



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“DETERMINACIÓN DE LA CARGA SEDIMENTARIA DE LA PARTE ALTA DE
LA CUENCA DEL RÍO NAPO, PROVINCIA NAPO, PERÍODO 2019-2020”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieras en Medio
Ambiente

Autoras:

Guadalupe Fernanda Espejo Almachi

Jessica Marisela Maliza Borja

Tutor:

PhD. Mercy L. Ilbay Y.

LATACUNGA - ECUADOR

SEPTIEMBRE 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

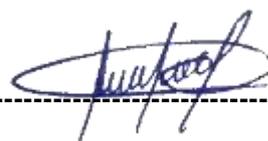
Nosotras, Guadalupe Fernanda Espejo Almachi con CC. 180522648-5 y Jessica Marisela Maliza Borja declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: **“Determinación de la carga sedimentaria de la parte alta de la cuenca del río Napo, provincia Napo, periodo 2019-2020”**, siendo la PhD. Mercy Lucila Ilbay Yupa tutora del presente trabajo; y eximamos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Guadalupe Fernanda Espejo Almachi

C.I. 180522648-5



Jessica Marisela Maliza Borja

C.I. 172424346-2

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte GUADALUPE FERNANDA ESPEJO ALMACHI identificado con C.C. **1805226485**, de estado civil **soltera** y con domicilio en Quito, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico

Fecha de inicio de la Carrera: septiembre 2015 – febrero 2016

Fecha de Finalización: mayo 2020 – septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutor: Ph.D. Mercy L. IlbayY.

Tema: “Determinación de la Carga Sedimentaria de la parte alta de la cuenca del río Napo, provincia Napo, periodo 2019-2020”

CLÁUSULA SEGUNDA. - EL CESIONARIO es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **EL CESIONARIO** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **EL CESIONARIO** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **EL CESIONARIO** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **EL CESIONARIO** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - EL CESIONARIO
Podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad.

El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de septiembre del 2020.



Guadalupe Fernanda Espejo Almachi

EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte JESSICA MARISELA MALIZA BORJA identificado con C.C. **1724243462**, de estado civil **soltera** y con domicilio en el cantón Mejía, Barrio El Tambo, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Unidad Académica según las características que a continuación se detallan:

Historial académico

Fecha de inicio de la Carrera: septiembre 2015 – febrero 2016

Fecha de Finalización: mayo 2020 – septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutor: Ph.D. Mercy L. Ilbay Y.

Tema: “Determinación de la carga sedimentaria de la parte alta de la cuenca del río Napo, provincia Napo, periodo 2019-2020”

CLÁUSULA SEGUNDA. - EL CESIONARIO es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **EL CESIONARIO** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **EL CESIONARIO** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **EL CESIONARIO** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **EL CESIONARIO** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - EL CESIONARIO
Podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

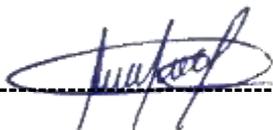
CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad.

El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de septiembre del 2020.



Jessica Marisela Maliza Borja

EL CEDENTE

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“Determinación de la carga sedimentaria de la parte alta de la cuenca del río Napo, provincia Napo, periodo 2019-2020”, de Guadalupe Fernanda Espejo Almachi y Jessica Marisela Maliza Borja, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

Mercy Ilbay

.....
Tutora: Ph.D. Mercy Lucila IlbayYupa

CC: 0604147900

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

“**Determinación de la carga sedimentaria de la parte alta de la cuenca del río Napo, provincia Napo, periodo 2019-2020**”, de Guadalupe Fernanda Espejo Almachi y Jessica Marisela Maliza Borja, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 17 de septiembre del 2020

Para constancia firman:



Lector 1 (presidente)

Nombre: M.Sc. Patricio Clavijo Cevallos

CC: 0501444582



Lector 2

Nombre: M.Sc. José Luis Agreda Oña

CC: 0401332101



Lector 3

Nombre: Ing. MSc. Vladimir Ortiz Bustamante

CC: 0502188451

AGRADECIMIENTO

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible este sueño. Esta mención en especial quiero agradecer a papito Dios por todas las bendiciones derramadas. A mis padres María Espejo y Fausto Toapanta, mis abuelitos José Toapanta y Etelvina Yancha quienes son un pilar fundamental en mi vida y en el trayecto de mi formación profesional de igual manera a mi queridísima familia por el apoyo incondicional. A los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental quienes con sus consejos y enseñanzas constituyen la base de mi vida profesional. Ala PhD. Mercy Lucila IlbayYupa por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico y su inmensa paciencia y a todo el tribunal de lectores por su paciencia y colaboración en este proceso. Al director de la Carrera MSc Patricio Clavijo por sus sabios consejos y a los técnicos del departamento de investigación INAMHI Mgs. Rodrigo Pombosa y al Ingeniero Juan Molina por su paciencia y por compartir sus sabios conocimientos. No hubiese podido arribar los resultados del proyecto de investigación de no haber sido por su incondicional ayuda.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi que me ha dado la oportunidad de formarme académicamente y por permitirme ser parte de ella siendo mi segundo hogar. Al INAMHI instituto nacional de meteorología e hidrología que me ha dado la oportunidad de realizar este proyecto de titulación y por brindarme todos los recursos y herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso de investigación.

