



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO
DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA
REDUCIDA 1/30”

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

HIDRÁULICA

PRESENTADO POR:

SANCHEZ VALENCIA, REDY

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

ASESOR:

Mgt. Ing. ARANGOITIA VALDIVIA VICTOR MANUEL

CUSCO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A Dios todo Poderoso, por guiarme y permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por estar conmigo en cada paso que doy e iluminar mi mente, y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo proceso de mi estudio.

A mis padres **Gregorio Sanchez Condori** y **Eulalia Valencia Quispe** por ser las personas que me han acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, que con sus consejos han sabido guiarme y han velado por mí durante este arduo camino. Gracias porque son el impulso de mi vida y con su coraje y esfuerzo me inspiraron para ser mejor cada día.

A Ing. Luis Castro

A mis tíos **Alfredo Sanchez Condori** y **Eliana Quispe Ccama** por ser las personas que me han apoyado incondicional durante la ejecución de la Tesis.

A mis amigos y amigas que con sus palabras y sobre todo su tiempo me han acompañado a lo largo de este camino y que han sido y seguirán formando parte importante de mi vida.



AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco infinitamente a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida. Sencillo no ha sido el proceso, pero

Agradezco también la confianza y el gran apoyo brindado por parte de mis padres, que sin duda alguna me han demostrado su amor en el trayecto de mi vida.

Al Dr. Julio Martín Kuroiwa Zevallos e Ing. Luis Fernando Castro Inga, COASESORES de esta tesis, por haberme concedido la gran oportunidad de formar parte del equipo de investigación del Prestigioso Laboratorio Nacional de Hidráulica, y brindarme las facilidades para desarrollar este trabajo.

A mis compañeros y amigo: Leonardo Jesús, Martín Adrián, Ricky Jhan, Erick quienes me apoyaron incondicionalmente en la construcción del Modelo físico y etapa experimental, sin ustedes no hubiera sido posible.

A mis tíos **Alfredo** y **Eliana** por su hospitalidad brindada durante los últimos años y a todos los docentes que me guiaron en toda mi formación como estudiante. A mi asesor **Mg. Ing. Arangoitia Valdivia Víctor Manuel** por su paciencia y enseñanzas para poder realizar esta tesis.



RESUMEN

El propósito de esta investigación es evaluar la erosión local, aguas abajo de poza disipadora en un modelo físico a escala reducida 1/30, con la finalidad es estudiar la erosión local, mediante estudios experimentales se construyó un modelo físico, para tal fin se realizó 6 ensayos con los siguientes caudales 29.54 l/s, 63.39 l/s, 105.34 l/s, 148.23 l/s, 189.56 l/s y 232.65 l/s, Se consideró un nivel aguas arriba constante de 0.32 m y los siguientes niveles aguas debajo de 0.049 m, 0.084, 0.121 m, 0.115 m, 0.182 m y 0.219 m respectivamente, con aberturas de compuertas promedio de 0.011 m, 0.0256 m, 0.0451 m, 0.0681 m, 0.094 m y 0.128 m respectivamente; Los ensayos se realizaron bajo las condiciones de un flujo subcrítico, manteniendo un numero de Froude ente 0.017 a 0.453, y Reynolds entre 6895.043 a 202540.5, considerando como un flujo supercrítico, para los ensayos se empleó un canal de sección rectangular de 13.00 m de largo, 1.90 m de ancho y 1.90 m de altura, con una pendiente de 0.0008m/m; para las mediciones de velocidad del flujo se usó el Acoustic Doppler Velocimeter (ADV); para evaluar la erosión, se consideró un lecho compactado con arena cuasi uniforme con $d_{50} = 0.24$ mm y módulo de fineza de 2.16 para cada ensayo.

Como resultados de la investigación se determinó la erosión máxima para los 6 ensayos, en 8 h, 10 h, 10 h, 8 h, 10 h y 10 horas respectivamente, y la erosión observada son 0.023 m, 0.073 m, 0.110 m, 0.166 m, 0.209 m y 0.244 m m respectivamente, también se demostró que la erosión en función del tiempo crece logarítmicamente en los 5 últimos ensayos, mas no se cumple lo mismo en el ensayo correspondiente al caudal 29.54 l/s. En cuanto a los perfiles de velocidad, no se asemejan a ninguno de perfiles encontrados por Nik Hassan y Rangaswami Narayanan quien investigo un caso similar en donde evaluaron los perfiles de velocidad.



ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate the local erosion, downstream of the dissipating pool in a physical model at a reduced scale of 1/30, with the purpose of studying local erosion, through experimental studies a physical model was built, for this purpose a 6 tests with the following flows 29.54 l/s, 63.39 l/s, 105.34 l/s, 148.23 l/s, 189.56 l/s and 232.65 l/s, a constant upstream level of 0.32 m and the following downstream levels were considered of 0.049 m, 0.084, 0.121 m, 0.115 m, 0.182 m and 0.219 m respectively, with average gate openings of 0.011 m, 0.0256 m, 0.0451 m, 0.0681 m, 0.094 m and 0.128 m respectively; The tests were carried out under the conditions of a subcritical flow, maintaining a Froude number between 0.017 to 0.453, and a Reynolds number between 6895.043 and 202540.5, considering it as a supercritical flow, for the tests a channel with a rectangular section of 13.00 m long was used, 1.90 m wide and 1.90 m high, with a slope of 0.0008m/m; for flow velocity measurements, the Acoustic Doppler Velocimeter (ADV) was used; To evaluate erosion, a compacted bed with quasi-uniform sand with $d_{50} = 0.24$ mm and a fineness modulus of 2.16 was considered for each test.

As results of the investigation, the maximum erosion was determined for the 6 tests, at 8 h, 10 h, 10 h, 8 h, 10 h and 10 hours respectively, and the observed erosion is 0.023 m, 0.073 m, 0.110 m, 0.166 m, 0.209 m and 0.244 mm respectively, it was also shown that the erosion as a function of time grows logarithmically in the last 5 tests, but the same is not true in the test corresponding to the flow rate of 29.54 l/s. Regarding the speed profiles, they do not resemble any of the profiles found by Nik Hassan and Rangaswami Narayanan who investigated a similar case where they evaluated the speed profiles.



INTRODUCCIÓN

A lo largo de muchas décadas se ha venido haciendo investigación con respecto a la erosión local, logrando avances en el conocimiento de esta misma, prestándose especial atención a ciertos casos comunes como, por ejemplo, la erosión localizada aguas abajo de captaciones, represas, compuertas y pozas disipadoras, etc. Los estudios de estas investigaciones tienen mucho en común ya que se trata de uno de los fenómenos encontrados frecuentemente en obras ubicadas en cauces de ríos, es la erosión local, a la vez constituye uno de los problemas más frecuentes que debe enfrentar quien diseña estructuras en cauces, donde existe una compleja interrelación entre el agua, estructura y lecho.

En la presente Tesis **“ESTUDIÓ EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”**, se estudiara la erosión local debido a la operación de 4 compuertas, la primera compuerta es de 0.25 m de ancho, la segunda y la tercera son de 0.50 m de ancho y la cuarta es de 0.269 m de ancho, el control de aguas arriba se controla con las compuertas circulares que corresponden al barraje móvil, las compuertas están elaboradas de acero rectangular 1”x 3 mm de espesor, con pantalla de plexiglás de 6 mm de espesor, el tirante aguas abajo se controlara con una placa deslizante y el control de caudal se realizara con la ayuda de un limnómetro que se encuentra en el vertedero rectangular, que se encuentra aguas arriba de la zona de experimentación. El fenómeno de erosión local, se debe a un chorro de agua horizontal que fluye sobre un solado rígido (poza de disipadora), hacia un lecho móvil erosionable no cohesivo, el chorro es producido por el flujo a atraviesa las compuertas radiales, dicha compuerta a su vez regula el nivel de aguas, según ha sido indicado, esta investigación permitirá explicar algunos aspectos del fenómeno de erosión local, basándose en el estudio **“ESTUDIO EN MODELO FÍSICO DE LA PRESA DERIVADORA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA NAPO MAZÁN (IQUITOS)”**.



y 20 m. El chorro fue generado por un aliviadero de cresta conopial seguido de una poza tranquilizadora de escalón positivo. Generalmente se probaron lechos arenosos casi uniformes, pero también se realizaron pruebas adicionales con un lecho especial de esferas de plomo. Luego, se propusieron modelos empíricos para estimar: 1 la profundidad máxima de socavación en la etapa de cuasi-equilibrio y su distancia horizontal desde el borde de la cubeta tranquilizadora; 2 la variación temporal de la profundidad de socavación; y 3 los perfiles de socavación axial. La propuesta de las ecuaciones concuerdan bien con los datos experimentales.

Miranda Miyazaki y Sanchez Valencia, 2021, estudiaron el salto hidráulico tridimensional utilizando modelos físicos y numéricos, se realizaron pruebas de laboratorio de hasta 15 horas de duración en un canal de 1.9 m de ancho y de 14 m de largo. 4 compuertas producían un salto hidráulico sumergido en la poza disipadora, se probaron para su validación propósitos; el estudio se centró en la evolución temporal de la profundidad de la erosión máxima aguas abajo de la poza disipadora y la eficiencia de los modelos numéricos para reproducir fenómenos como la turbulencia. El desarrollo de la presente tesis de investigación consta de los capítulos mostrados a continuación.

Capítulo I: Planteamiento del Problema: Se describe el problema tanto general como los específicos, las justificaciones, los objetivos, las hipótesis, las variables, y las limitaciones de la investigación.

Capítulo II: Marco Teórico: En este capítulo, se presentan investigaciones relacionadas con el tema tomadas como antecedentes, así también se desarrollan los aspectos teóricos pertinentes.

Capítulo III: Metodología: En este capítulo, se señala el tipo, el nivel y método de la investigación, se indica también el diseño de la investigación, la población y la muestra, los instrumentos de recolección de datos e instrumentos de ingeniería, sus procedimientos respectivos, análisis de datos y el flujograma de ingeniería.

Capítulo IV: Resultados: Se desarrolló el análisis e interpretación de los resultados, para corroborar las hipótesis y cumplir los objetivos planteados. En éste se presenta resúmenes de los resultados obtenidos.

Capítulo V: Discusión: Este capítulo indica el contraste de los resultados con el marco teórico, comentarios de los resultados, aporte de la investigación, las conclusiones, recomendaciones producto de la investigación, los anexos y apéndices.



INDICE GENERAL

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1. Identificación del problema.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Formulación Interrogativa del problema general.....	2
1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos.....	2
2. Justificación e importancia de la investigación	3
2.1. Justificación técnica.....	3
2.2. Justificación social.....	3
2.3. Justificación por vialidad.....	3
2.4. Justificación por relevancia	3
3. Limitaciones de la investigación	4
3.1. Primera limitación de lugar.	4
3.2. Segunda limitación de caso de estudio y análisis	5
3.3. Tercera limitación de procedencia de datos.	5
4. Objetivo de la Investigación.....	7
4.1. Objetivo general	7
4.2. Objetivos específicos.....	8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	9
1. Antecedentes de la Tesis	9
1.1. Antecedentes a nivel nacional	9
1.2. Antecedentes a nivel internacional	12
2. Aspectos teóricos pertinentes	18
2.1. Hidráulica experimental	18
2.2. Modelos físicos	19
2.3. Teoría de similitud	20
2.3.1. Similitud geométrica.....	20
2.3.2. Similitud cinemática	20
2.3.3. Similitud dinámica.....	21
2.3.4. Similitud mecánica.....	21
2.3.5. Derivación de los criterios de similitud mecánica perfecta	22
2.3.6. Similitud mecánica no perfecta o aproximada.....	25
2.3.7. Límites de validez de los criterios de similitud mecánica aproximada	27
2.4. Erosión.....	27



2.4.1. Tipos de erosión.....	28
2.4.1.1. Erosión general.	28
2.4.1.2. Erosión transversal.....	28
2.4.1.3. Erosión local	29
2.4.1.4. Erosión a largo plazo	29
2.4.1.5. Erosión total	30
2.4.2. Tipo de erosión según CLAID	31
2.4.2.1. Erosión en cárcavas.....	31
2.4.2.2. Erosión caminar	31
2.4.2.3. Erosión en surcos	31
2.4.2.4. Erosión eólica.....	31
2.4.3. Erosión en estructuras	31
2.4.3.1. Erosión local al pie de compuertas.	31
2.4.3.2. Erosión local al pie de pilas de puentes.	32
2.4.3.3. Erosión local en estribos	33
2.5. Barraje	33
2.5.1. Tipos.	34
2.5.1.1. Barraje fijo.	34
2.5.1.2. Barraje móvil.	34
2.5.1.3. Barraje mixto	34
2.6. Poza disipadora de energía.	34
2.7. Propiedades físicas del lecho.....	35
2.7.1. Granulometría	35
2.7.2. Proctor estándar	37
2.7.3. Gravedad específica	37
2.7.4. Densidad de campo	37
2.8. Equipamiento experimental.....	37



2.8.1. Cisterna	37
2.8.2. Bombas	38
2.8.3. Tanque elevado.	38
2.8.4. Zona de disipación de energía.....	39
2.8.5. Canal experimental	40
2.8.6. Desarenador	41
2.9. Equipos de medición	41
2.9.1. Equipo para medición de temperatura	41
2.9.2. Equipamiento para medición de tirantes.....	42
2.9.3. Equipamiento para la medición de velocidad.	43
2.10. Lecho	46
2.10.1. Preparación de lecho	47
2.11. Hipótesis	48
2.11.1. Hipótesis general.....	48
2.11.2. Sub hipótesis	48
2.12. Definición de variables	48
2.12.1. Variables dependientes	48
2.12.2. Indicadores de variables dependientes.....	48
2.12.3. Variables independientes	49
2.12.4. Indicadores de variables independientes.....	49
2.12.5. Cuadro de operacionalización de variables.....	49
CAPITULO III: METODOLOGÍA	55
1. Metodología de la investigación	55
1.1. Enfoque de la investigación.....	55
1.2. Nivel o alcance de la investigación	55
1.3. Método de investigación.....	55
2. Diseño de la investigación.....	55
2.1. Diseño metodológico.....	55
2.2. Diseño de ingeniería	55
3. Población y muestra	57
3.1. Población	57
3.1.1. Descripción de la población.....	57
3.1.2. Cuantificación de la población.....	57
3.2. Muestra	57



3.2.1. Descripción de la muestra.....	57
3.2.2. Cuantificación de la muestra.....	58
3.2.3. Método de muestreo.....	58
4. Instrumentos.....	58
4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos.....	58
4.2. Instrumentos de ingeniería.....	59
4.3. Fichas de recolección de datos.....	59
5. Procedimiento de recolección de datos.....	68
5.1. Muestreo y análisis granulométrico.....	68
5.1.1. Equipos e instrumentos.....	68
5.1.2. Procedimientos.....	68
5.1.3. Toma de datos.....	70
5.2. Gravedad específica.....	70
5.2.1. Equipos e instrumentos.....	70
5.2.2. Preparación de la muestra.....	70
5.2.3. Procedimientos.....	71
5.3. Proctor estándar.....	72
5.4. Determinación de densidad de campo.....	72
5.4.1. Equipos e instrumentos.....	72
5.4.2. Preparación de la muestra.....	73
5.4.3. Procedimientos.....	74
5.4.4. Toma de datos.....	76
5.5. Determinación de abertura de compuertas.....	79
5.5.1. Determinación de abertura de compuertas.....	79
5.5.2. Calibración del modelo.....	87
5.6. Determinación de los tirantes aguas arriba y abajo.....	88
5.7. Determinación de temperatura.....	89
5.8. Determinación de la presión estática.....	95
5.9. Determinación de los perfiles de erosión.....	103
5.10. Determinación de velocidad.....	132
6. Procesamiento y análisis de datos.....	132
6.1. Procesamiento, muestreo y análisis granulométrico.....	132



6.1.1. Procesamiento o cálculo de la prueba	132
6.1.2. Procesamiento de datos	133
6.1.3. Grafico	133
6.2. Procesamiento de gravedad especifica	134
6.2.1. Procesamiento o cálculo	134
6.2.2. Procesamiento de datos	135
6.3. Proctor estándar	137
6.3.1. Procesamiento o cálculo	137
6.4. Procesamiento de la densidad de campo	137
6.4.1. Procesamiento o cálculo	137
6.4.2. Procesamiento de datos	139
6.4.3. Grafico	145
6.4.4. Análisis del ensayo	146
6.5. Procesamiento de abertura de compuertas	146
6.5.1. Cálculo del error absoluto	146
6.5.2. Procesamiento	146
6.5.3. Análisis	152
6.6. Procesamiento de tirantes aguas arriba y aguas abajo	153
6.6.1. Procesamiento o cálculo	153
6.6.2. Procesamiento de datos	153
6.6.3. Análisis del calculo	155
6.7. Procesamiento de temperatura	155
6.7.1. Procesamiento	155
6.7.2. Análisis del calculo	156
6.8. Procesamiento de presión estática	156
6.8.1. Procesamiento o cálculo	156
6.8.2. Procesamiento de datos	156
6.8.3. Grafico	163
6.8.4. Análisis	166
6.9. Procesamiento de erosión	166



6.9.1. Descripción del modelo	166
6.9.2. Cálculo de erosión teórica.....	167
6.9.2.1. Formula de Bormann y Julien (1991)	167
6.9.2.2. Formula Ivanissevich (1980)	169
6.9.2.3. Formula de Qyum (1960).....	170
6.9.2.4. Formula de Oliveto y Comuniello	170
6.9.2.5. Formula Jeager y Abecasis Manzanares (1954)	172
6.9.2.6. Formula Zimmerman y Maniak (1967)	172
6.9.3. Procesamiento de fotografías	179
6.9.4. Gráficos de perfiles de erosión	240
6.9.5. Análisis de erosión	242
6.10. Procesamiento de perfiles de velocidad.....	243
6.10.1. Procesamiento de perfiles de velocidad	243
6.10.2. Procesamiento de datos de velocidad	244
6.10.3. Análisis	282
CAPITULO IV: RESULTADOS	283
1. Resultados de análisis granulométrico	283
2. Resultados de gravedad especifica	283
3. Resultados de proctor estándar	285
4. Resultados de densidad de campo	286
5. Resultados de abertura de compuertas	287
6. Resultados de los tirantes aguas arriba y abajo	287
7. Resultados de temperatura.....	288
8. Resultados de presión estática	293
9. Resultados de erosión	294
10. Resultados de velocidad	303
CAPITULO V: DISCUSIÓN	307
1. Contraste de resultados con referencia de marco teórico	307
2. Interpretación de resultados encontrados en la investigación	307
3. Comentarios de la demostración de la hipótesis.....	308
4. Aportes de la investigación	308
5. Incorporación de temas nuevos que se han presentado durante el proceso de la investigación que no estaba considerado dentro de los objetivos de la investigación	309
GLOSARIO	310
CONCLUSIONES.....	311
RECOMENDACIONES	313
REFERENCIAS	314



ANEXOS.....	316
ANEXOS 01: SOLICITUD DE USO DE INSTALACIONES DEL LNH-UNI.....	316
ANEXOS 02: PERMISO DE USO DE DATOS	317
ANEXOS 03: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	318
ANEXOS 04: MATRIZ DE CONSISTENCIA	325
ANEXOS 05: INFORME DE TURNITIN	326
ANEXOS 06: PLANOS	328
ANEXOS 07: HOJAS DE CALCULO	330

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Detalle de Compuertas</i>	<i>vi</i>
<i>Figura 2: Erosión local aguas abajo de la Bocatoma Chavimochic.....</i>	<i>1</i>
<i>Figura 3: Erosión local aguas abajo de la Bocatoma Racarrumi.....</i>	<i>2</i>
<i>Figura 4: Ubicación- Zona de Estudió</i>	<i>4</i>
<i>Figura 5: Ubicación de la zona de Estudió</i>	<i>5</i>
<i>Figura 6: Chorro horizontal sumergido sobre lecho erosionable.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7: Evaluación de Erosión local aguas abajo de una plataforma.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8: Erosión al pie de una Compuerta</i>	<i>32</i>
<i>Figura 9: erosión local al pie de estribo de un puente</i>	<i>32</i>
<i>Figura 10: Erosión local en estribos</i>	<i>33</i>
<i>Figura 11: Disposición típica de los principales elementos de una bocatoma</i>	<i>35</i>
<i>Figura 12: Sonda del Vectrino Profiler</i>	<i>44</i>
<i>Figura 13: Esquematzación de la transmisión del pulso de la sonda central.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 14: Longitud de transmisión e intersección desde el transductor central.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 15: Sistema de coordenadas del Vectrino Profiler</i>	<i>45</i>
<i>Figura 16: Detalle de corte del modelo físico</i>	<i>95</i>
<i>Figura 17: Puntos de colecta de velocidad.....</i>	<i>132</i>
<i>Figura 18: Erosión aguas debajo de una poza disipadora de energía.....</i>	<i>167</i>
<i>Figura 19: Erosión al pie de un umbral con chorro sumergido.....</i>	<i>168</i>
<i>Figura 20: Erosión al pie de una compuerta seguida por un torrente.....</i>	<i>169</i>
<i>Figura 21: Erosión local aguas abajo de una poza disipadora.</i>	<i>171</i>
<i>Figura 22: Data extraction begin – Ventana 01</i>	<i>180</i>
<i>Figura 23: Data extraction begin – Ventana 02</i>	<i>181</i>
<i>Figura 24: Data extraction begin – Ventana 03</i>	<i>181</i>
<i>Figura 25: Data extraction begin – Ventana 04</i>	<i>182</i>
<i>Figura 26: Data extraction begin – Ventana 05.....</i>	<i>182</i>
<i>Figura 27: Data extraction begin – Ventana 06.....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 28: Data extraction begin – Ventana 06.....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 29: Condiciones iniciales de la línea de conducción.....</i>	<i>318</i>
<i>Figura 30: Condiciones iniciales de la línea de conducción.....</i>	<i>318</i>
<i>Figura 31: Mantenimiento de compuertas.....</i>	<i>319</i>
<i>Figura 32: Mantenimiento de muros divisores del barraje</i>	<i>319</i>
<i>Figura 33: Cuadrícula de la ventana de observación de Erosión.....</i>	<i>320</i>
<i>Figura 34: Limpieza de canal de ensayo</i>	<i>320</i>
<i>Figura 35: Colocado de Plexiclass cuadrículado.....</i>	<i>321</i>



<i>Figura 36: Preparación de Computadora para la toma de datos de velocidad.....</i>	321
<i>Figura 37: Toma de datos con Vectrino profiler</i>	322
<i>Figura 38: Vista en funcionamiento de modelo físico</i>	322
<i>Figura 39: Toma de fotografías de la Erosión</i>	323
<i>Figura 40: Vista de Observación para la Erosión.....</i>	323
<i>Figura 41: Compuerta de aguas abajo de canal</i>	324
<i>Figura 42: Desarenador</i>	324

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Ubicación- Zona de Estudió</i>	4
<i>Tabla 2: Caudales de máximas avenidas del prototipo</i>	6
<i>Tabla 3: Datos del prototipo y modelo físico.....</i>	6
<i>Tabla 4: Control de tirantes aguas arriba</i>	7
<i>Tabla 5: Clasificación para erosión general</i>	28
<i>Tabla 6: Datos permisibles de granulometría</i>	36
<i>Tabla 7: Cuadro de operacionalización de variable</i>	54
<i>Tabla 8: Instrumentos de Ingeniería.....</i>	59
<i>Tabla 9: Formato de laboratorio - Granulometría.....</i>	60
<i>Tabla 10: Formato de laboratorio – Abertura de compuertas</i>	61
<i>Tabla 11: Formato de laboratorio – Cargas de agua</i>	62
<i>Tabla 12: Formato de laboratorio – Presiones estáticas</i>	63
<i>Tabla 13: Formato de laboratorio – Temperatura</i>	64
<i>Tabla 14: Formato de laboratorio – Ensayo de densidad de campo.....</i>	65
<i>Tabla 15: Formato de laboratorio – Gravedad específica de solidos.....</i>	66
<i>Tabla 16: Formato de laboratorio – Datos de velocidad</i>	67
<i>Tabla 17: Datos de análisis granulométrico.....</i>	70
<i>Tabla 18: Masa redondeada para el espécimen de ensayo</i>	71
<i>Tabla 19: Datos del ensayo de gravedad específica.....</i>	72
<i>Tabla 20: Datos de densidad de campo y contenido de humedad – Caudal 29.54 l/s.</i>	76
<i>Tabla 21: Datos de densidad de campo y contenido de humedad – Caudal 63.39 l/s</i>	76
<i>Tabla 22: Datos de densidad de campo y contenido de humedad-Caudal 105.34 l/s.</i>	77
<i>Tabla 23: Datos de densidad de campo y contenido de humedad – Caudal 148.23 l/s</i>	78
<i>Tabla 24: Datos de densidad de campo y contenido de humedad-Caudal 189.56 l/s.</i>	78
<i>Tabla 25: Datos de densidad de campo y contenido de humedad – Caudal 232.65 l/s</i>	79
<i>Tabla 26: Datos de abertura de compuertas – Caudal 29.54 l/s.....</i>	81
<i>Tabla 27: Datos de abertura de compuertas – Caudal 63.39 l/s.....</i>	82
<i>Tabla 28: Datos de abertura de compuertas – 105.39 l/s.....</i>	83
<i>Tabla 29: Datos de abertura de compuertas – 148.23 l/s.....</i>	84
<i>Tabla 30: Datos de abertura de compuertas – 189.56 l/s.....</i>	85
<i>Tabla 31: Datos de abertura de compuertas – 232.65 l/s.....</i>	86
<i>Tabla 32: Datos de control de tirantes aguas arriba.....</i>	89
<i>Tabla 33: Datos de control de tirantes aguas abajo.....</i>	89
<i>Tabla 34: Datos de temperatura – Caudal 63.39 l/s.....</i>	90
<i>Tabla 35: Datos de temperatura – Caudal 105.34 l/s.....</i>	91
<i>Tabla 36: Datos de temperatura – Caudal 148.23 l/s.....</i>	92



<i>Tabla 37: Datos de temperatura – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 38: Datos de temperatura – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 39: Datos de presiones estáticas – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 40: Datos de presiones estáticas – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 41: Datos de presiones estáticas – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 42: Datos de presiones estáticas – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 43: Datos de presiones estáticas – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 44: Datos de presiones estáticas – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 45: Procesamiento de datos de analisis granulométrico.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 46: Procesamiento de datos de gravedad especifica.....</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 47: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>139</i>
<i>Tabla 48: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>140</i>
<i>Tabla 49: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>141</i>
<i>Tabla 50: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>142</i>
<i>Tabla 51: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>143</i>
<i>Tabla 52: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>144</i>
<i>Tabla 53: Resumen de procesamiento de datos de densidad de campo.....</i>	<i>145</i>
<i>Tabla 54: Procesamiento y cálculo del error en compuerta-Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 55: Procesamiento y cálculo del error en compuertas -Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 56: Procesamiento y cálculo del error en compuertas -Caudal 105.39 l/s.....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla 57: Procesamiento y cálculo del error en compuertas -Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla 58: Procesamiento y cálculo del error en compuertas -Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 59: Procesamiento y cálculo del error en compuertas -Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 60: Cálculo de error absoluto – Tirantes aguas arriba.....</i>	<i>154</i>
<i>Tabla 61: Cálculo de error absoluto – Tirantes aguas abajo.....</i>	<i>155</i>
<i>Tabla 62: Temperatura durante el desarrollo de los ensayos.....</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 63: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>157</i>
<i>Tabla 64: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>158</i>
<i>Tabla 65: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 66: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 67: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>161</i>
<i>Tabla 68: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>162</i>
<i>Tabla 69: Erosión calculada - Formula de Bormann y Julien (1991).....</i>	<i>173</i>
<i>Tabla 70: Erosión calculada - Formula Ivanissevich (1980).....</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 71: Erosión calculada - Formula de Qyum (1960).....</i>	<i>175</i>
<i>Tabla 72: Erosión calculada - Formula de Oliveto y Comuniello.....</i>	<i>176</i>
<i>Tabla 73: Erosión calculada – Formula Jeager y Abecasis Manzanares (1954).....</i>	<i>177</i>
<i>Tabla 74: Erosión calculada – Formula Zimmerman y Maniak (1967).....</i>	<i>178</i>
<i>Tabla 75: Procesamiento de datos de erosión– hora 1.00 – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 76: Procesamiento de datos de erosión– hora 2.00 – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>185</i>
<i>Tabla 77: Procesamiento de datos de erosión– hora 3.00 – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>186</i>
<i>Tabla 78: Procesamiento de datos de erosión– hora 4.00 – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>187</i>
<i>Tabla 79: Procesamiento de datos de erosión– hora 5.00 – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 80: Procesamiento de datos de erosión– hora 6.00 – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 81: Procesamiento de datos de erosión– hora 7.00 – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 82: Procesamiento de datos de erosión– hora 8.00 – Caudal 29.54 l/s.....</i>	<i>191</i>



<i>Tabla 83: Procesamiento de datos de erosión– hora 1.00 – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>192</i>
<i>Tabla 84: Procesamiento de datos de erosión– hora 2.00 – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>193</i>
<i>Tabla 85: Procesamiento de datos de erosión– hora 3.00 – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>194</i>
<i>Tabla 86: Procesamiento de datos de erosión– hora 4.00 – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>195</i>
<i>Tabla 87: Procesamiento de datos de erosión– hora 5.00 – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>196</i>
<i>Tabla 88: Procesamiento de datos de erosión– hora 6.00 – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>197</i>
<i>Tabla 89: Procesamiento de datos de erosión– hora 7.00 – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>198</i>
<i>Tabla 90: Procesamiento de datos de erosión– hora 8.00 – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>199</i>
<i>Tabla 91: Procesamiento de datos de erosión– hora 9.00 – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>200</i>
<i>Tabla 92: Procesamiento de datos de erosión– hora 10.00 – Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla 93: Procesamiento de datos de erosión– hora 1.00 – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>202</i>
<i>Tabla 94: Procesamiento de datos de erosión– hora 2.00 – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>203</i>
<i>Tabla 95: Procesamiento de datos de erosión– hora 3.00 – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>204</i>
<i>Tabla 96: Procesamiento de datos de erosión– hora 4.00 – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>205</i>
<i>Tabla 97: Procesamiento de datos de erosión– hora 5.00 – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>206</i>
<i>Tabla 98: Procesamiento de datos de erosión– hora 6.00 – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>207</i>
<i>Tabla 99: Procesamiento de datos de Erosión– hora 7.00 – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 100: Procesamiento de datos de erosión– hora 8.00 – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>209</i>
<i>Tabla 101: Procesamiento de datos de erosión– hora 9.00 – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 102: Procesamiento de datos de erosión– hora 10.00 – Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>211</i>
<i>Tabla 103: Procesamiento de datos de erosión– hora 1.00 – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 104: Procesamiento de datos de erosión– hora 2.00 – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>213</i>
<i>Tabla 105: Procesamiento de datos de erosión– hora 3.00 – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 106: Procesamiento de datos de erosión– hora 4.00 – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>215</i>
<i>Tabla 107: Procesamiento de datos de erosión– hora 5.00 – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>216</i>
<i>Tabla 108: Procesamiento de datos de erosión– hora 6.00 – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>217</i>
<i>Tabla 109: Procesamiento de datos de erosión– hora 7.00 – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>218</i>
<i>Tabla 110: Procesamiento de datos de erosión– hora 8.00 – Caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>219</i>
<i>Tabla 111: Procesamiento de datos de erosión– hora 1.00 – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>220</i>
<i>Tabla 112: Procesamiento de datos de erosión– hora 2.00 – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>221</i>
<i>Tabla 113: Procesamiento de datos de erosión– hora 3.00 – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>222</i>
<i>Tabla 114: Procesamiento de datos de erosión– hora 4.00 – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>223</i>
<i>Tabla 115: Procesamiento de datos de erosión– hora 5.00 – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>224</i>
<i>Tabla 116: Procesamiento de datos de erosión– hora 6.00 – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>225</i>
<i>Tabla 117: Procesamiento de datos de erosión– hora 7.00 – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>226</i>
<i>Tabla 118: Procesamiento de datos de erosión– hora 8.00 – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>227</i>
<i>Tabla 119: Procesamiento de datos de erosión– hora 9.00 – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>228</i>
<i>Tabla 120: Procesamiento de datos de erosión– hora 10.00 – Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>229</i>
<i>Tabla 121: Procesamiento de datos de erosión– hora 1.00 – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>230</i>
<i>Tabla 122: Procesamiento de datos de erosión– hora 2.00 – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>231</i>
<i>Tabla 123: Procesamiento de datos de erosión– hora 3.00 – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>232</i>
<i>Tabla 124: Procesamiento de datos de erosión– hora 4.00 – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>233</i>
<i>Tabla 125: Procesamiento de datos de erosión– hora 5.00 – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>234</i>
<i>Tabla 126: Procesamiento de datos de erosión– hora 6.00 – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>235</i>
<i>Tabla 127: Procesamiento de datos de erosión– hora 7.00 – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>236</i>
<i>Tabla 128: Procesamiento de datos de erosión– hora 8.00 – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>237</i>



<i>Tabla 129: Procesamiento de datos de erosión– hora 9.00 – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>238</i>
<i>Tabla 130: Procesamiento de datos de erosión– hora 10.00 – Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>239</i>
<i>Tabla 131: Procesamiento de velocidades de 2+45-D a 2+75-D Caudal 29.54 l/s</i>	<i>244</i>
<i>Tabla 132: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+35-D Caudal 29.54 l/s</i>	<i>245</i>
<i>Tabla 133: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+95-D Caudal 29.54 l/s</i>	<i>246</i>
<i>Tabla 134: Procesamiento de velocidades de 2+45-B a 2+65-D Caudal 63.39 l/s.....</i>	<i>248</i>
<i>Tabla 135: Procesamiento de velocidades de 2+75-D a 2+85-D Caudal 63.39 l/s</i>	<i>249</i>
<i>Tabla 136: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+05-D Caudal 63.39 l/s</i>	<i>250</i>
<i>Tabla 137: Procesamiento de velocidades de 3+15-D a 3+35-D Caudal 63.39 l/s</i>	<i>251</i>
<i>Tabla 138: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+95-D Caudal 63.39 l/s</i>	<i>252</i>
<i>Tabla 139: Procesamiento de velocidades de 3+95-D a 4+25-D Caudal 63.39 l/s</i>	<i>253</i>
<i>Tabla 140: Procesamiento de velocidades de 2+45-B a 2+65-D Caudal 105.34 l/s.....</i>	<i>255</i>
<i>Tabla 141: Procesamiento de velocidades de 2+75-D a 2+85-D Caudal 105.34 l/s</i>	<i>256</i>
<i>Tabla 142: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+05-D Caudal 105.34 l/s</i>	<i>257</i>
<i>Tabla 143: Procesamiento de velocidades de 3+15-D a 3+35-D Caudal 105.34 l/s</i>	<i>258</i>
<i>Tabla 144: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+75-D Caudal 105.34 l/s</i>	<i>259</i>
<i>Tabla 145: Procesamiento de velocidades de 3+95-D Caudal 105.34 l/s</i>	<i>260</i>
<i>Tabla 146: Procesamiento de velocidades de 2+45-D a 2+65-D caudal 148.23 l/s</i>	<i>262</i>
<i>Tabla 147: Procesamiento de velocidades de 2+75-D a 2+85-D caudal 148.23 l/s</i>	<i>263</i>
<i>Tabla 148: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+05-D caudal 148.23 l/s</i>	<i>264</i>
<i>Tabla 149: Procesamiento de velocidades de 3+15-D a 3+35-D caudal 148.23 l/s</i>	<i>265</i>
<i>Tabla 150: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+75-D caudal 148.23 l/s.....</i>	<i>266</i>
<i>Tabla 151: Procesamiento de velocidades de 3+95-D caudal 148.23 l/s</i>	<i>267</i>
<i>Tabla 152: Procesamiento de velocidades de 2+45-D a 2+75-D caudal 189.56 l/s</i>	<i>269</i>
<i>Tabla 153: Procesamiento de velocidades de 2+65-D a 2+75-D caudal 189.56 l/s</i>	<i>270</i>
<i>Tabla 154: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+15-D caudal 189.56 l/s</i>	<i>271</i>
<i>Tabla 155: Procesamiento de velocidades de 3+15-D a 3+55-D caudal 189.56 l/s</i>	<i>272</i>
<i>Tabla 156: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+95-D caudal 189.56 l/s</i>	<i>273</i>
<i>Tabla 157: Procesamiento de velocidades de 3+95-D a 4+25-D caudal 189.56 l/s</i>	<i>274</i>
<i>Tabla 158: Procesamiento de velocidades de 2+45-D a 2+65-D caudal 232.65 l/s</i>	<i>276</i>
<i>Tabla 159: Procesamiento de velocidades de 2+75-D a 2+85-D caudal 232.65 l/s</i>	<i>277</i>
<i>Tabla 160: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+05-D caudal 232.65 l/s</i>	<i>278</i>
<i>Tabla 161: Procesamiento de velocidades de 3+15-D a 3+35-D caudal 232.65 l/s</i>	<i>279</i>
<i>Tabla 162: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+75-D caudal 232.65 l/s</i>	<i>280</i>
<i>Tabla 163: Procesamiento de velocidades de 3+95-D caudal 232.65 l/s</i>	<i>281</i>
<i>Tabla 164: Resultado del análisis granulométrico del lecho.</i>	<i>283</i>
<i>Tabla 165: Resultado de gravedad específica de solidos</i>	<i>284</i>
<i>Tabla 166: Resultado Proctor estándar – Referencia ASTM – D698.....</i>	<i>285</i>
<i>Tabla 167: Resultado de densidad de campo- método cono de arena.....</i>	<i>287</i>
<i>Tabla 168: Resultado de abertura de compuertas</i>	<i>287</i>
<i>Tabla 169: Resultado de tirantes aguas arriba</i>	<i>287</i>
<i>Tabla 170: Resultado de tirantes aguas abajo.....</i>	<i>288</i>
<i>Tabla 171: Resultado variación de temperatura y viscosidad.....</i>	<i>288</i>
<i>Tabla 172: Variación de Reynolds – Caudal 29.54 l/s</i>	<i>289</i>
<i>Tabla 173: Variación de Reynolds – Caudal 63.39 l/s</i>	<i>289</i>
<i>Tabla 174: Variación de Reynolds – Caudal 105.34 l/s</i>	<i>290</i>



<i>Tabla 175: Variación de Reynolds – Caudal 148.23 l/s</i>	290
<i>Tabla 176: Variación de Reynolds – Caudal 189.56 l/s</i>	291
<i>Tabla 177: Variación de Reynolds – Caudal 232.65 l/s</i>	292
<i>Tabla 178: Resultado de presiones estáticas – Poza disipadora</i>	293
<i>Tabla 179: Resultado de Erosión– Caudal 29.54 l/s</i>	294
<i>Tabla 180: Resultado de Erosión– Caudal 63.39 l/s</i>	295
<i>Tabla 181: Resultado de Erosión– Caudal 105.34 l/s</i>	296
<i>Tabla 182: Resultado de Erosión– Caudal 148.23 l/s</i>	296
<i>Tabla 183: Resultado de Erosión– Caudal 189.56 l/s</i>	297
<i>Tabla 184: Resultado de Erosión– Caudal 232.65 l/s</i>	298
<i>Tabla 185: Ubicación del cuenco de erosión</i>	300
<i>Tabla 186: Erosión observada y Calculada según ANA</i>	300
<i>Tabla 187: Resumen de Erosión calculada y observada</i>	301
<i>Tabla 188: Erosión local en modelo físico y prototipo</i>	303
<i>Tabla 189: Resultados de velocidad media – caudal 29.54 l/s</i>	303
<i>Tabla 190: Resultados de velocidad media – Caudal 63.39 l/s</i>	304
<i>Tabla 191: Resultados de velocidad media – Caudal 105.34 l/s</i>	304
<i>Tabla 192: Resultados de velocidad media – Caudal 148.23 l/s</i>	305
<i>Tabla 193: Resultados de velocidad media – Caudal 189.56 l/s</i>	305
<i>Tabla 194: Resultados de velocidad media – Caudal 232.65 l/s</i>	306

INDICE DE FOTOGRAFIAS

<i>Fotografía 1: Erosión Transversal del Rio Huatanay, Cusco</i>	29
<i>Fotografía 2: Erosión total Río Huatanay, Cusco</i>	30
<i>Fotografía 3: Bombas centrífuga de 50 hp y 30hp</i>	38
<i>Fotografía 4: Tanque elevado y línea de impulsión</i>	39
<i>Fotografía 5: Zona de disipación de energía</i>	39
<i>Fotografía 6: Canal experimental</i>	40
<i>Fotografía 7: Ventana de observación de erosión</i>	40
<i>Fotografía 8: Desarenador e ingreso a la cisterna</i>	41
<i>Fotografía 9: Desarenador e ingreso a la cisterna</i>	42
<i>Fotografía 10: Regla metálica para medición de tirante aguas abajo</i>	42
<i>Fotografía 11: Regla metálica para medición de tirante aguas arriba</i>	43
<i>Fotografía 12: Partes principales del soporte del Vectrino Profiler y el puente movil</i>	46
<i>Fotografía 13: Arena usada para los ensayos</i>	47
<i>Fotografía 14: Lecho compactado y nivelado previo al ensayo</i>	47
<i>Fotografía 15: Cuarteo de la muestra de arena</i>	68
<i>Fotografía 16: Cuarteo de la muestra de arena</i>	69
<i>Fotografía 17: Ensayo de granulometría de arena</i>	69
<i>Fotografía 18: Toma de muestra para el ensayo cono de arena</i>	72
<i>Fotografía 19: Proceso de cambio y compactado de lecho</i>	73
<i>Fotografía 20: Extracción de muestra para el ensayo cono de arena</i>	74



<i>Fotografía 21: Extracción de la muestra con cucharón metálico.</i>	75
<i>Fotografía 22: Embudo invertido para el descenso de la arena calibrada.</i>	75
<i>Fotografía 23: Tanque elevado y válvula de control.</i>	87
<i>Fotografía 24: Vertedero rectangular y limnómetro.</i>	87
<i>Fotografía 25: Saturación de lecho en el canal de experimentación</i>	88
<i>Fotografía 26: Regla metálica para medir tirante aguas arriba y abajo.</i>	88
<i>Fotografía 27: Tablero de piezómetros</i>	95
<i>Fotografía 28: Ubicación de piezómetros.</i>	96
<i>Fotografía 29: Erosión inicial hora 00 – Caudal 29.55 l/s</i>	103
<i>Fotografía 30: Erosión hora 01 – Caudal 29.55 l/s</i>	103
<i>Fotografía 31: Erosión hora 02 – Caudal 29.55 l/s</i>	104
<i>Fotografía 32: Erosión hora 03 – Caudal 29.55 l/s</i>	104
<i>Fotografía 33: Erosión hora 04 – Caudal 29.55 l/s</i>	105
<i>Fotografía 34: Erosión hora 05 – Caudal 29.55 l/s</i>	105
<i>Fotografía 35: Erosión hora 06 – Caudal 29.55 l/s</i>	106
<i>Fotografía 36: Erosión hora 07 – Caudal 29.55 l/s</i>	106
<i>Fotografía 37: Erosión hora 08 – Caudal 29.55 l/s</i>	107
<i>Fotografía 38: Erosión hora 09 – Caudal 29.55 l/s</i>	107
<i>Fotografía 39: Erosión hora 03 – Caudal 63.39 l/s</i>	108
<i>Fotografía 40: Erosión hora 04 – Caudal 63.39 l/s</i>	108
<i>Fotografía 41: Erosión hora 05 – Caudal 63.39 l/s</i>	109
<i>Fotografía 42: Erosión hora 06 – Caudal 63.39 l/s</i>	109
<i>Fotografía 43: Erosión hora 07 – Caudal 63.39 l/s</i>	110
<i>Fotografía 44: Erosión hora 08 – Caudal 63.39 l/s</i>	110
<i>Fotografía 45: Erosión hora 09 – Caudal 63.39 l/s</i>	111
<i>Fotografía 46: Erosión hora 10 – Caudal 63.39 l/s</i>	111
<i>Fotografía 47: Erosión hora 00 – Caudal 105.34 l/s</i>	112
<i>Fotografía 48: Erosión hora 01 – Caudal 105.34 l/s</i>	112
<i>Fotografía 49: Erosión hora 02 – Caudal 105.34 l/s</i>	113
<i>Fotografía 50: Erosión hora 03 – Caudal 105.34 l/s</i>	113
<i>Fotografía 51: Erosión hora 04 – Caudal 105.34 l/s</i>	114
<i>Fotografía 52: Erosión hora 05 – Caudal 105.34 l/s</i>	114
<i>Fotografía 53: Erosión hora 06 – Caudal 105.34 l/s</i>	115
<i>Fotografía 54: Erosión hora 07 – Caudal 105.34 l/s</i>	115
<i>Fotografía 55: Erosión hora 08 – Caudal 105.34 l/s</i>	116
<i>Fotografía 56: Erosión hora 09 – Caudal 105.34 l/s</i>	116
<i>Fotografía 57: Erosión hora 10 – Caudal 105.34 l/s</i>	117
<i>Fotografía 58: Erosión hora 01 – Caudal 148.23 l/s</i>	117
<i>Fotografía 59: Erosión hora 02 – Caudal 148.23 l/s</i>	118
<i>Fotografía 60: Erosión hora 03 – Caudal 148.23 l/s</i>	118
<i>Fotografía 61: Erosión hora 04 – Caudal 148.23 l/s</i>	119
<i>Fotografía 62: Erosión hora 05 – Caudal 148.23 l/s</i>	119
<i>Fotografía 63: Erosión hora 06 – Caudal 148.23 l/s</i>	120
<i>Fotografía 64: Erosión hora 07 – Caudal 148.23 l/s</i>	120
<i>Fotografía 65: Erosión hora 08 – Caudal 148.23 l/s</i>	120
<i>Fotografía 66: Erosión hora 00 – Caudal 189.56 l/s</i>	121



<i>Fotografía 67: Erosión hora 01 – Caudal 189.56 l/s</i>	121
<i>Fotografía 68: Erosión hora 02 – Caudal 189.56 l/s</i>	122
<i>Fotografía 69: Erosión hora 03 – Caudal 189.56 l/s</i>	122
<i>Fotografía 70: Erosión hora 04 – Caudal 189.56 l/s</i>	123
<i>Fotografía 71: Erosión hora 05 – Caudal 189.56 l/s</i>	123
<i>Fotografía 72: Erosión hora 06 – Caudal 189.56 l/s</i>	124
<i>Fotografía 73: Erosión hora 07 – Caudal 189.56 l/s</i>	124
<i>Fotografía 74: Erosión hora 08 – Caudal 189.56 l/s</i>	125
<i>Fotografía 75: Erosión hora 09 – Caudal 189.56 l/s</i>	125
<i>Fotografía 76: Erosión hora 10 – Caudal 189.56 l/s</i>	126
<i>Fotografía 77: Erosión hora 00 – Caudal 232.65 l/s</i>	126
<i>Fotografía 78: Erosión hora 01 – Caudal 232.65 l/s</i>	127
<i>Fotografía 79: Erosión hora 02 – Caudal 232.65 l/s</i>	127
<i>Fotografía 80: Erosión hora 03 – Caudal 232.65 l/s</i>	128
<i>Fotografía 81: Erosión hora 4 – Caudal 232.65 l/s</i>	128
<i>Fotografía 82: Erosión hora 5 – Caudal 232.65 l/s</i>	129
<i>Fotografía 83: Erosión hora 6 – Caudal 232.65 l/s</i>	129
<i>Fotografía 84: Erosión hora 7 – Caudal 232.65 l/s</i>	130
<i>Fotografía 85: Erosión hora 8 – Caudal 232.65 l/s</i>	130
<i>Fotografía 86: Erosión hora 9 – Caudal 232.65 l/s</i>	131
<i>Fotografía 87: Erosión hora 10 – Caudal 232.65 l/s</i>	131
<i>Fotografía 88: Ventana con niveles de erosión.</i>	179
<i>Fotografía 89: Ventana de Plexiglás y perfil de erosión.</i>	180

INDICE DE GRAFICOS

<i>Gráfico 1: Curva de descarga del prototipo.</i>	80
<i>Gráfico 2: Análisis granulométrico del lecho</i>	134
<i>Gráfico 3: Densidad de lecho VS Contenido de humedad</i>	145
<i>Gráfico 4: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 29.54 l/s</i>	163
<i>Gráfico 5: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 63.39 l/s</i>	163
<i>Gráfico 6: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 105.34 l/s</i>	164
<i>Gráfico 7: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 148.23 l/s</i>	164
<i>Gráfico 8: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 189.56 l/s</i>	165
<i>Gráfico 9: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 232.65 l/s</i>	165
<i>Gráfico 10: Perfiles de erosión – Caudal 29.54 l/s</i>	240
<i>Gráfico 11: Perfiles de erosión – Caudal 63.39 l/s</i>	240
<i>Gráfico 12: Perfiles de erosión – Caudal 105.34 l/s</i>	241
<i>Gráfico 13: Perfiles de erosión – Caudal 148.23 l/s</i>	241
<i>Gráfico 14: Perfiles de erosión – Caudal 189.56 l/s</i>	242
<i>Gráfico 15: Perfiles de erosión – Caudal 232.65 l/s</i>	242
<i>Gráfico 16: Procesamiento de datos de velocidad</i>	243
<i>Gráfico 17: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 29.54 l/s</i>	247
<i>Gráfico 18: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 63.39 l/s</i>	254
<i>Gráfico 19: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 105.34 l/s</i>	261
<i>Gráfico 20: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 148.23 l/s</i>	268



<i>Gráfico 21: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 189.56 l/s.....</i>	<i>275</i>
<i>Gráfico 22: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 232.65 l/s.....</i>	<i>282</i>
<i>Gráfico 23: Curva densidad VS Contenido de humedad optimo</i>	<i>286</i>
<i>Gráfico 24: Resultado de presión estática en la poza disipadora</i>	<i>294</i>
<i>Gráfico 25: Resultado de Erosión– Caudal 29.54 l/s</i>	<i>295</i>
<i>Gráfico 26: Resultado de Erosión– Caudal 63.39 l/s</i>	<i>295</i>
<i>Gráfico 27: Resultado de Erosión– Caudal 105.34 l/s</i>	<i>296</i>
<i>Gráfico 28: Resultado de Erosión– Caudal 148.23 l/s</i>	<i>297</i>
<i>Gráfico 29: Resultado de Erosión– Caudal 189.56 l/s</i>	<i>297</i>
<i>Gráfico 30: Resultado de Erosión– Caudal 232.65 l/s</i>	<i>298</i>
<i>Gráfico 31: Ajuste de la erosión VS tiempo</i>	<i>299</i>
<i>Gráfico 32: Erosión observada Vs Erosión Calculada</i>	<i>299</i>
<i>Gráfico 33: Relación de Erosión observada Vs Erosión Calculada</i>	<i>301</i>
<i>Gráfico 34: Relación de Erosión Vs Caudal.....</i>	<i>302</i>



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. Identificación del problema.

1.1. Descripción del problema.

El estudio de la erosión a la salida de una poza disipadora de energía de una captación o presa, es de vital importancia estudiarla, ya que aguas abajo de la poza de disipación de energía se produce erosión local, que puede ser un riesgo para la poza de disipación. La erosión es una de las causas por las cuales muchas de las estructuras hidráulicas tienden a fallar, provocando posteriormente su colapso.

El problema de la erosión es extremadamente complejo, puesto que las condiciones del flujo, inclusive de turbulencia, en el lugar donde se produce la erosión son difíciles de evaluar, aun cuando esto sea posible, las propiedades de flujo no son fáciles de cuantificar, por eso el análisis teórico de la erosión local, se realiza mediante el uso de modelos experimentales, y hasta ahora la predicción de la erosión, está principalmente basada en resultados empíricos. En la actualidad varias de las bocatomas alrededor de nuestro Perú vienen sufriendo el fenómeno de erosión local aguas debajo de dichas estructuras, entre ellas se tiene la bocatoma de Chavimochic, que se encuentra en río Santa, en la ciudad de Trujillo, en el departamento de La Libertad, en los años 2014 y 2015 sufrió precipitaciones altas, dando como resultado un incremento en los caudales, y en el material sólido de arrastre, produciendo daños en el barraje y el blindaje, así como también erosión aguas abajo de la captación.

Figura 2: Erosión local aguas abajo de la Bocatoma Chavimochic



Fuente: <https://cdn-0.mapio.net/images-p/33337954.jpg>



La Bocatoma Racarrumi ubicada en el Río Chankay, en el Distrito de Llama, Provincia de Chota, Región Cajamarca, en el 1968 después de haber terminado su construcción en 1966, sufrió problemas de erosión local aguas abajo del barraje móvil y fijo de la captación.

Figura 3: Erosión local aguas abajo de la Bocatoma Racarrumi



Fuente: <https://cdn-0.mapio.net/images-p/33337954.jpg>

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Formulación Interrogativa del problema general

¿Cuál será la erosión local aguas abajo de la poza disipadora de energía, de un modelo físico a escala reducida 1/30?

1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

P1. ¿Cuáles serán las presiones estáticas en la poza disipadora de energía, del modelo físico a escala reducida 1/30?

P2. ¿Cuáles serán los perfiles de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, del modelo físico a escala reducida 1/30?

P3. ¿Cuáles serán las distribuciones de las velocidades en el cuenco de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, del modelo físico?

P4. ¿Cuál será la relación de los caudales estudiados con la erosión local máxima aguas abajo de la poza disipadora de energía, del modelo físico?



2. Justificación e importancia de la investigación

2.1. Justificación técnica

Debido a lo imposible de evaluar la interacción del agua, sedimentos, partículas removidas del lecho fluvial y la turbulencia en las zonas donde se produce erosión local, es muy limitada el conocimiento respecto a este tema, las formulaciones teóricas e incluso la experiencia de diseñadores hidráulicos, de ahí la importancia de un modelo físico que permite estudiar a detalle el fenómeno de la erosión local. La presente investigación se apoya en los estudios de la Ingeniería civil, dentro de la rama de la hidráulica, cuyos avances en el estudio de la erosión local son muy escaso, para esta investigación se realizó un modelo a escala reducida 1/30.

2.2. Justificación social

Con la presente investigación se podrá dar algunas consideraciones para el diseño de bocatomas, las cuales son de vital importancia para suministrar agua, para uso agrícolas y consumo, asimismo garantizar la vida útil de dichas estructuras, por ende, servir como base teoría y metodológica para el cálculo de bocatomas, y de igual modo para investigaciones futuras.

2.3. Justificación por vialidad

La presente investigación, es viable por tratarse del estudio de un problema frecuente en bocatomas, para tal fin se construyó, un modelo físico a escala reducida 1/30, en el Laboratorio Nacional de Hidráulica de la Universidad Nacional de Ingeniería en el año 2019, el canal cuenta con una ventana plexiglás de 10 mm de espesor, el cual nos permite observar el desarrollo de la erosión, en cuanto a la evaluación de la presión estáticas en la poza disipadora de energía, se colocaron piezómetros a lo largo de la poza disipadora y con respecto a la velocidad se hizo uso de un Velocímetro Acústico Doppler (ADV), también llamado como vectrino profiler propiedad del laboratorio nacional de hidráulica.

2.4. Justificación por relevancia

Debido a que no existe software alguno que permita predecir la erosión local aguas debajo de una poza disipadora, la única forma de estudiar, evaluar y conocer la erosión es a través de la construcción de modelos físicos, de ahí la relevancia de esta investigación. Con la presente investigación se podrá llegar a entender el tema de la erosión local en bocatomas o captaciones,

y con los resultados obtenidos, considerar algunos criterios para el diseño de bocatomas, asimismo servir como alcance a tesis y a investigadores que deseen estudiar dicho tema.

3. Limitaciones de la investigación

3.1. Primera limitación de lugar.

Esta investigación se limitó al área de división didáctica, del Laboratorio Nacional de Hidráulica de la Universidad Nacional de Ingeniería, de la ciudad de Lima, el área de división didáctica cumple con las condiciones de infraestructura y equipamiento para realizar dicha investigación.

Tabla 1: Ubicación- Zona de Estudio

UBICACIÓN:	UTM 18L, 276769.00 m - E 8670353.00 m S
ALTURA:	110.524 m.s.n.m.
DISTRITO:	Av. Tupac Amaru 210, Rímac.
DEPARTAMENTO:	Lima

Figura 4: Ubicación- Zona de Estudio



FUENTE: Google Earth.



Figura 5: Ubicación de la zona de Estudió



FUENTE: https://lima2000.com/lima2000_old/dist2000.htm

3.2. Segunda limitación de caso de estudio y análisis

La investigación se limitó a estudiar y analizar experimental la erosión aguas abajo de la poza disipadora de un modelo físico a escala reducida 1/30, esta investigación se considera una evaluación experimental de agua clara, ya que no se aportó sedimentos aguas arriba del barraje, durante el desarrollo de los ensayos; el lecho donde se evalúa la erosión, está conformado por arena cuasi uniforme con un diámetro medio $d_{50} = 0.24$ mm y módulo de fineza 2.16.

3.3. Tercera limitación de procedencia de datos.

Los datos para esta investigación tienen como base el proyecto: “ESTUDIO EN MODELO FÍSICO DE LA PRESA DERIVADORA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA NAPO MAZÁN (IQUITOS)”. El prototipo de este proyecto está conformado por una presa derivadora comprende dos (2) partes: barraje móvil de unos 500 m de longitud y un dique de tierra de 300 m de longitud, el barraje móvil consiste de 24 bahías, siendo cada una de 15 m de ancho y con compuertas radiales de 10.5 m de alto. Aguas abajo de las compuertas, hay una cámara de amortiguación de 73 m de longitud.

Los datos relevantes del diseño para la construcción y funcionamiento del modelo son:

Nivel máximo de operación normal: 91.80 msnm



Nivel mínimo de operación normal: 84.80 msnm

Para el diseño del prototipo se consideró las siguientes descargas de caudales pico serán consideradas en las pruebas del prototipo:

Tabla 2: Caudales de máximas avenidas del prototipo

Periodo de retorno	Caudales pico m ³ /s
5 años	12208
10 años	13111
20 años	14004
100 años	16140
1000 años	19511
10000 años	23416

FUENTE: Proyecto central hidroeléctrico napo Mazán (Iquitos)

Con estos caudales pico de máximas avenida se realizó una simulación en el software HecRas, con el objetivo de desarrollar las curvas de descarga para las compuertas para mantener un nivel constante aguas arriba de 91.6 m.s.n.m. Así mismo estudiar la disipación de la energía en la poza disipadora y mejorarla si es necesario, estudiar y verificar la socavación del cuenco amortiguador y proponer medidas de protección.

Tabla 3: Datos del prototipo y modelo físico

PROTOTIPO			MODELO		
Caudal m ³ /s (Ecuación del Modelo HecRas)	Caudal m ³ /s (3 Compuertas)	Abertura de compuerta cm (de la Ecuación de HecRas)	Tirante aguas abajo h _{tw} (m)	Caudal (l/s)	Abertura de compuerta (m)
1165.50	145.69	44.04	0.050	29.55	0.015
2497.00	312.13	81.76	0.083	63.32	0.027
3994.50	499.31	132.65	0.116	101.29	0.044
5658.00	707.25	199.69	0.150	143.47	0.067
7487.50	935.94	286.21	0.183	189.86	0.095
9280.62	1160.08	384.00	0.213	235.33	0.128
9483.00	1185.38	395.85	0.216	240.47	0.132
11644.50	1455.56	532.57	0.250	295.28	0.178
13972.00	1746.50	700.70	0.283	354.30	0.234
16465.50	2058.19	904.85	0.316	417.52	0.302
19125.00	2390.63	1150.01	0.350	484.96	0.383

FUENTE: Proyecto central hidroeléctrico napo Mazán (Iquitos)



Los caudales estudiados se muestran en la Tabla 3, de los cuales solo se evaluaron los 6 primeros caudales, debido a que la capacidad de las bombas empleadas, ya con estos datos a través de un proceso de regresión se determinara las erosiones para los caudales picos a nivel de prototipo y modelo físico.

En la Tabla 4 se muestra, el nivel constante de 0.32 m aguas arriba corresponde a un nivel de 91.6 m.s.n.m. En el prototipo, a esta altura se encuentra una bocatoma cuya función es captar y la evacuación de agua, ubicada aguas arriba del barraje, el nivel de 0.32 m resulta de la diferencia del nivel fijo y cota de fondo y dividida entre la escala.

Tabla 4: Control de tirantes aguas arriba

Control de tirante aguas arriba		
Prototipo		
Cota de fondo	82	m
Nivel fijo	91.6	m
Modelo físico		
En Regla base 0 cm (Yo)	32	cm

FUENTE: Proyecto central hidroeléctrico napo Mazán (Iquitos)

En cuanto al diámetro medio del lecho, $d_{50} = 0.24$ mm, se realizó el cálculo de la profundidad crítica de arrastre para el periodo de retorno de 5 años, dando como resultado, que las partículas del lecho deben ser inferiores a 0.4 mm, y el tirante mínimo es de 1.38 m en el prototipo y en modelo físico es de 0.046 m, es decir el tirante mínimo para que inicie la remoción de partículas del lecho, esto se puede corroborar en la hoja de cálculo adjuntada en anexos.

4. Objetivo de la Investigación

4.1. Objetivo general

Evaluar experimentalmente la erosión local aguas abajo de la poza disipadora de energía, del modelo físico a escala reducida 1/30.



4.2. Objetivos específicos

O1. Determinar las presiones estáticas en la poza disipadora de energía, del modelo físico en escala reducida 1/30.

O2. Determinar los perfiles de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, del modelo físico a escala reducida 1/30.

O3. Determinar las distribuciones de las velocidades en el cuenco de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, del modelo físico a escala reducida 1/30.

O4. Determinar la relación de los caudales estudiados con la erosión local máxima aguas abajo de la poza disipadora de energía, del modelo físico a escala reducida 1/30.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

1. Antecedentes de la Tesis

1.1. Antecedentes a nivel nacional

TEMA: “Estudió experimentales de erosión localizada a la salida de una compuerta”

AUTOR: Rocío Leslie Arista Alarcón.

Año: 2004, Lima – Perú

RESUMEN:

En la presente investigación se ha estudiado el fenómeno de erosión local debido a un chorro horizontal que fluye sumergido sobre un solado rígido hacia un lecho móvil erosionable no cohesivo. El chorro es producido por el flujo a través de una compuerta plana deslizante y el sumergimiento es controlado regulando una compuerta que se encuentra aguas abajo. Es un caso particular de erosión, que permite evaluar algunos aspectos del fenómeno de erosión local, se tuvo como objetivo de principal la variación de la erosión local en el tiempo aguas abajo del solado rígido, se evaluaron las siguientes variables para dicha investigación, velocidad a la salida del Chorro, abertura de compuerta, longitud del solado y tirante de sumergimiento como variables de flujo, y como variables de frontera o contorno las características del material del lecho y sedimento.

CONCLUSIONES

Los perfiles de erosión se desarrollan de manera gradual y ordenada hasta cierto instante, al profundizar el cuenco de erosión las partículas expuestas al movimiento no logran salir de esta zona, y se van depositando sobre el talud aguas arriba de la duna formada. También se concluyó que los perfiles de erosión muestran similitud de forma aproximada, y asumiendo tal similitud de forma que se considere una única dimensión como característica, del perfil de erosión simplificada y apreciable al análisis de este fenómeno. Sin embargo, debe indicarse q la forma del perfil guarda una estrecha relación con la velocidad de salida del chorro, el tiempo y la longitud del solado.

TEMA: “Estudió en modelo físico de la presa derivadora La Palma”



AUTOR: Luis Ricardo Rojas Ruiz.

Año: 2002, Lima – Perú

RESUMEN:

En la presente investigación realiza el estudio de modelo físico de la presa derivadora La Palma, dicho modelo fue construido en el Laboratorio Nacional de Hidráulica, el proyecto estuvo a cargo de la Consultora Ingeniería SISA, la presa derivadora se encuentra en el río Zarumilla, caracterizado por las precipitaciones torrenciales, de fuerte pendiente y con descargas irregulares y de gran transporte de sólidos.

La construcción del modelo físico de la presa derivadora La Palma, tiene como finalidad de proporcionar la información necesaria para el diseño definitivo de dicha presa, así como también determinar los caudales de máximas venidas de diseño, la capacidad de captación, definir las medidas de la presa derivadora, para disminuir la erosión aguas abajo. La presa derivadora La Palma se encuentra expuesta a fenómenos muy recurrente como el fenómeno de El Niño, que han causado daños irremediables a las infraestructuras hidráulicas, a lo largo de la costa peruana, cuando obras hidráulicas están expuestas a estos fenómenos, es necesario predecir las consecuencias, de ahí la importancia de estudiar los fenómenos desconocido a través de modelos hidráulicos.

El modelo físico de la presa derivadora La Palma, fue construida en una escala 1:25 basado principalmente en el criterio de similitud de la ley de Froude, debido a que predomina las fuerzas gravitacionales frente a las otras, esta escala permitió las mediciones sin errores trascendentales. Evaluándose las máximas avenidas de 1200 m³/s, dicho caudal representa 384 l/s, para las evaluaciones propuestas se tuvieron que implementar 2 alternativas, la primera con un barraje fijo y la siguiente con un barraje móvil.

Aguas abajo del modelo de la presa derivadora se usó de fondo móvil un material que se comporte de forma similar al del prototipo, dicha similitud fue en tamaño, distribución de granos y densidad específica del material.

CONCLUSIONES

Los ensayos con la alternativa 1, que corresponde a un barraje fijo, mostraron mayores niveles de erosión, alcanzando profundidades máximas de 5 m, caso contrario se mostró en el barraje móvil, ya que este contaba con un enrocado de protección aguas abajo del barraje móvil.



TEMA: “Caracterización hídrica y estimación de la erosión máxima en el cuenco amortiguador del proyecto Chaglla”

AUTOR: Gustavo Carrasco - Aparicio.

Año: 2019, Piura - Perú

RESUMEN:

(Carrasco Aparicio, 2019), desarrolló un modelo físico a escala reducida 1:50 del Proyecto Central Hidroeléctrica Chaglla, cuyo objetivo es determinar la máxima profundidad de erosión en el cuenco amortiguador, dicho modelo fue desarrollado por la Consultora Intertechme, y derivada al Instituto de Hidráulica e Hidrología e Ingeniería Sanitaria (IHHS).

La construcción del modelo físico cuenta con, túneles de los vertederos, túnel de desvío y su respectiva ventana de acceso, túnel de aducción (Longitud parcial), construidos en acrílicos transparentes, con la finalidad de visualizar los diversos fenómenos del flujo, mientras la conformación topográfica de la presa, ataguías y otras estructuras fueron construidas en cemento y acero. Inicialmente el modelo fue ensayado con un lecho móvil, con la finalidad obtener una conformación natural de la erosión, con materiales granulares no cohesivos, posteriormente se realizó con lecho fijo para el calibrado del modelo, en base a las curvas de descarga. Respecto a la modelación de sedimentos, se menciona que los resultados fueron de carácter cualitativo debido a que es imposible hacer cumplir simultáneamente la escala de traslación de flujo y de sedimentos, debido a la escala es imposible representar los sedimentos en suspensión, mientras que el lecho se pudo realizar su representación en su mayoría, según los resultados obtenidos, se asume que la erosión final de equilibrio es independiente al tamaño de sedimento.

CONCLUSIONES

Las líneas de corriente revelaron la formación de pequeños vórtices en la entrada de los túneles de vertedero, sin embargo, se consideró q estos no afectan las estructuras; y las velocidades registradas en las diferentes secciones de control siguen las distribuciones teóricas previstas.

De los resultados del análisis de la erosión en el modelo de la Central Hidroeléctrica Chaglla, se puede afirmar que la ecuación hs de Chain es la que mejor estima le erosión en el cuenco amortiguador; a partir del análisis de datos erosión obtenidos en la presente investigación se



demuestra que ni el ángulo de incidencia del chorro (θ_i) ni el tamaño representativo de las partículas del lecho influye considerablemente la estimación de la erosión.

1.2. Antecedentes a nivel internacional

TEMA: “Submerged horizontal jet over erodible bed” (*Chorro horizontal sumergido sobre lecho erosionable*)

AUTOR: Chatterjee, S. S. y Ghosh, S. N.

Año: 1980

RESUMEN:

(Chatterjee & Ghosh, 1980), estudiaron el caso de un chorro bidimensional que se dirige hacia un solado rígido y posteriormente hacia el lecho de arena erosionable, cuyo objetivo era hallar los parámetros hidráulicos que intervienen para el cálculo de transporte de sedimentos. En esta investigación se realizó mediciones en el interior del flujo, para describir la velocidad en el solado, y los perfiles de erosión y su variación en el tiempo. También fue de su interés describir la distribución de la velocidad en la capa límite, en la sección donde se presencia la erosión máxima, y donde el transporte de sedimentos depende del esfuerzo de corte, que actúa sobre el lecho durante el desarrollo de los perfiles de erosión.

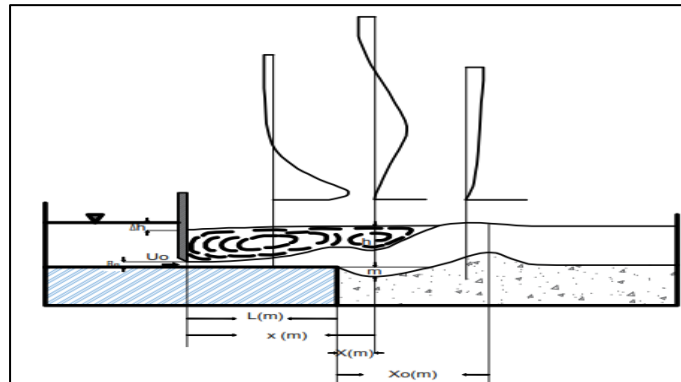
S. Chatterjee y S. Ghosh evaluaron la difusión del chorro, para ello evaluaron las siguientes variables U_0 velocidad de salida del chorro, B_0 grosor del chorro, L longitud del solado rígido, x abertura de la compuerta, h tirante de sumergimiento aguas abajo, Δh carga de agua, q caudal por unidad de ancho, d_m diámetro medio de las partículas de la superficie y t tiempo.

En la presente investigación se ha estudiado el fenómeno de flujos a superficie libre que ocurren en la naturaleza son de una complejidad tal que difícilmente pueden ser resueltos con métodos analíticos exactos; buscando aplicar modelos y simulaciones con la utilización de técnicas experimentales y numéricas que permitan la determinación de las variables que caracterizan el flujo en ríos. El flujo libre se presenta cuando los líquidos fluyen por la acción de la gravedad y solo están parcialmente confinados por un contorno sólido. En la predicción de las variables de flujo para diferentes condiciones tiene gran importancia el desarrollo de modelos y simulaciones numéricas hidrodinámicas con precisión adecuada que permiten la correcta planificación de obras.

CONCLUSIONES

Según los resultados se evaluaron la velocidad en el solado rígido y en cuenco de erosión, se observó que en el solado la velocidad desciende, y luego incrementa al pasar al cuenco de erosión. También obtuvieron relaciones para los perfiles de velocidad en la capa límite, en la sección de la erosión máxima y para las condiciones de equilibrio.

Figura 6: Chorro horizontal sumergido sobre lecho erosionable



Fuente: (Chatterjee & Ghosh, 1980)

Chatterjee y Ghosh (1980) analizaron los datos de prueba para la distribución de la velocidad y la caída de presión dinámica. Para desarrollar varias relaciones empíricas que rigen el proceso de erosión; el tiempo en el cual la erosión alcanza el equilibrio está directamente relacionado a la velocidad de ingreso al cuenco de erosión; también concluye que el tamaño de partícula del lecho tiene efecto en el desarrollo de la erosión.

TEMA: “Local scour downstream of an apron” (*Erosión local aguas abajo de una plataforma*)

AUTOR: Nik Hassan and Rangaswami Narayanan

Año: 1985

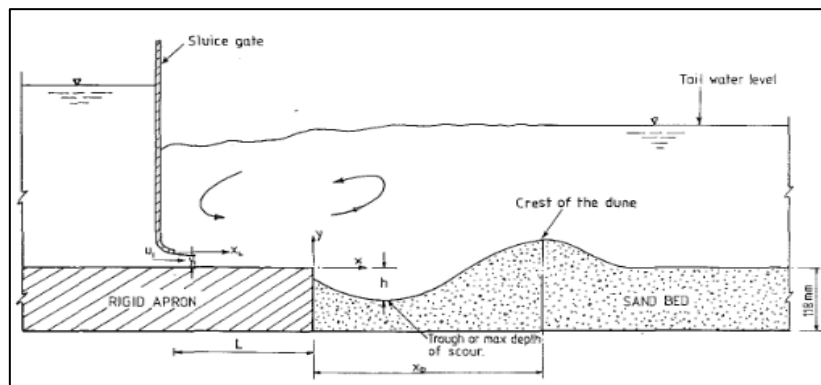
RESUMEN:

(Hassan & Narayanan, 1985), estudiaron un caso similar a la investigación por Chatterjee y Ghosh; se trata de la erosión local producida por chorro de pared, que fluye por un solado rígido y posteriormente llega a un lecho erosionable o arena no cohesiva, cabe mencionarse que en las pruebas realizadas se utilizaron aberturas de compuerta pequeñas comparadas con el tirante de sumergimiento, con respecto al estudio por Chatterjee y Ghosh.



Hassan y Narayanan al igual que la investigación de Chatterjee y Ghosh, evaluaron la distribución de los perfiles de velocidad en la capa límite, se pudo deducir lo siguiente, para una cierta variable de flujo y sedimento producen un perfil de erosión en un tiempo dado, otro juego de variables producirá ese mismo perfil de erosión en menor o mayor tiempo. Por lo cual este razonamiento fue utilizado por los autores para escoger sólo algunos perfiles de erosión y hacer mediciones en su interior para varias condiciones de flujo. También consideraron que las partículas de arena a lo largo del contorno del perfil de erosión estarían sometidas a la acción de fuerzas de fluido proporcionales al cuadrado de alguna velocidad característica, escogida como la velocidad máxima U_m , en la sección vertical que pasa por la posición de la máxima profundidad de erosión. Según las pruebas experimentales ejecutadas en un canal de observación de 91,5 cm de ancho y 3,9 m de largo. Como se muestra en la siguiente ilustración de un esquema simple del modelo. El lecho de arena tiene un espesor de 11,8 cm y se han ensayado arenas casi uniformes de 1,65 mm; 0,8 mm; y 0,5 mm de diámetro medio. La compuerta deslizante podía desplazarse de modo que su distancia al extremo del solado variara en el rango de 20,0 cm a 56,5 cm. Las aberturas de compuerta produjeron chorros de 0,59 cm a 1,53 cm de grosor, y el tirante de sumergimiento se mantuvo en el orden de 30 cm.

Figura 7: Evaluación de Erosión local aguas abajo de una plataforma



Fuente: (Hassan & Narayanan, 1985)

CONCLUSIONES

Según los resultados de los perfiles de erosión, muestran un incremento constante en sus dimensiones lineales para lapsos de tiempo del doble. Para verificar la similitud de forma en los perfiles de erosión según había sido hallado por otros investigadores se procedió a graficar los perfiles de manera adimensional, tomando la distancia horizontal desde el extremo final del



solado hasta la cresta de la duna (X0) como factor de escala de longitud; exhibiendo también que los perfiles de velocidad media en el cuenco de erosión tienen similitud.

TEMA: “Local Scour Downstream of Positive-Step Stilling Basins” (Erosión local aguas abajo de una Poza disipadora con un escalón positivo)

AUTOR: Giuseppe Oliveto and Victor Cumuniello.

Año: 2009

RESUMEN:

(Oliveto & Comuniello, 2009), investigaron la evolución temporal y espacial de la socavación local aguas abajo de los aliviaderos de baja carga. Los experimentos de flujo constante se realizaron en un canal recto rectangular de 1 m de ancho y 20 m de largo en la Universidad de Basilicata, Italia. El chorro fue generado por un aliviadero de cresta conopial seguido de una poza disipadora de escalón positivo. Generalmente se probaron lechos arenosos casi uniformes, pero también se realizaron pruebas adicionales con un lecho especial de esferas de plomo. Para evitar la combinación de los fenómenos de socavación local y general, las profundidades del agua de cola se establecieron de tal manera que el flujo de agua de cola las intensidades estaban por debajo del umbral del movimiento de los sedimentos. Como consecuencia, para cada ensayo se formó un salto hidráulico sumergido. Las pruebas fueron de largas duraciones del orden de días principalmente para lograr condiciones de cuasi-equilibrio. Luego, se propusieron modelos empíricos para estimar: 1 la profundidad máxima de socavación en la etapa de cuasi-equilibrio y su distancia horizontal desde el borde de la cubeta tranquilizadora; 2 la variación temporal de la profundidad de socavación; y 3 los perfiles de socavación axial. La propuesta las ecuaciones concuerdan bien con los datos experimentales.

El presente estudio es parte de un proyecto más amplio sobre el comportamiento hidráulico de una presa de derivación, dicha investigación se desarrolló en un modelo a escala reducida de la presa de Sauro Creek en el sur de Italia. Varios experimentos de laboratorio, en los que se basan los principales hallazgos de este artículo, abordaron los análisis espaciales y temporales de los procesos de erosión local aguas abajo de la poza disipadora de paso positivo.

CONCLUSIONES



En base al análisis dimensional se predijo la profundidad de la erosión extrema en la etapa de cuasi-equilibrio y la distancia horizontal desde borde de la poza disipadora, se concluyó que erosión máxima en equilibrio aumenta en $(Fd-1)$ y la distancia horizontal aumenta en $(Fd-1)^{3/4}$, considerando a estos resultados como signo de afinidad geométrica de los cuencos de erosión; donde Fd es el número de froude densimétrico de la partícula del lecho, de igual modo se realizó una regresión para determinar la erosión en un tiempo genérico.

TEMA: “Evaluación de la profundidad máxima de socavación a la salida de una estructura de flujo inferior (compuertas)”

AUTOR: Manuela Rodríguez, Jimena Paulina.

Año: 2012

RESUMEN:

(Muela Rodriguez , 2012), investigo tres casos, en el cual se podría presentar erosión, entre ellos fueron, a la salida de una compuerta, a la salida de una alcantarilla y aguas abajo de un azud sin embargo se ha tomado mayor consideración el estudió a la salida de una compuerta.

Para los tres casos realizo el cálculo de erosión mediante los siguientes métodos. Estos métodos fueron el de Alix T. Moncada M., Julián Aguirre Pe., para el caso de la socavación a la salida de una compuerta; el Método desarrollado por Breusers y Raudkivi, para el caso de la socavación a la salida de una alcantarilla y por último se tomó el método estudiado por Raúl A. Lopardo, José M. Casado y María Cecilia Lopardo para determinar la erosión aguas abajo de un azud.

En dicha investigación se buscó graficar los perfiles de socavación a la salida de una compuerta, en un determinado período de tiempo, logrando que sus dimensiones no varíen, es decir llega a un estado de equilibrio. Sin embargo, los perfiles pueden ser modificados debido a situaciones particulares, como el mal manejo de los sistemas que controlan la compuerta porque provocaría una descarga brusca aguas abajo, el cambio de material en el lecho y la modificación del sedimento de arrastre.

También se buscó determinar la profundidad máxima de erosión a la salida de una alcantarilla de sección circular o rectangular en una vía. Se consideró debido a que las alcantarillas tienden evacuar grandes descargas, por lo cual tienden a sufrir erosión a la salida de la alcantarilla. De



igual forma se hizo una evaluación a la salida de un azud, está influenciada principalmente por la altura del fluido en la cresta del azud, por la velocidad en el borde y por la forma de la losa aguas abajo del azud.

CONCLUSIONES

La erosión a la salida de la compuerta, se formó bajo un periodo de tiempo, logrando que las dimensiones no varíen, es decir que llegan a un estado de equilibrio; sin embargo, este perfil puede ser modificado debido a situaciones particulares, como el mal manejo de compuertas, que provocarían descargas bruscas modificando el perfil, la erosión depende de varios factores: de las características geométricas de la compuerta y del canal, de las características hidrodinámicas del flujo, tipo de lecho y de la velocidad del flujo; La erosión máxima a la salida de la compuerta es $S_m=0.84$ m.

TEMA: “Experimental and numerical analysis of the hydraulic jump stilling basin and the downstream scour depth”

(Análisis experimental y numérico de un salto hidráulico en una poza disipadora y la erosión aguas abajo)

AUTOR: Miranda Miyazaki Leonardo Jesús, Sanchez Valencia Redy

Año: 2021

RESUMEN:

(Miranda Miyazaki & Sanchez Valencia, 2021), estudiaron el salto hidráulico tridimensional utilizando modelos físicos y numéricos, se realizaron pruebas de laboratorio de hasta 15 horas de duración en un canal de 1.9 m de ancho y de 13 m de largo 4 compuertas producían un salto hidráulico sumergido en la poza disipadora, después de lo cual se desarrolló una erosión en un lecho de arena casi uniforme; para la colecta de datos se manejó el velocímetro Doppler Acústico, piezómetros, e imágenes para el procesamiento de datos hidrodinámico, y las simulaciones de Reynolds Averaged, Navier-Stokes desarrolladas en OpenFOAM se probaron para su validación propósitos; el estudio se centró en la evolución temporal de la profundidad de la erosión máxima aguas abajo de la poza disipadora y la eficiencia de los modelos numéricos para reproducir fenómenos como la turbulencia; el canal donde se realizó los diferentes ensayos tiene la siguiente sección de 13 m de largo y 1.90 m de ancho, donde se encuentra el barraje



móvil, conformada por 4 compuertas, C-01, C-02, C-03 y C-04 con 0.25 m, 0.50 m, 0.50 m y 0.27 m respectivamente, la poza dissipadora de energía de longitud de 2.51 m y ancho de 1.90 m. Los caudales estudiados fueron 29.54 l/s, 63.39 l/s, 105.34 l/s, 148.23 l/s, 189.56 l/s y 232.65 l/s respectivamente, medidos en un vertedero rectangular calibrado donde se instaló un limnómetro de gancho Neyrpic con una aproximación de 0.1 mm. Las aberturas de las compuertas se determinaron de tal forma que los niveles aguas arriba establecieran un tirante de ingreso de 32 cm para los 6 ensayos, mientras los niveles aguas abajo fueron de 5.0 cm, 8.35 cm, 11.83 cm, 15.04 cm, 18.67 cm y 21.16 cm respectivamente, controlados mediante una válvula ajustable. El canal de experimentación tiene ventanas de plexiglás para visualizar el flujo interior, el fenómeno de erosión y verificar los niveles de agua de ingreso y salida. Una limitación fue que se trabajó en condiciones de operación de compuertas, debido a que los caudales extremos con compuerta completamente abierta son demasiado elevados.

CONCLUSIONES

Se investigó la variación de la profundidad de erosión máxima Z_{max} en el tiempo t . Primero, la ecuación sugerida por Breaser (1967) fue probado y los resultados revelaron una similitud. Luego, con base al análisis de regresión se encontró para la predicción de Z_{max} en el tiempo genérico t . Muestra que los resultados obtenidos con la ecuación (41), difieren de los observados en mayor medida al incrementar al Froude densimétrico, lo que sugiere reevaluar el exponente de la $(Fd-1)$ en la ecuación de regresión; en cuanto al modelo numérico se construyeron modelos K-epsilon y k-omega, y se encontró que el primero reproduce mejor el campo hidrodinámico, teniendo buen ajuste en la predicción de los niveles de agua, campo de velocidades y energía cinética. No obstante, ambos modelos fallan en reproducir correctamente los esfuerzos de Reynolds.

