

INFORME DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN SEMILLERO MSMRHA

CAMILA ANDREA SILVA LÓPEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2022

INFORME DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN SEMILLERO MSMRHA

CAMILA ANDREA SILVA LÓPEZ

Informe

Director: Melquisedec Cortés Zambrano

INGENIERO CIVIL, MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL CON ÉNFASIS EN  
RECURSOS HÍDRICOS E HIDROINFORMÁTICA, DOCTOR EN INGENIERÍA Y  
CIENCIAS DE LOS MATERIALES

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2022

Nota de aceptación:

---

---

---

---



Firma director del semillero de investigación

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado 1

---

Firma del jurado

## DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a mis padres, ya que sin el esfuerzo, dedicación, motivación, paciencia, educación y amor que me han brindado a lo largo de mi vida no hubiera podido lograr cada meta que me he propuesto. También le dedico este trabajo a mis abuelitos y a mi hermana que han sido mi apoyo moral. Gracias a ellos puedo cumplir cada meta que me he propuesto para mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por permitir que pueda cumplir mis sueños y pueda compartir esta felicidad con mis padres y que se sientan orgullosos de mi esfuerzo y dedicación. Le agradezco inmensamente a ellos y a mis abuelitos que se han esforzado para que pueda superarme como persona y como profesional, apoyándome en todo sentido en cada paso que he dado. También le agradezco al ingeniero Melquisedec Cortés Zambrano, quien es el director del semillero, que desde un principio y a lo largo de toda mi participación en el semillero me ha apoyado y motivado en cada actividad que realicé, gracias por todos los conocimientos que adquirí bajo su tutoría.

Por último, le agradezco a la Universidad, a mis amigos y compañeros que conocí en este proceso importante para mi vida y por cada experiencia que me dejó cosas positivas para mí. Espero poder seguir cumpliendo más sueños con la ayuda de Dios.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	11
1. OBJETIVOS .....	12
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
1.2. OBJETIVOS .....	12
2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDADES REALIZADAS .....	13
2.1. FORMATOS PARA EL USO EXCEL Y POWERPOINT .....	13
2.1.1. Formato en Excel .....	13
2.1.2. Formato en PowerPoint.....	13
2.2. FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN .....	14
2.3. EJERCICIOS REALIZADOS EN EL SEMILLERO MSMRHA .....	15
2.3.1. ANÁLISIS NUMERICO TUBERIAS EN SERIE.....	15
2.3.2. ANÁLISIS EMPATE POR ENERGÍA.....	16
2.3.3. ANÁLISIS RELACIÓN CURVATURA Y DIÁMETRO DEL POZO PARA ALCANTARILLADOS .....	17
2.3.4. ORGANIZACIÓN DE PROYECTOS FINALES.....	17
2.4. MANUAL DE LABORATORIOS DE HIDRÁULICA .....	18
2.4.1. Demostración del teorema de Bernoulli .....	19
2.4.2. Pérdida por accesorios.....	20
2.4.3. Pérdidas de carga por longitud.....	20
2.4.4. Canal de Venturi para tipos de flujo.....	21
2.4.5. Tubo de Pitot en el canal hidráulico.....	22
2.4.6. Compuerta plana deslizante (descarga libre).....	22
2.4.7. Compuerta plana deslizante (descarga remanso).....	23
2.4.8. Compuerta de segmento (descarga libre).....	23
2.4.9. Compuerta de segmento (descarga remanso).....	24
2.4.10. Vertedero de cresta ancha (caída libre, chorro sumergible y napa).....	24
2.4.11. Vertedero de cresta ancha (Caudal) .....	25
2.4.12. Juego de vertederos de cresta delgada, cuatro tipos (influencia de laaireación en la forma de la napa y los coeficientes de una presa) .....	26
2.4.13. Juego de vertederos de cresta delgada, cuatro tipos (determinaciónexperimental de una napa libre).....	26
2.4.14. Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (caudal y altura).....	27
2.4.15. Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (tipos de flujo y transiciónde	

flujo)	27
2.4.16.	Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (resalto hidráulico) ..... 28
2.4.17.	Vertedero de sifón ..... 29
2.4.18.	Elementos de la disipación de energía..... 29
2.4.19.	Box culvert (descarga libre)..... 30
2.4.20.	Box culvert (descarga de remanso)..... 30
CONCLUSIONES.....	32
REFERENCIAS.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Formato en Excel .....	13
Figura 2 Formato en PowerPoint .....	13
Figura 3 Formulario de inscripción.....	14
Figura 4 Código QR del formulario de inscripción.....	15
Figura 5 Ejercicio 2 Tuberías en serie – Parte 1 .....	15
Figura 6 Ejercicio 2 Tuberías en serie – Parte 2 .....	16
Figura 7 Ejercicio empate por energía .....	16
Figura 8 Ejercicio relacion curvatura y diametro del pozo para alcantarillados .....	17
Figura 9 Proyectos tuberías y canales.....	18

