas y profesionales conduce a diseños y desarrollos tecnológicos propios de cada especialidad.*

*4) Área de Formación Complementaria: comprende los componentes en Economía, Administración, Ciencias Sociales y Humanidades.<sup>8</sup>*

---

<sup>8</sup> COLOMBIA. Ministerio De Educación Nacional. Resolución 2773 de 2003. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85936\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85936_archivo_pdf.pdf)

## **6. METODOLOGÍA**

Este proyecto se logró realizar implementando una amplia investigación interna de los procesos que se desarrollan en cada una de las practicas, adicional a ello se logró analizar minuciosamente la información que se tenía y se modificó de tal manera que se pudiese presentar resultados más eficientes en la propuesta que generamos del manual práctico de laboratorio.

Se realizaron los montajes de cada práctica para un mejor entendimiento de los procesos y para determinar cuáles equipos existen y a cuales se les realiza el ensayo, por otra parte se logró tomar registro fotográfico de cada elemento existente para un mejor entendimiento de los modelos a realizar.

### **6.1 TIPO DE ESTUDIO**

Este proyecto se realizó como proceso investigativo y de complemento, en el cual se buscó actualizar las guías de laboratorio para las asignaturas ya mencionadas, el estudio se hizo mediante la consulta de fuentes de escritores con gran importancia en la validez de sus conceptos técnicos. Se utilizaron fuentes de estudio implementadas en las asignaturas para el desarrollo de la misma, con esto se garantiza que el contenido del manual represente continuidad de los procesos que se realizan en clase.

### **6.2 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Se tomaron libros de editoriales especializadas en temas técnicos y académicos referentes a la línea de aguas, las cuales representan validez en los conceptos que allí se manifiestan, adicional a ello se observaron videos de internet para entender los procesos de cada práctica, y se socializo con docentes y laboratoristas el manejo y disposición de las prácticas.

## **7. CONCLUSIONES**

Al desarrollar este trabajo logramos actualizar la metodología de estudio en la constitución de las guías que se utilizan en las prácticas de laboratorio, después de hacer el análisis se logró general un manual práctico que busca garantizar un mejor aprendizaje de los conceptos prácticos que las asignaturas utilizan, todo esto generara eficiencia en el entendimiento de los conceptos que se describen en el manual.

Al implementar este proyecto la universidad está presentando una metodología de estudio que optimiza y mejora la participación en las clases, esto será un trabajo que se complementara e ira de la mano entre estudiantes y docentes, para garantizar el cumplimiento de las actividades según el enfoque al que quiere llegar el programa de ingeniería civil.

## BIBLIOGRAFÍA

CLUB ENSAYOS. Canal De Parshall. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: <http://clubensayos.com/Ciencia/Informe-De-Canal-De-Parshall/65410.html>

COLOMBIA. Ministerio De Educación Nacional. Resolución 2773 de 2003. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85936\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85936_archivo_pdf.pdf)

DEL ÁNGEL MERAZ, Ebelia. Laboratorio de Mecánica de los Fluidos, Viscosidad. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: [http://ebeliadelangel.webs.com/Materiales%20de%20TM/Unidad%20I-TM/fluidos\\_lab\\_viscosidad.pdf](http://ebeliadelangel.webs.com/Materiales%20de%20TM/Unidad%20I-TM/fluidos_lab_viscosidad.pdf)

RIVERA CHÁVEZ, Emilio. Mecánica de fluidos. [en línea]. [citado Abril 18, 2014]. Disponible en Internet: <http://erivera-2001.com/MEC2245.html>

UNIVERSIDAD DE ATACAMA. Departamento de ingeniera en metalurgia. Mecánica de fluidos. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: <http://www.metalurgia.uda.cl/apuntes/Jchamorro/Mecanica.pdf>

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY. Guía laboratorio. . [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: [http://www.fing.edu.uy/imfia/cursos/hha2008/Guia\\_laboratorio\\_HH2009.pdf](http://www.fing.edu.uy/imfia/cursos/hha2008/Guia_laboratorio_HH2009.pdf)

UNIVERSIDAD DE SONORA. Laboratorio de Mecánica y fluidos, practica 10. Densidad. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: <http://www.fisica.uson.mx/manuales/mecyfluidos/mecyflu-lab10.pdf>

UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO. Prácticas de laboratorio, mecánica de fluidos. [en línea]. [citado Abril 19, 2014]. Disponible en Internet: <http://www.ehu.es/inwmooqb/ asignaturas/Mecanica%20de%20fluidos/Guion%20de%20Practicas%2011-12.pdf>