2. Aspectos teóricos pertinentes

2.1. Hidráulica experimental

(Bautista Mejía, 2018), menciona que el diseño de una obra hidráulica experimental, consiste en buscar el equilibrio dinámico y movimiento del agua y el sedimento, y combinaciones agua – sedimento. Realizar diseños de obras hidráulicas, solo basándonos a expresiones matemáticas ya existentes, puede conllevar a errores, debido a que estas ecuaciones no podrían estar bien formuladas, y generar diseños fuera de la realidad, de ahí la necesidad de recurrir a la hidráulica experimental, cuyo desarrollo fue intenso desde el siglo XX, aunque existen vestigio



enigmático, de modelos hidráulicos en cultura Inca, como la Piedra Ritual de Saywite, ubicada en Abancay al norte de Ciudad de Cusco, la piedra tiene gravada en su parte superior todo un sistema complejo de distribución de agua para riego, que incluye tomas, embalses, trasvases, evacuadores de crecidas y distribuidores, se desconoce de sus creadores, posiblemente este monumentos haya sido labrado en el siglo XV, considerándose el modelo físico más antiguo.

Según (Arista Alarcón , 2004), la experimentación en obras hidráulicas, nos permiten verificar ecuaciones formuladas analíticamente, optimizar el cálculo de obras hidráulicas. Para considerar una investigación en un modelo físico sea válido, y pueda utilizarse los resultados, este debe cumplir con ciertas normas dadas por la teoría de similitud.

2.2. Modelos físicos

(Fuentes Aguilar R. , 2002) describe la existencia de un antecedente enigmático, la Piedra Ritual de Saywite. Esta piedra se encuentra cerca en los andes peruanos, además de contar de una larga serie de inscripciones zoomorfas, la piedra tiene tallas todo un sistema complejo de distribuciones de agua, dicho sistema cuenta con embalses, tomas, trasvases e incluso evacuadores de crecidas de un sistema de riego, considerado como el modelo físico más antiguo conocido, en latino América, dicho complejo se encuentra, en el distrito de Curahuasi, provincia de Abancay, del departamento de Apurímac.

La palabra “modelo” no es exclusiva de la hidráulica. Por tanto, no debe entenderse únicamente con significado restringido que en ella tiene. Modelo es todo esquematización de la realidad hecha con fines de estudio (Rocha Felices , Los modelos como herramienta valiosa para el diseño hidráulico, 2003).

(Rocha Felices , Los modelos como herramienta valiosa para el diseño hidráulico, 2003), menciona que un modelo físico o matemático, es la representación de un aspecto de la naturaleza, en su mayoría de obras construidas en ella. El gran avance de la hidráulica se debe, a la construcción de modelos, volviéndose un método admitido para el desarrollo de investigaciones a nivel mundial.

(Everett V. & Peter F., 2001), afirma que los modelos físicos se utilizan para probar el rendimiento de un diseño o para estudiar los detalles de un fenómeno. Estos modelos por lo peños que son, son económicos y la mayor ventaja es poder estudiar fenómenos a detalle.



2.3. Teoría de similitud

Según (Arista Alarcón , 2004), define a la teoría de similitud como la relación que existe entre un modelo y su respectivo prototipo. Esta correspondencia mutua en la mayoría de casos es limitada, generalmente es imposible satisfacer todas las condiciones requeridas para denominarla una similitud perfecta; sin embargo, ya que es imposible de cumplir las condiciones de similitud perfecta, es suficiente y útil encontrar una similitud no perfecta.

En el proyecto de investigación de la presa derivadora La Palma, (Rojas Ruiz, Estudio en modelo hidráulico de la presa derivadora La Palma, 2002), menciona que represento una escala 1/25, basado en el criterio de similitud de la Ley de Froude, que depende de la superioridad de las fuerzas gravitacionales frente a las otras, permitiendo realizar las mediciones sin muchos errores. Los principios de similitud requeridos para considerar el modelo físico a escala reducida y el prototipo, son los siguientes:

2.3.1. Similitud geométrica

(Fuentes Aguilar, R., 2002), consideramos a **E_l** como la escala de longitudes entre prototipo y modelo, debe cumplir una relación de correspondencia de la ecuación (1), entre la longitud de un segmento del prototipo y la longitud del segmento del modelo físico, se debe considerar las dimensiones del segmento en las tres direcciones, X, Y y Z, y la escala en las tres direcciones deben ser iguales, y como resultado los ángulos serán exactamente los mismos en modelo y prototipo, es decir, ambos tienen la misma forma.

$$E_{lx} = E_{ly} = E_{lz} = E \quad (1)$$

Donde:

E_{lx} : Escala en la dirección X

E_{ly} : Escala en la dirección Y

E_{lz} : Escala en la dirección

2.3.2. Similitud cinemática

(Fuentes Aguilar, R., 2002), describe la similitud cinemática asume que cada componente de velocidad en un punto del modelo guarda una relación constante con el prototipo. Para tener similitud cinemática no es necesario que las tres componentes de escala de velocidad: **E_{v_x}**,



E_{v_y}, **E_{v_z}**, sean iguales; sin embargo, si existe una relación de similitud geométrica, se tendrá una única escala de velocidad **E_{v_x}**.

$$E_{v_x} = \frac{E_l}{E_t} \quad (2)$$

Donde:

E_{v_x}: Escala de velocidad

E_l: Escala de longitud

E_t: Escala de tiempo

Cumpléndose de igual de la ecuación (3), la escala de aceleración (**E_a**), existe similitud geométrica y cinemática, las trayectorias de las partículas homólogas son geoméricamente similares.

$$E_a = \frac{E_l}{E_t^2} \quad (3)$$

Donde:

E_a: Escala de aceleración

E_l: Escala de longitud

E_t: Escala de tiempo

2.3.3. Similitud dinámica

Se considera como similitud dinámica cuando el componente de fuerza en un punto dado del modelo físico guarda una relación constante con el del prototipo, cuando se cumple la similitud dinámica no implica que las componentes de escala de fuerza, **E_{F_x}**, **E_{F_y}**, **E_{F_z}**, sean iguales.

2.3.4. Similitud mecánica

(Fuentes Aguilar R.), menciona que los modelos físicos que cumplen la similitud mecánica, son aquellos que cumplen con la similitud geométrica, cinemática y dinámicamente similares. Cuando se tiene una similitud mecánica se cumple una única escala de fuerzas:



$$E_f = E_m \cdot E_a = \frac{E_m \cdot E_l}{E_t^2} \quad (4)$$

Donde:

E_f : Escala de fuerza

E_m : Escala de masa

E_a : Escala de aceleración

E_t : Escala de tiempo

2.3.5. Derivación de los criterios de similitud mecánica perfecta

Según (Arista Alarcón , 2004), Para determinar la fuerza que actúa sobre un cuerpo o punto, debido al flujo estarán involucradas las siguientes factores: la fuerza actuante sobre el cuerpo **F**; la longitud característica **d**, y la densidad **Ps'** del cuerpo; la densidad del agua **p**, la viscosidad **μ**, la tensión superficial **σ**, y el módulo de elasticidad volumétrica o compresibilidad **B** del fluido; la velocidad media del flujo **v**, la longitud **l**, el ancho **b**, y la profundidad **h** del medio en el que ocurre el fenómeno; y la aceleración de la gravedad **g**. Podemos entonces, mediante análisis dimensional, obtener la siguiente expresión general:

$$\frac{F}{(\rho l^2 v^2)} = \phi\left(\frac{v^2}{gl}, \frac{lv}{\mu}, \frac{\rho v^2 l}{\sigma}, \frac{\rho v^2}{B}, \frac{h}{l}, \frac{b}{l}, \frac{d}{l}, \frac{\rho_s}{\rho}\right) \quad (5)$$

La ecuación (5), solo es válida en caso haya una relación entre prototipo y modelo físico. Si deseamos tener similitud mecánica (incluye también que se cumpla la similitud geométrica) entre prototipo y modelo físico, deben cumplirse las siguientes relaciones de **Ef** y **El**, esto es posible sólo cuando las escalas de los parámetros adimensionales de la ecuación (5) mostrada, se cumple que los parámetros dimensionales de la derecha (entre paréntesis) son iguales a la escala del parámetro adimensional a la izquierda, e iguales a la unidad, y como resultado se obtiene la siguiente ecuación de E_f .

$$E_f = E_\rho E_l^2 E_v^2 \quad (6)$$

Donde:

E_ρ : Escala de densidad

E_l : Escala de longitud



Ev: Escala de volumen

Se obtiene lo siguiente, para satisfacer la condición de similitud geométrica

$$\mathbf{E_h = E_b = E_d = E_l} \quad (7)$$

Donde:

Eh: Escala de profundidad

Eb: Escala de base

Ed: Escala de longitud característica

El: Escala longitud

Para la condición de proporcionalidad de masas, se cumple lo siguiente:

$$E_{\rho s} = E_{\rho} \quad (8)$$

Donde:

$E_{\rho s}$: Escala de densidad del cuerpo

E_{ρ} : Escala de densidad

Cumpliendo la condición de proporcionalidad de masa se cumple la condición de proporcionalidad de los cinco números adimensionales: Newton, Froude, Reynolds, Weber y Mach.

$$\mathbf{E_{Ne} = E_{Fr} = E_{Re} = E_{We} = E_{Ma} = 1} \quad (9)$$

Donde:

E_{Ne} : Escala de numero de Newton.

E_{Fr} : Escala de numero de Froude.

E_{Re} : Escala de numero de Reynolds, considera las fuerzas de viscosas.

E_{We} : Escala de numero de Weber, considera las fuerzas de tensión superficial.

E_{Ma} : Escala de numero de Mach, considera las fuerzas de compresibilidad.

El número de Newton considera las fuerzas inerciales:



$$Ne = \frac{F}{\rho l^2 v^2} \quad (10)$$

Donde:

F: Fuerza actuante

P: Densidad

L: Longitud

V: Velocidad media del flujo

El número Froude considera las fuerzas gravedad:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gl}} \quad (11)$$

Donde:

g: Aceleración de la gravedad

l: Longitud

v: Velocidad media del flujo

El número de Reynolds considera las fuerzas de viscosas:

$$Re = \frac{\rho lv}{\mu} \quad (12)$$

Donde:

ρ : Densidad

μ : Viscosidad

l: Longitud

v: Velocidad media del flujo

El número de Weber considera las fuerzas de tensión superficial:

$$We = \frac{\rho v^2 l}{\sigma} \quad (13)$$

Donde:



ρ : Densidad

σ : Tensión superficial

l: Longitud

v: Velocidad media del flujo

El número de Mach considera las fuerzas de tensión compresibilidad:

$$Ma = \frac{v}{\sqrt{B/\rho}} \quad (14)$$

Donde:

ρ : Densidad

B: Modulo de elasticidad volumétrica o compresibilidad

v: Velocidad media del flujo

Y como resultado se tiene el siguiente enunciado:

$$Ne = \varphi \left(Fr, Re, We, Ma, \frac{h}{l}, \frac{b}{l}, \frac{d}{l}, \frac{\rho s}{\rho} \right) \quad (15)$$

Por siguiente como criterio de similitud mecánica perfecta tenemos:

$$E_{Ne} = E_{Fr} = E_{Re} = E_{We} = E_{Ma} = \frac{Eh}{El} = \frac{Eb}{El} = \frac{Ed}{El} = \frac{E\rho s}{E\rho} = 1 \quad (16)$$

2.3.6. Similitud mecánica no perfecta o aproximada

En la mayoría de casos los modelos hidráulicos construidos, es suficiente el cumplimiento de las siguientes condiciones de similitud geométrica y de proporcionalidad de masas sin problema; pero si se quiere obtener similitud mecánica, se tiene que cumplir la siguiente relación $E_{Ne} = 1$, cumplir los cuatro números adimensionales restantes al mismo tiempo es imposible cumplirlos, debido a la complejidad que existe en la construcción de modelos hidráulico y buscar la relación con su prototipo. Si se cumple la condición de Froude, $E_{Fr} = 1$, podemos asumir las siguientes correspondencias entre prototipo y modelo hidráulico:

$$Ev = \sqrt{El} \quad (17)$$

Donde:



Ev: Escala de velocidad

El: Escala de longitud

También se asume que en el prototipo y modelo actúa la misma aceleración de la gravedad, $E_g = 1$, y al cumplir la relación de Reynolds, $E_{Re} = 1$, se cumple la siguiente igualdad y por lo tanto tenemos:

$$E_v = \frac{E\mu}{E\rho E_l} \quad (18)$$

Donde:

Ev: Escala de velocidad

$E\mu$: Escala de viscosidad

$E\rho$: Escala de densidad

El: Escala de longitud

Y para la relación o escala de Weber, se cumple, $E_{We} = 1$, y obtenemos lo siguiente relación:

$$E_v = \frac{\sqrt{E\sigma}}{\sqrt{E\rho E_l}} \quad (19)$$

Donde:

Ev: Escala de velocidad

$E\sigma$: Escala de tensión superficial

$E\rho$: Escala de densidad

El: Escala de longitud

Para la siguiente igualdad de escala de Mach, $E_{Ma} = 1$, y se obtiene lo siguiente:

$$E_v = \frac{\sqrt{E_B}}{\sqrt{E\rho}} \quad (20)$$

Donde:

Ev: Escala de velocidad

E_B : Escala Elasticidad volumétrica o compresibilidad



E_p : Escala de densidad

Se debe considerar que es imposible hallar un fluido para el estudio en modelos físicos, que tenga las siguientes propiedades de densidad, viscosidad, tensión superficial y módulo de compresibilidad que permitan cumplir todas estas relaciones anteriormente mencionadas y descritas, a menos que se investigue un modelo de las mismas dimensiones que el prototipo ($E_l = 1$), y con un fluido que cumpla la siguiente condición: $E_\rho = E_\mu = E_\sigma = E_B$, esta última condición es muy difícil de satisfacer, a menos que, se utilice el mismo fluido en el modelo físico y prototipo: en donde se cumpliría la siguiente igualdad:

$$E_p = E_\mu = E_\sigma = E_B = 1 \quad (21)$$

Definitivamente no es lo deseable trabajar sobre un modelo con las mismas dimensiones que el prototipo, de modo que para trabajar sobre un modelo a escala reducida debemos conformarnos con obtener una similitud mecánica no perfecta o aproximada en cuyo caso no se cumple la proporcionalidad de los cuatro números adimensionales, sino solo de aquel que se considera la fuerza predominante en el fenómeno del flujo analizado.

2.3.7. Límites de validez de los criterios de similitud mecánica aproximada

La similitud mecánica aproximada nos proporcionara resultados bastante confiables siempre que el criterio similitud optado sea la ley que exprese a relación de las fuerzas que determinan el fenómeno investigado o, por lo menos, aquella que son decisivas y prevalecen sobre todos los otros tipos de fuerzas. En la elaboración de modelos físico a escala reducida deben ser minuciosamente diseñados, construidos y operados en el laboratorio hidráulico, esto garantiza que se cumpla con el criterio de similitud predominante en el prototipo.

El límite de validez para cualquier criterio de similitud, está dado principalmente por la escala geométrica del modelo, también por su diseño y operación, el límite de validez responde a los siguiente: ninguna otra fuerza, más que aquella según la cual el fenómeno es modelado, debe adquirir importancia en el modelo físico reducido.

2.4. Erosión

En general se denomina erosión a la degradación o remoción que efectúa el agua sobre las partículas sólidas constituyentes de un lecho fluvial y cuyo resultado es la profundización del cauce, la erosión puede ser local o generalizada. Es el proceso mediante el cual algún agente



exógeno, ya sea el viento, hielo, o agua corriente, desgasta y desprende partículas del suelo (Munro, 2010).

En consecuencia, la erosión en un cauce es el descenso del fondo, como consecuencia de fenómenos de dinámica fluvial natural y asociados también a las diferentes acciones del hombre. La erosión es la causa principal por la cual gran parte de las estructuras quedan fuera de servicio, entre esas podemos tener las compuertas de una presas, diques, captaciones y puentes; dando lugar a costosas reparaciones y una minimización de su vida útil. El desplazamiento del lecho en el cauce y de terreno en las márgenes de un río por causa de la erosión, es un fenómeno que puede presentarse en todo tipo de río.

2.4.1. Tipos de erosión

2.4.1.1. Erosión general.

La erosión general es el descenso generalizado del fondo del cauce cuando ocurre una creciente, se produce a lo largo y ancho de un cauce fluvial, la degradación del cauce es extensa y progresiva (Muela Rodríguez, 2012). La erosión general también se presenta como una disminución del lecho del río, esta reducción puede ser uniforme o no uniforme, es decir, la profundidad de erosión puede ser más profunda en algunas partes de la sección transversal.

Tabla 5: Clasificación para erosión general

CLASIFICACIÓN PARA SOCAVACIÓN GENERAL		
Tipo de cauce	Material de fondo	Distribución de materiales en el fondo
Definido	Cohesivo	Homogeneo
		Heterogeneo
	No Cohesivo	Homogeneo
		Heterogeneo
No Definido	Cohesivo	Homogeneo
		Heterogeneo
	No Cohesivo	Homogeneo
		Heterogeneo

Fuente: Clasificación de Causes - Naza

2.4.1.2. Erosión transversal

La erosión transversal se trata del descenso del fondo del cauce donde las secciones sufren una reducción en su ancho, y como consecuencia de esto, se incrementa la velocidad del flujo en dicha zona. (Muela Rodríguez, 2012). Según la velocidad va incrementando, el transporte de



sedimento aumenta, produciendo un mayor arrastre del material de fondo, hasta encontrar un equilibrio.

Fotografía 1: Erosión Transversal del Rio Huatanay, Cusco



Fuente: Elaboración Propia

2.4.1.3. Erosión local

Es la erosión producida alrededor de obstáculos u obras hidráulicas situados sobre una corriente de flujo, y como resultado directo de la alteración del flujo; se incrementa las velocidades locales hasta el punto de formación de vórtices, que conlleva a la remoción de partículas del lecho fluvial alrededor de dichas obras hidráulicas (Muela Rodríguez, 2012).

2.4.1.4. Erosión a largo plazo

La erosión del cauce a largo plazo se refiere a la degradación que el lecho presenta a lo largo del tiempo debido a causas externas, ya sean naturales o inducidas por el hombre, pero sin tenerse en cuenta eventos extremos o crecientes. Por no ser de naturaleza transitoria, es decir que no se presenta durante crecientes, la erosión a largo plazo se considera de tipo permanente, se presenta en la construcción de presas, corte natural o artificial de meandros, canalizaciones, cambios en el control aguas abajo (presas, formaciones rocosas, tributarios o confluencias), extracción de materiales, desviación de agua desde o hacia el cauce, movimientos naturales del cauce, modificaciones en el uso del suelo de la cuenca de drenaje (urbanización, deforestación, etc.).



2.4.1.5. Erosión total

La erosión total es la suma de los efectos debidos a cuatro tipos diferentes de erosión:

- Erosión general.
- Erosión transversal.
- Erosión a largo plazo.
- Erosión local.

Hay una gran variedad de métodos para calcular profundidades de erosión general y local provenientes en su mayoría de investigaciones de laboratorio con muy poca verificación en el campo. Sin embargo, no existen métodos sencillos para determinar el efecto de la erosión, por lo que es necesario recurrir al análisis de información histórica y al conocimiento y buen criterio del ingeniero. En general, se requiere más investigación para lograr soluciones confiables y completas del problema de erosión.

Fotografía 2: Erosión total Río Huatanay, Cusco



Fuente: Elaboración Propia



2.4.2. Tipo de erosión según CLAID

2.4.2.1.Erosión en cárcavas

(Rocha, 1998), describe a la erosión en cárcavas como la causante de las profundas excavaciones en el suelo. Según el diccionario, es la "hoya o zanja grande que suelen hacer las avenidas de agua".

2.4.2.2.Erosión caminar

(Rocha, 1998) describe la erosión laminar como aquella producida por efectos de la lluvia o del escurrimiento de las aguas, de una capa de espesor más o menos uniforme del suelo superficial. Contrasta con la erosión en cárcavas, los factores considerados en la erosión laminar son los siguientes: la precipitación, pendiente y cobertura vegetal.

2.4.2.3.Erosión en surcos

(Rocha, 1998). La pérdida del suelo superficial en pequeños canales, ocasionada por el agua.

2.4.2.4.Erosión eólica

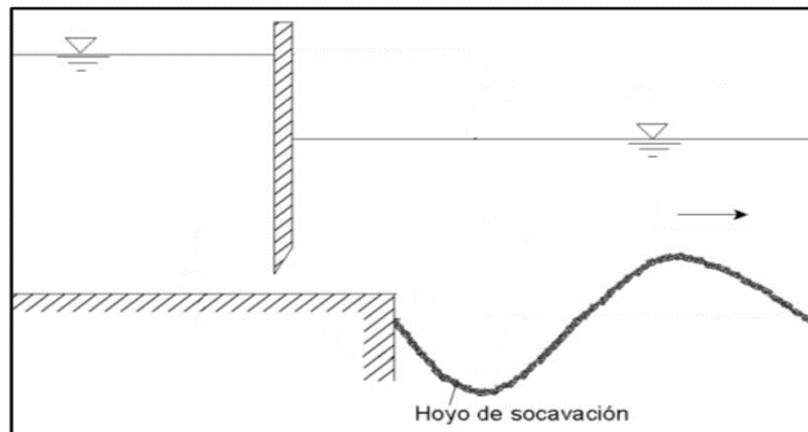
(Rocha, 1998). Cuando existe separación, transporte y depósito de suelo por la acción del viento. La erosión eólica puede ser en forma más o menos uniforme, o como médanos y dunas localizadas.

2.4.3. Erosión en estructuras

2.4.3.1.Erosión local al pie de compuertas.

(Manuela Rodríguez , 2012), la erosión local al pie de compuertas depende de varios factores, como son el caudal, la velocidad de aproximación, el ancho y la abertura de la compuerta, las características del fluido, entre otros. Es producido por un chorro horizontal despedido de la compuerta, el flujo es rápidamente variado; el cuenco de erosión forma una cresta decreciente en el inferior, es estudiada en laboratorios pues su aplicación es reciente.

Figura 8: Erosión al pie de una Compuerta

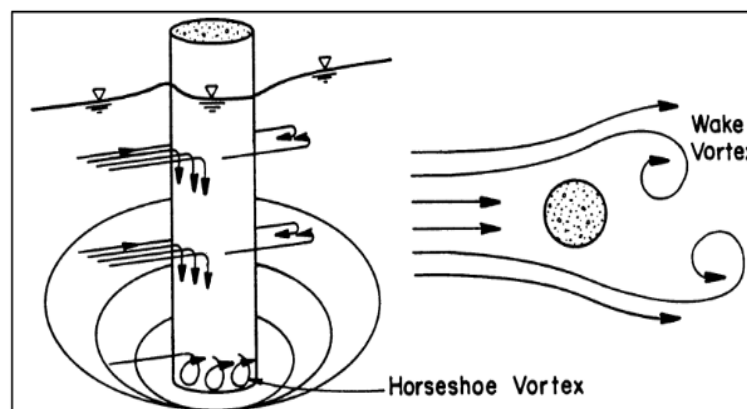


Fuente: (Muela Rodriguez , 2012)

2.4.3.2. Erosión local al pie de pilas de puentes.

(Muela Rodriguez , 2012), para el cálculo de la erosión local al pie de un estribo de un puente es indispensable conocer las características del cauce y del flujo, la profundidad de la erosión local estimada representa la disminución del lecho adyacente de la estructura, medido desde el fondo del cauce, después de producirse los demás tipos de erosión posibles, a excepción cuando la teoría de erosión local defina expresamente los parámetros de cálculo. Para la aplicación de los métodos de la erosión local se toma un valor medio de la erosión máxima y de la erosión mínima, esto ya que los métodos no especifican en qué condiciones se basan sus formulaciones.

Figura 9: erosión local al pie de estribo de un puente



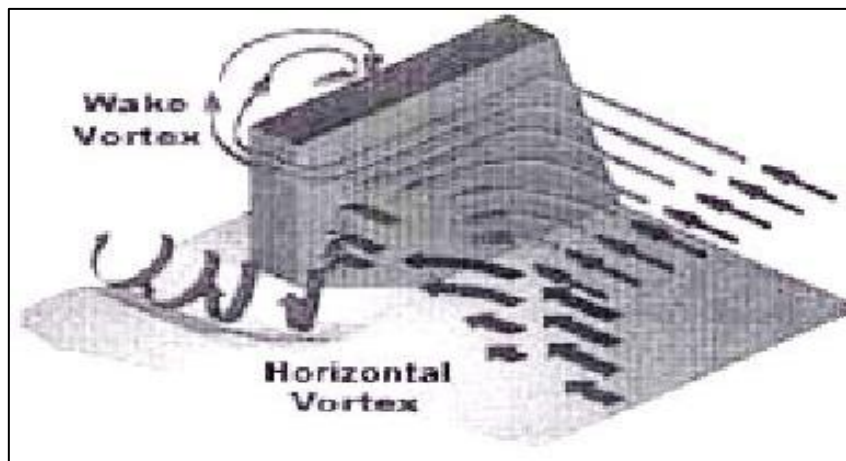
Fuente: (Muela Rodriguez , 2012)



2.4.3.3. Erosión local en estribos

(Manuela Rodríguez , 2012), la erosión en estribos se ha investigado menos que en pilas, pero se piensa que está afectada por los mismos fenómenos que causan la erosión local en pilas como son separación del flujo y vórtices de herradura que remueven partículas localmente. La erosión local se produce en los estribos que obstruyen el paso del agua. Esta obstrucción forma un vórtice de eje horizontal que empieza en la parte aguas arriba y corre a lo largo del pie de la estructura y un vórtice de eje vertical al final de la misma. El vórtice al pie del estribo es muy similar al vórtice de herradura de las pilas y el vórtice al final es similar a los vórtices de estela más débiles que se forman aguas abajo. El caso de la erosión en estribos requiere todavía de más estudio pues carece de soluciones confiables y completas.

Figura 10: Erosión local en estribos



Fuente: (Manuela Rodríguez , 2012)

2.5. Barraje

(Rocha Felis, 2003). Define a los barrajes como estructura que permite elevar el nivel del agua requerido por la captación, conocido también como vertedero fijo o presa derivadora, estructuralmente conocido como un azud.

Se define también como una represa construida a través del río, cuyo objeto es elevar los niveles de agua, dicho nivel permite una carga de agua suficiente que permite el ingreso seguro del agua a la ventana de una captación.



2.5.1. Tipos.

2.5.1.1. Barraje fijo.

(Rocha Felis, 2003). Son estructuras que tienen una presa sólida, que permite levantar el nivel del agua frente a la compuerta de captación, este tipo de estructura es recomendado cuando el río es uniforme y la capacidad de captación de la toma es menor que la descarga promedio del río; denominada también como presa derivadora estructuralmente es un azud.

2.5.1.2. Barraje móvil.

(Rocha Felis, 2003). Este tipo de barraje permite la retención del flujo de agua y la elevación del tirante, mediante el cierre del curso con compuertas, sostenidas en un conjunto de pilares o muros, es recomendado esta estructura cuando el caudal de captación es igual o mayor a la descarga promedio del río, o cuando la velocidad de flujo no es alta, debido a la pequeña pendiente.

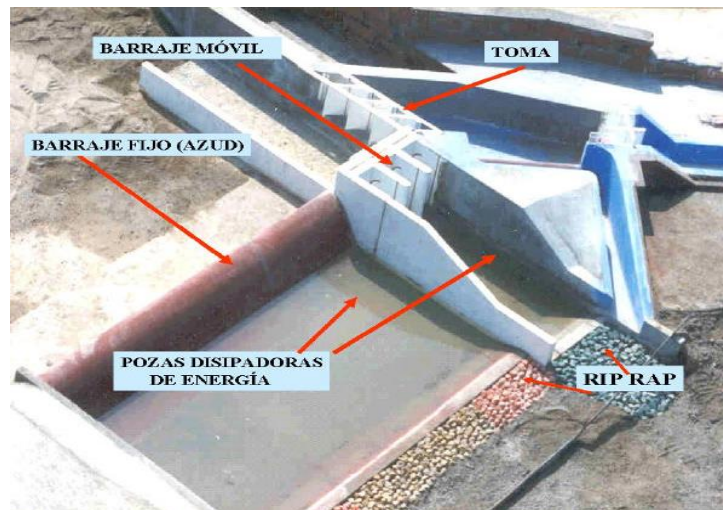
2.5.1.3. Barraje mixto

Son estructuras con una parte sólida (barraje fijo) y una parte integrada por compuertas sustentadas con pilares (barraje móvil), en su mayoría la parte móvil tiene en ciertos casos un muro guía o separadores de barraje fijo en forma de canal, considerado como un canal de limpia, y un segundo canal para los reboses laterales, cuya función es la eliminación de gravas, llamado también como desempedrador.

2.6. Poza disipadora de energía.

Se encuentran aguas abajo de los barrajes móvil y fijo, tiene la función disipar la energía, mediante de un salto hidráulico, inmediatamente aguas abajo en su mayoría se encuentra un lecho fluvial, se coloca una protección de fondo a base de piedra denominada rip-rap.

Figura 11: Disposición típica de los principales elementos de una bocatoma



Fuente: <https://cdn-0.mapio.net/images-p/33337954.jpg>

2.7. Propiedades físicas del lecho

El lecho está conformado por agregado fino, es decir arena fina pasante la malla 3/8", el lecho fue compactado, nivelado y reemplazado previo a cada ensayo, el agregado fino puede ser arena natural, arena procesada, o una combinación de ambas; definiéndose como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa la malla 3/8" y cumple con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 o ASTM C33.

2.7.1. Granulometría

En relación a la granulometría, el agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en las (Norma Técnica Peruana NTP 400.037, 2014) o ASTM C33. Adicionalmente se tendrá en consideración lo siguiente:

- a. El agregado fino deberá tener una granulometría preferentemente continua y homogénea con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100.
- b. El agregado fino no deberá tener más del 54% retenido en dos tamices consecutivos; y su módulo de finura no deberá ser menos de 2.3 ni mayor a 3.1. El módulo de finura se mantendrá dentro de más o menos 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto.

Es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los límites de la tabla N°3.



Tabla 6: Datos permisibles de granulometría

Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	% que pasa
9.5	3/8	100
4.75	Nº4	95 - 100
2.36	Nº8	80 - 100
1.18	Nº16	50 - 85
0.6	Nº30	25 - 60
0.3	Nº50	10 - 30
0.15	Nº100	2 - 10

Fuente: (Rivva López, *Naturaleza y materiales para el concreto*, 2000, pág. 180)

- **Formas de determinación**

El proceso de tamizado mecánico vibrando del material, permite determinar la distribución de las partículas por tamaños en una serie de tamices de aberturas cuadradas estandarizadas. La muestra debe ser representativa de todo el conjunto del agregado, para el procesamiento de los datos se registran de forma tabulada los siguientes:

- ✓ El peso retenido en cada tamiz.
- ✓ El porcentaje acumulado retenido o que pasa en cada tamiz.

- **Módulo de Fineza**

El módulo de fineza nos permite saber el grado de finura del agregado, cuanto menor el módulo el agregado será más fino, y se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices dividido entre 100, como lo recomienda la (Norma Técnica Peruana NTP 400.037, 2014)

$$M_f = \frac{\sum \% \text{retenido}_{\text{acumulado}}}{100} \quad (22)$$

Fuente: (Norma Técnica Peruana NTP 400.037, 2014)



2.7.2. Proctor estándar

(Manual de Ensayos de Materiales MTC E 116, 2016), la compactación es un proceso mecánico en el cual se busca mejorar las características de resistencia, esfuerzo-deformación y disminuir la compresibilidad de los mismos, por lo general se busca la reducción de vacíos. El objetivo del ensayo del proctor estándar determina el contenido de humedad para el cual el suelo alcanza su máxima densidad, esto se logra haciendo el uso de un molde cilíndrico de 101.6 mm de diámetro y pisón que cae libremente de una altura constante 25 veces por las 3 capas.

2.7.3. Gravedad específica

(Manual de Ensayos de Materiales MTC E 113, 2016). La gravedad específica de sólidos de suelo nos permite determinar la densidad de los sólidos de un suelo, que se obtiene de la multiplicación de la gravedad específica por la densidad de agua. Es aplicado a suelos que pasan por el tamiz N°04 (4.75 mm).

2.7.4. Densidad de campo

(Manual de Ensayos de Materiales MTC E 117, 2016), la densidad de campo nos permite determinar la densidad en suelos compactados, usando como base suelos compactados con una densidad específica o también a una densidad máxima determinada por un ensayo de proctor.

2.8. Equipamiento experimental

Los estudios de esta investigación se desarrollaron en la División Didáctica del Laboratorio del Nacional de Hidráulica, de la Universidad Nacional de Ingeniería, de la ciudad de Lima – Perú. Los principales componentes son: cisterna, zona de bombas, tanque elevado, zona de disipación de energía, canal experimental, desarenador, equipamiento para medición de temperatura, equipo para medición de tirantes y equipamiento para medición de velocidades.

2.8.1. Cisterna

La cisterna almacena tiene una capacidad de 25 m³, además de recibir el agua procedente del modelo físico y el excedente del tanque elevado, la estructura se encuentra por debajo de División Didáctica del LNH, tiene una longitud de 19.0 m, profundidad 4.0 m y el ancho de 2.5 m, teniendo una capacidad de 25 m³.



2.8.2. Bombas

El modelo físico cuenta con 02 bombas de eje verticales de 50 hp de capacidad y un caudal de bombeo aproximado de 150 l/s, 01 bomba de eje solido de 30 hp de capacidad y un caudal de bombeo de 80 l/s, que impulsan el agua hacia el tanque elevado, con tuberías de 400 mm y 350 mm respectivamente.

Fotografía 3: Bombas centrifuga de 50 hp y 30hp



Fuente: (Archivo del autor)

2.8.3. Tanque elevado.

El tanque elevado tiene la función de garantizar el caudal constante durante el desarrollo del ensayo, cuyas dimensiones son de 5 m de largo, 2.5 de ancho y 2.5 m de altura, a una altura de 5 m del piso, teniendo la capacidad de 5.00 m³, se encuentra ubicado a las afuera del área de División Didáctica del LNH. Las bombas impulsan el agua hasta el tanque elevado, para mantener el caudal requerido durante los ensayos, posteriormente por gravedad el agua se dirige hacia el canal experimental, controlado por una válvula tipo compuerta instalada en la línea de conducción que alimenta el canal experimental (Ver Fotografía 4).



Fotografía 4: Tanque elevado y línea de impulsión



Fuente: (Archivo del autor)

2.8.4. Zona de disipación de energía

El caudal fue regulado por una válvula tipo de compuerta ubicado en la línea de conducción, al mismo tiempo caudal también es controlado por un vertedero, ubicado en sentido perpendicular al canal experimental; además, se instaló un limnómetro de gancho Neyrpic que permitió leer la carga de agua con una aproximación de 0.1 mm, cuyo objetivo es garantizar un caudal constante en el canal experimental y evitar errores al momento de hacer las mediciones, después de dicho vertedero se colocó mallas metálicas tipo gallinero arrumadas una a otras cuya función fue disipar la energía, seguidamente se colocó bolones de diferente diámetro para disipar la energía restante antes de ingresar al canal de experimentación (Fotografía 5).

Fotografía 5: Zona de disipación de energía



Fuente: (Archivo del autor)



2.8.5. Canal experimental

El canal experimental está construido de concreto armado, con una longitud de 13 m, 1.90 m de ancho y altura de 1.90 m, con muros de 0.15 m de espesor, en la parte central es donde se encuentra el barraje móvil y la poza de disipadora de energía, con una longitud de 2.50 m; se colocó una ventana de 1.50 m de largo y altura de 1.00m de plexiglás de 10 mm de espesor, también llamada acrílico, tiene un marco metálico, con refuerzos centrales para evitar el pandeo, y que afecte en los resultados, como muestra en la Fotografía 6.

Fotografía 6: Canal experimental



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 7: Ventana de observación de erosión



Fuente: (Archivo del autor)



En la parte final del canal experimental se ubica una compuerta rectangular que permite el control de las tirantes aguas abajo de la poza disipadora, consecuentemente a la compuerta se encuentra una poza disipadora de energía que reduce la energía para el ingreso al desarenador y posteriormente a la cisterna.

2.8.6. Desarenador

El desarenador tiene por objeto reducir el paso de los sedimentos hacia la zona de succión o Cisterna, reduciendo los daños por desgaste en las bombas hidráulicas, tiene una longitud total de 8.0 m y un ancho de 1.50 m como se aprecia la Fotografía 8.

Fotografía 8: Desarenador e ingreso a la cisterna



Fuente: (Archivo del autor)

2.9. Equipos de medición

2.9.1. Equipo para medición de temperatura

La medición de temperatura del agua se hizo utilizando un termómetro electrónico de marca “Digital Thermometer”, obteniendo un valor promedio de la temperatura del agua para cada ensayo, dichas mediciones se realizaron para hacer una corrección por temperatura.



Fotografía 9: Desarenador e ingreso a la cisterna



Fuente: (Archivo del autor)

2.9.2. Equipamiento para medición de tirantes.

La medición de tirantes se ha efectuado haciendo el uso de regla limnimétricas flexibles adheridas a las paredes del canal, durante cada ensayo el tirante aguas arriba se mantienen constante. Los valores obtenidos han sido contrastados con los datos obtenidos con el Vectrino Profiler, usado para la medición de velocidad.

Fotografía 10: Regla metálica para medición de tirante aguas abajo



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 11: Regla metálica para medición de tirante aguas arriba



Fuente: (Archivo del autor)

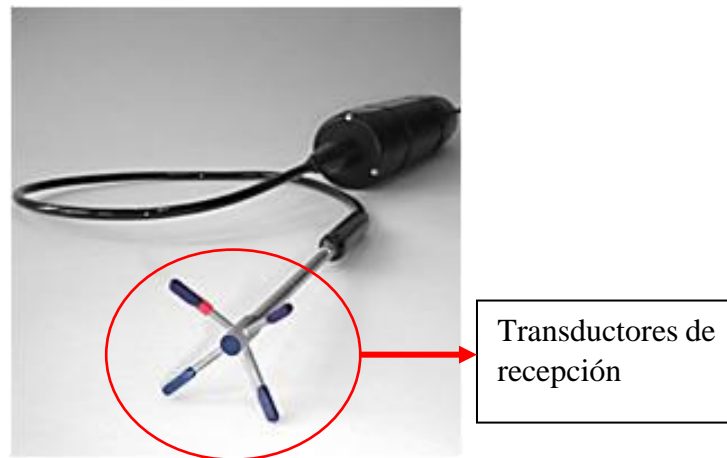
2.9.3. Equipamiento para la medición de velocidad.

La colecta de datos de velocidad durante la etapa experimental se registró usando un velocímetro acústico doppler (ADV), vectrino profiler, este es un equipo de velocimetría acústica doppler de alta resolución, usado generalmente para medir la turbulencia y la velocidad del agua en las tres direcciones (X, Y y Z). El equipo tiene un colector de datos conformado por 4 transductores de recepción y un transductor de transmisión que permiten medir las fluctuaciones de las velocidades instantáneas en un pequeño volumen de control (3.5 cm) a través del efecto doppler, lo cual garantiza una alta precisión al momento de hacer la colecta de datos, este efecto permite incluso determinar la velocidad cada milímetro de tirante, el efecto doppler consiste en enviar un pulso acústico corto desde un transductor activo (sensor central), cuando dicho pulso atraviesa un punto a donde se orientan los transductores receptores (sensores laterales), el eco es registrado por cada uno de los haces, después las señales son procesadas para determinar sus respectivas desviaciones doppler para posteriormente ajustar la escala en base a la velocidad de propagación del sonido en el agua, dando como resultado la velocidad en las tres direcciones, posteriormente las velocidades son almacenadas en un computador para luego ser analizadas y procesadas, para obtener las gráficas de velocidades en los puntos de evaluación, a continuación, se muestra las componentes principales y su respectivo funcionamiento. La parte más importante del vectrino profiler son los transductores



receptores de sondas, hecha de titanio y consta de 04 transductores de recepción (sensores laterales) y un transductor de transmisión (centro de la sonda).

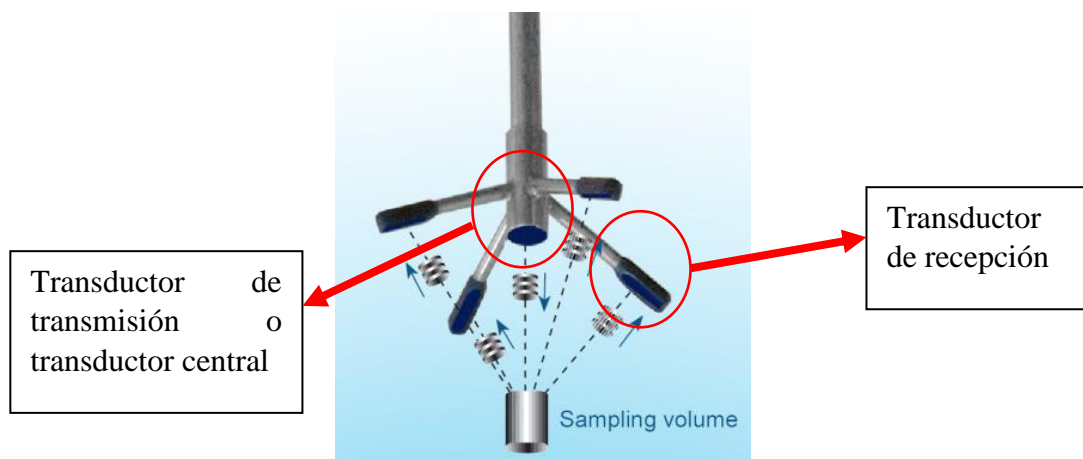
Figura 12: Sonda del Vectrino Profiler



Fuente: (Bautista Mejía, 2018)

A continuación, se describe como las sondas emitidas se interceptan entre si a 40 mm del transductor central, y la medición del perfil está definido por la intersección y por la distancia en el tiempo, el transductor central emite un impulso corto que transita por la región de perfilación; el vectrino utiliza cuatro receptores, direccionados al mismo volumen, para obtener los componentes de velocidades.

Figura 13: Esquematización de la transmisión del pulso de la sonda central.



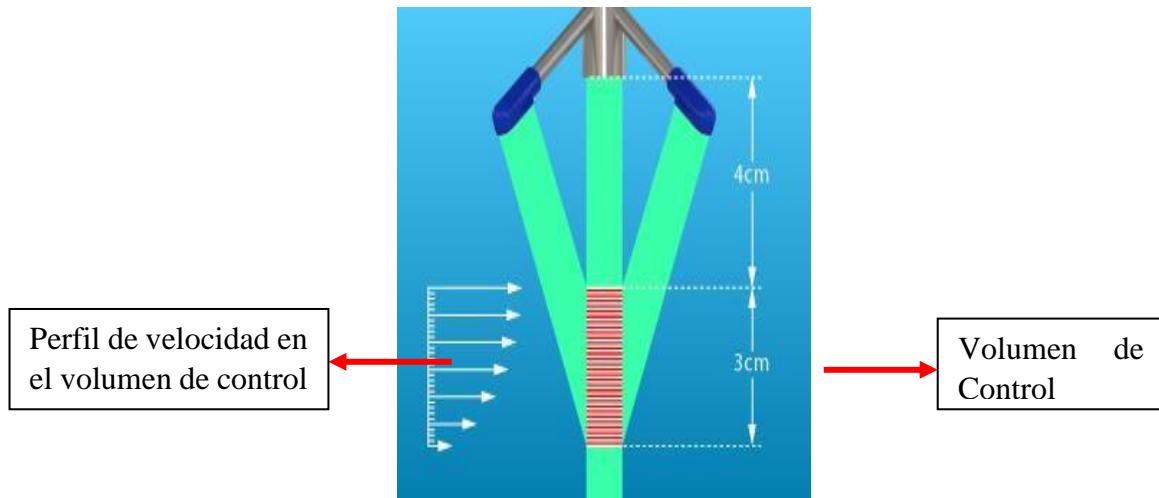
Fuente: (Bautista Mejía, 2018)

El pulso emitido por el transductor central, y el cambio doppler se produce por la reflexión en las partículas suspendidas en el agua, y dicho valor es recogido por los 4 receptores, ubicados



alrededor del emisor central, dicha colecta de datos de se realiza sobre un volumen de control (Sampling Volume) de 3.0 cm, como se aprecia en la Figura 14.

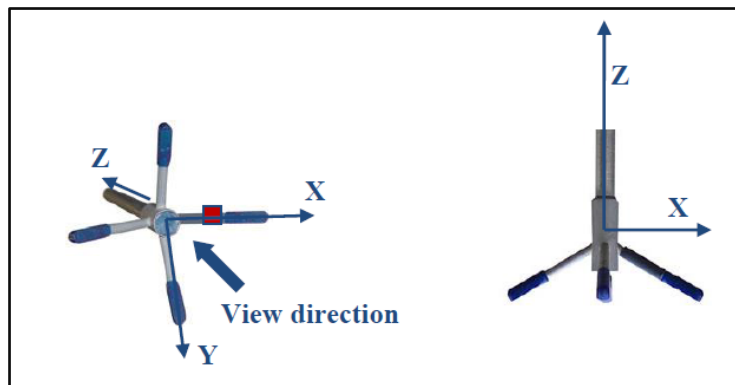
Figura 14: Longitud de transmisión e intersección desde el transductor central



Fuente: (Bautista Mejía, 2018)

El sistema de coordenadas es paralelo a los transductores de recepción, como se muestra en la siguiente imagen, tomando datos en el sistema de coordenadas XYZ, considerando el eje X, en dirección del flujo.

Figura 15: Sistema de coordenadas del Vectrino Profiler

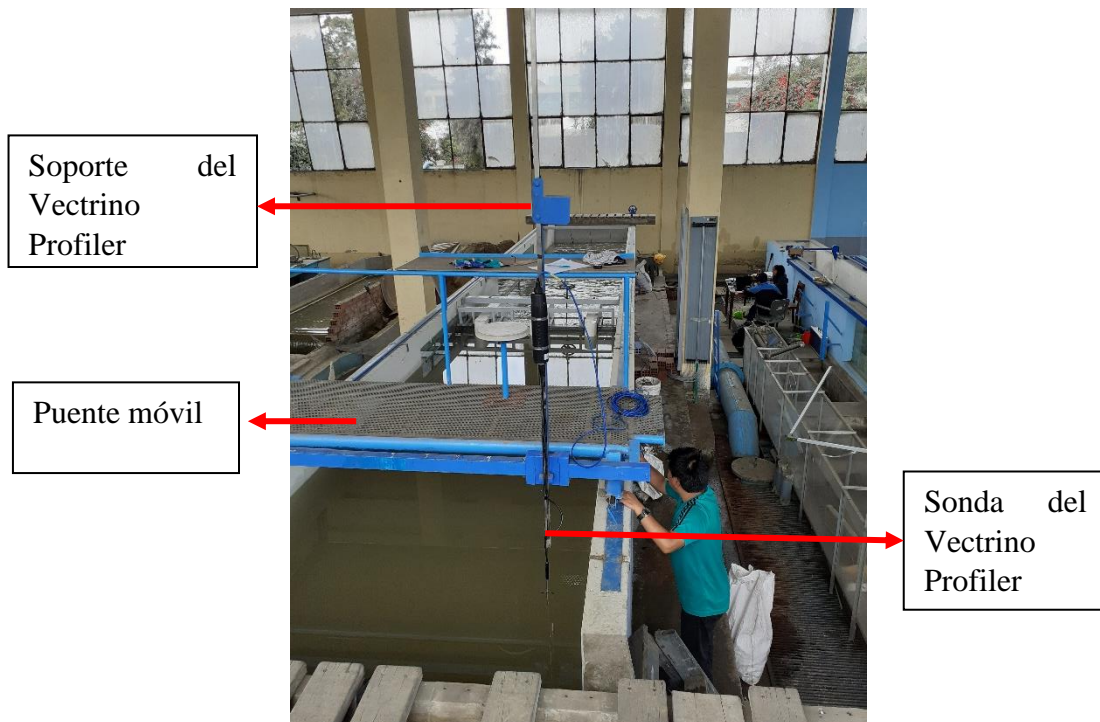


Fuente: (Bautista Mejía, 2018)

Deslizando el equipo a lo largo de una columna de agua, tomando el primer registro de velocidad a 7.0 cm del fondo y posteriormente a 3.0 cm (Longitud que corresponde al volumen de control), hasta completar el tirante total, el procedimiento se repitió para las secciones, distribuidas a lo largo del canal de experimentación.



Fotografía 12: Partes principales del soporte del Vectrino Profiler y el puente móvil



Fuente: (Archivo del autor)

La construcción del modelo físico e instalación de bombas y tuberías e instrumentos de medición debe verificarse para el buen funcionamiento del modelo, es decir, que reproduzca adecuadamente el fenómeno estudiado; esta etapa es denominada de calibración del modelo y puede significar un cierto tiempo adicional. Luego, una vez que se tiene seguridad de que el modelo producirá resultados confiables, se procede a ejecutar las pruebas según un cronograma que considere el mejor uso de los recursos.

2.10. Lecho

Para la etapa experimental se hizo el uso de arena cuasi uniforme no cohesiva, motivo por el cual detallaremos las propiedades físicas de la arena de lecho, como por ejemplo gravedad específica, granulometría, contenido de humedad óptima, densidad de campo y grado de compactación.



Fotografía 13: Arena usada para los ensayos



Fuente: (Archivo del autor)

2.10.1. Preparación de lecho

El lecho está conformado por arena cuasi uniforme, con $d_{50} = 0.24$ mm, densidad de 2.76, corroborado por el ensayo de gravedad específica, ensayado en el Laboratorio N°02 de Mecánica Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, se eligió este tipo de arena para poder visualizar de mejor manera los efectos de la erosión, aguas debajo de la poza disipadora del barraje móvil donde se evalúa la erosión.

Fotografía 14: Lecho compactado y nivelado previo al ensayo



Fuente: (Archivo del autor)



2.11. Hipótesis

2.11.1. Hipótesis general

La erosión local aguas abajo de la poza disipadora de energía, correspondiente al barraje móvil del modelo físico a escala reducida 1/30, serán mayores a 0.01 m y menores a 0.50 m.

2.11.2. Sub hipótesis

H1. Las presiones estáticas en la poza disipadora de energía, correspondiente al barraje móvil del modelo físico a escala reducida 1/30 serán mayores 100 mm.

H2. Los perfiles de erosión aguas bajo de la poza disipadora de energía, correspondiente al barraje móvil del modelo físico a escala reducida 1/30, serán mayores a 0.05 m.

H3. La distribución de las velocidades en el cuenco de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, correspondiente al barraje móvil serán semejantes a las gráficas de velocidad típica en zona erosionada, de N. Hassan y R. Narayanan.

H4. La relación entre el caudal y la erosión máxima aguas abajo de la poza disipadora siguen una función logarítmica.

2.12. Definición de variables

2.12.1. Variables dependientes

V4.- Perfiles de erosión.

V5.- Presión estática.

V6.- Tiempo de erosión.

V7.- Velocidad máxima

V8.- Profundidad de erosión máxima.

2.12.2. Indicadores de variables dependientes

I4.- Longitud (m) - S [m, cm, mm].

I5.- Fuerza (m), Área (cm²) - P [kg/cm, mca].



I6.- Tiempo de erosión– T_s [s, min, hora]

I7.- Longitud (m), Tiempo (seg) – V_{max} [m/s]

I8.- Altura (cm) – S_{max} [m, cm, mm]

2.12.3. Variables independientes

V1.- Tirante aguas arriba (cm) - H [cm]

V2.- Tirante aguas abajo (cm) - h [cm]

V3.- Longitud del modelo físico - Longitud [m]

2.12.4. Indicadores de variables independientes

I1.- Altura (cm) – H [cm]

I2.- Altura (cm) – h [cm]

I3.- Longitud – L [m]

2.12.5. Cuadro de operacionalización de variables



Tabla 7: Cuadro de operacionalización de variable

TIPO DE VARIABLE	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTOS Y/O EQUIPOS
Independiente	Tirantes aguas arriba, Tirante aguas abajo, y las medidas del modelo físico a escala reducida.	El tirante aguas arriba se mantendrá constante, al igual que el tirante aguas abajo y las medidas del modelo físico a escala reducida.	Tirante aguas arriba (cm), Tirante aguas abajo (cm) Longitud (m)	H [cm] h [cm] longitud [m]	Formatos de laboratorio
Dependientes	Presión estática	Mide la presión que se mide con la ayuda de mangueras conectadas a tubos de vidrio piezómetros.	Fuerza (kg), Área (cm ²)	P [kg/cm ²] [mca]	Formatos de laboratorio
	Velocidad	Mide el paso del agua por un punto determinado del canal, en el cual se instaló el modelo físico.	Longitud (m), Tiempo (s)	V [m/s]	Formatos de laboratorio, Vectrino Profiler.
	Erosión maxima	Mide la altura que el agua erosiona el lecho móvil del canal experimental	Altura (cm)	S [cm]	Formatos de laboratorio y hojas de cálculos.
	Tiempo de erosión.	Mide el proceso de desarrollo de las gráficas de erosión hasta alcanzar el equilibrio.	Tiempo de equilibrio de erosión (s)	Ts [s, min, hora]	Formatos de laboratorio
	Abertura de compuerta	Mide la abertura de la compuerta, para mantener constante le tirante aguas arriba de la compuerta.	Altura (cm)	A [cm]	Formatos de laboratorio

Fuente: (Archivo del autor)



CAPITULO III: METODOLOGÍA

1. Metodología de la investigación

1.1. Enfoque de la investigación

Se clasifica como CUANTITATIVA por tratarse de la colecta de datos de velocidad, tirantes, caudal, presión, abertura de compuertas y erosión, e interpretar dichos resultados y dar a conocer la erosión aguas abajo de la poza de disipación de energía del modelo físico.

1.2. Nivel o alcance de la investigación

El nivel de la investigación es DESCRIPTIVO porque lo que busca con la presente investigación es que mediante estudios descriptivos la erosión local después de la poza de disipación de energía; es decir, se miden, evalúan y recolectan datos sobre sus diferentes variables para su descripción.

1.3. Método de investigación

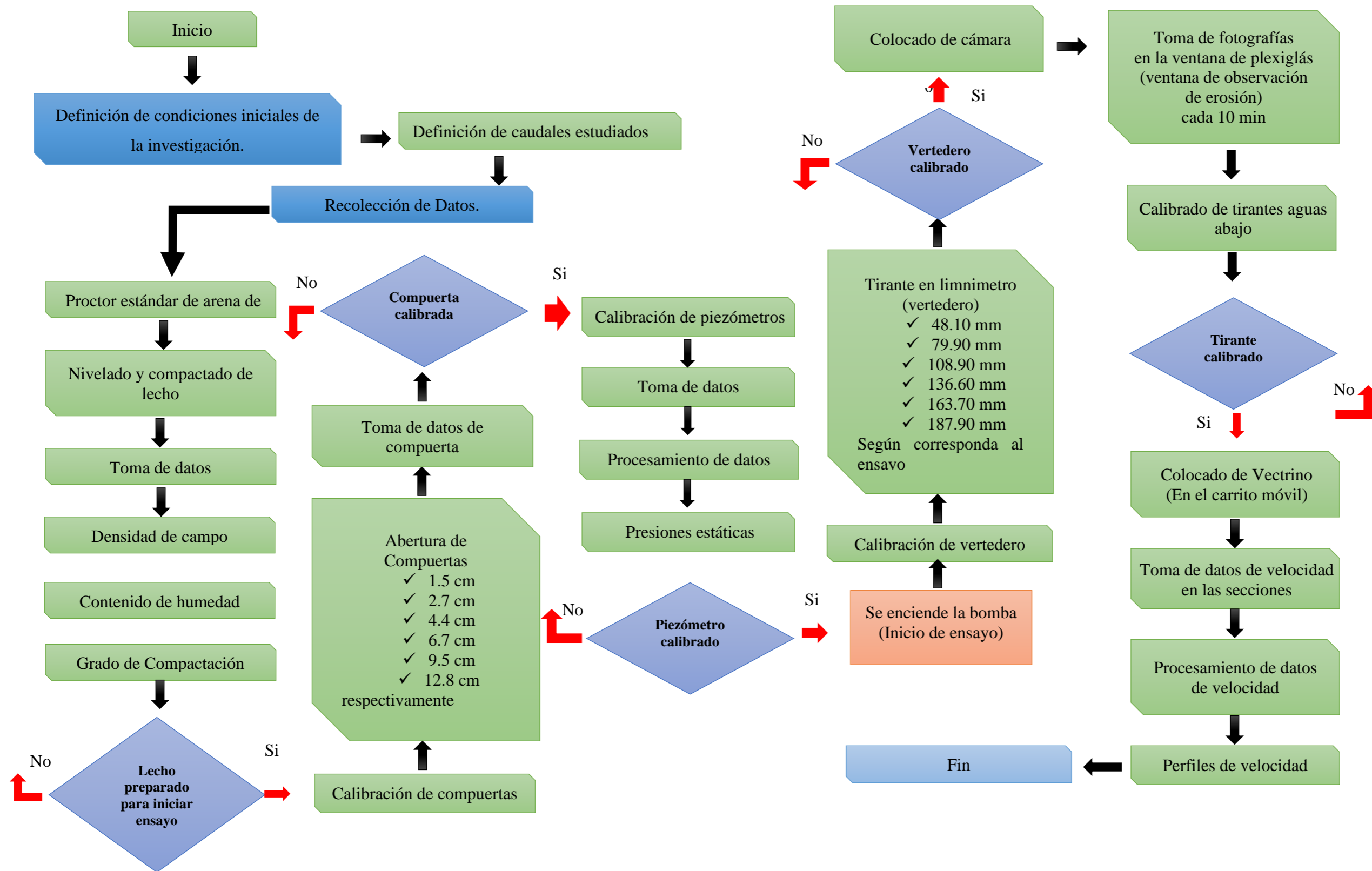
Se clasifica como EXPERIMENTAL porque se construye un modelo físico a escala reducida 1/30 reducida y se modifica las condiciones y propiedades del cauce del canal para evaluar la erosión local aguas abajo de la poza de disipación de energía.

2. Diseño de la investigación

2.1. Diseño metodológico

Se clasifica como EXPERIMENTAL porque se construye un modelo físico a escala reducida 1/30 reducida y se modifica las condiciones y propiedades del cauce del canal para evaluar la erosión local aguas abajo de la poza de disipación de energía.

2.2. Diseño de ingeniería





3. Población y muestra

3.1. Población

3.1.1. Descripción de la población

En la presente investigación la población es el modelo físico, se encuentra ubicado en el área de División Didáctica del Laboratorio Nacional de Hidráulica, de la Universidad Nacional de Ingeniería, de la ciudad de Lima.

3.1.2. Cuantificación de la población

En la presente investigación la población es el modelo físico del proyecto que corresponde al proyecto **“MODELO FÍSICO DE LA ESTRUCTURAS PRINCIPAL DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE NAPO MAZAN”**, El canal cuenta con un barraje móvil en cual se encuentra la poza disipadora de 2.50 m de largo, con 4 puertas radiales, un ancho efectivo de canal de 1.90 m y un largo total 13 m.

3.2. Muestra

3.2.1. Descripción de la muestra

La muestra es el modelo físico a escala reducida 1/30, que consta de un barraje móvil y una poza disipadora, seguida por un lecho móvil erosionable, con $d_{50}=0.24$ mm, también se considera a la investigación de agua clara ya que no se considera los sedimentos.

En esta investigación se evaluaron los tirantes aguas arriba y aguas abajo, la abertura de compuertas, presión estática en la poza disipadora, erosión local aguas debajo de la poza disipadora y perfiles de velocidad en el cuenco de erosión, para los siguientes caudales 29.54 l/s, 63.39 l/s, 105.34 l/s, 148.23 l/s, 189.56 l/s y 232.65 l/s, que corresponden a los 6 ensayos realizados respectivamente, y evaluar los diferentes efectos en la erosión, dichos caudales fueron calibrados por un vertedero rectangular, donde se mide la carga con la ayuda de un limnómetro tipo de gancho Neyrpic que permitió leer la carga de agua con una aproximación de 0.1 mm. La poza disipadora es de concreto $f'c=210$ kg/cm², con muros laterales de concreto armado reforzado con una columnas y vigas, la compuerta es de rectangulares de acero de 1”x3 mm de espesor y con acrílico de 6 mm de espesor, los muros centrales son de madera prefabrica.



3.2.2. Cuantificación de la muestra

La muestra es el modelo físico a escala reducida 1/30, que consta de un barraje móvil y una poza disipadora, seguida por un lecho móvil erosionable, con $d_{50}=0.24$ mm, también se considera a la investigación de agua clara ya que no se considera los sedimentos.

Enmarcado en las siguientes características:

- El modelo físico cumple con la similitud no perfecta
- La escala a la cual fue construida es de 1/30

3.2.3. Método de muestreo

La muestra para la siguiente investigación es de tipo NO Probabilística, porque su elección no dependió de la probabilidad sino de las características, criterio y objetivos de la investigación, por lo cual el método de muestreo se realizó por conveniencia (no probabilístico). Es decir, los primeros caudales que corresponde a la curva de descarga de la compuerta.

4. Instrumentos

4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos

Los datos del proyecto “**MODELO FÍSICO DE LA ESTRUCTURAS PRINCIPAL DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE NAPO MAZAN**”. Se usaron con el consentimiento del director, Doctor Julio Kuroiwa Zevallos, dichos datos comprenden planos del modelo físico, caudales, abertura de compuertas y tirantes aguas arriba y aguas abajo del barraje móvil. El modelo se encuentra ubicado en el área de División Didáctica del Laboratorio Nacional de Hidráulica, de la Universidad Nacional de Ingeniería, de la ciudad de Lima.

Para el cálculo de erosión se usaron enunciados que posteriormente describiremos en la comprobación de erosión calculada, los instrumentos que se utilizaron los programas Microsoft Excel y Rstudio,



4.2. Instrumentos de ingeniería

Tabla 8: Instrumentos de Ingeniería



Instrumentos para recolección de datos	Formato en Excel	Permite la recolección de datos, durante el ensayo que posteriormente para ser procesados
	Planillas en Excel	El que posteriormente permitirá obtener los resultados de erosión
	Formatos laboratorio de mecánica de suelos - UNI	Para recolección de datos de Cono de arena, Granulometría, Gravedad específica
Instrumentos para análisis de datos	AutoCAD (Ver. Estudiantil - 2018)	Para manejo de planos y pre procesamientos de imágenes de fotografías
	Microsoft - 2017	Para el análisis y cálculo de erosión, análisis de presión y análisis de datos de velocidad
	Math Type	Para la numeración de ecuaciones
	Rstudio	Para el análisis de velocidad

Fuente: (Archivo del autor)

4.3. Fichas de recolección de datos



Tabla 9: Formato de laboratorio - Granulometría

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-01	GRANULOMETRIA
-------------	----------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

N° DE MUESTRA:	
LUGAR DE ENSAYO:	

ARENA DE LECHO MUESTRA N°

Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	W(gr)	% Retenido	% Ret. Acu.	% Que Pasa
9.5	3/8				
4.75	N°4				
2.36	N°8				
1.18	N°16				
0.6	N°30				
0.3	N°50				
0.15	N°100				
0.075	N°200				
	FONDO				
	TOTAL				

OBSERVACIONES:	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
-----------------------	---



Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 10: Formato de laboratorio – Abertura de compuertas

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	 L.N.H.
--	--	---

FECHA:	
---------------	--

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	---


F-02	ABERTURA DE COMPUERTAS
-------------	-------------------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	-----------------------	----------------------------

CUADAL:	
----------------	--

LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH
-------------------------	--------------------------

COMPUERT A	Y	ABERTURA	PROMEDI O (cm)
	(Medidor)	(cm)	
C-01			
C - 02			
C - 03			
C - 04			

OBSERVACIONES:


Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 11: Formato de laboratorio – Cargas de agua

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	
---------------	--

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	---

F-03	CARGAS DE AGUA
-------------	-----------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	-----------------------	---------------------

HORA DE INICIO:	
HORA DE CULMINACIÓN:	
LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH

Limnómetro de gancho Neyrpic


LIMNIMETRO (mm):	
-------------------------	--

NIVEL AGUAS ARRIBA

Mínimo (cm)	
Máximo (cm)	

NIVEL AGUAS ABAJO

Mínimo (cm)	
Máximo (cm)	

OBSERVACIONES:


Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 12: Formato de laboratorio – Presiones estáticas


 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
		FECHA:

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-04	PRESIONES ESTATICAS
-------------	----------------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

N° DE PIEZOMETRO	PROG. (cm)	NIVEL (cm)	Pmin (cm)	Pmax (cm)
1	0.00			
2	0.02			
3	0.05			
4	0.10			
5	0.15			
6	0.25			
7	0.35			
8	0.40			
9	0.45			
10	0.50			
11	0.60			
12	0.65			
13	0.70			
14	0.75			
15	0.80			
16	0.85			
17	1.00			
18	1.15			
19	1.30			
20	1.45			
21	1.60			
22	1.75			
23	1.90			
24	2.05			
25	2.15			
26	2.25			
27	2.35			

<p>OBSERVACIONES:</p> 	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--	--

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 13: Formato de laboratorio – Temperatura

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
---	--	---

FECHA:	
---------------	--


TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-05	TEMPERATURA
-------------	--------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH
-------------------------	---------------------------------


HORA (h)	TEMPERATURA (°C)

OBSERVACIONES:


Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 14: Formato de laboratorio – Ensayo de densidad de campo

	UNI - FIC - Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos	Código:	SGC - RG-20
	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA - ASTMA D 1556/MTC E 117	Formato	F - 06
		Fecha:	

Ubicación : Laboratorio Nacional de Hidráulica					
Lado :					
Densidad N°:					

A. DENSIDAD DE CAMPO

Densidad de la arena usada, g/cm ³					
Peso (arena + frasco), g					
Peso (arena que queda + frasco), g					
Peso arena usada, g					
Volumen del cono, cm ³					
Volumen del hueco, cm ³					
Peso suelo total húmedo + recipiente, g					
Peso de recipiente, g					
Peso del suelo total húmedo, g					
Peso de grava > 3/4", g					
Peso de grava entre 3/4" - 3/8", g					
Peso de grava entre 3/8" - N° 4, g					
Peso de grava > N° 4, g					
% de grava > 3/4", g					
% de grava entre 3/4" - 3/8", g					
% de grava entre 3/8" - N° 4, g					
% de grava > N° 4, g					
Densidad del suelo húmedo, g/cm ³					
Contenido de humedad del suelo, %					
Densidad del suelo seco, g/cm ³					

B. HUMEDAD

Peso (suelo total húmedo + tara), g					
Peso de tara, g					
Peso (suelo seco + tara), g					
Peso de agua, g					
Peso de suelo seco, g					
Contenido de humedad del suelo, %					

C. PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN

Densidad del suelo seco natural, g/cm ³					
Máxima densidad seca, g/cm ³					
Óptimo contenido de humedad, %					
Peso específico de gravas, g/cm ³					
Máxima densidad seca corregida, g/cm ³					
Porcentaje de Compactación, %					

D. OBSERVACIONES

.....

Fuente: (Laboratorio N°02 de Mecánica de suelos -FIC)



Tabla 15: Formato de laboratorio – Gravedad específica de sólidos

	UNI - FIC - Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos	Código:	AT-PR-3-F1
	GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS - ASTMA D 854/MTC E 113	Formato	F - 07
		Fecha:	

Técnico : Informe N°:

Calicata: Fecha:

Muestra N°: Profundidad:

Horno: Balanza:

GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS

Método de Ensayo A Clasificación visual de un suelo

B

Picnómetro	<input type="text"/>	Tiempo de reposo (suelo+agua)	<input type="text"/>
Termómetro	<input type="text"/>	Tiempo de reposo baño maría	<input type="text"/>

Prueba N°:			
1	Temperatura de ensayo, Tf	(°C)	
2	Densidad del agua a la temperatura de ensayo, pwt	(g/mL)	
3	Masa del picnómetro, Mp	(g)	
4	Volumen del Picnómetro, Vp	(mL)	
5	Masa del picnómetro + agua + suelo seco, Mpws.t	(g)	
6	Masa de suelo seco, Ms	(g)	
7	Masa del picnómetro + agua, Mpws.t	(g)	
8	Gravedad específica a la temperatura de ensayo, G1	$6/(6+7-5)$	
9	Factor de corrección por temperatura, K		
10	Graveda especifica a 20°C, (8x9)		

D. OBSERVACIONES

.....

.....

.....

Fuente: (Laboratorio N°02 de Mecánica de suelos -FIC)



Tabla 16: Formato de laboratorio – Datos de velocidad


 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	
---------------	--

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD
-------------	---------------------------

PROGRESIVA		PROGRESIVA		PROGRESIVA		PROGRESIVA	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)

<p>OBSERVACIONES</p> 	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
---	--

Fuente: (Archivo del autor)



5. Procedimiento de recolección de datos

5.1. Muestreo y análisis granulométrico

5.1.1. Equipos e instrumentos

Los equipos mencionados a continuación son necesarios para realizar el muestreo y análisis granulométrico son los siguientes:

- Accesorios (Bolsas herméticas, cuadernillo, cámara fotografía, wincha, regla metálica).
- Balanza con capacidad de 8kg con precisión de $\pm 0.1g$.
- Tamices 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y Fondo
- Desecador.

5.1.2. Procedimientos

El trabajo se inició seleccionando los puntos aleatoriamente sobre el total de la arena que se tiene, para realizar los 06 ensayos, las muestras fueron tomadas de ambos extremos y centro, las muestras simples obtenidas fueron cuidadosamente mezcladas obteniendo una muestra compuesta de 5 kg mínimo.

Fotografía 15: Cuarteo de la muestra de arena.



Fuente: (Archivo del autor)



La muestra compuesta fue reducida mediante el proceso de cuarteo para proveer mínimo 1.5 kg de muestras para enviarse al laboratorio, las muestras representativas para el ensayo de laboratorio, fueron conservada y transportadas en recipientes secos, limpios y herméticos hacia el laboratorio. Se toma una muestra de 500 gr, repitiendo el procedimiento de cuarto para luego llevar la arena al horno.

Fotografía 16: Cuarteo de la muestra de arena.



Fuente: (Archivo del autor)

Después de haber pasado las 24 horas a una temperatura constante de 110 °C, para luego tamizarlo, con las mallas normalizadas 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y Fondo.

Fotografía 17: Ensayo de granulometría de arena



Fuente: (Archivo del autor)



5.1.3. Toma de datos

Tabla 17: Datos de análisis granulométrico

Peso Inicial (gr)
500.00

Tamiz (ASTM)	3/8	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°100	N°200
W (gr)	0.00	0.50	0.50	4.40	42.30	78.00	275.00	99.3

Fuente: (Archivo del autor)

5.2. Gravedad específica

5.2.1. Equipos e instrumentos

Los siguientes:

- ✓ Frasco volumétrico (Picnómetro), de 500 cm³ de capacidad.
- ✓ Bomba de vacíos, con una tubería.
- ✓ Horno o estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes de 110 +/- 5°C (230 +/- 9°F).
- ✓ Balanza con una capacidad de 1200 gr y con una sensibilidad de 0.01 gr.
- ✓ Pipeta que nos permita hacer el control volumétrico del agua.
- ✓ Termómetro graduado con una escala de 0 a 50 °C (32 a 122 °F).
- ✓ Capsula de evaporación.
- ✓ Recipientes metálicos.
- ✓ Brocha.

5.2.2. Preparación de la muestra

Se debe tener especial cuidado al obtener una muestra representativa para la determinación del peso específico, para ensayar la muestra de suelo se puede hacer en dos situaciones, la muestra cuando este en humedad natural y cuando se pueda secarse en una estufa, la muestra a usar será aquella que pase la malla N°4, a continuación, se muestra un cuadro la cantidad de masa de suelo versus tipo de suelo y tamaño de picnómetro recomendado por (Manual de Ensayos de Materiales MTC E 113, 2016)



Tabla 18: Masa redondeada para el espécimen de ensayo

Tipo de suelo	Masa de espécimen seco (gr) cuando se usa un picnómetro de 250 ml	Masa de espécimen seco (gr) cuando se usa un picnómetro de 500 ml
SP, SP-SM	60 +- 10	100 +- 10
SP-SC, SM, SC	45 +- 10	75 +- 10
Limo o arcilla	35 +- 5	50 +- 10

Fuente: (Manual de Ensayos de Materiales MTC E 113, 2016)

Los factores que conciernen para el cálculo, se deben considerar que el resultado de dividir la masa de lecho usado dividido por su peso específico tendrá cuatro dígitos, segundo, la mezcla de sólidos de suelo y agua es una pasta aguada con un fluido viscoso durante el proceso de extracción de vacíos.

5.2.3. Procedimientos

- ✓ El procedimiento inicia pesando la masa del picnómetro limpio y seco con una aproximación de 0.01 gr.
- ✓ Se lleno el picnómetro con agua hasta la marca de calibración, consecuentemente se extrae los vacíos con la bomba de vacío y se toma el peso del picnómetro con el agua.
- ✓ Medir y registrar la temperatura del agua usando un termómetro, insertar el termómetro a una propiedad apropiada.
- ✓ Se determino la cantidad de masa de acuerdo al tipo de suelo como se menciona la tabla 14.
- ✓ Se coloca la muestra dentro del picnómetro, enseguida coloca el agua dentro del picnómetro que esta con la muestra, hasta el nivel o marca de calibración que registra el picnómetro de 500 ml.
- ✓ Después de colocar la muestra y el agua se procede a extraer los vacíos con la bomba de vacíos, consecuentemente dar palmadas suaves alrededor del picnómetro para liberar las burbujas de aire atrapadas en la muestra.
- ✓ Finalmente se toma el peso del picnómetro con la muestra ya extraída el aire.

Tabla 19: Datos del ensayo de gravedad específica

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Temperatura de ensayo, Tf	(°C)	27.2
Volumen del Picnómetro, Vp	(mL)	500.00
Masa del picnómetro + agua + suelo seco, Mpws.t	(g)	735.97
Masa de suelo seco, Ms	(g)	107.58
Masa del picnómetro + agua, Mpws.t	(g)	667.33

Fuente: (Archivo del autor)

5.3. Proctor estándar

El presente ensayo se realizó en el Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos, de la Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de Ingeniería. Dicho ensayo fue realizado el 12 de marzo del 2020, con Informe N°S20-233.

5.4. Determinación de densidad de campo

Se determinó la densidad de campo para cada lecho y ensayo, por el método de cono de arena como se muestra en la Fotografía 18.

Fotografía 18: Toma de muestra para el ensayo cono de arena



Fuente: (Archivo del autor)

5.4.1. Equipos e instrumentos

Para realizar el siguiente ensayo se usó los siguientes equipos:



- ✓ Aparato de densidad de cono de arena.
- ✓ Balanza con una sensibilidad de 5.0 gr.
- ✓ Horno capaz de mantener la temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Recipiente metálico.
- ✓ Brocha.
- ✓ Cucharon metálico.
- ✓ Frascos impermeable o bolsas de plástico.

5.4.2. Preparación de la muestra

La conformación de lecho es a partir de arena selecta como se muestra la Fotografía 19, el compactado se realizó en capas de 10 cm, para garantizar un compactado adecuado y uniforme, con agua lo suficiente como para alcanzar la humedad optima.

Fotografía 19: Proceso de cambio y compactado de lecho



Fuente: (Archivo del autor)

El lecho será compactado y nivelado hasta el nivel del umbral de la poza disipadora del barraje móvil, consecuentemente se realiza la extracción de la muestra al inicio, medio y final del lecho, como se muestra en la Fotografía 20.



Fotografía 20: Extracción de muestra para el ensayo cono de arena



Fuente: (Archivo del autor)

5.4.3. Procedimientos

- ✓ Se selecciona la ubicación de los puntos a tomar la muestra, al inicio, medio y final del tramo de lecho aguas abajo del barraje móvil como se muestra en la Fotografía 20.
- ✓ Se realiza una inspección del cono, si habría algún daño alguno, como por ejemplo la rotación de libre de la válvula de cierre después se llena el contenedor con la arena previamente tratada y se toma el peso de la masa total.
- ✓ Se preparo la superficie del sitio que se va a ensayar, el sitio donde se realizó el ensayo está a un solo nivel constante.
- ✓ Se coloco madera longitudinal para evitar daños en el lecho.
- ✓ Se colocó el plato de base sobre la superficie plana del lecho, asegurando que exista contacto con el lecho, se marcó la parte central para evitar movimientos durante la prueba.
- ✓ Se excava el hoyo de prueba a través del orificio central en el plato de base, evitando el desmoronamiento o se deforme el suelo, el volumen excavado será lo suficiente mayor como para evitar errores, el orificio debe estar lo más libre posible y colocado en un sobre hermético, para evitar la pérdida de humedad teniendo cuidado para evitar pérdidas del suelo.



Fotografía 21: Extracción de la muestra con cucharon metálico.



Fuente: (Archivo del autor)

Seguidamente se limpió el borde del orificio del plato, para voltear el aparato de cono de arena, se abrió la válvula y se dejó caer la arena hasta llenar el orificio, el embudo, y el plato de base, evitando cualquier tipo de vibración cercana, y se cerró la válvula cuando la arena dejó de fluir.

Fotografía 22: Embudo invertido para el descenso de la arena calibrada



Fuente: (Archivo del autor)

- ✓ Después se tomó el peso del aparato con la arena restante, para luego calcular la masa de la arena utilizada.
- ✓ Registre y determine la masa del material húmedo que se extrajo de los orificios de prueba.
- ✓ Para obtener una muestra representativa se mesclo cuidadosamente la muestra extraída del orificio, para obtener el contenido de humedad del lecho.



- ✓ Se determino el contenido de humedad de acuerdo al método de ensayo del (Manual de Ensayos de Materiales MTC E 108, 2016)

5.4.4. Toma de datos

Tabla 20: Datos de densidad de campo y contenido de humedad – Caudal 29.54 l/s.

<u>ENSAYO:</u>				
Ensayo Q1 - Caudal 29.54 l/s				
<u>A. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	Muestra N°01	Muestra N°02	Muestra N°03
Densidad de la arena usada	gr/cm3	1.39	1.39	1.39
Peso (arena + frasco)	gr	6333.00	6232.00	6124.00
Peso (arena que queda + frasco)	gr	2760.00	2458.00	2497.00
Volumen del cono	cm3	1143.6	1143.6	1143.6
Peso de suelo total húmedo + recipiente	gr	2489.00	2673.00	2530.00
Peso del recipiente	gr	0.00	0.00	0.00
Peso de suelo total húmedo	gr	2489.00	2673.00	2530.00

<u>NOMBRE DE TARA</u>				
<u>B. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	BL-12	BL-11	BL-01
Peso (suelo total húmedo + tara)	gr	407.6	349.1	386.3
Peso de tara	gr	150.80	163.70	156.00
Peso (suelo seco + tara)	gr	396.70	339.90	374.10

Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 21: Datos de densidad de campo y contenido de humedad – Caudal 63.39 l/s

<u>ENSAYO:</u>				
Ensayo Q2 - Caudal 63.39 l/s				
<u>A. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	Muestra N°01	Muestra N°02	Muestra N°03
Densidad de la arena usada	gr/cm3	1.386	1.386	1.386
Peso (arena + frasco)	gr	6051.00	5852.00	5675.00
Peso (arena que queda + frasco)	gr	2498.00	2100.00	1772.00



Volumen del cono	cm ³	1143.6	1143.6	1143.6
Peso de suelo total húmedo + recipiente	gr	2438.00	2785.00	2987.00
Peso del recipiente	gr	0.00	0.00	0.00
Peso de suelo total húmedo	gr	2438.00	2785.00	2987.00

		NOMBRE DE TARA		
<u>B. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	BL-01	BL-11	BL-09
Peso (suelo total húmedo + tara)	gr	411.2	643.3	434.1
Peso de tara	gr	156.10	163.80	169.70
Peso (suelo seco + tara)	gr	394.00	607.90	411.80

Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 22: Datos de densidad de campo y contenido de humedad-Caudal 105.34 l/s.

<u>ENSAYO:</u>
Ensayo Q3 - Caudal 105.34 l/s

<u>A. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	Muestra N° 01	Muestra N° 02	Muestra N° 03
Densidad de la arena usada	gr/cm ³	1.386	1.386	1.386
Peso (arena + frasco)	gr	5576.00	5457.00	5395.00
Peso (arena que queda + frasco)	gr	1954.00	1556.00	1765.00
Volumen del cono	cm ³	1143.6	1143.6	1143.6
Peso de suelo total húmedo + recipiente	gr	2512.00	2873.00	2543.00
Peso del recipiente	gr	0.00	0.00	0.00
Peso de suelo total húmedo	gr	2512.00	2873.00	2543.00

		NOMBRE DE TARA		
<u>B. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	BL-38	BL-70	BL-44
Peso (suelo total húmedo + tara)	gr	94.4	105.7	95.9
Peso de tara	gr	14.50	14.60	14.60
Peso (suelo seco + tara)	gr	90.10	100.20	91.20

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 23: Datos de densidad de campo y contenido de humedad – Caudal 148.23 l/s

ENSAYO:
Ensayo Q4 - Caudal 148.23 l/s

<u>A. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	Muestra N°01	Muestra N°02	Muestra N°03	Muestra N°04
Densidad de la arena usada	gr/cm ³	1.386	1.386	1.386	1.386
Peso (arena + frasco)	gr	6659.00	6527.00	6413.00	6287.00
Peso (arena que queda + frasco)	gr	2925.00	2609.00	2499.00	2098.00
Volumen del cono	cm ³	1143.60	1143.60	1143.60	1143.60
Peso de suelo total húmedo + recipiente	gr	2569.00	2782.00	2790.00	3082.00
Peso del recipiente	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de suelo total húmedo	gr	2569.00	2782.00	2790.00	3082.00

<u>B. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	NOMBRE DE TARA			
		L-13	L-3	L-47	R-31
Peso (suelo total húmedo + tara)	gr	157.3	149.9	154.2	191.5
Peso de tara	gr	12.60	15.30	17.90	16.20
Peso (suelo seco + tara)	gr	149.90	143.30	147.40	183.60

Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 24: Datos de densidad de campo y contenido de humedad-Caudal 189.56 l/s.