## RESUMEN

El presente informe contiene la descripción y registro fotográfico de las actividades realizadas a lo largo del Semillero de Investigación Manejo Sostenible de Materiales y Recursos Hidroambientales (MSMRHA) durante el periodo 2019 -2 al 2021-2. Durante este periodo de investigación en el semillero, se han desarrollado actividades investigativas en cuanto a la elaboración de los formatos oficiales para el inicio y final de los productos audiovisuales publicados en el canal de YouTube del semillero, Excel y PowerPoint, el formulario de Google para la inscripción de los nuevos estudiantes investigadores, se creó el canal del semillero en la plataforma de YouTube, administrando el contenido publicado en el canal del semillero (creando, editando y publicando contenido educativo) en cuanto al análisis de temas de las materias de pregrado como lo son tuberías y canales, alcantarillado, acueductos entre otros. Por último, se creó el manual de laboratorios de hidráulica, con el paso a paso para el desarrollo de cada práctica.

## ABSTRACT

This report contains the description and photographic record of the activities carried out throughout the Research Seedbed Sustainable Management of Materials and Hydro-environmental Resources (MSMRHA) during the period 2019-2 to 2021-2. During this research period at the hotbed, investigative activities have been developed regarding the preparation of the official formats for the intro and final of the audiovisual products published on the hotbed's YouTube channel, Excel and PowerPoint, the Google form for registration of the new research students, the hotbed channel was created on the YouTube platform, managing the content published on the hotbed channel (creating, editing and publishing educational content) in terms of the analysis of topics from undergraduate subjects such as They are pipes and channels, sewage, aqueducts, among others. Finally, the hydraulics laboratory manual was created, with the step by step for the development of each practice.

## INTRODUCCIÓN

La participación en el semillero de investigación MSMRHA, contribuye a desarrollar habilidades investigativas y de liderazgo a lo largo de cada una de las actividades desarrolladas durante el proceso. Estas actividades sirvieron como aporte a la creación de aportes digitales siguiendo el formato del semillero y poder así publicarlos en la plataforma de YouTube, generando fácil acceso a los estudiantes de la Universidad y demás público, compartiendo videos explicativos sobre tuberías y canales, alcantarillado, entre otros. Para finalizar, se elaboró el anual de laboratorios de hidráulica, el cual contiene 20 prácticas con la metodología que deben seguir los estudiantes para el desarrollo de cada una de las mismas. A continuación, se relacionan y describen las actividades realizadas por medio de registros fotográficos tomados durante el desarrollo de cada actividad, esto con el fin de dar un soporte de lo realizado en el semillero.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Exponer las actividades desarrolladas a lo largo del semillero de investigación MSMRHA, con el fin de dar a conocer los proyectos que se ejecutaron y los aportes realizados como integrante del mismo.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evidenciar las actividades realizadas, con registro audiovisual.
- Establecer los aportes obtenidos durante el semillero.
- Exteriorizar y difundir la importancia del semillero como inicio a la investigación en la universidad Santo Tomás y la región

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDADES REALIZADAS

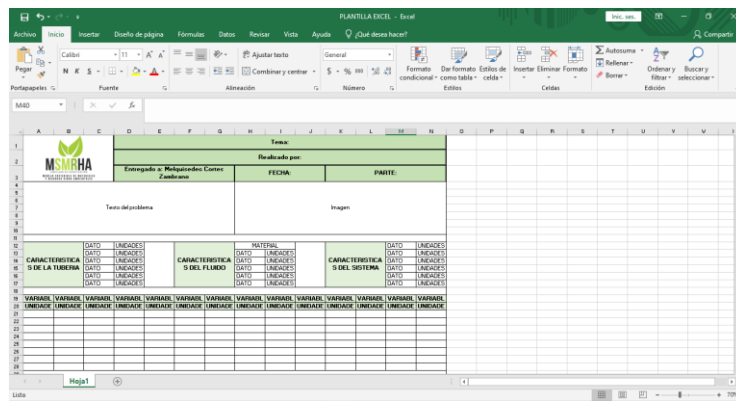
### 2.1. FORMATOS PARA EL USO EXCEL Y POWERPOINT

Esta actividad se realizó en el año 2019, en la cual se realizaron los tramites y permisos por medio de la directora del departamento de comunicaciones, con el fin de realizar plantillas utilizadas para mejorar la presentación de los productos del semillero. El aporte generado en este proyecto, consistió en lo siguiente:

#### 2.1.1. Formato en Excel

Este formato se realizó con el fin de unificar la presentación de los diferentes ejercicios que se realizan utilizando esta herramienta de Microsoft.

Figura 1 Formato en Excel



Fuente: Formato Excel semillero MSMRHA.

#### 2.1.2. Formato en PowerPoint

Este formato se realizó con el fin de unificar la presentación de los diferentes ejercicios que se realizan utilizando esta herramienta de Microsoft.

Figura 2 Formato en PowerPoint



Fuente: Formato Excel semillero MSMRHA.

## 2.2. FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN

Esta actividad se realizó en el año 2019, en la cual se elaboró el formulario de inscripción en el semillero MSMRHA, con la herramienta de Google “formulario”, con el fin de mejorar el proceso de inscripción de estudiantes al semillero, en el cual se describe un breve resumen, la misión, la visión, las actividades que se desarrollan, proyectos ejecutados, proyectos en desarrollo y se adjunta un video con la presentación del semillero y sus integrantes; finalizando la persona interesada ingresa sus datos para realizar la inscripción. Para para mayor facilidad se generó un código QR para el acceso al formulario, el aporte generado en este proyecto, consistió en lo siguiente:

*Figura 3 Formulario de inscripción*



Fuente: Formulario de inscripción semillero MSMRHA.

Figura 4 Código QR del formulario de inscripción



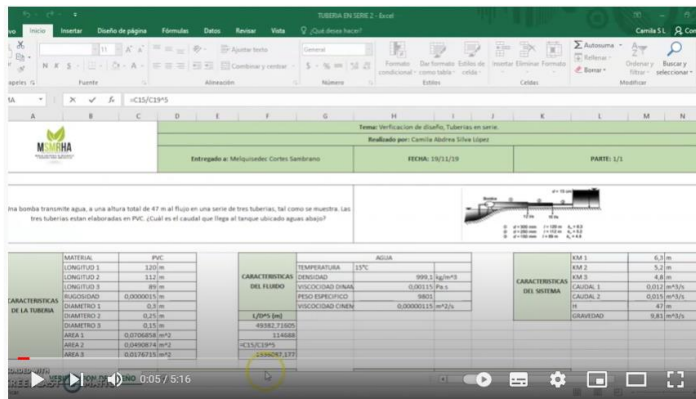
Fuente: Formulario de inscripción semillero MSMRHA.

### 2.3. EJERCICIOS REALIZADOS EN EL SEMILLERO MSMRHA

#### 2.3.1. ANÁLISIS NUMERICO TUBERIAS EN SERIE

Se realiza en Excel un ejercicio de tuberías en serie, con el fin de explicar el problema propuesto, verificando que se tenga el mismo caudal fluyendo en toda su longitud. Se tiene en cuenta que, un sistema de tuberías en serie está conformado por el conjunto de tuberías conectadas una a continuación de la otra teniendo en cuenta que, todas no siempre tienen el mismo diámetro; pero conducen el mismo caudal. Para el video explicativo se particiono en dos partes y se encuentra en el canal del semillero. <https://youtu.be/8JOKy1Dml-w><sup>1</sup>

Figura 5 Ejercicio 2 Tuberias en serie – Parte 1



Fuente: Elaboración propia.

<sup>1</sup> Saldarriaga, J. G. (2001).