ENSAYO:
Ensayo Q5 - Caudal 189.56 l/s

<u>A. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	Muestra N°01	Muestra N°02	Muestra N°03
Densidad de la arena usada	gr/cm ³	1.386	1.386	1.386
Peso (arena + frasco)	gr	5989.00	5969.00	5951.00
Peso (arena que queda + frasco)	gr	2299.00	2143.00	2012.00
Volumen del cono	cm ³	1143.6	1143.6	1143.6
Peso de suelo total húmedo + recipiente	gr	2603.00	2748.00	2885.00
Peso del recipiente	gr	0.00	0.00	0.00
Peso de suelo total húmedo	gr	2603.00	2748.00	2885.00



<u>B. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	NOMBRE DE TARA		
		BL-10	BL-12	BL-01
Peso (suelo total húmedo + tara)	gr	313.8	431.4	448.6
Peso de tara	gr	78.00	77.10	80.80
Peso (suelo seco + tara)	gr	299.40	409.30	427.80

Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 25: Datos de densidad de campo y contenido de humedad – Caudal 232.65 l/s

<u>ENSAYO:</u>
Ensayo Q6 - Caudal 232.65 l/s

<u>A. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	Muestra N°01	Muestra N°02	Muestra N°03
Densidad de la arena usada	gr/cm ³	1.386	1.386	1.386
Peso (arena + frasco)	gr	5936.00	5930.00	5923.00
Peso (arena que queda + frasco)	gr	2020.00	1807.00	1551.00
Volumen del cono	cm ³	1143.6	1143.6	1143.6
Peso de suelo total húmedo + recipiente	gr	2759.00	3009.00	3340.00
Peso del recipiente	gr	0.00	0.00	0.00
Peso de suelo total húmedo	gr	2759.00	3009.00	3340.00

<u>B. DENSIDAD DE CAMPO</u>	UND.	NOMBRE DE TARA		
		BL-53	BL-70	BL-3
Peso (suelo total húmedo + tara)	gr	185.4	168.9	165.6
Peso de tara	gr	14.70	14.50	12.50
Peso (suelo seco + tara)	gr	177.80	161.30	158.60

Fuente: (Archivo del autor)

5.5. Determinación de abertura de compuertas

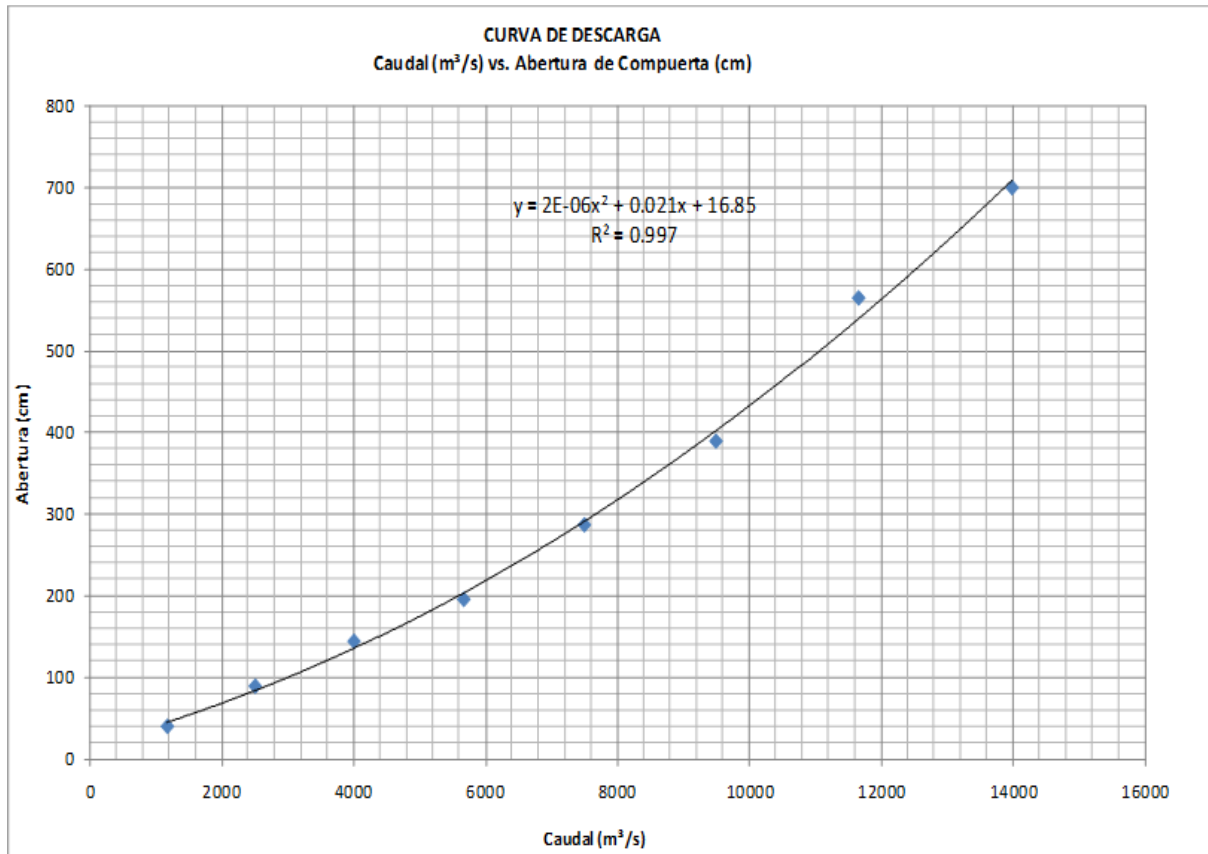
5.5.1. Determinación de abertura de compuertas

La construcción del modelo físico del proyecto “ESTUDIO EN MODELO FÍSICO DE LA PRESA DERIVADORA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA NAPO MAZÁN (IQUITOS)”, tiene como primer objetivo la elaboración de la curva de descarga de las compuertas, cuyo objetivo es determinar la abertura de las compuertas para los diferentes



caudales, y mantener constante el nivel aguas arriba del barraje móvil, al nivel donde se encuentra la captación, cabe mencionar que no se llegó a evaluar los caudales pico mencionados en la Tabla 2, de igual modo en la Tabla 3 se aprecia los caudales y abertura estudiados a nivel de prototipo y modelo físico, las aberturas de las compuertas están en función a la ecuación cuadrática mostrado en el Gráfico 1, obtenida a partir de la simulación en el software HecRas.

Gráfico 1: Curva de descarga del prototipo.



Fuente: (Proyecto central hidroeléctrico napo mazan)




Tabla 26: Datos de abertura de compuertas – Caudal 29.54 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”	

ABERTURA DE COMPUERTAS

Caudal	29.54 l/s
Fecha	27/09/2019
Lugar del Ensayo	División Didáctica - LNH



COMPUERTA	ABERTURA (m)
C-01	0.016
	0.016
	0.016
C - 02	0.015
	0.014
	0.014
	0.014
	0.012
	0.012
C - 03	0.010
	0.010
	0.009
	0.009
	0.008
	0.008
C - 04	0.007
	0.006
	0.005

Observaciones: 	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--	--

Fuente: (Archivo del autor)




Tabla 27: Datos de abertura de compuertas – Caudal 63.39 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	 L.N.H.
TESIS	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”	

ABERTURA DE COMPUERTAS

Caudal N°01	63.39 l/s
Caudal N°02	63.39 l/s
Fecha	8/10/2019
Lugar del Ensayo	División Didáctica - LNH



COMPUERTA	ABERTURA (m)
C-01	0.029
	0.030
	0.030
C - 02	0.029
	0.028
	0.028
	0.028
	0.027
	0.026
C - 03	0.026
	0.025
	0.114
	0.114
	0.024
	0.023
C - 04	0.022
	0.022
	0.020

Observaciones: 	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--	--

Fuente: (Archivo del autor)




Tabla 28: Datos de abertura de compuertas – 105.39 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”	

ABERTURA DE COMPUERTAS

Caudal N°01	105.39 l/s
Fecha	8/11/2019
Lugar del Ensayo	División Didáctica - LNH



COMPUERTA	ABERTURA (m)
C-01	0.045
	0.045
	0.046
C - 02	0.046
	0.046
	0.046
	0.046
	0.045
	0.045
C - 03	0.045
	0.045
	0.045
	0.045
	0.045
	0.045
C - 04	0.045
	0.044
	0.043

Observaciones:	
-----------------------	--

Fuente: (Archivo del autor)




Tabla 29: Datos de abertura de compuertas – 148.23 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”	

ABERTURA DE COMPUERTAS

Caudal	148.23 l/s
Fecha	25/11/2019
Lugar del Ensayo	División Didáctica - LNH



COMPUERTA	ABERTURA (m)
C-01	0.068
	0.070
	0.068
C - 02	0.069
	0.069
	0.069
	0.068
	0.068
	0.069
C - 03	0.068
	0.068
	0.068
	0.068
	0.068
	0.068
C - 04	0.068
	0.066
	0.068

Observaciones: 	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--	--

Fuente: (Archivo del autor)




Tabla 30: Datos de abertura de compuertas – 189.56 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	 LNH
TESIS	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”	

ABERTURA DE COMPUERTAS

Caudal	189.56 l/s
Fecha	3/02/2020
Lugar del Ensayo	División Didáctica - LNH



COMPUERTA	ABERTURA (m)
C-01	0.093
	0.095
	0.094
C - 02	0.094
	0.095
	0.095
	0.094
	0.094
	0.094
C - 03	0.096
	0.095
	0.095
	0.096
	0.096
	0.096
C - 04	0.097
	0.095
	0.094

Observaciones: 	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--	--

Fuente: (Archivo del autor)




Tabla 31: Datos de abertura de compuertas – 232.65 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
TESIS	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”	

ABERTURA DE COMPUERTAS

Cauda	232.65 l/s
Fecha	15/02/2020
Lugar del Ensayo	División Didáctica - LNH

COMPUERTA	ABERTURA (m)
C-01	0.133
	0.134
	0.134
C - 02	0.134
	0.134
	0.135
	0.133
C - 03	0.134
	0.134
	0.134
	0.134
C - 04	0.130
	0.132
	0.134

	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
---	--

Fuente: (Archivo del autor)



5.5.2. Calibración del modelo

El ingreso del agua al modelo físico, es controlado por una válvula tipo compuerta que se encuentra en la parte exterior del de División Didáctica del LNH.

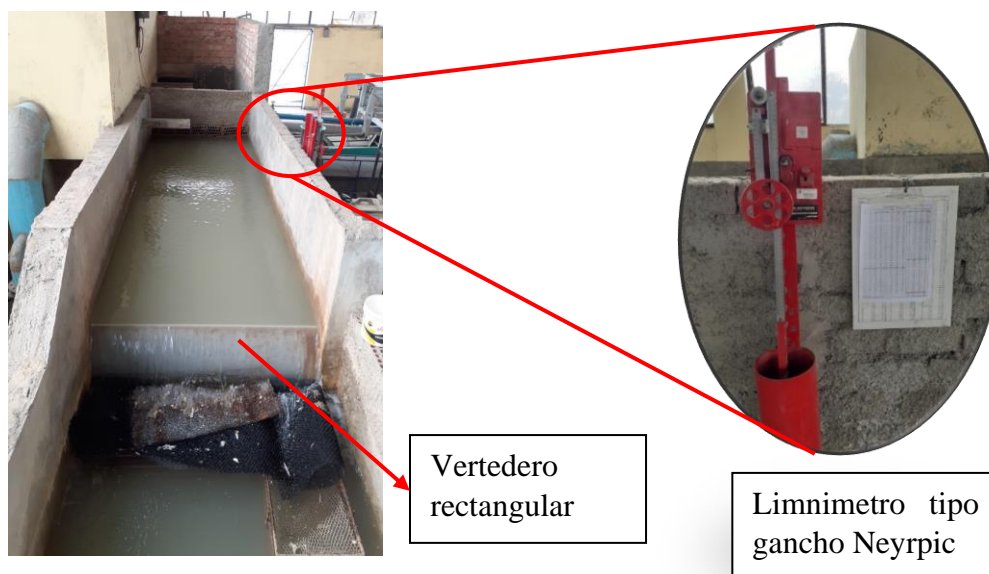
Fotografía 23: Tanque elevado y válvula de control.



Fuente: (Archivo del autor)

El caudal fue regulado por un vertedero ubicado en sentido perpendicular al canal rectangular, donde se instaló un limnómetro de gancho Neyrpic que permitió leer las cargas de agua con una aproximación de 0.1 mm, con la finalidad de garantizar una carga constante en el vertedero y evitar los errores al momento realizar la colecta de datos.

Fotografía 24: Vertedero rectangular y limnómetro.



Fuente: (Archivo del autor)



Previo a cada ensayo se satura el lecho, con la finalidad de representar la condición real de un río, para lo cual se satura el lecho de forma lenta, evitando que se genere erosión del lecho, lo que podría afectar los resultados.

Fotografía 25: Saturación de lecho en el canal de experimentación



Fuente: (Archivo del autor)

5.6. Determinación de los tirantes aguas arriba y abajo

Para los determinar los niveles aguas arriba (Y_o) y aguas abajo (htw), se hizo mediante el uso de reglas metálicas colocadas pegadas verticalmente en las ventanas, como se muestra en la Fotografía 26.

Fotografía 26: Regla metálica para medir tirante aguas arriba y abajo.



Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 32: Datos de control de tirantes aguas arriba.

CONTROL DE TIRANTE AGUAS ARRIBA				
N° de ensayo	MODELO NAPO		MODELO	
	Q (l/s)	'Yo' Tirante aguas arriba (m)	Dia 1	Dia 2
			'Yo' Tirante aguas arriba (m)	'Yo' Tirante aguas arriba(m)
Q1	29.54	0.32	0.320	-
Q2	63.39	0.32	0.322	0.322
Q3	105.34	0.32	0.319	0.319
Q4	148.23	0.32	0.319	0.321
Q5	189.56	0.32	0.310	0.320
Q6	232.65	0.32	0.323	0.326

Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 33: Datos de control de tirantes aguas abajo.

CONTROL DE TIRANTE AGUAS ABAJO				
N° de ensayo	MODELO NAPO		MODELO	
	Q (l/s)	Tirante aguas abajo h_{tw} (m)	Dia 1	Dia 2
			Tirante aguas abajo h_{tw} (m)	Tirante aguas abajo h_{tw} (m)
Q1	29.54	0.050	0.050	0.050
Q2	63.39	0.084	0.083	0.084
Q3	105.34	0.118	0.118	0.119
Q4	148.23	0.150	0.150	0.150
Q5	189.56	0.187	0.186	0.187
Q6	232.65	0.211	0.210	0.212

Fuente: (Archivo del autor)

5.7. Determinación de temperatura

La medición de temperatura del agua se hizo utilizando un termómetro electrónico de marca “Digital Thermometer”, obteniendo un valor promedio de la temperatura del agua para cada ensayo, dichas mediciones se realizaron para hacer una corrección por temperatura.



Tabla 34: Datos de temperatura – Caudal 63.39 l/s.

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	 L.N.H.
--	--	---


TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-05	TEMPERATURA
-------------	--------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH
-------------------------	---------------------------------

Dia 1: 4/10/2019		Dia 2: 7/10/2019	
Hora (h)	Temperatura (°C)	Hora (h)	Temperatura (°C)
09:20	20.5	08:27	18.60
09:47	20.51	09:15	18.90
10:07	20.68	09:55	19.00
10:58	20.68	10:38	19.10
12:02	20.68	11:26	19.10
12:56	20.85	12:07	19.20
13:35	20.85		

OBSERVACIONES: 
--	-------------------------

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 35: Datos de temperatura – Caudal 105.34 l/s.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-05	TEMPERATURA
-------------	--------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH
-------------------------	---------------------------------

Día 1: 6/11/2019		Día 2: 7/11/2019	
Hora (h)	Temperatura (°C)	Hora (h)	Temperatura (°C)
14:17	20.70	09:17	20.60
15:38	20.90	09:07	20.90
16:50	20.90	12:00	21.00
17:35	21.00		

OBSERVACIONES:
---------------------------	-------------------------

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 36: Datos de temperatura – Caudal 148.23 l/s.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-05	TEMPERATURA
-------------	--------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH
-------------------------	---------------------------------

Día 1: 21/11/2019		Día 2: 23/11/2019	
Hora (h)	Temperatura (°C)	Hora (h)	Temperatura (°C)
08:50	19.90	11:02	21.10
12:51	20.60	12:37	21.40
14:12	20.90	13:00	21.70
15:05	21.00		
15:50	21.20		
16:28	21.40		

OBSERVACIONES:
---------------------------	-------------------------

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 37: Datos de temperatura – Caudal 189.56 l/s.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-05	TEMPERATURA
-------------	--------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH
-------------------------	---------------------------------

Día 1: 31/01/2020		Día 2: 31/01/2020	
Hora (h)	Temperatura (°C)	Hora (h)	Temperatura (°C)
10:30	25.20	08:44	26.20
11:48	25.70	09:42	26.40
13:10	26.00	12:00	27.00
14:25	26.70		
16:00	27.30		

OBSERVACIONES:
---------------------------	-------------------------

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 38: Datos de temperatura – Caudal 232.65 l/s.

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---


TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-05	TEMPERATURA
-------------	--------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH
-------------------------	---------------------------------

Día 1: 31/01/2020		Día 2: 15/02/2020	
Hora (h)	Temperatura (°C)	Hora (h)	Temperatura (°C)
09:25	25.90	09:25	24.70
10:49	26.20	10:49	24.90
11:24	26.40	11:24	25.50
13:11	26.60	13:11	25.70
14:50	26.70	14:50	25.80
15:20	26.80	15:20	26.10

OBSERVACIONES: 	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--	--

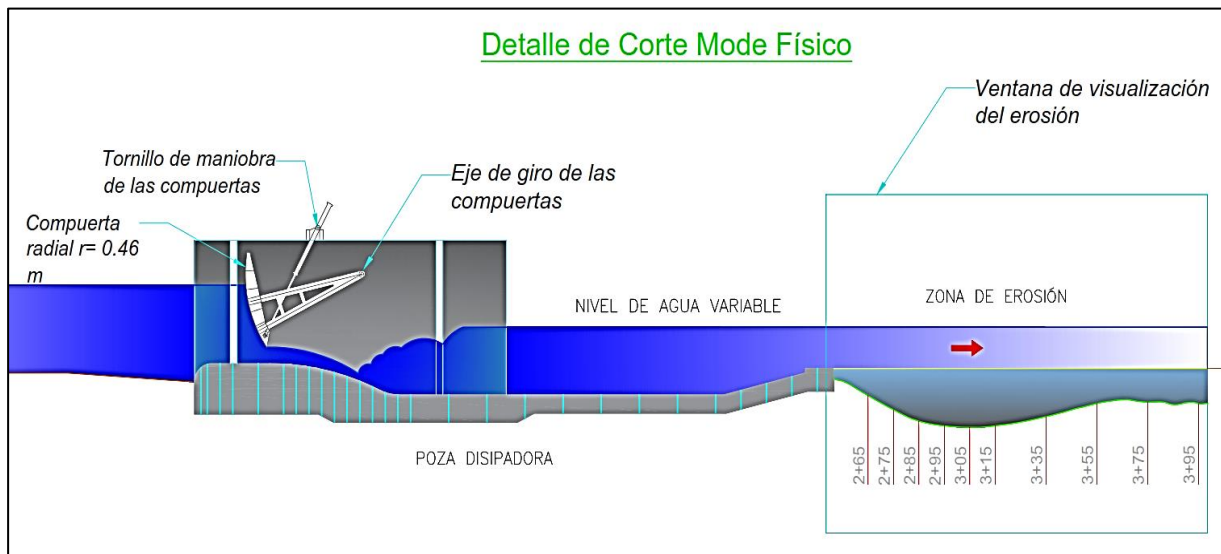
Fuente: (Archivo del autor)



5.8. Determinación de la presión estática

Se instaló 28 piezómetros a lo largo de la poza disipadora, distribuidos convenientemente para observar los cambios de presión, antes de llegar al lecho móvil, donde se evalúa la erosión, para los 6 diferentes ensayos, a continuación, se aprecia la distribución:

Figura 16: Detalle de corte del modelo físico



Fuente: (Archivo del autor)

Para la colecta de datos de presiones se usó tableros de piezómetros de vidrio con una regla metálica, como se aprecia en la Fotografía 27.

Fotografía 27: Tablero de piezómetros



Fuente: (Archivo del autor)



Las presiones serán tomadas después de calibrar el caudal, los piezómetros están distribuidos en 3 tableros como se muestran en la Fotografía 28, previo a tomar los datos de presión se calibraron los piezómetros.

Fotografía 28: Ubicación de piezómetros.



Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 39: Datos de presiones estáticas – Caudal 29.54 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA: 26/09/2019

TESIS:	"ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DEL BARRAJE MÓVIL EN UN MODELO HIDRÁULICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30"
---------------	--

F-04	PRESIONES ESTATICAS
-------------	----------------------------


REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

HORA DE INICIO:	10:08 a.m.
------------------------	-------------------

HORA DE CULMINACIÓN:	10:20 a.m
-----------------------------	------------------

LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH
-------------------------	---------------------------------

Nº DE PIEZOMETRO	PROGRESIVA (cm)	NIVEL (cm)	P min (cm)	P max (cm)
1	0.00	49.55	78.25	78.25
2	0.02	49.55	78.06	78.06
3	0.05	49.55	78.06	78.06
4	0.10	49.55	77.97	77.97
5	0.15	49.80	75.69	75.69
6	0.25	49.80	51.62	51.62
7	0.35	49.80	50.01	50.18
8	0.40	49.80	50.09	51.80
9	0.45	49.80	50.09	53.40
10	0.50	49.80	51.32	54.32
11	0.60	49.80	53.82	55.20
12	0.65	49.80	53.82	55.20
13	0.70	49.80	53.27	54.98
14	0.75	49.80	56.43	57.44
15	0.80	49.80	55.80	57.88
16	0.85	49.80	54.71	55.82
17	1.00	49.80	54.43	55.46
18	1.15	49.80	55.81	56.95
19	1.30	49.70	56.40	57.29
20	1.45	49.70	57.12	57.38
21	1.60	49.70	57.23	57.90
22	1.75	49.70	57.49	57.70
23	1.90	49.70	57.23	57.72
24	2.05	49.70	57.80	58.00
25	2.15	49.70	57.79	58.02
26	2.25	49.70	57.60	57.83
27	2.35	49.70	57.55	57.70
28	2.45	49.70	56.40	56.78

OBSERVACIONES:


Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 40: Datos de presiones estáticas – Caudal 63.39 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA: 4/10/2019

TESIS: "ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DEL BARRAJE MÓVIL EN UN MODELO HIDRÁULICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30"

F-04 PRESIONES ESTATICAS

REALIZADO POR: REDY SANCHEZ VALENCIA **CODIGO:** 013200622-A


HORA DE INICIO: 10:08 a.m.

HORA DE CULMINACIÓN: 10:30 a.m

LUGAR DE ENSAYO: DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH

Nº DE PIEZOMETRO	PROGRESIVA (cm)	NIVEL (cm)	P min (cm)	P max (cm)
1	0.00	49.55	63.95	63.95
2	0.02	49.55	78.06	78.06
3	0.05	49.55	71.18	71.18
4	0.10	49.55	77.97	77.97
5	0.15	49.80	75.69	75.69
6	0.25	49.80	51.62	51.62
7	0.35	49.80	50.01	50.18
8	0.40	49.80	50.09	51.80
9	0.45	49.80	50.09	53.40
10	0.50	49.80	51.32	54.32
11	0.60	49.80	53.82	55.20
12	0.65	49.80	53.82	55.20
13	0.70	49.80	53.27	54.98
14	0.75	49.80	56.43	57.44
15	0.80	49.80	55.80	57.88
16	0.85	49.80	54.71	55.82
17	1.00	49.80	54.43	55.46
18	1.15	49.80	55.81	56.95
19	1.30	49.70	56.40	57.29
20	1.45	49.70	57.12	57.38
21	1.60	49.70	57.23	57.90
22	1.75	49.70	57.49	57.70
23	1.90	49.70	57.23	57.72
24	2.05	49.70	57.80	58.00
25	2.15	49.70	57.79	58.02
26	2.25	49.70	57.60	57.83
27	2.35	49.70	57.55	57.70
28	2.45	49.70	56.40	56.78

OBSERVACIONES:



.....

.....

.....

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 41: Datos de presiones estáticas – Caudal 105.34 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	7/11/2019
---------------	-----------

TESIS:	"ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DEL BARRAJE MÓVIL EN UN MODELO HIDRÁULICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30"
---------------	--

F-04	PRESIONES ESTATICAS
-------------	----------------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

HORA DE INICIO:	10.55 a.m.
HORA DE CULMINACIÓN:	11:20 a.m
LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH

Nº DE PIEZOMETRO	PROGRESIVA (cm)	NIVEL (cm)	P min (cm)	P max (cm)
1	0.00	49.55	77.65	77.65
2	0.02	49.55	77.20	77.20
3	0.05	49.55	77.30	77.30
4	0.10	49.55	77.10	77.10
5	0.15	49.80	73.90	73.90
6	0.25	49.80	53.00	53.20
7	0.35	49.80	52.30	53.36
8	0.40	49.80	52.40	55.47
9	0.45	49.80	54.26	55.45
10	0.50	49.80	54.07	56.56
11	0.60	49.80	53.53	55.63
12	0.65	49.80	56.80	58.28
13	0.70	49.80	56.20	58.30
14	0.75	49.80	58.74	61.38
15	0.80	49.80	59.90	60.65
16	0.85	49.80	58.28	59.58
17	1.00	49.80	58.09	59.46
18	1.15	49.80	58.57	60.08
19	1.30	49.70	56.60	60.78
20	1.45	49.70	60.00	60.61
21	1.60	49.70	60.18	60.92
22	1.75	49.70	60.70	61.20
23	1.90	49.70	61.00	61.30
24	2.05	49.70	60.90	61.50
25	2.15	49.70	60.95	61.50
26	2.25	49.70	61.00	61.32
27	2.35	49.70	60.80	61.10
28	2.45	49.70	59.48	60.54

OBSERVACIONES:

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 42: Datos de presiones estáticas – Caudal 148.23 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
---	--	---

FECHA: 21/11/2019

TESIS: "ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DEL BARRAJE MÓVIL EN UN MODELO HIDRÁULICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30"


F-04 PRESIONES ESTATICAS

REALIZADO POR: REDY SANCHEZ VALENCIA **CODIGO:** 013200622-A

HORA DE INICIO:	09.47 a.m.
HORA DE CULMINACIÓN:	10:10 a.m
LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH

Nº DE PIEZOMETRO	PROGRESIVA (cm)	NIVEL (cm)	P min (cm)	P max (cm)
1	0.00	49.55	77.70	77.70
2	0.02	49.55	78.32	78.32
3	0.05	49.55	76.34	76.87
4	0.10	49.55	71.45	76.34
5	0.15	49.80	55.60	71.68
6	0.25	49.80	53.90	57.00
7	0.35	49.80	55.95	56.33
8	0.40	49.80	56.56	58.37
9	0.45	49.80	56.60	58.50
10	0.50	49.80	55.30	59.90
11	0.60	49.80	60.35	56.45
12	0.65	49.80	60.30	61.95
13	0.70	49.80	63.72	61.92
14	0.75	49.80	63.50	64.65
15	0.80	49.80	62.25	65.46
16	0.85	49.80	61.15	63.00
17	1.00	49.80	61.90	63.00
18	1.15	49.80	62.87	63.20
19	1.30	49.70	63.24	63.80
20	1.45	49.70	63.96	63.80
21	1.60	49.70	64.10	64.15
22	1.75	49.70	64.20	64.56
23	1.90	49.70	64.64	64.75
24	2.05	49.70	65.05	65.80
25	2.15	49.70	64.28	65.20
26	2.25	49.70	64.28	65.00
27	2.35	49.70	64.55	65.15
28	2.45	49.70	62.20	62.80

OBSERVACIONES:



.....

.....

.....

Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 43: Datos de presiones estáticas – Caudal 189.56 l/s.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
---	--	---

FECHA:	1/02/2020
--------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DEL BARRAJE MÓVIL EN UN MODELO HIDRÁULICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-04	PRESIONES ESTATICAS
-------------	----------------------------


REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
----------------	-----------------------	---------------------

HORA DE INICIO:	10.10 a.m.
-----------------	------------

HORA DE CULMINACIÓN:	10:30 a.m
----------------------	-----------

LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH
------------------	--------------------------

Nº DE PIEZOMETRO	PROGRESIVA (cm)	NIVEL (cm)	P min (cm)	P max (cm)
1	0.00	49.55	77.70	77.80
2	0.02	49.55	76.30	76.60
3	0.05	49.55	76.40	76.70
4	0.10	49.55	75.60	75.70
5	0.15	49.80	69.70	70.40
6	0.25	49.80	57.90	60.10
7	0.35	49.80	57.40	61.10
8	0.40	49.80	58.60	61.00
9	0.45	49.80	58.50	62.80
10	0.50	49.80	60.20	63.20
11	0.60	49.80	61.50	63.00
12	0.65	49.80	62.50	65.70
13	0.70	49.80	62.90	65.50
14	0.75	49.80	66.60	68.00
15	0.80	49.80	67.20	68.40
16	0.85	49.80	64.14	67.10
17	1.00	49.80	64.20	65.90
18	1.15	49.80	65.30	65.90
19	1.30	49.70	65.50	66.40
20	1.45	49.70	65.90	66.50
21	1.60	49.70	66.50	67.50
22	1.75	49.70	67.10	67.50
23	1.90	49.70	67.10	67.70
24	2.05	49.70	67.40	68.40
25	2.15	49.70	67.70	68.10
26	2.25	49.70	67.60	67.80
27	2.35	49.70	67.60	68.30
28	2.45	49.70	64.40	67.70

OBSERVACIONES: 
--	-------------------------

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 44: Datos de presiones estáticas – Caudal 232.65 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	 LNH
--	--	--

FECHA:	13/03/2020
---------------	------------


TESIS:	"ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DEL BARRAJE MÓVIL EN UN MODELO HIDRÁULICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30"
---------------	--

F-04	PRESIONES ESTATICAS
-------------	----------------------------

REALIZADO POR:	REDY SANCHEZ VALENCIA	CODIGO: 013200622-A
-----------------------	------------------------------	----------------------------

HORA DE INICIO:	08:10 a.m.
HORA DE CULMINACIÓN:	08:30 a.m
LUGAR DE ENSAYO:	DIVISIÓN DIDÁCTICA - LNH

Nº DE PIEZOMETRO	PROGRESIVA (cm)	NIVEL (cm)	P min (cm)	P max (cm)
1	0.00	49.55	77.50	77.90
2	0.02	49.55	76.30	76.50
3	0.05	49.55	76.00	76.90
4	0.10	49.55	75.10	76.20
5	0.15	49.80	71.80	73.30
6	0.25	49.80	64.80	65.30
7	0.35	49.80	64.00	64.60
8	0.40	49.80	63.60	64.60
9	0.45	49.80	62.80	65.10
10	0.50	49.80	63.60	66.30
11	0.60	49.80	65.00	66.40
12	0.65	49.80	66.80	68.50
13	0.70	49.80	67.80	69.30
14	0.75	49.80	69.80	70.80
15	0.80	49.80	69.90	71.00
16	0.85	49.80	69.40	70.50
17	1.00	49.80	68.40	69.40
18	1.15	49.80	68.80	69.70
19	1.30	49.70	68.50	70.20
20	1.45	49.70	69.30	70.30
21	1.60	49.70	69.70	70.30
22	1.75	49.70	70.40	70.90
23	1.90	49.70	70.40	71.10
24	2.05	49.70	71.00	71.60
25	2.15	49.70	71.00	71.50
26	2.25	49.70	70.60	71.00
27	2.35	49.70	71.10	71.70
28	2.45	49.70	0.00	0.00

OBSERVACIONES:


Fuente: (Archivo del autor)



5.9. Determinación de los perfiles de erosión

La colecta de datos de erosión fue a través de una ventana que se encuentra aguas abajo del barraje móvil, la venta tiene 1.50 m de largo y altura de 1.00m de plexiglás de 10 mm de espesor, tiene un marco metálico, con refuerzos centrales para evitar el pandeo, y que afecte en los resultados, así como muestra en la Fotografía 29, las fotografías se tomó cada 10 min.

Fotografía 29: Erosión inicial hora 00 – Caudal 29.55 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 30: Erosión hora 01 – Caudal 29.55 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 31: Erosión hora 02 – Caudal 29.55 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 32: Erosión hora 03 – Caudal 29.55 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 33: Erosión hora 04 – Caudal 29.55 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 34: Erosión hora 05 – Caudal 29.55 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 35: Erosión hora 06 – Caudal 29.55 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 36: Erosión hora 07 – Caudal 29.55 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 37: Erosión hora 08 – Caudal 29.55 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 38: Erosión hora 09 – Caudal 29.55 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 39: Erosión hora 03 – Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 40: Erosión hora 04 – Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 41: Erosión hora 05 – Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 42: Erosión hora 06 – Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 43: Erosión hora 07 – Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 44: Erosión hora 08 – Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 45: Erosión hora 09 – Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 46: Erosión hora 10 – Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 47: Erosión hora 00 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 48: Erosión hora 01 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 49: Erosión hora 02 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 50: Erosión hora 03 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 51: Erosión hora 04 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 52: Erosión hora 05 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 53: Erosión hora 06 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 54: Erosión hora 07 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 55: Erosión hora 08 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 56: Erosión hora 09 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 57: Erosión hora 10 – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 58: Erosión hora 01 – Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 59: Erosión hora 02 – Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 60: Erosión hora 03 – Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 61: Erosión hora 04 – Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 62: Erosión hora 05 – Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 63: Erosión hora 06 – Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 64: Erosión hora 07 – Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 65: Erosión hora 08 – Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 66: Erosión hora 00 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 67: Erosión hora 01 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 68: Erosión hora 02 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 69: Erosión hora 03 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 70: Erosión hora 04 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 71: Erosión hora 05 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 72: Erosión hora 06 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 73: Erosión hora 07 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 74: Erosión hora 08 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 75: Erosión hora 09 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 76: Erosión hora 10 – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 77: Erosión hora 00 – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 78: Erosión hora 01 – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 79: Erosión hora 02 – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 80: Erosión hora 03 – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 81: Erosión hora 4 – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 82: Erosión hora 5 – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 83: Erosión hora 6 – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 84: Erosión hora 7 – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 85: Erosión hora 8 – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Fotografía 86: Erosión hora 9 – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Fotografía 87: Erosión hora 10 – Caudal 232.65 l/s

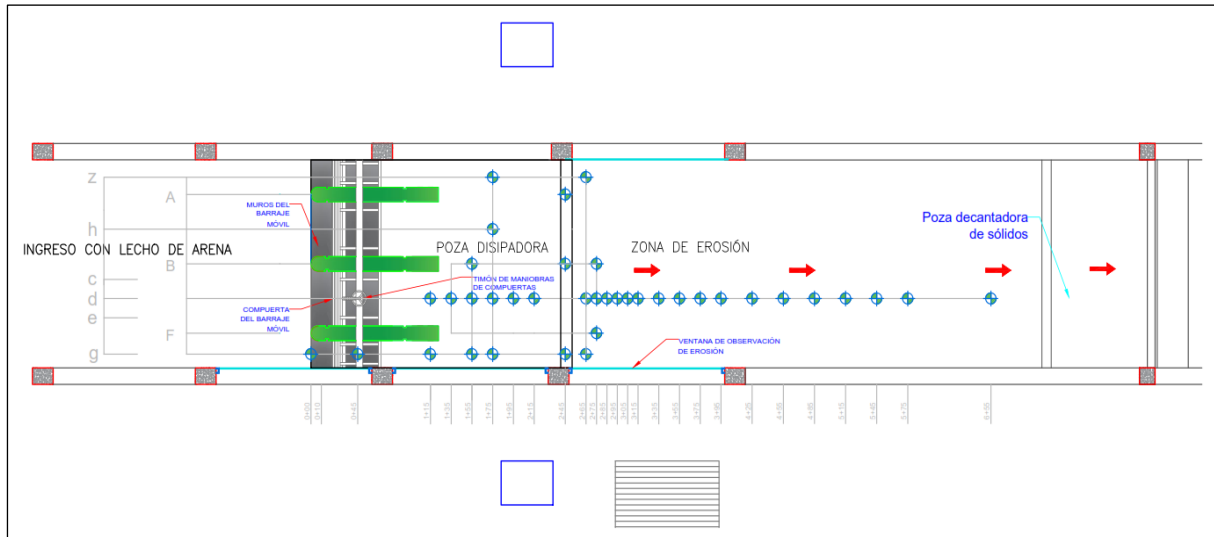


Fuente: (Archivo del autor)

5.10. Determinación de velocidad

La determinación de los perfiles de velocidad se hará mediante el uso del equipo vectorial profiler, la colecta se hizo en puntos estratégicos como se muestran en la Figura 17, se consideraron puntos más cercanos de colecta en la zona de erosión, así como también en el umbral de la poza disipadora de energía.

Figura 17: Puntos de colecta de velocidad



Fuente: (Archivo del autor)

6. Procesamiento y análisis de datos.

6.1. Procesamiento, muestreo y análisis granulométrico

6.1.1. Procesamiento o cálculo de la prueba

Se considero una muestra de 500 gr. De muestra de lecho seco al horno tamizando y pasante por la malla No 04, registrándose el peso de la muestra retenida en cada malla.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{M1}{M2} * 100 \quad (23)$$

Donde:

%Retenido: Representa el porcentaje retenido en cada tamiz

M1: Masa inicial de la muestra (gr)

M2: Masa retenida en el tamiz (gr)



El módulo de fineza es el que indica el tamaño medio de los agregados, y se calcula con la siguiente expresión.

$$Mf = \left(\frac{\sum \% \text{ Retenido} - \text{Acumulado}}{100} \right) \quad (24)$$

Donde:

Mf= Modulo de fineza

El d50 es el tamaño de partícula correspondiente al 50% que pasa y representa el tamaño medio de grano y se terminó con la siguiente la siguiente interpolación. Obteniéndose como d50=0.24 mm.

6.1.2. Procesamiento de datos

Tabla 45: Procesamiento de datos de analisis granulométrico

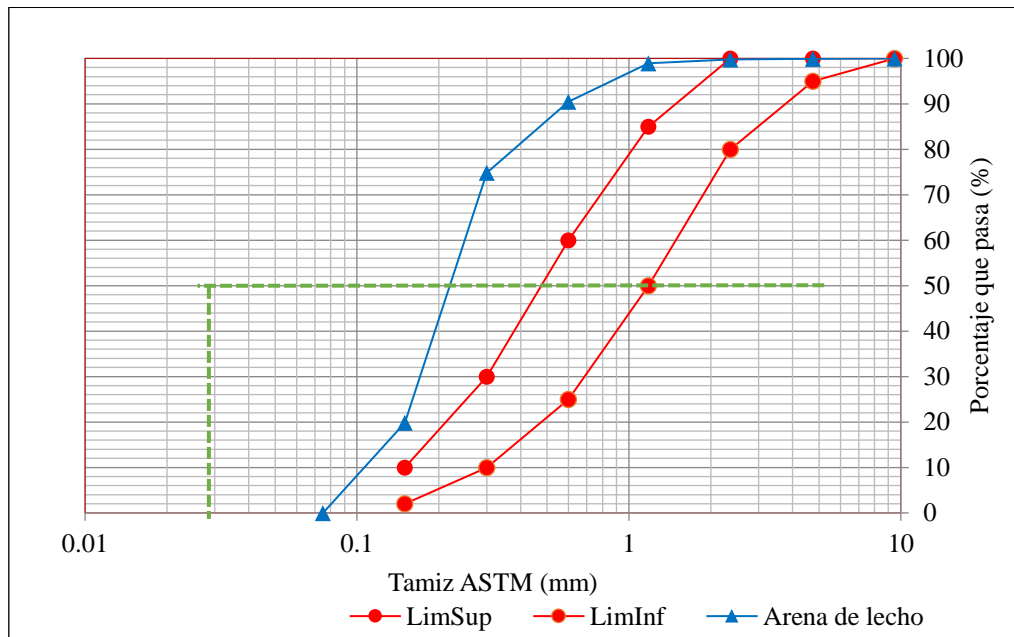
Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	W(gr)	% Retenido	% Ret. Acu.	% Que Pasa
9.5	3/8	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	N°4	0.50	0.10	0.10	99.90
2.36	N°8	0.50	0.10	0.20	99.80
1.18	N°16	4.40	0.88	1.08	98.92
0.6	N°30	42.30	8.46	9.54	90.46
0.3	N°50	78.00	15.60	25.14	74.86
0.15	N°100	275.00	55.00	80.14	19.86
0.075	N°200	99.30	19.86	100.00	0.00
	FONDO	0	0.00	100.00	
	TOTAL	500	100.00		

Fuente: (Archivo del autor)

6.1.3. Grafico



Gráfico 2: Análisis granulométrico del lecho



Fuente: (Archivo del autor)

Según el análisis granulométrico que se ha realizado a la muestra de arena del lecho, tomando como referencia los parámetros establecidos por (Manual de ensayo de materiales MTC E 204, 2016), la curva obtenida corresponde a la arena para el lecho, con un Módulo de fineza= 2.16 y con un D50=0.24 mm, para esta investigación no es necesario que la curva granulométrica cumpla con los límites permisibles, ya que se asume al lecho en un caso crítico para la observación a mejor detalle la erosión.

6.2. Procesamiento de gravedad específica

6.2.1. Procesamiento o cálculo

Se considero una muestra representativa, extraída del conjunto de arena usada para el lecho, se consideró 5.00 kg de arena, de los cuales mediante el proceso de cuarteo se extrajo 1.00 kg de arena, lo necesario para usar en el ensayo.

$$G_t = \frac{M_s}{(M_s + M_{pw,t} - M_{pws,t})} \quad (25)$$

Donde:

Ms: Masa de suelo seco

Mpw.t: Masa de picnómetro + agua



Mpws.t: Masa de picnómetro + agua + suelo seco

La gravedad específica de la arena para lecho a 20 °C se consigue mediante la siguiente expresión:

$$G_{20^{\circ}\text{C}} = k * Gt \quad (26)$$

Donde:

K: Coeficiente de temperatura

6.2.2. Procesamiento de datos



Tabla 46: Procesamiento de datos de gravedad específica

	UNI - FIC - Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos	Código:	AT-PR-3-F1
	GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS - ASTM D 854/MTC E 113	Formato	F - 07
		Fecha:	

Técnico : Informe N°:
 Calicata: Fecha: 27/05/2019
 Muestra N°: Profundidad:
 Horno: Balanza:

GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS

Método de Ensayo A Clasificación visual de un suelo
 B

Picnómetro		Tiempo de reposo (suelo+agua)	
Termómetro		Tiempo de reposo baño maría	

Prueba N°: 01 Gravedad Específica del lecho			
1	Temperatura de ensayo, Tf	(°C)	27.2
2	Densidad del agua a la temperatura de ensayo, pwt	(g/mL)	
3	Masa del picnómetro, Mp	(g)	
4	Volumen del Picnómetro, Vp	(mL)	500.00
5	Masa del picnómetro + agua + suelo seco, Mpws.t	(g)	735.97
6	Masa de suelo seco, Ms	(g)	107.58
7	Masa del picnómetro + agua, Mpws.t	(g)	667.33
8	Gravedad específica a la temperatura de ensayo, G1	6/(6+7-5)	2.7627
9	Factor de corrección por temperatura, K		0.998
10	Gravedad específica a 20°C, (8x9)		2.7579

D. OBSERVACIONES
 La temperatura de 27.2 °C se debe a las temperaturas altas de la ciudad de Lima en la estación de Verano.

Fuente: (Archivo del autor)



Se observa que la gravedad específica a temperatura ambiente de 27.2 °C es de 2.7627 y corregida a una temperatura de 20 °C la gravedad específica de la arena usada en el lecho es de 2.7579.

6.3. Proctor estándar

6.3.1. Procesamiento o cálculo

El presente ensayo se realizó en el Laboratorio N°2 Mecánica de Suelos, de la Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de Ingeniería, dando como resultado una máxima densidad seca de 1.715 g/cm³, y un óptimo contenido de humedad de 16.04%.

6.4. Procesamiento de la densidad de campo

6.4.1. Procesamiento o cálculo

a) Densidad de suelo húmedo

Para el cálculo y procesamiento, la muestra fue extraída del lecho ya compactado, previo a realizar la saturación del lecho, para determinar la densidad de campo se usó el método de cono de arena, la arena usada para desarrollar el ensayo tiene una densidad de 1.386 gr/cm³ y con un volumen de 1143.60 cm³.

Para el cálculo del volumen del hueco se usó la expresión (27).

$$V_{\text{hueco}} = \frac{M_{\text{arena-usada}}}{\rho_{\text{arena}}} - V_{\text{cono}} \quad (27)$$

Donde:

M arena-usada: Masa de la arena usada, gr

P arena: Densidad de la arena usada en el lecho compactado, gr/cm³

V cono: Volumen de cono, cm³

El volumen del cono es constante por tratarse del mismo equipo usado para todos los ensayos, 1143.60 cm³, la densidad del lecho húmedo se obtiene a partir de la división del peso de arena extraída entre su respectivo volumen.



$$D_{\text{lecho}} = \frac{M_{\text{sh}}}{V_{\text{hueco}}} \quad (28)$$

Donde:

D lecho: Densidad del lecho

Msh: Masa de suelo extraído, gr

V hueco: Volumen de hueco de donde se extrajo la muestra, cm³

b) Contenido de humedad

El contenido de humedad del lecho se determina a partir de llevar una muestra extraída para el ensayo de densidad de campo, con el equipo de cono de arena, el contenido de humedad viene dado por la siguiente expresión:

$$H(\%) = \left(\frac{M_{\text{agua}}}{M_{\text{suelo_seco}}} \right) * 100 \quad (29)$$

Donde:

H(%): Contenido de humedad

M agua: Peso del agua, gr

M suelo-seco: Peso del suelo seco, gr

c) Porcentaje de compactación

La compactación o grado de compactación se mide como un porcentaje de la densidad óptima del material utilizado, para lo cual se realizó un ensayo proctor, para determinar el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca, el grado de compactación esta dado por la siguiente expresión.

$$G_{\text{Compactación}(\%)} = \left(\frac{D_{\text{sn}}}{D_{\text{mds}}} \right) * 100 \quad (30)$$

Donde:

G compactación (%): Grado de compactación

Dsn: Densidad del suelo seco natural, gr

Dmds: Máxima densidad seca, gr



6.4.2. Procesamiento de datos

Tabla 47: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 29.54 l/s


	UNI - FIC - Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos	Código:	SGC - RG-20
	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA - ASTM D 1556/MTC E 117	Formato	F - 06
		Fecha:	25/09/2019

Ubicación : Laboratorio Nacional de hidraulica					
Lado :					
Densidad N°: 01 - Q = 29.55 L/seg					
A. DENSIDAD DE CAMPO					
Densidad de la arena usada, g/cm ³	1.386	1.386	1.386		
Peso (arena + frasco), g	6333.00	6232.00	6124.00		
Peso (arena que queda + frasco), g	2760.00	2458.00	2497.00		
Peso arena usada, g	3573.00	3774.00	3627.00		
Volumen del cono, cm ³	1143.60	1143.60	1143.60		
Volumen del hueco, cm ³	1434.32	1579.34	1473.28		
Peso suelo total húmedo + recipiente, g	2489.00	2673.00	2530.00		
Peso de recipiente, g	0.00	0.00	0.00		
Peso del suelo total húmedo, g					
Peso de grava > 3/4", g					
Peso de grava entre 3/4" - 3/8", g					
Peso de grava entre 3/8" - N° 4, g					
Peso de grava > N° 4, g					
% de grava > 3/4", g					
% de grava entre 3/4" - 3/8", g					
% de grava entre 3/8" - N° 4, g					
% de grava > N° 4, g					
Densidad del suelo húmedo, g/cm ³	2.18	2.34	2.21		
Contenido de humedad del suelo, %					
Densidad del suelo seco, g/cm ³					
B. HUMEDAD					
Peso (suelo total humedo + tara), g	407.60	349.00	386.30		
Peso de tara, g	150.50	163.70	156.00		
Peso (suelo seco + tara), g	396.70	339.90	374.10		
Peso de agua, g	10.90	9.10	12.20		
Peso de suelo seco, g	246.20	176.20	218.10		
Contenido de humedad del suelo, %	4.43	5.16	5.59		
C. PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN					
Densidad del suelo seco natural, g/cm ³	1.66	1.61	1.63		
Máxima densidad seca, g/cm ³	1.715	1.715	1.715		
Óptimo contenido de humedad, %	16.04	16.04	16.04		
Peso específico de gravas, g/cm ³					
Máxima densidad seca corregida, g/cm ³					
Porcentaje de Compactación, %	96.89	93.84	94.83		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 48: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 63.39 l/s


	UNI - FIC - Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos	Código:	SGC - RG-20
	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA - ASTM D 1556/MTC E 117	Formato	F - 06
		Fecha:	3/10/2019

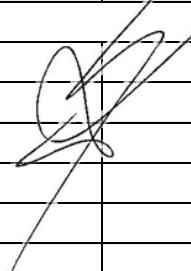
Ubicación : Laboratorio Nacional de hidraulica					
Lado :					
Densidad N°: 02 - Q = 63.39 L/seg					
A. DENSIDAD DE CAMPO					
Densidad de la arena usada, g/cm ³	1.386	1.386	1.386		
Peso (arena + frasco), g	6051.00	5852.00	5675.00		
Peso (arena que queda + frasco), g	2498.00	2100.00	1772.00		
Peso arena usada, g	3553.00	3752.00	3903.00		
Volumen del cono, cm ³	1143.60	1143.60	1143.60		
Volumen del hueco, cm ³	1419.89	1563.47	1672.42		
Peso suelo total húmedo + recipiente, g	2438.00	2785.00	2987.00		
Peso de recipiente, g	0.00	0.00	0.00		
Peso del suelo total húmedo, g					
Peso de grava > 3/4", g					
Peso de grava entre 3/4" - 3/8", g					
Peso de grava entre 3/8" - N° 4, g					
Peso de grava > N° 4, g					
% de grava > 3/4", g					
% de grava entre 3/4" - 3/8", g					
% de grava entre 3/8" - N° 4, g					
% de grava > N° 4, g					
Densidad del suelo húmedo, g/cm ³	2.13	2.44	2.61		
Contenido de humedad del suelo, %					
Densidad del suelo seco, g/cm ³					
B. HUMEDAD					
Peso (suelo total humedo + tara), g	411.20	643.30	434.10		
Peso de tara, g	156.10	163.80	169.70		
Peso (suelo seco + tara), g	394.00	607.90	411.80		
Peso de agua, g	17.20	35.40	22.30		
Peso de suelo seco, g	237.90	444.10	242.10		
Contenido de humedad del suelo, %	7.23	7.97	9.21		
C. PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN					
Densidad del suelo seco natural, g/cm ³	1.60	1.65	1.64		
Máxima densidad seca, g/cm ³	1.715	1.715	1.715		
Óptimo contenido de humedad, %	16.04	16.04	16.04		
Peso específico de gravas, g/cm ³					
Máxima densidad seca corregida, g/cm ³					
Porcentaje de Compactación, %	93.37	96.20	95.36		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 49: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 105.34 l/s


	UNI - FIC - Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos	Código:	SGC - RG-20
	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA - ASTM D 1556/MTC E 117	Formato	F - 06
		Fecha:	6/11/2019

Ubicación : Laboratorio Nacional de hidraulica					
Lado :					
Densidad N°: 03 - Q = 105.34 L/seg					
A. DENSIDAD DE CAMPO					
Densidad de la arena usada, g/cm3	1.386	1.386	1.386		
Peso (arena + frasco), g	5576.00	5457.00	5395.00		
Peso (arena que queda + frasco), g	1954.00	1556.00	1765.00		
Peso arena usada, g	3622.00	3901.00	3630.00		
Volumen del cono, cm3	1143.60	1143.60	1143.60		
Volumen del hueco, cm3	1469.68	1670.97	1475.45		
Peso suelo total húmedo + recipiente, g	2512.00	2873.00	2543.00		
Peso de recipiente, g	0.00	0.00	0.00		
Peso del suelo total húmedo, g					
Peso de grava > 3/4", g					
Peso de grava entre 3/4" - 3/8", g					
Peso de grava entre 3/8" - N° 4, g					
Peso de grava > N° 4, g					
% de grava > 3/4", g					
% de grava entre 3/4" - 3/8", g					
% de grava entre 3/8" - N° 4, g					
% de grava > N° 4, g					
Densidad del suelo húmedo, g/cm3	2.20	2.51	2.22		
Contenido de humedad del suelo, %					
Densidad del suelo seco, g/cm3					
B. HUMEDAD					
Peso (suelo total humedo + tara), g	94.40	105.70	95.90		
Peso de tara, g	14.50	14.60	14.60		
Peso (suelo seco + tara), g	90.10	100.20	91.00		
Peso de agua, g	4.30	5.50	4.90		
Peso de suelo seco, g	75.60	85.60	76.40		
Contenido de humedad del suelo, %	5.69	6.43	6.41		
C. PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN					
Densidad del suelo seco natural, g/cm3	1.62	1.62	1.62		
Máxima densidad seca, g/cm3	1.715	1.715	1.715		
Óptimo contenido de humedad, %	16.04	16.04	16.04		
Peso específico de gravas, g/cm3					
Máxima densidad seca corregida, g/cm3					
Porcentaje de Compactación, %	94.30	94.20	94.44		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 50: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 148.23 l/s


	UNI - FIC - Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos	Código:	SGC - RG-20
	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA - ASTMA D 1556/MTC E 117	Formato	F - 06
		Fecha:	18/11/2019

Ubicación : Laboratorio Nacional de hidraulica					
Lado :					
Densidad N°: 04 - Q = 148.23 L/seg					
A. DENSIDAD DE CAMPO					
Densidad de la arena usada, g/cm3	1.386	1.386	1.386	1.386	
Peso (arena + frasco), g	6659.00	6527.00	6413.00	6287.00	
Peso (arena que queda + frasco), g	2925.00	2609.00	2499.00	2098.00	
Peso arena usada, g	3734.00	3918.00	3914.00	4189.00	
Volumen del cono, cm3	1143.60	1143.60	1143.60	1143.60	
Volumen del hueco, cm3	1550.48	1683.24	1680.35	1878.77	
Peso suelo total húmedo + recipiente, g	2569.00	2782.00	2790.00	3082.00	
Peso de recipiente, g	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del suelo total húmedo, g					
Peso de grava > 3/4", g					
Peso de grava entre 3/4" - 3/8", g					
Peso de grava entre 3/8" - N° 4, g					
Peso de grava > N° 4, g					
% de grava > 3/4", g					
% de grava entre 3/4" - 3/8", g					
% de grava entre 3/8" - N° 4, g					
% de grava > N° 4, g					
Densidad del suelo húmedo, g/cm3	2.25	2.43	2.44	2.69	
Contenido de humedad del suelo, %					
Densidad del suelo seco, g/cm3					
B. HUMEDAD					
Peso (suelo total humedo + tara), g	157.30	149.90	154.20	191.50	
Peso de tara, g	12.60	15.30	17.90	16.20	
Peso (suelo seco + tara), g	149.90	143.30	147.40	183.60	
Peso de agua, g	7.40	6.60	6.80	7.90	
Peso de suelo seco, g	137.30	128.00	129.50	167.40	
Contenido de humedad del suelo, %	5.39	5.16	5.25	4.72	
C. PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN					
Densidad del suelo seco natural, g/cm3	1.57	1.57	1.58	1.57	
Máxima densidad seca, g/cm3	1.715	1.715	1.715	1.715	
Óptimo contenido de humedad, %	16.04	16.04	16.04	16.04	
Peso específico de gravas, g/cm3					
Máxima densidad seca corregida, g/cm3					
Porcentaje de Compactación, %	91.67	91.65	91.98	91.34	

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 51: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 189.56 l/s


	UNI - FIC - Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos	Código:	SGC - RG-20
	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA - ASTM D 1556/MTC E 117	Formato	F - 06
		Fecha:	01/02/202

Ubicación : Laboratorio Nacional de hidraulica					
Lado :					
Densidad N°: 05 - Q = 189.56 L/seg					
A. DENSIDAD DE CAMPO					
Densidad de la arena usada, g/cm3	1.386	1.386	1.386		
Peso (arena + frasco), g	5989.00	5969.00	5951.00		
Peso (arena que queda + frasco), g	2299.00	2143.00	2012.00		
Peso arena usada, g	3690.00	3826.00	3939.00		
Volumen del cono, cm3	1143.60	1143.60	1143.60		
Volumen del hueco, cm3	1518.74	1616.86	1698.39		
Peso suelo total húmedo + recipiente, g	2603.00	2748.00	2885.00		
Peso de recipiente, g	0.00	0.00	0.00		
Peso del suelo total húmedo, g					
Peso de grava > 3/4", g					
Peso de grava entre 3/4" - 3/8", g					
Peso de grava entre 3/8" - N° 4, g					
Peso de grava > N° 4, g					
% de grava > 3/4", g					
% de grava entre 3/4" - 3/8", g					
% de grava entre 3/8" - N° 4, g					
% de grava > N° 4, g					
Densidad del suelo húmedo, g/cm3	2.28	2.40	2.52		
Contenido de humedad del suelo, %					
Densidad del suelo seco, g/cm3					
B. HUMEDAD					
Peso (suelo total humedo + tara), g	313.80	431.40	448.60		
Peso de tara, g	78.00	77.10	80.80		
Peso (suelo seco + tara), g	299.40	409.30	427.80		
Peso de agua, g	14.40	22.10	20.80		
Peso de suelo seco, g	221.40	332.20	347.00		
Contenido de humedad del suelo, %	6.50	6.65	5.99		
C. PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN					
Densidad del suelo seco natural, g/cm3	1.61	1.59	1.60		
Máxima densidad seca, g/cm3	1.715	1.715	1.715		
Óptimo contenido de humedad, %	16.04	16.04	16.04		
Peso específico de gravas, g/cm3					
Máxima densidad seca corregida, g/cm3					
Porcentaje de Compactación, %	93.83	92.92	93.45		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 52: Procesamiento de dato de densidad de campo – Caudal 232.65 l/s

	UNI - FIC - Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos	Código:	SGC - RG-20
	ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO - MÉTODO DEL CONO DE ARENA - ASTM D 1556/MTC E 117	Formato	F - 06
		Fecha:	12/03/2020

Ubicación : Laboratorio Nacional de hidraulica					
Lado :					
Densidad N°: 06 - Q = 232.65 L/seg					
A. DENSIDAD DE CAMPO					
Densidad de la arena usada, g/cm3	1.386	1.386	1.386		
Peso (arena + frasco), g	5936.00	5930.00	5923.00		
Peso (arena que queda + frasco), g	2020.00	1807.00	1551.00		
Peso arena usada, g	3916.00	4123.00	4372.00		
Volumen del cono, cm3	1143.60	1143.60	1143.60		
Volumen del hueco, cm3	1681.80	1831.15	2010.80		
Peso suelo total húmedo + recipiente, g	2759.00	3009.00	3340.00		
Peso de recipiente, g	0.00	0.00	0.00		
Peso del suelo total húmedo, g					
Peso de grava > 3/4", g					
Peso de grava entre 3/4" - 3/8", g					
Peso de grava entre 3/8" - N° 4, g					
Peso de grava > N° 4, g					
% de grava > 3/4", g					
% de grava entre 3/4" - 3/8", g					
% de grava entre 3/8" - N° 4, g					
% de grava > N° 4, g					
Densidad del suelo húmedo, g/cm3	2.41	2.63	2.92		
Contenido de humedad del suelo, %					
Densidad del suelo seco, g/cm3					
B. HUMEDAD					
Peso (suelo total humedo + tara), g	185.40	168.90	165.60		
Peso de tara, g	14.70	14.50	12.50		
Peso (suelo seco + tara), g	177.80	161.30	158.60		
Peso de agua, g	7.60	7.60	7.00		
Peso de suelo seco, g	163.10	146.80	146.10		
Contenido de humedad del suelo, %	4.66	5.18	4.79		
C. PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN					
Densidad del suelo seco natural, g/cm3	1.57	1.56	1.59		
Máxima densidad seca, g/cm3	1.715	1.715	1.715		
Óptimo contenido de humedad, %	16.04	16.04	16.04		
Peso específico de gravas, g/cm3					
Máxima densidad seca corregida, g/cm3					
Porcentaje de Compactación, %	91.40	91.10	92.42		

Fuente: (Archivo del autor)



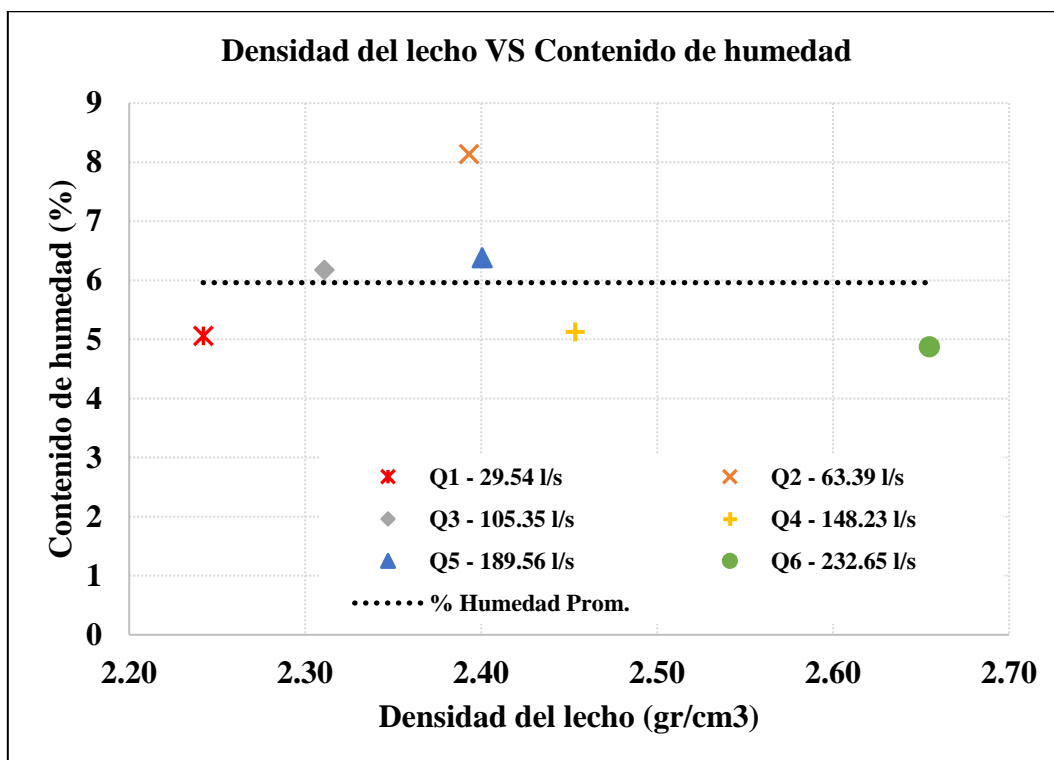
Tabla 53: Resumen de procesamiento de datos de densidad de campo

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
<u>DESCRIPCIÓN</u>	29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
Densidad del lecho, gr/cm ³	2.24	2.39	2.31	2.45	2.40	2.65
Densidad de lecho seco natural, gr/cm ³	1.63	1.63	1.62	1.57	1.60	1.57
Contenido de humedad, %	5.06	8.14	6.18	5.13	6.38	4.88
Máxima densidad seca; g/cm ³	1.715	1.715	1.715	1.715	1.715	1.715
Óptimo contenido de humedad, %	16.04	16.04	16.04	16.04	16.04	16.04
Porcentaje de compactación, %	95.19	94.97	94.31	91.66	93.40	91.64

Fuente: (Archivo del autor)

6.4.3. Grafico

Gráfico 3: Densidad de lecho VS Contenido de humedad



Fuente: (Archivo del autor)



6.4.4. Análisis del ensayo

Se realizó la comparación de la densidad del lecho con respecto a contenido de humedad, se observa que el contenido de humedad no tiene ninguna influencia en la densidad, se observa además que la densidad del lecho mínima es de 2.24 g/cm³ y la máxima es de 2.65 g/cm³, de igual manera el grado de compactación mínimo es de 91.64 % y el máximo es de 95.19%, se aprecia que el grado de compactación, contenido de humedad y la densidad no son factores que afecten la erosión, debido a que a la saturación que se realiza previo al ensayo.

6.5. Procesamiento de abertura de compuertas

6.5.1. Cálculo del error absoluto

La abertura de las compuertas está en función de la curva de descarga, para el cálculo del error absoluto, se considera el número de datos y suma del valor medido menos la media elevada al cuadrado, y se determina mediante el siguiente enunciado:

$$e = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y')^2}{N(N-1)}} \quad (31)$$

Donde:

Y: Abertura de compuerta

Y': Promedio de las aberturas de compuerta

N: Numero de datos

6.5.2. Procesamiento



Tabla 54: Procesamiento y cálculo del error en compuerta-Caudal 29.54 l/s

Procesamiento y cálculo del error en compuertas - Caudal 29.54 l/s

Abertura modelo NAPO:	0.0147	m
--------------------------	--------	---

Compuerta	Abertura de compuerta (m)	Media = Y'	Y - Y'	(Y - Y')^2
C-01	0.016	0.011	0.004	0.0000
	0.016		0.005	0.0000
	0.016		0.004	0.0000
C - 02	0.015		0.015	0.0002
	0.014		0.014	0.0002
	0.014		0.014	0.0002
	0.014		0.014	0.0002
	0.012		0.012	0.0001
	0.012		0.012	0.0001
C - 03	0.010		0.010	0.0001
	0.010		0.010	0.0001
	0.009		0.009	0.0001
	0.009		0.009	0.0001
	0.008		0.008	0.0001
	0.008		0.008	0.0001
C - 04	0.007		0.007	0.0000
	0.006		0.006	0.0000
	0.005		0.005	0.0000

N= 18.000

$\Sigma((Y - Y')^2)$: 0.002

Error absoluto (m)	Error (m)
$e = \sqrt{\frac{\Sigma(Y - Y')^2}{N(N - 1)}}$	0.0024

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 55: Procesamiento y cálculo del error en compuertas -Caudal 63.39 l/s

Procesamiento y cálculo del error en compuertas - Caudal 63.39 l/s

Abertura modelo NAPO:	0.0273	m
-----------------------	--------	---

Compuerta	Abertura de compuerta (m)	Media = Y'	Y - Y'	(Y - Y')^2
C-01	0.029	0.026	0.003	0.000
	0.030		0.005	0.000
	0.030		0.004	0.000
C - 02	0.029		0.003	0.000
	0.028		0.003	0.000
	0.028		0.002	0.000
	0.028		0.002	0.000
	0.027		0.001	0.000
	0.026		0.000	0.000
C - 03	0.026		0.000	0.000
	0.025		0.001	0.000
	0.024		0.002	0.000
	0.024		0.002	0.000
	0.024		0.002	0.000
	0.023		0.003	0.000
C - 04	0.022		0.004	0.000
	0.022		0.004	0.000
	0.020		0.006	0.000

N= 18.000

$\sum((Y - Y')^2)$: 0.000

Error absoluto (m)	Error (m)
$e = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{N(N - 1)}}$	0.0007

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 56: Procesamiento y cálculo del error en compuertas -Caudal 105.39 l/s

Procesamiento y cálculo del error en compuertas - Caudal 105.39 l/s

Abertura modelo NAPO:	0.0442	m
--------------------------	--------	---

Compuerta	Abertura de compuerta (m)	Media = Y'	Y - Y'	(Y - Y')^2
C-01	0.045	0.045	0.000	0.0000
	0.045		0.000	0.0000
	0.046		0.001	0.0000
C - 02	0.046		0.001	0.0000
	0.046		0.001	0.0000
	0.046		0.001	0.0000
	0.046		0.001	0.0000
	0.045		0.000	0.0000
	0.045		0.000	0.0000
C - 03	0.045		0.000	0.0000
	0.045		0.000	0.0000
	0.045		0.000	0.0000
	0.045		0.000	0.0000
	0.045		0.000	0.0000
	0.045		0.000	0.0000
C - 04	0.045		0.000	0.0000
	0.044		0.001	0.0000
	0.043		0.002	0.0000

N= 18.000

$\sum((Y - Y')^2)$: 0.000

Error absoluto (m)	Error (m)
$e = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{N(N - 1)}}$	0.0002

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 57: Procesamiento y cálculo del error en compuertas -Caudal 148.23 l/s

Procesamiento y cálculo del error en compuertas - Caudal 148.23 l/s

Abertura modelo NAPO:	0.0666	m
--------------------------	--------	---

Compuerta	Abertura de compuerta (m)	Media = Y'	Y - Y'	(Y - Y')^2
C-01	0.068	0.068	0.0000	0.0000
	0.070		0.0013	0.0000
	0.068		0.0000	0.0000
C - 02	0.069		0.0008	0.0000
	0.069		0.0008	0.0000
	0.069		0.0010	0.0000
	0.068		0.0000	0.0000
	0.068		0.0007	0.0000
	0.069		0.0008	0.0000
C - 03	0.068		0.0000	0.0000
	0.068		0.0000	0.0000
	0.068		0.0002	0.0000
	0.068		0.0000	0.0000
	0.068		0.0000	0.0000
	0.068		0.0002	0.0000
C - 04	0.068		0.0002	0.0000
	0.066		0.0027	0.0000
	0.068		0.0007	0.0000

N= 18.000

$\sum((Y - Y')^2)$: 0.000

Error absoluto (m)	Error (m)
$e = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{N(N - 1)}}$	0.0002

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 58: Procesamiento y cálculo del error en compuertas -Caudal 189.56 l/s

Procesamiento y cálculo del error en compuertas - Caudal 189.56 l/s

Abertura modelo NAPO:	0.0954	m
--------------------------	--------	---

Compuerta	Abertura de compuerta (m)	Media = Y'	Y - Y'	(Y - Y')^2
C-01	0.0930	0.095	0.002	0.0000
	0.0950		0.000	0.0000
	0.0935		0.001	0.0000
C - 02	0.0938		0.001	0.0000
	0.0945		0.000	0.0000
	0.0945		0.000	0.0000
	0.0943		0.000	0.0000
	0.0938		0.001	0.0000
C - 03	0.0938		0.001	0.0000
	0.0955		0.001	0.0000
	0.0950		0.000	0.0000
	0.0953		0.001	0.0000
	0.0955		0.001	0.0000
	0.0963		0.002	0.0000
C - 04	0.0960		0.001	0.0000
	0.0965		0.002	0.0000
	0.0950		0.000	0.0000
	0.0935		0.001	0.0000

N= 18.000

$\sum((Y - Y')^2)$: 0.000

Error absoluto (m)	Error (m)
$e = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{N(N - 1)}}$	0.0002

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 59: Procesamiento y cálculo del error en compuertas -Caudal 232.65 l/s

Procesamiento y cálculo del error en compuertas - Caudal 232.65 l/s

Abertura modelo NAPO:	0.1280	m
--------------------------	--------	---

Compuerta	Abertura de compuerta (m)	Media = Y'	Y - Y'	(Y - Y')^2
C-01	0.1330	0.133	0.000	0.000
	0.1340		0.001	0.000
	0.1335		0.000	0.000
C - 02	0.1340		0.001	0.000
	0.1340		0.001	0.000
	0.1345		0.001	0.000
	0.1330		0.000	0.000
C - 03	0.1340		0.001	0.000
	0.1335		0.000	0.000
	0.1335		0.000	0.000
	0.1335		0.000	0.000
C - 04	0.1300		0.003	0.000
	0.1320		0.001	0.000
	0.1335		0.000	0.000

N= 14.000

$\sum((Y - Y')^2)$: 0.000

Error absoluto (m)	Error (m)
$e = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{N(N - 1)}}$	0.0003

Fuente: (Archivo del autor)

6.5.3. Análisis

En el cálculo de error absoluto se aprecia mayor error a comparación de los demás ensayos, los errores encontrados a están en un margen de 0.0003 m a 0.0024 m, esto nos indica una imprecisión bastante baja.



6.6. Procesamiento de tirantes aguas arriba y aguas abajo

6.6.1. Procesamiento o cálculo

El tirante evaluado aguas arriba fue de 0.32 m, y se consideró un nivel constante para todos los ensayos, para el cálculo del error absoluto, se considera el número de datos y suma del valor medido menos la media elevada al cuadrado, y se determina mediante el siguiente enunciado:

$$e = \sqrt{\frac{\sum (y - y')^2}{N(N-1)}} \quad (32)$$

Donde:

e: Error absoluto, m

y: Tirante medido en laboratorio, m

y': Media de los tirantes medidos, m

N: Numero de datos

6.6.2. Procesamiento de datos



Tabla 60: Cálculo de error absoluto – Tirantes aguas arriba

Cálculo del error absoluto - Tirante aguas arriba

Número de Datos (N) =	11
Media (Y') =	0.320

Numero de ensayo	Modelo Napo	Modelo	Y - Y'	(Y - Y')^2
	y' aguas arriba (m)	'y' aguas arriba (m)		
Q1	0.32	0.320	0.000	0.0000
Q2	0.32	0.322	0.002	0.0000
		0.322	0.002	0.0000
Q3	0.32	0.319	0.001	0.0000
		0.320	0.001	0.0000
Q4	0.32	0.319	0.001	0.0000
		0.321	0.001	0.0000
Q5	0.32	0.310	0.010	0.0001
		0.320	0.000	0.0000
Q6	0.32	0.323	0.003	0.0000
		0.326	0.006	0.0000

Error absoluto (m)	
$e = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{N(N - 1)}}$	0.001

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 61: Cálculo de error absoluto – Tirantes aguas abajo

Cálculo del error absoluto - Tirante aguas abajo

	Modelo Napo	Modelo				
Numero de ensayo	'y' aguas abajo (m)	'y' aguas abajo (m)	Media = Y'	Y - Y'	(Y - Y')^2	Error (m)
Q1	0.050	0.05	0.050	0.000	0.000	0.0000
Q2	0.083	0.083	0.084	0.001	0.000	0.0003
		0.084		0.001	0.000	
Q3	0.117	0.118	0.118	0.001	0.000	0.0004
		0.119		0.001	0.000	
Q4	0.150	0.150	0.150	0.000	0.000	0.0001
		0.150		0.000	0.000	
Q5	0.183	0.186	0.187	0.000	0.000	0.0001
		0.187		0.000	0.000	
Q6	0.213	0.210	0.211	0.001	0.000	0.0004
		0.212		0.001	0.000	

Error absoluto (m)	Error (m)
$e = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{N(N - 1)}}$	0.0002

Fuente: (Archivo del autor)

6.6.3. Análisis del calculo

En el cálculo del error absoluto en el tirante aguas abajo e, es decir 0.2 mm, cumpliendo con los limites permisibles en datos tomados en laboratorio, de igual manera se observa errores observados en los tirantes aguas abajo del barraje móvil, los errores de 0.0, 0.3, 0.4, 0.1, 0.1 y 0.4 mm respectivamente.

6.7. Procesamiento de temperatura

6.7.1. Procesamiento

La temperatura considerada para la evaluación de cada ensayo, es la temperatura promedio, de todos los datos tomados durante el desarrollo de cada ensayo.



Tabla 62: Temperatura durante el desarrollo de los ensayos

Numero de ensayo	Caudal (l/s)	Temperatura (°C)
Q1	29.54	19.90
Q2	63.39	19.90
Q3	105.34	20.86
Q4	148.23	21.02
Q5	189.56	26.31
Q6	232.65	25.94

Fuente: (Archivo del autor)

6.7.2. Análisis del calculo

La variación de la temperatura se da a que los ensayos realizados fueron desarrollados en diferentes meses del año, la temperatura que corresponde a los ensayos de los caudales 148.23 l/s, 189.56 l/s y 232.65 l/s, se desarrollaron en la temporada de verano. Se considera la temperatura ya que esta tiene una influencia en la viscosidad del agua, por en el número de Reynolds.

6.8. Procesamiento de presión estática

6.8.1. Procesamiento o cálculo

El principio de las mediciones de presión es observar las variaciones de las presiones estáticas en la poza disipadora del barraje móvil, será con la ayuda de 28 piezómetros distribuidos aleatoriamente, los datos medidos fueron tomados cuando el modelo físico está en funcionamiento este con los niveles de agua calibradas es decir en cuasi equilibrio.

Se debe considerar un nivel de calibración del piezómetro del 1 al 4, un nivel de 49.55 cm, de 5 al 18 un nivel de 49.8 cm y del 19 al 28 un nivel de calibración de 49.70 cm, los niveles de calibración se toman desde el nivel de referencia.