Figura 6 Ejercicio 2 Tuberías en serie – Parte 2

#2	M2	h2	Q(m³/s)	V2(m/s)	h2	M2	h2	Q(m³/s)	V2(m/s)	h2	M2	h2	Q(m³/s)	V2(m/s)	h2	h2	h2
0.0121189	2.84279279	2.84279279	0.157737498	0.48970083	4.09122	0.0119968	27.7775248	28.3999045	2.84279279	0.157737498	0.48970083	4.09122	0.0119968	27.7775248	28.3999045	2.84279279	0.157737498
0.0121242	2.815109248	2.401024454	0.157748555	0.48970072	4.09122	0.0119968	27.7775248	28.3999045	2.815109248	0.157748555	0.48970072	4.09122	0.0119968	27.7775248	28.3999045	2.815109248	0.157748555
0.0121249	2.827931548	2.827931548	0.143185187	0.2771188	3.449821	0.0117409	28.7470941	28.5391291	2.827931548	0.143185187	0.2771188	3.449821	0.0117409	28.7470941	28.5391291	2.827931548	0.143185187
0.0121249	2.815109248	2.020864274	0.139818157	0.4088178	3.108888	0.0118272	21.8184845	19.1744666	2.815109248	0.139818157	0.4088178	3.108888	0.0118272	21.8184845	19.1744666	2.815109248	0.139818157
0.0121249	2.84844743	2.723617821	0.141358722	0.2058508	3.307087	0.0117783	22.7822621	19.8788899	2.84844743	0.141358722	0.2058508	3.307087	0.0117783	22.7822621	19.8788899	2.84844743	0.141358722
0.0121271	2.881138	2.873297895	0.148891398	0.2751457	3.2401191	0.0117871	22.8802094	19.5297961	2.881138	0.148891398	0.2751457	3.2401191	0.0117871	22.8802094	19.5297961	2.881138	0.148891398
0.0121271	2.889777351	2.88980962	0.148181748	0.2151915	3.773161	0.0117878	22.8287884	19.7151915	2.889777351	0.148181748	0.2151915	3.773161	0.0117878	22.8287884	19.7151915	2.889777351	0.148181748
0.0121272	2.889777351	2.88980962	0.141126418	0.3951173	3.257019	0.0117814	22.418541	19.6338916	2.889777351	0.141126418	0.3951173	3.257019	0.0117814	22.418541	19.6338916	2.889777351	0.141126418
0.0121288	2.80058333	2.80058333	0.143487493	0.0071348	3.260213	0.0117811	22.418541	19.6338916	2.80058333	0.143487493	0.0071348	3.260213	0.0117811	22.418541	19.6338916	2.80058333	0.143487493
0.0121289	2.80058333	2.80058333	0.141352501	0.2481093	3.260213	0.0117812	22.418541	19.6338916	2.80058333	0.141352501	0.2481093	3.260213	0.0117812	22.418541	19.6338916	2.80058333	0.141352501
0.0121289	2.80058333	2.80058333	0.141352501	0.2481093	3.260213	0.0117812	22.418541	19.6338916	2.80058333	0.141352501	0.2481093	3.260213	0.0117812	22.418541	19.6338916	2.80058333	0.141352501
0.0121289	2.80058333	2.80058333	0.141352501	0.2481093	3.260213	0.0117812	22.418541	19.6338916	2.80058333	0.141352501	0.2481093	3.260213	0.0117812	22.418541	19.6338916	2.80058333	0.141352501
0.0121289	2.80058333	2.80058333	0.141352501	0.2481093	3.260213	0.0117812	22.418541	19.6338916	2.80058333	0.141352501	0.2481093	3.260213	0.0117812	22.418541	19.6338916	2.80058333	0.141352501

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.2. ANÁLISIS EMPATE POR ENERGÍA

Se realiza el video explicativo de empate por energía, el cual consiste en la unión o conexión de dos o mas tramos de colectores debe hacerse con estructuras hidráulicas apropiadas denominadas estructuras de conexión, usualmente estas estructuras de conexión son pozos de unión, estructuras pozo . Este tipo de empaté es usado para cualquier diámetro y para régimen de flujo subcrítico o supercrítico. En cualquier caso, el empate por línea de energía consiste en igualar la cota de energía del colector principal entrante al pozo, con la cota de energía del colector saliente.

Al realizar el empate de las tuberías se producen perdidas como:

- Pérdida de energía por cambio de dirección
- Pérdida a la intersección

La consideración de las pérdidas en el pozo, implica una diferencia de alturas entre la línea de energía saliente y la línea de energía del colector principal que llega al pozo. <https://www.youtube.com/watch?v=5MdSdOTXrUc&t=35s><sup>2</sup>

Figura 7 Ejercicio empate por energía

<sup>2</sup> CUALLA, R. A. (2001).



Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.3. ANÁLISIS RELACIÓN CURVATURA Y DIÁMETRO DEL POZO PARA ALCANTARILLADOS

Se realizó el video explicativo de la pérdida de energía por cambio de dirección, teniendo en cuenta que para un flujo subcrítico o supercrítico, se calcula en función de la relación entre el radio de curvatura del pozo y el diámetro de la tubería de salida.  
<https://www.youtube.com/watch?v=uXD1ZQhoJRw><sup>3</sup>

Figura 8 Ejercicio relación curvatura y diámetro del pozo para alcantarillados



Fuente: Elaboración propia.

### 2.3.4. ORGANIZACIÓN DE PROYECTOS FINALES

Se realizó el video demostrativo de los proyectos de tuberías y canales de los estudiantes de sexto semestre de la Universidad Santo Tomás, como proyecto final para la asignatura mencionada, recreando un prototipo a escala de una red para establecer una demanda destinada a una población. Diseñaron una red que cumpla con un caudal requerido de tal manera que los resultados del mismo (a la entrada y a la salida), al igual que la presión en los nodos de la red, tanto en el modelo físico como la simulación en EPANET coincidan con un margen de error pequeño. El objetivo de la actividad es generar una visión crítica y realista

<sup>3</sup> CUALLA, R. A. (2001).

de la construcción de la asifnatura vista, puesto que una de las areas del Ingeniero Civil es precisamente el diseño de redes de tubería; a través de la elaboración del modelo y/o prototipo.

La mayoría de los proyectos se basaron en la construcción de una red cerrada o abierta de tuberías que permita el suministro a la red de riego y correcta distribución del líquido vital en función de las necesidades requeridas, teniendo en cuenta la similitud de procesos físicos y la modelación de diseños ya empleados en la construcción de las redes.  
<https://www.youtube.com/watch?v=Jzpie4NsXg4&t=7s>

Figura 9 Proyectos tuberías y canales



Fuente: Elaboración propia.

#### 2.4. MANUAL DE LABORATORIOS DE HIDRÁULICA

El manual de laboratorios de hidráulica se presenta como una guía para la elaboración de prácticas de laboratorio desarrolladas en los programas de mecánica de fluidos, tuberías y canales de la Facultad de Ingeniería Civil. Se busca contextualizar la metodología que se debe llevar a cabo para el desarrollo de dichas prácticas. Este manual presenta 20 prácticas diseñadas con las herramientas y equipos disponibles en el laboratorio de hidráulica de la Universidad Santo Tomás, el cual contiene el paso a paso práctico y sencillo de cada laboratorio, y adicional a esto presenta 20 videos ilustrativos; 1 por cada práctica para facilitar aún más la comprensión de dichos laboratorios y garantizar así una mejor calidad en el aprendizaje y desarrollo de las prácticas por parte de los estudiantes.

Las prácticas que abarca este manual son las siguientes:

1. Teorema de Bernoulli
2. Pérdidas de carga locales
3. Pérdidas de carga por longitud
4. Canal de Venturi para tipos de flujo
5. Tubo de Pitot en el canal hidráulico
6. Compuerta plana deslizante (descarga libre)

7. Compuerta plana deslizante (descarga remanso)
8. Compuerta de segmento (descarga libre)
9. Compuerta de segmento (descarga remanso)
10. Vertedero de cresta ancha (caída libre, chorro sumergible y napa)
11. Vertedero de cresta ancha (caudal)
12. Juego de vertederos de cresta delgada, cuatro tipos (influencia de la aireación en la forma de la napa y los coeficientes de una presa)
13. Juego de vertederos de cresta delgada, cuatro tipos (determinación experimental de una napa libre)
14. Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (caudal y altura)
15. Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (tipos de flujo y transición de flujo)
16. Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (resalto hidráulico)
17. Vertedero de sifón
18. Elementos de la disipación de energía
19. Box culvert (descarga libre)
20. Box culvert (descarga de remanso)

La elaboración de este manual tomó un tiempo alrededor de dos años, donde se hicieron correcciones a las especificaciones que traían varios equipos y a los manuales de los mismos. Dicho manual es un producto compartido, entre: Ph.D. Melquisedec Cortés Zambrano y Camila Andrea Silva López. Vale aclarar que no se adjunta a este documento ya que se encuentra en proceso de publicación por parte del departamento de ediciones USTA Tunja, para que puedan tener acceso toda la comunidad estudiantil. Sin embargo, a continuación, se presentan la descripción de cada una de las prácticas desarrolladas y se adjunta el link de cada uno de los videos los cuales se encuentran publicados en el CRAI de la universidad Santo Tomás.

#### 2.4.1. Demostración del teorema de Bernoulli



Fuente: "Elaboración propia".

Con el fin de demostrar el teorema de Bernoulli en el banco hidráulico, se medirá la presión

y la velocidad a lo largo del tubo Venturi y se determinará el caudal que fluye por el mismo. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32556> <sup>4</sup>

#### 2.4.2. Pérdida por accesorios.



Fuente: “Elaboración propia”.

Se determinará las pérdidas de carga de una corriente que circula a lo largo de una tubería, con 7 tipos de accesorios para controlar el direccionamiento del flujo. Se calculará los coeficientes de pérdida  $K_m$  y el caudal que fluye por la tubería. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32553> <sup>5</sup>

#### 2.4.3. Pérdidas de carga por longitud



Fuente: “Elaboración propia”.

<sup>4</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Demostración teorema de Bernoulli

<sup>5</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Pérdida por accesorios.

Con el fin de determinar de manera experimental la pérdida de carga por fricción, se calculará el número de Reynolds para los distintos tipos de flujo y el caudal que fluye por la tubería. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32554> <sup>6</sup>

#### 2.4.4. Canal de Venturi para tipos de flujo



Fuente: "Elaboración propia".