6.8.2. Procesamiento de datos



Tabla 63: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 29.54 l/s

PRESIONES ESTATICAS - CAUDAL 29.54 l/s						
Nº de Piezómetro	Progresiva cm	Presión Estática (cm)				ΔP
		Pmin cm	Pmax cm	Pmin cm	Pmax cm	
0.00	-50.0	78.25	78.25	28.70	28.70	0.00
1.00	2.5	78.155	78.155	28.61	28.61	0.00
2.00	5.0	78.06	78.06	28.51	28.51	0.00
3.00	10.0	78.06	78.06	28.51	28.51	0.00
4.00	15.0	77.97	77.97	28.42	28.42	0.00
5.00	25.0	75.69	75.69	25.89	25.89	0.00
6.00	35.0	51.62	51.62	1.82	1.82	0.00
7.00	40.0	50.01	50.18	0.21	0.38	0.17
8.00	45.0	50.09	51.8	0.29	2.00	1.71
9.00	50.0	50.09	53.4	0.29	3.60	3.31
10.00	55.0	51.32	54.32	1.52	4.52	3.00
11.00	60.0	53.82	55.2	4.02	5.40	1.38
12.00	65.0	53.82	55.2	4.02	5.40	1.38
13.00	70.0	53.27	54.98	3.47	5.18	1.71
14.00	75.0	56.43	57.44	6.63	7.64	1.01
15.00	80.0	55.80	57.88	6.00	8.08	2.08
16.00	85.0	54.71	55.82	4.91	6.02	1.11
17.00	100.0	54.43	55.46	4.63	5.66	1.03
18.00	115.0	55.81	56.95	6.01	7.15	1.14
19.00	130.0	56.40	57.29	6.70	7.59	0.89
20.00	145.0	57.12	57.38	7.42	7.68	0.26
21.00	160.0	57.23	57.9	7.53	8.20	0.67
22.00	175.0	57.49	57.7	7.79	8.00	0.21
23.00	190.0	57.23	57.72	7.53	8.02	0.49
24.00	205.0	57.8	58.00	8.10	8.30	0.20
25.00	215.0	57.79	58.02	8.09	8.32	0.23
26.00	225.0	57.6	57.83	7.90	8.13	0.23
27.00	235.0	57.55	57.7	7.85	8.00	0.15
28.00	245.0	56.40	56.78	6.70	7.08	0.38

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 64: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 63.39 l/s

PRESIONES ESTATICAS - CAUDAL 63.39 l/s						
Nº de Piezómetro	Progresiva cm	Presión Estática (cm)				ΔP
		Pmin cm	Pmax cm	Pmin cm	Pmax cm	
0.00	-50.0	78.25	78.25	28.70	28.70	0.00
1.00	2.5	78.08	78.08	28.53	28.53	0.00
2.00	5.0	78.08	78.08	28.53	28.53	0.00
3.00	10.0	71.03	71.03	21.48	21.48	0.00
4.00	15.0	78.01	78.01	28.46	28.46	0.00
5.00	25.0	76.00	76.00	26.20	26.20	0.00
6.00	35.0	51.69	51.69	1.89	1.89	0.00
7.00	40.0	50.03	50.03	0.23	0.23	0.00
8.00	45.0	51.05	51.03	1.25	1.23	-0.02
9.00	50.0	52.95	53.50	3.15	3.70	0.55
10.00	55.0	52.30	53.60	2.50	3.80	1.30
11.00	60.0	51.95	53.45	2.15	3.65	1.50
12.00	65.0	54.49	56.12	4.69	6.32	1.63
13.00	70.0	53.51	54.27	3.71	4.47	0.76
14.00	75.0	55.73	57.49	5.93	7.69	1.76
15.00	80.0	55.71	57.01	5.91	7.21	1.30
16.00	85.0	54.52	56.11	4.72	6.31	1.59
17.00	100.0	54.88	56.48	5.08	6.68	1.60
18.00	115.0	55.39	56.68	5.59	6.88	1.29
19.00	130.0	56.54	57.31	6.84	7.61	0.77
20.00	145.0	56.71	57.31	7.01	7.61	0.60
21.00	160.0	57.11	57.65	7.41	7.95	0.54
22.00	175.0	57.49	57.81	7.79	8.11	0.32
23.00	190.0	57.42	57.69	7.72	7.99	0.27
24.00	205.0	57.61	58.00	7.91	8.30	0.39
25.00	215.0	57.71	57.92	8.01	8.22	0.21
26.00	225.0	57.35	57.91	7.65	8.21	0.56
27.00	235.0	57.55	57.55	7.85	7.85	0.00
28.00	245.0	56.20	57.11	6.50	7.41	0.91

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 65: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 105.34 l/s

PRESIONES ESTATICAS - CAUDAL 105.34 l/s						
Nº de Piezómetro	Progresiva cm	Presión Estática (cm)				ΔP
		Pmin cm	Pmax cm	Pmin cm	Pmax cm	
0.00	-50.0	78.25	78.25	28.70	28.70	0.00
1.00	2.5	77.80	77.80	28.25	28.25	0.00
2.00	5.0	77.80	77.80	28.25	28.25	0.00
3.00	10.0	77.48	77.48	27.93	27.93	0.00
4.00	15.0	77.32	77.32	27.77	27.77	0.00
5.00	25.0	73.75	73.75	23.95	23.95	0.00
6.00	35.0	53.18	53.28	3.38	3.48	0.10
7.00	40.0	51.94	53.48	2.14	3.68	1.54
8.00	45.0	53.03	54.85	3.23	5.05	1.82
9.00	50.0	55.30	55.94	5.50	6.14	0.64
10.00	55.0	53.50	56.48	3.70	6.68	2.98
11.00	60.0	54.10	54.68	4.30	4.88	0.58
12.00	65.0	57.05	58.57	7.25	8.77	1.52
13.00	70.0	56.52	57.90	6.72	8.10	1.38
14.00	75.0	59.20	60.48	9.40	10.68	1.28
15.00	80.0	59.90	61.68	10.10	11.88	1.78
16.00	85.0	58.02	58.98	8.22	9.18	0.96
17.00	100.0	58.32	59.83	8.52	10.03	1.51
18.00	115.0	58.86	59.90	9.06	10.10	1.04
19.00	130.0	59.40	60.48	9.70	10.78	1.08
20.00	145.0	59.80	61.00	10.10	11.30	1.20
21.00	160.0	60.39	61.13	10.69	11.43	0.74
22.00	175.0	60.60	61.19	10.90	11.49	0.59
23.00	190.0	60.90	61.30	11.20	11.60	0.40
24.00	205.0	61.20	61.55	11.50	11.85	0.35
25.00	215.0	61.05	61.60	11.35	11.90	0.55
26.00	225.0	61.10	61.30	11.40	11.60	0.20
27.00	235.0	60.80	61.10	11.10	11.40	0.30
28.00	245.0	58.87	60.90	9.17	11.20	2.03

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 66: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 148.23 l/s

PRESIONES ESTATICAS - CAUDAL 148.23 l/s						
Nº de Piezómetro	Progresiva cm	Presión Estática (cm)				ΔP
		Pmin cm	Pmax cm	Pmin cm	Pmax cm	
0.00	-50.0	78.25	78.25	28.70	28.70	0.00
1.00	2.5	78.30	78.30	28.75	28.75	0.00
2.00	5.0	78.15	78.15	28.60	28.60	0.00
3.00	10.0	77.40	77.40	27.85	27.85	0.00
4.00	15.0	76.70	76.70	27.15	27.15	0.00
5.00	25.0	71.50	71.50	21.70	21.70	0.00
6.00	35.0	55.10	55.70	5.30	5.90	0.60
7.00	40.0	53.10	54.90	3.30	5.10	1.80
8.00	45.0	53.50	55.25	3.70	5.45	1.75
9.00	50.0	55.20	56.50	5.40	6.70	1.30
10.00	55.0	54.30	57.60	4.50	7.80	3.30
11.00	60.0	54.40	56.10	4.60	6.30	1.70
12.00	65.0	58.90	60.00	9.10	10.20	1.10
13.00	70.0	58.80	62.10	9.00	12.30	3.30
14.00	75.0	62.20	63.60	12.40	13.80	1.40
15.00	80.0	62.50	64.70	12.70	14.90	2.20
16.00	85.0	60.50	62.20	10.70	12.40	1.70
17.00	100.0	60.40	62.10	10.60	12.30	1.70
18.00	115.0	61.00	62.50	11.20	12.70	1.50
19.00	130.0	61.40	62.70	11.70	13.00	1.30
20.00	145.0	62.50	63.00	12.80	13.30	0.50
21.00	160.0	62.90	63.50	13.20	13.80	0.60
22.00	175.0	63.50	63.90	13.80	14.20	0.40
23.00	190.0	63.40	64.20	13.70	14.50	0.80
24.00	205.0	64.20	64.50	14.50	14.80	0.30
25.00	215.0	63.90	64.60	14.20	14.90	0.70
26.00	225.0	63.75	64.30	14.05	14.60	0.55
27.00	235.0	64.10	64.50	14.40	14.80	0.40
28.00	245.0	61.50	62.60	11.80	12.90	1.10

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 67: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 189.56 l/s

PRESIONES ESTATICAS - CAUDAL 189.56 l/s						
N° de Piezómetro	Progresiva cm	Presión Estática (cm)				ΔP
		Pmin cm	Pmax cm	Pmin cm	Pmax cm	
0.00	-50.0	78.25	78.25	28.70	28.70	0.00
1.00	2.5	77.70	77.80	28.15	28.25	0.10
2.00	5.0	76.30	76.60	26.75	27.05	0.30
3.00	10.0	76.40	76.70	26.85	27.15	0.30
4.00	15.0	75.60	75.70	26.05	26.15	0.10
5.00	25.0	69.70	70.40	19.90	20.60	0.70
6.00	35.0	57.90	60.10	8.10	10.30	2.20
7.00	40.0	57.40	61.10	7.60	11.30	3.70
8.00	45.0	58.60	61.00	8.80	11.20	2.40
9.00	50.0	58.50	62.80	8.70	13.00	4.30
10.00	55.0	60.20	63.20	10.40	13.40	3.00
11.00	60.0	61.50	63.00	11.70	13.20	1.50
12.00	65.0	62.50	65.70	12.70	15.90	3.20
13.00	70.0	62.90	65.50	13.10	15.70	2.60
14.00	75.0	66.60	68.00	16.80	18.20	1.40
15.00	80.0	67.20	68.40	17.40	18.60	1.20
16.00	85.0	64.14	67.10	14.34	17.30	2.96
17.00	100.0	64.20	65.90	14.40	16.10	1.70
18.00	115.0	65.30	65.90	15.50	16.10	0.60
19.00	130.0	65.50	66.40	15.80	16.70	0.90
20.00	145.0	65.90	66.50	16.20	16.80	0.60
21.00	160.0	66.50	67.50	16.80	17.80	1.00
22.00	175.0	67.10	67.50	17.40	17.80	0.40
23.00	190.0	67.10	67.70	17.40	18.00	0.60
24.00	205.0	67.40	68.40	17.70	18.70	1.00
25.00	215.0	67.70	68.10	18.00	18.40	0.40
26.00	225.0	67.60	67.80	17.90	18.10	0.20
27.00	235.0	67.60	68.30	17.90	18.60	0.70
28.00	245.0	64.40	67.70	14.70	18.00	3.30

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 68: Procesamiento de datos – Presiones estáticas – Caudal 232.65 l/s

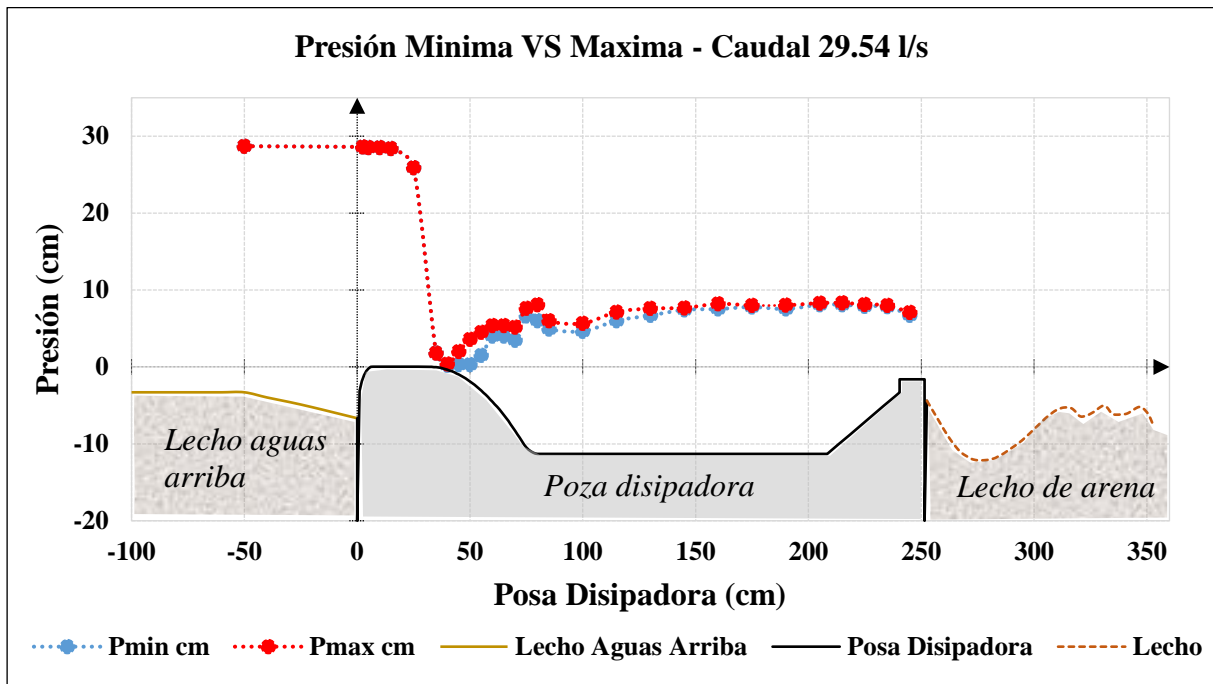
PRESIONES ESTATICAS - CAUDAL 232.65 l/s						
N° de Piezómetro	Progresiva cm	Presión Estática (cm)				ΔP
		Pmin cm	Pmax cm	Pmin cm	Pmax cm	
0.00	-50.0	78.25	78.25	28.70	28.70	0.00
1.00	2.5	77.50	77.90	27.95	28.35	0.40
2.00	5.0	76.30	76.50	26.75	26.95	0.20
3.00	10.0	76.00	76.90	26.45	27.35	0.90
4.00	15.0	75.10	76.20	25.55	26.65	1.10
5.00	25.0	71.80	73.30	22.00	23.50	1.50
6.00	35.0	64.80	65.30	15.00	15.50	0.50
7.00	40.0	64.00	64.60	14.20	14.80	0.60
8.00	45.0	63.60	64.60	13.80	14.80	1.00
9.00	50.0	62.80	65.10	13.00	15.30	2.30
10.00	55.0	63.60	66.30	13.80	16.50	2.70
11.00	60.0	65.00	66.40	15.20	16.60	1.40
12.00	65.0	66.80	68.50	17.00	18.70	1.70
13.00	70.0	67.80	69.30	18.00	19.50	1.50
14.00	75.0	69.80	70.80	20.00	21.00	1.00
15.00	80.0	69.90	71.00	20.10	21.20	1.10
16.00	85.0	69.40	70.50	19.60	20.70	1.10
17.00	100.0	68.40	69.40	18.60	19.60	1.00
18.00	115.0	68.80	69.70	19.00	19.90	0.90
19.00	130.0	68.50	70.20	18.80	20.50	1.70
20.00	145.0	69.30	70.30	19.60	20.60	1.00
21.00	160.0	69.70	70.30	20.00	20.60	0.60
22.00	175.0	70.40	70.90	20.70	21.20	0.50
23.00	190.0	70.40	71.10	20.70	21.40	0.70
24.00	205.0	71.00	71.60	21.30	21.90	0.60
25.00	215.0	71.00	71.50	21.30	21.80	0.50
26.00	225.0	70.60	71.00	20.90	21.30	0.40
27.00	235.0	71.10	71.70	21.40	22.00	0.60
28.00	245.0					

Fuente: (Archivo del autor)



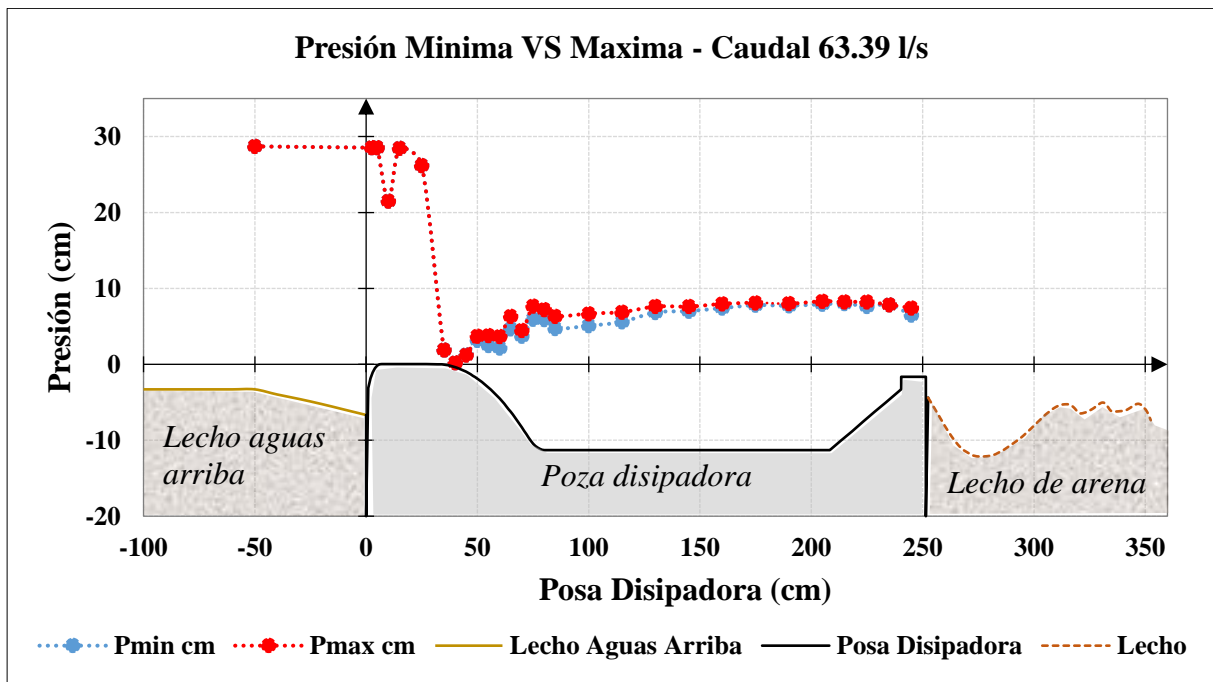
6.8.3. Grafico

Gráfico 4: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 29.54 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

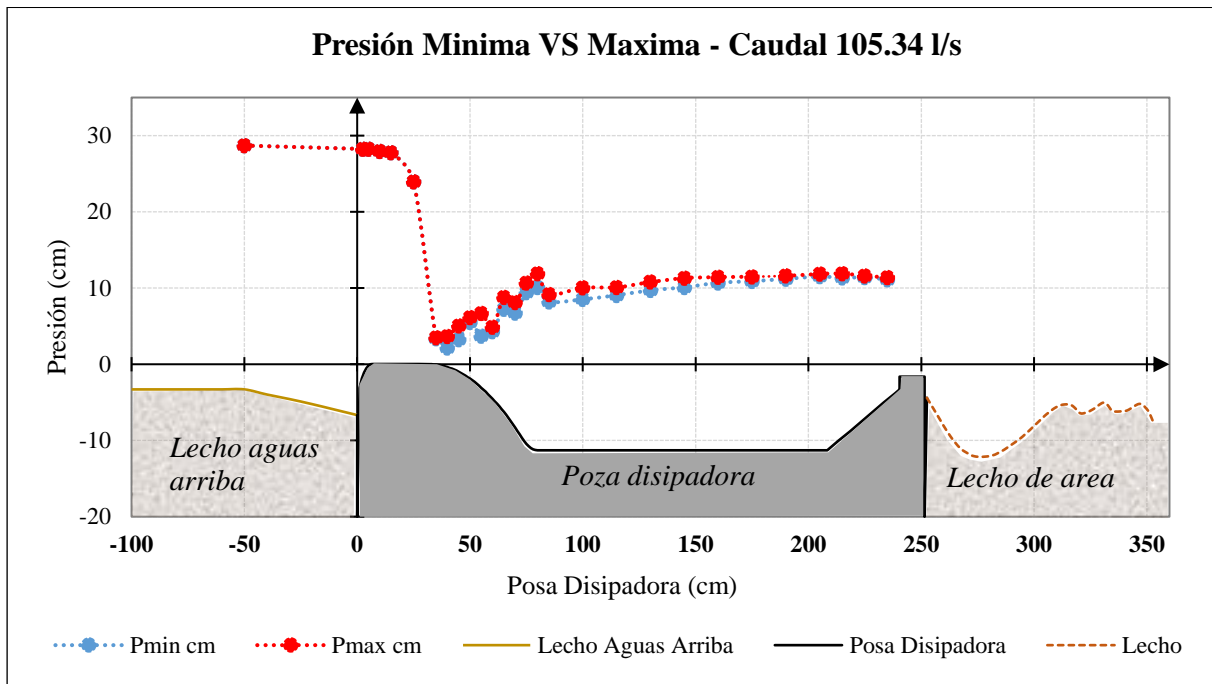
Gráfico 5: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

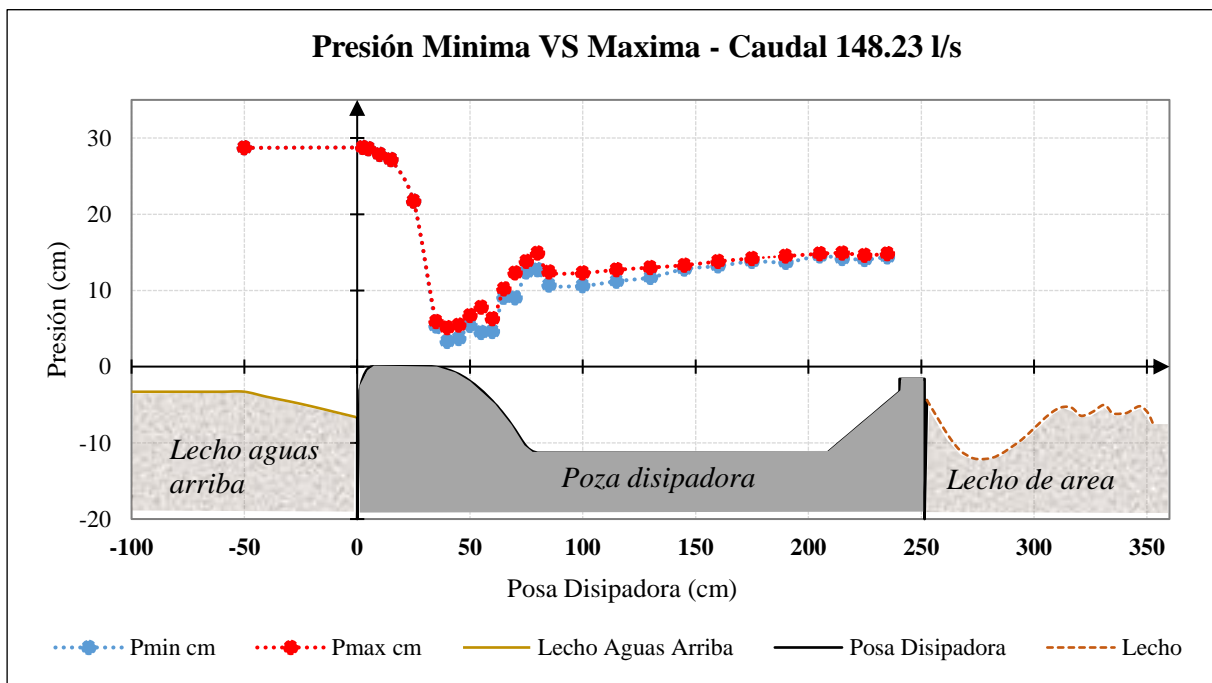


Gráfico 6: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

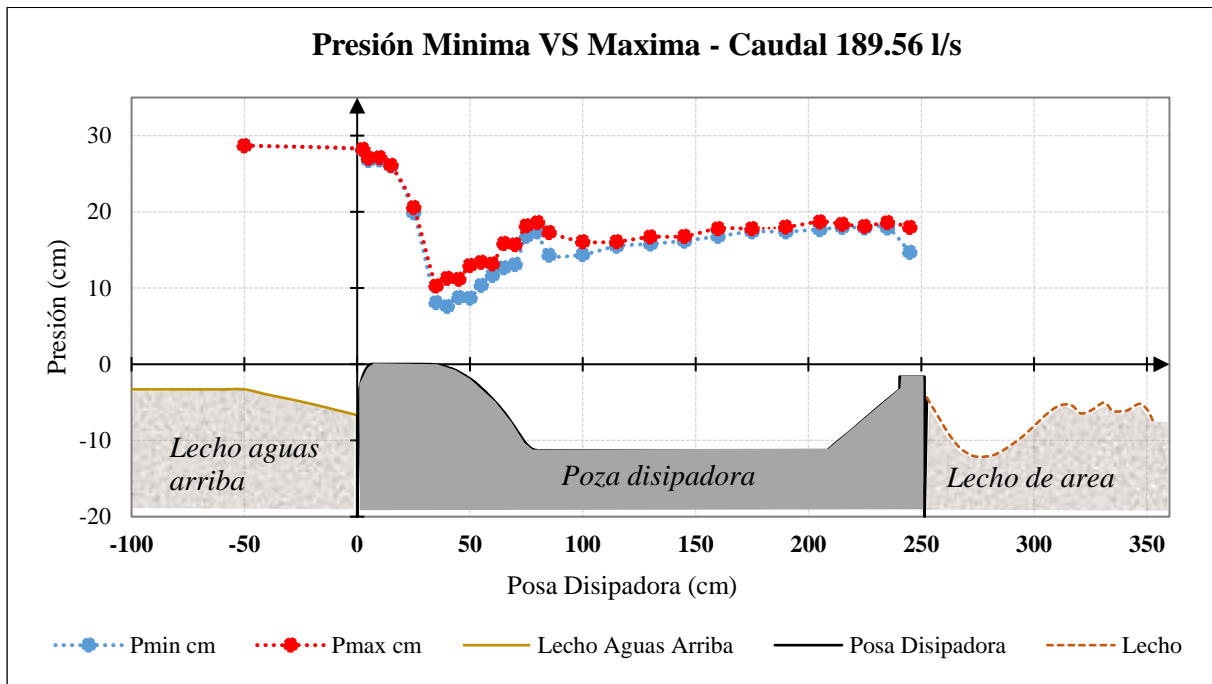
Gráfico 7: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

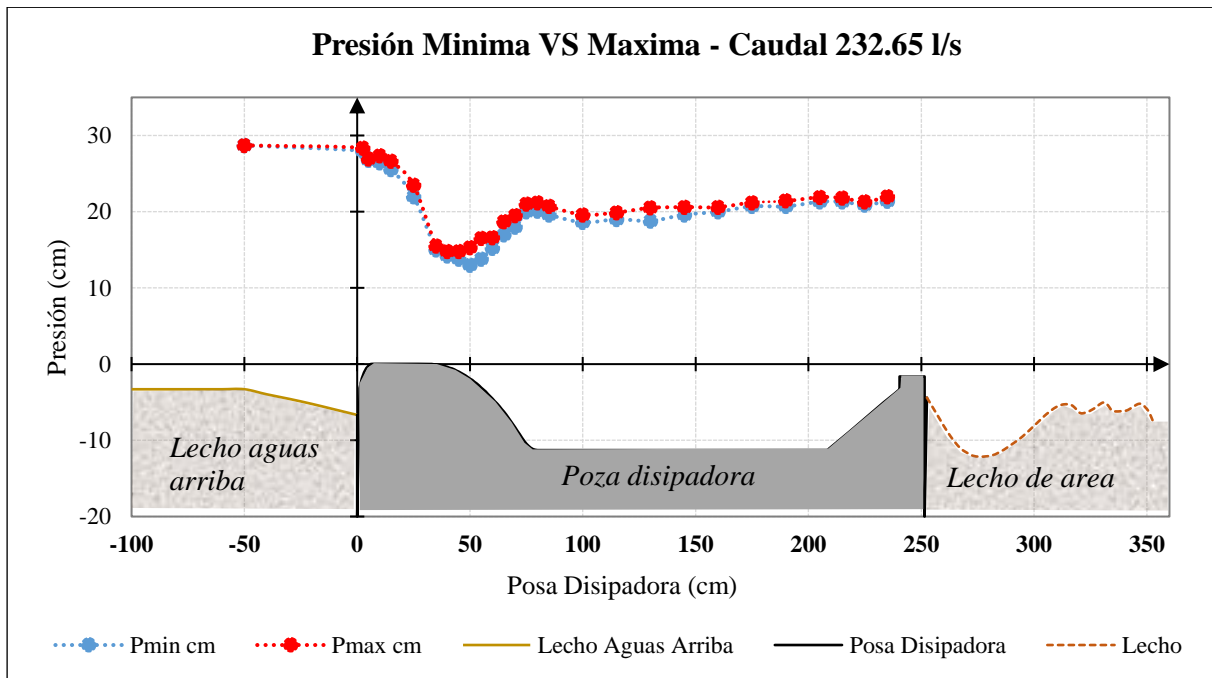


Gráfico 8: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Gráfico 9: Análisis Presión mínima – Presión máxima – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



6.8.4. Análisis

En los Gráfico 4 al Gráfico 9 se ilustran las presiones mínimas y máximas correspondiente a los ensayos, se observó una variación de presión de 1.01 cm a 3.31 cm, -0.02 cm a 1.76 cm, 0.58 cm a 2.98 cm, 1.10 cm a 3.30 cm, 1.20 cm a 4.30 cm y 1.00 cm a 2.70 cm, respectivamente, estas variaciones se tomaron en la zona turbulenta aguas abajo de las compuertas en la poza disipadora, en las progresiva 0.45 m a 0.85 m de la poza disipadora, se observó también una caída de presión en el umbral de salida del barraje móvil, en los 5 primeros ensayos, y en el último ensayo no se observó el mismo fenómeno.

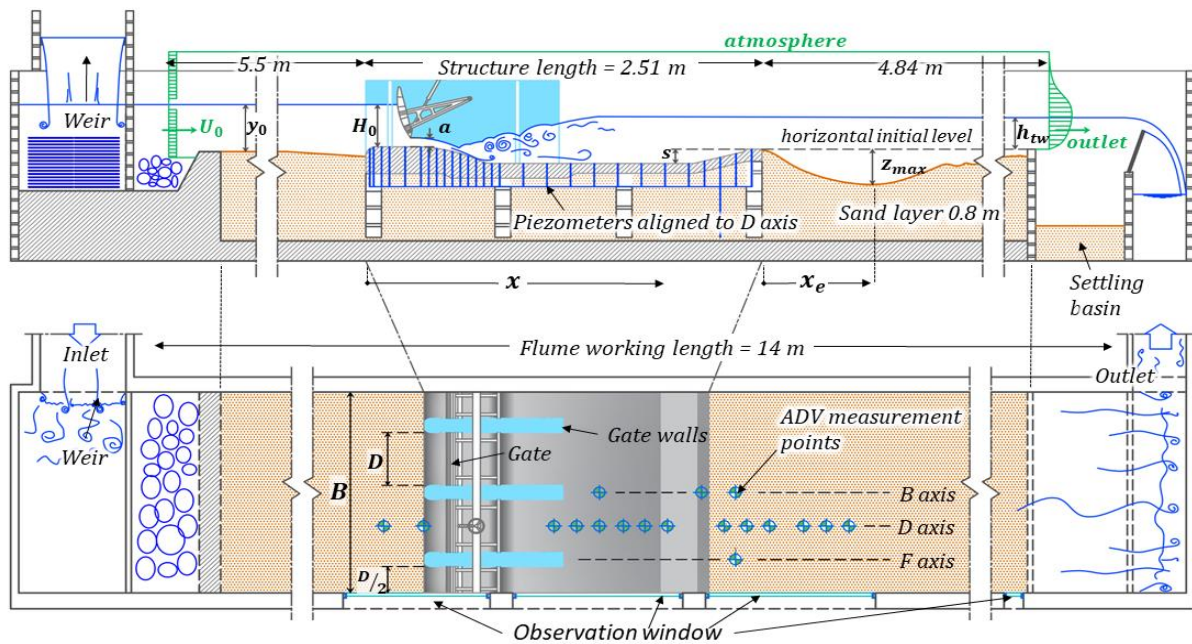
6.9. Procesamiento de erosión

6.9.1. Descripción del modelo

El canal donde se realizó los diferentes ensayos tiene una sección de 13 m de largo y 1.90 m de ancho, en donde se encuentra el barraje móvil, conformado por 4 compuertas como se describe en el detalle de compuertas (Figura 1), la poza disipadora de energía de longitud 2.51 m y un ancho de 1.90 m; se estudiaron los siguientes caudales; 29.54 l/s, 63.39 l/s, 105.34 l/s, 148.23 l/s, 189.56 l/s y 232.65 l/s respectivamente, calibrados con un vertedero rectangular, donde se instaló un limnómetro de gancho Neyrpic, con una aproximación de 0.1 mm, las abertura de las compuertas se determinaron de tal forma que los niveles aguas arriba sea 0.32 m para los 6 ensayos, mientras los niveles aguas abajo fueron de 0.05 m, 0.083 m, 0.118 m, 0.150 m, 0.186 m y 0.21 m respectivamente, aguas abajo de la poza disipadora se encuentra la ventana de plexiglás, el flujo interior, el fenómeno de erosión. Una limitación fue q se trabajó en condiciones de operación de compuertas, debido a que los causales extremos con compuertas completamente abiertas son demasiado elevados.

El modelo desarrollado para esta investigación tiene los siguientes detalles en corte y planta como se muestra en la Figura 18.

Figura 18: Erosión aguas debajo de una poza disipadora de energía



Fuente: (Miranda Miyazaki & Sanchez Valencia, 2021)

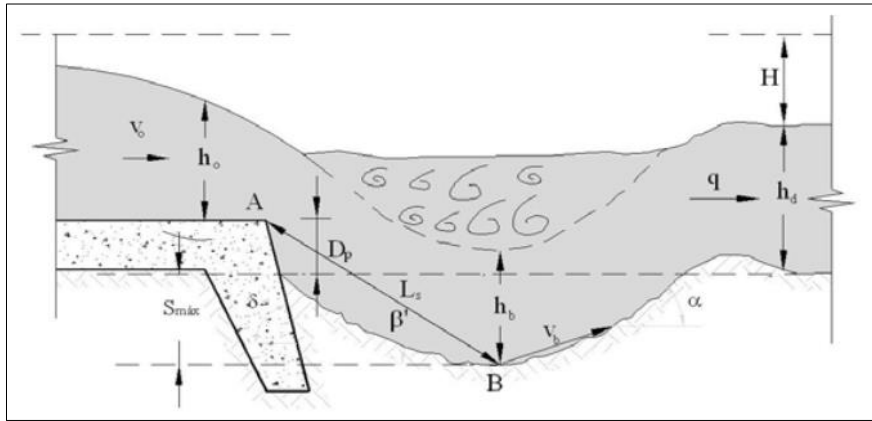
6.9.2. Cálculo de erosión teórica

Para el cálculo de la erosión se nombrará los siguientes enunciados.

6.9.2.1. Formula de Bormann y Julien (1991)

(Horacio, 2013) describe la formulación para determinar la erosión general y local, así como también la erosión aguas abajo de un umbral, que es semejante a la investigación desarrollada. La formulación corresponde a una lámina líquida con un escurrimiento crítico, que se sumerge en un lecho erosionable y caracterizado con tirante aguas abajo “hd”, los autores al plantear dicha formula consideraron el chorro que se sumerge y se disipa sobre un material aluvial, formando un hoyo típico que establece la erosión aguas abajo.

Figura 19: Erosión al pie de un umbral con chorro sumergido



Fuente: (Horacio, 2013)

La fórmula de Bormann y Julien establece lo siguiente:

$$\frac{S_{\max} + D_p}{h_o} = 1.25 \left[\frac{\sin \phi}{\sin(\phi + \alpha)} \right]^{0.8} \left(\frac{h_o}{d_{90}} \right)^{0.4} Fo^{1.6} \sin \beta' \quad (33)$$

$$Fo = \frac{V_o}{\sqrt{g * h_o}} \quad (34)$$

Donde:

D_p : Caída entre el umbral y el lecho de aguas abajo

S_{\max} : Socavación máxima bajo el nivel del lecho de aguas abajo

Fo : Numero de Froude del escurrimiento sobre el umbral

d_{90} : Diámetro del material fluvial en que el 90% en peso es de menor diámetro

V_o : Velocidad horizontal del chorro sobre el umbral

H_o : altura del escurrimiento sobre el umbral de salida

β' : Ángulo de incidencia del chorro sobre el fondo de la socavación

ϕ : Ángulo de reposo del fluvial bajo el agua

α : Ángulo del fondo de la fosa de socavación con la horizontal. Se considera

$\beta' = \alpha$

L_s : Longitud de difusión del punto A al fondo de la socavación (punto B)

$\delta = 90^\circ$, Ángulo del umbral con la vertical

También se puede despejar el ángulo β' , es expresado radianes y puede determinarse con la siguiente relación experimental:

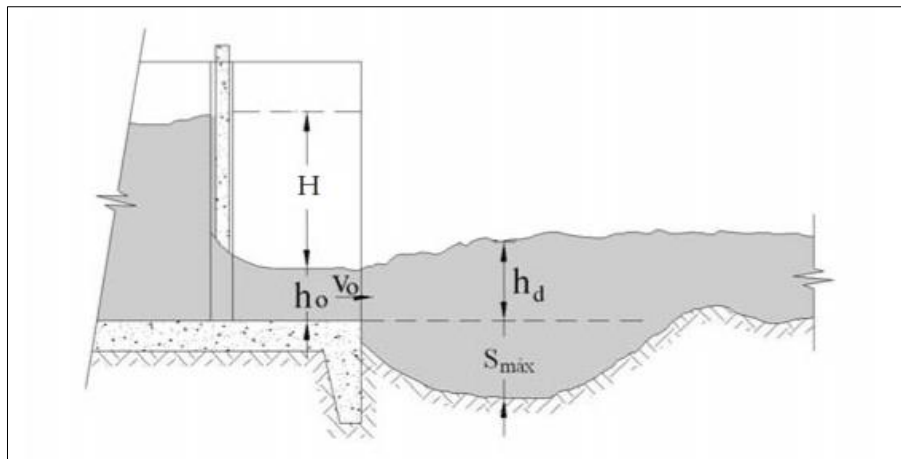
$$\beta' = 0.316 \operatorname{sen} \delta + 0.15 \log_n \left(\frac{D_p + h_o}{h_o} \right) + 0.13 \log_n \left(\frac{hd}{h_o} \right) - 0.05 \log_n (Fo) \quad (35)$$

La fórmula propuesta por Bromann y Julien puede ser aplicable cuando hay un chorro libre que incide sobre una masa de profundidad “hd” con un Angulo β . Cuando el chorro llega al fondo con un ángulo β' , también se puede aplicarse cuando el ángulo $\alpha = \beta$.

6.9.2.2. Formula Ivanissevich (1980)

Ivanissevich estudió el flujo sobre un umbral, generado por una compuerta de un barrage móvil, al final de una plataforma de concreto, el flujo ingresa a un lecho erosionable y continua con un régimen torrencial, para esta situación Ivanissevich propuso la siguiente formula:

Figura 20: Erosión al pie de una compuerta seguida por un torrente.



Fuente: (Horacio, 2013)

$$\frac{S_{\max}}{h_o} = 1.04 C_v^{3/2} \left(\frac{H}{h_o} \right)^{0.75} \left(\frac{h_o}{d_{90}} \right)^{0.5} \quad (36)$$

$$C_v = \frac{V_o}{\sqrt{2gH}} \quad (37)$$

Donde:

C_v : Coeficiente de velocidad que varía entre 0.9 y 1.

V_o : Velocidad media en el umbral.

H : Diferencia entre la línea de energía del chorro y la superficie libre.

d_{90} : Diámetro del material fluvial en que el 90% en peso es de menor diámetro.



ho: Altura del escurrimiento sobre el umbral de salida.

6.9.2.3. Formula de Qyum (1960)

Esta fórmula se refiere al caso de un torrente producido por una compuerta con un resalto al pie de un umbral en un lecho erosionable, Qayum establece:

$$S_{\max} + h_d = 2.78 \frac{q^{0.4} H^{0.22} h_d^{0.4}}{g^{0.2} d_{90}^{0.22}} \quad (38)$$

Donde:

hd: Tirante aguas abajo

H: Diferencia entre la línea de energía del chorro y la superficie libre

G: Gravedad

q: Caudal unitario

d₉₀: Diámetro del material fluvial en que el 90% en peso es de menor diámetro.

6.9.2.4. Formula de Oliveto y Comuniello

Breuser (1967) propuso la siguiente ecuación (39) para la erosión máxima Z_{max} en un tiempo genérico t.

$$\frac{Z_{\max}}{Z_*} = \left(\frac{t}{t_*} \right)^{0.38} \quad (39)$$

Donde:

Z_{max}: Erosión máxima

Z*: Erosión característica

t: Tiempo genérico

t*: Tiempo característico cuando Z_{max}= Z*:

Sin embargo, (Oliveto & Comuniello, 2009). Encuentra mejor ajuste empleando un exponente de 0.19 en la ecuación anterior, también se consideró:

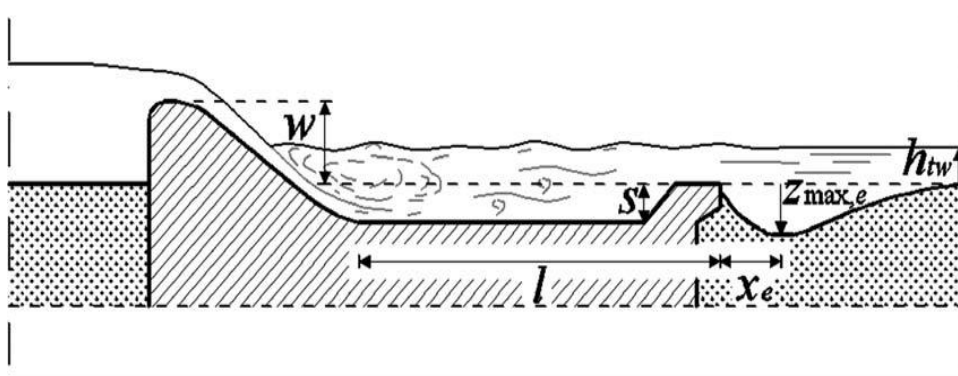
$$Z_* = \frac{H_o}{2} \quad (40)$$

Donde:

H_o : Tirante aguas arriba del abarraje

Los mencionados autores definieron a Z_* en función de la geometría de sus estudios, no obstante, en el presente estudio emplearemos H_o , como la carga de energía con un potencial para generar erosión en el cauce. Se desarrollo un enunciado basado en datos experimentales en un modelo físico, evaluaron temporalmente y espacialmente la erosión local aguas abajo de un aliviadero, los experimentos fueron realizados sobre un canal de 1 m de ancho y 20 m de largo, con lecho casi uniforme de arena y una adicional de esferas de plomo.

Figura 21: Erosión local aguas abajo de una poza disipadora.



Fuente: (Oliveto & Comuniello, 2009)

Los resultados revelaron las siguientes relaciones:

$$\frac{S_{max}}{s} = 3.4 \left(\frac{h_{tw}}{s} \right)^{3/4} \left(\frac{d50}{s} \right)^{6/5} (F_d - 1)^{6/5} T^{1/4} \quad (41)$$

$$T = (g' d50)^{1/2} \frac{t}{s} \quad (42)$$

$$g' = \frac{g(\rho_s - \rho)}{\rho} \quad (43)$$

Donde:

S_{max} : profundidad máxima de erosión en un tiempo "t"

h_{tw} : Tirante aguas abajo del barraje móvil (altura del agua de cola)

F_d : Numero de Froude de la partícula densimétrica



T: Tiempo adimensional

S: Altura del umbral

g': Aceleración gravitacional modificada

ρ_s : Densidad de masa de granos de sedimento

ρ : Densidad de agua

d_{50} : Tamaño del diámetro medio de lecho

6.9.2.5. Formula Jeager y Abecasis Manzanares (1954)

Esta fórmula se refiere al caso de un flujo de agua que ingresa a un lecho erosionable después de una plataforma de concreto, para determinar la erosión máxima empleo el siguiente enunciado:

$$S_{\max} = 0.475Hq^{2/3} \quad (44)$$

Donde:

H: Diferencia entre la línea de energía del chorro y la superficie libre

hd: Tirante aguas abajo

q: Caudal unitario

6.9.2.6. Formula Zimmerman y Maniak (1967)

Esta fórmula se refiere al caso de un flujo de agua que ingresa a un lecho erosionable después de una plataforma de concreto, para determinar la erosión máxima empleo el siguiente enunciado:

$$S_{\max} = 2.89 \frac{q^{0.82}}{d_{85}^{0.23}} \frac{hd}{q^{2/3}} - hd \quad (45)$$

Donde:

q: Caudal unitario

hd: Tirante aguas abajo

d_{85} : Diámetro del material fluvial en que el 85% en peso es de menor diámetro



Tabla 69: Erosión calculada - Formula de Bormann y Julien (1991)

Datos de entrada		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
D90 (m)	0.00058	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
		29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
ho (m)		0.055	0.087	0.116	0.149	0.185	0.215
hd (m)		0.095	0.137	0.205	0.291	0.322	0.404
Fr			0.423	0.442	0.385	0.383	0.416
Dp (m)		0.011	0.009	0.017	0.025	0.032	0.037

ENUNCIADO	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Bormann y Julien (1991)	29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
	$\beta' = \alpha$	$\beta' = \alpha$	$\beta' = \alpha$	$\beta' = \alpha$	$\beta' = \alpha$	$\beta' = \alpha$
$\frac{S_{max} + Dp}{h_0} = 1.25x \left[\frac{sen\phi}{sen(\phi + \alpha)} \right]^{0.8} x \left(\frac{h_0}{d90} \right)^{0.4} x Fo^{1.6} x sen(\alpha)$	0.00	0.433	0.452	0.474	0.460	0.466
	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)
		0.056	0.090	0.102	0.135	0.201

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 70: Erosión calculada - Formula Ivanissevich (1980)

Datos de entrada		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
D90 (m)	0.00058	1/s	1/s	1/s	1/s	1/s	1/s
		29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
ho (m)		0.055	0.087	0.116	0.149	0.185	0.215
H (m)		0.232	0.200	0.171	0.138	0.102	0.072

ENUNCIADO	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
	1/s	1/s	1/s	1/s	1/s	1/s
Ivanissevich (1980)	29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
$\frac{S_{max}}{h_o} = 1.04 \times C_v^{3/2} \times \left(\frac{H}{h_o}\right)^{0.75} \times \left(\frac{h_o}{d90}\right)^{0.5}$	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)
		0.180	0.296	0.351	0.485	0.687

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 71: Erosión calculada - Formula de Qyum (1960)

Datos de entrada		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
D90 (m)	0.00058	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
g (m/s ²)	9.81	29.540	63.391	105.342	148.225	189.561	232.651
hd (m)		0.095	0.137	0.205	0.291	0.322	0.404
H (m)		0.232	0.200	0.171	0.138	0.102	0.072
q (m²/s)		0.016	0.033	0.055	0.078	0.100	0.122

ENUNCIADO	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Qayum (1960)	29.540	63.391	105.342	148.225	189.561	232.651
$S_{max} + hd = 2.78 * \frac{q^{0.4} * H^{0.22} * hd^{0.4}}{g^{0.2} * d90^{0.22}}$	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)
		0.601	0.821	1.000	1.065	1.122

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 72: Erosión calculada - Formula de Oliveto y Comuniello

Datos de entrada			Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
L (m)	1.72		l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
d50 (m)	0.00024		29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
ρ (g/cm3)	0.997							
ρs (g/cm3)	2.65	hd (m)	0.095	0.137	0.205	0.291	0.322	0.404
S (m)	0.097	T		20941.62	20941.62	20941.62	20941.62	20941.62
g (m/s2)	9.81	Fd		5.462	7.395	7.632	8.205	9.670
g' (m/s2)	16.277							

ENUNCIADO	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Oliveto & Comuniello (2009).	29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
$\frac{Z_{max}}{S} = 3.4 \left(\frac{h_{tw}}{S}\right)^{3/4} \left(\frac{d50}{S}\right)^{6/5} (F_d - 1)^{6/5} T^{1/4}$	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)
		0.016	0.031	0.040	0.051	0.072

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 73: Erosión calculada – Formula Jeager y Abecasis Manzanares (1954)

	Q1 l/s	Q2 l/s	Q3 l/s	Q4 l/s	Q5 l/s	Q6 l/s
	29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
H (m)	0.232	0.200	0.171	0.138	0.102	0.072
hd (m)	0.095	0.137	0.205	0.291	0.322	0.404
q (m2/s)	0.016	0.033	0.055	0.078	0.100	0.122

ENUNCIADO	Q1 l/s	Q2 l/s	Q3 l/s	Q4 l/s	Q5 l/s	Q6 l/s
Jeager y Abecasis Manzanares (1954)	29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
$S_{max} = 0.475xHxq^{2/3} - hd$	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)
	0.09	0.127	0.193	0.279	0.311	0.396

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 74: Erosión calculada – Formula Zimmerman y Maniak (1967)

Datos de entrada		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
D85 (m)	0.00050	1/s	1/s	1/s	1/s	1/s	1/s
		29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
	q (m2/s)	0.016	0.033	0.055	0.078	0.100	0.122
	hd (m)	0.095	0.137	0.205	0.291	0.322	0.404

ENUNCIADO	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
	1/s	1/s	1/s	1/s	1/s	1/s
Zimmerman y Maniak (1967)	29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
$S_{max} = 2.89 \frac{q^{0.82}}{D85^{0.23}} x \left(\frac{hd}{q^{2/3}} \right) - hd$	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)
	0.08	0.139	0.242	0.378	0.446	0.591

Fuente: (Archivo del autor)

6.9.3. Procesamiento de fotografías

La colecta de datos de erosión fue a través de una ventana que se encuentra aguas abajo del barraje móvil, la venta tiene 1.50 m de largo y altura de 1.00m de plexiglás de 9 mm de espesor, también llamada acrílico, tiene un marco metálico, con refuerzos centrales para evitar el pandeo, y que afecte en los resultados, así como muestra en la siguiente Fotografía 88, se tomó con una cámara fotográfica cada 1 min fotos que registren el descenso del lecho en el tiempo.

Fotografía 88: Ventana con niveles de erosión.



Fuente: (Archivo del autor)

El procesamiento de fotografías se realizó en el AutoCAD, mediante el uso del comando DATAEXTRACTION, que nos permite obtener las longitudes de los segmentos de líneas, distribuidos cada 1 cm a lo largo de la ventana de observación cómo se detalla a continuación.

Se proyecta una línea paralela a 10 cm del nivel de referencia, luego se procede a borrar las líneas encima del perfil con el comando TRIM para el borrado de las líneas encima del perfil (línea azul), en seguida se procede a seleccionar las líneas por debajo del perfil de erosión (línea azul) y se usamos el comando DATAEXTRACTION.



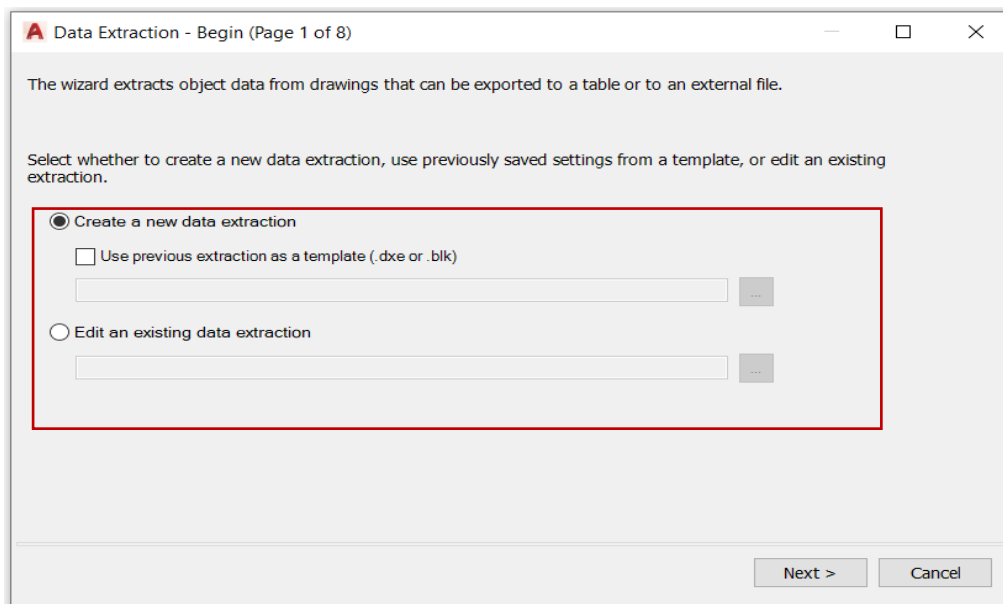
Fotografía 89: Ventana de Plexiglás y perfil de erosión.



Fuente: (Archivo del autor)

Después se procede a guardar un archivo base para el procesamiento, y activar la opción de “Create a new data extraction” y pulsar siguiente.

Figura 22: Data extraction begin – Ventana 01



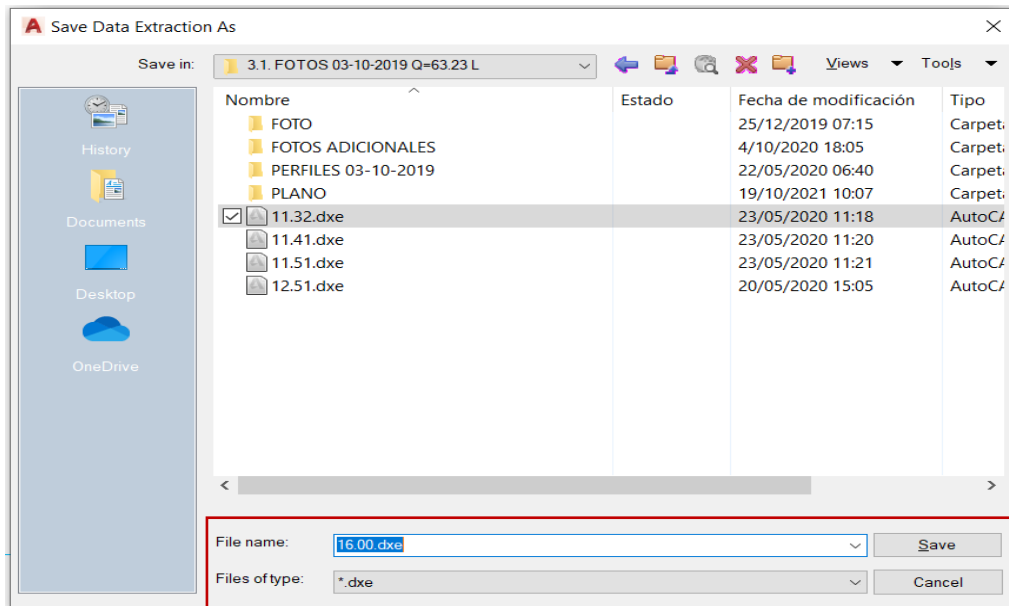
Fuente: (AutoCAD 2019)

Se busca la carpeta que corresponde a dicho ensayo y se procede a crear el archivo con el nombre de la hora, al que corresponde dicha foto, el formato de dicho archivo es en dxe, en esta



ocasión corresponde al archivo 16.00.xde, que corresponde a la figura 78 de la corrida N°03 de la hora 16.00 p.m. y se pulsa la opción de “Save”.

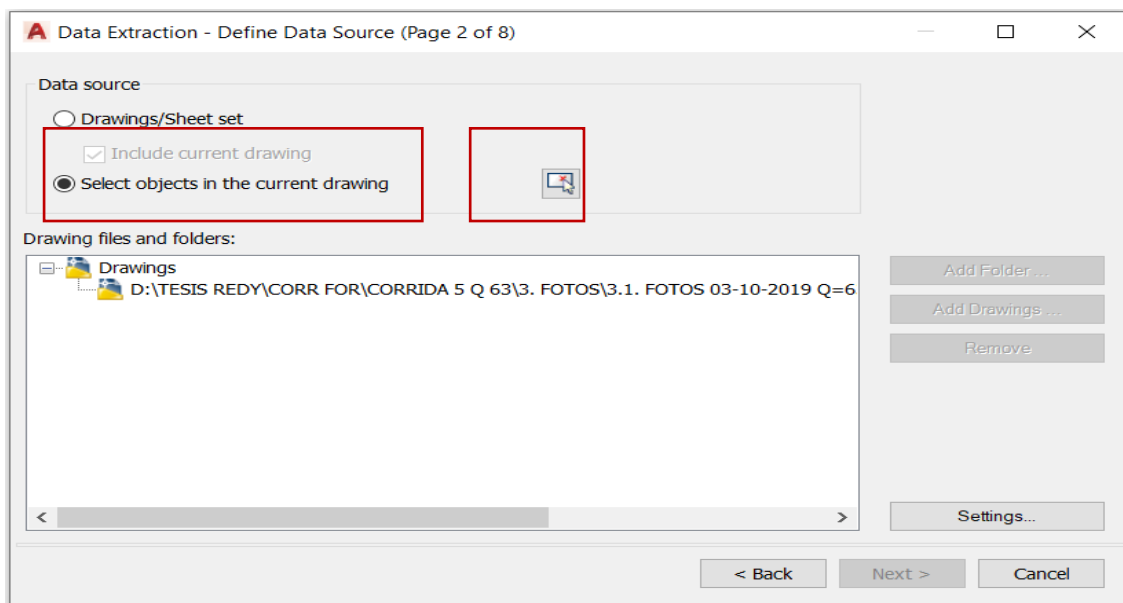
Figura 23: Data extraction begin – Ventana 02



Fuente: (AutoCAD 2019)

Se activa la opción “Select objects in the current drawing” para seleccionar las líneas por debajo del perfil de erosión.

Figura 24: Data extraction begin – Ventana 03

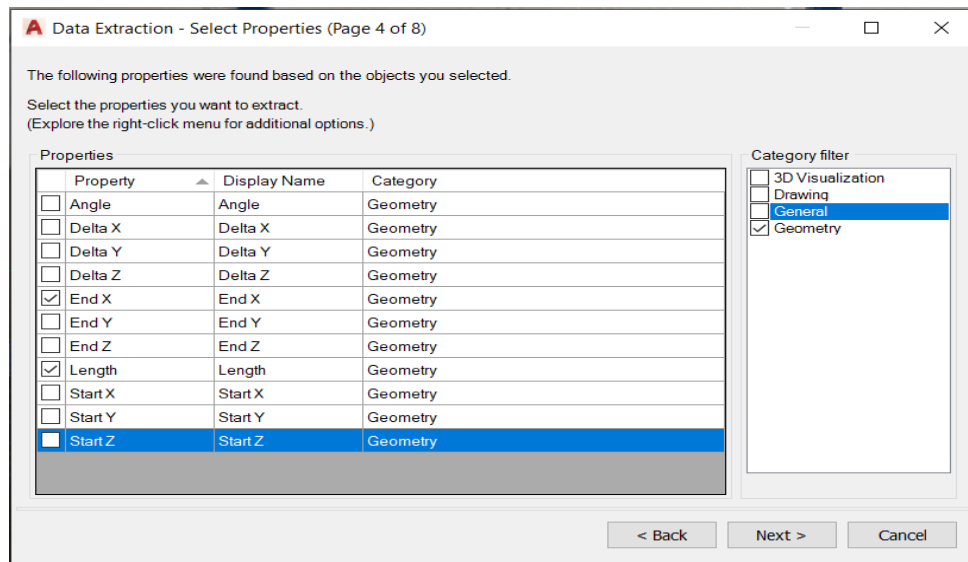


Fuente: (AutoCAD 2019)



Después se desactiva las opciones “3D visualization”, “Drawing” y “General”, después de eso en la opción de “Geometry”, solo se activa las opciones de “End X” y “Length”, y se presiona la opción de “Next”.

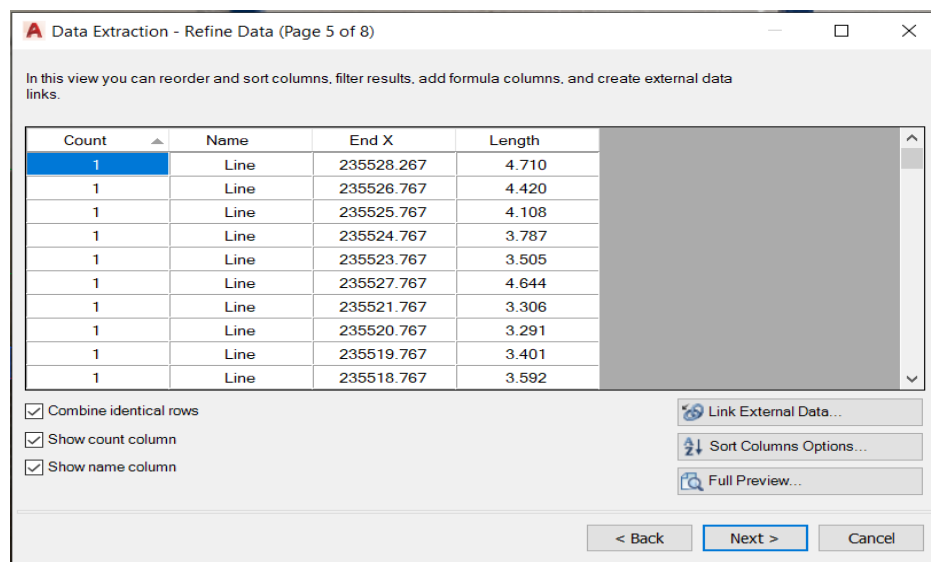
Figura 25: Data extraction begin – Ventana 04



Fuente: (AutoCAD 2019)

Se muestra la opción de “Count”, “Name” donde lo reconoce como línea por defecto, “End X” y “Length” y sus respectivos valores, y se presiona la opción de “Next”.

Figura 26: Data extraction begin – Ventana 05

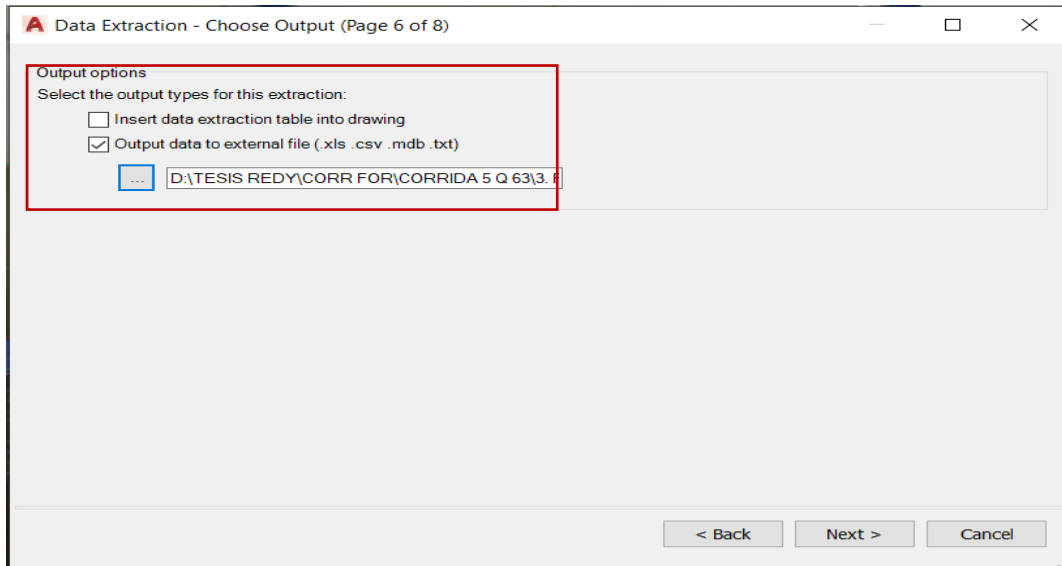


Fuente: (AutoCAD 2019)



Se selecciona la opción de “Output data to external file (.xls .csv .mbd .txt)”, y se busca la carpeta donde se guardará el archivo, y se presiona la opción “Next”.

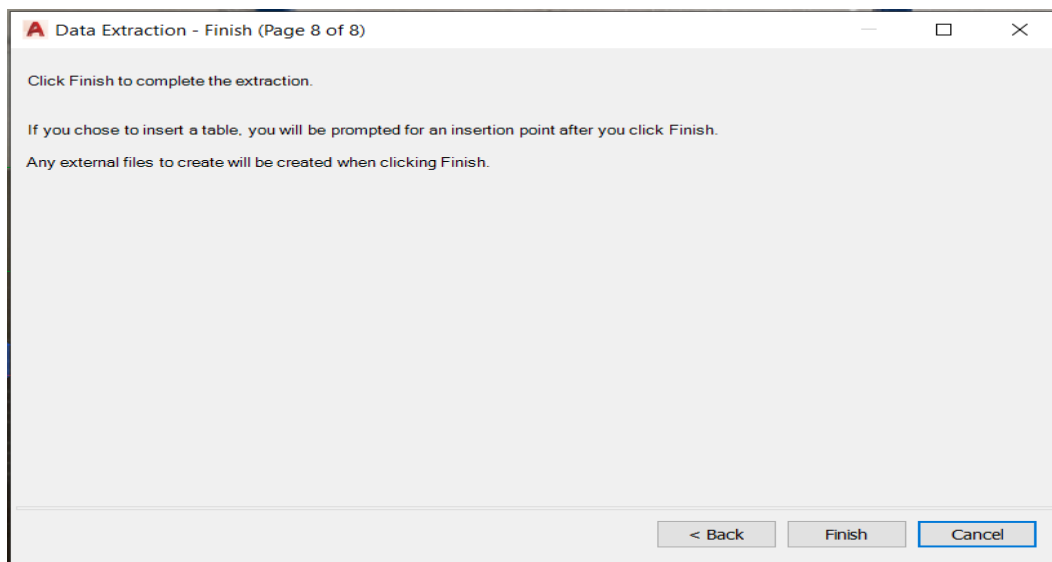
Figura 27: Data extraction begin – Ventana 06



Fuente: (AutoCAD 2019)

Como paso final se presiona la opción “Finish”

Figura 28: Data extraction begin – Ventana 06



Fuente: (AutoCAD 2019)

Los datos extraídos de los perfiles están expuestos en los siguientes cuadros, dichos cuadros tienen la información de cada hora de corrida



Tabla 75: Procesamiento de datos de erosión- hora 1.00 – Caudal 29.54 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 29.54 l/s							
Caudal =		29.55 l/s					
Hora =		1.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	0.000	0.35	-0.001	0.70	0.001	1.05	-0.001
0.01	-0.008	0.36	-0.002	0.71	0.000	1.06	-0.005
0.02	-0.011	0.37	-0.002	0.72	0.000	1.07	-0.006
0.03	-0.011	0.38	-0.003	0.73	0.001	1.08	-0.005
0.04	-0.008	0.39	-0.004	0.74	0.001	1.09	-0.003
0.05	-0.004	0.4	-0.004	0.75	0.001	1.10	-0.001
0.06	-0.003	0.41	-0.005	0.76	0.001	1.11	0.000
0.07	-0.001	0.42	-0.005	0.77	0.001	1.12	0.002
0.08	-0.001	0.43	-0.005	0.78	0.001	1.13	0.002
0.09	-0.001	0.44	-0.005	0.79	0.001	1.14	0.002
0.10	-0.002	0.45	-0.005	0.80	0.001	1.15	0.001
0.11	-0.003	0.46	-0.004	0.81	0.001	1.16	0.001
0.12	-0.006	0.47	-0.004	0.82	0.000	1.17	0.001
0.13	-0.007	0.48	-0.003	0.83	0.000	1.18	0.000
0.14	-0.005	0.49	-0.002	0.84	0.000	1.19	0.000
0.15	-0.002	0.5	-0.001	0.85	-0.001	1.20	0.000
0.16	-0.001	0.51	0.000	0.86	-0.001	1.21	0.000
0.17	-0.001	0.52	0.000	0.87	-0.001	1.22	0.000
0.18	-0.001	0.53	0.000	0.88	-0.001	1.23	0.000
0.19	0.000	0.54	-0.001	0.89	-0.001	1.24	0.000
0.20	0.001	0.55	-0.001	0.90	-0.001	1.25	0.000
0.21	0.001	0.56	0.000	0.91	-0.001	1.26	0.000
0.22	0.001	0.57	0.001	0.92	-0.001	1.27	0.000
0.23	0.000	0.58	0.002	0.93	-0.001	1.28	-0.001
0.24	-0.004	0.59	0.003	0.94	-0.001	1.29	-0.001
0.25	-0.006	0.6	0.001	0.95	-0.001	1.30	-0.001
0.26	-0.008	0.61	0.000	0.96	-0.001	1.31	-0.001
0.27	-0.009	0.62	0.000	0.97	-0.001	1.32	-0.001
0.28	-0.008	0.63	0.000	0.98	-0.001	1.33	-0.001
0.29	-0.004	0.64	0.000	0.99	-0.001	1.34	-0.002
0.30	-0.003	0.65	-0.001	1.00	-0.001	1.35	-0.002
0.31	-0.003	0.66	-0.001	1.01	-0.001	1.36	-0.002
0.32	-0.002	0.67	-0.001	1.02	-0.001	1.37	-0.002
0.33	-0.001	0.68	0.000	1.03	-0.001	1.38	-0.002
0.34	-0.001	0.69	0.000	1.04	0.000	1.39	-0.002
						1.395	-0.002

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 76: Procesamiento de datos de erosión- hora 2.00 – Caudal 29.54 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 29.54 l/s							
Caudal =		29.55 l/s					
Hora =		2.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	0.000	0.35	0.001	0.70	-0.005	1.05	-0.006
0.01	-0.006	0.36	0.003	0.71	-0.006	1.06	-0.006
0.02	-0.010	0.37	0.003	0.72	-0.006	1.07	-0.007
0.03	-0.011	0.38	0.003	0.73	-0.006	1.08	-0.008
0.04	-0.011	0.39	0.002	0.74	-0.005	1.09	-0.008
0.05	-0.009	0.4	-0.003	0.75	-0.004	1.1	-0.009
0.06	-0.006	0.41	-0.010	0.76	-0.002	1.11	-0.010
0.07	-0.004	0.42	-0.018	0.77	0.000	1.12	-0.011
0.08	-0.002	0.43	-0.023	0.78	0.002	1.13	-0.013
0.09	-0.001	0.44	-0.027	0.79	0.004	1.14	-0.016
0.10	-0.001	0.45	-0.031	0.80	0.005	1.15	-0.019
0.11	-0.002	0.46	-0.033	0.81	0.006	1.16	-0.023
0.12	-0.003	0.47	-0.035	0.82	0.006	1.17	-0.027
0.13	-0.004	0.48	-0.037	0.83	0.006	1.18	-0.030
0.14	-0.005	0.49	-0.037	0.84	0.004	1.19	-0.031
0.15	-0.006	0.5	-0.036	0.85	0.001	1.2	-0.030
0.16	-0.007	0.51	-0.035	0.86	-0.002	1.21	-0.026
0.17	-0.008	0.52	-0.034	0.87	-0.007	1.22	-0.020
0.18	-0.010	0.53	-0.031	0.88	-0.013	1.23	-0.013
0.19	-0.012	0.54	-0.028	0.89	-0.018	1.24	-0.005
0.20	-0.014	0.55	-0.024	0.90	-0.020	1.25	0.001
0.21	-0.016	0.56	-0.020	0.91	-0.020	1.26	0.006
0.22	-0.021	0.57	-0.016	0.92	-0.019	1.27	0.006
0.23	-0.026	0.58	-0.011	0.93	-0.015	1.28	0.004
0.24	-0.030	0.59	-0.007	0.94	-0.010	1.29	0.000
0.25	-0.033	0.6	-0.001	0.95	-0.004	1.3	-0.003
0.26	-0.034	0.61	0.005	0.96	0.001	1.31	-0.005
0.27	-0.034	0.62	0.009	0.97	0.006	1.32	-0.006
0.28	-0.031	0.63	0.013	0.98	0.009	1.33	-0.007
0.29	-0.027	0.64	0.017	0.99	0.011	1.34	-0.006
0.30	-0.021	0.65	0.017	1.00	0.012	1.35	-0.005
0.31	-0.016	0.66	0.016	1.01	0.011	1.36	-0.003
0.32	-0.010	0.67	0.010	1.02	0.008	1.37	-0.001
0.33	-0.005	0.68	0.003	1.03	0.001	1.38	0.001
0.34	-0.001	0.69	-0.003	1.04	-0.003	1.39	0.004
						1.395	0.005

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 77: Procesamiento de datos de erosión- hora 3.00 – Caudal 29.54 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 29.54 l/s							
Caudal =		29.55 l/s					
Hora =		3.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	0.000	0.35	-0.020	0.70	-0.020	1.05	-0.004
0.01	-0.006	0.36	-0.021	0.71	-0.020	1.06	-0.004
0.02	-0.011	0.37	-0.023	0.72	-0.020	1.07	-0.003
0.03	-0.013	0.38	-0.025	0.73	-0.018	1.08	-0.003
0.04	-0.013	0.39	-0.027	0.74	-0.017	1.09	-0.003
0.05	-0.012	0.4	-0.029	0.75	-0.015	1.1	-0.003
0.06	-0.010	0.41	-0.031	0.76	-0.013	1.11	-0.003
0.07	-0.008	0.42	-0.034	0.77	-0.010	1.12	-0.004
0.08	-0.006	0.43	-0.034	0.78	-0.007	1.13	-0.006
0.09	-0.005	0.44	-0.033	0.79	-0.004	1.14	-0.009
0.10	-0.004	0.45	-0.032	0.80	-0.001	1.15	-0.012
0.11	-0.004	0.46	-0.030	0.81	0.001	1.16	-0.016
0.12	-0.004	0.47	-0.028	0.82	0.003	1.17	-0.019
0.13	-0.004	0.48	-0.026	0.83	0.005	1.18	-0.021
0.14	-0.005	0.49	-0.023	0.84	0.005	1.19	-0.021
0.15	-0.006	0.5	-0.020	0.85	0.005	1.2	-0.019
0.16	-0.007	0.51	-0.017	0.86	0.005	1.21	-0.016
0.17	-0.008	0.52	-0.014	0.87	0.003	1.22	-0.011
0.18	-0.009	0.53	-0.012	0.88	0.001	1.23	-0.006
0.19	-0.011	0.54	-0.010	0.89	-0.001	1.24	-0.001
0.20	-0.012	0.55	-0.009	0.90	-0.001	1.25	0.002
0.21	-0.014	0.56	-0.008	0.91	0.000	1.26	0.002
0.22	-0.017	0.57	-0.009	0.92	0.001	1.27	0.001
0.23	-0.020	0.58	-0.010	0.93	0.003	1.28	-0.001
0.24	-0.023	0.59	-0.011	0.94	0.007	1.29	-0.001
0.25	-0.025	0.6	-0.012	0.95	0.010	1.3	-0.002
0.26	-0.026	0.61	-0.012	0.96	0.013	1.31	-0.004
0.27	-0.027	0.62	-0.012	0.97	0.015	1.32	-0.005
0.28	-0.026	0.63	-0.011	0.98	0.015	1.33	-0.006
0.29	-0.025	0.64	-0.010	0.99	0.013	1.34	-0.007
0.30	-0.022	0.65	-0.010	1.00	0.010	1.35	-0.007
0.31	-0.020	0.66	-0.011	1.01	0.007	1.36	-0.008
0.32	-0.019	0.67	-0.014	1.02	0.004	1.37	-0.008
0.33	-0.019	0.68	-0.017	1.03	0.000	1.38	-0.007
0.34	-0.019	0.69	-0.020	1.04	-0.003	1.39	-0.006
						1.395	-0.005

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 78: Procesamiento de datos de erosión– hora 4.00 – Caudal 29.54 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 29.54 l/s							
Caudal =		29.55 l/s					
Hora =		4.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	0.000	0.35	-0.041	0.70	-0.036	1.05	-0.002
0.01	-0.007	0.36	-0.045	0.71	-0.035	1.06	-0.001
0.02	-0.012	0.37	-0.049	0.72	-0.033	1.07	0.000
0.03	-0.015	0.38	-0.053	0.73	-0.031	1.08	0.001
0.04	-0.015	0.39	-0.055	0.74	-0.028	1.09	0.003
0.05	-0.015	0.4	-0.054	0.75	-0.026	1.1	0.004
0.06	-0.014	0.41	-0.052	0.76	-0.023	1.11	0.004
0.07	-0.012	0.42	-0.049	0.77	-0.020	1.12	0.003
0.08	-0.011	0.43	-0.045	0.78	-0.016	1.13	0.001
0.09	-0.009	0.44	-0.040	0.79	-0.012	1.14	-0.001
0.10	-0.007	0.45	-0.034	0.80	-0.007	1.15	-0.005
0.11	-0.006	0.46	-0.027	0.81	-0.003	1.16	-0.009
0.12	-0.005	0.47	-0.021	0.82	0.000	1.17	-0.012
0.13	-0.005	0.48	-0.015	0.83	0.003	1.18	-0.012
0.14	-0.005	0.49	-0.009	0.84	0.007	1.19	-0.011
0.15	-0.005	0.5	-0.004	0.85	0.009	1.2	-0.008
0.16	-0.006	0.51	0.001	0.86	0.012	1.21	-0.006
0.17	-0.008	0.52	0.005	0.87	0.013	1.22	-0.003
0.18	-0.009	0.53	0.007	0.88	0.015	1.23	0.000
0.19	-0.010	0.54	0.008	0.89	0.017	1.24	0.003
0.20	-0.011	0.55	0.007	0.90	0.018	1.25	0.002
0.21	-0.013	0.56	0.004	0.91	0.019	1.26	-0.001
0.22	-0.014	0.57	-0.002	0.92	0.021	1.27	-0.005
0.23	-0.015	0.58	-0.009	0.93	0.022	1.28	-0.005
0.24	-0.016	0.59	-0.015	0.94	0.023	1.29	-0.003
0.25	-0.017	0.6	-0.022	0.95	0.024	1.3	-0.001
0.26	-0.019	0.61	-0.029	0.96	0.025	1.31	-0.002
0.27	-0.020	0.62	-0.034	0.97	0.025	1.32	-0.004
0.28	-0.021	0.63	-0.036	0.98	0.021	1.33	-0.006
0.29	-0.022	0.64	-0.037	0.99	0.015	1.34	-0.008
0.30	-0.023	0.65	-0.037	1.00	0.008	1.35	-0.010
0.31	-0.025	0.66	-0.037	1.01	0.002	1.36	-0.012
0.32	-0.028	0.67	-0.037	1.02	0.000	1.37	-0.014
0.33	-0.032	0.68	-0.037	1.03	-0.002	1.38	-0.016
0.34	-0.037	0.69	-0.037	1.04	-0.002	1.39	-0.016
						1.395	-0.016

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 79: Procesamiento de datos de erosión– hora 5.00 – Caudal 29.54 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 29.54 l/s							
Caudal =		29.55 l/s					
Hora =		5.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	0.000	0.35	-0.027	0.70	-0.038	1.05	0.021
0.01	-0.007	0.36	-0.033	0.71	-0.039	1.06	0.016
0.02	-0.012	0.37	-0.039	0.72	-0.040	1.07	0.010
0.03	-0.016	0.38	-0.044	0.73	-0.041	1.08	0.004
0.04	-0.018	0.39	-0.048	0.74	-0.041	1.09	0.000
0.05	-0.018	0.4	-0.052	0.75	-0.041	1.1	-0.004
0.06	-0.018	0.41	-0.054	0.76	-0.040	1.11	-0.006
0.07	-0.017	0.42	-0.055	0.77	-0.039	1.12	-0.007
0.08	-0.015	0.43	-0.055	0.78	-0.038	1.13	-0.007
0.09	-0.013	0.44	-0.054	0.79	-0.036	1.14	-0.007
0.10	-0.011	0.45	-0.053	0.80	-0.034	1.15	-0.007
0.11	-0.008	0.46	-0.051	0.81	-0.031	1.16	-0.006
0.12	-0.006	0.47	-0.049	0.82	-0.028	1.17	-0.005
0.13	-0.006	0.48	-0.046	0.83	-0.025	1.18	-0.005
0.14	-0.006	0.49	-0.043	0.84	-0.021	1.19	-0.004
0.15	-0.006	0.5	-0.040	0.85	-0.016	1.2	-0.005
0.16	-0.007	0.51	-0.036	0.86	-0.013	1.21	-0.006
0.17	-0.008	0.52	-0.030	0.87	-0.009	1.22	-0.009
0.18	-0.010	0.53	-0.025	0.88	-0.005	1.23	-0.012
0.19	-0.011	0.54	-0.019	0.89	0.000	1.24	-0.014
0.20	-0.012	0.55	-0.014	0.90	0.003	1.25	-0.014
0.21	-0.014	0.56	-0.009	0.91	0.006	1.26	-0.013
0.22	-0.015	0.57	-0.005	0.92	0.010	1.27	-0.012
0.23	-0.016	0.58	-0.001	0.93	0.012	1.28	-0.011
0.24	-0.017	0.59	0.002	0.94	0.014	1.29	-0.009
0.25	-0.018	0.6	0.004	0.95	0.016	1.3	-0.007
0.26	-0.019	0.61	0.005	0.96	0.017	1.31	-0.005
0.27	-0.020	0.62	0.005	0.97	0.018	1.32	-0.003
0.28	-0.021	0.63	0.002	0.98	0.020	1.33	-0.001
0.29	-0.021	0.64	-0.004	0.99	0.021	1.34	-0.002
0.30	-0.022	0.65	-0.010	1.00	0.022	1.35	-0.006
0.31	-0.022	0.66	-0.016	1.01	0.023	1.36	-0.009
0.32	-0.023	0.67	-0.023	1.02	0.024	1.37	-0.009
0.33	-0.024	0.68	-0.030	1.03	0.024	1.38	-0.008
0.34	-0.025	0.69	-0.035	1.04	0.024	1.39	-0.006
						1.395	-0.006

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 80: Procesamiento de datos de erosión- hora 6.00 – Caudal 29.54 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 29.54 l/s							
Caudal =		29.55 l/s					
Hora =		6.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.003	0.35	-0.029	0.70	-0.023	1.05	0.023
0.01	-0.008	0.36	-0.033	0.71	-0.029	1.06	0.022
0.02	-0.012	0.37	-0.036	0.72	-0.034	1.07	0.021
0.03	-0.015	0.38	-0.040	0.73	-0.038	1.08	0.020
0.04	-0.017	0.39	-0.044	0.74	-0.041	1.09	0.019
0.05	-0.018	0.4	-0.048	0.75	-0.043	1.1	0.019
0.06	-0.018	0.41	-0.051	0.76	-0.045	1.11	0.017
0.07	-0.017	0.42	-0.054	0.77	-0.046	1.12	0.015
0.08	-0.016	0.43	-0.057	0.78	-0.046	1.13	0.013
0.09	-0.014	0.44	-0.058	0.79	-0.046	1.14	0.008
0.10	-0.012	0.45	-0.058	0.80	-0.045	1.15	0.002
0.11	-0.010	0.46	-0.058	0.81	-0.045	1.16	-0.002
0.12	-0.008	0.47	-0.058	0.82	-0.043	1.17	-0.006
0.13	-0.007	0.48	-0.056	0.83	-0.041	1.18	-0.010
0.14	-0.006	0.49	-0.053	0.84	-0.039	1.19	-0.012
0.15	-0.006	0.5	-0.049	0.85	-0.036	1.2	-0.014
0.16	-0.006	0.51	-0.044	0.86	-0.033	1.21	-0.015
0.17	-0.007	0.52	-0.038	0.87	-0.030	1.22	-0.016
0.18	-0.008	0.53	-0.032	0.88	-0.026	1.23	-0.016
0.19	-0.009	0.54	-0.026	0.89	-0.022	1.24	-0.016
0.20	-0.010	0.55	-0.019	0.90	-0.017	1.25	-0.016
0.21	-0.011	0.56	-0.015	0.91	-0.013	1.26	-0.015
0.22	-0.013	0.57	-0.011	0.92	-0.008	1.27	-0.015
0.23	-0.014	0.58	-0.008	0.93	-0.004	1.28	-0.013
0.24	-0.015	0.59	-0.006	0.94	0.000	1.29	-0.012
0.25	-0.016	0.6	-0.004	0.95	0.005	1.3	-0.010
0.26	-0.017	0.61	-0.003	0.96	0.009	1.31	-0.009
0.27	-0.018	0.62	-0.002	0.97	0.011	1.32	-0.008
0.28	-0.019	0.63	-0.001	0.98	0.013	1.33	-0.007
0.29	-0.020	0.64	-0.001	0.99	0.016	1.34	-0.008
0.30	-0.021	0.65	-0.002	1.00	0.018	1.35	-0.009
0.31	-0.022	0.66	-0.004	1.01	0.019	1.36	-0.010
0.32	-0.023	0.67	-0.006	1.02	0.021	1.37	-0.011
0.33	-0.025	0.68	-0.011	1.03	0.022	1.38	-0.012
0.34	-0.026	0.69	-0.017	1.04	0.023	1.39	-0.013
						1.395	-0.013

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 81: Procesamiento de datos de erosión– hora 7.00 – Caudal 29.54 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 29.54 l/s							
Caudal =		29.55 l/s					
Hora =		7.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.006	0.35	-0.025	0.70	-0.011	1.05	0.016
0.01	-0.009	0.36	-0.027	0.71	-0.013	1.06	0.017
0.02	-0.013	0.37	-0.029	0.72	-0.016	1.07	0.017
0.03	-0.016	0.38	-0.032	0.73	-0.020	1.08	0.018
0.04	-0.018	0.39	-0.035	0.74	-0.024	1.09	0.017
0.05	-0.020	0.4	-0.039	0.75	-0.028	1.1	0.017
0.06	-0.020	0.41	-0.044	0.76	-0.033	1.11	0.016
0.07	-0.020	0.42	-0.049	0.77	-0.038	1.12	0.016
0.08	-0.019	0.43	-0.053	0.78	-0.043	1.13	0.015
0.09	-0.017	0.44	-0.056	0.79	-0.049	1.14	0.015
0.10	-0.016	0.45	-0.059	0.80	-0.054	1.15	0.015
0.11	-0.014	0.46	-0.060	0.81	-0.057	1.16	0.014
0.12	-0.012	0.47	-0.061	0.82	-0.060	1.17	0.014
0.13	-0.010	0.48	-0.060	0.83	-0.061	1.18	0.013
0.14	-0.009	0.49	-0.057	0.84	-0.061	1.19	0.012
0.15	-0.009	0.5	-0.054	0.85	-0.059	1.2	0.011
0.16	-0.009	0.51	-0.052	0.86	-0.056	1.21	0.009
0.17	-0.009	0.52	-0.048	0.87	-0.052	1.22	0.006
0.18	-0.009	0.53	-0.044	0.88	-0.048	1.23	0.002
0.19	-0.010	0.54	-0.040	0.89	-0.043	1.24	-0.004
0.20	-0.011	0.55	-0.036	0.90	-0.037	1.25	-0.011
0.21	-0.012	0.56	-0.032	0.91	-0.031	1.26	-0.016
0.22	-0.013	0.57	-0.029	0.92	-0.025	1.27	-0.021
0.23	-0.014	0.58	-0.025	0.93	-0.019	1.28	-0.024
0.24	-0.014	0.59	-0.021	0.94	-0.013	1.29	-0.026
0.25	-0.015	0.6	-0.018	0.95	-0.008	1.3	-0.026
0.26	-0.016	0.61	-0.015	0.96	-0.002	1.31	-0.026
0.27	-0.016	0.62	-0.013	0.97	0.003	1.32	-0.025
0.28	-0.017	0.63	-0.011	0.98	0.008	1.33	-0.023
0.29	-0.018	0.64	-0.009	0.99	0.010	1.34	-0.021
0.30	-0.020	0.65	-0.009	1.00	0.013	1.35	-0.018
0.31	-0.021	0.66	-0.008	1.01	0.014	1.36	-0.016
0.32	-0.022	0.67	-0.008	1.02	0.014	1.37	-0.015
0.33	-0.023	0.68	-0.009	1.03	0.015	1.38	-0.014
0.34	-0.024	0.69	-0.010	1.04	0.016	1.39	-0.012
						1.395	-0.012

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 82: Procesamiento de datos de erosión– hora 8.00 – Caudal 29.54 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 29.54 l/s							
Caudal =		29.55 l/s					
Hora =		8.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.006	0.35	-0.025	0.70	-0.009	1.05	-0.014
0.01	-0.010	0.36	-0.026	0.71	-0.008	1.06	-0.011
0.02	-0.014	0.37	-0.026	0.72	-0.008	1.07	-0.009
0.03	-0.018	0.38	-0.027	0.73	-0.008	1.08	-0.007
0.04	-0.021	0.39	-0.027	0.74	-0.009	1.09	-0.005
0.05	-0.022	0.4	-0.028	0.75	-0.009	1.1	-0.004
0.06	-0.023	0.41	-0.029	0.76	-0.011	1.11	-0.004
0.07	-0.023	0.42	-0.032	0.77	-0.012	1.12	-0.003
0.08	-0.022	0.43	-0.035	0.78	-0.015	1.13	-0.002
0.09	-0.021	0.44	-0.039	0.79	-0.020	1.14	-0.002
0.10	-0.020	0.45	-0.043	0.80	-0.027	1.15	-0.001
0.11	-0.018	0.46	-0.047	0.81	-0.034	1.16	0.000
0.12	-0.016	0.47	-0.049	0.82	-0.040	1.17	0.001
0.13	-0.015	0.48	-0.052	0.83	-0.046	1.18	0.002
0.14	-0.013	0.49	-0.054	0.84	-0.052	1.19	0.003
0.15	-0.012	0.5	-0.055	0.85	-0.056	1.2	0.004
0.16	-0.012	0.51	-0.056	0.86	-0.060	1.21	0.004
0.17	-0.011	0.52	-0.057	0.87	-0.064	1.22	0.005
0.18	-0.011	0.53	-0.055	0.88	-0.066	1.23	0.006
0.19	-0.010	0.54	-0.054	0.89	-0.067	1.24	0.005
0.20	-0.010	0.55	-0.051	0.90	-0.067	1.25	0.004
0.21	-0.011	0.56	-0.047	0.91	-0.065	1.26	0.001
0.22	-0.012	0.57	-0.043	0.92	-0.063	1.27	-0.003
0.23	-0.013	0.58	-0.040	0.93	-0.060	1.28	-0.007
0.24	-0.014	0.59	-0.035	0.94	-0.057	1.29	-0.010
0.25	-0.015	0.6	-0.031	0.95	-0.054	1.3	-0.013
0.26	-0.016	0.61	-0.027	0.96	-0.050	1.31	-0.014
0.27	-0.017	0.62	-0.024	0.97	-0.047	1.32	-0.015
0.28	-0.018	0.63	-0.021	0.98	-0.043	1.33	-0.015
0.29	-0.019	0.64	-0.018	0.99	-0.039	1.34	-0.013
0.30	-0.020	0.65	-0.015	1.00	-0.035	1.35	-0.011
0.31	-0.021	0.66	-0.014	1.01	-0.031	1.36	-0.008
0.32	-0.022	0.67	-0.012	1.02	-0.027	1.37	-0.006
0.33	-0.024	0.68	-0.011	1.03	-0.022	1.38	-0.006
0.34	-0.025	0.69	-0.010	1.04	-0.018	1.39	-0.007
						1.395	-0.007