En esta práctica se calculará el número de Froude y la velocidad del flujo para distintos caudales con el fin de examinar los tipos de flujo en el canal Venturi. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32457> <sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Pérdida de carga por longitud.

<sup>7</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Canal Venturi.

#### 2.4.5. Tubo de Pitot en el canal hidráulico



Fuente: "Elaboración propia".

Se determinará la presión dinámica por medio del tubo Pitot, para así poder calcularla velocidad del flujo de agua a lo largo del canal hidráulico. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32642> <sup>8</sup>

#### 2.4.6. Compuerta plana deslizante (descarga libre)



Fuente: "Elaboración propia".

Se analizará la relación entre la altura de la abertura de la compuerta y el nivel aguas arriba, se observará el resalto hidráulico y por último se calculará la descarga bajo la compuerta. Con el fin de demostrar la descarga libre bajo una compuerta plana deslizante aguas abajo. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio,

---

<sup>8</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Tubo de Pitot en el canal de hidráulico.

incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32557><sup>9</sup>

#### 2.4.7. Compuerta plana deslizante (descarga remanso)



Fuente: "Elaboración propia".

Se analizará la relación entre la altura de la abertura de la compuerta y el nivel aguasarriba, se observará el resalto hidráulico y por último se calculará la descarga bajo la compuerta. Con el fin de demostrar la descarga de remanso bajo una compuerta plana deslizante con aguas abajo embalsadas. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32522><sup>10</sup>

#### 2.4.8. Compuerta de segmento (descarga libre)



Fuente: "Elaboración propia".

Se analizará la relación entre la altura de la abertura de la compuerta y el nivel aguasarriba, se observará el resalto hidráulico y por último se calculará la descarga bajo la compuerta.

<sup>9</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Compuerta plana deslizante (Descarga libre).

<sup>10</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Compuerta plana deslizante (Descarga de remanso).

Con el fin de demostrar la descarga libre bajo una compuerta de segmento aguas abajo. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32520> <sup>11</sup>

#### 2.4.9. Compuerta de segmento (descarga remanso)



Fuente: "Elaboración propia".

Se analizará la relación entre la altura de la abertura de la compuerta y el nivel aguas arriba, se observará el resalto hidráulico y por último se calculará la descarga bajo la compuerta. Con el fin de demostrar la descarga de remanso bajo una compuerta de segmento con aguas abajo embalsadas. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32518> <sup>12</sup>

#### 2.4.10. Vertedero de cresta ancha (caída libre, chorro sumergible y napa)



Fuente: "Elaboración propia".

<sup>11</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Compuerta de segmento (Descarga libre).

<sup>12</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Compuerta de segmento (Descarga de remanso).

Se demostrará las distintas condiciones de la caída en la presa. Se aclara la diferencia entre caída libre (presa de rebose) y chorro sumergible (presa sumergible). Se evidenciará los efectos de distintos bordes de la presa en la napa detrás de la presa. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32641> <sup>13</sup>

#### 2.4.11. Vertedero de cresta ancha (Caudal)



Fuente: "Elaboración propia".

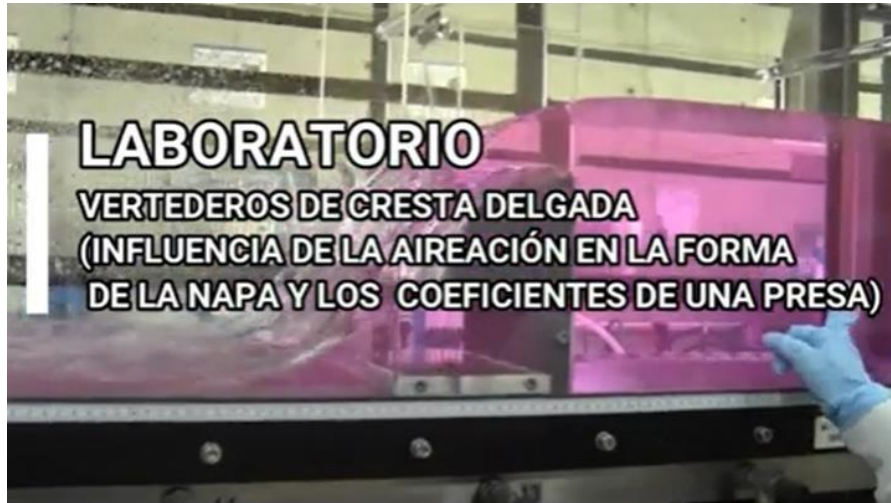
Se demostrará y calculará la descarga en condiciones de caída libre y chorro sumergible para el vertedero de cresta ancha con bordes redondeados y vivos. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32640> <sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de cresta ancha (caída libre, chorro sumergible y napa).

<sup>14</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de cresta ancha (caudal).

2.4.12. Juego de vertederos de cresta delgada, cuatro tipos (influencia de la aireación en la forma de la napa y los coeficientes de una presa)



Fuente: "Elaboración propia".

Demostrar la influencia de la aireación en la forma de la napa en una presa de cresta delgada y los coeficientes de vertedero para todas las presas. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32698><sup>15</sup>

2.4.13. Juego de vertederos de cresta delgada, cuatro tipos (determinación experimental de una napa libre)



Fuente: "Elaboración propia".

Se establecerá experimentalmente los coeficientes de vertedero de distintas presas de platos, con el fin de determinar la forma de una napa libre y compararla con la forma

<sup>15</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Juego de vertederos de cresta delgada, cuatro tipos (influencia de la aireación en la forma de la napa y los coeficientes de una presa).

calculada teóricamente. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32697> <sup>16</sup>

#### 2.4.14. Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (caudal y altura)



Fuente: "Elaboración propia".

Se demostrará la dependencia entre la altura y el caudal con el fin de relacionar el flujo sobre presas de cresta ogee con distintas salidas. Además, se calculará la descarga y se comparará con el caudal medido. En el siguiente link se encuentra el video ilustrativo: El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32639> <sup>17</sup>

#### 2.4.15. Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (tipos de flujo y transición de flujo)



Fuente: "Elaboración propia".

<sup>16</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Juego de vertederos de cresta delgada, cuatro tipos (determinación experimental de una napa libre).

<sup>17</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (caudal y altura).

Se visualizará la dependencia entre la posición del resalto hidráulico y el nivel de aguas abajo. Al igual, que se relacionará el flujo sobre presas de cresta ogee con distintas salidas. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32690> <sup>18</sup>

#### 2.4.16. Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (resalto hidráulico)



Fuente: "Elaboración propia".

Se visualizará la dependencia entre la posición del resalto hidráulico y el nivel de aguas abajo. Al igual que, se relacionará el flujo sobre presas de cresta ogee con distintas salidas. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32638> <sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (tipos de flujo y transición de flujo).

<sup>19</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (resalto hidráulico).

#### 2.4.17. Vertedero de sifón



Fuente: "Elaboración propia".

Se podrá determinar el coeficiente de descarga de un vertedero de sifón totalmente evacuado de manera experimental. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32637><sup>20</sup>

#### 2.4.18. Elementos de la disipación de energía



Fuente: "Elaboración propia".

Se demostrará el flujo con elementos de disipación de energía, en función del resalto hidráulico, del cuenco de disipación y la disipación de energía con los diferentes elementos. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32555><sup>21</sup>

<sup>20</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de sifón.

<sup>21</sup> Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Elementos de la disipación de energía.

#### 2.4.19. Box culvert (descarga libre)



Fuente: "Elaboración propia".

Se entenderá el comportamiento del flujo en un canal abierto cuando coexiste una obra de paso en la sección transversal del flujo. Se analizará los diferentes escenarios de descarga en una obra de paso parcialmente llena o completamente llena en condiciones de descarga libre. El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un videoilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32521><sup>22</sup>

#### 2.4.20. Box culvert (descarga de remanso)



Fuente: "Elaboración propia".

Se entenderá el comportamiento del flujo en un canal abierto cuando coexiste una obra de paso en la sección transversal del flujo. Se analizará los diferentes escenarios de descarga en una obra de paso parcialmente llena o completamente llena en condiciones de descarga de remanso El siguiente link lo llevará al repositorio institucional del CRAI de la universidad

<sup>22</sup> Santoto Tunja (02 de marzo de 2021). Box culvert (descarga libre).

Santo Tomás seccional Tunja, donde encontrará información acerca de esta práctica de laboratorio, incluyendo un video ilustrativo: <http://hdl.handle.net/11634/32514> <sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Santoto Tunja (02 de marzo de 2021). Box culvert (descarga libre).

## CONCLUSIONES

En el transcurso de mi aprendizaje y participación en el semillero de investigación MSMRHA, pude fortalecer principios morales y profesionales para mi vida, creando un perfil de liderazgo e integridad para mi futuro profesional, generadas por cada actividad desarrollada en el semillero con apoyo y guía de mi tutor. Al ser parte de un semillero de investigación se expanden las fronteras estudiantiles hacia un proceso de creatividad, innovación y aprendizaje, dando origen a soluciones ingenieriles obteniendo productos de material académico para la formación y crecimiento de todos los estudiantes. Con los productos obtenidos se garantiza que los estudiantes desarrollen de manera adecuada las experiencias educativas dentro de la Universidad, garantizando que alcancen las competencias necesarias para sacar y tomar decisiones con criterios ingenieriles.