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 83: Procesamiento de datos de erosión- hora 1.00 – Caudal 63.39 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 63.39 l/s							
Caudal =		63.39 l/s					
Hora =		1.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.001	0.35	-0.009	0.70	-0.011	1.05	-0.018
0.01	-0.003	0.36	-0.008	0.71	-0.013	1.06	-0.020
0.02	-0.005	0.37	-0.008	0.72	-0.014	1.07	-0.021
0.03	-0.007	0.38	-0.008	0.73	-0.015	1.08	-0.020
0.04	-0.008	0.39	-0.007	0.74	-0.015	1.09	-0.020
0.05	-0.010	0.4	-0.007	0.75	-0.014	1.1	-0.018
0.06	-0.011	0.41	-0.007	0.76	-0.012	1.11	-0.016
0.07	-0.012	0.42	-0.007	0.77	-0.011	1.12	-0.014
0.08	-0.013	0.43	-0.007	0.78	-0.010	1.13	-0.011
0.09	-0.013	0.44	-0.006	0.79	-0.010	1.14	-0.010
0.10	-0.014	0.45	-0.006	0.80	-0.010	1.15	-0.009
0.11	-0.014	0.46	-0.006	0.81	-0.011	1.16	-0.008
0.12	-0.015	0.47	-0.006	0.82	-0.013	1.17	-0.008
0.13	-0.015	0.48	-0.006	0.83	-0.015	1.18	-0.009
0.14	-0.015	0.49	-0.007	0.84	-0.016	1.19	-0.010
0.15	-0.015	0.5	-0.007	0.85	-0.017	1.2	-0.012
0.16	-0.015	0.51	-0.007	0.86	-0.017	1.21	-0.014
0.17	-0.015	0.52	-0.007	0.87	-0.016	1.22	-0.015
0.18	-0.015	0.53	-0.008	0.88	-0.015	1.23	-0.017
0.19	-0.015	0.54	-0.008	0.89	-0.013	1.24	-0.019
0.20	-0.015	0.55	-0.008	0.90	-0.012	1.25	-0.020
0.21	-0.015	0.56	-0.009	0.91	-0.012	1.26	-0.020
0.22	-0.014	0.57	-0.009	0.92	-0.012	1.27	-0.019
0.23	-0.014	0.58	-0.009	0.93	-0.013	1.28	-0.018
0.24	-0.013	0.59	-0.010	0.94	-0.015	1.29	-0.016
0.25	-0.013	0.6	-0.011	0.95	-0.015	1.3	-0.014
0.26	-0.013	0.61	-0.012	0.96	-0.015	1.31	-0.012
0.27	-0.012	0.62	-0.012	0.97	-0.015	1.32	-0.010
0.28	-0.012	0.63	-0.012	0.98	-0.014	1.33	-0.008
0.29	-0.011	0.64	-0.011	0.99	-0.013	1.34	-0.007
0.30	-0.011	0.65	-0.010	1.00	-0.013	1.35	-0.005
0.31	-0.010	0.66	-0.010	1.01	-0.012	1.36	-0.004
0.32	-0.010	0.67	-0.010	1.02	-0.013	1.37	-0.003
0.33	-0.009	0.68	-0.010	1.03	-0.014	1.38	-0.002
0.34	-0.001	0.69	-0.011	1.04	-0.016	1.39	-0.002
						1.395	-0.001

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 84: Procesamiento de datos de erosión- hora 2.00 – Caudal 63.39 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 63.39 l/s							
Caudal =		63.39 l/s					
Hora =		2.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	0.00	0.35	-0.017	0.70	-0.023	1.05	-0.036
0.01	-0.002	0.36	-0.016	0.71	-0.025	1.06	-0.039
0.02	-0.006	0.37	-0.016	0.72	-0.028	1.07	-0.041
0.03	-0.010	0.38	-0.015	0.73	-0.030	1.08	-0.041
0.04	-0.014	0.39	-0.015	0.74	-0.030	1.09	-0.039
0.05	-0.017	0.4	-0.014	0.75	-0.028	1.1	-0.036
0.06	-0.020	0.41	-0.014	0.76	-0.024	1.11	-0.032
0.07	-0.022	0.42	-0.014	0.77	-0.022	1.12	-0.027
0.08	-0.024	0.43	-0.013	0.78	-0.021	1.13	-0.023
0.09	-0.026	0.44	-0.013	0.79	-0.020	1.14	-0.019
0.10	-0.027	0.45	-0.012	0.80	-0.021	1.15	-0.017
0.11	-0.028	0.46	-0.012	0.81	-0.023	1.16	-0.017
0.12	-0.029	0.47	-0.012	0.82	-0.025	1.17	-0.017
0.13	-0.030	0.48	-0.013	0.83	-0.029	1.18	-0.017
0.14	-0.030	0.49	-0.013	0.84	-0.033	1.19	-0.020
0.15	-0.030	0.5	-0.014	0.85	-0.034	1.2	-0.023
0.16	-0.031	0.51	-0.014	0.86	-0.033	1.21	-0.027
0.17	-0.031	0.52	-0.015	0.87	-0.032	1.22	-0.031
0.18	-0.030	0.53	-0.015	0.88	-0.030	1.23	-0.034
0.19	-0.030	0.54	-0.016	0.89	-0.027	1.24	-0.037
0.20	-0.030	0.55	-0.017	0.90	-0.024	1.25	-0.040
0.21	-0.030	0.56	-0.018	0.91	-0.023	1.26	-0.039
0.22	-0.029	0.57	-0.018	0.92	-0.024	1.27	-0.038
0.23	-0.028	0.58	-0.019	0.93	-0.027	1.28	-0.035
0.24	-0.028	0.59	-0.020	0.94	-0.030	1.29	-0.032
0.25	-0.027	0.6	-0.021	0.95	-0.031	1.3	-0.028
0.26	-0.026	0.61	-0.023	0.96	-0.030	1.31	-0.024
0.27	-0.025	0.62	-0.024	0.97	-0.029	1.32	-0.020
0.28	-0.024	0.63	-0.023	0.98	-0.028	1.33	-0.016
0.29	-0.023	0.64	-0.022	0.99	-0.026	1.34	-0.013
0.30	-0.022	0.65	-0.021	1.00	-0.025	1.35	-0.011
0.31	-0.021	0.66	-0.020	1.01	-0.025	1.36	-0.009
0.32	-0.020	0.67	-0.020	1.02	-0.025	1.37	-0.007
0.33	-0.019	0.68	-0.020	1.03	-0.028	1.38	-0.005
0.34	-0.018	0.69	-0.021	1.04	-0.032	1.39	-0.003
						1.395	-0.003

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 85: Procesamiento de datos de erosión- hora 3.00 – Caudal 63.39 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 63.39 l/s							
Caudal =		63.39 l/s					
Hora =		3.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.004	0.35	-0.025	0.70	-0.034	1.05	-0.054
0.01	-0.010	0.36	-0.024	0.71	-0.038	1.06	-0.059
0.02	-0.015	0.37	-0.023	0.72	-0.043	1.07	-0.062
0.03	-0.021	0.38	-0.023	0.73	-0.045	1.08	-0.061
0.04	-0.025	0.39	-0.022	0.74	-0.045	1.09	-0.059
0.05	-0.029	0.4	-0.022	0.75	-0.042	1.1	-0.053
0.06	-0.033	0.41	-0.021	0.76	-0.036	1.11	-0.047
0.07	-0.036	0.42	-0.021	0.77	-0.032	1.12	-0.041
0.08	-0.038	0.43	-0.020	0.78	-0.031	1.13	-0.034
0.09	-0.040	0.44	-0.019	0.79	-0.030	1.14	-0.029
0.10	-0.042	0.45	-0.019	0.80	-0.031	1.15	-0.026
0.11	-0.043	0.46	-0.018	0.81	-0.034	1.16	-0.025
0.12	-0.044	0.47	-0.018	0.82	-0.038	1.17	-0.025
0.13	-0.045	0.48	-0.019	0.83	-0.044	1.18	-0.026
0.14	-0.046	0.49	-0.020	0.84	-0.049	1.19	-0.029
0.15	-0.046	0.5	-0.020	0.85	-0.051	1.2	-0.035
0.16	-0.046	0.51	-0.021	0.86	-0.050	1.21	-0.041
0.17	-0.046	0.52	-0.022	0.87	-0.048	1.22	-0.046
0.18	-0.046	0.53	-0.023	0.88	-0.044	1.23	-0.051
0.19	-0.045	0.54	-0.024	0.89	-0.040	1.24	-0.056
0.20	-0.044	0.55	-0.025	0.90	-0.036	1.25	-0.059
0.21	-0.044	0.56	-0.027	0.91	-0.035	1.26	-0.059
0.22	-0.043	0.57	-0.027	0.92	-0.036	1.27	-0.057
0.23	-0.041	0.58	-0.028	0.93	-0.040	1.28	-0.053
0.24	-0.040	0.59	-0.030	0.94	-0.045	1.29	-0.048
0.25	-0.039	0.6	-0.032	0.95	-0.046	1.3	-0.042
0.26	-0.038	0.61	-0.035	0.96	-0.045	1.31	-0.036
0.27	-0.037	0.62	-0.036	0.97	-0.044	1.32	-0.030
0.28	-0.035	0.63	-0.035	0.98	-0.042	1.33	-0.024
0.29	-0.033	0.64	-0.033	0.99	-0.039	1.34	-0.020
0.30	-0.032	0.65	-0.031	1.00	-0.038	1.35	-0.016
0.31	-0.030	0.66	-0.030	1.01	-0.037	1.36	-0.013
0.32	-0.029	0.67	-0.029	1.02	-0.038	1.37	-0.010
0.33	-0.027	0.68	-0.030	1.03	-0.042	1.38	-0.007
0.34	-0.026	0.69	-0.032	1.04	-0.048	1.39	-0.005
						1.395	-0.004

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 86: Procesamiento de datos de erosión- hora 4.00 – Caudal 63.39 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 63.39 l/s							
Caudal =		63.39 l/s					
Hora =		4.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.004	0.35	-0.034	0.70	-0.042	1.05	-0.057
0.01	-0.011	0.36	-0.032	0.71	-0.044	1.06	-0.061
0.02	-0.017	0.37	-0.031	0.72	-0.045	1.07	-0.063
0.03	-0.022	0.38	-0.029	0.73	-0.045	1.08	-0.063
0.04	-0.027	0.39	-0.028	0.74	-0.044	1.09	-0.061
0.05	-0.032	0.4	-0.027	0.75	-0.040	1.10	-0.058
0.06	-0.036	0.41	-0.026	0.76	-0.036	1.11	-0.054
0.07	-0.039	0.42	-0.025	0.77	-0.034	1.12	-0.049
0.08	-0.043	0.43	-0.024	0.78	-0.035	1.13	-0.043
0.09	-0.045	0.44	-0.023	0.79	-0.042	1.14	-0.035
0.10	-0.047	0.45	-0.024	0.80	-0.048	1.15	-0.029
0.11	-0.048	0.46	-0.024	0.81	-0.052	1.16	-0.025
0.12	-0.050	0.47	-0.024	0.82	-0.053	1.17	-0.024
0.13	-0.051	0.48	-0.024	0.83	-0.052	1.18	-0.029
0.14	-0.053	0.49	-0.024	0.84	-0.050	1.19	-0.035
0.15	-0.053	0.5	-0.024	0.85	-0.047	1.20	-0.042
0.16	-0.053	0.51	-0.024	0.86	-0.046	1.21	-0.047
0.17	-0.054	0.52	-0.024	0.87	-0.044	1.22	-0.048
0.18	-0.054	0.53	-0.024	0.88	-0.045	1.23	-0.047
0.19	-0.054	0.54	-0.024	0.89	-0.045	1.24	-0.047
0.20	-0.053	0.55	-0.024	0.90	-0.047	1.25	-0.046
0.21	-0.053	0.56	-0.025	0.91	-0.051	1.26	-0.043
0.22	-0.052	0.57	-0.025	0.92	-0.054	1.27	-0.039
0.23	-0.051	0.58	-0.025	0.93	-0.055	1.28	-0.036
0.24	-0.050	0.59	-0.025	0.94	-0.056	1.29	-0.036
0.25	-0.049	0.6	-0.027	0.95	-0.056	1.30	-0.038
0.26	-0.048	0.61	-0.028	0.96	-0.053	1.31	-0.041
0.27	-0.047	0.62	-0.032	0.97	-0.049	1.32	-0.043
0.28	-0.045	0.63	-0.037	0.98	-0.043	1.33	-0.042
0.29	-0.044	0.64	-0.040	0.99	-0.039	1.34	-0.041
0.30	-0.042	0.65	-0.040	1.00	-0.035	1.35	-0.042
0.31	-0.040	0.66	-0.039	1.01	-0.035	1.36	-0.043
0.32	-0.039	0.67	-0.038	1.02	-0.039	1.37	-0.046
0.33	-0.037	0.68	-0.038	1.03	-0.046	1.38	-0.052
0.34	-0.035	0.69	-0.039	1.04	-0.052	1.39	-0.057
						1.395	-0.058

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 87: Procesamiento de datos de erosión- hora 5.00 – Caudal 63.39 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 63.39 l/s							
Caudal =		63.39 l/s					
Hora =		5.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.008	0.35	-0.046	0.70	-0.040	1.05	-0.059
0.01	-0.014	0.36	-0.045	0.71	-0.046	1.06	-0.057
0.02	-0.020	0.37	-0.043	0.72	-0.049	1.07	-0.055
0.03	-0.025	0.38	-0.041	0.73	-0.048	1.08	-0.050
0.04	-0.030	0.39	-0.040	0.74	-0.045	1.09	-0.046
0.05	-0.035	0.4	-0.038	0.75	-0.042	1.10	-0.042
0.06	-0.039	0.41	-0.037	0.76	-0.041	1.11	-0.038
0.07	-0.042	0.42	-0.035	0.77	-0.044	1.12	-0.036
0.08	-0.045	0.43	-0.033	0.78	-0.052	1.13	-0.035
0.09	-0.048	0.44	-0.032	0.79	-0.053	1.14	-0.034
0.10	-0.050	0.45	-0.031	0.80	-0.053	1.15	-0.035
0.11	-0.051	0.46	-0.030	0.81	-0.051	1.16	-0.041
0.12	-0.053	0.47	-0.029	0.82	-0.047	1.17	-0.048
0.13	-0.055	0.48	-0.028	0.83	-0.042	1.18	-0.056
0.14	-0.056	0.49	-0.028	0.84	-0.041	1.19	-0.062
0.15	-0.057	0.5	-0.027	0.85	-0.041	1.20	-0.064
0.16	-0.058	0.51	-0.026	0.86	-0.044	1.21	-0.065
0.17	-0.058	0.52	-0.025	0.87	-0.052	1.22	-0.066
0.18	-0.059	0.53	-0.025	0.88	-0.055	1.23	-0.065
0.19	-0.059	0.54	-0.025	0.89	-0.055	1.24	-0.065
0.20	-0.059	0.55	-0.026	0.90	-0.055	1.25	-0.062
0.21	-0.060	0.56	-0.026	0.91	-0.053	1.26	-0.058
0.22	-0.059	0.57	-0.027	0.92	-0.051	1.27	-0.055
0.23	-0.059	0.58	-0.028	0.93	-0.048	1.28	-0.052
0.24	-0.058	0.59	-0.029	0.94	-0.045	1.29	-0.051
0.25	-0.058	0.6	-0.031	0.95	-0.043	1.30	-0.049
0.26	-0.057	0.61	-0.034	0.96	-0.040	1.31	-0.048
0.27	-0.056	0.62	-0.038	0.97	-0.038	1.32	-0.049
0.28	-0.055	0.63	-0.040	0.98	-0.039	1.33	-0.052
0.29	-0.054	0.64	-0.040	0.99	-0.040	1.34	-0.058
0.30	-0.053	0.65	-0.038	1.00	-0.045	1.35	-0.063
0.31	-0.052	0.66	-0.036	1.01	-0.053	1.36	-0.066
0.32	-0.051	0.67	-0.035	1.02	-0.057	1.37	-0.066
0.33	-0.049	0.68	-0.035	1.03	-0.059	1.38	-0.064
0.34	-0.048	0.69	-0.036	1.04	-0.059	1.39	-0.063
						1.395	-0.063

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 88: Procesamiento de datos de erosión- hora 6.00 – Caudal 63.39 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 63.39 l/s							
Caudal =		63.39 l/s					
Hora =		6.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.009	0.35	-0.055	0.70	-0.038	1.05	-0.058
0.01	-0.014	0.36	-0.054	0.71	-0.041	1.06	-0.060
0.02	-0.019	0.37	-0.052	0.72	-0.044	1.07	-0.061
0.03	-0.024	0.38	-0.051	0.73	-0.047	1.08	-0.061
0.04	-0.028	0.39	-0.049	0.74	-0.049	1.09	-0.061
0.05	-0.033	0.4	-0.048	0.75	-0.049	1.10	-0.060
0.06	-0.038	0.41	-0.046	0.76	-0.047	1.11	-0.058
0.07	-0.041	0.42	-0.045	0.77	-0.044	1.12	-0.056
0.08	-0.045	0.43	-0.043	0.78	-0.042	1.13	-0.053
0.09	-0.048	0.44	-0.042	0.79	-0.041	1.14	-0.050
0.10	-0.051	0.45	-0.040	0.80	-0.041	1.15	-0.046
0.11	-0.053	0.46	-0.038	0.81	-0.042	1.16	-0.043
0.12	-0.056	0.47	-0.037	0.82	-0.042	1.17	-0.041
0.13	-0.057	0.48	-0.035	0.83	-0.043	1.18	-0.040
0.14	-0.059	0.49	-0.034	0.84	-0.044	1.19	-0.041
0.15	-0.060	0.5	-0.032	0.85	-0.045	1.20	-0.045
0.16	-0.061	0.51	-0.031	0.86	-0.047	1.21	-0.050
0.17	-0.063	0.52	-0.031	0.87	-0.049	1.22	-0.056
0.18	-0.064	0.53	-0.030	0.88	-0.050	1.23	-0.059
0.19	-0.065	0.54	-0.030	0.89	-0.051	1.24	-0.060
0.20	-0.066	0.55	-0.030	0.90	-0.051	1.25	-0.059
0.21	-0.066	0.56	-0.030	0.91	-0.052	1.26	-0.058
0.22	-0.066	0.57	-0.030	0.92	-0.052	1.27	-0.056
0.23	-0.066	0.58	-0.030	0.93	-0.051	1.28	-0.052
0.24	-0.066	0.59	-0.030	0.94	-0.050	1.29	-0.047
0.25	-0.066	0.6	-0.031	0.95	-0.049	1.30	-0.042
0.26	-0.065	0.61	-0.032	0.96	-0.047	1.31	-0.039
0.27	-0.065	0.62	-0.033	0.97	-0.046	1.32	-0.036
0.28	-0.064	0.63	-0.033	0.98	-0.043	1.33	-0.035
0.29	-0.063	0.64	-0.034	0.99	-0.042	1.34	-0.035
0.30	-0.062	0.65	-0.035	1.00	-0.040	1.35	-0.037
0.31	-0.061	0.66	-0.035	1.01	-0.041	1.36	-0.040
0.32	-0.060	0.67	-0.035	1.02	-0.044	1.37	-0.046
0.33	-0.058	0.68	-0.035	1.03	-0.049	1.38	-0.053
0.34	-0.057	0.69	-0.035	1.04	-0.054	1.39	-0.058
						1.395	-0.059

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 89: Procesamiento de datos de erosión- hora 7.00 – Caudal 63.39 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 63.39 l/s							
Caudal =		63.39 l/s					
Hora =		7.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.009	0.35	-0.062	0.70	-0.038	1.05	-0.063
0.01	-0.014	0.36	-0.060	0.71	-0.041	1.06	-0.065
0.02	-0.019	0.37	-0.059	0.72	-0.043	1.07	-0.066
0.03	-0.024	0.38	-0.058	0.73	-0.047	1.08	-0.066
0.04	-0.028	0.39	-0.056	0.74	-0.050	1.09	-0.065
0.05	-0.033	0.4	-0.055	0.75	-0.052	1.10	-0.061
0.06	-0.037	0.41	-0.053	0.76	-0.052	1.11	-0.058
0.07	-0.042	0.42	-0.051	0.77	-0.052	1.12	-0.053
0.08	-0.046	0.43	-0.049	0.78	-0.050	1.13	-0.052
0.09	-0.049	0.44	-0.048	0.79	-0.049	1.14	-0.055
0.10	-0.052	0.45	-0.046	0.80	-0.049	1.15	-0.059
0.11	-0.054	0.46	-0.044	0.81	-0.048	1.16	-0.062
0.12	-0.057	0.47	-0.043	0.82	-0.049	1.17	-0.061
0.13	-0.059	0.48	-0.041	0.83	-0.050	1.18	-0.060
0.14	-0.061	0.49	-0.040	0.84	-0.051	1.19	-0.057
0.15	-0.063	0.5	-0.038	0.85	-0.054	1.20	-0.054
0.16	-0.064	0.51	-0.037	0.86	-0.056	1.21	-0.051
0.17	-0.066	0.52	-0.036	0.87	-0.058	1.22	-0.051
0.18	-0.067	0.53	-0.036	0.88	-0.058	1.23	-0.053
0.19	-0.068	0.54	-0.035	0.89	-0.057	1.24	-0.058
0.20	-0.068	0.55	-0.035	0.90	-0.055	1.25	-0.060
0.21	-0.069	0.56	-0.034	0.91	-0.053	1.26	-0.061
0.22	-0.069	0.57	-0.034	0.92	-0.051	1.27	-0.059
0.23	-0.069	0.58	-0.033	0.93	-0.049	1.28	-0.055
0.24	-0.069	0.59	-0.033	0.94	-0.047	1.29	-0.053
0.25	-0.069	0.6	-0.033	0.95	-0.045	1.30	-0.055
0.26	-0.069	0.61	-0.033	0.96	-0.043	1.31	-0.060
0.27	-0.068	0.62	-0.033	0.97	-0.042	1.32	-0.061
0.28	-0.068	0.63	-0.033	0.98	-0.042	1.33	-0.059
0.29	-0.067	0.64	-0.034	0.99	-0.043	1.34	-0.055
0.30	-0.067	0.65	-0.034	1.00	-0.045	1.35	-0.051
0.31	-0.066	0.66	-0.035	1.01	-0.048	1.36	-0.048
0.32	-0.065	0.67	-0.035	1.02	-0.053	1.37	-0.044
0.33	-0.064	0.68	-0.036	1.03	-0.057	1.38	-0.042
0.34	-0.063	0.69	-0.037	1.04	-0.061	1.39	-0.040
						1.395	-0.039

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 90: Procesamiento de datos de erosión- hora 8.00 – Caudal 63.39 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 63.39 l/s							
Caudal =		63.39 l/s					
Hora =		8.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.009	0.35	-0.068	0.70	-0.039	1.05	-0.065
0.01	-0.014	0.36	-0.066	0.71	-0.040	1.06	-0.068
0.02	-0.018	0.37	-0.065	0.72	-0.042	1.07	-0.068
0.03	-0.023	0.38	-0.063	0.73	-0.044	1.08	-0.067
0.04	-0.027	0.39	-0.062	0.74	-0.046	1.09	-0.065
0.05	-0.032	0.4	-0.060	0.75	-0.048	1.10	-0.062
0.06	-0.036	0.41	-0.059	0.76	-0.051	1.11	-0.057
0.07	-0.040	0.42	-0.057	0.77	-0.053	1.12	-0.052
0.08	-0.044	0.43	-0.055	0.78	-0.053	1.13	-0.049
0.09	-0.048	0.44	-0.054	0.79	-0.053	1.14	-0.048
0.10	-0.051	0.45	-0.052	0.80	-0.052	1.15	-0.049
0.11	-0.054	0.46	-0.050	0.81	-0.051	1.16	-0.052
0.12	-0.056	0.47	-0.049	0.82	-0.051	1.17	-0.059
0.13	-0.059	0.48	-0.047	0.83	-0.050	1.18	-0.064
0.14	-0.061	0.49	-0.045	0.84	-0.051	1.19	-0.066
0.15	-0.063	0.5	-0.044	0.85	-0.052	1.20	-0.067
0.16	-0.065	0.51	-0.042	0.86	-0.054	1.21	-0.066
0.17	-0.067	0.52	-0.040	0.87	-0.058	1.22	-0.064
0.18	-0.068	0.53	-0.039	0.88	-0.062	1.23	-0.062
0.19	-0.069	0.54	-0.038	0.89	-0.065	1.24	-0.058
0.20	-0.070	0.55	-0.036	0.90	-0.066	1.25	-0.056
0.21	-0.071	0.56	-0.036	0.91	-0.067	1.26	-0.053
0.22	-0.072	0.57	-0.035	0.92	-0.067	1.27	-0.051
0.23	-0.073	0.58	-0.035	0.93	-0.066	1.28	-0.051
0.24	-0.073	0.59	-0.035	0.94	-0.066	1.29	-0.052
0.25	-0.073	0.6	-0.035	0.95	-0.065	1.30	-0.052
0.26	-0.073	0.61	-0.035	0.96	-0.064	1.31	-0.054
0.27	-0.073	0.62	-0.035	0.97	-0.063	1.32	-0.056
0.28	-0.073	0.63	-0.035	0.98	-0.060	1.33	-0.059
0.29	-0.073	0.64	-0.035	0.99	-0.056	1.34	-0.063
0.30	-0.072	0.65	-0.035	1.00	-0.052	1.35	-0.067
0.31	-0.072	0.66	-0.035	1.01	-0.050	1.36	-0.071
0.32	-0.071	0.67	-0.035	1.02	-0.050	1.37	-0.073
0.33	-0.070	0.68	-0.036	1.03	-0.053	1.38	-0.075
0.34	-0.069	0.69	-0.037	1.04	-0.059	1.39	-0.076
						1.395	-0.076

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 91: Procesamiento de datos de erosión- hora 9.00 – Caudal 63.39 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 63.39 l/s							
Caudal =		63.39 l/s					
Hora =		9.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.009	0.35	-0.073	0.70	-0.038	1.05	-0.060
0.01	-0.014	0.36	-0.071	0.71	-0.039	1.06	-0.056
0.02	-0.019	0.37	-0.070	0.72	-0.040	1.07	-0.054
0.03	-0.024	0.38	-0.069	0.73	-0.042	1.08	-0.053
0.04	-0.028	0.39	-0.067	0.74	-0.043	1.09	-0.053
0.05	-0.033	0.40	-0.065	0.75	-0.045	1.10	-0.056
0.06	-0.038	0.41	-0.064	0.76	-0.047	1.11	-0.061
0.07	-0.042	0.42	-0.062	0.77	-0.050	1.12	-0.067
0.08	-0.046	0.43	-0.061	0.78	-0.052	1.13	-0.072
0.09	-0.049	0.44	-0.059	0.79	-0.053	1.14	-0.075
0.10	-0.053	0.45	-0.058	0.80	-0.053	1.15	-0.075
0.11	-0.055	0.46	-0.056	0.81	-0.053	1.16	-0.076
0.12	-0.058	0.47	-0.055	0.82	-0.052	1.17	-0.074
0.13	-0.061	0.48	-0.053	0.83	-0.052	1.18	-0.072
0.14	-0.064	0.49	-0.051	0.84	-0.053	1.19	-0.069
0.15	-0.066	0.50	-0.049	0.85	-0.055	1.20	-0.066
0.16	-0.068	0.51	-0.047	0.86	-0.059	1.21	-0.063
0.17	-0.070	0.52	-0.045	0.87	-0.063	1.22	-0.061
0.18	-0.072	0.53	-0.044	0.88	-0.065	1.23	-0.058
0.19	-0.073	0.54	-0.042	0.89	-0.065	1.24	-0.058
0.20	-0.074	0.55	-0.041	0.90	-0.063	1.25	-0.058
0.21	-0.075	0.56	-0.040	0.91	-0.060	1.26	-0.062
0.22	-0.076	0.57	-0.039	0.92	-0.058	1.27	-0.067
0.23	-0.076	0.58	-0.038	0.93	-0.055	1.28	-0.073
0.24	-0.076	0.59	-0.037	0.94	-0.054	1.29	-0.077
0.25	-0.077	0.60	-0.037	0.95	-0.053	1.30	-0.078
0.26	-0.077	0.61	-0.036	0.96	-0.054	1.31	-0.076
0.27	-0.077	0.62	-0.036	0.97	-0.058	1.32	-0.072
0.28	-0.077	0.63	-0.035	0.98	-0.063	1.33	-0.068
0.29	-0.077	0.64	-0.035	0.99	-0.067	1.34	-0.063
0.30	-0.077	0.65	-0.035	1.00	-0.068	1.35	-0.056
0.31	-0.076	0.66	-0.035	1.01	-0.068	1.36	-0.051
0.32	-0.076	0.67	-0.036	1.02	-0.067	1.37	-0.047
0.33	-0.075	0.68	-0.036	1.03	-0.065	1.38	-0.045
0.34	-0.074	0.69	-0.037	1.04	-0.063	1.39	-0.045
						1.395	-0.045

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 92: Procesamiento de datos de erosión- hora 10.00 – Caudal 63.39 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 63.39 l/s							
Caudal =		63.39 l/s					
Hora =		10.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.009	0.35	-0.078	0.70	-0.038	1.05	-0.062
0.01	-0.014	0.36	-0.078	0.71	-0.038	1.06	-0.060
0.02	-0.020	0.37	-0.077	0.72	-0.038	1.07	-0.057
0.03	-0.025	0.38	-0.077	0.73	-0.039	1.08	-0.054
0.04	-0.029	0.39	-0.076	0.74	-0.039	1.09	-0.052
0.05	-0.033	0.40	-0.075	0.75	-0.040	1.10	-0.051
0.06	-0.037	0.41	-0.074	0.76	-0.041	1.11	-0.051
0.07	-0.041	0.42	-0.072	0.77	-0.042	1.12	-0.055
0.08	-0.044	0.43	-0.071	0.78	-0.043	1.13	-0.061
0.09	-0.048	0.44	-0.069	0.79	-0.044	1.14	-0.066
0.10	-0.051	0.45	-0.067	0.80	-0.047	1.15	-0.070
0.11	-0.054	0.46	-0.065	0.81	-0.050	1.16	-0.072
0.12	-0.057	0.47	-0.063	0.82	-0.053	1.17	-0.074
0.13	-0.059	0.48	-0.062	0.83	-0.053	1.18	-0.073
0.14	-0.061	0.49	-0.060	0.84	-0.051	1.19	-0.071
0.15	-0.063	0.50	-0.058	0.85	-0.049	1.20	-0.068
0.16	-0.065	0.51	-0.056	0.86	-0.047	1.21	-0.064
0.17	-0.067	0.52	-0.053	0.87	-0.046	1.22	-0.059
0.18	-0.069	0.53	-0.051	0.88	-0.049	1.23	-0.055
0.19	-0.070	0.54	-0.049	0.89	-0.055	1.24	-0.053
0.20	-0.072	0.55	-0.048	0.90	-0.061	1.25	-0.052
0.21	-0.073	0.56	-0.046	0.91	-0.065	1.26	-0.052
0.22	-0.074	0.57	-0.045	0.92	-0.066	1.27	-0.054
0.23	-0.075	0.58	-0.044	0.93	-0.066	1.28	-0.058
0.24	-0.076	0.59	-0.042	0.94	-0.063	1.29	-0.064
0.25	-0.077	0.60	-0.041	0.95	-0.060	1.30	-0.070
0.26	-0.078	0.61	-0.040	0.96	-0.057	1.31	-0.075
0.27	-0.078	0.62	-0.040	0.97	-0.055	1.32	-0.078
0.28	-0.078	0.63	-0.039	0.98	-0.055	1.33	-0.078
0.29	-0.079	0.64	-0.038	0.99	-0.057	1.34	-0.078
0.30	-0.079	0.65	-0.038	1.00	-0.061	1.35	-0.076
0.31	-0.079	0.66	-0.037	1.01	-0.065	1.36	-0.074
0.32	-0.079	0.67	-0.037	1.02	-0.066	1.37	-0.069
0.33	-0.079	0.68	-0.037	1.03	-0.065	1.38	-0.064
0.34	-0.079	0.69	-0.038	1.04	-0.064	1.39	-0.059
						1.395	-0.056

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 93: Procesamiento de datos de erosión– hora 1.00 – Caudal 105.34 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN - CAUDAL 105.34 l/s							
Caudal =		105.34 l/s					
Hora =		1.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	0.000	0.35	-0.008	0.70	-0.022	1.05	-0.016
0.01	-0.009	0.36	-0.009	0.71	-0.022	1.06	-0.009
0.02	-0.016	0.37	-0.009	0.72	-0.022	1.07	-0.004
0.03	-0.021	0.38	-0.009	0.73	-0.024	1.08	-0.002
0.04	-0.024	0.39	-0.010	0.74	-0.027	1.09	-0.001
0.05	-0.026	0.40	-0.011	0.75	-0.032	1.10	-0.001
0.06	-0.028	0.41	-0.011	0.76	-0.033	1.11	-0.005
0.07	-0.030	0.42	-0.011	0.77	-0.028	1.12	-0.008
0.08	-0.031	0.43	-0.012	0.78	-0.021	1.13	-0.008
0.09	-0.032	0.44	-0.012	0.79	-0.013	1.14	-0.007
0.10	-0.032	0.45	-0.013	0.80	-0.010	1.15	-0.005
0.11	-0.033	0.46	-0.013	0.81	-0.007	1.16	-0.002
0.12	-0.033	0.47	-0.014	0.82	-0.006	1.17	0.002
0.13	-0.033	0.48	-0.015	0.83	-0.005	1.18	0.005
0.14	-0.032	0.49	-0.016	0.84	-0.005	1.19	0.008
0.15	-0.032	0.50	-0.018	0.85	-0.005	1.20	0.010
0.16	-0.031	0.51	-0.019	0.86	-0.006	1.21	0.011
0.17	-0.029	0.52	-0.021	0.87	-0.008	1.22	0.012
0.18	-0.027	0.53	-0.023	0.88	-0.010	1.23	0.012
0.19	-0.025	0.54	-0.024	0.89	-0.012	1.24	0.011
0.20	-0.023	0.55	-0.025	0.90	-0.015	1.25	0.011
0.21	-0.021	0.56	-0.023	0.91	-0.018	1.26	0.008
0.22	-0.019	0.57	-0.021	0.92	-0.016	1.27	0.003
0.23	-0.018	0.58	-0.020	0.93	-0.014	1.28	-0.004
0.24	-0.017	0.59	-0.020	0.94	-0.012	1.29	-0.011
0.25	-0.015	0.60	-0.020	0.95	-0.012	1.30	-0.017
0.26	-0.014	0.61	-0.020	0.96	-0.012	1.31	-0.021
0.27	-0.013	0.62	-0.021	0.97	-0.014	1.32	-0.023
0.28	-0.012	0.63	-0.025	0.98	-0.016	1.33	-0.024
0.29	-0.011	0.64	-0.029	0.99	-0.021	1.34	-0.024
0.30	-0.011	0.65	-0.030	1.00	-0.027	1.35	-0.025
0.31	-0.010	0.66	-0.030	1.01	-0.031	1.36	-0.026
0.32	-0.009	0.67	-0.028	1.02	-0.032	1.37	-0.028
0.33	-0.009	0.68	-0.026	1.03	-0.031	1.38	-0.030
0.34	-0.009	0.69	-0.024	1.04	-0.026	1.39	-0.031
						1.395	-0.032

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 94: Procesamiento de datos de erosión- hora 2.00 – Caudal 105.34 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN - CAUDAL 105.34 l/s							
Caudal =		105.34					
		l/s					
Hora =		2.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.001	0.35	-0.036	0.70	-0.040	1.05	-0.034
0.01	-0.011	0.36	-0.035	0.71	-0.038	1.06	-0.032
0.02	-0.018	0.37	-0.034	0.72	-0.038	1.07	-0.032
0.03	-0.024	0.38	-0.033	0.73	-0.039	1.08	-0.032
0.04	-0.028	0.39	-0.031	0.74	-0.042	1.09	-0.033
0.05	-0.033	0.40	-0.031	0.75	-0.047	1.10	-0.033
0.06	-0.036	0.41	-0.030	0.76	-0.050	1.11	-0.034
0.07	-0.039	0.42	-0.030	0.77	-0.050	1.12	-0.033
0.08	-0.042	0.43	-0.029	0.78	-0.047	1.13	-0.032
0.09	-0.045	0.44	-0.029	0.79	-0.044	1.14	-0.031
0.10	-0.047	0.45	-0.029	0.80	-0.041	1.15	-0.031
0.11	-0.048	0.46	-0.028	0.81	-0.038	1.16	-0.033
0.12	-0.050	0.47	-0.028	0.82	-0.036	1.17	-0.035
0.13	-0.051	0.48	-0.028	0.83	-0.035	1.18	-0.039
0.14	-0.052	0.49	-0.028	0.84	-0.034	1.19	-0.042
0.15	-0.053	0.50	-0.028	0.85	-0.033	1.20	-0.045
0.16	-0.053	0.51	-0.028	0.86	-0.034	1.21	-0.046
0.17	-0.054	0.52	-0.028	0.87	-0.037	1.22	-0.046
0.18	-0.054	0.53	-0.028	0.88	-0.041	1.23	-0.044
0.19	-0.054	0.54	-0.029	0.89	-0.045	1.24	-0.041
0.20	-0.054	0.55	-0.030	0.90	-0.048	1.25	-0.037
0.21	-0.053	0.56	-0.031	0.91	-0.049	1.26	-0.033
0.22	-0.053	0.57	-0.032	0.92	-0.048	1.27	-0.029
0.23	-0.052	0.58	-0.036	0.93	-0.046	1.28	-0.026
0.24	-0.051	0.59	-0.039	0.94	-0.044	1.29	-0.024
0.25	-0.050	0.60	-0.041	0.95	-0.042	1.30	-0.023
0.26	-0.049	0.61	-0.042	0.96	-0.039	1.31	-0.023
0.27	-0.048	0.62	-0.043	0.97	-0.036	1.32	-0.024
0.28	-0.046	0.63	-0.042	0.98	-0.034	1.33	-0.027
0.29	-0.045	0.64	-0.042	0.99	-0.033	1.34	-0.029
0.30	-0.044	0.65	-0.042	1.00	-0.033	1.35	-0.031
0.31	-0.042	0.66	-0.042	1.01	-0.035	1.36	-0.032
0.32	-0.041	0.67	-0.044	1.02	-0.036	1.37	-0.034
0.33	-0.039	0.68	-0.044	1.03	-0.036	1.38	-0.036
0.34	-0.038	0.69	-0.043	1.04	-0.036	1.39	-0.039
						1.395	-0.040

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 95: Procesamiento de datos de erosión- hora 3.00 – Caudal 105.34 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 105.34 l/s							
Caudal =		105.34 l/s					
Hora =		3.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.005	0.35	-0.059	0.70	-0.059	1.05	-0.047
0.01	-0.012	0.36	-0.057	0.71	-0.059	1.06	-0.043
0.02	-0.020	0.37	-0.056	0.72	-0.057	1.07	-0.039
0.03	-0.026	0.38	-0.054	0.73	-0.054	1.08	-0.036
0.04	-0.031	0.39	-0.052	0.74	-0.052	1.09	-0.035
0.05	-0.036	0.40	-0.051	0.75	-0.051	1.10	-0.036
0.06	-0.041	0.41	-0.049	0.76	-0.051	1.11	-0.042
0.07	-0.045	0.42	-0.047	0.77	-0.051	1.12	-0.049
0.08	-0.048	0.43	-0.045	0.78	-0.052	1.13	-0.055
0.09	-0.051	0.44	-0.044	0.79	-0.054	1.14	-0.059
0.10	-0.055	0.45	-0.042	0.80	-0.057	1.15	-0.061
0.11	-0.057	0.46	-0.040	0.81	-0.060	1.16	-0.062
0.12	-0.060	0.47	-0.039	0.82	-0.062	1.17	-0.062
0.13	-0.062	0.48	-0.039	0.83	-0.062	1.18	-0.060
0.14	-0.064	0.49	-0.038	0.84	-0.059	1.19	-0.059
0.15	-0.066	0.50	-0.037	0.85	-0.056	1.20	-0.056
0.16	-0.067	0.51	-0.036	0.86	-0.053	1.21	-0.053
0.17	-0.068	0.52	-0.035	0.87	-0.051	1.22	-0.050
0.18	-0.069	0.53	-0.035	0.88	-0.050	1.23	-0.048
0.19	-0.070	0.54	-0.035	0.89	-0.049	1.24	-0.046
0.20	-0.070	0.55	-0.035	0.90	-0.050	1.25	-0.045
0.21	-0.070	0.56	-0.035	0.91	-0.054	1.26	-0.044
0.22	-0.070	0.57	-0.035	0.92	-0.058	1.27	-0.043
0.23	-0.070	0.58	-0.036	0.93	-0.060	1.28	-0.043
0.24	-0.070	0.59	-0.037	0.94	-0.058	1.29	-0.043
0.25	-0.069	0.60	-0.038	0.95	-0.056	1.30	-0.044
0.26	-0.069	0.61	-0.039	0.96	-0.056	1.31	-0.045
0.27	-0.068	0.62	-0.040	0.97	-0.057	1.32	-0.047
0.28	-0.067	0.63	-0.042	0.98	-0.061	1.33	-0.047
0.29	-0.066	0.64	-0.044	0.99	-0.062	1.34	-0.041
0.30	-0.065	0.65	-0.045	1.00	-0.061	1.35	-0.036
0.31	-0.064	0.66	-0.048	1.01	-0.059	1.36	-0.036
0.32	-0.063	0.67	-0.052	1.02	-0.056	1.37	-0.041
0.33	-0.062	0.68	-0.056	1.03	-0.053	1.38	-0.046
0.34	-0.060	0.69	-0.059	1.04	-0.050	1.39	-0.051
						1.395	-0.053

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 96: Procesamiento de datos de erosión- hora 4.00 – Caudal 105.34 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN - CAUDAL 105.34 l/s							
Caudal =		105.34 l/s					
Hora =		4.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.008	0.35	-0.079	0.70	-0.049	1.05	-0.055
0.01	-0.014	0.36	-0.077	0.71	-0.050	1.06	-0.052
0.02	-0.020	0.37	-0.076	0.72	-0.052	1.07	-0.053
0.03	-0.025	0.38	-0.074	0.73	-0.054	1.08	-0.059
0.04	-0.030	0.39	-0.072	0.74	-0.055	1.09	-0.066
0.05	-0.035	0.40	-0.070	0.75	-0.057	1.10	-0.070
0.06	-0.040	0.41	-0.069	0.76	-0.059	1.11	-0.071
0.07	-0.044	0.42	-0.067	0.77	-0.061	1.12	-0.071
0.08	-0.048	0.43	-0.065	0.78	-0.062	1.13	-0.068
0.09	-0.051	0.44	-0.063	0.79	-0.062	1.14	-0.064
0.10	-0.055	0.45	-0.061	0.80	-0.062	1.15	-0.060
0.11	-0.059	0.46	-0.060	0.81	-0.062	1.16	-0.056
0.12	-0.062	0.47	-0.058	0.82	-0.062	1.17	-0.053
0.13	-0.065	0.48	-0.056	0.83	-0.061	1.18	-0.052
0.14	-0.068	0.49	-0.055	0.84	-0.061	1.19	-0.053
0.15	-0.071	0.50	-0.053	0.85	-0.061	1.20	-0.056
0.16	-0.073	0.51	-0.051	0.86	-0.061	1.21	-0.064
0.17	-0.075	0.52	-0.050	0.87	-0.062	1.22	-0.071
0.18	-0.077	0.53	-0.048	0.88	-0.065	1.23	-0.075
0.19	-0.079	0.54	-0.047	0.89	-0.070	1.24	-0.076
0.20	-0.080	0.55	-0.046	0.90	-0.072	1.25	-0.075
0.21	-0.081	0.56	-0.045	0.91	-0.072	1.26	-0.074
0.22	-0.083	0.57	-0.045	0.92	-0.069	1.27	-0.072
0.23	-0.083	0.58	-0.044	0.93	-0.064	1.28	-0.068
0.24	-0.084	0.59	-0.043	0.94	-0.059	1.29	-0.064
0.25	-0.085	0.60	-0.043	0.95	-0.058	1.30	-0.061
0.26	-0.085	0.61	-0.042	0.96	-0.058	1.31	-0.059
0.27	-0.085	0.62	-0.043	0.97	-0.060	1.32	-0.057
0.28	-0.085	0.63	-0.043	0.98	-0.065	1.33	-0.056
0.29	-0.085	0.64	-0.044	0.99	-0.071	1.34	-0.055
0.30	-0.084	0.65	-0.044	1.00	-0.073	1.35	-0.056
0.31	-0.084	0.66	-0.045	1.01	-0.073	1.36	-0.060
0.32	-0.083	0.67	-0.046	1.02	-0.070	1.37	-0.067
0.33	-0.082	0.68	-0.046	1.03	-0.066	1.38	-0.074
0.34	-0.080	0.69	-0.047	1.04	-0.061	1.39	-0.078
						1.395	-0.079

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 97: Procesamiento de datos de erosión- hora 5.00 – Caudal 105.34 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN - CAUDAL 105.34 l/s

Caudal =	105.34 l/s
Hora =	5.00

Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.009	0.35	-0.088	0.70	-0.055	1.05	-0.074
0.01	-0.015	0.36	-0.087	0.71	-0.057	1.06	-0.073
0.02	-0.020	0.37	-0.086	0.72	-0.060	1.07	-0.071
0.03	-0.026	0.38	-0.085	0.73	-0.062	1.08	-0.068
0.04	-0.032	0.39	-0.084	0.74	-0.060	1.09	-0.066
0.05	-0.037	0.40	-0.082	0.75	-0.059	1.10	-0.064
0.06	-0.042	0.41	-0.081	0.76	-0.058	1.11	-0.064
0.07	-0.047	0.42	-0.080	0.77	-0.058	1.12	-0.064
0.08	-0.051	0.43	-0.078	0.78	-0.061	1.13	-0.066
0.09	-0.055	0.44	-0.077	0.79	-0.063	1.14	-0.070
0.10	-0.059	0.45	-0.075	0.80	-0.064	1.15	-0.075
0.11	-0.063	0.46	-0.073	0.81	-0.063	1.16	-0.078
0.12	-0.067	0.47	-0.071	0.82	-0.061	1.17	-0.079
0.13	-0.070	0.48	-0.069	0.83	-0.060	1.18	-0.079
0.14	-0.073	0.49	-0.067	0.84	-0.059	1.19	-0.077
0.15	-0.076	0.50	-0.065	0.85	-0.059	1.20	-0.073
0.16	-0.078	0.51	-0.063	0.86	-0.061	1.21	-0.067
0.17	-0.081	0.52	-0.061	0.87	-0.066	1.22	-0.064
0.18	-0.083	0.53	-0.059	0.88	-0.069	1.23	-0.064
0.19	-0.085	0.54	-0.057	0.89	-0.070	1.24	-0.069
0.20	-0.087	0.55	-0.055	0.90	-0.069	1.25	-0.075
0.21	-0.088	0.56	-0.054	0.91	-0.066	1.26	-0.078
0.22	-0.088	0.57	-0.052	0.92	-0.063	1.27	-0.078
0.23	-0.089	0.58	-0.051	0.93	-0.062	1.28	-0.076
0.24	-0.089	0.59	-0.050	0.94	-0.064	1.29	-0.073
0.25	-0.090	0.60	-0.049	0.95	-0.068	1.30	-0.070
0.26	-0.090	0.61	-0.048	0.96	-0.071	1.31	-0.067
0.27	-0.090	0.62	-0.047	0.97	-0.071	1.32	-0.066
0.28	-0.091	0.63	-0.047	0.98	-0.068	1.33	-0.065
0.29	-0.090	0.64	-0.047	0.99	-0.065	1.34	-0.065
0.30	-0.090	0.65	-0.047	1.00	-0.064	1.35	-0.065
0.31	-0.090	0.66	-0.047	1.01	-0.065	1.36	-0.067
0.32	-0.089	0.67	-0.048	1.02	-0.069	1.37	-0.072
0.33	-0.089	0.68	-0.050	1.03	-0.073	1.38	-0.077
0.34	-0.089	0.69	-0.052	1.04	-0.074	1.39	-0.080
						1.395	-0.081

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 98: Procesamiento de datos de erosión- hora 6.00 – Caudal 105.34 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 105.34 l/s							
Caudal =		105.34 l/s					
Hora =		6.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.011	0.35	-0.098	0.70	-0.052	1.05	-0.061
0.01	-0.017	0.36	-0.098	0.71	-0.052	1.06	-0.060
0.02	-0.022	0.37	-0.097	0.72	-0.052	1.07	-0.060
0.03	-0.028	0.38	-0.096	0.73	-0.052	1.08	-0.062
0.04	-0.033	0.39	-0.095	0.74	-0.053	1.09	-0.066
0.05	-0.039	0.40	-0.094	0.75	-0.054	1.10	-0.073
0.06	-0.044	0.41	-0.093	0.76	-0.055	1.11	-0.080
0.07	-0.048	0.42	-0.091	0.77	-0.056	1.12	-0.084
0.08	-0.053	0.43	-0.089	0.78	-0.057	1.13	-0.085
0.09	-0.057	0.44	-0.088	0.79	-0.059	1.14	-0.084
0.10	-0.061	0.45	-0.086	0.80	-0.061	1.15	-0.083
0.11	-0.065	0.46	-0.084	0.81	-0.064	1.16	-0.082
0.12	-0.069	0.47	-0.082	0.82	-0.066	1.17	-0.080
0.13	-0.072	0.48	-0.080	0.83	-0.063	1.18	-0.078
0.14	-0.075	0.49	-0.078	0.84	-0.060	1.19	-0.075
0.15	-0.078	0.50	-0.075	0.85	-0.059	1.20	-0.072
0.16	-0.082	0.51	-0.073	0.86	-0.060	1.21	-0.069
0.17	-0.085	0.52	-0.070	0.87	-0.065	1.22	-0.066
0.18	-0.087	0.53	-0.068	0.88	-0.071	1.23	-0.065
0.19	-0.089	0.54	-0.066	0.89	-0.073	1.24	-0.066
0.20	-0.091	0.55	-0.064	0.90	-0.071	1.25	-0.070
0.21	-0.093	0.56	-0.062	0.91	-0.066	1.26	-0.075
0.22	-0.094	0.57	-0.060	0.92	-0.062	1.27	-0.077
0.23	-0.095	0.58	-0.058	0.93	-0.061	1.28	-0.078
0.24	-0.097	0.59	-0.057	0.94	-0.061	1.29	-0.077
0.25	-0.098	0.60	-0.056	0.95	-0.063	1.30	-0.076
0.26	-0.098	0.61	-0.055	0.96	-0.067	1.31	-0.075
0.27	-0.099	0.62	-0.054	0.97	-0.072	1.32	-0.073
0.28	-0.099	0.63	-0.053	0.98	-0.074	1.33	-0.071
0.29	-0.099	0.64	-0.052	0.99	-0.075	1.34	-0.073
0.30	-0.099	0.65	-0.052	1.00	-0.074	1.35	-0.077
0.31	-0.099	0.66	-0.051	1.01	-0.072	1.36	-0.078
0.32	-0.099	0.67	-0.051	1.02	-0.069	1.37	-0.076
0.33	-0.099	0.68	-0.051	1.03	-0.066	1.38	-0.073
0.34	-0.098	0.69	-0.051	1.04	-0.064	1.39	-0.072
						1.395	-0.072

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 99: Procesamiento de datos de Erosión- hora 7.00 – Caudal 105.34 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN - CAUDAL 105.34 l/s							
Caudal =		105.34 l/s					
Hora =		7.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.013	0.35	-0.105	0.70	-0.053	1.05	-0.078
0.01	-0.018	0.36	-0.104	0.71	-0.053	1.06	-0.085
0.02	-0.023	0.37	-0.104	0.72	-0.053	1.07	-0.088
0.03	-0.028	0.38	-0.103	0.73	-0.053	1.08	-0.088
0.04	-0.034	0.39	-0.102	0.74	-0.054	1.09	-0.087
0.05	-0.039	0.40	-0.101	0.75	-0.055	1.10	-0.085
0.06	-0.044	0.41	-0.100	0.76	-0.056	1.11	-0.082
0.07	-0.049	0.42	-0.099	0.77	-0.056	1.12	-0.077
0.08	-0.054	0.43	-0.098	0.78	-0.057	1.13	-0.072
0.09	-0.058	0.44	-0.096	0.79	-0.059	1.14	-0.068
0.10	-0.063	0.45	-0.094	0.80	-0.060	1.15	-0.066
0.11	-0.067	0.46	-0.093	0.81	-0.061	1.16	-0.067
0.12	-0.071	0.47	-0.091	0.82	-0.063	1.17	-0.070
0.13	-0.075	0.48	-0.089	0.83	-0.064	1.18	-0.076
0.14	-0.079	0.49	-0.087	0.84	-0.065	1.19	-0.083
0.15	-0.082	0.50	-0.085	0.85	-0.066	1.20	-0.086
0.16	-0.085	0.51	-0.083	0.86	-0.067	1.21	-0.087
0.17	-0.087	0.52	-0.081	0.87	-0.068	1.22	-0.087
0.18	-0.090	0.53	-0.078	0.88	-0.069	1.23	-0.086
0.19	-0.092	0.54	-0.076	0.89	-0.070	1.24	-0.083
0.20	-0.095	0.55	-0.074	0.90	-0.071	1.25	-0.078
0.21	-0.096	0.56	-0.072	0.91	-0.072	1.26	-0.073
0.22	-0.098	0.57	-0.070	0.92	-0.074	1.27	-0.070
0.23	-0.099	0.58	-0.068	0.93	-0.075	1.28	-0.068
0.24	-0.100	0.59	-0.066	0.94	-0.075	1.29	-0.069
0.25	-0.101	0.60	-0.064	0.95	-0.075	1.30	-0.071
0.26	-0.102	0.61	-0.062	0.96	-0.075	1.31	-0.076
0.27	-0.103	0.62	-0.061	0.97	-0.073	1.32	-0.082
0.28	-0.104	0.63	-0.059	0.98	-0.071	1.33	-0.086
0.29	-0.104	0.64	-0.057	0.99	-0.068	1.34	-0.086
0.30	-0.105	0.65	-0.056	1.00	-0.066	1.35	-0.085
0.31	-0.106	0.66	-0.055	1.01	-0.064	1.36	-0.081
0.32	-0.106	0.67	-0.055	1.02	-0.064	1.37	-0.076
0.33	-0.106	0.68	-0.054	1.03	-0.066	1.38	-0.071
0.34	-0.106	0.69	-0.053	1.04	-0.070	1.39	-0.067
						1.395	-0.066

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 100: Procesamiento de datos de erosión– hora 8.00 – Caudal 105.34 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN - CAUDAL 105.34 l/s

Caudal =	105.34 l/s
Hora =	8.00

Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.015	0.35	-0.110	0.70	-0.057	1.05	-0.072
0.01	-0.019	0.36	-0.109	0.71	-0.057	1.06	-0.072
0.02	-0.022	0.37	-0.109	0.72	-0.057	1.07	-0.072
0.03	-0.027	0.38	-0.108	0.73	-0.057	1.08	-0.074
0.04	-0.031	0.39	-0.108	0.74	-0.057	1.09	-0.078
0.05	-0.036	0.40	-0.107	0.75	-0.057	1.10	-0.084
0.06	-0.041	0.41	-0.106	0.76	-0.058	1.11	-0.086
0.07	-0.046	0.42	-0.105	0.77	-0.059	1.12	-0.086
0.08	-0.051	0.43	-0.104	0.78	-0.060	1.13	-0.085
0.09	-0.056	0.44	-0.103	0.79	-0.061	1.14	-0.082
0.10	-0.060	0.45	-0.102	0.80	-0.062	1.15	-0.077
0.11	-0.065	0.46	-0.100	0.81	-0.063	1.16	-0.074
0.12	-0.069	0.47	-0.099	0.82	-0.064	1.17	-0.075
0.13	-0.073	0.48	-0.097	0.83	-0.066	1.18	-0.082
0.14	-0.076	0.49	-0.095	0.84	-0.069	1.19	-0.087
0.15	-0.080	0.50	-0.094	0.85	-0.073	1.20	-0.089
0.16	-0.084	0.51	-0.092	0.86	-0.076	1.21	-0.089
0.17	-0.087	0.52	-0.090	0.87	-0.077	1.22	-0.086
0.18	-0.091	0.53	-0.088	0.88	-0.077	1.23	-0.078
0.19	-0.094	0.54	-0.085	0.89	-0.077	1.24	-0.074
0.20	-0.096	0.55	-0.083	0.90	-0.076	1.25	-0.073
0.21	-0.099	0.56	-0.081	0.91	-0.075	1.26	-0.076
0.22	-0.101	0.57	-0.079	0.92	-0.073	1.27	-0.082
0.23	-0.102	0.58	-0.076	0.93	-0.070	1.28	-0.084
0.24	-0.104	0.59	-0.074	0.94	-0.067	1.29	-0.086
0.25	-0.106	0.60	-0.072	0.95	-0.066	1.30	-0.085
0.26	-0.107	0.61	-0.069	0.96	-0.067	1.31	-0.082
0.27	-0.107	0.62	-0.067	0.97	-0.070	1.32	-0.077
0.28	-0.108	0.63	-0.065	0.98	-0.076	1.33	-0.073
0.29	-0.109	0.64	-0.064	0.99	-0.081	1.34	-0.071
0.30	-0.109	0.65	-0.062	1.00	-0.083	1.35	-0.073
0.31	-0.110	0.66	-0.060	1.01	-0.083	1.36	-0.078
0.32	-0.110	0.67	-0.059	1.02	-0.081	1.37	-0.083
0.33	-0.110	0.68	-0.058	1.03	-0.078	1.38	-0.087
0.34	-0.110	0.69	-0.057	1.04	-0.074	1.39	-0.087
						1.395	-0.087

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 101: Procesamiento de datos de erosión– hora 9.00 – Caudal 105.34 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN - CAUDAL 105.34 l/s

Caudal =	105.34 l/s
Hora =	9.00

Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.022	0.35	-0.115	0.70	-0.062	1.05	-0.084
0.01	-0.023	0.36	-0.116	0.71	-0.060	1.06	-0.082
0.02	-0.025	0.37	-0.116	0.72	-0.058	1.07	-0.080
0.03	-0.029	0.38	-0.115	0.73	-0.058	1.08	-0.078
0.04	-0.033	0.39	-0.115	0.74	-0.059	1.09	-0.081
0.05	-0.039	0.40	-0.114	0.75	-0.061	1.10	-0.080
0.06	-0.044	0.41	-0.113	0.76	-0.063	1.11	-0.078
0.07	-0.049	0.42	-0.111	0.77	-0.064	1.12	-0.074
0.08	-0.055	0.43	-0.110	0.78	-0.065	1.13	-0.070
0.09	-0.060	0.44	-0.108	0.79	-0.067	1.14	-0.069
0.10	-0.065	0.45	-0.107	0.80	-0.068	1.15	-0.071
0.11	-0.070	0.46	-0.105	0.81	-0.069	1.16	-0.077
0.12	-0.074	0.47	-0.104	0.82	-0.068	1.17	-0.084
0.13	-0.077	0.48	-0.103	0.83	-0.067	1.18	-0.089
0.14	-0.081	0.49	-0.101	0.84	-0.067	1.19	-0.091
0.15	-0.085	0.50	-0.099	0.85	-0.068	1.20	-0.091
0.16	-0.088	0.51	-0.097	0.86	-0.069	1.21	-0.091
0.17	-0.091	0.52	-0.095	0.87	-0.071	1.22	-0.089
0.18	-0.094	0.53	-0.093	0.88	-0.073	1.23	-0.086
0.19	-0.097	0.54	-0.091	0.89	-0.076	1.24	-0.082
0.20	-0.099	0.55	-0.089	0.90	-0.076	1.25	-0.079
0.21	-0.100	0.56	-0.087	0.91	-0.074	1.26	-0.078
0.22	-0.102	0.57	-0.084	0.92	-0.073	1.27	-0.079
0.23	-0.104	0.58	-0.082	0.93	-0.074	1.28	-0.082
0.24	-0.106	0.59	-0.080	0.94	-0.076	1.29	-0.087
0.25	-0.107	0.60	-0.077	0.95	-0.077	1.30	-0.089
0.26	-0.109	0.61	-0.075	0.96	-0.074	1.31	-0.092
0.27	-0.110	0.62	-0.073	0.97	-0.072	1.32	-0.096
0.28	-0.111	0.63	-0.071	0.98	-0.072	1.33	-0.097
0.29	-0.112	0.64	-0.070	0.99	-0.076	1.34	-0.096
0.30	-0.113	0.65	-0.068	1.00	-0.079	1.35	-0.092
0.31	-0.113	0.66	-0.067	1.01	-0.081	1.36	-0.087
0.32	-0.114	0.67	-0.066	1.02	-0.086	1.37	-0.082
0.33	-0.114	0.68	-0.065	1.03	-0.088	1.38	-0.077
0.34	-0.115	0.69	-0.064	1.04	-0.086	1.39	-0.076
						1.395	-0.076

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 102: Procesamiento de datos de erosión– hora 10.00 – Caudal 105.34 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN - CAUDAL 105.34 l/s							
Caudal =		105.34 l/s					
Hora =		10.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.022	0.35	-0.119	0.70	-0.064	1.05	-0.075
0.01	-0.024	0.36	-0.118	0.71	-0.063	1.06	-0.080
0.02	-0.026	0.37	-0.118	0.72	-0.062	1.07	-0.085
0.03	-0.029	0.38	-0.118	0.73	-0.061	1.08	-0.089
0.04	-0.033	0.39	-0.117	0.74	-0.060	1.09	-0.092
0.05	-0.038	0.40	-0.117	0.75	-0.061	1.10	-0.093
0.06	-0.044	0.41	-0.116	0.76	-0.061	1.11	-0.091
0.07	-0.049	0.42	-0.115	0.77	-0.062	1.12	-0.088
0.08	-0.054	0.43	-0.114	0.78	-0.063	1.13	-0.086
0.09	-0.059	0.44	-0.113	0.79	-0.064	1.14	-0.084
0.10	-0.065	0.45	-0.112	0.80	-0.065	1.15	-0.082
0.11	-0.069	0.46	-0.111	0.81	-0.065	1.16	-0.080
0.12	-0.074	0.47	-0.108	0.82	-0.065	1.17	-0.079
0.13	-0.079	0.48	-0.106	0.83	-0.066	1.18	-0.078
0.14	-0.083	0.49	-0.104	0.84	-0.068	1.19	-0.078
0.15	-0.087	0.50	-0.102	0.85	-0.069	1.20	-0.078
0.16	-0.091	0.51	-0.100	0.86	-0.069	1.21	-0.079
0.17	-0.094	0.52	-0.098	0.87	-0.069	1.22	-0.084
0.18	-0.097	0.53	-0.096	0.88	-0.069	1.23	-0.090
0.19	-0.100	0.54	-0.094	0.89	-0.070	1.24	-0.093
0.20	-0.102	0.55	-0.092	0.90	-0.071	1.25	-0.094
0.21	-0.104	0.56	-0.090	0.91	-0.072	1.26	-0.093
0.22	-0.106	0.57	-0.088	0.92	-0.073	1.27	-0.090
0.23	-0.108	0.58	-0.085	0.93	-0.074	1.28	-0.086
0.24	-0.110	0.59	-0.083	0.94	-0.075	1.29	-0.084
0.25	-0.111	0.60	-0.081	0.95	-0.076	1.30	-0.083
0.26	-0.113	0.61	-0.079	0.96	-0.078	1.31	-0.084
0.27	-0.115	0.62	-0.076	0.97	-0.080	1.32	-0.085
0.28	-0.116	0.63	-0.075	0.98	-0.082	1.33	-0.087
0.29	-0.117	0.64	-0.073	0.99	-0.082	1.34	-0.092
0.30	-0.117	0.65	-0.071	1.00	-0.079	1.35	-0.093
0.31	-0.117	0.66	-0.070	1.01	-0.075	1.36	-0.089
0.32	-0.118	0.67	-0.068	1.02	-0.073	1.37	-0.084
0.33	-0.118	0.68	-0.066	1.03	-0.073	1.38	-0.079
0.34	-0.118	0.69	-0.065	1.04	-0.073	1.39	-0.076
						1.395	-0.075

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 103: Procesamiento de datos de erosión- hora 1.00 – Caudal 148.23 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 148.23 l/s							
Caudal =		148.23 l/s					
Hora =		1.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	0.000	0.35	-0.055	0.70	-0.030	1.05	-0.025
0.01	-0.010	0.36	-0.053	0.71	-0.030	1.06	-0.024
0.02	-0.018	0.37	-0.051	0.72	-0.030	1.07	-0.024
0.03	-0.025	0.38	-0.049	0.73	-0.032	1.08	-0.022
0.04	-0.030	0.39	-0.047	0.74	-0.034	1.09	-0.021
0.05	-0.035	0.40	-0.046	0.75	-0.034	1.10	-0.020
0.06	-0.039	0.41	-0.044	0.76	-0.035	1.11	-0.019
0.07	-0.043	0.42	-0.042	0.77	-0.035	1.12	-0.019
0.08	-0.047	0.43	-0.041	0.78	-0.035	1.13	-0.022
0.09	-0.050	0.44	-0.040	0.79	-0.035	1.14	-0.027
0.10	-0.052	0.45	-0.039	0.80	-0.035	1.15	-0.032
0.11	-0.055	0.46	-0.037	0.81	-0.035	1.16	-0.034
0.12	-0.057	0.47	-0.036	0.82	-0.033	1.17	-0.035
0.13	-0.059	0.48	-0.035	0.83	-0.031	1.18	-0.035
0.14	-0.061	0.49	-0.035	0.84	-0.030	1.19	-0.034
0.15	-0.062	0.50	-0.034	0.85	-0.030	1.20	-0.031
0.16	-0.064	0.51	-0.033	0.86	-0.031	1.21	-0.029
0.17	-0.065	0.52	-0.033	0.87	-0.031	1.22	-0.027
0.18	-0.066	0.53	-0.032	0.88	-0.030	1.23	-0.025
0.19	-0.067	0.54	-0.032	0.89	-0.030	1.24	-0.023
0.20	-0.067	0.55	-0.031	0.90	-0.029	1.25	-0.022
0.21	-0.068	0.56	-0.031	0.91	-0.027	1.26	-0.021
0.22	-0.068	0.57	-0.030	0.92	-0.025	1.27	-0.020
0.23	-0.068	0.58	-0.030	0.93	-0.025	1.28	-0.020
0.24	-0.068	0.59	-0.030	0.94	-0.025	1.29	-0.021
0.25	-0.067	0.60	-0.030	0.95	-0.025	1.30	-0.021
0.26	-0.067	0.61	-0.031	0.96	-0.024	1.31	-0.022
0.27	-0.066	0.62	-0.031	0.97	-0.024	1.32	-0.023
0.28	-0.065	0.63	-0.032	0.98	-0.023	1.33	-0.024
0.29	-0.064	0.64	-0.034	0.99	-0.022	1.34	-0.023
0.30	-0.062	0.65	-0.035	1.00	-0.024	1.35	-0.022
0.31	-0.061	0.66	-0.036	1.01	-0.026	1.36	-0.021
0.32	-0.060	0.67	-0.035	1.02	-0.027	1.37	-0.020
0.33	-0.058	0.68	-0.033	1.03	-0.027	1.38	-0.020
0.34	-0.056	0.69	-0.032	1.04	-0.026	1.39	-0.021
						1.395	-0.022

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 104: Procesamiento de datos de erosión– hora 2.00 – Caudal 148.23 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 148.23 l/s							
Caudal =		148.23 l/s					
Hora =		2.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.008	0.35	-0.094	0.70	-0.053	1.05	-0.064
0.01	-0.015	0.36	-0.093	0.71	-0.053	1.06	-0.063
0.02	-0.022	0.37	-0.092	0.72	-0.053	1.07	-0.062
0.03	-0.029	0.38	-0.091	0.73	-0.054	1.08	-0.060
0.04	-0.036	0.39	-0.090	0.74	-0.054	1.09	-0.058
0.05	-0.042	0.40	-0.089	0.75	-0.054	1.10	-0.054
0.06	-0.048	0.41	-0.087	0.76	-0.055	1.11	-0.053
0.07	-0.053	0.42	-0.085	0.77	-0.055	1.12	-0.053
0.08	-0.057	0.43	-0.084	0.78	-0.056	1.13	-0.057
0.09	-0.062	0.44	-0.082	0.79	-0.056	1.14	-0.061
0.10	-0.066	0.45	-0.080	0.80	-0.057	1.15	-0.064
0.11	-0.069	0.46	-0.079	0.81	-0.057	1.16	-0.064
0.12	-0.073	0.47	-0.077	0.82	-0.059	1.17	-0.062
0.13	-0.076	0.48	-0.075	0.83	-0.060	1.18	-0.060
0.14	-0.079	0.49	-0.073	0.84	-0.061	1.19	-0.057
0.15	-0.081	0.50	-0.072	0.85	-0.063	1.20	-0.054
0.16	-0.083	0.51	-0.070	0.86	-0.063	1.21	-0.050
0.17	-0.086	0.52	-0.068	0.87	-0.064	1.22	-0.048
0.18	-0.088	0.53	-0.067	0.88	-0.064	1.23	-0.046
0.19	-0.090	0.54	-0.065	0.89	-0.063	1.24	-0.045
0.20	-0.092	0.55	-0.064	0.90	-0.063	1.25	-0.044
0.21	-0.093	0.56	-0.063	0.91	-0.062	1.26	-0.045
0.22	-0.095	0.57	-0.061	0.92	-0.060	1.27	-0.047
0.23	-0.096	0.58	-0.060	0.93	-0.058	1.28	-0.049
0.24	-0.096	0.59	-0.058	0.94	-0.056	1.29	-0.054
0.25	-0.096	0.60	-0.057	0.95	-0.053	1.30	-0.057
0.26	-0.097	0.61	-0.056	0.96	-0.051	1.31	-0.059
0.27	-0.097	0.62	-0.055	0.97	-0.049	1.32	-0.058
0.28	-0.097	0.63	-0.054	0.98	-0.048	1.33	-0.056
0.29	-0.098	0.64	-0.054	0.99	-0.048	1.34	-0.052
0.30	-0.097	0.65	-0.053	1.00	-0.050	1.35	-0.048
0.31	-0.097	0.66	-0.053	1.01	-0.054	1.36	-0.045
0.32	-0.097	0.67	-0.053	1.02	-0.060	1.37	-0.043
0.33	-0.096	0.68	-0.053	1.03	-0.062	1.38	-0.044
0.34	-0.095	0.69	-0.053	1.04	-0.064	1.39	-0.047
						1.395	-0.049

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 105: Procesamiento de datos de erosión– hora 3.00 – Caudal 148.23 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 148.23 l/s							
Caudal =		148.23 l/s					
Hora =		3.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.015	0.35	-0.114	0.70	-0.060	1.05	-0.064
0.01	-0.018	0.36	-0.114	0.71	-0.059	1.06	-0.064
0.02	-0.023	0.37	-0.114	0.72	-0.058	1.07	-0.065
0.03	-0.029	0.38	-0.113	0.73	-0.058	1.08	-0.068
0.04	-0.034	0.39	-0.112	0.74	-0.058	1.09	-0.071
0.05	-0.040	0.40	-0.112	0.75	-0.058	1.10	-0.074
0.06	-0.046	0.41	-0.111	0.76	-0.059	1.11	-0.076
0.07	-0.051	0.42	-0.110	0.77	-0.059	1.12	-0.076
0.08	-0.056	0.43	-0.108	0.78	-0.059	1.13	-0.075
0.09	-0.062	0.44	-0.107	0.79	-0.059	1.14	-0.072
0.10	-0.066	0.45	-0.105	0.80	-0.060	1.15	-0.069
0.11	-0.071	0.46	-0.103	0.81	-0.060	1.16	-0.066
0.12	-0.075	0.47	-0.101	0.82	-0.060	1.17	-0.064
0.13	-0.079	0.48	-0.099	0.83	-0.061	1.18	-0.063
0.14	-0.083	0.49	-0.097	0.84	-0.061	1.19	-0.063
0.15	-0.087	0.50	-0.095	0.85	-0.062	1.20	-0.065
0.16	-0.091	0.51	-0.093	0.86	-0.062	1.21	-0.069
0.17	-0.093	0.52	-0.091	0.87	-0.063	1.22	-0.073
0.18	-0.096	0.53	-0.088	0.88	-0.064	1.23	-0.075
0.19	-0.098	0.54	-0.086	0.89	-0.064	1.24	-0.076
0.20	-0.100	0.55	-0.084	0.90	-0.066	1.25	-0.075
0.21	-0.103	0.56	-0.082	0.91	-0.067	1.26	-0.073
0.22	-0.104	0.57	-0.080	0.92	-0.069	1.27	-0.070
0.23	-0.106	0.58	-0.078	0.93	-0.071	1.28	-0.067
0.24	-0.107	0.59	-0.076	0.94	-0.073	1.29	-0.064
0.25	-0.109	0.60	-0.074	0.95	-0.075	1.30	-0.062
0.26	-0.110	0.61	-0.072	0.96	-0.077	1.31	-0.061
0.27	-0.111	0.62	-0.070	0.97	-0.078	1.32	-0.062
0.28	-0.111	0.63	-0.069	0.98	-0.078	1.33	-0.065
0.29	-0.112	0.64	-0.067	0.99	-0.077	1.34	-0.069
0.30	-0.113	0.65	-0.066	1.00	-0.075	1.35	-0.073
0.31	-0.113	0.66	-0.065	1.01	-0.072	1.36	-0.077
0.32	-0.114	0.67	-0.063	1.02	-0.069	1.37	-0.079
0.33	-0.114	0.68	-0.062	1.03	-0.067	1.38	-0.079
0.34	-0.114	0.69	-0.061	1.04	-0.065	1.39	-0.078
						1.395	-0.078

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 106: Procesamiento de datos de erosión– hora 4.00 – Caudal 148.23 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 148.23 l/s							
Caudal =		148.23 l/s					
Hora =		4.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.016	0.35	-0.121	0.70	-0.070	1.05	-0.084
0.01	-0.021	0.36	-0.121	0.71	-0.069	1.06	-0.085
0.02	-0.026	0.37	-0.120	0.72	-0.069	1.07	-0.084
0.03	-0.031	0.38	-0.120	0.73	-0.068	1.08	-0.083
0.04	-0.036	0.39	-0.119	0.74	-0.067	1.09	-0.080
0.05	-0.042	0.40	-0.118	0.75	-0.067	1.10	-0.077
0.06	-0.047	0.41	-0.117	0.76	-0.066	1.11	-0.074
0.07	-0.053	0.42	-0.116	0.77	-0.066	1.12	-0.071
0.08	-0.058	0.43	-0.115	0.78	-0.066	1.13	-0.071
0.09	-0.063	0.44	-0.114	0.79	-0.066	1.14	-0.071
0.10	-0.068	0.45	-0.112	0.80	-0.066	1.15	-0.073
0.11	-0.072	0.46	-0.111	0.81	-0.066	1.16	-0.078
0.12	-0.077	0.47	-0.110	0.82	-0.066	1.17	-0.082
0.13	-0.082	0.48	-0.108	0.83	-0.067	1.18	-0.085
0.14	-0.086	0.49	-0.107	0.84	-0.068	1.19	-0.086
0.15	-0.090	0.50	-0.105	0.85	-0.069	1.20	-0.086
0.16	-0.093	0.51	-0.103	0.86	-0.070	1.21	-0.086
0.17	-0.097	0.52	-0.101	0.87	-0.072	1.22	-0.085
0.18	-0.100	0.53	-0.099	0.88	-0.073	1.23	-0.083
0.19	-0.103	0.54	-0.098	0.89	-0.075	1.24	-0.082
0.20	-0.106	0.55	-0.096	0.90	-0.076	1.25	-0.079
0.21	-0.107	0.56	-0.094	0.91	-0.077	1.26	-0.077
0.22	-0.109	0.57	-0.092	0.92	-0.077	1.27	-0.075
0.23	-0.111	0.58	-0.090	0.93	-0.077	1.28	-0.073
0.24	-0.113	0.59	-0.088	0.94	-0.077	1.29	-0.073
0.25	-0.114	0.60	-0.086	0.95	-0.075	1.30	-0.074
0.26	-0.116	0.61	-0.084	0.96	-0.074	1.31	-0.075
0.27	-0.117	0.62	-0.082	0.97	-0.072	1.32	-0.078
0.28	-0.118	0.63	-0.081	0.98	-0.070	1.33	-0.082
0.29	-0.119	0.64	-0.079	0.99	-0.070	1.34	-0.085
0.30	-0.120	0.65	-0.077	1.00	-0.070	1.35	-0.084
0.31	-0.120	0.66	-0.076	1.01	-0.072	1.36	-0.083
0.32	-0.121	0.67	-0.074	1.02	-0.075	1.37	-0.081
0.33	-0.121	0.68	-0.072	1.03	-0.080	1.38	-0.079
0.34	-0.121	0.69	-0.071	1.04	-0.082	1.39	-0.077
						1.395	-0.076

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 107: Procesamiento de datos de erosión– hora 5.00 – Caudal 148.23 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 148.23 l/s							
Caudal =		148.23 l/s					
Hora =		5.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.017	0.35	-0.145	0.70	-0.088	1.05	-0.099
0.01	-0.022	0.36	-0.145	0.71	-0.087	1.06	-0.098
0.02	-0.027	0.37	-0.146	0.72	-0.085	1.07	-0.094
0.03	-0.033	0.38	-0.146	0.73	-0.084	1.08	-0.089
0.04	-0.038	0.39	-0.146	0.74	-0.082	1.09	-0.087
0.05	-0.044	0.40	-0.146	0.75	-0.081	1.10	-0.089
0.06	-0.049	0.41	-0.145	0.76	-0.080	1.11	-0.097
0.07	-0.055	0.42	-0.145	0.77	-0.079	1.12	-0.098
0.08	-0.060	0.43	-0.145	0.78	-0.078	1.13	-0.098
0.09	-0.066	0.44	-0.144	0.79	-0.078	1.14	-0.095
0.10	-0.071	0.45	-0.142	0.80	-0.077	1.15	-0.092
0.11	-0.076	0.46	-0.141	0.81	-0.077	1.16	-0.088
0.12	-0.081	0.47	-0.140	0.82	-0.077	1.17	-0.087
0.13	-0.086	0.48	-0.139	0.83	-0.077	1.18	-0.087
0.14	-0.090	0.49	-0.137	0.84	-0.077	1.19	-0.088
0.15	-0.095	0.50	-0.135	0.85	-0.078	1.20	-0.090
0.16	-0.099	0.51	-0.133	0.86	-0.079	1.21	-0.097
0.17	-0.103	0.52	-0.131	0.87	-0.082	1.22	-0.100
0.18	-0.108	0.53	-0.129	0.88	-0.084	1.23	-0.100
0.19	-0.112	0.54	-0.126	0.89	-0.086	1.24	-0.100
0.20	-0.115	0.55	-0.124	0.90	-0.088	1.25	-0.097
0.21	-0.118	0.56	-0.121	0.91	-0.089	1.26	-0.093
0.22	-0.121	0.57	-0.119	0.92	-0.089	1.27	-0.089
0.23	-0.124	0.58	-0.116	0.93	-0.089	1.28	-0.085
0.24	-0.127	0.59	-0.114	0.94	-0.088	1.29	-0.083
0.25	-0.130	0.60	-0.111	0.95	-0.087	1.30	-0.083
0.26	-0.133	0.61	-0.108	0.96	-0.085	1.31	-0.083
0.27	-0.135	0.62	-0.106	0.97	-0.085	1.32	-0.085
0.28	-0.137	0.63	-0.103	0.98	-0.085	1.33	-0.087
0.29	-0.139	0.64	-0.101	0.99	-0.086	1.34	-0.092
0.30	-0.140	0.65	-0.098	1.00	-0.087	1.35	-0.096
0.31	-0.141	0.66	-0.096	1.01	-0.090	1.36	-0.099
0.32	-0.142	0.67	-0.094	1.02	-0.095	1.37	-0.100
0.33	-0.143	0.68	-0.092	1.03	-0.098	1.38	-0.100
0.34	-0.144	0.69	-0.090	1.04	-0.099	1.39	-0.099
						1.395	-0.097

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 108: Procesamiento de datos de erosión– hora 6.00 – Caudal 148.23 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 148.23 l/s							
Caudal =		148.23 l/s					
Hora =		6.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.022	0.35	-0.150	0.70	-0.102	1.05	-0.091
0.01	-0.024	0.36	-0.150	0.71	-0.100	1.06	-0.091
0.02	-0.028	0.37	-0.150	0.72	-0.098	1.07	-0.091
0.03	-0.033	0.38	-0.151	0.73	-0.096	1.08	-0.090
0.04	-0.039	0.39	-0.151	0.74	-0.095	1.09	-0.088
0.05	-0.045	0.40	-0.151	0.75	-0.093	1.10	-0.090
0.06	-0.050	0.41	-0.151	0.76	-0.092	1.11	-0.091
0.07	-0.056	0.42	-0.151	0.77	-0.091	1.12	-0.092
0.08	-0.061	0.43	-0.151	0.78	-0.090	1.13	-0.092
0.09	-0.066	0.44	-0.150	0.79	-0.089	1.14	-0.092
0.10	-0.072	0.45	-0.149	0.80	-0.088	1.15	-0.094
0.11	-0.077	0.46	-0.148	0.81	-0.087	1.16	-0.095
0.12	-0.082	0.47	-0.147	0.82	-0.087	1.17	-0.095
0.13	-0.087	0.48	-0.146	0.83	-0.086	1.18	-0.095
0.14	-0.092	0.49	-0.144	0.84	-0.085	1.19	-0.094
0.15	-0.096	0.50	-0.143	0.85	-0.085	1.20	-0.093
0.16	-0.101	0.51	-0.141	0.86	-0.085	1.21	-0.089
0.17	-0.105	0.52	-0.140	0.87	-0.085	1.22	-0.086
0.18	-0.109	0.53	-0.138	0.88	-0.085	1.23	-0.083
0.19	-0.113	0.54	-0.136	0.89	-0.086	1.24	-0.082
0.20	-0.117	0.55	-0.134	0.90	-0.087	1.25	-0.083
0.21	-0.121	0.56	-0.132	0.91	-0.088	1.26	-0.087
0.22	-0.125	0.57	-0.130	0.92	-0.089	1.27	-0.091
0.23	-0.128	0.58	-0.128	0.93	-0.090	1.28	-0.095
0.24	-0.131	0.59	-0.126	0.94	-0.091	1.29	-0.100
0.25	-0.133	0.60	-0.124	0.95	-0.092	1.30	-0.102
0.26	-0.136	0.61	-0.122	0.96	-0.093	1.31	-0.102
0.27	-0.138	0.62	-0.120	0.97	-0.093	1.32	-0.101
0.28	-0.139	0.63	-0.117	0.98	-0.093	1.33	-0.099
0.29	-0.141	0.64	-0.115	0.99	-0.093	1.34	-0.096
0.30	-0.143	0.65	-0.113	1.00	-0.094	1.35	-0.094
0.31	-0.145	0.66	-0.111	1.01	-0.095	1.36	-0.093
0.32	-0.147	0.67	-0.109	1.02	-0.094	1.37	-0.092
0.33	-0.148	0.68	-0.107	1.03	-0.092	1.38	-0.092
0.34	-0.149	0.69	-0.105	1.04	-0.091	1.39	-0.092
						1.395	-0.092

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 109: Procesamiento de datos de erosión– hora 7.00 – Caudal 148.23 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 148.23 l/s							
Caudal =		148.23 l/s					
Hora =		7.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.025	0.35	-0.156	0.70	-0.116	1.05	-0.103
0.01	-0.026	0.36	-0.157	0.71	-0.114	1.06	-0.102
0.02	-0.029	0.37	-0.158	0.72	-0.112	1.07	-0.098
0.03	-0.035	0.38	-0.159	0.73	-0.110	1.08	-0.096
0.04	-0.041	0.39	-0.160	0.74	-0.108	1.09	-0.094
0.05	-0.046	0.40	-0.160	0.75	-0.106	1.10	-0.094
0.06	-0.051	0.41	-0.160	0.76	-0.105	1.11	-0.095
0.07	-0.056	0.42	-0.160	0.77	-0.103	1.12	-0.098
0.08	-0.061	0.43	-0.159	0.78	-0.101	1.13	-0.104
0.09	-0.067	0.44	-0.159	0.79	-0.100	1.14	-0.108
0.10	-0.072	0.45	-0.158	0.80	-0.098	1.15	-0.108
0.11	-0.078	0.46	-0.158	0.81	-0.097	1.16	-0.106
0.12	-0.084	0.47	-0.157	0.82	-0.096	1.17	-0.102
0.13	-0.089	0.48	-0.156	0.83	-0.095	1.18	-0.097
0.14	-0.094	0.49	-0.155	0.84	-0.094	1.19	-0.094
0.15	-0.099	0.50	-0.154	0.85	-0.093	1.20	-0.093
0.16	-0.104	0.51	-0.153	0.86	-0.092	1.21	-0.093
0.17	-0.109	0.52	-0.152	0.87	-0.092	1.22	-0.094
0.18	-0.113	0.53	-0.150	0.88	-0.091	1.23	-0.099
0.19	-0.117	0.54	-0.148	0.89	-0.091	1.24	-0.107
0.20	-0.121	0.55	-0.146	0.90	-0.091	1.25	-0.112
0.21	-0.124	0.56	-0.144	0.91	-0.091	1.26	-0.113
0.22	-0.127	0.57	-0.142	0.92	-0.091	1.27	-0.114
0.23	-0.131	0.58	-0.140	0.93	-0.092	1.28	-0.111
0.24	-0.134	0.59	-0.138	0.94	-0.092	1.29	-0.106
0.25	-0.137	0.60	-0.136	0.95	-0.092	1.30	-0.100
0.26	-0.140	0.61	-0.134	0.96	-0.093	1.31	-0.094
0.27	-0.143	0.62	-0.132	0.97	-0.094	1.32	-0.090
0.28	-0.145	0.63	-0.130	0.98	-0.096	1.33	-0.087
0.29	-0.147	0.64	-0.128	0.99	-0.096	1.34	-0.087
0.30	-0.149	0.65	-0.126	1.00	-0.097	1.35	-0.089
0.31	-0.150	0.66	-0.124	1.01	-0.097	1.36	-0.094
0.32	-0.152	0.67	-0.122	1.02	-0.098	1.37	-0.100
0.33	-0.153	0.68	-0.120	1.03	-0.099	1.38	-0.107
0.34	-0.154	0.69	-0.118	1.04	-0.101	1.39	-0.110
						1.395	-0.111

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 110: Procesamiento de datos de erosión– hora 8.00 – Caudal 148.23 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 148.23 l/s							
Caudal =		148.23 l/s					
Hora =		8.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.025	0.35	-0.160	0.70	-0.123	1.05	-0.102
0.01	-0.026	0.36	-0.161	0.71	-0.121	1.06	-0.106
0.02	-0.029	0.37	-0.163	0.72	-0.119	1.07	-0.108
0.03	-0.035	0.38	-0.163	0.73	-0.118	1.08	-0.107
0.04	-0.040	0.39	-0.164	0.74	-0.116	1.09	-0.104
0.05	-0.046	0.40	-0.165	0.75	-0.114	1.10	-0.101
0.06	-0.051	0.41	-0.165	0.76	-0.112	1.11	-0.099
0.07	-0.057	0.42	-0.166	0.77	-0.111	1.12	-0.097
0.08	-0.062	0.43	-0.166	0.78	-0.109	1.13	-0.097
0.09	-0.067	0.44	-0.165	0.79	-0.108	1.14	-0.101
0.10	-0.073	0.45	-0.165	0.80	-0.107	1.15	-0.107
0.11	-0.079	0.46	-0.165	0.81	-0.106	1.16	-0.111
0.12	-0.084	0.47	-0.164	0.82	-0.106	1.17	-0.112
0.13	-0.090	0.48	-0.163	0.83	-0.105	1.18	-0.112
0.14	-0.095	0.49	-0.163	0.84	-0.104	1.19	-0.110
0.15	-0.100	0.50	-0.162	0.85	-0.102	1.20	-0.108
0.16	-0.106	0.51	-0.161	0.86	-0.101	1.21	-0.105
0.17	-0.111	0.52	-0.159	0.87	-0.099	1.22	-0.102
0.18	-0.116	0.53	-0.158	0.88	-0.098	1.23	-0.100
0.19	-0.120	0.54	-0.156	0.89	-0.097	1.24	-0.100
0.20	-0.124	0.55	-0.154	0.90	-0.096	1.25	-0.101
0.21	-0.127	0.56	-0.152	0.91	-0.096	1.26	-0.106
0.22	-0.130	0.57	-0.150	0.92	-0.096	1.27	-0.112
0.23	-0.133	0.58	-0.148	0.93	-0.096	1.28	-0.114
0.24	-0.136	0.59	-0.146	0.94	-0.096	1.29	-0.113
0.25	-0.140	0.60	-0.144	0.95	-0.098	1.30	-0.112
0.26	-0.143	0.61	-0.141	0.96	-0.099	1.31	-0.109
0.27	-0.145	0.62	-0.139	0.97	-0.100	1.32	-0.107
0.28	-0.148	0.63	-0.137	0.98	-0.102	1.33	-0.104
0.29	-0.150	0.64	-0.135	0.99	-0.103	1.34	-0.101
0.30	-0.152	0.65	-0.133	1.00	-0.103	1.35	-0.098
0.31	-0.154	0.66	-0.131	1.01	-0.103	1.36	-0.098
0.32	-0.155	0.67	-0.129	1.02	-0.103	1.37	-0.100
0.33	-0.157	0.68	-0.127	1.03	-0.102	1.38	-0.105
0.34	-0.159	0.69	-0.125	1.04	-0.101	1.39	-0.110
						1.395	-0.111

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 111: Procesamiento de datos de erosión– hora 1.00 – Caudal 189.56 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 189.56 l/s							
Caudal =		189.56 l/s					
Hora =		1.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.003	0.35	-0.016	0.70	0.000	1.05	0.014
0.01	-0.010	0.36	-0.016	0.71	0.001	1.06	0.013
0.02	-0.016	0.37	-0.015	0.72	0.002	1.07	0.012
0.03	-0.021	0.38	-0.015	0.73	0.002	1.08	0.012
0.04	-0.025	0.39	-0.015	0.74	0.002	1.09	0.011
0.05	-0.029	0.40	-0.015	0.75	0.002	1.10	0.010
0.06	-0.032	0.41	-0.015	0.76	0.002	1.11	0.009
0.07	-0.034	0.42	-0.015	0.77	0.002	1.12	0.008
0.08	-0.035	0.43	-0.014	0.78	0.003	1.13	0.006
0.09	-0.037	0.44	-0.014	0.79	0.003	1.14	0.006
0.10	-0.037	0.45	-0.013	0.80	0.003	1.15	0.005
0.11	-0.038	0.46	-0.013	0.81	0.003	1.16	0.005
0.12	-0.038	0.47	-0.012	0.82	0.004	1.17	0.004
0.13	-0.038	0.48	-0.011	0.83	0.004	1.18	0.004
0.14	-0.038	0.49	-0.011	0.84	0.004	1.19	0.002
0.15	-0.037	0.50	-0.010	0.85	0.005	1.20	0.000
0.16	-0.036	0.51	-0.009	0.86	0.005	1.21	0.001
0.17	-0.036	0.52	-0.008	0.87	0.005	1.22	0.003
0.18	-0.035	0.53	-0.008	0.88	0.006	1.23	0.004
0.19	-0.034	0.54	-0.007	0.89	0.006	1.24	0.001
0.20	-0.033	0.55	-0.006	0.90	0.007	1.25	-0.003
0.21	-0.031	0.56	-0.006	0.91	0.007	1.26	-0.005
0.22	-0.030	0.57	-0.005	0.92	0.008	1.27	-0.005
0.23	-0.029	0.58	-0.005	0.93	0.009	1.28	-0.004
0.24	-0.027	0.59	-0.005	0.94	0.009	1.29	-0.002
0.25	-0.026	0.60	-0.006	0.95	0.010	1.30	-0.001
0.26	-0.024	0.61	-0.006	0.96	0.010	1.31	-0.001
0.27	-0.022	0.62	-0.006	0.97	0.011	1.32	0.000
0.28	-0.021	0.63	-0.006	0.98	0.012	1.33	-0.001
0.29	-0.020	0.64	-0.004	0.99	0.012	1.34	-0.004
0.30	-0.019	0.65	-0.003	1.00	0.013	1.35	-0.008
0.31	-0.018	0.66	-0.002	1.01	0.014	1.36	-0.010
0.32	-0.017	0.67	-0.001	1.02	0.014	1.37	-0.010
0.33	-0.016	0.68	0.000	1.03	0.014	1.38	-0.009
0.34	-0.016	0.69	0.000	1.04	0.014	1.39	-0.007
						1.395	-0.006

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 112: Procesamiento de datos de erosión– hora 2.00 – Caudal 189.56 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 189.56 l/s							
Caudal =		189.56 l/s					
Hora =		2.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.016	0.35	-0.134	0.70	-0.073	1.05	-0.058
0.01	-0.020	0.36	-0.134	0.71	-0.071	1.06	-0.058
0.02	-0.026	0.37	-0.134	0.72	-0.070	1.07	-0.058
0.03	-0.032	0.38	-0.134	0.73	-0.068	1.08	-0.055
0.04	-0.037	0.39	-0.134	0.74	-0.067	1.09	-0.053
0.05	-0.043	0.40	-0.133	0.75	-0.066	1.10	-0.053
0.06	-0.048	0.41	-0.133	0.76	-0.065	1.11	-0.052
0.07	-0.054	0.42	-0.131	0.77	-0.064	1.12	-0.053
0.08	-0.060	0.43	-0.130	0.78	-0.063	1.13	-0.054
0.09	-0.065	0.44	-0.129	0.79	-0.062	1.14	-0.056
0.10	-0.070	0.45	-0.127	0.80	-0.061	1.15	-0.056
0.11	-0.075	0.46	-0.125	0.81	-0.060	1.16	-0.053
0.12	-0.080	0.47	-0.124	0.82	-0.059	1.17	-0.050
0.13	-0.085	0.48	-0.122	0.83	-0.059	1.18	-0.049
0.14	-0.089	0.49	-0.120	0.84	-0.058	1.19	-0.052
0.15	-0.093	0.50	-0.119	0.85	-0.057	1.20	-0.056
0.16	-0.097	0.51	-0.117	0.86	-0.057	1.21	-0.057
0.17	-0.100	0.52	-0.115	0.87	-0.056	1.22	-0.055
0.18	-0.104	0.53	-0.112	0.88	-0.055	1.23	-0.050
0.19	-0.107	0.54	-0.110	0.89	-0.055	1.24	-0.046
0.20	-0.110	0.55	-0.108	0.90	-0.055	1.25	-0.043
0.21	-0.114	0.56	-0.106	0.91	-0.055	1.26	-0.041
0.22	-0.116	0.57	-0.103	0.92	-0.054	1.27	-0.040
0.23	-0.119	0.58	-0.101	0.93	-0.054	1.28	-0.039
0.24	-0.121	0.59	-0.099	0.94	-0.055	1.29	-0.039
0.25	-0.123	0.60	-0.097	0.95	-0.054	1.30	-0.039
0.26	-0.125	0.61	-0.094	0.96	-0.053	1.31	-0.040
0.27	-0.126	0.62	-0.092	0.97	-0.051	1.32	-0.043
0.28	-0.127	0.63	-0.089	0.98	-0.050	1.33	-0.048
0.29	-0.129	0.64	-0.087	0.99	-0.049	1.34	-0.051
0.30	-0.130	0.65	-0.084	1.00	-0.049	1.35	-0.052
0.31	-0.131	0.66	-0.082	1.01	-0.049	1.36	-0.051
0.32	-0.131	0.67	-0.079	1.02	-0.050	1.37	-0.050
0.33	-0.132	0.68	-0.077	1.03	-0.053	1.38	-0.048
0.34	-0.133	0.69	-0.075	1.04	-0.056	1.39	-0.048
						1.395	-0.049

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 113: Procesamiento de datos de erosión– hora 3.00 – Caudal 189.56 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 189.56 l/s							
Caudal =		189.56 l/s					
Hora =		3.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.025	0.35	-0.156	0.70	-0.103	1.05	-0.065
0.01	-0.027	0.36	-0.156	0.71	-0.101	1.06	-0.068
0.02	-0.031	0.37	-0.156	0.72	-0.099	1.07	-0.073
0.03	-0.035	0.38	-0.155	0.73	-0.097	1.08	-0.075
0.04	-0.041	0.39	-0.155	0.74	-0.095	1.09	-0.075
0.05	-0.047	0.40	-0.155	0.75	-0.093	1.10	-0.072
0.06	-0.053	0.41	-0.155	0.76	-0.091	1.11	-0.071
0.07	-0.059	0.42	-0.154	0.77	-0.089	1.12	-0.070
0.08	-0.064	0.43	-0.154	0.78	-0.087	1.13	-0.070
0.09	-0.070	0.44	-0.153	0.79	-0.086	1.14	-0.070
0.10	-0.076	0.45	-0.152	0.80	-0.084	1.15	-0.070
0.11	-0.081	0.46	-0.151	0.81	-0.083	1.16	-0.074
0.12	-0.086	0.47	-0.150	0.82	-0.081	1.17	-0.079
0.13	-0.092	0.48	-0.148	0.83	-0.080	1.18	-0.081
0.14	-0.097	0.49	-0.147	0.84	-0.079	1.19	-0.081
0.15	-0.102	0.50	-0.145	0.85	-0.078	1.20	-0.079
0.16	-0.107	0.51	-0.144	0.86	-0.077	1.21	-0.075
0.17	-0.112	0.52	-0.142	0.87	-0.077	1.22	-0.072
0.18	-0.116	0.53	-0.140	0.88	-0.076	1.23	-0.071
0.19	-0.120	0.54	-0.138	0.89	-0.074	1.24	-0.071
0.20	-0.124	0.55	-0.137	0.90	-0.072	1.25	-0.072
0.21	-0.128	0.56	-0.135	0.91	-0.070	1.26	-0.072
0.22	-0.132	0.57	-0.133	0.92	-0.068	1.27	-0.072
0.23	-0.135	0.58	-0.131	0.93	-0.067	1.28	-0.073
0.24	-0.138	0.59	-0.129	0.94	-0.066	1.29	-0.074
0.25	-0.141	0.60	-0.126	0.95	-0.067	1.30	-0.076
0.26	-0.144	0.61	-0.124	0.96	-0.069	1.31	-0.079
0.27	-0.146	0.62	-0.122	0.97	-0.072	1.32	-0.081
0.28	-0.148	0.63	-0.119	0.98	-0.071	1.33	-0.082
0.29	-0.149	0.64	-0.117	0.99	-0.069	1.34	-0.081
0.30	-0.151	0.65	-0.115	1.00	-0.067	1.35	-0.079
0.31	-0.153	0.66	-0.112	1.01	-0.066	1.36	-0.076
0.32	-0.154	0.67	-0.110	1.02	-0.066	1.37	-0.074
0.33	-0.155	0.68	-0.108	1.03	-0.065	1.38	-0.072
0.34	-0.155	0.69	-0.106	1.04	-0.065	1.39	-0.072
						1.395	-0.072

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 114: Procesamiento de datos de erosión– hora 4.00 – Caudal 189.56 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 189.56 l/s							
Caudal =		189.56 l/s					
Hora =		4.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.026	0.35	-0.169	0.70	-0.125	1.05	-0.077
0.01	-0.028	0.36	-0.170	0.71	-0.123	1.06	-0.077
0.02	-0.031	0.37	-0.170	0.72	-0.121	1.07	-0.078
0.03	-0.035	0.38	-0.171	0.73	-0.118	1.08	-0.080
0.04	-0.040	0.39	-0.171	0.74	-0.116	1.09	-0.083
0.05	-0.046	0.40	-0.171	0.75	-0.114	1.10	-0.085
0.06	-0.051	0.41	-0.171	0.76	-0.112	1.11	-0.085
0.07	-0.057	0.42	-0.171	0.77	-0.109	1.12	-0.085
0.08	-0.062	0.43	-0.170	0.78	-0.107	1.13	-0.084
0.09	-0.068	0.44	-0.170	0.79	-0.105	1.14	-0.082
0.10	-0.073	0.45	-0.169	0.80	-0.103	1.15	-0.080
0.11	-0.079	0.46	-0.168	0.81	-0.101	1.16	-0.079
0.12	-0.085	0.47	-0.167	0.82	-0.099	1.17	-0.080
0.13	-0.090	0.48	-0.165	0.83	-0.097	1.18	-0.083
0.14	-0.096	0.49	-0.164	0.84	-0.096	1.19	-0.087
0.15	-0.101	0.50	-0.163	0.85	-0.094	1.20	-0.088
0.16	-0.107	0.51	-0.161	0.86	-0.092	1.21	-0.087
0.17	-0.112	0.52	-0.160	0.87	-0.091	1.22	-0.086
0.18	-0.117	0.53	-0.158	0.88	-0.089	1.23	-0.085
0.19	-0.123	0.54	-0.157	0.89	-0.088	1.24	-0.087
0.20	-0.128	0.55	-0.155	0.90	-0.086	1.25	-0.090
0.21	-0.132	0.56	-0.153	0.91	-0.086	1.26	-0.094
0.22	-0.137	0.57	-0.151	0.92	-0.085	1.27	-0.093
0.23	-0.141	0.58	-0.149	0.93	-0.083	1.28	-0.090
0.24	-0.145	0.59	-0.148	0.94	-0.082	1.29	-0.085
0.25	-0.148	0.60	-0.146	0.95	-0.081	1.30	-0.082
0.26	-0.151	0.61	-0.144	0.96	-0.081	1.31	-0.078
0.27	-0.154	0.62	-0.142	0.97	-0.080	1.32	-0.076
0.28	-0.156	0.63	-0.140	0.98	-0.079	1.33	-0.075
0.29	-0.158	0.64	-0.138	0.99	-0.079	1.34	-0.078
0.30	-0.160	0.65	-0.135	1.00	-0.078	1.35	-0.083
0.31	-0.162	0.66	-0.133	1.01	-0.077	1.36	-0.087
0.32	-0.164	0.67	-0.131	1.02	-0.077	1.37	-0.089
0.33	-0.166	0.68	-0.129	1.03	-0.077	1.38	-0.090
0.34	-0.168	0.69	-0.127	1.04	-0.077	1.39	-0.092
						1.395	-0.092

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 115: Procesamiento de datos de erosión- hora 5.00 – Caudal 189.56 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 189.56 l/s							
Caudal =		189.56 l/s					
Hora =		5.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.027	0.35	-0.178	0.70	-0.147	1.05	-0.086
0.01	-0.029	0.36	-0.179	0.71	-0.145	1.06	-0.087
0.02	-0.032	0.37	-0.180	0.72	-0.143	1.07	-0.088
0.03	-0.036	0.38	-0.180	0.73	-0.141	1.08	-0.089
0.04	-0.041	0.39	-0.181	0.74	-0.139	1.09	-0.090
0.05	-0.046	0.40	-0.181	0.75	-0.137	1.10	-0.091
0.06	-0.052	0.41	-0.181	0.76	-0.134	1.11	-0.092
0.07	-0.057	0.42	-0.181	0.77	-0.132	1.12	-0.092
0.08	-0.063	0.43	-0.181	0.78	-0.130	1.13	-0.090
0.09	-0.069	0.44	-0.181	0.79	-0.128	1.14	-0.088
0.10	-0.074	0.45	-0.180	0.80	-0.126	1.15	-0.088
0.11	-0.080	0.46	-0.180	0.81	-0.124	1.16	-0.090
0.12	-0.086	0.47	-0.179	0.82	-0.121	1.17	-0.093
0.13	-0.091	0.48	-0.178	0.83	-0.119	1.18	-0.094
0.14	-0.097	0.49	-0.178	0.84	-0.117	1.19	-0.092
0.15	-0.102	0.50	-0.177	0.85	-0.115	1.20	-0.090
0.16	-0.107	0.51	-0.176	0.86	-0.113	1.21	-0.086
0.17	-0.113	0.52	-0.175	0.87	-0.111	1.22	-0.085
0.18	-0.118	0.53	-0.174	0.88	-0.109	1.23	-0.085
0.19	-0.123	0.54	-0.173	0.89	-0.107	1.24	-0.085
0.20	-0.129	0.55	-0.171	0.90	-0.105	1.25	-0.087
0.21	-0.134	0.56	-0.170	0.91	-0.103	1.26	-0.092
0.22	-0.138	0.57	-0.169	0.92	-0.101	1.27	-0.096
0.23	-0.143	0.58	-0.167	0.93	-0.099	1.28	-0.098
0.24	-0.148	0.59	-0.166	0.94	-0.098	1.29	-0.099
0.25	-0.152	0.60	-0.165	0.95	-0.096	1.30	-0.097
0.26	-0.157	0.61	-0.163	0.96	-0.094	1.31	-0.095
0.27	-0.161	0.62	-0.161	0.97	-0.092	1.32	-0.093
0.28	-0.164	0.63	-0.160	0.98	-0.091	1.33	-0.092
0.29	-0.167	0.64	-0.158	0.99	-0.089	1.34	-0.090
0.30	-0.169	0.65	-0.156	1.00	-0.088	1.35	-0.089
0.31	-0.171	0.66	-0.155	1.01	-0.087	1.36	-0.088
0.32	-0.173	0.67	-0.153	1.02	-0.086	1.37	-0.088
0.33	-0.175	0.68	-0.151	1.03	-0.086	1.38	-0.088
0.34	-0.176	0.69	-0.149	1.04	-0.086	1.39	-0.089
						1.395	-0.089

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 116: Procesamiento de datos de erosión- hora 6.00 – Caudal 189.56 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 189.56 l/s							
Caudal =		189.56 l/s					
Hora =		6.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.027	0.35	-0.183	0.70	-0.162	1.05	-0.096
0.01	-0.030	0.36	-0.185	0.71	-0.161	1.06	-0.096
0.02	-0.034	0.37	-0.186	0.72	-0.159	1.07	-0.096
0.03	-0.038	0.38	-0.187	0.73	-0.157	1.08	-0.095
0.04	-0.044	0.39	-0.187	0.74	-0.155	1.09	-0.096
0.05	-0.049	0.40	-0.188	0.75	-0.153	1.10	-0.096
0.06	-0.055	0.41	-0.188	0.76	-0.151	1.11	-0.097
0.07	-0.061	0.42	-0.188	0.77	-0.149	1.12	-0.097
0.08	-0.066	0.43	-0.188	0.78	-0.147	1.13	-0.097
0.09	-0.072	0.44	-0.188	0.79	-0.145	1.14	-0.098
0.10	-0.078	0.45	-0.188	0.80	-0.143	1.15	-0.099
0.11	-0.083	0.46	-0.188	0.81	-0.141	1.16	-0.099
0.12	-0.089	0.47	-0.187	0.82	-0.138	1.17	-0.100
0.13	-0.096	0.48	-0.187	0.83	-0.136	1.18	-0.101
0.14	-0.102	0.49	-0.186	0.84	-0.134	1.19	-0.101
0.15	-0.108	0.50	-0.186	0.85	-0.132	1.20	-0.102
0.16	-0.113	0.51	-0.185	0.86	-0.130	1.21	-0.103
0.17	-0.119	0.52	-0.184	0.87	-0.127	1.22	-0.104
0.18	-0.124	0.53	-0.183	0.88	-0.125	1.23	-0.103
0.19	-0.130	0.54	-0.182	0.89	-0.123	1.24	-0.102
0.20	-0.135	0.55	-0.181	0.90	-0.120	1.25	-0.099
0.21	-0.140	0.56	-0.180	0.91	-0.118	1.26	-0.097
0.22	-0.145	0.57	-0.179	0.92	-0.116	1.27	-0.096
0.23	-0.150	0.58	-0.178	0.93	-0.114	1.28	-0.095
0.24	-0.154	0.59	-0.177	0.94	-0.112	1.29	-0.096
0.25	-0.159	0.60	-0.176	0.95	-0.110	1.30	-0.097
0.26	-0.163	0.61	-0.175	0.96	-0.108	1.31	-0.100
0.27	-0.166	0.62	-0.173	0.97	-0.106	1.32	-0.103
0.28	-0.169	0.63	-0.172	0.98	-0.104	1.33	-0.105
0.29	-0.172	0.64	-0.171	0.99	-0.102	1.34	-0.106
0.30	-0.174	0.65	-0.170	1.00	-0.101	1.35	-0.105
0.31	-0.177	0.66	-0.168	1.01	-0.100	1.36	-0.103
0.32	-0.178	0.67	-0.167	1.02	-0.099	1.37	-0.100
0.33	-0.180	0.68	-0.165	1.03	-0.098	1.38	-0.098
0.34	-0.182	0.69	-0.164	1.04	-0.097	1.39	-0.097
						1.395	-0.096

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 117: Procesamiento de datos de erosión– hora 7.00 – Caudal 189.56 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 189.56 l/s							
Caudal =		189.56 l/s					
Hora =		7.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.029	0.35	-0.193	0.70	-0.175	1.05	-0.103
0.01	-0.031	0.36	-0.194	0.71	-0.174	1.06	-0.102
0.02	-0.035	0.37	-0.195	0.72	-0.172	1.07	-0.101
0.03	-0.040	0.38	-0.196	0.73	-0.169	1.08	-0.100
0.04	-0.045	0.39	-0.197	0.74	-0.167	1.09	-0.099
0.05	-0.050	0.40	-0.197	0.75	-0.165	1.10	-0.098
0.06	-0.056	0.41	-0.198	0.76	-0.163	1.11	-0.098
0.07	-0.061	0.42	-0.198	0.77	-0.161	1.12	-0.098
0.08	-0.067	0.43	-0.198	0.78	-0.159	1.13	-0.098
0.09	-0.073	0.44	-0.199	0.79	-0.157	1.14	-0.098
0.10	-0.079	0.45	-0.199	0.80	-0.155	1.15	-0.098
0.11	-0.084	0.46	-0.199	0.81	-0.152	1.16	-0.098
0.12	-0.090	0.47	-0.199	0.82	-0.150	1.17	-0.099
0.13	-0.095	0.48	-0.199	0.83	-0.148	1.18	-0.099
0.14	-0.101	0.49	-0.198	0.84	-0.146	1.19	-0.100
0.15	-0.107	0.50	-0.198	0.85	-0.144	1.20	-0.101
0.16	-0.112	0.51	-0.198	0.86	-0.143	1.21	-0.102
0.17	-0.118	0.52	-0.197	0.87	-0.141	1.22	-0.103
0.18	-0.124	0.53	-0.197	0.88	-0.139	1.23	-0.104
0.19	-0.130	0.54	-0.196	0.89	-0.137	1.24	-0.104
0.20	-0.135	0.55	-0.196	0.90	-0.135	1.25	-0.103
0.21	-0.141	0.56	-0.195	0.91	-0.133	1.26	-0.102
0.22	-0.147	0.57	-0.194	0.92	-0.130	1.27	-0.100
0.23	-0.152	0.58	-0.193	0.93	-0.128	1.28	-0.100
0.24	-0.157	0.59	-0.192	0.94	-0.126	1.29	-0.102
0.25	-0.162	0.60	-0.191	0.95	-0.123	1.30	-0.103
0.26	-0.167	0.61	-0.190	0.96	-0.121	1.31	-0.101
0.27	-0.171	0.62	-0.189	0.97	-0.118	1.32	-0.099
0.28	-0.175	0.63	-0.187	0.98	-0.116	1.33	-0.098
0.29	-0.179	0.64	-0.186	0.99	-0.114	1.34	-0.100
0.30	-0.181	0.65	-0.184	1.00	-0.112	1.35	-0.102
0.31	-0.184	0.66	-0.183	1.01	-0.110	1.36	-0.106
0.32	-0.187	0.67	-0.181	1.02	-0.108	1.37	-0.108
0.33	-0.189	0.68	-0.179	1.03	-0.106	1.38	-0.109
0.34	-0.191	0.69	-0.177	1.04	-0.104	1.39	-0.108
						1.395	-0.107

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 118: Procesamiento de datos de erosión- hora 8.00 – Caudal 189.56 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 189.56 l/s							
Caudal =		189.56 l/s					
Hora =		8.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.032	0.35	-0.196	0.70	-0.187	1.05	-0.114
0.01	-0.034	0.36	-0.198	0.71	-0.186	1.06	-0.112
0.02	-0.037	0.37	-0.201	0.72	-0.184	1.07	-0.110
0.03	-0.040	0.38	-0.202	0.73	-0.183	1.08	-0.109
0.04	-0.045	0.39	-0.204	0.74	-0.181	1.09	-0.107
0.05	-0.049	0.40	-0.205	0.75	-0.179	1.10	-0.106
0.06	-0.054	0.41	-0.206	0.76	-0.178	1.11	-0.104
0.07	-0.059	0.42	-0.207	0.77	-0.176	1.12	-0.104
0.08	-0.065	0.43	-0.207	0.78	-0.174	1.13	-0.103
0.09	-0.071	0.44	-0.208	0.79	-0.172	1.14	-0.103
0.10	-0.076	0.45	-0.208	0.80	-0.170	1.15	-0.102
0.11	-0.082	0.46	-0.209	0.81	-0.168	1.16	-0.102
0.12	-0.088	0.47	-0.209	0.82	-0.166	1.17	-0.102
0.13	-0.093	0.48	-0.209	0.83	-0.165	1.18	-0.102
0.14	-0.099	0.49	-0.209	0.84	-0.163	1.19	-0.102
0.15	-0.105	0.50	-0.208	0.85	-0.161	1.20	-0.102
0.16	-0.111	0.51	-0.208	0.86	-0.159	1.21	-0.103
0.17	-0.116	0.52	-0.207	0.87	-0.157	1.22	-0.103
0.18	-0.122	0.53	-0.206	0.88	-0.154	1.23	-0.104
0.19	-0.128	0.54	-0.206	0.89	-0.152	1.24	-0.104
0.20	-0.133	0.55	-0.205	0.90	-0.150	1.25	-0.103
0.21	-0.138	0.56	-0.204	0.91	-0.147	1.26	-0.103
0.22	-0.144	0.57	-0.203	0.92	-0.145	1.27	-0.103
0.23	-0.149	0.58	-0.202	0.93	-0.142	1.28	-0.103
0.24	-0.154	0.59	-0.201	0.94	-0.140	1.29	-0.104
0.25	-0.160	0.60	-0.200	0.95	-0.137	1.30	-0.105
0.26	-0.164	0.61	-0.199	0.96	-0.135	1.31	-0.105
0.27	-0.169	0.62	-0.198	0.97	-0.132	1.32	-0.106
0.28	-0.174	0.63	-0.196	0.98	-0.130	1.33	-0.107
0.29	-0.178	0.64	-0.195	0.99	-0.128	1.34	-0.108
0.30	-0.182	0.65	-0.194	1.00	-0.126	1.35	-0.110
0.31	-0.185	0.66	-0.193	1.01	-0.123	1.36	-0.111
0.32	-0.188	0.67	-0.191	1.02	-0.121	1.37	-0.111
0.33	-0.191	0.68	-0.190	1.03	-0.119	1.38	-0.110
0.34	-0.194	0.69	-0.189	1.04	-0.117	1.39	-0.108
						1.395	-0.107

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 119: Procesamiento de datos de erosión– hora 9.00 – Caudal 189.56 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 189.56 l/s							
Caudal =		189.56 l/s					
Hora =		9.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.035	0.35	-0.194	0.70	-0.194	1.05	-0.124
0.01	-0.038	0.36	-0.196	0.71	-0.192	1.06	-0.122
0.02	-0.042	0.37	-0.199	0.72	-0.191	1.07	-0.120
0.03	-0.047	0.38	-0.201	0.73	-0.189	1.08	-0.118
0.04	-0.053	0.39	-0.202	0.74	-0.187	1.09	-0.116
0.05	-0.059	0.40	-0.204	0.75	-0.186	1.10	-0.115
0.06	-0.064	0.41	-0.205	0.76	-0.184	1.11	-0.113
0.07	-0.070	0.42	-0.207	0.77	-0.183	1.12	-0.113
0.08	-0.076	0.43	-0.208	0.78	-0.181	1.13	-0.112
0.09	-0.081	0.44	-0.209	0.79	-0.180	1.14	-0.112
0.10	-0.087	0.45	-0.210	0.80	-0.178	1.15	-0.112
0.11	-0.093	0.46	-0.210	0.81	-0.176	1.16	-0.112
0.12	-0.099	0.47	-0.211	0.82	-0.174	1.17	-0.112
0.13	-0.105	0.48	-0.211	0.83	-0.173	1.18	-0.111
0.14	-0.110	0.49	-0.212	0.84	-0.171	1.19	-0.111
0.15	-0.116	0.50	-0.212	0.85	-0.169	1.20	-0.110
0.16	-0.121	0.51	-0.212	0.86	-0.167	1.21	-0.110
0.17	-0.126	0.52	-0.212	0.87	-0.165	1.22	-0.110
0.18	-0.131	0.53	-0.211	0.88	-0.163	1.23	-0.110
0.19	-0.136	0.54	-0.211	0.89	-0.162	1.24	-0.111
0.20	-0.140	0.55	-0.210	0.90	-0.159	1.25	-0.114
0.21	-0.145	0.56	-0.210	0.91	-0.157	1.26	-0.116
0.22	-0.150	0.57	-0.209	0.92	-0.155	1.27	-0.116
0.23	-0.154	0.58	-0.209	0.93	-0.153	1.28	-0.116
0.24	-0.158	0.59	-0.208	0.94	-0.150	1.29	-0.115
0.25	-0.163	0.60	-0.207	0.95	-0.148	1.30	-0.113
0.26	-0.167	0.61	-0.206	0.96	-0.145	1.31	-0.112
0.27	-0.170	0.62	-0.205	0.97	-0.143	1.32	-0.112
0.28	-0.174	0.63	-0.204	0.98	-0.141	1.33	-0.112
0.29	-0.177	0.64	-0.202	0.99	-0.138	1.34	-0.113
0.30	-0.180	0.65	-0.201	1.00	-0.136	1.35	-0.114
0.31	-0.183	0.66	-0.200	1.01	-0.133	1.36	-0.115
0.32	-0.186	0.67	-0.198	1.02	-0.131	1.37	-0.117
0.33	-0.189	0.68	-0.197	1.03	-0.128	1.38	-0.119
0.34	-0.191	0.69	-0.195	1.04	-0.126	1.39	-0.119
						1.395	-0.118

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 120: Procesamiento de datos de erosión- hora 10.00 – Caudal 189.56 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 189.56 l/s

Caudal =	189.56 l/s
Hora =	10.00

Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.040	0.35	-0.200	0.70	-0.204	1.05	-0.134
0.01	-0.042	0.36	-0.202	0.71	-0.203	1.06	-0.131
0.02	-0.044	0.37	-0.204	0.72	-0.201	1.07	-0.129
0.03	-0.047	0.38	-0.206	0.73	-0.200	1.08	-0.127
0.04	-0.051	0.39	-0.207	0.74	-0.198	1.09	-0.125
0.05	-0.056	0.40	-0.209	0.75	-0.197	1.10	-0.123
0.06	-0.061	0.41	-0.210	0.76	-0.195	1.11	-0.121
0.07	-0.067	0.42	-0.211	0.77	-0.193	1.12	-0.120
0.08	-0.072	0.43	-0.213	0.78	-0.191	1.13	-0.119
0.09	-0.078	0.44	-0.214	0.79	-0.190	1.14	-0.118
0.10	-0.083	0.45	-0.215	0.80	-0.188	1.15	-0.117
0.11	-0.088	0.46	-0.215	0.81	-0.186	1.16	-0.116
0.12	-0.094	0.47	-0.216	0.82	-0.184	1.17	-0.115
0.13	-0.100	0.48	-0.217	0.83	-0.182	1.18	-0.115
0.14	-0.106	0.49	-0.217	0.84	-0.181	1.19	-0.114
0.15	-0.111	0.50	-0.217	0.85	-0.179	1.20	-0.114
0.16	-0.117	0.51	-0.218	0.86	-0.177	1.21	-0.114
0.17	-0.123	0.52	-0.218	0.87	-0.175	1.22	-0.114
0.18	-0.128	0.53	-0.218	0.88	-0.173	1.23	-0.114
0.19	-0.134	0.54	-0.218	0.89	-0.171	1.24	-0.114
0.20	-0.140	0.55	-0.218	0.90	-0.169	1.25	-0.115
0.21	-0.145	0.56	-0.218	0.91	-0.167	1.26	-0.115
0.22	-0.151	0.57	-0.217	0.92	-0.165	1.27	-0.115
0.23	-0.156	0.58	-0.217	0.93	-0.163	1.28	-0.116
0.24	-0.161	0.59	-0.216	0.94	-0.161	1.29	-0.116
0.25	-0.166	0.60	-0.216	0.95	-0.159	1.30	-0.116
0.26	-0.170	0.61	-0.215	0.96	-0.156	1.31	-0.116
0.27	-0.174	0.62	-0.214	0.97	-0.154	1.32	-0.116
0.28	-0.178	0.63	-0.213	0.98	-0.151	1.33	-0.117
0.29	-0.182	0.64	-0.212	0.99	-0.149	1.34	-0.117
0.30	-0.185	0.65	-0.211	1.00	-0.146	1.35	-0.118
0.31	-0.189	0.66	-0.210	1.01	-0.144	1.36	-0.118
0.32	-0.192	0.67	-0.209	1.02	-0.141	1.37	-0.118
0.33	-0.195	0.68	-0.207	1.03	-0.139	1.38	-0.118
0.34	-0.198	0.69	-0.206	1.04	-0.136	1.39	-0.119
						1.395	-0.119

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 121: Procesamiento de datos de erosión– hora 1.00 – Caudal 232.65 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 232.65 l/s

Caudal =	232.65 l/s
Hora =	1.00

Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.014	0.35	-0.066	0.70	-0.022	1.05	-0.001
0.01	-0.019	0.36	-0.064	0.71	-0.022	1.06	0.000
0.02	-0.023	0.37	-0.063	0.72	-0.021	1.07	0.001
0.03	-0.028	0.38	-0.062	0.73	-0.020	1.08	0.002
0.04	-0.033	0.39	-0.061	0.74	-0.019	1.09	0.002
0.05	-0.037	0.40	-0.060	0.75	-0.018	1.10	0.002
0.06	-0.042	0.41	-0.058	0.76	-0.017	1.11	0.002
0.07	-0.046	0.42	-0.057	0.77	-0.017	1.12	0.002
0.08	-0.050	0.43	-0.056	0.78	-0.016	1.13	0.001
0.09	-0.054	0.44	-0.055	0.79	-0.016	1.14	0.000
0.10	-0.057	0.45	-0.053	0.80	-0.015	1.15	0.001
0.11	-0.060	0.46	-0.052	0.81	-0.015	1.16	0.002
0.12	-0.063	0.47	-0.051	0.82	-0.015	1.17	0.002
0.13	-0.065	0.48	-0.049	0.83	-0.014	1.18	0.003
0.14	-0.067	0.49	-0.048	0.84	-0.013	1.19	0.003
0.15	-0.069	0.50	-0.046	0.85	-0.012	1.20	0.003
0.16	-0.070	0.51	-0.045	0.86	-0.012	1.21	0.003
0.17	-0.071	0.52	-0.044	0.87	-0.011	1.22	0.001
0.18	-0.072	0.53	-0.042	0.88	-0.010	1.23	0.000
0.19	-0.073	0.54	-0.041	0.89	-0.010	1.24	0.000
0.20	-0.074	0.55	-0.040	0.90	-0.009	1.25	0.000
0.21	-0.075	0.56	-0.038	0.91	-0.009	1.26	0.001
0.22	-0.075	0.57	-0.036	0.92	-0.009	1.27	0.002
0.23	-0.075	0.58	-0.035	0.93	-0.008	1.28	0.003
0.24	-0.075	0.59	-0.033	0.94	-0.007	1.29	0.004
0.25	-0.075	0.60	-0.032	0.95	-0.006	1.30	0.004
0.26	-0.074	0.61	-0.030	0.96	-0.006	1.31	0.004
0.27	-0.074	0.62	-0.029	0.97	-0.005	1.32	0.004
0.28	-0.074	0.63	-0.028	0.98	-0.004	1.33	0.004
0.29	-0.073	0.64	-0.027	0.99	-0.003	1.34	0.004
0.30	-0.072	0.65	-0.026	1.00	-0.002	1.35	0.004
0.31	-0.071	0.66	-0.025	1.01	-0.002	1.36	0.004
0.32	-0.069	0.67	-0.024	1.02	-0.001	1.37	0.004
0.33	-0.068	0.68	-0.023	1.03	-0.001	1.38	0.004
0.34	-0.067	0.69	-0.023	1.04	-0.001	1.39	0.004
						1.395	0.004

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 122: Procesamiento de datos de erosión– hora 2.00 – Caudal 232.65 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 232.65 l/s							
Caudal =		232.65 l/s					
Hora =		2.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.022	0.35	-0.143	0.70	-0.089	1.05	-0.043
0.01	-0.027	0.36	-0.143	0.71	-0.087	1.06	-0.043
0.02	-0.031	0.37	-0.143	0.72	-0.085	1.07	-0.042
0.03	-0.035	0.38	-0.144	0.73	-0.083	1.08	-0.042
0.04	-0.039	0.39	-0.144	0.74	-0.081	1.09	-0.042
0.05	-0.044	0.40	-0.144	0.75	-0.078	1.10	-0.042
0.06	-0.049	0.41	-0.143	0.76	-0.076	1.11	-0.044
0.07	-0.054	0.42	-0.143	0.77	-0.075	1.12	-0.046
0.08	-0.060	0.43	-0.142	0.78	-0.073	1.13	-0.047
0.09	-0.066	0.44	-0.141	0.79	-0.071	1.14	-0.046
0.10	-0.071	0.45	-0.141	0.80	-0.070	1.15	-0.045
0.11	-0.077	0.46	-0.139	0.81	-0.068	1.16	-0.044
0.12	-0.082	0.47	-0.138	0.82	-0.066	1.17	-0.044
0.13	-0.087	0.48	-0.137	0.83	-0.065	1.18	-0.043
0.14	-0.092	0.49	-0.135	0.84	-0.063	1.19	-0.043
0.15	-0.097	0.50	-0.134	0.85	-0.061	1.20	-0.043
0.16	-0.101	0.51	-0.132	0.86	-0.060	1.21	-0.043
0.17	-0.105	0.52	-0.130	0.87	-0.058	1.22	-0.043
0.18	-0.109	0.53	-0.128	0.88	-0.057	1.23	-0.043
0.19	-0.113	0.54	-0.126	0.89	-0.056	1.24	-0.044
0.20	-0.116	0.55	-0.124	0.90	-0.055	1.25	-0.046
0.21	-0.120	0.56	-0.122	0.91	-0.054	1.26	-0.050
0.22	-0.122	0.57	-0.120	0.92	-0.053	1.27	-0.054
0.23	-0.125	0.58	-0.118	0.93	-0.052	1.28	-0.056
0.24	-0.128	0.59	-0.115	0.94	-0.051	1.29	-0.057
0.25	-0.130	0.60	-0.113	0.95	-0.050	1.30	-0.056
0.26	-0.132	0.61	-0.111	0.96	-0.048	1.31	-0.055
0.27	-0.134	0.62	-0.108	0.97	-0.047	1.32	-0.053
0.28	-0.136	0.63	-0.106	0.98	-0.046	1.33	-0.051
0.29	-0.137	0.64	-0.104	0.99	-0.045	1.34	-0.050
0.30	-0.139	0.65	-0.102	1.00	-0.044	1.35	-0.049
0.31	-0.140	0.66	-0.099	1.01	-0.044	1.36	-0.048
0.32	-0.141	0.67	-0.097	1.02	-0.043	1.37	-0.048
0.33	-0.142	0.68	-0.094	1.03	-0.043	1.38	-0.048
0.34	-0.142	0.69	-0.092	1.04	-0.043	1.39	-0.048
						1.395	-0.048

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 123: Procesamiento de datos de erosión– hora 3.00 – Caudal 232.65 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 232.65 l/s							
Caudal =		232.65					
		l/s					
Hora =		3.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.031	0.35	-0.169	0.70	-0.135	1.05	-0.073
0.01	-0.033	0.36	-0.170	0.71	-0.133	1.06	-0.072
0.02	-0.036	0.37	-0.171	0.72	-0.130	1.07	-0.072
0.03	-0.039	0.38	-0.172	0.73	-0.128	1.08	-0.071
0.04	-0.044	0.39	-0.172	0.74	-0.126	1.09	-0.070
0.05	-0.048	0.40	-0.173	0.75	-0.124	1.10	-0.070
0.06	-0.053	0.41	-0.173	0.76	-0.121	1.11	-0.069
0.07	-0.058	0.42	-0.173	0.77	-0.119	1.12	-0.069
0.08	-0.063	0.43	-0.173	0.78	-0.117	1.13	-0.069
0.09	-0.069	0.44	-0.172	0.79	-0.115	1.14	-0.069
0.10	-0.074	0.45	-0.172	0.80	-0.113	1.15	-0.070
0.11	-0.080	0.46	-0.171	0.81	-0.111	1.16	-0.070
0.12	-0.086	0.47	-0.171	0.82	-0.108	1.17	-0.071
0.13	-0.092	0.48	-0.170	0.83	-0.106	1.18	-0.072
0.14	-0.098	0.49	-0.169	0.84	-0.103	1.19	-0.075
0.15	-0.104	0.50	-0.168	0.85	-0.101	1.20	-0.076
0.16	-0.110	0.51	-0.167	0.86	-0.098	1.21	-0.076
0.17	-0.116	0.52	-0.166	0.87	-0.096	1.22	-0.075
0.18	-0.121	0.53	-0.165	0.88	-0.094	1.23	-0.072
0.19	-0.126	0.54	-0.164	0.89	-0.092	1.24	-0.068
0.20	-0.130	0.55	-0.163	0.90	-0.090	1.25	-0.066
0.21	-0.135	0.56	-0.161	0.91	-0.088	1.26	-0.065
0.22	-0.139	0.57	-0.160	0.92	-0.086	1.27	-0.066
0.23	-0.142	0.58	-0.159	0.93	-0.084	1.28	-0.068
0.24	-0.146	0.59	-0.157	0.94	-0.083	1.29	-0.072
0.25	-0.149	0.60	-0.155	0.95	-0.081	1.30	-0.076
0.26	-0.151	0.61	-0.154	0.96	-0.079	1.31	-0.076
0.27	-0.154	0.62	-0.152	0.97	-0.078	1.32	-0.075
0.28	-0.156	0.63	-0.150	0.98	-0.076	1.33	-0.074
0.29	-0.159	0.64	-0.148	0.99	-0.075	1.34	-0.073
0.30	-0.161	0.65	-0.146	1.00	-0.074	1.35	-0.071
0.31	-0.163	0.66	-0.144	1.01	-0.074	1.36	-0.070
0.32	-0.165	0.67	-0.142	1.02	-0.074	1.37	-0.068
0.33	-0.167	0.68	-0.140	1.03	-0.074	1.38	-0.067
0.34	-0.168	0.69	-0.137	1.04	-0.073	1.39	-0.067
						1.395	-0.067

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 124: Procesamiento de datos de erosión– hora 4.00 – Caudal 232.65 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 232.65 l/s							
Caudal =		232.65					
		l/s					
Hora =		4.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.032	0.35	-0.189	0.70	-0.170	1.05	-0.093
0.01	-0.035	0.36	-0.190	0.71	-0.168	1.06	-0.091
0.02	-0.037	0.37	-0.191	0.72	-0.166	1.07	-0.089
0.03	-0.040	0.38	-0.193	0.73	-0.164	1.08	-0.087
0.04	-0.045	0.39	-0.193	0.74	-0.162	1.09	-0.085
0.05	-0.049	0.40	-0.194	0.75	-0.160	1.10	-0.084
0.06	-0.054	0.41	-0.195	0.76	-0.158	1.11	-0.082
0.07	-0.059	0.42	-0.195	0.77	-0.156	1.12	-0.081
0.08	-0.065	0.43	-0.196	0.78	-0.154	1.13	-0.080
0.09	-0.070	0.44	-0.196	0.79	-0.152	1.14	-0.080
0.10	-0.075	0.45	-0.196	0.80	-0.150	1.15	-0.079
0.11	-0.080	0.46	-0.196	0.81	-0.148	1.16	-0.079
0.12	-0.085	0.47	-0.196	0.82	-0.146	1.17	-0.080
0.13	-0.091	0.48	-0.196	0.83	-0.144	1.18	-0.080
0.14	-0.097	0.49	-0.195	0.84	-0.142	1.19	-0.081
0.15	-0.103	0.50	-0.195	0.85	-0.140	1.20	-0.081
0.16	-0.109	0.51	-0.194	0.86	-0.138	1.21	-0.082
0.17	-0.115	0.52	-0.194	0.87	-0.135	1.22	-0.082
0.18	-0.121	0.53	-0.193	0.88	-0.133	1.23	-0.082
0.19	-0.127	0.54	-0.193	0.89	-0.131	1.24	-0.081
0.20	-0.133	0.55	-0.192	0.90	-0.128	1.25	-0.081
0.21	-0.139	0.56	-0.191	0.91	-0.126	1.26	-0.080
0.22	-0.144	0.57	-0.190	0.92	-0.123	1.27	-0.080
0.23	-0.149	0.58	-0.189	0.93	-0.121	1.28	-0.080
0.24	-0.155	0.59	-0.188	0.94	-0.118	1.29	-0.079
0.25	-0.160	0.60	-0.187	0.95	-0.115	1.30	-0.079
0.26	-0.164	0.61	-0.185	0.96	-0.113	1.31	-0.080
0.27	-0.168	0.62	-0.184	0.97	-0.111	1.32	-0.081
0.28	-0.172	0.63	-0.183	0.98	-0.108	1.33	-0.081
0.29	-0.175	0.64	-0.181	0.99	-0.106	1.34	-0.082
0.30	-0.178	0.65	-0.179	1.00	-0.103	1.35	-0.083
0.31	-0.180	0.66	-0.178	1.01	-0.101	1.36	-0.083
0.32	-0.183	0.67	-0.176	1.02	-0.099	1.37	-0.084
0.33	-0.186	0.68	-0.174	1.03	-0.097	1.38	-0.084
0.34	-0.188	0.69	-0.172	1.04	-0.095	1.39	-0.083
						1.395	-0.083

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 125: Procesamiento de datos de erosión– hora 5.00 – Caudal 232.65 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 232.65 l/s							
Caudal =		232.65 l/s					
Hora =		5.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.034	0.35	-0.199	0.70	-0.193	1.05	-0.115
0.01	-0.036	0.36	-0.200	0.71	-0.191	1.06	-0.113
0.02	-0.038	0.37	-0.202	0.72	-0.189	1.07	-0.110
0.03	-0.041	0.38	-0.203	0.73	-0.188	1.08	-0.108
0.04	-0.045	0.39	-0.204	0.74	-0.186	1.09	-0.106
0.05	-0.050	0.40	-0.206	0.75	-0.184	1.10	-0.104
0.06	-0.055	0.41	-0.206	0.76	-0.182	1.11	-0.102
0.07	-0.060	0.42	-0.206	0.77	-0.180	1.12	-0.100
0.08	-0.066	0.43	-0.207	0.78	-0.178	1.13	-0.099
0.09	-0.072	0.44	-0.207	0.79	-0.176	1.14	-0.097
0.10	-0.077	0.45	-0.207	0.80	-0.174	1.15	-0.095
0.11	-0.083	0.46	-0.207	0.81	-0.172	1.16	-0.094
0.12	-0.089	0.47	-0.208	0.82	-0.170	1.17	-0.093
0.13	-0.095	0.48	-0.208	0.83	-0.168	1.18	-0.092
0.14	-0.101	0.49	-0.208	0.84	-0.166	1.19	-0.091
0.15	-0.107	0.50	-0.208	0.85	-0.164	1.20	-0.090
0.16	-0.113	0.51	-0.208	0.86	-0.162	1.21	-0.089
0.17	-0.119	0.52	-0.207	0.87	-0.160	1.22	-0.088
0.18	-0.126	0.53	-0.207	0.88	-0.158	1.23	-0.087
0.19	-0.132	0.54	-0.207	0.89	-0.155	1.24	-0.086
0.20	-0.138	0.55	-0.207	0.90	-0.153	1.25	-0.086
0.21	-0.144	0.56	-0.206	0.91	-0.150	1.26	-0.085
0.22	-0.149	0.57	-0.206	0.92	-0.148	1.27	-0.085
0.23	-0.155	0.58	-0.206	0.93	-0.145	1.28	-0.085
0.24	-0.160	0.59	-0.205	0.94	-0.143	1.29	-0.085
0.25	-0.165	0.60	-0.205	0.95	-0.140	1.30	-0.085
0.26	-0.170	0.61	-0.204	0.96	-0.137	1.31	-0.084
0.27	-0.175	0.62	-0.203	0.97	-0.135	1.32	-0.084
0.28	-0.179	0.63	-0.202	0.98	-0.132	1.33	-0.084
0.29	-0.183	0.64	-0.201	0.99	-0.130	1.34	-0.085
0.30	-0.186	0.65	-0.200	1.00	-0.127	1.35	-0.085
0.31	-0.189	0.66	-0.199	1.01	-0.124	1.36	-0.085
0.32	-0.192	0.67	-0.197	1.02	-0.122	1.37	-0.085
0.33	-0.194	0.68	-0.196	1.03	-0.120	1.38	-0.085
0.34	-0.197	0.69	-0.194	1.04	-0.117	1.39	-0.085
						1.395	-0.086

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 126: Procesamiento de datos de erosión– hora 6.00 – Caudal 232.65 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 232.65 l/s							
Caudal =		232.65 l/s					
Hora =		6.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.037	0.35	-0.209	0.70	-0.214	1.05	-0.141
0.01	-0.037	0.36	-0.211	0.71	-0.213	1.06	-0.138
0.02	-0.039	0.37	-0.213	0.72	-0.211	1.07	-0.136
0.03	-0.041	0.38	-0.215	0.73	-0.210	1.08	-0.133
0.04	-0.045	0.39	-0.216	0.74	-0.209	1.09	-0.131
0.05	-0.050	0.40	-0.217	0.75	-0.207	1.10	-0.128
0.06	-0.056	0.41	-0.218	0.76	-0.206	1.11	-0.126
0.07	-0.062	0.42	-0.219	0.77	-0.204	1.12	-0.123
0.08	-0.067	0.43	-0.220	0.78	-0.203	1.13	-0.120
0.09	-0.073	0.44	-0.221	0.79	-0.201	1.14	-0.118
0.10	-0.079	0.45	-0.222	0.80	-0.199	1.15	-0.116
0.11	-0.085	0.46	-0.223	0.81	-0.198	1.16	-0.114
0.12	-0.092	0.47	-0.223	0.82	-0.196	1.17	-0.113
0.13	-0.098	0.48	-0.224	0.83	-0.194	1.18	-0.111
0.14	-0.103	0.49	-0.224	0.84	-0.192	1.19	-0.109
0.15	-0.109	0.50	-0.224	0.85	-0.190	1.20	-0.107
0.16	-0.115	0.51	-0.225	0.86	-0.188	1.21	-0.106
0.17	-0.121	0.52	-0.225	0.87	-0.186	1.22	-0.104
0.18	-0.128	0.53	-0.225	0.88	-0.184	1.23	-0.102
0.19	-0.134	0.54	-0.225	0.89	-0.182	1.24	-0.101
0.20	-0.140	0.55	-0.225	0.90	-0.179	1.25	-0.100
0.21	-0.146	0.56	-0.225	0.91	-0.176	1.26	-0.099
0.22	-0.152	0.57	-0.224	0.92	-0.174	1.27	-0.098
0.23	-0.158	0.58	-0.224	0.93	-0.172	1.28	-0.097
0.24	-0.164	0.59	-0.224	0.94	-0.169	1.29	-0.097
0.25	-0.170	0.60	-0.223	0.95	-0.167	1.30	-0.096
0.26	-0.175	0.61	-0.223	0.96	-0.164	1.31	-0.096
0.27	-0.180	0.62	-0.222	0.97	-0.161	1.32	-0.096
0.28	-0.184	0.63	-0.221	0.98	-0.159	1.33	-0.096
0.29	-0.188	0.64	-0.220	0.99	-0.157	1.34	-0.096
0.30	-0.193	0.65	-0.220	1.00	-0.154	1.35	-0.097
0.31	-0.197	0.66	-0.219	1.01	-0.151	1.36	-0.097
0.32	-0.200	0.67	-0.217	1.02	-0.149	1.37	-0.096
0.33	-0.203	0.68	-0.216	1.03	-0.146	1.38	-0.095
0.34	-0.207	0.69	-0.215	1.04	-0.144	1.39	-0.094
						1.395	-0.094

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 127: Procesamiento de datos de erosión– hora 7.00 – Caudal 232.65 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 232.65 l/s							
Caudal =		232.65 l/s					
Hora =		7.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.037	0.35	-0.211	0.70	-0.227	1.05	-0.162
0.01	-0.037	0.36	-0.213	0.71	-0.226	1.06	-0.159
0.02	-0.039	0.37	-0.216	0.72	-0.225	1.07	-0.157
0.03	-0.041	0.38	-0.218	0.73	-0.224	1.08	-0.154
0.04	-0.045	0.39	-0.220	0.74	-0.223	1.09	-0.151
0.05	-0.050	0.40	-0.221	0.75	-0.222	1.10	-0.148
0.06	-0.056	0.41	-0.223	0.76	-0.221	1.11	-0.146
0.07	-0.062	0.42	-0.224	0.77	-0.219	1.12	-0.143
0.08	-0.069	0.43	-0.226	0.78	-0.218	1.13	-0.141
0.09	-0.075	0.44	-0.227	0.79	-0.216	1.14	-0.139
0.10	-0.081	0.45	-0.228	0.80	-0.215	1.15	-0.136
0.11	-0.086	0.46	-0.230	0.81	-0.213	1.16	-0.134
0.12	-0.092	0.47	-0.231	0.82	-0.212	1.17	-0.132
0.13	-0.097	0.48	-0.232	0.83	-0.210	1.18	-0.130
0.14	-0.103	0.49	-0.233	0.84	-0.208	1.19	-0.128
0.15	-0.108	0.50	-0.233	0.85	-0.207	1.20	-0.126
0.16	-0.114	0.51	-0.234	0.86	-0.205	1.21	-0.124
0.17	-0.120	0.52	-0.235	0.87	-0.203	1.22	-0.122
0.18	-0.126	0.53	-0.235	0.88	-0.201	1.23	-0.121
0.19	-0.133	0.54	-0.236	0.89	-0.199	1.24	-0.119
0.20	-0.139	0.55	-0.236	0.90	-0.197	1.25	-0.117
0.21	-0.145	0.56	-0.236	0.91	-0.195	1.26	-0.116
0.22	-0.151	0.57	-0.236	0.92	-0.193	1.27	-0.114
0.23	-0.157	0.58	-0.236	0.93	-0.191	1.28	-0.113
0.24	-0.163	0.59	-0.235	0.94	-0.189	1.29	-0.111
0.25	-0.169	0.60	-0.235	0.95	-0.186	1.30	-0.110
0.26	-0.175	0.61	-0.235	0.96	-0.184	1.31	-0.109
0.27	-0.180	0.62	-0.234	0.97	-0.182	1.32	-0.108
0.28	-0.185	0.63	-0.234	0.98	-0.180	1.33	-0.107
0.29	-0.189	0.64	-0.233	0.99	-0.178	1.34	-0.107
0.30	-0.193	0.65	-0.232	1.00	-0.176	1.35	-0.107
0.31	-0.197	0.66	-0.231	1.01	-0.173	1.36	-0.106
0.32	-0.201	0.67	-0.230	1.02	-0.171	1.37	-0.106
0.33	-0.205	0.68	-0.229	1.03	-0.168	1.38	-0.106
0.34	-0.208	0.69	-0.228	1.04	-0.165	1.39	-0.107
						1.395	-0.107

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 128: Procesamiento de datos de erosión- hora 8.00 – Caudal 232.65 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 232.65 l/s							
Caudal =		232.65 l/s					
Hora =		8.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.031	0.35	-0.211	0.70	-0.240	1.05	-0.178
0.01	-0.033	0.36	-0.215	0.71	-0.239	1.06	-0.175
0.02	-0.036	0.37	-0.218	0.72	-0.238	1.07	-0.173
0.03	-0.039	0.38	-0.221	0.73	-0.237	1.08	-0.170
0.04	-0.043	0.39	-0.223	0.74	-0.236	1.09	-0.168
0.05	-0.047	0.40	-0.226	0.75	-0.235	1.10	-0.165
0.06	-0.053	0.41	-0.228	0.76	-0.234	1.11	-0.163
0.07	-0.058	0.42	-0.230	0.77	-0.233	1.12	-0.160
0.08	-0.064	0.43	-0.231	0.78	-0.232	1.13	-0.158
0.09	-0.069	0.44	-0.233	0.79	-0.230	1.14	-0.156
0.10	-0.075	0.45	-0.234	0.80	-0.229	1.15	-0.153
0.11	-0.080	0.46	-0.236	0.81	-0.227	1.16	-0.151
0.12	-0.086	0.47	-0.237	0.82	-0.226	1.17	-0.149
0.13	-0.091	0.48	-0.238	0.83	-0.224	1.18	-0.147
0.14	-0.097	0.49	-0.240	0.84	-0.223	1.19	-0.145
0.15	-0.103	0.50	-0.241	0.85	-0.221	1.20	-0.143
0.16	-0.109	0.51	-0.242	0.86	-0.219	1.21	-0.141
0.17	-0.115	0.52	-0.242	0.87	-0.218	1.22	-0.139
0.18	-0.121	0.53	-0.243	0.88	-0.216	1.23	-0.137
0.19	-0.127	0.54	-0.244	0.89	-0.214	1.24	-0.135
0.20	-0.133	0.55	-0.244	0.90	-0.212	1.25	-0.133
0.21	-0.139	0.56	-0.244	0.91	-0.210	1.26	-0.132
0.22	-0.145	0.57	-0.244	0.92	-0.208	1.27	-0.130
0.23	-0.151	0.58	-0.244	0.93	-0.206	1.28	-0.129
0.24	-0.158	0.59	-0.244	0.94	-0.204	1.29	-0.127
0.25	-0.164	0.60	-0.244	0.95	-0.201	1.30	-0.126
0.26	-0.170	0.61	-0.244	0.96	-0.199	1.31	-0.125
0.27	-0.176	0.62	-0.244	0.97	-0.197	1.32	-0.124
0.28	-0.181	0.63	-0.244	0.98	-0.195	1.33	-0.123
0.29	-0.187	0.64	-0.243	0.99	-0.193	1.34	-0.122
0.30	-0.192	0.65	-0.243	1.00	-0.190	1.35	-0.121
0.31	-0.196	0.66	-0.242	1.01	-0.188	1.36	-0.121
0.32	-0.200	0.67	-0.242	1.02	-0.186	1.37	-0.120
0.33	-0.204	0.68	-0.241	1.03	-0.183	1.38	-0.119
0.34	-0.208	0.69	-0.240	1.04	-0.181	1.39	-0.119
						1.395	-0.119

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 129: Procesamiento de datos de erosión- hora 9.00 – Caudal 232.65 l/s.

PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 232.65 l/s

Caudal =	232.65 l/s
Hora =	9.00

Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.027	0.35	-0.211	0.70	-0.244	1.05	-0.186
0.01	-0.029	0.36	-0.215	0.71	-0.243	1.06	-0.183
0.02	-0.032	0.37	-0.219	0.72	-0.242	1.07	-0.181
0.03	-0.036	0.38	-0.222	0.73	-0.242	1.08	-0.178
0.04	-0.041	0.39	-0.224	0.74	-0.241	1.09	-0.176
0.05	-0.047	0.40	-0.227	0.75	-0.240	1.10	-0.174
0.06	-0.053	0.41	-0.229	0.76	-0.239	1.11	-0.172
0.07	-0.058	0.42	-0.231	0.77	-0.238	1.12	-0.169
0.08	-0.064	0.43	-0.233	0.78	-0.237	1.13	-0.167
0.09	-0.069	0.44	-0.234	0.79	-0.236	1.14	-0.165
0.10	-0.074	0.45	-0.236	0.80	-0.235	1.15	-0.162
0.11	-0.080	0.46	-0.237	0.81	-0.234	1.16	-0.160
0.12	-0.085	0.47	-0.239	0.82	-0.232	1.17	-0.158
0.13	-0.090	0.48	-0.240	0.83	-0.231	1.18	-0.156
0.14	-0.095	0.49	-0.241	0.84	-0.229	1.19	-0.154
0.15	-0.101	0.50	-0.242	0.85	-0.228	1.20	-0.152
0.16	-0.106	0.51	-0.243	0.86	-0.227	1.21	-0.149
0.17	-0.112	0.52	-0.244	0.87	-0.225	1.22	-0.148
0.18	-0.118	0.53	-0.245	0.88	-0.223	1.23	-0.146
0.19	-0.124	0.54	-0.245	0.89	-0.222	1.24	-0.144
0.20	-0.130	0.55	-0.246	0.90	-0.220	1.25	-0.142
0.21	-0.136	0.56	-0.246	0.91	-0.218	1.26	-0.140
0.22	-0.142	0.57	-0.247	0.92	-0.216	1.27	-0.139
0.23	-0.148	0.58	-0.247	0.93	-0.214	1.28	-0.137
0.24	-0.154	0.59	-0.248	0.94	-0.212	1.29	-0.136
0.25	-0.160	0.60	-0.248	0.95	-0.210	1.30	-0.134
0.26	-0.167	0.61	-0.248	0.96	-0.207	1.31	-0.133
0.27	-0.173	0.62	-0.247	0.97	-0.205	1.32	-0.132
0.28	-0.179	0.63	-0.247	0.98	-0.203	1.33	-0.130
0.29	-0.184	0.64	-0.247	0.99	-0.201	1.34	-0.129
0.30	-0.189	0.65	-0.247	1.00	-0.198	1.35	-0.128
0.31	-0.194	0.66	-0.246	1.01	-0.196	1.36	-0.127
0.32	-0.199	0.67	-0.246	1.02	-0.193	1.37	-0.125
0.33	-0.203	0.68	-0.245	1.03	-0.191	1.38	-0.124
0.34	-0.207	0.69	-0.245	1.04	-0.188	1.39	-0.123
						1.395	-0.123

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 130: Procesamiento de datos de erosión- hora 10.00 – Caudal 232.65 l/s.

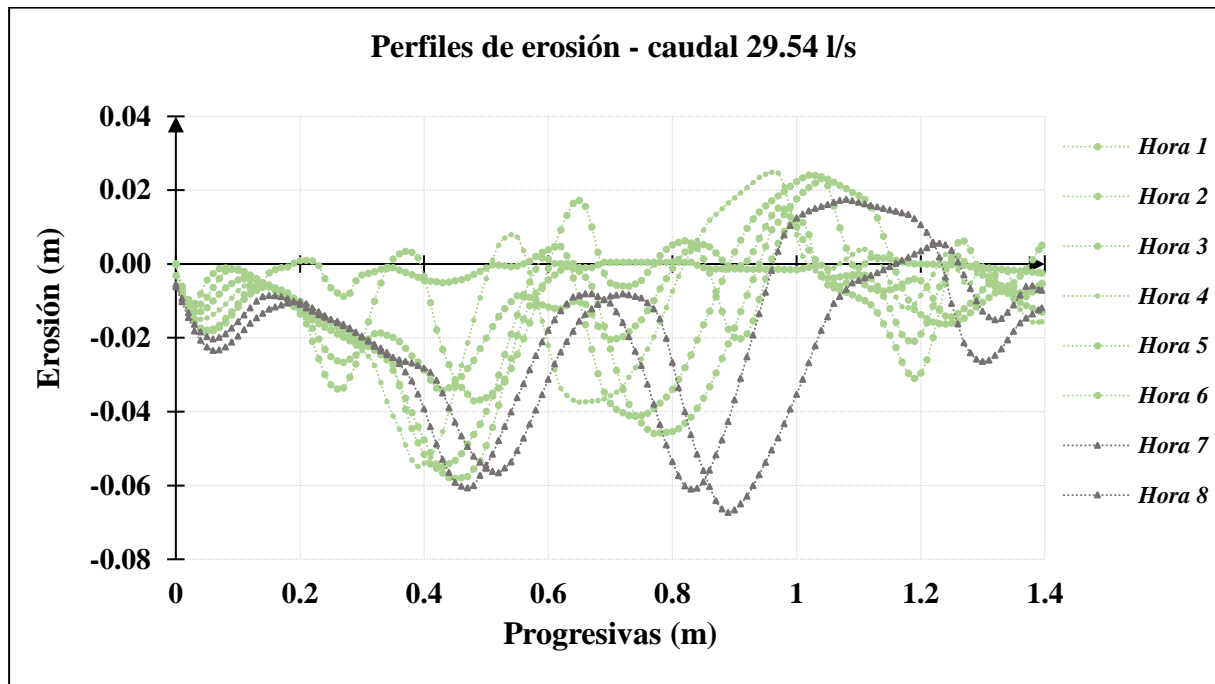
PROCESAMIENTO DE DATOS DE EROSIÓN- CAUDAL 232.65 l/s							
Caudal =		232.65 l/s					
Hora =		10.00					
Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)	Prog. (m)	Erosión (m)
0.00	-0.028	0.35	-0.213	0.70	-0.249	1.05	-0.190
0.01	-0.030	0.36	-0.217	0.71	-0.248	1.06	-0.188
0.02	-0.034	0.37	-0.220	0.72	-0.247	1.07	-0.186
0.03	-0.039	0.38	-0.223	0.73	-0.247	1.08	-0.183
0.04	-0.044	0.39	-0.225	0.74	-0.246	1.09	-0.181
0.05	-0.050	0.40	-0.227	0.75	-0.245	1.10	-0.179
0.06	-0.055	0.41	-0.230	0.76	-0.244	1.11	-0.176
0.07	-0.061	0.42	-0.232	0.77	-0.242	1.12	-0.174
0.08	-0.067	0.43	-0.233	0.78	-0.241	1.13	-0.172
0.09	-0.072	0.44	-0.235	0.79	-0.240	1.14	-0.169
0.10	-0.078	0.45	-0.237	0.80	-0.238	1.15	-0.167
0.11	-0.084	0.46	-0.238	0.81	-0.237	1.16	-0.164
0.12	-0.089	0.47	-0.239	0.82	-0.236	1.17	-0.161
0.13	-0.095	0.48	-0.241	0.83	-0.235	1.18	-0.159
0.14	-0.100	0.49	-0.242	0.84	-0.233	1.19	-0.157
0.15	-0.106	0.50	-0.243	0.85	-0.232	1.20	-0.155
0.16	-0.112	0.51	-0.244	0.86	-0.230	1.21	-0.153
0.17	-0.117	0.52	-0.245	0.87	-0.229	1.22	-0.151
0.18	-0.123	0.53	-0.246	0.88	-0.227	1.23	-0.150
0.19	-0.129	0.54	-0.247	0.89	-0.225	1.24	-0.148
0.20	-0.135	0.55	-0.248	0.90	-0.224	1.25	-0.147
0.21	-0.141	0.56	-0.249	0.91	-0.222	1.26	-0.145
0.22	-0.146	0.57	-0.249	0.92	-0.220	1.27	-0.144
0.23	-0.152	0.58	-0.250	0.93	-0.218	1.28	-0.143
0.24	-0.158	0.59	-0.250	0.94	-0.216	1.29	-0.141
0.25	-0.164	0.60	-0.251	0.95	-0.214	1.30	-0.139
0.26	-0.170	0.61	-0.251	0.96	-0.211	1.31	-0.137
0.27	-0.176	0.62	-0.251	0.97	-0.209	1.32	-0.136
0.28	-0.182	0.63	-0.251	0.98	-0.207	1.33	-0.134
0.29	-0.187	0.64	-0.251	0.99	-0.204	1.34	-0.132
0.30	-0.192	0.65	-0.251	1.00	-0.202	1.35	-0.131
0.31	-0.197	0.66	-0.251	1.01	-0.200	1.36	-0.129
0.32	-0.201	0.67	-0.251	1.02	-0.197	1.37	-0.128
0.33	-0.205	0.68	-0.250	1.03	-0.195	1.38	-0.127
0.34	-0.209	0.69	-0.249	1.04	-0.192	1.39	-0.126
						1.395	-0.126

Fuente: (Archivo del autor)



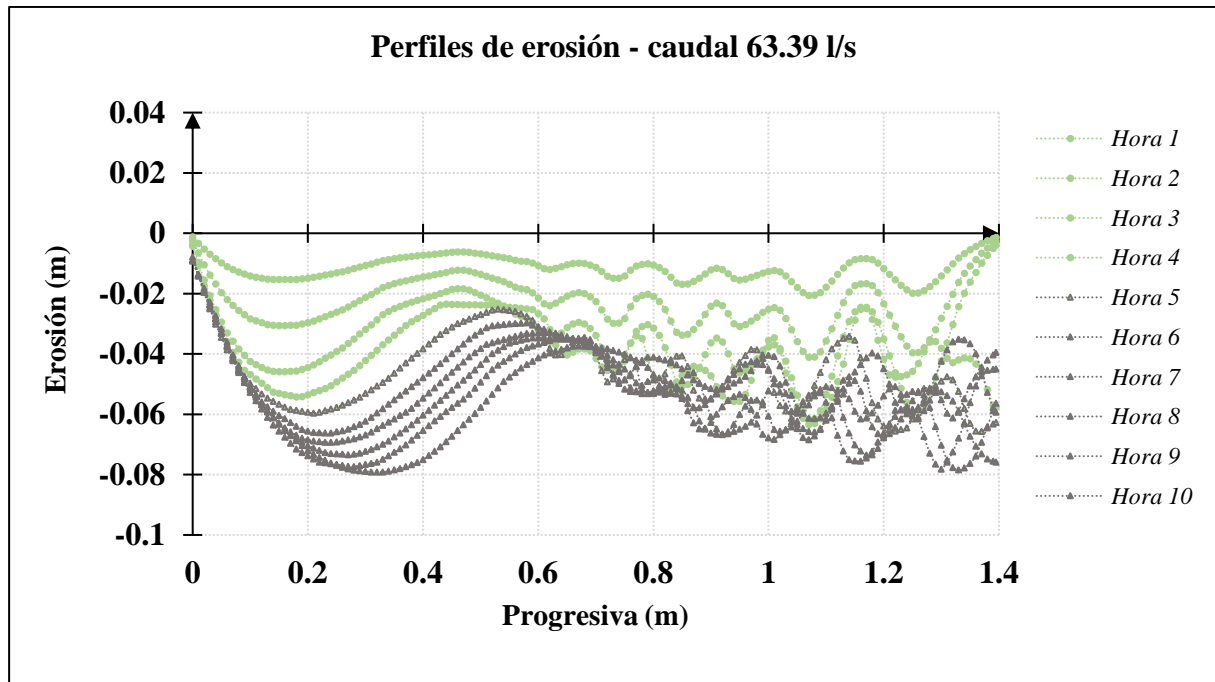
6.9.4. Gráficos de perfiles de erosión

Gráfico 10: Perfiles de erosión – Caudal 29.54 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

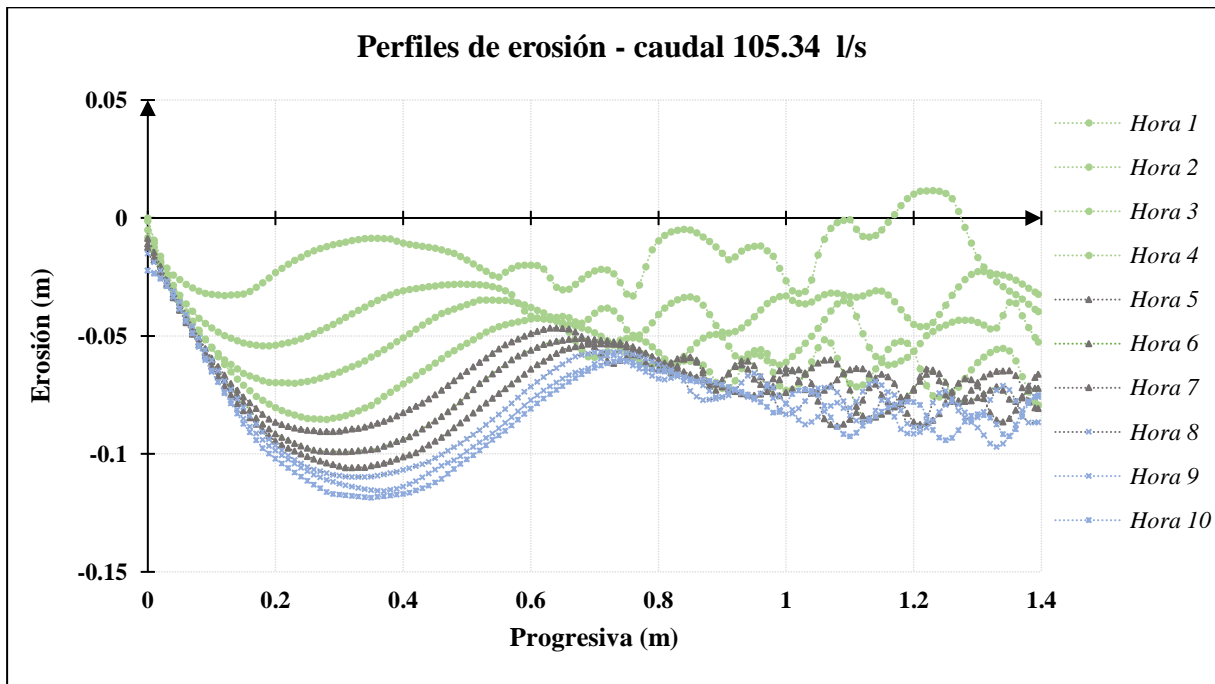
Gráfico 11: Perfiles de erosión – Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

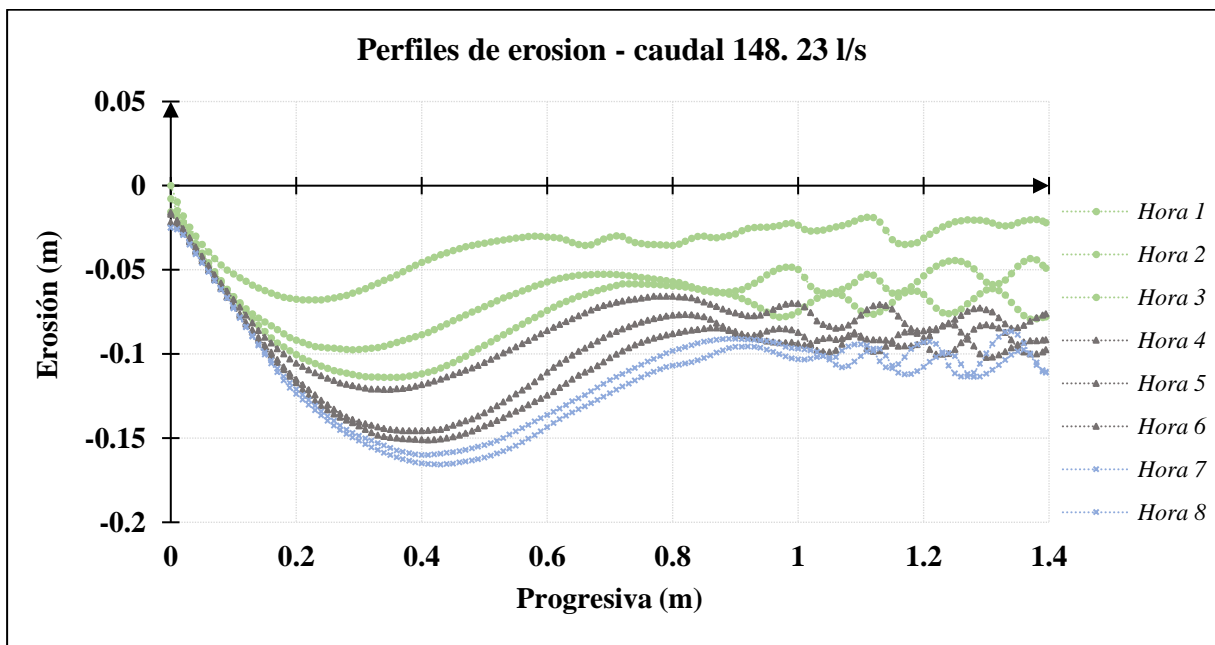


Gráfico 12: Perfiles de erosión – Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

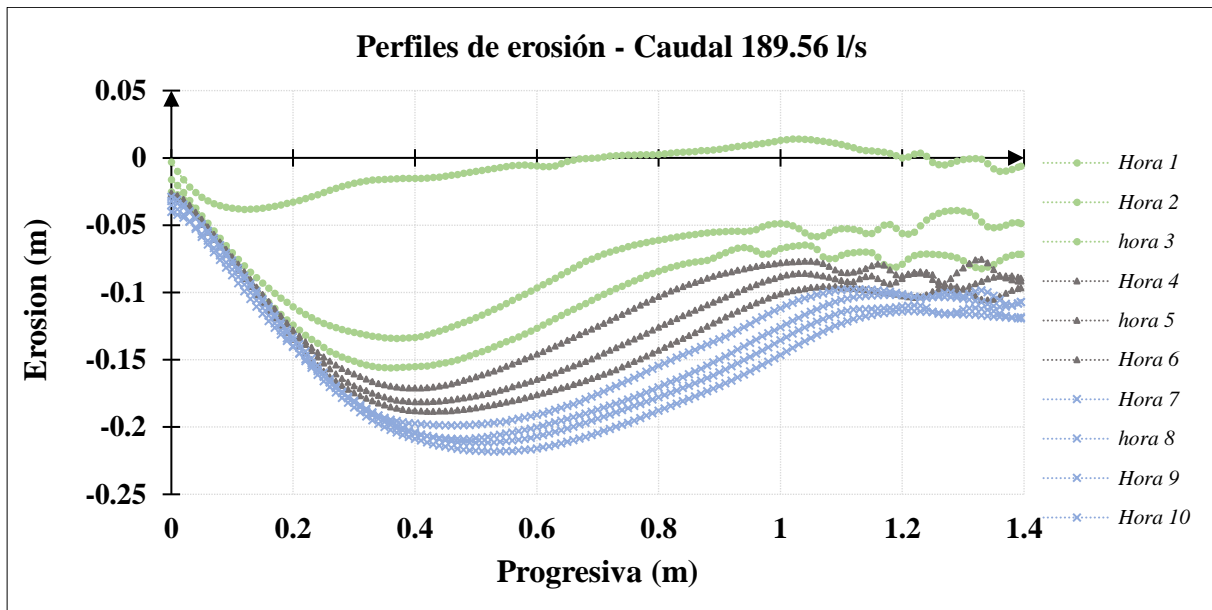
Gráfico 13: Perfiles de erosión – Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

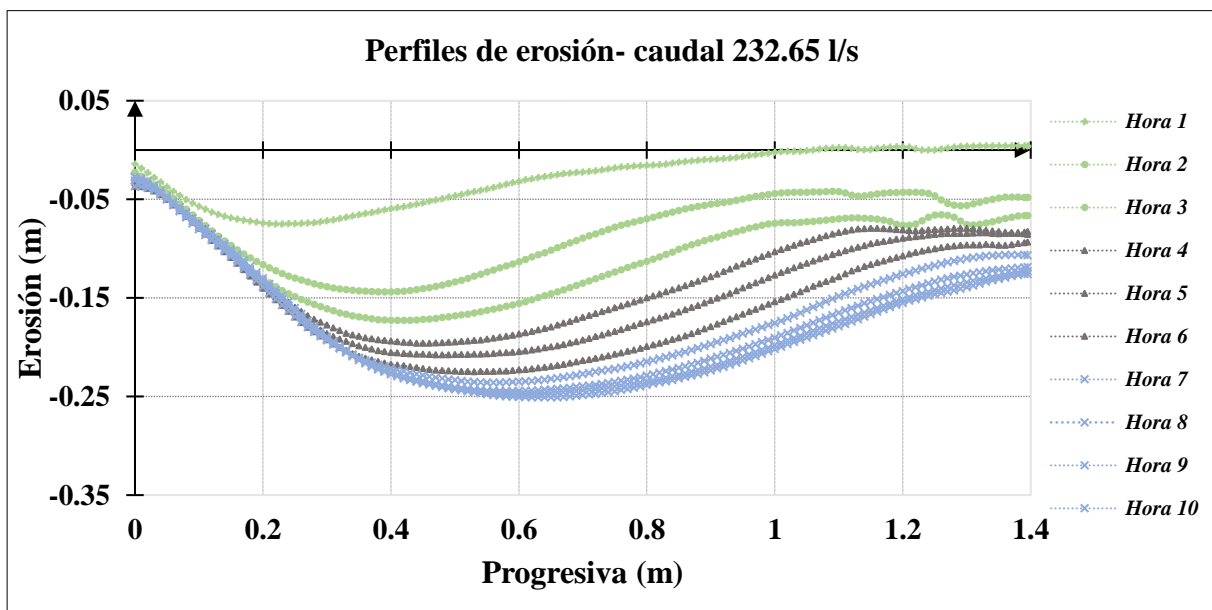


Gráfico 14: Perfiles de erosión – Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Gráfico 15: Perfiles de erosión – Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

6.9.5. Análisis de erosión

En los gráficos de perfiles de erosión se observa el desarrollo de la erosión en un tiempo de 8 a 10 horas, dando como resultado 0.023 m, 0.073 m, 0.110 m, 0.166 m, 0.209 m, y 0.244 m respectivamente, se observó 3 fases durante el desarrollo de erosión, estas se pueden visualizar



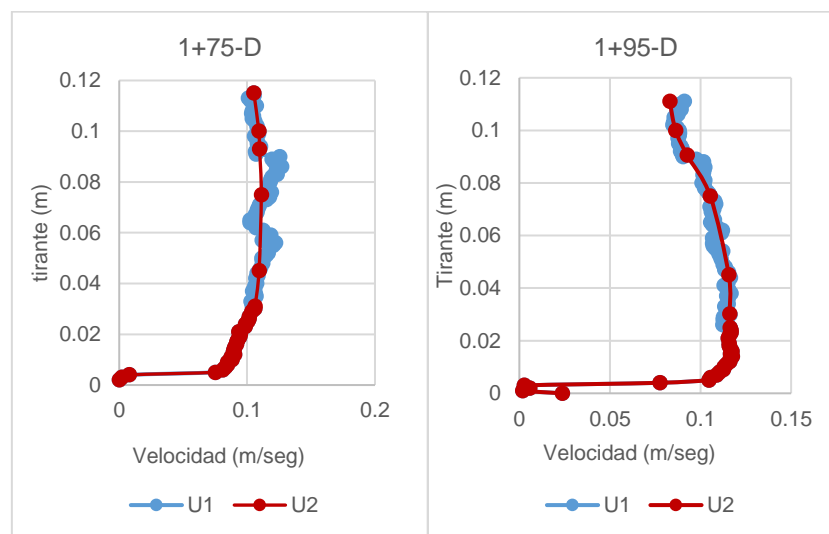
en las gráficas de los perfiles de erosión. Fase1(perfiles de color verde), desciende todo el lecho e inicia la formación de del cuenco de erosión. Fase 2 (perfiles de color negro) la erosión en el talud aguas arriba del cuenco es mínima llegando a un estado de cuasi equilibrio. Fase 3 (perfiles de color celeste) sobre el talud aguas arriba del cuenco, inicia un proceso de deposición, las partículas removidas por el chorro, tienden a retornar y depositarse sobre el talud aguas arriba, esto se corrobora con los perfiles de velocidad. En los ensayos que corresponde a los caudales de 105.34 l/s y 148.23 l/s después de las 5 horas se observa una deposición en el talud aguas arriba del cuenco, la deposición de las partículas se observa también a partir de las 6 horas de ensayo en los ensayos que corresponden a los caudales 189.56 l/s y 232.65 l/s.