Las actividades que desarrolle en el semillero son de gran importancia para la formación de los estudiantes, especialmente los de la Facultad de Ingeniería Civil que se están formando actualmente, puesto que fueron creados con lo estudiado en esta carrera enfatizando la línea de hidráulica en materias como Tuberías y Canales, acueductos y alcantarillados. Compartiendo esta información en contenido audiovisual de fácil acceso para los estudiantes, el cual se puede encontrar en la plataforma de YouTube en el canal del semillero.

Para finalizar, la elaboración del manual de laboratorios de hidráulica se llevó a cabo con los conocimientos obtenidos en la Universidad Santo Tomas y junto al Ingeniero y director del semillero Melquisedec Cortés Zambrano, quien con su guía y conocimiento se pudo obtener diferentes guías de laboratorio con su respectivo video explicativo para el desarrollo de las actividades académicas en el laboratorio de hidráulica, los cuales se pueden encontrar en la plataforma de YouTube y en las páginas de la Universidad. Cabe resaltar, que se subsanaron falencias que se encontraban en las prácticas que inicialmente se tenían y se establecieron los elementos de protección personal para ingresar al laboratorio de hidráulica.

## REFERENCIAS

SALDARRIAGA, J. G. (2001). Hidráulica de tuberías.

CUALLA, R. A. (2001). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados.

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Demostración teorema de Bernoulli. [Archivo de Vídeo]. YouTube  
<https://www.youtube.com/watch?v=Wt3tyimJXus&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=6>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Pérdida por accesorios. [Archivo de Vídeo]. YouTube  
<https://www.youtube.com/watch?v=9WGC1Jnubo0&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=4>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Pérdida de carga por longitud. [Archivo de Vídeo]. YouTube  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZfDiKahrEhI&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=5>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Canal Venturi. [Archivo de Vídeo]. YouTube  
<https://www.youtube.com/watch?v=VZQwJhB8PwY&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=2&t=1s>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Compuerta plana deslizante (Descarga libre). [Archivo de Vídeo].  
<https://www.youtube.com/watch?v=0rpvuFsLvuE&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=9>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Compuerta plana deslizante (Descarga de remanso). [Archivo de Vídeo].  
<https://www.youtube.com/watch?v=zH4LJRuRkQs&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=10>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Compuerta de segmento (Descarga libre). [Archivo de Vídeo].  
<https://www.youtube.com/watch?v=T3eivoojp0s&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=7>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Compuerta de segmento (Descarga de remanso). [Archivo de Vídeo].  
<https://www.youtube.com/watch?v=Byft0bhKims&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=8>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de cresta ancha (caída libre, chorro sumergible y napa). [Archivo de Vídeo].  
<https://www.youtube.com/watch?v=Z2wGaBJTKE&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=12>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de cresta ancha (caudal). [Archivo de Vídeo]. <https://www.youtube.com/watch?v=CEqXckpi2Pc&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=13>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Juego de vertederos de cresta delgada, cuatro tipos (influencia de la aireación en la forma de la napa y los coeficientes de una presa). [Archivo de Vídeo].  
<https://www.youtube.com/watch?v=7dK4kux9V4s&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=14>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Juego de vertederos de cresta delgada, cuatro tipos (determinación experimental de una napa libre). [Archivo de Vídeo].  
[https://www.youtube.com/watch?v=u\\_RddOnGt8g&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=15](https://www.youtube.com/watch?v=u_RddOnGt8g&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=15)

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (caudal y altura). [Archivo de Vídeo].  
<https://www.youtube.com/watch?v=xPwfeN2G5YI&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=16>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (tipos de flujo y transición de flujo). [Archivo de Vídeo].  
<https://www.youtube.com/watch?v=k3S9bHgAFkY&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=17>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de perfil ogee con dos tipos de salidas (resalto hidráulico). [Archivo de Vídeo].  
<https://www.youtube.com/watch?v=3vipg9-HAiw&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=18&t=172s>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Vertedero de sifón. [Archivo de Vídeo]. Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=jgPwkM87TeA&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=19>

Santoto Tunja (22 de febrero de 2021). Elementos de la disipación de energía. [Archivo de Vídeo]. <https://www.youtube.com/watch?v=gITCizItVw4&list=PLXi5mt76CnM4arXwOvi2Eb0DovtXdT6Jn&index=11>

Santoto Tunja (02 de marzo de 2021). Box culvert (descarga libre). [Archivo de Vídeo]. Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=V7MQbwHn6So>

Santoto Tunja (02 de marzo de 2021). Box culvert (descarga de remanso). [Archivo de Vídeo]. Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=mdud4-YdXmM>