6.10. Procesamiento de perfiles de velocidad

6.10.1. Procesamiento de perfiles de velocidad

Para el procesamiento de los datos de velocidad se consideró tomar los puntos medios de cada 3 cm de datos de velocidad, debido a la gran vibración que se produce durante el ensayo, el equipo de toma de datos, vectrino profiler, presenta una deficiencia en la colecta, los datos obtenidos presentan una elevada dispersión como se muestra en el siguiente gráfico, que corresponde al ensayo N°01 que corresponde al caudal de 29.55 l/s y las progresivas 1+75-D y 1+95-D.

Gráfico 16: Procesamiento de datos de velocidad



Fuente: (Archivo del autor)



6.10.2. Procesamiento de datos de velocidad

Tabla 131: Procesamiento de velocidades de 2+45-D a 2+75-D Caudal 29.54 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	26/09/2019
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 29.54 l/s
-------------	--

PROGRESIVA: 2+45-D		PROGRESIVA: 2+65-D		PROGRESIVA: 2+65-D		PROGRESIVA: 2+75-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.000	0.000	0.000	0.002	0.027	0.187	0.000	0.001
0.001	0.000	0.002	0.001	0.027	0.187	0.001	0.002
0.002	0.001	0.003	0.012	0.028	0.195	0.002	0.011
0.003	0.007	0.004	0.046	0.029	0.198	0.003	0.073
0.004	0.078	0.005	0.073	0.030	0.202	0.004	0.118
0.005	0.113	0.006	0.106			0.005	0.181
0.006	0.143	0.007	0.113			0.006	0.201
0.007	0.166	0.008	0.115			0.007	0.204
0.008	0.205	0.009	0.114			0.008	0.206
0.009	0.236	0.010	0.116			0.009	0.206
0.010	0.264	0.011	0.124			0.010	0.209
0.011	0.293	0.012	0.130			0.011	0.204
0.012	0.307	0.013	0.133			0.012	0.206
0.013	0.321	0.014	0.139			0.013	0.206
0.014	0.333	0.015	0.142			0.014	0.201
0.015	0.331	0.016	0.148			0.015	0.193
0.016	0.333	0.017	0.148			0.016	0.181
		0.018	0.151			0.017	0.165
		0.019	0.154			0.018	0.138
		0.020	0.158			0.019	0.107
		0.021	0.165			0.020	0.079
		0.022	0.169				
		0.023	0.171				
		0.024	0.176				
		0.025	0.179				
		0.026	0.186				

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 132: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+35-D Caudal 29.54 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	26/09/2019
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 29.54 l/s
-------------	--

PROGRESIVA: 2+95-D		PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+35-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.000	0.001	0.000	0.001	0.027	0.171	0.000	0.002
0.001	0.001	0.001	0.001	0.028	0.177	0.001	0.008
0.002	0.001	0.002	0.000	0.029	0.187	0.002	0.054
0.003	0.014	0.003	0.000	0.029	0.187	0.003	0.185
0.004	0.152	0.004	-0.024	0.030	0.192	0.004	0.217
0.005	0.232	0.005	-0.027	0.031	0.200	0.005	0.214
0.006	0.261	0.006	-0.019	0.032	0.206	0.006	0.209
0.007	0.267	0.007	0.018	0.033	0.207	0.007	0.209
0.008	0.266	0.008	0.048	0.034	0.210	0.008	0.199
0.009	0.267	0.009	0.042	0.035	0.209	0.009	0.187
0.010	0.262	0.010	0.054	0.036	0.200		
0.011	0.260	0.011	0.066	0.037	0.191		
0.012	0.255	0.012	0.074	0.038	0.176		
0.013	0.243	0.013	0.074	0.038	0.176		
0.014	0.229	0.014	0.077	0.039	0.157		
0.015	0.207	0.015	0.079	0.040	0.141		
0.016	0.187	0.016	0.084				
0.017	0.155	0.017	0.092				
0.018	0.125	0.018	0.096				
		0.019	0.102				
		0.020	0.112				
		0.021	0.119				
		0.022	0.130				
		0.023	0.135				
		0.024	0.149				
		0.025	0.155				
		0.026	0.161				

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 133: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+95-D Caudal 29.54 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	26/09/2019
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

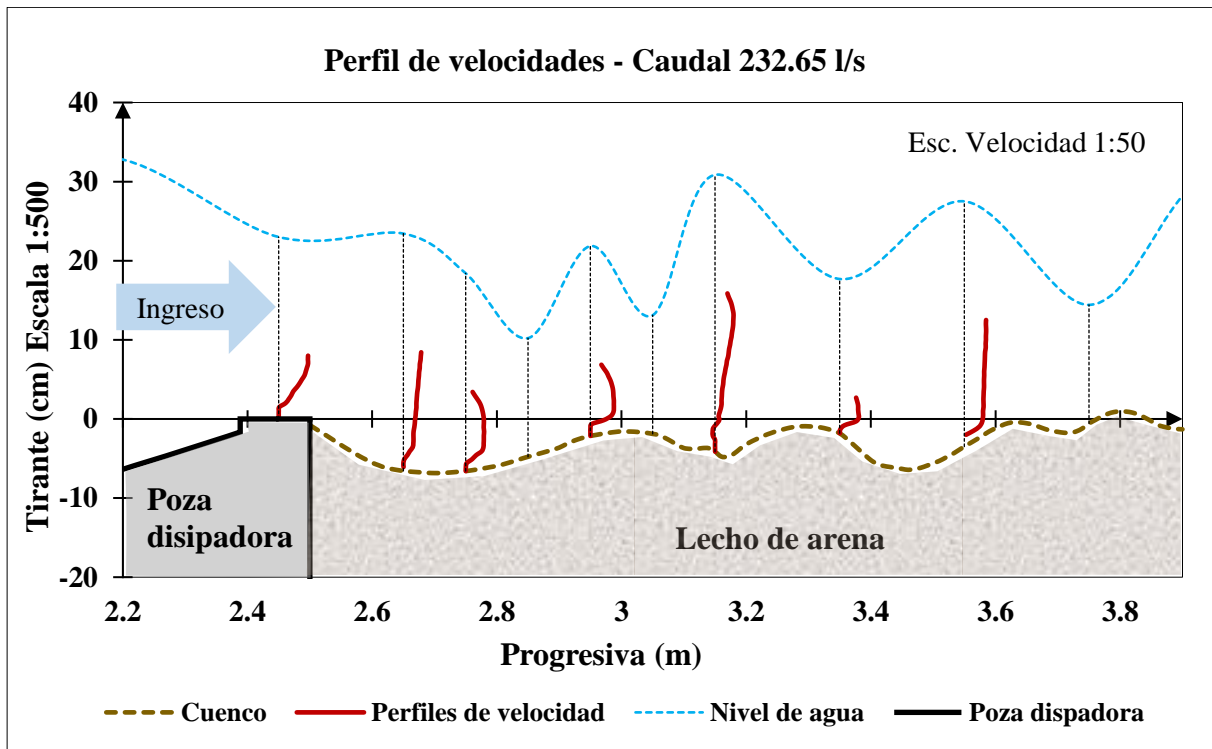
F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 29.54 l/s
-------------	--

PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+95-D		PROGRESIVA: 3+95-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.000	0.019	0.026	0.247	0.000	0.002	0.026	0.240
0.001	0.104	0.027	0.247	0.001	0.005	0.027	0.244
0.002	0.168	0.028	0.245	0.002	0.003	0.028	0.242
0.003	0.198	0.029	0.247	0.003	0.003	0.029	0.247
0.004	0.209			0.004	0.013		
0.005	0.213			0.005	0.058		
0.006	0.212			0.006	0.087		
0.007	0.218			0.007	0.103		
0.008	0.218			0.008	0.107		
0.009	0.217			0.009	0.109		
0.010	0.219			0.010	0.119		
0.011	0.220			0.011	0.127		
0.012	0.224			0.012	0.132		
0.013	0.223			0.013	0.140		
0.014	0.223			0.014	0.145		
0.015	0.226			0.015	0.153		
0.016	0.225			0.016	0.162		
0.017	0.229			0.017	0.174		
0.018	0.230			0.018	0.181		
0.019	0.233			0.019	0.187		
0.020	0.234			0.020	0.198		
0.021	0.236			0.021	0.207		
0.022	0.243			0.022	0.217		
0.022	0.243			0.023	0.224		
0.023	0.242			0.024	0.232		
0.024	0.245			0.025	0.238		
0.025	0.245			0.026	0.240		

Fuente: (Archivo del autor)



Gráfico 17: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 29.54 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 134: Procesamiento de velocidades de 2+45-B a 2+65-D Caudal 63.39 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	4/10/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 63.39 l/s
-------------	--

PROGRESIVA: 2+45-B		PROGRESIVA: 2+45-B		PROGRESIVA: 2+65-D		PROGRESIVA: 2+65-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.000	0.013	0.028	0.494	0.000	-0.001	0.028	0.027
0.003	0.001	0.029	0.482	0.003	-0.003	0.045	0.120
0.004	0.079	0.030	0.480	0.004	-0.025	0.075	0.253
0.005	0.096	0.031	0.483	0.005	-0.048	0.084	0.284
0.006	0.147	0.031	0.483	0.006	-0.068	0.100	0.297
0.007	0.194	0.032	0.479	0.007	-0.076		
0.008	0.218	0.033	0.473	0.008	-0.084		
0.009	0.274	0.034	0.469	0.009	-0.088		
0.010	0.313	0.035	0.463	0.010	-0.092		
0.011	0.337	0.036	0.459	0.011	-0.089		
0.012	0.374	0.037	0.453	0.012	-0.086		
0.013	0.405	0.038	0.446	0.013	-0.077		
0.014	0.445	0.039	0.437	0.014	-0.076		
0.015	0.474	0.040	0.434	0.015	-0.069		
0.016	0.493	0.041	0.434	0.016	-0.056		
0.017	0.501	0.042	0.429	0.017	-0.048		
0.018	0.507	0.043	0.423	0.018	-0.039		
0.019	0.509	0.044	0.417	0.019	-0.031		
0.020	0.515	0.045	0.416	0.020	-0.023		
0.021	0.509	0.046	0.412	0.021	-0.017		
0.022	0.505	0.047	0.410	0.022	-0.008		
0.023	0.500	0.052	0.390	0.023	0.007		
0.024	0.500			0.024	0.012		
0.025	0.500			0.025	0.017		
0.026	0.499			0.026	0.023		
0.027	0.497			0.027	0.026		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 135: Procesamiento de velocidades de 2+75-D a 2+85-D Caudal 63.39 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	4/10/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD – CAUDAL 36.39l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+75-D		PROGRESIVA: 2+75-D		PROGRESIVA: 2+85-D		PROGRESIVA: 2+85-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.000	0.000	0.045	0.052	0.000	0.000	0.060	0.109
0.003	-0.005	0.060	0.126	0.003	0.000	0.075	0.180
0.004	-0.036	0.075	0.214	0.004	-0.008	0.091	0.265
0.005	-0.050	0.090	0.292	0.005	-0.026	0.103	0.314
0.006	-0.064	0.097	0.322	0.006	-0.022	0.105	0.319
0.007	-0.067	0.105	0.353	0.007	-0.020	0.120	0.367
0.008	-0.064	0.121	0.393	0.008	-0.016	0.131	0.382
0.009	-0.057			0.009	-0.014		
0.010	-0.057			0.010	-0.012		
0.011	-0.054			0.011	-0.011		
0.012	-0.052			0.012	-0.011		
0.013	-0.050			0.013	-0.006		
0.014	-0.048			0.014	-0.002		
0.015	-0.042			0.015	0.002		
0.016	-0.045			0.016	0.004		
0.017	-0.039			0.017	0.003		
0.018	-0.036			0.018	0.005		
0.019	-0.033			0.019	0.007		
0.020	-0.029			0.020	0.010		
0.021	-0.024			0.021	0.010		
0.022	-0.018			0.022	0.010		
0.023	-0.014			0.023	0.017		
0.024	-0.014			0.024	0.018		
0.025	-0.011			0.025	0.022		
0.026	-0.012			0.034	0.035		
0.032	0.006			0.045	0.059		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 136: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+05-D Caudal 63.39 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	4/10/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 63.39 l/s
-------------	--

PROGRESIVA: 2+95-D		PROGRESIVA: 2+95-D		PROGRESIVA: 3+05-D		PROGRESIVA: 3+05-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.000	0.000	0.060	0.157	0.00	0.001	0.045	0.171
0.002	0.000	0.075	0.207	0.003	0.016	0.060	0.192
0.003	0.002	0.093	0.258	0.004	0.049	0.075	0.229
0.004	0.005	0.105	0.285	0.005	0.073	0.091	0.273
0.005	0.000	0.103	0.281	0.006	0.100	0.092	0.276
0.006	-0.002	0.122	0.315	0.007	0.119	0.105	0.324
0.007	0.004	0.131	0.317	0.008	0.120	0.111	0.342
0.008	0.008			0.009	0.124		
0.009	0.007			0.010	0.121		
0.010	0.006			0.011	0.121		
0.011	0.010			0.012	0.123		
0.012	0.014			0.013	0.127		
0.013	0.018			0.014	0.126		
0.014	0.019			0.015	0.129		
0.015	0.023			0.016	0.131		
0.016	0.027			0.017	0.132		
0.017	0.030			0.018	0.135		
0.018	0.031			0.019	0.135		
0.019	0.035			0.020	0.136		
0.020	0.039			0.021	0.134		
0.021	0.043			0.022	0.134		
0.022	0.049			0.023	0.134		
0.023	0.053			0.024	0.139		
0.030	0.067			0.025	0.142		
0.034	0.078			0.026	0.143		
0.045	0.111			0.030	0.147		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 137: Procesamiento de velocidades de 3+15-D a 3+35-D Caudal 63.39 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	4/10/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 63.39 l/s
-------------	--

PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+35-D		PROGRESIVA: 3+35-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.000	0.005	0.031	0.209	0.000	0.001	0.060	0.221
0.002	0.003	0.045	0.219	0.003	-0.005	0.075	0.225
0.003	0.018	0.062	0.228	0.004	-0.010	0.080	0.231
0.004	0.091	0.075	0.243	0.005	-0.001	0.085	0.237
0.005	0.154	0.085	0.259	0.006	0.017	0.094	0.249
0.006	0.176	0.092	0.271	0.007	0.044		
0.007	0.180	0.101	0.295	0.008	0.072		
0.008	0.184			0.009	0.094		
0.009	0.187			0.010	0.126		
0.010	0.190			0.011	0.152		
0.011	0.190			0.012	0.177		
0.012	0.190			0.013	0.196		
0.013	0.193			0.014	0.212		
0.014	0.196			0.015	0.213		
0.015	0.195			0.016	0.214		
0.016	0.199			0.017	0.217		
0.017	0.197			0.018	0.220		
0.018	0.198			0.019	0.221		
0.019	0.201			0.020	0.220		
0.020	0.202			0.021	0.221		
0.021	0.202			0.022	0.221		
0.022	0.201			0.023	0.220		
0.023	0.204			0.024	0.221		
0.024	0.205			0.025	0.220		
0.025	0.203			0.027	0.220		
0.028	0.206			0.045	0.217		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 138: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+95-D Caudal 63.39 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	4/10/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 63.39 l/s
-------------	--

PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+75-D		PROGRESIVA: 3+95-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.000	0.003	0.028	0.224	0.000	0.019	0.000	0.003
0.004	0.011	0.029	0.222	0.001	0.011	0.003	0.011
0.005	0.033	0.045	0.252	0.002	0.009	0.004	0.019
0.006	0.065	0.060	0.268	0.003	0.018	0.005	0.051
0.007	0.113	0.075	0.283	0.004	0.100	0.006	0.089
0.008	0.129	0.078	0.284	0.009	0.216	0.007	0.123
0.009	0.155	0.090	0.279	0.010	0.218	0.008	0.159
0.010	0.181			0.011	0.222	0.009	0.170
0.011	0.187			0.012	0.224	0.010	0.182
0.012	0.193			0.013	0.223	0.011	0.190
0.013	0.196			0.014	0.225	0.012	0.195
0.014	0.198			0.015	0.220	0.013	0.207
0.015	0.203			0.016	0.222	0.014	0.213
0.016	0.205			0.017	0.232	0.015	0.218
0.017	0.207			0.018	0.231	0.016	0.222
0.018	0.208			0.019	0.235	0.017	0.227
0.019	0.210			0.020	0.237	0.018	0.228
0.020	0.212			0.021	0.240	0.019	0.232
0.021	0.212			0.022	0.239	0.020	0.233
0.022	0.212			0.024	0.246	0.021	0.238
0.023	0.213			0.030	0.259	0.022	0.241
0.024	0.215			0.045	0.278	0.023	0.246
0.025	0.217			0.060	0.291	0.024	0.250
0.026	0.220			0.075	0.294	0.025	0.250
0.026	0.220			0.073	0.294	0.025	0.251
0.027	0.221			0.082	0.294	0.026	0.254

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 139: Procesamiento de velocidades de 3+95-D a 4+25-D Caudal 63.39 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	4/10/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

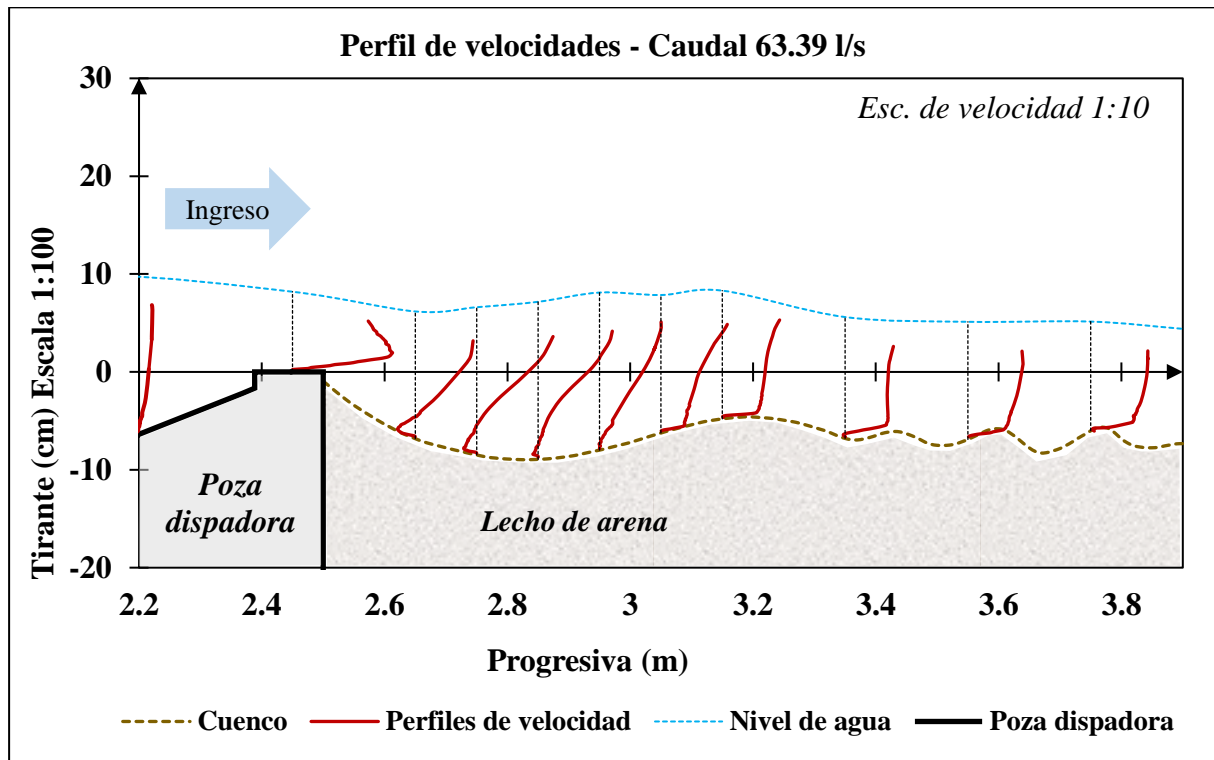
F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 63.39 l/s
-------------	--

PROGRESIVA: 3+95-D		PROGRESIVA: 4+25-D		PROGRESIVA: 4+25-D			
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)		
0.030	0.263	0.000	0.017	0.075	0.285		
0.045	0.283	0.001	0.007	0.080	0.284		
0.060	0.296	0.002	-0.001	0.090	0.283		
0.075	0.299	0.003	-0.002	0.094	0.279		
0.076	0.299	0.004	0.021				
0.087	0.293	0.005	0.041				
		0.006	0.069				
		0.007	0.089				
		0.008	0.112				
		0.009	0.132				
		0.010	0.140				
		0.011	0.156				
		0.012	0.171				
		0.013	0.181				
		0.014	0.192				
		0.015	0.203				
		0.016	0.212				
		0.017	0.214				
		0.018	0.219				
		0.019	0.222				
		0.020	0.222				
		0.022	0.226				
		0.027	0.238				
		0.030	0.245				
		0.045	0.266				
		0.060	0.279				

Fuente: (Archivo del autor)



Gráfico 18: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 140: Procesamiento de velocidades de 2+45-B a 2+65-D Caudal 105.34 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	7/11/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 105.34 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+45-B		PROGRESIVA: 2+45-B		PROGRESIVA: 2+65-D		PROGRESIVA: 2+65-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	0.003	0.069	0.470	0.001	0.000	0.046	0.084
0.004	0.010	0.070	0.468	0.003	-0.002	0.076	0.287
0.005	0.106	0.075	0.458	0.004	-0.011	0.105	0.435
0.006	0.174			0.005	-0.023	0.111	0.443
0.008	0.205			0.006	-0.040	0.135	0.476
0.009	0.213			0.007	-0.053	0.145	0.470
0.010	0.226			0.008	-0.064		
0.011	0.236			0.009	-0.069		
0.012	0.258			0.010	-0.064		
0.013	0.297			0.011	-0.061		
0.014	0.312			0.012	-0.059		
0.015	0.333			0.013	-0.059		
0.016	0.332			0.014	-0.059		
0.017	0.366			0.015	-0.056		
0.018	0.391			0.016	-0.054		
0.019	0.398			0.017	-0.048		
0.020	0.427			0.018	-0.042		
0.021	0.428			0.019	-0.036		
0.022	0.451			0.020	-0.032		
0.023	0.444			0.021	-0.024		
0.023	0.451			0.022	-0.019		
0.024	0.461			0.023	-0.015		
0.025	0.464			0.024	-0.007		
0.026	0.470			0.025	0.000		
0.032	0.498			0.030	0.021		
0.050	0.501			0.031	0.030		
0.060	0.492			0.037	0.053		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 141: Procesamiento de velocidades de 2+75-D a 2+85-D Caudal 105.34 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	 C.N.H.
--	--	---

FECHA:

7/11/2019

TESIS:

**“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS
ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN
ESCALA REDUCIDA 1/30”**

F-08

DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 105.34 l/s

PROGRESIVA: 2+75-D		PROGRESIVA: 2+75-D		PROGRESIVA: 2+85-D		PROGRESIVA: 2+85-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	-0.001	0.105	0.268	0.002	-0.001	0.105	0.179
0.002	0.000	0.126	0.355	0.003	0.000	0.135	0.271
0.003	-0.005	0.135	0.378	0.004	-0.012	0.138	0.282
0.004	-0.026	0.165	0.425	0.005	-0.036	0.165	0.389
0.005	-0.032	0.168	0.426	0.006	-0.036	0.184	0.426
0.006	-0.039	0.170	0.427	0.007	-0.042	0.190	0.427
0.007	-0.042			0.008	-0.046		
0.008	-0.042			0.009	-0.045		
0.009	-0.039			0.010	-0.044		
0.010	-0.037			0.011	-0.038		
0.011	-0.032			0.012	-0.034		
0.012	-0.030			0.013	-0.035		
0.013	-0.028			0.014	-0.035		
0.014	-0.029			0.015	-0.030		
0.015	-0.028			0.016	-0.028		
0.016	-0.024			0.017	-0.026		
0.017	-0.022			0.018	-0.025		
0.018	-0.020			0.019	-0.024		
0.019	-0.021			0.020	-0.022		
0.020	-0.021			0.021	-0.018		
0.021	-0.020			0.022	-0.021		
0.022	-0.018			0.023	-0.020		
0.023	-0.014			0.024	-0.018		
0.024	-0.012			0.025	-0.017		
0.042	0.024			0.046	0.033		
0.046	0.032			0.047	0.034		
0.075	0.107			0.076	0.096		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 142: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+05-D Caudal 105.34 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	7/11/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 105.34 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+95-D		PROGRESIVA: 2+95-D		PROGRESIVA: 3+05-D		PROGRESIVA: 3+05-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	0.002	0.105	0.180	0.002	0.000	0.105	0.160
0.002	0.005	0.135	0.280	0.003	0.000	0.135	0.263
0.003	0.012	0.141	0.297	0.004	-0.004	0.139	0.271
0.004	0.012	0.165	0.354	0.005	-0.011	0.165	0.325
0.005	0.018	0.188	0.376	0.006	-0.021	0.186	0.345
0.006	0.020	0.195	0.383	0.007	-0.023	0.192	0.351
0.007	0.022			0.008	-0.020		
0.008	0.022			0.009	-0.019		
0.009	0.025			0.010	-0.020		
0.010	0.029			0.011	-0.016		
0.011	0.030			0.012	-0.015		
0.012	0.033			0.013	-0.017		
0.013	0.039			0.014	-0.016		
0.014	0.041			0.015	-0.015		
0.015	0.039			0.016	-0.017		
0.016	0.038			0.017	-0.016		
0.017	0.039			0.018	-0.017		
0.018	0.041			0.019	-0.019		
0.019	0.042			0.020	-0.017		
0.020	0.045			0.021	-0.014		
0.021	0.047			0.022	-0.012		
0.022	0.045			0.023	-0.013		
0.023	0.047			0.024	-0.011		
0.024	0.051			0.025	-0.009		
0.046	0.046			0.046	0.031		
0.047	0.047			0.046	0.031		
0.075	0.085			0.075	0.082		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 143: Procesamiento de velocidades de 3+15-D a 3+35-D Caudal 105.34 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	7/11/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 105.34 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+35-D		PROGRESIVA: 3+35-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	0.003	0.076	0.167	0.002	0.003	0.038	0.203
0.002	0.001	0.105	0.221	0.003	0.003	0.046	0.204
0.003	0.006	0.132	0.282	0.004	0.025	0.075	0.219
0.004	0.028	0.135	0.289	0.005	0.102	0.105	0.258
0.005	0.045	0.165	0.333	0.006	0.165	0.115	0.272
0.006	0.075	0.176	0.349	0.007	0.178	0.135	0.301
0.007	0.092	0.180	0.355	0.008	0.181	0.151	0.310
0.008	0.096			0.009	0.185		
0.009	0.100			0.010	0.191		
0.010	0.102			0.011	0.193		
0.011	0.104			0.012	0.198		
0.012	0.107			0.013	0.199		
0.013	0.109			0.014	0.200		
0.014	0.109			0.015	0.201		
0.015	0.111			0.016	0.202		
0.016	0.113			0.017	0.203		
0.017	0.116			0.018	0.201		
0.018	0.118			0.019	0.204		
0.019	0.118			0.020	0.201		
0.020	0.116			0.021	0.202		
0.021	0.117			0.022	0.201		
0.022	0.119			0.023	0.201		
0.023	0.120			0.024	0.202		
0.024	0.125			0.025	0.200		
0.044	0.136			0.026	0.199		
0.046	0.136			0.027	0.202		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 144: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+75-D Caudal 105.34 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	 L.N.H.
--	--	---

FECHA:	7/11/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 105.34 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+75-D		PROGRESIVA: 3+75-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.004	0.036	0.039	0.265	0.001	0.015	0.075	0.293
0.005	0.065	0.045	0.274	0.002	0.008	0.105	0.297
0.006	0.103	0.075	0.299	0.003	0.068	0.111	0.296
0.007	0.126	0.116	0.313	0.004	0.206	0.135	0.290
0.008	0.158	0.105	0.309	0.005	0.236	0.145	0.281
0.009	0.178	0.135	0.316	0.006	0.238		
0.010	0.199	0.154	0.321	0.007	0.241		
0.011	0.209			0.008	0.243		
0.012	0.210			0.009	0.245		
0.013	0.214			0.010	0.243		
0.014	0.219			0.011	0.246		
0.015	0.223			0.012	0.243		
0.016	0.228			0.013	0.250		
0.017	0.229			0.014	0.251		
0.018	0.236			0.015	0.250		
0.019	0.239			0.016	0.251		
0.020	0.242			0.017	0.254		
0.021	0.244			0.018	0.253		
0.022	0.248			0.019	0.255		
0.023	0.248			0.020	0.252		
0.024	0.250			0.021	0.252		
0.025	0.253			0.022	0.251		
0.026	0.255			0.023	0.253		
0.027	0.253			0.024	0.253		
0.028	0.258			0.037	0.263		
0.029	0.256			0.046	0.270		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 145: Procesamiento de velocidades de 3+95-D Caudal 105.34 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	7/11/2019
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

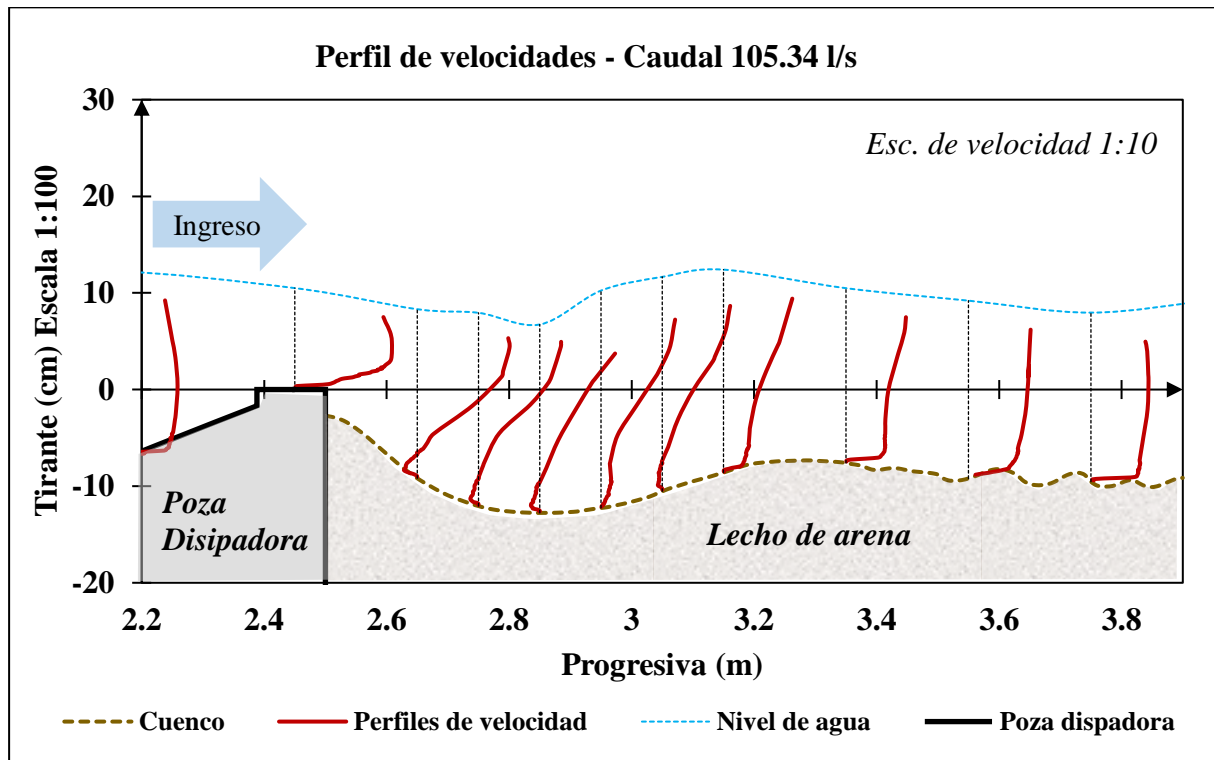
F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 105.34 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+95-D		PROGRESIVA: 3+95-D					
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)				
0.000	0.004	0.039	0.252				
0.003	0.005	0.046	0.269				
0.004	0.016	0.076	0.291				
0.005	0.042	0.105	0.297				
0.006	0.061	0.116	0.297				
0.007	0.110	0.135	0.298				
0.008	0.127	0.154	0.296				
0.009	0.143						
0.010	0.146						
0.011	0.153						
0.012	0.157						
0.013	0.164						
0.014	0.167						
0.015	0.171						
0.016	0.175						
0.017	0.182						
0.018	0.188						
0.019	0.191						
0.020	0.195						
0.021	0.199						
0.022	0.200						
0.023	0.205						
0.024	0.210						
0.025	0.214						
0.026	0.219						
0.027	0.222						

Fuente: (Archivo del autor)



Gráfico 19: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 146: Procesamiento de velocidades de 2+45-D a 2+65-D caudal 148.23 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	21/11/2019
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 148.23 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+45-D		PROGRESIVA: 2+45-D		PROGRESIVA: 2+65-D		PROGRESIVA: 2+65-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	0.117	0.096	0.457	0.000	-0.008	0.076	0.052
0.002	0.003	0.106	0.450	0.001	-0.007	0.105	0.248
0.003	0.031	0.109	0.442	0.002	-0.004	0.135	0.407
0.004	0.034			0.003	-0.018	0.144	0.437
0.005	0.045			0.004	-0.086	0.165	0.488
0.006	0.101			0.005	-0.110	0.192	0.494
0.007	0.110			0.006	-0.142	0.200	0.493
0.008	0.138			0.007	-0.150		
0.009	0.165			0.008	-0.152		
0.010	0.196			0.009	-0.156		
0.011	0.237			0.010	-0.156		
0.012	0.273			0.011	-0.154		
0.013	0.307			0.012	-0.156		
0.014	0.342			0.013	-0.156		
0.015	0.370			0.014	-0.153		
0.016	0.386			0.015	-0.152		
0.017	0.414			0.016	-0.152		
0.018	0.425			0.017	-0.148		
0.019	0.418			0.018	-0.150		
0.025	0.475			0.019	-0.148		
0.036	0.536			0.020	-0.148		
0.046	0.548			0.021	-0.144		
0.056	0.537			0.022	-0.144		
0.066	0.503			0.029	-0.128		
0.076	0.480			0.045	-0.094		
0.086	0.469			0.048	-0.082		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 147: Procesamiento de velocidades de 2+75-D a 2+85-D caudal 148.23 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	21/11/2019
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 148.23 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+75-D		PROGRESIVA: 2+75-D		PROGRESIVA: 2+85-D		PROGRESIVA: 2+85-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	-0.010	0.105	0.152	0.001	-0.005	0.135	0.161
0.003	-0.067	0.135	0.298	0.003	-0.007	0.165	0.257
0.004	-0.085	0.161	0.416	0.004	-0.051	0.177	0.305
0.005	-0.119	0.165	0.432	0.005	-0.077	0.195	0.381
0.006	-0.139	0.195	0.510	0.006	-0.093	0.225	0.511
0.007	-0.147	0.215	0.539	0.007	-0.100	0.236	0.538
0.008	-0.152	0.229	0.559	0.008	-0.102	0.255	0.567
0.009	-0.158			0.009	-0.101		
0.010	-0.158			0.010	-0.102		
0.011	-0.156			0.011	-0.104		
0.012	-0.160			0.012	-0.104		
0.013	-0.163			0.013	-0.106		
0.014	-0.161			0.014	-0.110		
0.015	-0.158			0.015	-0.107		
0.016	-0.158			0.016	-0.109		
0.017	-0.157			0.017	-0.110		
0.018	-0.153			0.018	-0.107		
0.019	-0.151			0.019	-0.107		
0.020	-0.148			0.020	-0.104		
0.021	-0.147			0.021	-0.100		
0.022	-0.142			0.022	-0.097		
0.023	-0.145			0.027	-0.084		
0.031	-0.122			0.045	-0.068		
0.045	-0.094			0.059	-0.037		
0.054	-0.067			0.075	-0.002		
0.076	0.000			0.105	0.076		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 148: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+05-D caudal 148.23 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	21/11/2019
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 148.23 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+95-D		PROGRESIVA: 2+95-D		PROGRESIVA: 3+05-D		PROGRESIVA: 3+05-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	-0.004	0.165	0.314	0.001	-0.002	0.135	0.131
0.003	-0.002	0.185	0.389	0.002	-0.003	0.165	0.204
0.004	-0.026	0.195	0.418	0.003	-0.019	0.195	0.302
0.005	-0.054	0.225	0.500	0.004	-0.079	0.225	0.412
0.006	-0.058	0.247	0.535	0.005	-0.112	0.255	0.475
0.007	-0.065	0.255	0.547	0.006	-0.112	0.260	0.481
0.008	-0.064	0.269	0.546	0.007	-0.119	0.285	0.512
0.009	-0.062			0.008	-0.115		
0.010	-0.055			0.009	-0.114		
0.011	-0.059			0.010	-0.110		
0.012	-0.056			0.011	-0.111		
0.013	-0.059			0.012	-0.111		
0.014	-0.061			0.013	-0.111		
0.015	-0.061			0.014	-0.109		
0.016	-0.059			0.015	-0.110		
0.017	-0.058			0.016	-0.106		
0.018	-0.060			0.017	-0.104		
0.019	-0.058			0.018	-0.100		
0.020	-0.060			0.019	-0.096		
0.021	-0.055			0.020	-0.090		
0.031	-0.030			0.028	-0.078		
0.045	-0.019			0.029	-0.073		
0.062	-0.003			0.045	-0.036		
0.075	0.010			0.065	-0.008		
0.105	0.091			0.075	0.005		
0.135	0.187			0.105	0.061		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 149: Procesamiento de velocidades de 3+15-D a 3+35-D caudal 148.23 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	21/11/2019
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 148.23 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+35-D		PROGRESIVA: 3+35-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	-0.002	0.135	0.110	0.001	0.001	0.165	0.238
0.002	0.000	0.165	0.178	0.002	0.000	0.184	0.280
0.003	0.002	0.195	0.255	0.003	-0.001	0.195	0.306
0.004	-0.005	0.225	0.342	0.004	-0.004	0.225	0.371
0.005	-0.036	0.255	0.432	0.005	0.000	0.245	0.406
0.006	-0.043	0.260	0.442	0.006	0.003	0.255	0.418
0.007	-0.044	0.285	0.491	0.007	0.004	0.266	0.428
0.008	-0.041			0.008	0.006		
0.009	-0.039			0.009	0.007		
0.010	-0.037			0.010	0.010		
0.011	-0.037			0.011	0.013		
0.012	-0.040			0.012	0.014		
0.013	-0.039			0.013	0.018		
0.014	-0.035			0.014	0.020		
0.015	-0.036			0.015	0.017		
0.016	-0.033			0.016	0.025		
0.017	-0.028			0.017	0.026		
0.018	-0.021			0.018	0.029		
0.019	-0.020			0.019	0.031		
0.020	-0.023			0.020	0.033		
0.021	-0.021			0.028	0.035		
0.022	-0.015			0.045	0.045		
0.045	0.000			0.061	0.054		
0.065	0.012			0.075	0.070		
0.076	0.021			0.105	0.121		
0.105	0.060			0.135	0.174		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 150: Procesamiento de velocidades de 3+55+D a 3+75-D caudal 148.23 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	21/11/2019
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 148.23 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+75-D		PROGRESIVA: 3+75-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.003	0.003	0.135	0.187	0.001	0.006	0.105	0.279
0.003	0.012	0.165	0.202	0.002	0.008	0.135	0.286
0.004	0.043	0.169	0.206	0.003	0.040	0.157	0.293
0.005	0.066	0.195	0.229	0.004	0.075	0.165	0.295
0.006	0.094	0.225	0.260	0.005	0.114	0.195	0.303
0.007	0.102	0.226	0.260	0.006	0.136	0.210	0.307
0.008	0.104	0.242	0.268	0.007	0.155	0.222	0.307
0.009	0.109			0.008	0.172		
0.010	0.109			0.009	0.190		
0.011	0.111			0.010	0.198		
0.012	0.114			0.011	0.207		
0.013	0.120			0.012	0.218		
0.014	0.121			0.013	0.230		
0.015	0.124			0.014	0.235		
0.016	0.123			0.015	0.240		
0.017	0.122			0.016	0.243		
0.018	0.126			0.017	0.246		
0.019	0.125			0.018	0.249		
0.020	0.125			0.019	0.250		
0.021	0.123			0.020	0.254		
0.022	0.124			0.021	0.256		
0.028	0.124			0.022	0.259		
0.045	0.154			0.023	0.260		
0.056	0.167			0.046	0.282		
0.076	0.175			0.052	0.282		
0.105	0.178			0.075	0.284		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 151: Procesamiento de velocidades de 3+95-D caudal 148.23 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	21/11/2019
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

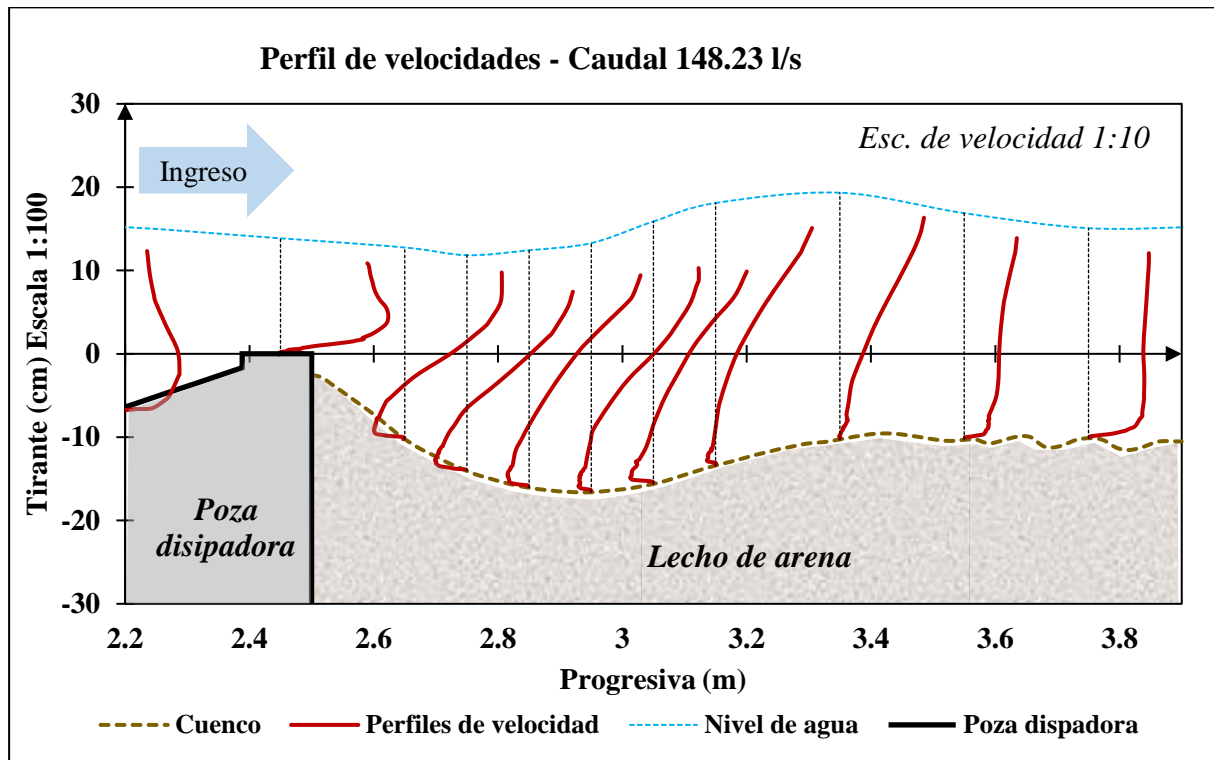
F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 148.23 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+95-D		PROGRESIVA: 3+95-D					
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)				
0.001	0.010	0.135	0.309				
0.002	0.033	0.161	0.329				
0.003	0.128	0.165	0.332				
0.004	0.204	0.199	0.341				
0.005	0.218	0.214	0.339				
0.006	0.220	0.225	0.338				
0.007	0.224	0.228	0.338				
0.008	0.224						
0.009	0.220						
0.010	0.229						
0.011	0.228						
0.012	0.232						
0.013	0.234						
0.014	0.233						
0.015	0.231						
0.016	0.229						
0.017	0.234						
0.018	0.234						
0.019	0.231						
0.020	0.232						
0.021	0.230						
0.022	0.232						
0.045	0.244						
0.054	0.249						
0.075	0.260						
0.105	0.284						

Fuente: (Archivo del autor)



Gráfico 20: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 152: Procesamiento de velocidades de 2+45-D a 2+75-D caudal 189.56 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	1/02/2020
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 189.56 l/s
-------------	---

Progresiva: 2+45-D		PROGRESIVA: 2+65-D		PROGRESIVA: 2+65-D		PROGRESIVA: 2+75-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	0.040	0.000	-0.003	0.105	0.371	0.000	-0.005
0.002	0.022	0.001	-0.002	0.135	0.420	0.001	-0.002
0.003	0.006	0.002	-0.001	0.149	0.423	0.002	-0.002
0.004	-0.007	0.003	-0.004	0.165	0.427	0.003	-0.009
0.005	-0.017	0.005	-0.053	0.195	0.419	0.004	-0.042
0.006	-0.013	0.006	-0.061	0.198	0.418	0.005	-0.069
0.007	0.011	0.007	-0.068	0.208	0.416	0.006	-0.072
0.008	0.031	0.008	-0.071			0.007	-0.069
0.009	0.108	0.009	-0.073			0.008	-0.067
0.010	0.126	0.010	-0.069			0.009	-0.064
0.011	0.197	0.011	-0.066			0.010	-0.063
0.012	0.254	0.012	-0.061			0.011	-0.066
0.013	0.324	0.013	-0.066			0.012	-0.064
0.014	0.363	0.014	-0.064			0.013	-0.067
0.015	0.396	0.015	-0.067			0.014	-0.068
0.016	0.514	0.016	-0.061			0.015	-0.065
0.030	0.564	0.017	-0.059			0.016	-0.063
0.037	0.563	0.018	-0.057			0.017	-0.061
0.045	0.562	0.019	-0.057			0.018	-0.064
0.075	0.552	0.020	-0.053			0.019	-0.062
0.105	0.523	0.021	-0.054			0.020	-0.061
0.111	0.517	0.022	-0.055			0.030	-0.028
0.135	0.491	0.031	-0.010			0.046	0.016
0.145	0.489	0.046	0.081			0.059	0.066
		0.050	0.104			0.075	0.128
						0.105	0.254

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 153: Procesamiento de velocidades de 2+65-D a 2+75-D caudal 189.56 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	1/02/2020
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--


F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 189.56 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+75-D		PROGRESIVA: 2+85-D		PROGRESIVA: 2+85-D		PROGRESIVA: 2+95-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.135	0.351	0.001	-0.001	0.135	0.219	0.001	-0.001
0.165	0.449	0.002	-0.011	0.165	0.311	0.002	-0.001
0.177	0.488	0.003	-0.034	0.195	0.388	0.003	-0.005
0.195	0.546	0.004	-0.057	0.225	0.446	0.004	-0.044
0.225	0.600	0.005	-0.057	0.255	0.476	0.005	-0.080
0.236	0.601	0.006	-0.062	0.260	0.476	0.006	-0.092
0.255	0.602	0.007	-0.062	0.285	0.477	0.007	-0.098
		0.008	-0.052			0.008	-0.100
		0.009	-0.051			0.009	-0.104
		0.010	-0.047			0.010	-0.103
		0.011	-0.051			0.011	-0.105
		0.012	-0.052			0.012	-0.104
		0.013	-0.046			0.013	-0.105
		0.014	-0.045			0.014	-0.102
		0.015	-0.040			0.015	-0.101
		0.016	-0.038			0.016	-0.098
		0.017	-0.035			0.017	-0.094
		0.018	-0.035			0.018	-0.093
		0.019	-0.032			0.019	-0.098
		0.020	-0.029			0.020	-0.095
		0.021	-0.027			0.045	-0.050
		0.029	-0.013			0.071	-0.003
		0.045	0.009			0.075	0.005
		0.065	0.051			0.105	0.067
		0.076	0.074			0.135	0.131
		0.105	0.150			0.165	0.202

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 154: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+15-D caudal 189.56 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	1/02/2020
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 189.56 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+95-D		PROGRESIVA: 3+05-D		PROGRESIVA: 3+05-D		PROGRESIVA: 3+15-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.195	0.279	0.000	-0.001	0.222	0.285	0.001	0.000
0.213	0.350	0.001	0.000	0.225	0.292	0.002	-0.001
0.225	0.397	0.002	0.000	0.255	0.367	0.003	-0.006
0.255	0.485	0.003	-0.014	0.285	0.452	0.004	-0.027
0.284	0.543	0.004	-0.028	0.296	0.472	0.005	-0.032
0.285	0.545	0.005	-0.028	0.315	0.507	0.006	-0.036
0.315	0.565	0.006	-0.026	0.330	0.519	0.007	-0.032
		0.007	-0.029			0.008	-0.027
		0.008	-0.027			0.009	-0.025
		0.009	-0.022			0.010	-0.023
		0.010	-0.023			0.011	-0.024
		0.011	-0.016			0.012	-0.019
		0.012	-0.015			0.013	-0.017
		0.013	-0.015			0.014	-0.014
		0.014	-0.013			0.015	-0.012
		0.015	-0.013			0.031	0.011
		0.016	-0.010			0.045	0.013
		0.017	-0.009			0.074	0.025
		0.031	0.026			0.080	0.029
		0.045	0.036			0.102	0.042
		0.074	0.056			0.133	0.073
		0.076	0.057			0.163	0.116
		0.105	0.093			0.193	0.171
		0.135	0.135			0.224	0.231
		0.165	0.175			0.241	0.278
		0.195	0.226			0.253	0.311

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 155: Procesamiento de velocidades de 3+15-D a 3+55-D caudal 189.56 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:

1/02/2020

TESIS:

“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”

F-08

DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 189.56 l/s

PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+35-D		PROGRESIVA: 3+35-D		PROGRESIVA: 3+55-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.285	0.385	0.001	0.001	0.237	0.310	0.001	0.001
0.315	0.435	0.002	0.002	0.255	0.341	0.002	0.000
0.322	0.438	0.003	0.020	0.285	0.392	0.003	0.010
0.345	0.450	0.004	0.039	0.315	0.422	0.004	0.016
0.362	0.442	0.005	0.041	0.316	0.423	0.005	0.012
		0.006	0.049	0.345	0.440	0.006	0.010
		0.007	0.053	0.355	0.437	0.007	0.013
		0.008	0.058			0.008	0.014
		0.009	0.059			0.009	0.016
		0.010	0.062			0.010	0.022
		0.011	0.067			0.011	0.024
		0.012	0.076			0.012	0.024
		0.013	0.077			0.013	0.025
		0.014	0.080			0.014	0.026
		0.015	0.080			0.015	0.028
		0.016	0.083			0.016	0.026
		0.017	0.086			0.017	0.030
		0.030	0.102			0.018	0.030
		0.047	0.109			0.019	0.033
		0.075	0.119			0.020	0.033
		0.079	0.121			0.021	0.036
		0.105	0.132			0.022	0.038
		0.135	0.157			0.023	0.043
		0.165	0.192			0.024	0.045
		0.195	0.239			0.025	0.049
		0.225	0.290			0.026	0.050

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 156: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+95-D caudal 189.56 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	1/02/2020
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	---

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 189.56 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+75-D		PROGRESIVA: 3+75-D		PROGRESIVA: 3+95-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.027	0.049	0.000	0.003	0.165	0.300	0.001	0.019
0.028	0.050	0.001	0.004	0.204	0.343	0.002	0.013
0.029	0.054	0.002	0.006	0.225	0.366	0.003	0.021
0.030	0.056	0.003	0.033	0.255	0.390	0.004	0.098
0.046	0.079	0.004	0.070	0.272	0.397	0.005	0.185
0.072	0.113	0.005	0.110	0.285	0.403	0.006	0.246
0.076	0.118	0.006	0.135	0.300	0.402	0.007	0.263
0.076	0.118	0.007	0.149			0.008	0.267
0.105	0.149	0.008	0.155			0.009	0.269
0.135	0.181	0.009	0.158			0.010	0.272
0.165	0.222	0.010	0.162			0.011	0.277
0.195	0.265	0.011	0.166			0.012	0.279
0.216	0.297	0.012	0.167			0.013	0.281
0.225	0.311	0.013	0.169			0.014	0.277
0.255	0.349	0.014	0.169			0.015	0.279
0.285	0.385	0.015	0.170			0.016	0.281
0.288	0.388	0.016	0.172			0.017	0.280
0.315	0.414	0.017	0.172			0.018	0.282
0.320	0.416	0.018	0.174			0.019	0.281
		0.019	0.172			0.020	0.281
		0.025	0.176			0.030	0.289
		0.045	0.177			0.045	0.269
		0.068	0.187			0.062	0.259
		0.076	0.191			0.077	0.251
		0.105	0.218			0.106	0.249
		0.135	0.256			0.135	0.260

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 157: Procesamiento de velocidades de 3+95-D a 4+25-D caudal 189.56 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	1/02/2020
---------------	-----------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	---

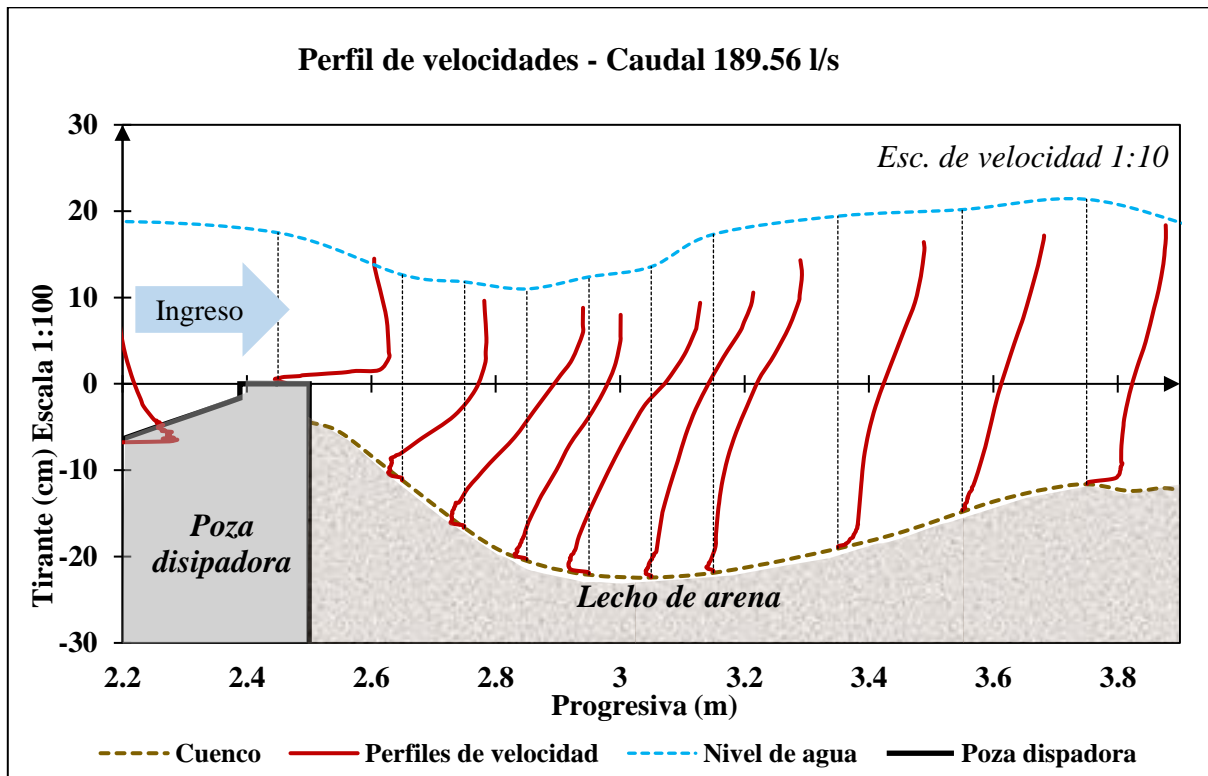
F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 189.56 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+95-D		PROGRESIVA: 4+25-D		PROGRESIVA: 4+25-D			
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)		
0.166	0.289	0.000	0.017	0.060	0.279		
0.186	0.309	0.001	0.007	0.075	0.285		
0.195	0.318	0.002	-0.001	0.080	0.284		
0.225	0.362	0.003	-0.002	0.090	0.283		
0.248	0.388	0.004	0.021	0.094	0.279		
0.255	0.396	0.005	0.041				
0.270	0.406	0.006	0.069				
		0.007	0.089				
		0.008	0.112				
		0.009	0.132				
		0.010	0.140				
		0.011	0.156				
		0.012	0.171				
		0.013	0.181				
		0.014	0.192				
		0.015	0.203				
		0.016	0.212				
		0.017	0.214				
		0.018	0.219				
		0.019	0.222				
		0.020	0.222				
		0.021	0.222				
		0.022	0.226				
		0.027	0.238				
		0.030	0.245				
		0.045	0.266				

Fuente: (Archivo del autor)



Gráfico 21: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 158: Procesamiento de velocidades de 2+45-D a 2+65-D caudal 232.65 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	13/03/2020
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 232.65 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+45-D		PROGRESIVA: 2+45-D		PROGRESIVA: 2+65-D		PROGRESIVA: 2+65-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	0.020	0.145	0.329	0.001	-0.005	0.195	0.387
0.002	0.051	0.155	0.297	0.002	-0.002	0.220	0.363
0.003	-0.014	0.165	0.273	0.003	-0.015	0.225	0.358
0.004	0.029	0.175	0.254	0.004	-0.030	0.235	0.356
0.005	0.052			0.005	-0.046		
0.006	0.100			0.006	-0.052		
0.007	0.105			0.007	-0.051		
0.008	0.142			0.008	-0.047		
0.009	0.139			0.009	-0.052		
0.010	0.186			0.010	-0.049		
0.011	0.207			0.011	-0.047		
0.012	0.241			0.012	-0.049		
0.013	0.263			0.013	-0.044		
0.014	0.293			0.014	-0.047		
0.015	0.297			0.015	-0.043		
0.016	0.287			0.016	-0.039		
0.025	0.450			0.017	-0.037		
0.035	0.575			0.018	-0.033		
0.055	0.653			0.020	-0.021		
0.065	0.666			0.021	-0.023		
0.075	0.661			0.030	0.024		
0.085	0.634			0.045	0.076		
0.095	0.592			0.055	0.104		
0.105	0.547			0.075	0.160		
0.115	0.473			0.105	0.267		
0.125	0.419			0.135	0.409		
0.135	0.379			0.165	0.432		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 159: Procesamiento de velocidades de 2+75-D a 2+85-D caudal 232.65 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA: 13/03/2020

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 232.65 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+75-D		PROGRESIVA: 2+75-D		PROGRESIVA: 2+85-D		PROGRESIVA: 2+85-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	-0.006	0.225	0.565	0.001	0.001	0.255	0.621
0.002	-0.003	0.255	0.615	0.002	-0.001	0.280	0.630
0.003	0.002	0.256	0.616	0.003	-0.005	0.285	0.632
0.004	-0.003	0.280	0.638	0.004	-0.019	0.310	0.615
0.005	-0.025			0.005	-0.024		
0.006	-0.046			0.006	-0.026		
0.007	-0.050			0.007	-0.024		
0.008	-0.051			0.008	-0.019		
0.009	-0.046			0.009	-0.014		
0.010	-0.043			0.010	-0.008		
0.011	-0.044			0.011	-0.005		
0.012	-0.043			0.012	-0.001		
0.013	-0.042			0.013	-0.003		
0.014	-0.044			0.014	-0.002		
0.015	-0.042			0.015	0.000		
0.016	-0.036			0.016	0.001		
0.017	-0.031			0.017	0.004		
0.018	-0.032			0.024	0.017		
0.020	-0.018			0.045	0.021		
0.021	-0.018			0.070	0.040		
0.064	0.086			0.075	0.044		
0.075	0.110			0.105	0.086		
0.105	0.175			0.135	0.131		
0.135	0.245			0.165	0.221		
0.165	0.354			0.195	0.403		
0.192	0.468			0.210	0.481		
0.195	0.481			0.225	0.558		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 160: Procesamiento de velocidades de 2+95-D a 3+05-D caudal 232.65 l/s

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	---

FECHA:	13/03/2020
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 232.65 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 2+95-D		PROGRESIVA: 2+95-D		PROGRESIVA: 3+05-D		PROGRESIVA: 3+05-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	-0.004	0.027	-0.014	0.001	-0.001	0.027	-0.035
0.002	-0.010	0.028	-0.011	0.002	0.000	0.028	-0.032
0.003	-0.018	0.029	-0.009	0.003	-0.017	0.029	-0.032
0.004	-0.040	0.030	-0.007	0.004	-0.029	0.030	-0.033
0.005	-0.054	0.045	0.003	0.005	-0.033	0.045	-0.023
0.006	-0.053	0.075	0.049	0.006	-0.035	0.075	0.000
0.007	-0.051	0.076	0.051	0.007	-0.034	0.080	0.009
0.008	-0.043	0.076	0.051	0.008	-0.037	0.080	0.009
0.009	-0.041	0.105	0.112	0.009	-0.036	0.105	0.049
0.010	-0.036	0.135	0.175	0.010	-0.039	0.135	0.111
0.011	-0.036	0.165	0.239	0.011	-0.036	0.165	0.191
0.012	-0.035	0.195	0.327	0.012	-0.033	0.195	0.279
0.013	-0.033	0.225	0.449	0.013	-0.035	0.225	0.400
0.014	-0.030	0.228	0.458	0.014	-0.038	0.240	0.444
0.015	-0.031	0.255	0.543	0.015	-0.042	0.255	0.488
0.016	-0.030	0.285	0.589	0.016	-0.043	0.285	0.552
0.017	-0.031	0.304	0.601	0.017	-0.044	0.315	0.571
0.018	-0.027	0.315	0.608	0.018	-0.039	0.320	0.570
0.019	-0.023	0.340	0.597	0.019	-0.043	0.345	0.564
0.020	-0.022			0.020	-0.041	0.360	0.540
0.021	-0.018			0.021	-0.047		
0.022	-0.014			0.022	-0.046		
0.023	-0.011			0.023	-0.046		
0.024	-0.016			0.024	-0.044		
0.025	-0.009			0.025	-0.036		
0.026	-0.012			0.026	-0.037		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 161: Procesamiento de velocidades de 3+15-D a 3+35-D caudal 232.65 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	13/03/2020
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 232.65 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+15-D		PROGRESIVA: 3+35-D		PROGRESIVA: 3+35-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	-0.001	0.027	-0.037	0.001	0.006	0.027	0.055
0.002	-0.002	0.028	-0.032	0.002	0.003	0.028	0.055
0.003	-0.015	0.029	-0.029	0.003	0.009	0.029	0.058
0.004	-0.063	0.030	-0.031	0.004	0.019	0.030	0.061
0.005	-0.074	0.045	-0.009	0.005	0.026	0.046	0.076
0.006	-0.076	0.075	0.028	0.006	0.029	0.075	0.091
0.007	-0.079	0.084	0.041	0.007	0.028	0.083	0.098
0.008	-0.078	0.084	0.041	0.008	0.027	0.083	0.098
0.009	-0.075	0.105	0.072	0.009	0.033	0.105	0.118
0.010	-0.075	0.135	0.124	0.010	0.036	0.135	0.143
0.011	-0.075	0.165	0.190	0.011	0.041	0.165	0.174
0.012	-0.074	0.195	0.264	0.012	0.038	0.195	0.239
0.013	-0.071	0.225	0.338	0.013	0.040	0.225	0.311
0.014	-0.071	0.252	0.389	0.014	0.043	0.249	0.369
0.015	-0.067	0.255	0.395	0.015	0.048	0.255	0.384
0.016	-0.067	0.285	0.444	0.016	0.044	0.285	0.442
0.017	-0.063	0.315	0.504	0.017	0.048	0.315	0.495
0.018	-0.061	0.336	0.531	0.018	0.055	0.332	0.511
0.019	-0.056	0.345	0.542	0.019	0.053	0.345	0.523
0.020	-0.054	0.375	0.562	0.020	0.058	0.375	0.535
0.021	-0.051	0.380	0.562	0.021	0.059		
0.022	-0.051			0.022	0.060		
0.023	-0.049			0.023	0.060		
0.024	-0.046			0.024	0.057		
0.025	-0.043			0.025	0.060		
0.026	-0.040			0.026	0.052		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 162: Procesamiento de velocidades de 3+55-D a 3+75-D caudal 232.65 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	13/03/2020
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 232.65 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+55-D		PROGRESIVA: 3+75-D		PROGRESIVA: 3+75-D	
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)
0.001	0.003	0.027	0.123	0.000	0.011	0.026	0.166
0.002	0.011	0.028	0.121	0.001	0.008	0.027	0.170
0.003	0.044	0.029	0.112	0.002	0.017	0.028	0.169
0.004	0.067	0.046	0.136	0.003	0.072	0.029	0.166
0.005	0.073	0.076	0.156	0.004	0.109	0.046	0.177
0.006	0.071	0.092	0.169	0.005	0.130	0.075	0.169
0.007	0.078	0.105	0.178	0.006	0.140	0.086	0.167
0.008	0.081	0.105	0.178	0.007	0.147	0.086	0.167
0.009	0.084	0.135	0.202	0.008	0.151	0.105	0.163
0.010	0.085	0.165	0.236	0.009	0.158	0.135	0.173
0.011	0.089	0.195	0.270	0.010	0.156	0.165	0.185
0.012	0.091	0.225	0.304	0.011	0.161	0.195	0.203
0.013	0.100	0.255	0.343	0.012	0.158	0.225	0.229
0.014	0.098	0.276	0.386	0.013	0.161	0.255	0.269
0.015	0.102	0.285	0.396	0.014	0.165	0.258	0.274
0.016	0.104	0.315	0.437	0.015	0.164	0.285	0.321
0.017	0.106	0.345	0.465	0.016	0.164	0.315	0.360
0.018	0.106	0.368	0.477	0.017	0.168	0.344	0.383
0.019	0.111	0.375	0.481	0.018	0.163	0.345	0.384
0.020	0.111	0.405	0.480	0.019	0.163	0.375	0.393
0.021	0.106	0.420	0.478	0.020	0.167	0.390	0.388
0.022	0.109			0.021	0.168		
0.023	0.114			0.022	0.168		
0.024	0.120			0.023	0.167		
0.025	0.122			0.024	0.169		
0.026	0.121			0.025	0.168		

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 163: Procesamiento de velocidades de 3+95-D caudal 232.65 l/s

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL FORMATO DE LABORATORIO	
--	--	--

FECHA:	13/03/2020
---------------	------------

TESIS:	“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UNA POZA DISIPADORA EN UN MODELO FÍSICO EN ESCALA REDUCIDA 1/30”
---------------	--

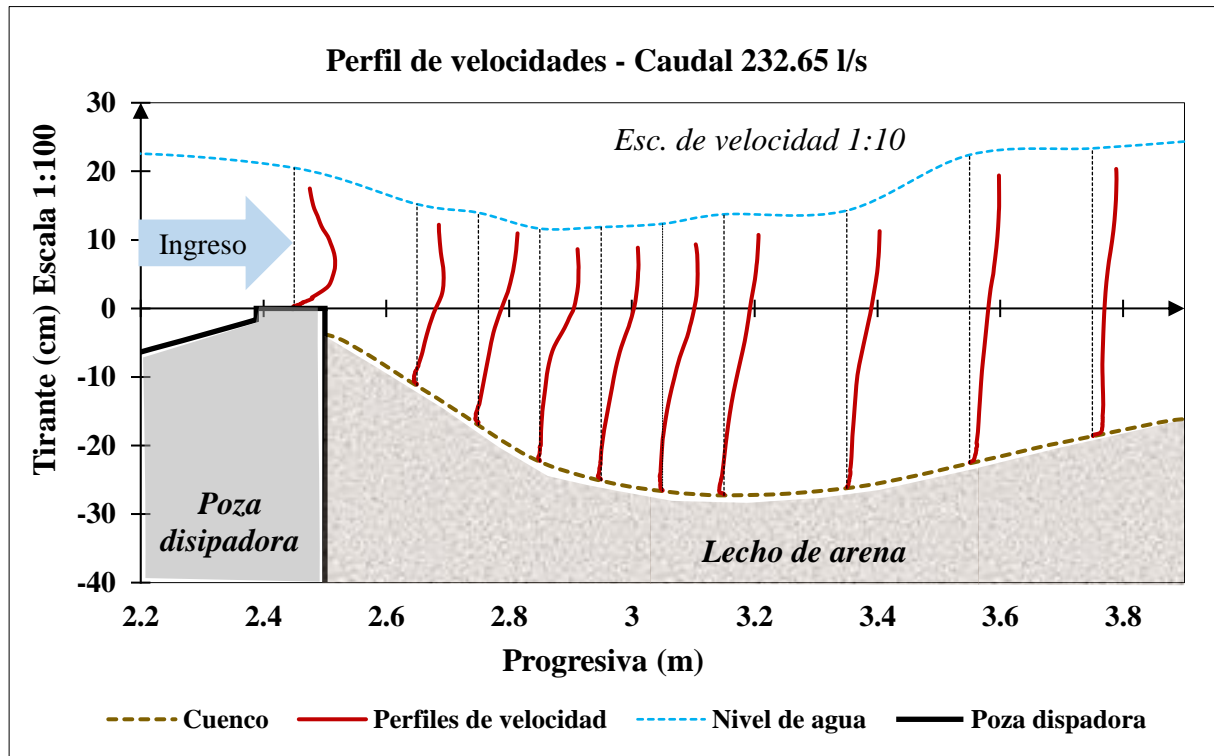
F-08	DATOS DE VELOCIDAD - CAUDAL 232.65 l/s
-------------	---

PROGRESIVA: 3+95-D		PROGRESIVA: 3+95-D					
Tirante (mm)	U (m/s)	Tirante (mm)	U (m/s)				
0.001	0.009	0.027	0.196				
0.002	0.020	0.028	0.193				
0.003	0.089	0.029	0.187				
0.004	0.133	0.030	0.187				
0.005	0.155	0.045	0.209				
0.006	0.160	0.075	0.232				
0.007	0.165	0.083	0.235				
0.008	0.172	0.105	0.243				
0.009	0.175	0.135	0.249				
0.010	0.180	0.165	0.255				
0.011	0.180	0.195	0.278				
0.012	0.183	0.225	0.301				
0.013	0.188	0.249	0.332				
0.014	0.187	0.255	0.340				
0.015	0.187	0.285	0.377				
0.016	0.190	0.315	0.402				
0.017	0.192	0.332	0.420				
0.018	0.195	0.345	0.434				
0.019	0.193	0.375	0.463				
0.020	0.186						
0.021	0.190						
0.022	0.192						
0.023	0.200						
0.024	0.203						
0.025	0.200						
0.026	0.195						

Fuente: (Archivo del autor)



Gráfico 22: Perfiles de velocidad en el cuenco de erosión - Caudal 232.65 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

6.10.3. Análisis

No se observa adecuadamente los perfiles de velocidad que corresponden al caudal de 29.54 l/s, debido a la poca profundidad del tirante en el cual se hizo la colecta de datos de velocidad.

Se observó un comportamiento típico en los perfiles de velocidad en los 5 ensayos restantes, los perfiles muestran mayores velocidades cerca de la superficie, a diferencia que existe velocidades mínimas e incluso negativas cerca al fondo, debido este fenómeno se produjo el cuasi equilibrio y la deposición en el talud aguas arriba del cuenco, esto se puede corroborar en las gráficas erosión.



CAPITULO IV: RESULTADOS

1. Resultados de análisis granulométrico

Este ensayo se realizó según la norma ASSTHO T 88 / ASTM D 422 y corresponde al análisis granulométrico de la arena usada en el lecho erosionable.

Tabla 164: Resultado del análisis granulométrico del lecho.

Tamiz (mm)	Tamiz (ASTM)	W(gr)	% Retenido	% Ret. Acu.	% Que Pasa
9.5	3/8	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75	N°4	0.50	0.10	0.10	99.90
2.36	N°8	0.50	0.10	0.20	99.80
1.18	N°16	4.40	0.88	1.08	98.92
0.6	N°30	42.30	8.45	9.53	90.47
0.3	N°50	78.00	15.58	25.10	74.90
0.15	N°100	275.00	54.92	80.03	19.97
0.075	N°200	100.00	19.97	100.00	0.00
	FONDO	0	0.00	100.00	
	TOTAL	500.70	100.00		

Módulo de Fineza:	2.16	
D50:	0.00024	m
D85:	0.00050	m
D90:	0.00058	m

Fuente: (Archivo del autor)

2. Resultados de gravedad específica

Este ensayo se realizó según la norma ASTM D 4854/ MTC E 113 y corresponde al ensayo de gravedad específica de sólidos de la arena usada en el lecho erosionable.



Tabla 165: Resultado de gravedad especifica de solidos

	UNI - FIC - Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos	Código:	AT-PR-3-F1
	GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS - ASTM D 854/MTC E 113	Formato	F - 07
		Fecha:	

Técnico : Informe N°:
 Calicata: Fecha: 27/05/2019
 Muestra N°: Profundidad:
 Horno: Balanza:

GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS

Método de Ensayo A Clasificación visual de un suelo
 B

Picnómetro		Tiempo de reposo (suelo+agua)	
Termómetro		Tiempo de reposo baño maría	

Prueba N°: 01 Gravedad Especifica del lecho			
1	Temperatura de ensayo, Tf	(°C)	27.2
2	Densidad del agua a la temperatura de ensayo, pwt	(g/mL)	
3	Masa del picnómetro, Mp	(g)	
4	Volumen del Picnómetro, Vp	(mL)	500.00
5	Masa del picnómetro + agua + suelo seco, Mpws.t	(g)	735.97
6	Masa de suelo seco, Ms	(g)	107.58
7	Masa del picnómetro + agua, Mpws.t	(g)	667.33
8	Gravedad especifica a la temperatura de ensayo, G1	$6/(6+7-5)$	2.7627
9	Factor de corrección por temperatura, K		0.998
10	Graveda especifica a 20°C, (8x9)		2.7579

D. OBSERVACIONES

La temperatura de 27.2 °C se debe a las temperaturas altas de la ciudad de Lima en la estación de Verano.

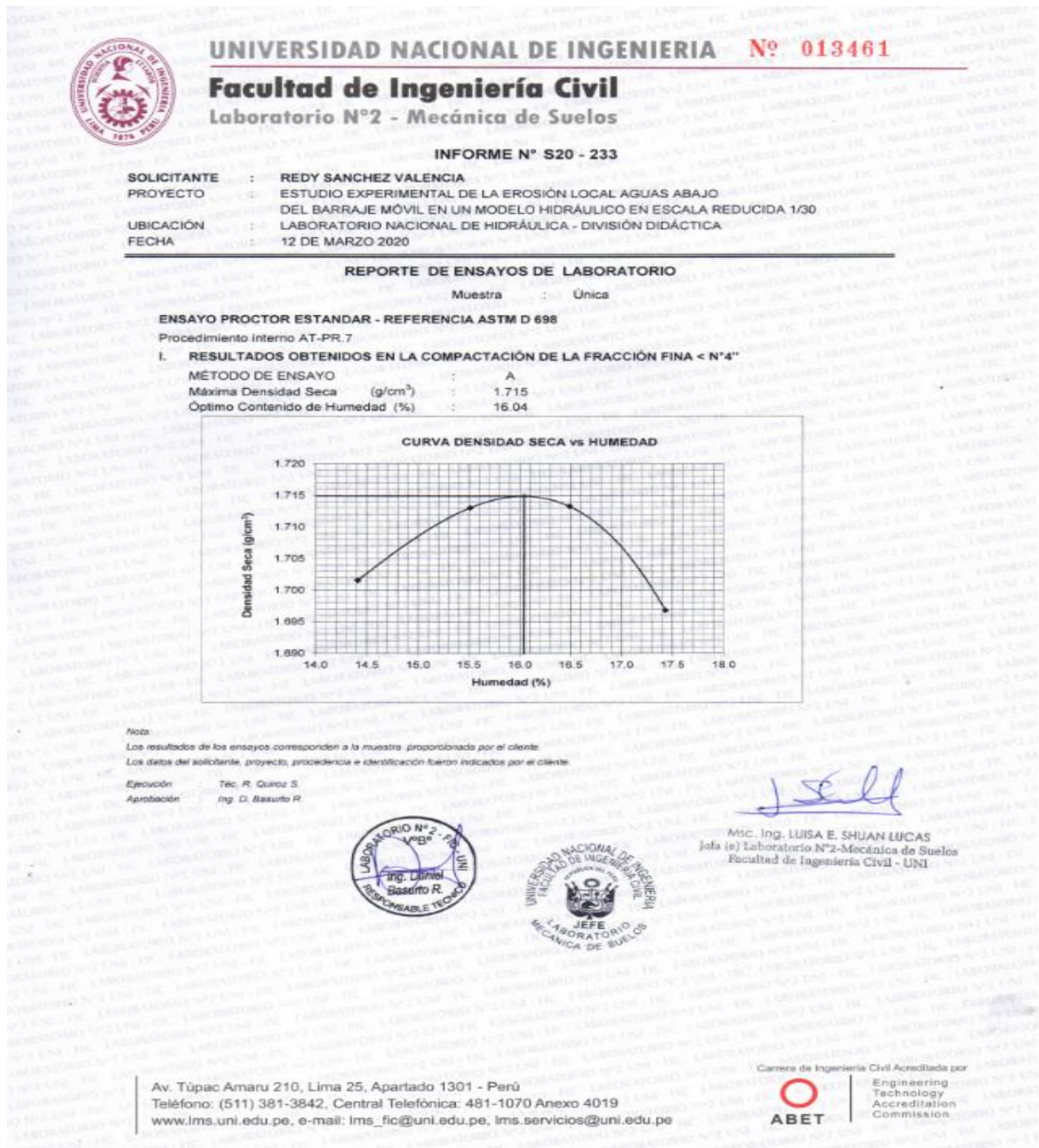
Fuente: (Archivo del autor)



3. Resultados de proctor estándar

El presente ensayo fue realizado el 12 de marzo del 2020, con Informe N°S20-233, dando como resultado la máxima densidad seca de 1.715 g/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 16.04 %.

Tabla 166: Resultado Proctor estándar – Referencia ASTM – D698

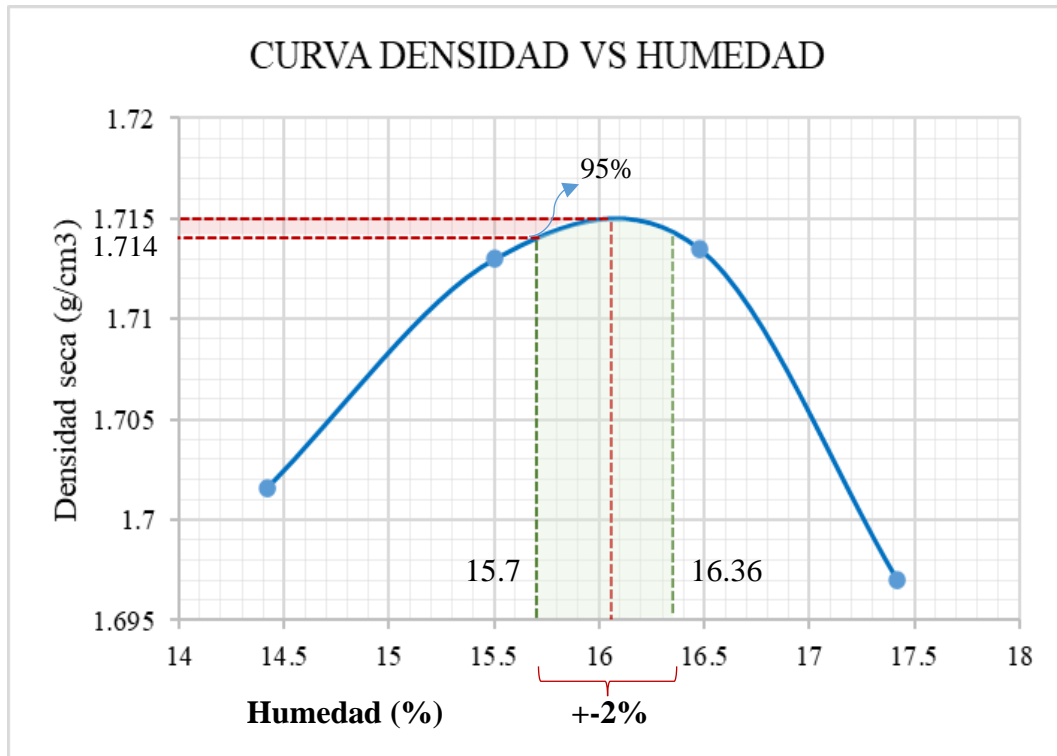


Fuente: (Laboratorio N°2 de mecánica de suelos – FIC-UNI)



En el prototipo se deben controlar el óptimo contenido de humedad óptimo, este valor debe guardar una relación de $\pm 2\%$ para asegurar que los datos sean idénticos a los datos experimentales encontrados en el modelo físico, así como se muestra en el Gráfico 23.

Gráfico 23: Curva densidad VS Contenido de humedad óptimo



Fuente: (Archivo del autor)

4. Resultados de densidad de campo

El presente ensayo fue determinado con el método de cono de arena referenciado con la norma ASTM D 1556/ MTC E 117, los valores expuestos son el promedio de los ensayos realizados.



Tabla 167: Resultado de densidad de campo- método cono de arena

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
DESCRIPCIÓN	29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
Densidad del lecho, gr/cm ³	2.24	2.39	2.31	2.45	2.40	2.65
Densidad de lecho seco natural, gr/cm ³	1.63	1.63	1.62	1.57	1.60	1.57
Contenido de humedad, %	5.06	8.14	6.18	5.13	6.38	4.88
Máxima densidad seca; g/cm ³	1.715	1.715	1.715	1.715	1.715	1.715
Optimo contenido de humedad, %	16.04	16.04	16.04	16.04	16.04	16.04
Porcentaje de compactación, %	95.19	94.97	94.31	91.66	93.40	91.64

Fuente: (Archivo del autor)

5. Resultados de abertura de compuertas

Tabla 168: Resultado de abertura de compuertas

Caudal (l/s)	Abertura Napo (m)	Abertura (m)	Error absoluto
29.54	0.015	0.011	0.002
63.39	0.027	0.026	0.001
105.34	0.044	0.045	0.000
148.23	0.067	0.068	0.000
189.56	0.095	0.095	0.000
232.65	0.128	0.133	0.000

Fuente: (Archivo del autor)

6. Resultados de los tirantes aguas arriba y abajo

Tabla 169: Resultado de tirantes aguas arriba

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
	29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
Tirante aguas arriba (m)	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 170: Resultado de tirantes aguas abajo

	Q1 l/s	Q2 l/s	Q3 l/s	Q4 l/s	Q5 l/s	Q6 l/s
	29.540	63.391	105.342	148.225	189.561	232.651
Tirante aguas abajo (m)	0.050	0.084	0.118	0.150	0.187	0.211

Fuente: (Archivo del autor)

7. Resultados de temperatura

Tabla 171: Resultado variación de temperatura y viscosidad

Numero de ensayo	Caudal (l/s)	Temperatura (°C)	Densidad (kg/m ³)	Vis. dinámica	Vis. Cinemática
				μ (kg-s/m ²)	ν m ² /s
Q1	29.54	19.90	998.23	1.04E-04	1.02E-06
Q2	63.39	19.90	998.23	1.04E-04	1.02E-06
Q3	105.34	20.86	998.028	1.02E-04	9.98E-07
Q4	148.23	21.02	997.986	1.01E-04	9.94E-07
Q5	189.56	26.31	996.707	8.84E-05	8.70E-07
Q6	232.65	25.94	996.802	8.91E-05	8.77E-07

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 172: Variación de Reynolds – Caudal 29.54 l/s

Variación de Reynolds - Caudal 29.54 l/s					
Zona	Prog.	Tirante	V. Media	Re	Flujo
		(m)	m/s	-	
Poza Disipadora	1+55-D	0.151	0.106	15709.20	Flujo Supercrito
	1+75-D	0.155	0.110	16633.75	Flujo Supercrito
	1+95-D	0.151	0.093	13796.76	Flujo Supercrito
	2+15-D	0.136	0.141	18772.80	Flujo Supercrito
	2+45-D	0.055	-	-	-
Cuenco de erosión	2+65-D	0.07	-	-	-
	2+75-D	0.06	-	-	-
	2+95-D	0.058	-	-	-
	3+15-D	0.08	-	-	-
	3+35-D	0.049	-	-	-
	3+55-D	0.072	-	-	-
	3+95-D	0.069	-	-	-
	4+25-D	0.084	-	-	-

Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 173: Variación de Reynolds – Caudal 63.39 l/s

Variación de Reynolds - Caudal 63.39 l/s					
Zona	SECCIÓN	Tirante	V. Media	Re	Flujo
		(m)	m/s	-	
Poza Disipadora	1+55-D	0.181	0.168	29792.10	Flujo Supercrito
	1+75-D	0.191	0.188	35166.08	Flujo Supercrito
	1+95-D	0.190	0.257	47659.40	Flujo Supercrito
	2+15-D	0.180	0.224	39420.84	Flujo Supercrito
	2+45-B	0.087	0.390	33016.82	Flujo Supercrito
Cuenco de erosión	2+65-D	0.140	0.284	38931.95	Flujo Supercrito
	2+75-D	0.161	0.322	50686.22	Flujo Supercrito
	2+85-D	0.171	0.314	52490.69	Flujo Supercrito
	2+95-D	0.171	0.281	47032.09	Flujo Supercrito
	3+05-D	0.151	0.273	40311.09	Flujo Supercrito
	3+15-D	0.141	0.259	35692.47	Flujo Supercrito
	3+35-D	0.134	0.231	30318.67	Flujo Supercrito
	3+55-D	0.130	0.282	35876.90	Flujo Supercrito
	3+75-D	0.122	0.294	34907.60	Flujo Supercrito
	3+95-D	0.127	0.299	37207.34	Flujo Supercrito
	4+25-D	0.134	0.284	37078.24	Flujo Supercrito

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 174: Variación de Reynolds – Caudal 105.34 l/s

Variación de Reynolds - Caudal 105.34 l/s					
Zona	Prog.	Tirante	V. Media	Re	Flujo
		(m)	m/s	-	
Poza Disipadora	1+55-D	0.210	0.149	31379.02	Flujo Supercrito
	1+75-D	0.216	0.244	52762.01	Flujo Supercrito
	1+95-D	0.215	0.284	61174.24	Flujo Supercrito
	2+15-D	0.204	0.317	64676.33	Flujo Supercrito
	2+45-F	0.116	0.483	55914.36	Flujo Supercrito
Cuenco de erosión	2+65-D	0.185	0.443	82119.39	Flujo Supercrito
	2+75-D	0.210	0.345	72599.02	Flujo Supercrito
	2+85-D	0.230	0.282	65055.94	Flujo Supercrito
	2+95-D	0.235	0.294	69285.18	Flujo Supercrito
	3+05-D	0.232	0.271	63028.51	Flujo Supercrito
	3+15-D	0.220	0.282	62103.25	Flujo Supercrito
	3+35-D	0.191	0.272	52012.81	Flujo Supercrito
	3+55-D	0.194	0.313	60745.96	Flujo Supercrito
	3+75-D	0.185	0.296	54848.19	Flujo Supercrito
	3+95-D	0.194	0.297	57752.23	Flujo Supercrito
	4+25-D	0.193	0.308	59585.79	Flujo Supercrito

Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 175: Variación de Reynolds – Caudal 148.23 l/s

Variación de Reynolds - Caudal 148.23 l/s					
Zona	Prog.	Tirante	V. Media	Re	Flujo
		(m)	m/s	-	
Poza Disipadora	1+75-D	0.245	0.143	35285.27	Flujo Supercrito
	1+95-D	0.251	0.027	6895.04	Flujo Supercrito
	2+15-D	0.235	0.306	72275.26	Flujo Supercrito
	2+45-B	0.149	0.464	69398.08	Flujo Supercrito
Cuenco de erosión	2+65-D	0.240	0.431	104105.82	Flujo Supercrito
	2+75-D	0.269	0.416	112517.83	Flujo Supercrito
	2+85-D	0.295	0.307	90965.87	Flujo Supercrito
	2+95-D	0.309	0.385	119560.45	Flujo Supercrito
	3+05-D	0.325	0.204	66680.34	Flujo Supercrito
	3+15-D	0.325	0.255	83350.43	Flujo Supercrito
	3+35-D	0.306	0.280	86220.76	Flujo Supercrito
	3+55-D	0.282	0.206	58362.86	Flujo Supercrito
	3+75-D	0.262	0.293	77116.79	Flujo Supercrito
	3+95-D	0.268	0.329	88618.52	Flujo Supercrito
4+25-D	0.253	0.306	77974.08	Flujo Supercrito	

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 176: Variación de Reynolds – Caudal 189.56 l/s

Variación de Reynolds - Caudal 189.56 l/s

Zona	Prog.	Tirante	Vel Med	Re	Flujo
		(m)	m/s	-	
Poza Disipadora	1+55-D	0.269	0.080	24760.82	Flujo Supercrito
	1+75-D	0.275	0.079	25093.14	Flujo Supercrito
	1+95-D	0.280	0.208	66804.88	Flujo Supercrito
	2+15-D	0.270	0.140	43378.33	Flujo Supercrito
	2+45-D	0.185	0.517	109831.78	Flujo Supercrito
Cuenco de erosión	2+65-D	0.248	0.423	120620.12	Flujo Supercrito
	2+75-D	0.295	0.488	165373.41	Flujo Supercrito
	2+85-D	0.325	0.302	112926.99	Flujo Supercrito
	2+95-D	0.355	0.350	142708.57	Flujo Supercrito
	3+05-D	0.370	0.285	121354.97	Flujo Supercrito
	3+15-D	0.402	0.278	128638.94	Flujo Supercrito
	3+35-D	0.395	0.310	140903.15	Flujo Supercrito
	3+55-D	0.360	0.297	122956.98	Flujo Supercrito
	3+75-D	0.340	0.343	133982.56	Flujo Supercrito
	3+95-D	0.310	0.309	110083.46	Flujo Supercrito
	4+25-D	0.295	0.328	111062.59	Flujo Supercrito

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 177: Variación de Reynolds – Caudal 232.65 l/s

Variación de Reynolds - Caudal 232.65 l/s					
Zona	Prog.	Tirante	V. Media	Re	Flujo
		(m)	m/s	-	
Poza Disipadora	1+55-D	0.295	0.051	17191.42	Flujo Supercrito
	1+75-D	0.305	0.081	28049.12	Flujo Supercrito
	1+95-D	0.307	0.170	59477.35	Flujo Supercrito
	2+15-D	0.308	0.128	45012.33	Flujo Supercrito
	2+45-D	0.215	0.403	98876.42	Flujo Supercrito
Cuenco de erosión	2+65-D	0.275	0.432	135608.62	Flujo Supercrito
	2+75-D	0.320	0.468	170936.88	Flujo Supercrito
	2+85-D	0.350	0.481	191791.94	Flujo Supercrito
	2+95-D	0.380	0.458	198653.91	Flujo Supercrito
	3+05-D	0.400	0.444	202540.50	Flujo Supercrito
	3+15-D	0.420	0.389	186467.27	Flujo Supercrito
	3+35-D	0.415	0.369	174829.17	Flujo Supercrito
	3+55-D	0.460	0.386	202311.27	Flujo Supercrito
	3+75-D	0.430	0.274	134463.63	Flujo Supercrito
	3+95-D	0.415	0.332	157223.20	Flujo Supercrito
4+25-D	0.385	0.362	158854.02	Flujo Supercrito	

Fuente: (Archivo del autor)

El número de Reynolds determinado para cada ensayo respectivo, superan los 3000, el cual indica el límite mínimo para considerar un flujo turbulento, por lo cual se considera una investigación en flujo turbulento, en la poza disipadora, así como también en el cuenco de erosión.



8. Resultados de presión estática

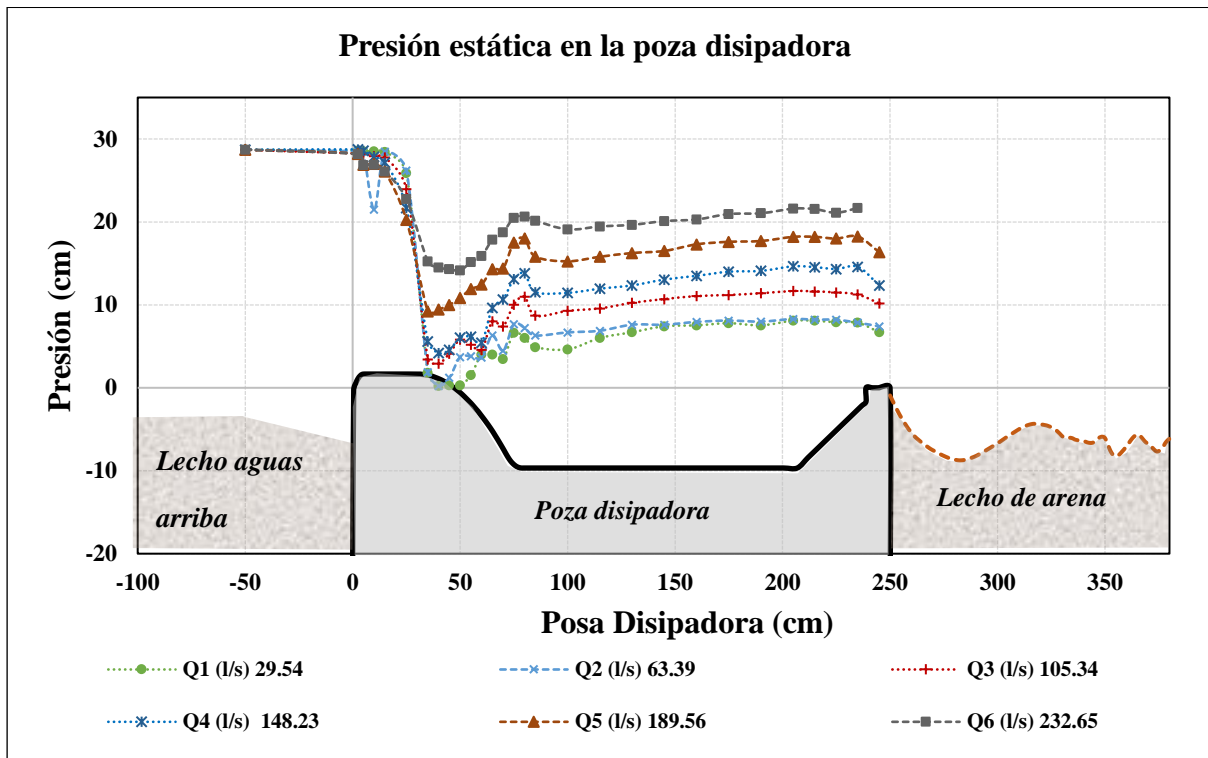
Tabla 178: Resultado de presiones estáticas – Poza disipadora

Resultados de Presiones estáticas							
		Q1 (l/s)	Q2 (l/s)	Q3 (l/s)	Q4 (l/s)	Q5 (l/s)	Q6 (l/s)
		29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
Nº. de Piez.	Progresiva cm	Presión cm	Presión cm	Presión cm	Presión cm	Presión cm	Presión cm
0.00	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70	28.70
1.00	28.61	28.53	28.53	28.25	28.75	28.20	28.15
2.00	28.51	28.53	28.53	28.25	28.60	26.90	26.85
3.00	28.51	21.48	21.48	27.93	27.85	27.00	26.90
4.00	28.42	28.46	28.46	27.77	27.15	26.10	26.10
5.00	25.89	26.20	26.20	23.95	21.70	20.25	22.75
6.00	1.82	1.89	1.89	3.43	5.60	9.20	15.25
7.00	0.21	0.23	0.23	2.91	4.20	9.45	14.50
8.00	0.29	1.23	1.24	4.14	4.58	10.00	14.30
9.00	0.29	3.70	3.43	5.82	6.05	10.85	14.15
10.00	1.52	3.80	3.15	5.19	6.15	11.90	15.15
11.00	4.02	3.65	2.90	4.59	5.45	12.45	15.90
12.00	4.02	6.32	5.51	8.01	9.65	14.30	17.85
13.00	3.47	4.47	4.09	7.41	10.65	14.40	18.75
14.00	6.63	7.69	6.81	10.04	13.10	17.50	20.50
15.00	6.00	7.21	6.56	10.99	13.80	18.00	20.65
16.00	4.91	6.31	5.52	8.70	11.55	15.82	20.15
17.00	4.63	6.68	5.88	9.28	11.45	15.25	19.10
18.00	6.01	6.88	6.24	9.58	11.95	15.80	19.45
19.00	6.70	7.61	7.23	10.24	12.35	16.25	19.65
20.00	7.42	7.61	7.31	10.70	13.05	16.50	20.10
21.00	7.53	7.95	7.68	11.06	13.50	17.30	20.30
22.00	7.79	8.11	7.95	11.20	14.00	17.60	20.95
23.00	7.53	7.99	7.86	11.40	14.10	17.70	21.05
24.00	8.10	8.30	8.11	11.68	14.65	18.20	21.60
25.00	8.09	8.22	8.12	11.63	14.55	18.20	21.55
26.00	7.90	8.21	7.93	11.50	14.33	18.00	21.10
27.00	7.85	7.85	7.85	11.25	14.60	18.25	21.70
28.00	6.70	7.41	6.96	10.19	12.35	16.35	

Fuente: (Archivo del autor)



Gráfico 24: Resultado de presión estática en la poza disipadora



Fuente: (Archivo del autor)

Mediante el Gráfico 24 se aprecia la variación de los niveles del agua en la poza disipadora de energía, así como también nos permite visualizar la disipación de la energía y la turbulencia del fluido a la salida de la compuerta, en los ensayos que corresponden a 29.54 l/s, 63.39 l/s, 105.34 l/s y 148.23 l/s la turbulencia a la salida de la compuerta es mayor a comparación de los 2 ensayos restantes.

9. Resultados de erosión

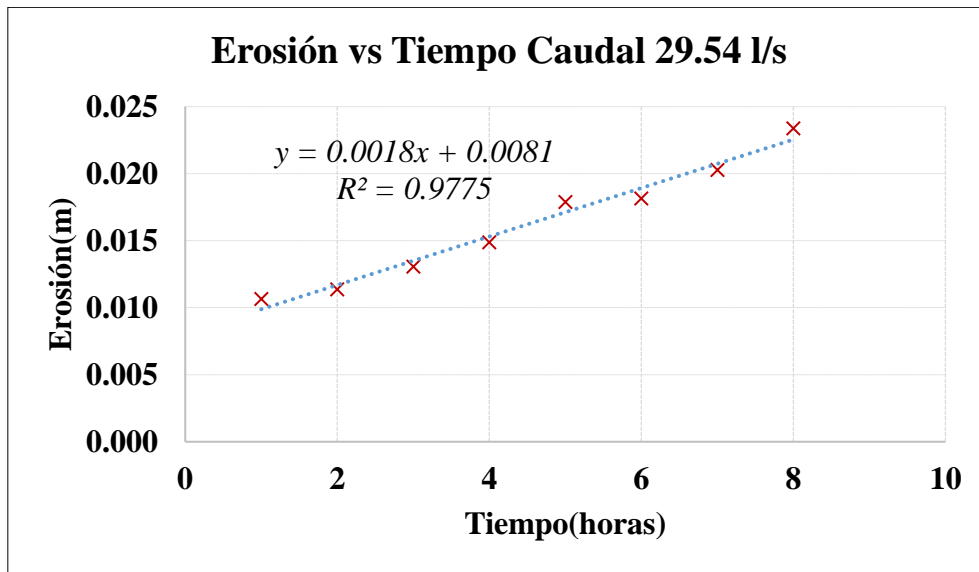
Tabla 179: Resultado de Erosión– Caudal 29.54 l/s

Caudal l/s	29.54							
Tiempo (h)	1	2	3	4	5	6	7	8
S max (m)	0.011	0.011	0.013	0.015	0.018	0.018	0.020	0.023

Fuente: (Archivo del autor)



Gráfico 25: Resultado de Erosión– Caudal 29.54 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

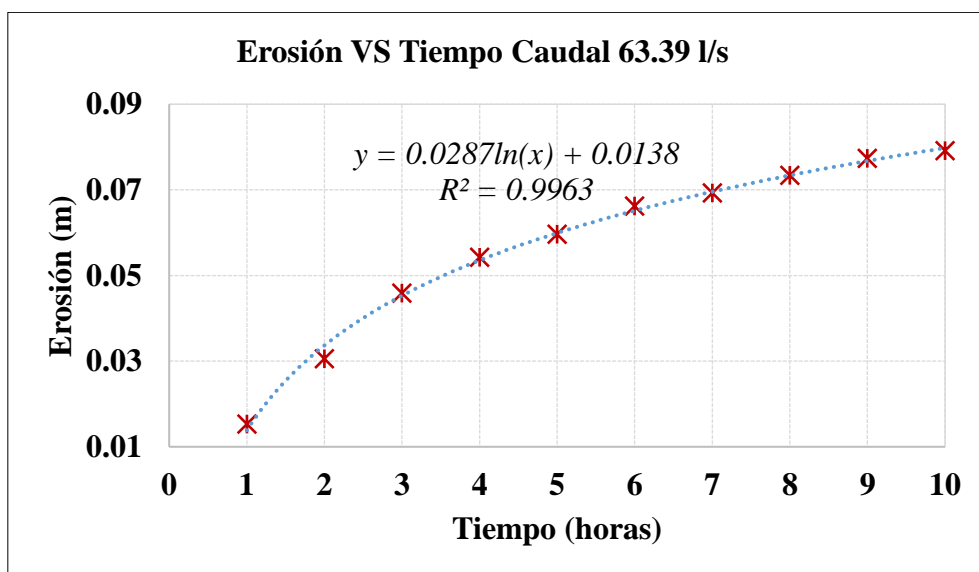
Tabla 180: Resultado de Erosión– Caudal 63.39 l/s

Caudal (l/s)	63.39
---------------------	-------

Tiempo (h)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S max (m)	0.015	0.031	0.046	0.054	0.060	0.066	0.069	0.073	0.077	0.079

Fuente: (Archivo del autor)

Gráfico 26: Resultado de Erosión– Caudal 63.39 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



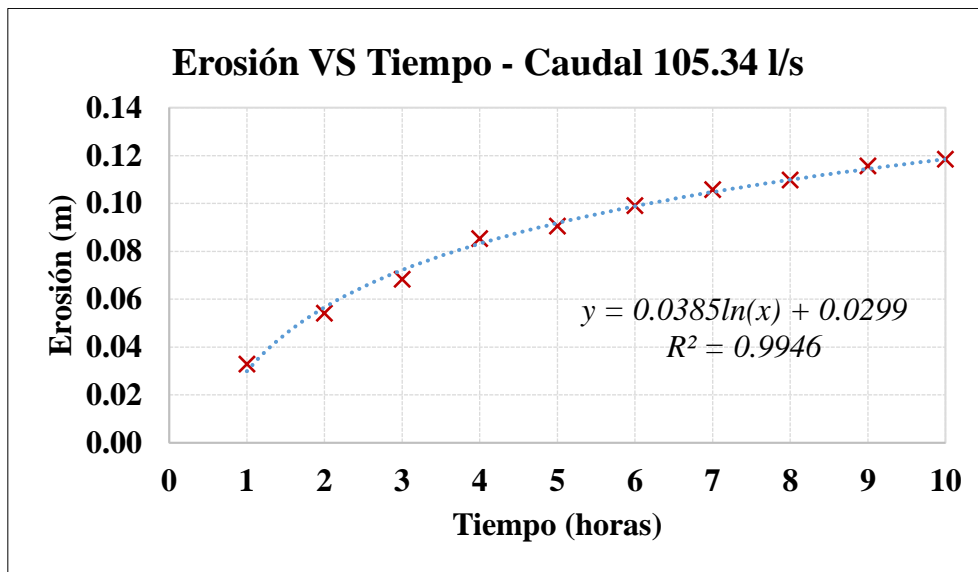
Tabla 181: Resultado de Erosión– Caudal 105.34 l/s

Caudal l/s	105.34
------------	--------

Tiempo (h)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S max (m)	0.033	0.054	0.068	0.085	0.091	0.099	0.106	0.110	0.116	0.119

Fuente: (Archivo del autor)

Gráfico 27: Resultado de Erosión– Caudal 105.34 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 182: Resultado de Erosión– Caudal 148.23 l/s

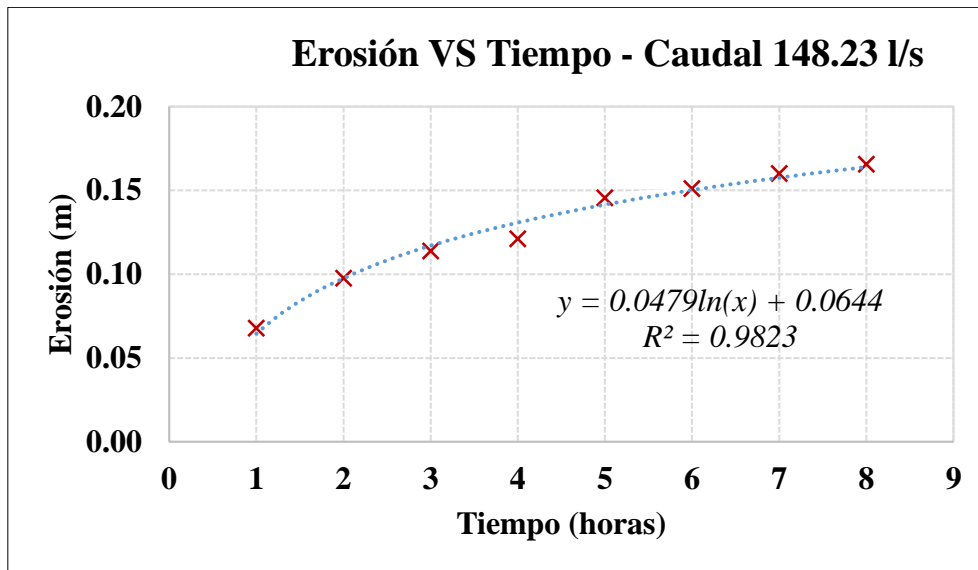
Caudal (l/s)	148.23
--------------	--------

Tiempo (h)	1	2	3	4	5	6	7	8
Smax (m)	0.068	0.098	0.114	0.121	0.146	0.151	0.160	0.166

Fuente: (Archivo del autor)



Gráfico 28: Resultado de Erosión– Caudal 148.23 l/s



Fuente: (Archivo del autor)

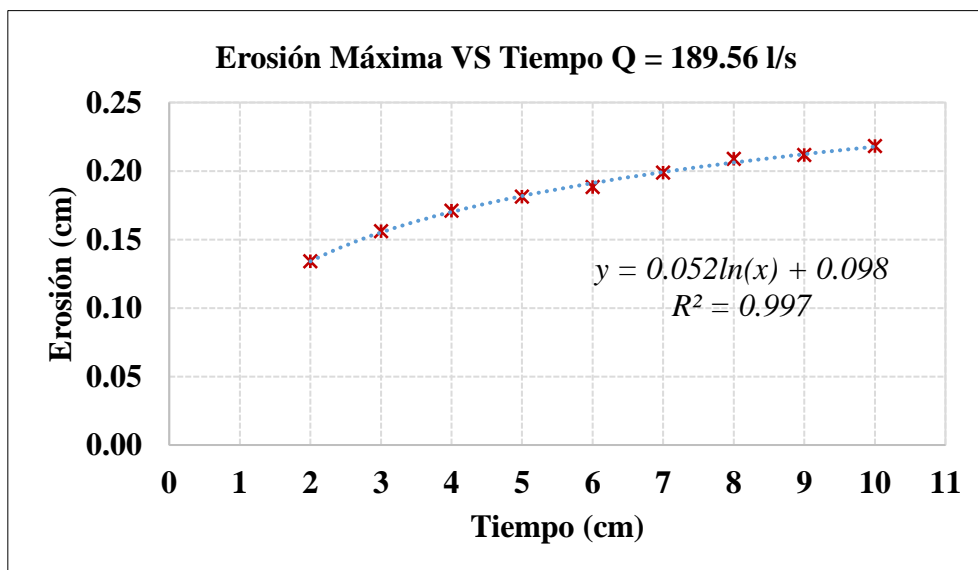
Tabla 183: Resultado de Erosión– Caudal 189.56 l/s

Caudal l/s	189.56
------------	--------

Tiempo (h)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S max (m)	0.038	0.134	0.156	0.171	0.181	0.188	0.199	0.209	0.212	0.218

Fuente: (Archivo del autor)

Gráfico 29: Resultado de Erosión– Caudal 189.56 l/s



Fuente: (Archivo del autor)



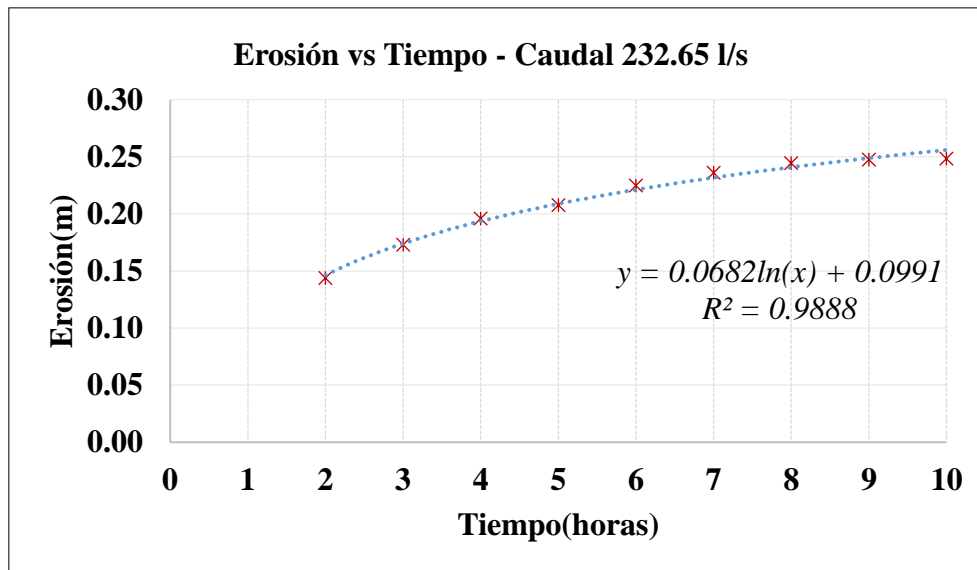
Tabla 184: Resultado de Erosión– Caudal 232.65 l/s

Caudal l/s	232.65
------------	--------

Tiempo (h)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S max (m)	0.075	0.144	0.173	0.196	0.208	0.225	0.236	0.244	0.248	0.248

Fuente: (Archivo del autor)

Gráfico 30: Resultado de Erosión– Caudal 232.65 l/s



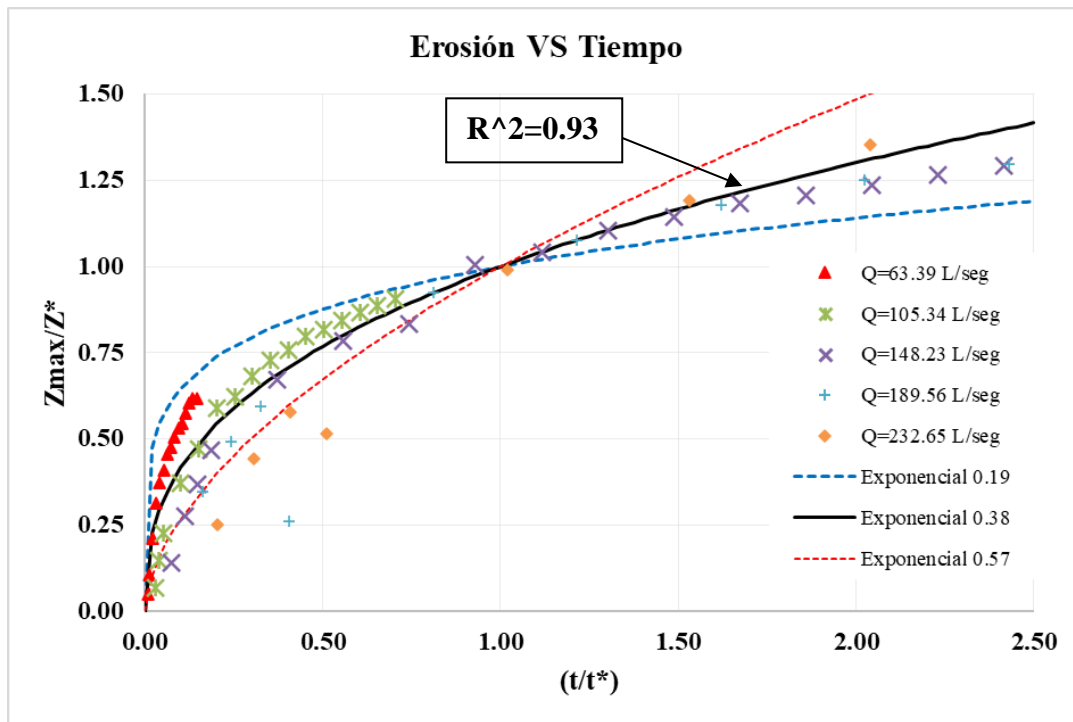
Fuente: (Archivo del autor)

De los gráficos Gráfico 25 al Gráfico 30, se muestran los gráficos de erosión versus tiempo, que corresponde a los caudales de 29.54 l/s se ajustan a una línea de tendencia lineal, mientras las curvas que corresponden a los ensayos con caudales 63.39 l/s, 105.34 l/s, 148.23 l/s, 189.56 l/s y 232.65 l/s se ajustan a una línea de tendencia logarítmica.

En el gráfico siguiente reciente se representa tres ajustes exponenciales entre la erosión y la escala del tiempo para valores menores de $Z_{max}/Z^* < 1.5$, la gráfica con el mejor ajuste corresponde al exponente 0.38 de la Ecuación (39).



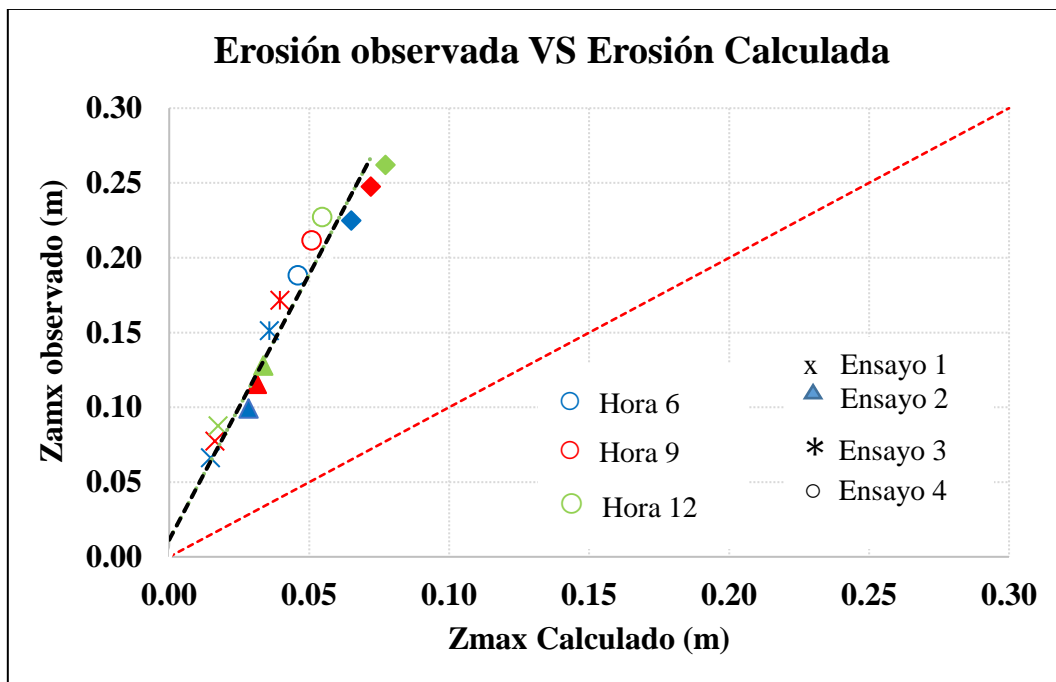
Gráfico 31: Ajuste de la erosión VS tiempo



Fuente: (Archivo del autor)

En el siguiente grafico se muestra los resultados experimentales son alrededor de 380 % (en promedio) de los calculados en la ecuación (41) mencionada por (Oliveto & Comuniello, 2009),

Gráfico 32: Erosión observada Vs Erosión Calculada



Fuente: (Archivo del autor)



La ubicación de la erosión máxima en horas 8 a 10 horas respectivamente se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 185: Ubicación del cuenco de erosión

Ensayo	Ensayo (l/s)	Ubicación del cuenco	
		X (m)	Y4 (m)
Q1	29.54	2.740	0.022
Q2	63.39	2.770	0.076
Q3	105.34	2.850	0.118
Q4	148.23	2.880	0.171
Q5	189.56	3.022	0.212
Q6	232.65	3.105	0.248

Fuente: (Archivo del autor)

Según (Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas, 2010), recomienda 2 enunciados para la determinación de la erosión (Y4) aguas debajo de la poza disipadora, se tiene a M.S Vysgo (1947) y E.A. Zamarin (1951), esta última considera las características del material que forma el cauce, por ellos se determina la erosión con la formulación E.A. Zamarin (1951).

Tabla 186: Erosión observada y Calculada según ANA.

Caudal (l/s)	Erosión Obs. (m)	Y4 (m)
29.54	0.023	0.71
63.39	0.073	0.68
105.34	0.110	0.65
148.23	0.166	0.64
189.56	0.209	0.62
232.65	0.244	0.64

Fuente: (Archivo del autor)

En el cuadro anterior se muestra que la erosión calculada por el enunciado recomendados por E.A. Zamarin (1951) (Manual: Criterios de diseño de obras hidráulicas, 2010), superan a la erosión observada en laboratorio, esto también nos permite plantear un dentellón por debajo de esta erosión máxima y así evitar problemas de estabilidad en la poza disipadora. Se realizó una comprobación por estabilidad a la poza disipador, se evaluó la estabilidad por deslizamiento $K_d = 1.27$, el cual indica que no sufrirá una falla por deslizamiento, de igual modo se realizó la



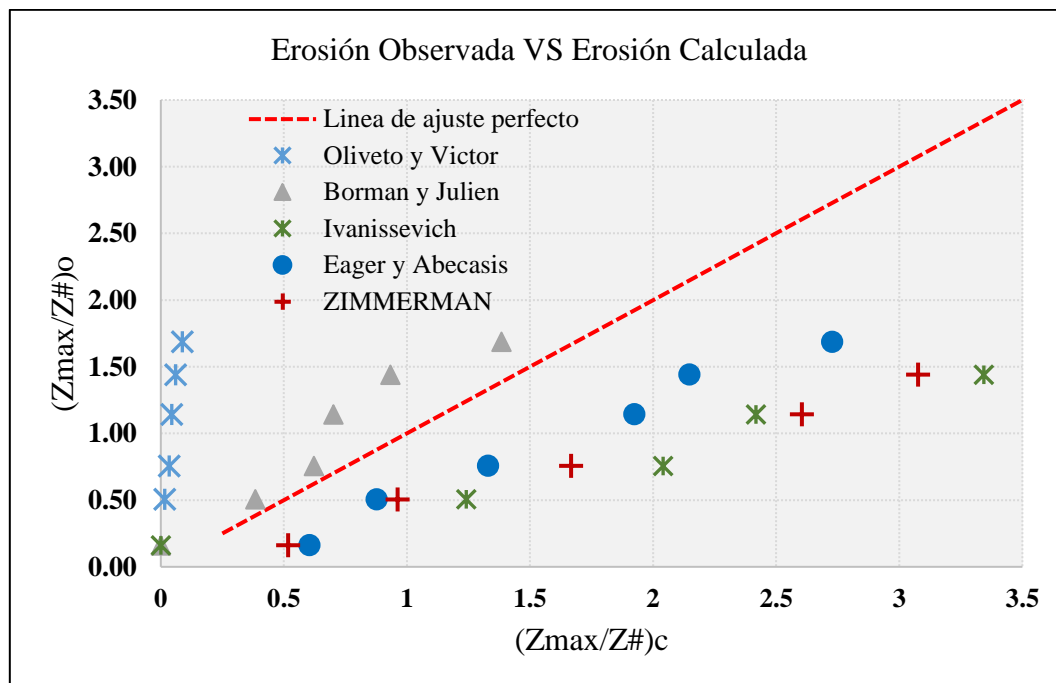
estabilidad por volcamiento $K_v=9.89$ el cual nos indica que tampoco sufrirá una falla por volcamiento.

Tabla 187: Resumen de Erosión calculada y observada

	Q1 l/s	Q2 l/s	Q3 l/s	Q4 l/s	Q5 l/s	Q6 l/s
ENUNCIADO	29.54	63.39	105.34	148.23	189.56	232.65
	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)	Smax (m)
Bormann y Julien (1991)		0.056	0.090	0.102	0.135	0.201
Ivanissevich (1980)	0.000	0.180	0.296	0.351	0.485	0.687
Qayum (1960)	0.389	0.601	0.821	1.000	1.065	1.122
Oliveto & Comuniello (2009).		0.016	0.031	0.040	0.051	0.072
Jeager y Abecasis Manzanares (1954)	0.088	0.127	0.193	0.279	0.311	0.396
Zimmerman y Maniak (1967)	0.075	0.139	0.242	0.378	0.446	0.591
Erosión laboratorio (2020)	0.023	0.073	0.110	0.166	0.209	0.244

Fuente: (Archivo del autor)

Gráfico 33: Relación de Erosión observada Vs Erosión Calculada

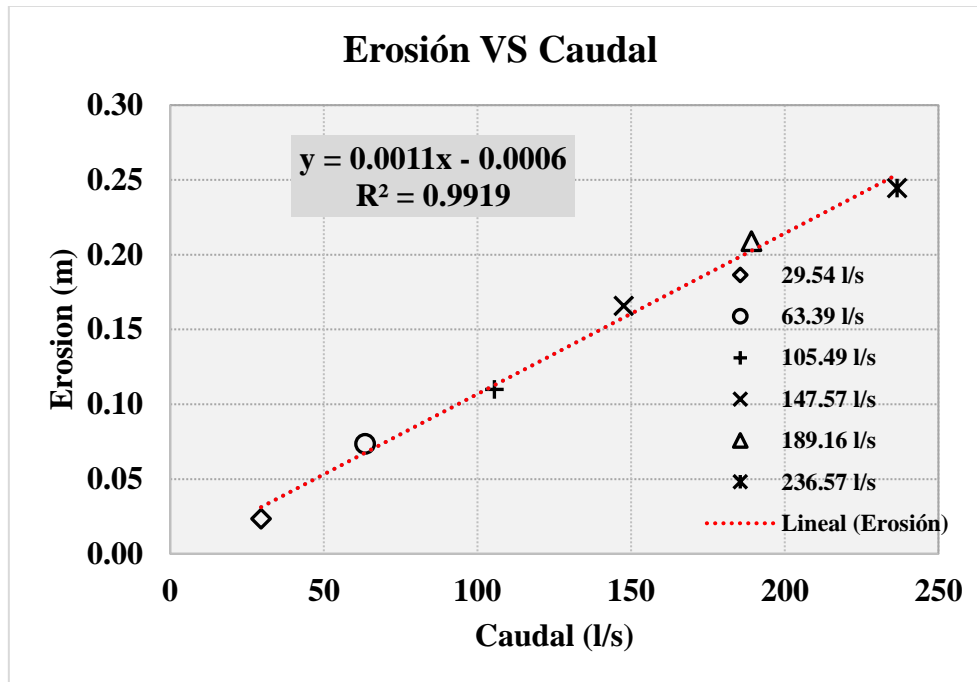


Fuente: (Archivo del autor)



En el Gráfico 33, se aprecia que los enunciados Borman y Julien y Eager y Abecasis son los que mejor que se ajustan a la línea de ajuste perfecto esto quiere decir que son los que dan resultados más cercanos a los observados y obtenidos en esta investigación.

Gráfico 34: Relación de Erosión Vs Caudal



Fuente: (Archivo del autor)

Con los datos obtenidos se realizó una regresión como se muestra en el Gráfico 34, con cuya ecuación lineal se obtiene la erosión local aguas abajo de la poza disipadora, para el modelo físico, y para obtener la erosión local a nivel del prototipo se multiplica por 30 a la erosión obtenida en el modelo físico, como se muestra en la siguiente Tabla 188.



Tabla 188: Erosión local en modelo físico y prototipo

	Prototipo		Modelo físico	
	Caudal l/s	Erosión m	Caudal l/s	Erosión m
Periodo de retorno	1166	0.702	29.54	0.023
	2497	2.201	63.39	0.073
	3995	3.293	105.49	0.110
	5658	4.970	147.57	0.166
	7488	6.267	189.16	0.209
	9281	7.335	236.57	0.244
5	12208	10.198	309.56	0.340
10	13111	10.953	332.46	0.365
20	14004	11.701	355.11	0.390
100	16140	13.488	409.27	0.450
1000	19511	16.309	494.75	0.544

Fuente: (Archivo del autor)

10. Resultados de velocidad

Tabla 189: Resultados de velocidad media – caudal 29.54 l/s

RESULTADOS DE VELOCIDAD MEDIA - CAUDAL 29.54 l/s

SECCIÓN	Tirante (m)	Tirante de medición (m)			Velocidad Media (m/s)		
		H*0.2	H*0.6	H*0.8	H*0.2	H*0.6	H*0.8
2+15-D	0.136	0.027	0.082	0.109	0.151	0.141	-
2+45-D	0.055	0.011	0.033	0.044	0.307	-	-
2+65-D	0.07	0.014	0.042	0.056	0.139	-	-
2+75-D	0.06	0.012	0.036	0.048	0.206	-	-
2+95-D	0.058	0.012	0.035	0.046	0.257	-	-
3+15-D	0.08	0.016	0.048	0.064	0.086	-	-
3+35-D	0.049	0.010	0.029	0.039	0.176	-	-
3+55-D	0.072	0.014	0.043	0.058	0.221	-	-
3+95-D	0.069	0.014	0.041	0.055	0.144	-	-
4+25-D	0.084	0.017	0.050	0.067	0.196	-	-

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 190: Resultados de velocidad media – Caudal 63.39 l/s

RESULTADOS DE VELOCIDAD MEDIA - CAUDAL 63.39 l/s							
SECCIÓN	Tirante	Tirante de medición			Velocidad Media		
		(m)			(m/s)		
	(m)	H*0.2	H*0.6	H*0.8	H*0.2	H*0.6	H*0.8
2+45-B	0.087	0.017	0.052	0.069	0.506	0.390	-
2+65-D	0.140	0.028	0.084	0.112	0.033	0.284	-
2+75-D	0.161	0.032	0.097	0.129	0.006	0.322	-
2+85-D	0.171	0.034	0.103	0.137	0.035	0.314	-
2+95-D	0.171	0.034	0.103	0.137	0.078	0.281	-
3+05-D	0.151	0.030	0.091	0.121	0.148	0.273	-
3+15-D	0.141	0.028	0.085	0.113	0.206	0.259	-
3+35-D	0.134	0.027	0.080	0.107	0.220	0.231	-
3+55-D	0.130	0.026	0.078	0.104	0.220	0.282	-
3+75-D	0.122	0.024	0.073	0.097	0.246	0.294	-
3+95-D	0.127	0.025	0.076	0.102	0.251	0.299	-

Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 191: Resultados de velocidad media – Caudal 105.34 l/s

RESULTADOS DE VELOCIDAD MEDIA - CAUDAL 105.34 l/s							
SECCIÓN	Tirante	Tirante de medición			Velocidad Media		
		(m)			(m/s)		
	(m)	H*0.2	H*0.6	H*0.8	H*0.2	H*0.6	H*0.8
2+45-B	0.115	0.023	0.069	0.092	0.451	0.470	-
2+45-F	0.116	0.023	0.069	0.092	0.515	0.483	-
2+65-D	0.185	0.037	0.111	0.148	0.053	0.443	-
2+75-D	0.210	0.042	0.126	0.168	0.024	0.345	0.426
2+85-D	0.230	0.046	0.138	0.184	0.033	0.282	0.418
2+95-D	0.235	0.047	0.141	0.188	0.047	0.294	0.376
3+05-D	0.232	0.046	0.139	0.186	0.031	0.271	0.345
3+15-D	0.220	0.044	0.132	0.176	0.136	0.282	0.349
3+35-D	0.191	0.038	0.115	0.153	0.203	0.272	-
3+55-D	0.194	0.039	0.116	0.155	0.265	0.313	-
3+75-D	0.185	0.037	0.111	0.148	0.263	0.296	-
3+95-D	0.194	0.039	0.116	0.155	0.252	0.297	-

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 192: Resultados de velocidad media – Caudal 148.23 l/s

RESULTADOS DE VELOCIDAD MEDIA - CAUDAL 148.23 l/s							
SECCIÓN	Tirante de medición				Velocidad Media		
	Tirante	(m)			(m/s)		
	(m)	H*0.2	H*0.6	H*0.8	H*0.2	H*0.6	H*0.8
2+45-B	0.149	0.030	0.089	0.119	0.502	0.464	0.000
2+65-D	0.240	0.048	0.144	0.192	-0.082	0.431	0.492
2+75-D	0.269	0.054	0.161	0.215	-0.067	0.416	0.539
2+85-D	0.295	0.059	0.177	0.236	-0.037	0.307	0.532
2+95-D	0.309	0.062	0.185	0.247	-0.003	0.385	0.535
3+05-D	0.325	0.065	0.195	0.260	-0.008	0.204	0.481
3+15-D	0.325	0.065	0.195	0.260	0.014	0.255	0.442
3+35-D	0.306	0.061	0.184	0.245	0.058	0.280	0.402
3+55-D	0.282	0.056	0.169	0.226	0.162	0.206	0.260
3+75-D	0.262	0.052	0.157	0.210	0.282	0.293	0.305
3+95-D	0.268	0.054	0.161	0.214	0.249	0.329	0.339
4+25-D	0.253	0.051	0.152	0.202	0.282	0.306	0.306

Fuente: (Archivo del autor)

Tabla 193: Resultados de velocidad media – Caudal 189.56 l/s

RESULTADOS DE VELOCIDAD MEDIA - CAUDAL 189.56 l/s							
SECCIÓN	Tirante de medición				Velocidad Media		
	Tirante	(m)			(m/s)		
	(m)	H*0.2	H*0.6	H*0.8	H*0.2	H*0.6	H*0.8
2+45-D	0.185	0.037	0.111	0.148	0.5629	0.5166	0.0000
2+65-D	0.248	0.050	0.149	0.198	0.1040	0.4232	0.4182
2+75-D	0.295	0.059	0.177	0.236	0.0660	0.4878	0.6007
2+85-D	0.325	0.065	0.195	0.260	0.051	0.302	0.476
2+95-D	0.355	0.071	0.213	0.284	-0.003	0.350	0.543
3+05-D	0.370	0.074	0.222	0.296	0.056	0.285	0.472
3+15-D	0.402	0.080	0.241	0.322	0.029	0.278	0.438
3+35-D	0.395	0.079	0.237	0.316	0.121	0.310	0.423
3+55-D	0.360	0.072	0.216	0.288	0.113	0.297	0.388
3+75-D	0.340	0.068	0.204	0.272	0.187	0.343	0.397
3+95-D	0.310	0.062	0.186	0.248	0.259	0.309	0.388
4+25-D	0.295	0.059	0.177	0.236	0.332	0.328	0.322

Fuente: (Archivo del autor)



Tabla 194: Resultados de velocidad media – Caudal 232.65 l/s

RESULTADOS DE VELOCIDAD MEDIA - CAUDAL 232.65 l/s							
SECCIÓN	Tirante de medición				Velocidad Media		
	Tirante (m)	(m)			(m/s)		
		H*0.2	H*0.6	H*0.8	H*0.2	H*0.6	H*0.8
2+45-D	0.215	0.043	0.129	0.172	0.6060	0.4033	0.2594
2+65-D	0.275	0.055	0.165	0.220	0.1041	0.4324	0.3628
2+75-D	0.320	0.064	0.192	0.256	0.0863	0.4684	0.6159
2+85-D	0.350	0.070	0.210	0.280	0.0397	0.4805	0.6302
2+95-D	0.380	0.076	0.228	0.304	0.0514	0.4584	0.6010
3+05-D	0.400	0.080	0.240	0.320	0.0086	0.4440	0.5698
3+15-D	0.420	0.084	0.252	0.336	0.0410	0.3893	0.5306
3+35-D	0.415	0.083	0.249	0.332	0.0983	0.3694	0.5109
3+55-D	0.460	0.092	0.276	0.368	0.1688	0.3857	0.4773
3+75-D	0.430	0.086	0.258	0.344	0.1668	0.2742	0.3832
3+95-D	0.415	0.083	0.249	0.332	0.2349	0.3322	0.4201
4+25-D	0.385	0.077	0.231	0.308	0.3092	0.3618	0.3357

Fuente: (Archivo del autor)



CAPITULO V: DISCUCIÓN

1. Contraste de resultados con referencia de marco teórico

¿Porque se utilizó el modelo físico del proyecto “ESTUDIO EN MODELO FÍSICO DE LA PRESA DERIVADORA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA NAPO MAZÁN (IQUITOS)”?

La razón por que se usó el modelo físico secundario del proyecto central hidroeléctrica de napo maza, es porque se ajusta al propósito de la investigación, que es el estudio experimental de la erosión local.

¿Porque se compacto el lecho de arena para cada ensayo?

Se compacto el lecho para simular las condiciones naturales de un lecho de un rio cualquiera y en condiciones críticas, es decir cuando todo el lecho sea arena, también sirvió para poder apreciar de mejor manera la erosión.

¿Los resultados obtenidos pueden servir como referencia para investigaciones futuras sobre temas relacionados con la erosión?

Los ensayos se realizaron de modo tal que pueda ser aplicados de la manera más sencilla cumpliendo en todo momento los rigores para evitar errores en la colecta de datos, en algunos casos se plantearon metodologías y proceso que no especifica la norma pero que resultan prácticas para la realización de los ensayos; los valores obtenidos podrían servir como referencia para poder realizar futuras investigaciones en temas relacionados.

2. Interpretación de resultados encontrados en la investigación

¿Por qué el tirante aguas arriba se mantiene constante independientemente del incremento de caudal?

El tirante aguas arriba tiene la función de una condición de borde para todos los ensayos es decir el nivel mínimo necesario para la toma de agua, siendo este uno de los objetivos estudiados en el modelo físico secundario de la central hidroeléctrica Napo Mazan.



¿Los valores de erosión obtenidos se asemejan a los valores obtenidos por otros autores?

Los valores obtenidos de erosión son comparables y similares a los autores mencionados anteriormente, tales como Bormann y Julien (1991), Ivanissevich (1980), Qayum (1960), Oliveto y Comuniello (2009), Jeager y Abercasis Manzanares (1954) y Zimmerman y Maniak (1967), de los cuales los resultados obtenidos de erosión para 8, 10, 10, 8, 10 y 10 horas respectivamente, son semejantes a le Bormann y Julien y Jeager y Abecasis Manzanares, como se muestra en la Tabla 187 y Gráfico 33.

3. Comentarios de la demostración de la hipótesis

¿Se lograron demostrar las hipótesis planteadas en la presente investigación?

Las sub-hipotesis cumplieron completamente, en cuanto a los perfiles de erosión, presiones estáticas en la poza disipadora del barraje móvil, distribución de velocidad en la zona de erosión o cuenco, velocidades medias en el umbral para determinar la erosión con los enunciados mencionados anteriormente y también la erosión máxima para cada ensayo.

4. Aportes de la investigación

¿Por qué se utilizó Vectrino Profiler para la determinación de los perfiles de velocidad?

El Velocímetro Acústico Doppler (ADV), Vectrino Profiler propiedad del Laboratorio Nacional de hidráulica, es un equipo altamente sofisticado para la colecta de datos de velocidad para investigaciones en proyecto de agua clara.

¿Los resultados obtenidos pueden servir como referencia para investigaciones futuras sobre temas relacionados a la erosión local?

Los ensayos se realizaron de modo tal que pueda ser aplicados de la manera más sencilla cumpliendo en todo momento, en algunos casos se plantearon metodologías y proceso que no especifica la norma o manuales pero que resultan prácticas para la realización de los ensayos. Los valores sirven como referencia para poder realizar futuras investigaciones en temas relacionados



5. Incorporación de temas nuevos que se han presentado durante el proceso de la investigación que no estaba considerado dentro de los objetivos de la investigación

¿Porque se realizó el ensayo para la determinación de la erosión local aguas abajo de una poza disipadora de un barrage móvil?

La razón por la que solo se estudió la erosión local aguas abajo de una poza disipadora de un barrage móvil, es un problema típico en las captaciones de diferentes tipos y es un tema poco estudiado en nuestro Perú.



GLOSARIO

Modelo Físico

Modelo es toda esquematización de la realidad hecha con fines de estudio

Barraje móvil

define a los barrajes como estructura que permite elevar el nivel del agua requerido por la captación, llamado también como vertedero fijo o presa derivadora

Barraje Fijo.

Son estructuras que tienen una presa sólida, que permite levantar el nivel del agua frente a la compuerta de captación.

Barraje Móvil.

Este tipo de barraje permite la retención de caudal y la elevación del tirante, mediante el cierre del curso con compuertas.

Barraje Mixto

Son estructuras con una parte sólida (barraje fijo) y una parte integrada por compuertas sustentadas con pilares (barraje móvil), en su mayoría la parte móvil tiene en ciertos casos un muro guía o separadores de barraje fijo en forma de canal, considerado como un canal de limpia.

Poza Disipadora de energía.

Se encuentran aguas abajo de los barrajes móvil y fijo, tiene la función disipar la energía, mediante de un salto hidráulico, inmediatamente aguas abajo en su mayoría se encuentra un lecho fluvial.



CONCLUSIONES

Conclusión N°01.

Se logró alcanzar el objetivo específico 01. Que consiste en determinar las presiones estáticas en la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico, para ello se usó 28 piezómetros, los resultados se muestran en la Tabla 178 y la variación de las presiones se muestra en el Gráfico 24.

Por tanto, la sub hipótesis 1 que afirma las presiones estáticas en la poza disipadora de energía, correspondiente a la poza disipadora del modelo físico a escala reducida 1/30 serán mayores 100 mm es decir 10 cm. Resulta VERDADERA a los ensayos que corresponden a los caudales de 189.56 l/s y 232.65 l/s. caso contrario sucede en los 4 primeros ensayos.

Conclusión N°02.

Se logró alcanzar el objetivo específico 2, que consiste en determinar los perfiles de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico, se hizo mediante tomas fotográficas cada 10 min los resultados a las 8, 10, 10, 8, 10 y 10 horas respectivamente se muestran en las Tabla 75 a la Tabla 130 y en los Gráfico 10 al Gráfico 15

Por tanto, la sub hipótesis 2 afirma los perfiles de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, correspondiente al barraje móvil del modelo físico a escala reducida 1/30, serán mayores a 5 cm. Resulta VERDAD en los ensayos correspondientes a los caudales 63.39 l/s, 105.34 l/s, 148.23 l/s, 189.561 l/s y 232.651 l/s.

Conclusión N°03

Se logró alcanzar el objetivo específico 3, que consiste en determinar las distribuciones de las velocidades en el cuenco de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía del modelo físico, el procesamiento de datos de velocidad se aprecian en las Tabla 131 a Tabla 163, y la distribución se observa en los Gráfico 17 a Gráfico 22, también se observa los resultados de velocidad media en el umbral de la poza disipadora y en el cuenco de erosión en las

Tabla 189 a Tabla 194, dichos valores permitirán comparar con los datos obtenidos en laboratorio.

Por tanto, la sub hipótesis 3 afirma que la distribución de las velocidades en la zona erosionada aguas abajo de la poza disipadora de energía, correspondiente al barraje móvil serán semejantes



a las gráficas de velocidad típica en zona erosionada de N. Hassan y R. Narayanan. Resulta FALSA en todos los ensayos.

Conclusión N°04

Se logró alcanzar el objetivo específico 4, que consiste en determinar la relación de los caudales estudiados con la erosión local máxima aguas abajo de la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico.

Por tanto, la sub hipótesis 4 afirma que las velocidades medias en el umbral para los caudales estudiados en la zona erosionada aguas abajo de la poza disipadora de energía, correspondiente a la poza disipadora del modelo físico a escala reducida 1/30, serán mayores a 0.25 m/s, y se medirán con la ayuda del velocímetro acústico de efecto doppler. Resulta verdad ya que los valores de velocidad media en el umbral son de 0.390 m/s, 0.470 m/s, 0.464 m/s, 0.517 m/s y 0.604 m/s, no se pudo obtener la velocidad media de en el ensayo de caudal de 29.54 l/s debido a que el tirante en el umbral es menor a los 5 cm.



RECOMENDACIONES

Recomendación N°1.-

Se recomienda tomar en cuenta el presente trabajo de investigación para futuros estudios sobre erosión local, porque cuenta con procedimientos sencillos y acorde, al igual que plantea el uso de herramientas y equipos disponibles en nuestro entorno, haciendo que el estudio de las propiedades importantes de la erosión local sea perfectamente viable

Recomendación N°2.-

Se recomienda el uso de implementos de seguridad para la manipulación de las bombas y válvulas (guantes, casco y zapatos dieléctrico) debido a que la manipulación es un trabajo de riesgo alto, ya que hay contacto de motores eléctricos con el agua de la cisterna.

Recomendación N°3.-

Para mejorar la predicción de la evolución de la geometría de las fosas de erosión con el paso de tiempo y/o predecir la geometría final se recomienda implementar métodos numéricos, corroborar los resultados obtenidos en esta investigación.

Recomendación N°4.-

Para evitar problemas de inestabilidad en la poza disipadora, se recomienda el cálculo de erosión por el método E.A. Zamarin (1951), y proponer dentellones por debajo de la erosión máxima estimada.



REFERENCIAS

Arista Alarcón , R. L. (2004). *Estudio experiemetal de erosión localizada a la salidad de una compuerta (Tesis de Pregrado)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA , Lima.

Basile, P. A. (2018). Transporte de Sedimentos y Morfodinámica de Rios Aluviales. Rosario.

Bautista Mejía, J. A. (2018). *Eficiencia de retención desedimentos de un sistema de espigones permeables fabricados con troncos de árboles en ríos amazónicos*. Tesis de pregrado, Cajamarca.

Carrasco Aparicio, G. A. (2019). *Caracterización hidráulica y estimacion de la erosión máxima en cuenco amortiguador del proyecto Chaglla*. Piura.

Chatterjee, S., & Ghosh, S. (1980). Chorro horizontal sumergido sobre lecho erosionable. *WALTER SERIALS PROCESS*.

Everett V., R., & Peter F., L. (2001). *RIVER ENGINEERING FOR HIGHWAY ENCROACHMENTS Highways in the River Environment* . Colorado: CreateSpace Independent Publishing Platform.

Fuentes Aguilar , R. (2002). *Modelos Hidráulicos: Teoria y Diseño*. Chile: Dolmen Estudio .

Hassan, N., & Narayanan, R. (1985). Erosión local aguas abajo de una plataforma. *WALTER SERIALS PROCESS*.

Horacio, M. (2013). *Hidráulica aplicada al diseño de obras* . Santiago de Chile: RIL. EDITORES.

Manual de ensayo de materiales MTC E 204. (2016). Analisis granulometrico de agregados gruesos y finos. Lima, Perú.

Manual de Ensayos de Materiales MTC E 108. (2016). Determinación del contenido de humedad de un suelo. Lima, Perú: Infraestructura Vial del MTC.

Manual de Ensayos de Materiales MTC E 113. (2016). Método de ensayo estandar para la gravedad especifica de solidos de suelos y agregados fino . Lima, Perú: Infraestructura Vial del MTC.

Manual de Ensayos de Materiales MTC E 116. (2016). Compactación de suelo en laboratorio utilizando una energia estandar (Proctor Estandar). Lima, Perú: Infraestructura Vial MTC.

Manual de Ensayos de Materiales MTC E 117. (2016). Ensayo para determinar la densidad y peso unitario del suelo insitu mediante el metodo del cono de arena. Lima, Perú: Infraestructura Vial del MTC.

Manual: Criterios de diseño de obras hidraulicas. (Diciembre de 2010). Manual: criterios de diseño de obras hidraulicas para la formulacion de proyectos hidraulicos multisectorial y de financiamiento hidrico. Peru.

Martínez Marín, E., Batanero Akerman , P., Martínez González, I., Martínez Olmos, E., & González Ordóñez, E. (2007). *DISEÑO DE PEQUEÑAS PRESAS*. España: Rigorma Grafica.



Miranda Miyazaki, L. J., & Sanchez Valencia, R. (2021). Experimental and numerical analysis of the hydraulic jump stilling basin and the downstream scour depth. *International junior researcher and engineer workshop on hydraulic structures*.

Muela Rodriguez , J. P. (2012). *Evaluacion de la profundidad máxima de la socavacion a la salida de una estructura de flujo inferior (Compuertas)*. Quito.

Munro, S. E. (2010). *El río y la forma: Introducción a la Geomorfología Fluvial*. Santiago, Chile: RIL EDITORES.

Norma Técnica Peruana NTP 400.037. (2014). Agregados Especificaciones normalizadas para el agregados en concreto. IIMA , Perú: Indecopi.

Oliveto, G., & Comuniello, V. (2009). Local Scour Downstream of Positive - Step Stilling Basins. *JOURNAL OF HYDRAULIC ENGINEERING ASCE*.

Rocha Felices , A. (2003). *La Bocatoma, Estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico*. Lima.

Rocha Felices , A. (2003). *Los modelos como herramienta valiosa para el diseño hidráulico*. Lima.

Rocha Felices, A. (1998). *INTRODUCCION A LA HIDRAULICA FLUVIAL*. Lima.

Rocha Felices, A. (2003). *La bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidráulico*. Lima - Perú: Universidad Nacional de Ingenieria.

Rocha Felices, A. (s.f.). *LA MORFOLOGÍA FLUVIAL Y SU INCIDENCIA EN LA ESTABILIDAD DE LAS OBRAS VIALES* . Lima.

Rocha Felis, A. (2003). *La bocatoma, estructura clave en un proyecto de aprovechamiento hidraulico*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria .

Rocha, F. A. (1998). *Introducción a la hidráulica Fluvia* . Lima - Perú.

Rojas Ruiz, L. R. (2002). *Estudio en modelo hidráulico de la presa derivadora La Palma*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.



ANEXOS

ANEXOS 01: SOLICITUD DE USO DE INSTALACIONES DEL LNH-UNI



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
Acreditada Internacionalmente
LICENCIADA POR SUNEDU

Cusco, 11 de Octubre del 2018

Sr. Doctor
Julio Martín Kuroiwa Zevallos
Director,
Laboratorio Nacional de Hidraulica,
Universidad Nacional de Ingeniería.
Presente.



ASUNTO: Solicitud de prestación de las instalaciones del LNH-UNI para el desarrollo de la tesis del bachiller Redy Sanchez.

De mi consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente, y presentarme Yo Dr. Ing. Luis Amadeo Mendoza Quispe, Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco. Aprovecho esta oportunidad para mencionarle que nuestra Universidad tiene un convenio marco entre la institución donde usted trabaja, y viendo la necesidad de estrechar lazos de cooperación y futuros trabajos con la institución que usted dirige nos vemos en la necesidad de empezar este vínculo de cooperación conjunta, pidiéndole de favor el préstamo de las instalaciones del cual usted es director, para que un bachiller egresado de nuestra casa de estudios pueda realizar su tesis.

El bachiller Redy Sanchez Valencia, identificado con D.N.I.: 48255413, egresado de la Universidad Andina del Cusco, natural de Cusco, domiciliado en A.P.V 30 de septiembre G2, Calle Union, San Jeronimo, Cusco. Desea realizar su tesis en el campo de la simulación experimental y conector de los trabajos, equipamiento e infraestructura del Laboratorio Nacional de Hidráulica desea hacer uso de estas instalaciones. El sr. Redy Sanchez desarrollará experimentos y toma de datos en la operación de compuertas en barrages móviles con el fin de observar sus implicancias en la erosión aguas abajo, para ello es necesario tener acceso al campo experimental y el equipamiento que ustedes disponen. Así mismo, también que usted o alguien de su equipo técnico ayude al Sr. Redy Sanchez para que lo asesore en el desarrollo de su tema de tesis.

Acudimos a usted por ser una persona generosa, así mismo hacemos un amplio y firme reconocimiento de su ardua labor como Director de este prestigioso Laboratorio.

Agradecemos de antemano y esperamos su respuesta en el momento que usted considere oportuno. Sin otro particular, me suscribo de Usted quedando a la espera de su aprobación.

Atentamente:

UAC/FIA/lmaq,





ANEXOS 02: PERMISO DE USO DE DATOS

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

Lima, 01 de Agosto del 2019.

Señor Bach.:
REDY SANCHEZ VALENCIA
Tesisista, Universidad Andina del Cusco
Presente.



Reciba un cordial saludo, por intermedio del presente, yo, **LUIS FERNANDO CASTRO INGA**, identificado con **DNI 42663219**, investigador asociado en el Laboratorio Nacional de Hidráulica de la Universidad Nacional de Ingeniería, en vista de lo pedido por usted, hago entrega de los datos para el desarrollo de su tesis de pregrado titulado "ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA EROSIÓN LOCAL AGUAS ABAJO DE UN BARRAJE MÓVIL", se ha procedido a entregarle estos datos de entrada pertenecientes del "ESTUDIO EN MODELO FÍSICO DE LA PRESA DERIVADORA DEL PROYECTO CENTRAL HIDROELÉCTRICA NAPO MAZÁN", con el fin de que usted pueda tener datos de entrada para alimentar su modelo físico y así mismo desarrollar su proyecto de tesis. Se otorga el permiso correspondiente de:

- 1) Datos de entrada (caudal, niveles de agua, granulometría de los sedimentos),
- 2) Geometría del barrage,
- 3) Instalaciones de la División Didáctica para la campaña de medición,
- 4) Canaleta (15m x 1.90m x 1.20 m) y
- 5) Equipos (ADV, Correntometro Sensa, Bombas de Impulsión, Juego de Piezometros).

Así mismo señalamos que estos datos no tienen implicancia en los resultados del estudio mencionado, ni se objetarán los resultados previos realizados por el laboratorio y la empresa que contrato los servicios del LNH-UNI. Y que su uso es netamente con fines académicos.

Atentamente.



Luis Fernando Castro Inga
Investigador Asociado
Laboratorio Nacional de Hidráulica



ANEXOS 03: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Figura 29: Condiciones iniciales de la línea de conducción



Fuente: (Archivo del autor)

Figura 30: Condiciones iniciales de la línea de conducción



Fuente: (Archivo del autor)



Figura 31: Mantenimiento de compuertas



Mantenimiento de compuertas de estructura metálica y plexiglás, en el taller de estructuras metálica, Laboratorio Nacional de hidráulica, Universidad Nacional de Ingeniería.

Fuente: (Archivo del autor)

Figura 32: Mantenimiento de muros divisores del barraje



Mantenimiento de muros de madera, correspondiente al barraje móvil, taller de carpintería del Laboratorio Nacional de Hidráulica, Universidad Nacional de Ingeniería.

Fuente: (Archivo del autor)



Figura 33: Cuadrícula de la ventana de observación de Erosión



Fuente: (Archivo del autor)

Figura 34: Limpieza de canal de ensayo



Fuente: (Archivo del autor)



Figura 35: Colocado de Plexiclass cuadrado



Ventana de observación de erosión, canal de experimentación, área de división didáctica, Laboratorio Nacional de Hidráulica, Universidad Nacional de Ingeniería.

Fuente: (Archivo del autor)

Figura 36: Preparación de Computadora para la toma de datos de velocidad



Toma de datos de velocidad, en el canal de experimentación, área de división didáctica, Laboratorio Nacional de Hidráulica, Universidad Nacional de Ingeniería.

Fuente: (Archivo del autor)



Figura 37: Toma de datos con Vectrino profiler



Toma de datos de velocidad, con el vectrino profiler, en el canal de experimentación, área de división didáctica, Laboratorio Nacional de Hidráulica, Universidad Nacional de Ingeniería.

Fuente: (Archivo del autor)

Figura 38: Vista en funcionamiento de modelo físico



Toma de datos de velocidad, con el vectrino profiler, en el barraje móvil, área de división didáctica, Laboratorio Nacional de Hidráulica, Universidad Nacional de Ingeniería.

Fuente: (Archivo del autor)

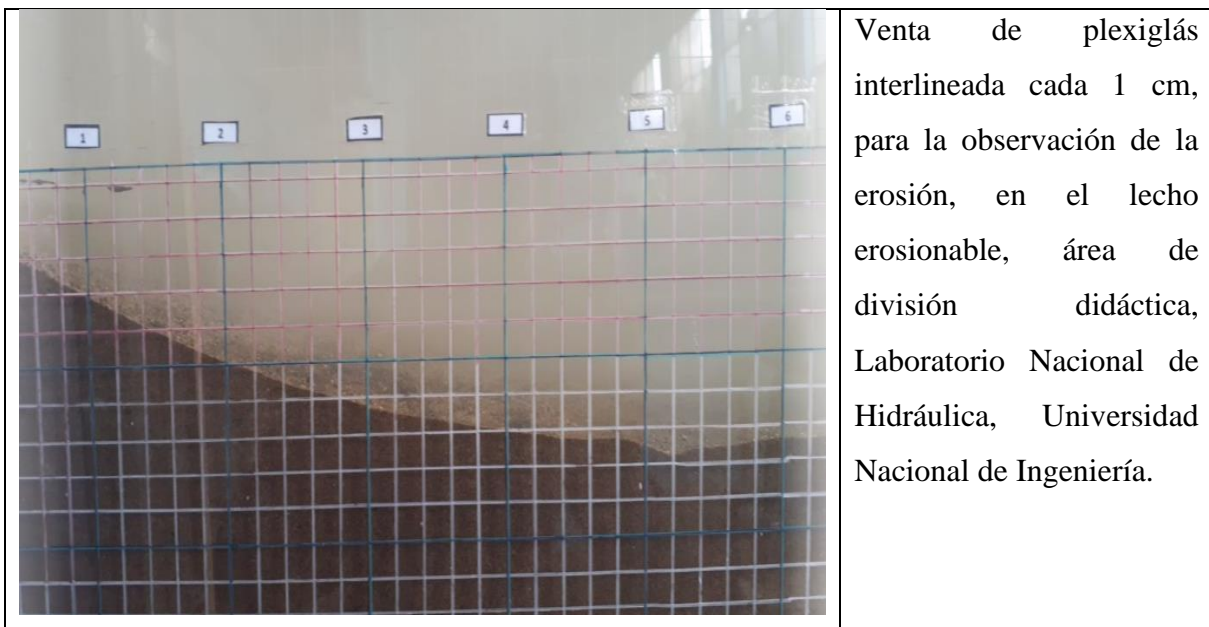


Figura 39: Toma de fotografías de la Erosión



Fuente: (Archivo del autor)

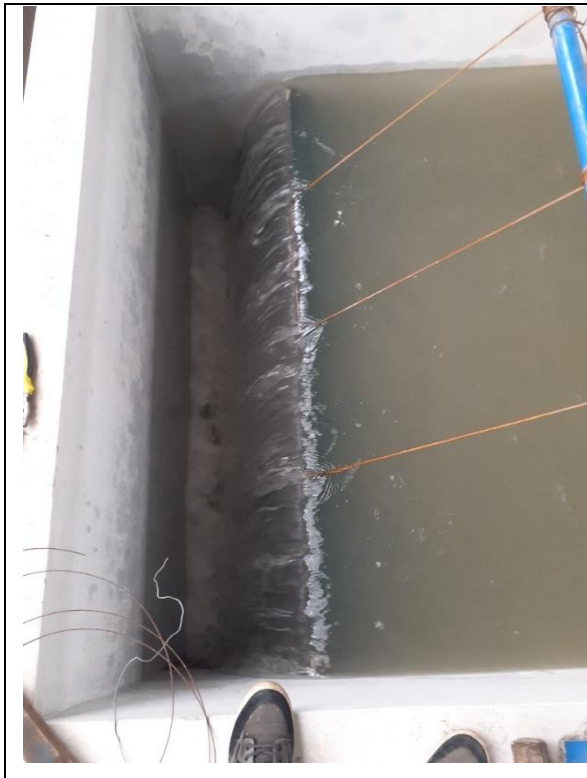
Figura 40: Venta de Observación para la Erosión



Fuente: (Archivo del autor)



Figura 41: Compuerta de aguas abajo de canal



Poza disipadora de energía y compuerta de regulación de tirantes aguas abajo del canal de experimentación, área de división didáctica, Laboratorio Nacional de Hidráulica, Universidad Nacional de Ingeniería.

Fuente: (Archivo del autor)

Figura 42: Desarenador



Desarenador, área de división didáctica, Laboratorio Nacional de Hidráulica, Universidad Nacional de Ingeniería.

Fuente: (Archivo del autor)



ANEXOS 04: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS
<p>1.- PROBLEMA GENERAL. ¿Cuál será la erosión local aguas ABAJO de la poza disipadora de energía, del barraje móvil de un modelo físico?</p>	<p>2. OBJETIVO GENERAL. Evaluar experimentalmente la erosión local aguas abajo de la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico.</p>	<p>3. HIPÓTESIS GENERAL. La erosión local aguas ABAJO de la poza disipadora de energía, correspondiente al barraje móvil del modelo hidráulico a escala reducida 1/30, serán mayores a 0.01 m y menores a 0.50 m.</p>
<p>1.1. FORMULACION INTERROGATIVA DEL PROBLEMA.</p>	<p>2.1. OBJETIVO ESPECIFICO.</p>	<p>3.1. SUB HIPOTESIS</p>
<p>P1. ¿Cuáles serán las presiones estáticas en la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico?</p>	<p>O1. Determinar las presiones estáticas en la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo hidráulico.</p>	<p>H1. Las presiones estáticas en la poza disipadora de energía, correspondiente al barraje móvil del modelo físico a escala reducida 1/30 serán mayores 100 mm.</p>
<p>P2. ¿Cuáles serán los perfiles de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico?</p>	<p>O2. Determinar los perfiles de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico.</p>	<p>H2. Los perfiles de erosión aguas bajo de la poza disipadora de energía, correspondiente al barraje móvil del modelo físico a escala reducida 1/30, serán mayores a 0.05 m.</p>
<p>P3. ¿Cuáles serán las distribuciones de las velocidades en el cuenco de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico?</p>	<p>O3. Determinar las distribuciones de las velocidades en el cuenco de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico.</p>	<p>H3. La distribución de las velocidades en el cuenco de erosión aguas abajo de la poza disipadora de energía, correspondiente al barraje móvil serán semejantes a las gráficas de velocidad típica en zona erosionada, de N. Hassan y R. Narayanan.</p>
<p>P4. ¿Cuál será la relación de los caudales estudiados con la erosión local máxima aguas abajo de la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico?</p>	<p>O4. ¿Determinar la relación de los caudales estudiados con la erosión local máxima aguas abajo de la poza disipadora de energía, del barraje móvil del modelo físico?</p>	<p>H4. La relación entre el caudal y la erosión máxima aguas abajo de la poza disipadora siguen una función logarítmica.</p>