GRACIAS

DEDICATORIA

La tesis va dedicada a Dios, por darme salud y vida para culminar mi carrera, es quien día a día guía mi camino y me permite enfrentar nuevos retos. A mis padres María y Rosendo pese que no viva con ustedes son quienes con su amor, comprensión, consejos, llamadas de atención, ayuda en los momentos difíciles me han permitido llegar a cumplir un sueño más, más que abuelitos mis padres José y Etelvina por el apoyo incondicional en el logro de mis metas, por el cariño, gracias a todos ellos por las enseñanzas que me han brindado día a día para ser mejor persona y a toda mi amada familia quienes por ellos soy lo que soy gracias por sus palabras de aliento y el apoyo que me brindaron cuando los necesite. Mas que mis tías mi madre Norma y Lourdes por medio de sus palabras, amor y comprensión me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos y seguir adelante han estado cuando las he necesitado. A mi hermanita Sol por sus palabras de aliento, compañía y su cariño. A mi novio Diego por su amor, inmensa paciencia, ternura y comprensión quien me ha apoyado y no me ha dejado caer.

Guadalupe Fernanda Espejo Almachi

AGRADECIMIENTO

Al finalizar mi proyecto de investigación y consigo una etapa extraordinaria de mi vida llena de experiencias quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible que llegara a cumplir esta meta. Quiero expresar mi gratitud a Dios y a la Santísima Virgen del Quinche quienes con su bendición me han permitido llegar hasta el final de esta meta. A mis padres Nancy Borja y Rodrigo Maliza, a mis hermanos por estar siempre presentes y ser mi fuerza durante el recorrido de mi formación profesional de igual manera a mi querida familia y amigos que siempre estuvieron presentes con palabras de aliento.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi que me ha dado la oportunidad de formarme como una profesional y por permitirme ser parte de ella siendo mi segundo hogar a todas las autoridades y docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental quienes con sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional. A la PhD. Mercy Lucila IlbayYupa principal colaboradora durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento y enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo y a todo el tribunal de lectores por su paciencia y colaboración durante este proceso. Al director de la Carrera M.Sc. Patricio Clavijo por sus sabios consejos. Finalmente quiero expresar mi más sincero agradecimiento al (INAMHI) por confiar en mí, abrirme las puertas dándome acceso a recursos y herramientas esenciales para realizar todo el proceso investigativo en especial quiero agradecer a los técnicos del departamento de investigación al Mgs. Rodrigo Pombosa y al Ingeniero Juan Molina por su paciencia, colaboración y por compartir sus amplios conocimientos, gracias por la constante e incondicional ayuda. **GRACIAS**

DEDICATORIA

Mi proyecto investigativo se lo dedico primeramente a Dios y a la Virgen de Quinche por protegerme de todo mal durante el recorrido de este largo proceso de formación y darme salud y vida para culminar mi carrera. A mis padres Nancy y Rodrigo que han sido parte fundamental en mi formación siendo mi motor y mi fuerza durante toda mi vida por el apoyo incondicional, amor y por su comprensión porque con sus consejos y regaños me han permitido llegar a cumplir uno de mis sueños más anhelados y no dejarme decaer en los momentos difíciles. A mis hermanas Lourdes, Lisbeth, Kimberly y a mi hermano Jhinso por su gran cariño y compañía por ser razón de una sonrisa cuando más lo necesitaba. Se lo dedico también a mi familia y amigas que confiaron en mí por estar siempre para darme un consejo, por las palabras de aliento. A mi novio por su apoyo constante y su comprensión por estar siempre presente con palabras de motivación y con su amor incondicional estuvo siempre para sacarme una sonrisa. Para quienes fueron mis docentes por confiar en mí y compartir sus frutíferos conocimientos que me han permitido llegar al final de una de mis metas.

Jessica Marisela Maliza Borja

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “DETERMINACIÓN DE LA CARGA SEDIMENTARIA DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO NAPO, PROVINCIA NAPO, PERIODO 2019-2020”

Autores:

Guadalupe Fernanda Espejo Almachi &

Jessica Marisela Maliza Borja

RESUMEN

La carga sedimentaria del cauce de un río es la cantidad de material sólido arrastrado por la corriente que afecta la calidad de las aguas incrementando este problema en épocas de altas precipitaciones que generan crecidas y posibles inundaciones en el cauce, lo cual perjudica y produce afectaciones en las orillas de los afluentes del río Napo. La investigación determinó la carga sedimentaria de las estaciones hidrológicas que se encuentran en la parte alta de la cuenca del río Napo. Mediante los datos hidrológicos del INAMHI y la utilizando el software Hydraccess V. 6.2 se creó una base de datos de caudal, cotas, aforos y calibraciones de las 12 estaciones hidrológicas. Mediante este proceso se obtuvo las gráficas de la curva de gasto sólido en función del gasto líquido que permitió determinar la existencia de degradación del medio ambiente, con coeficientes de correlación superiores 0.70 y correlación superior al 80%, a excepción de las estaciones H0714, H0721 y H0733. Los resultados de las muestras de aforo realizadas en el LANCAS sobre la concentración y el gasto sólido (sedimento) determinaron que el mayor (3212kg/s) y menor (0.222kg/s) gasto sólido se encuentra en la estación Jatunyacu DJ Iloculin (H0721) y Yanahurco DJ Valle (H0722) respectivamente. Con respecto a la concentración de sedimentos la estación Coca Codo Sinclair (H0735) es la más erosionada por su alto contenido de la concentración de los sólidos en suspensión (0.465 kg/m³), seguida de la estación Jatunyacu Dj Iloculin (0.389 kg/m³) y Coca en San Rafael (0.308kg/m³). La estación Salado AJ Coca (H0728) es la que aporta mayor cantidad de sedimento al río Coca con un valor de 2688.5 t/año/km², arrastra el material en suspensión por medio de torrentes que se presenta en el recorrido del caudal y la estación con menor concentración es Yanahurco DJ Valle (H0722) con un valor de 30.51

t/año/km². Además, los gráficos de correlación entre el gasto sólido y gasto líquido, se puede determinar que, si existe degradación del medio ambiente.

Palabras claves: sólidos en suspensión, estaciones hidrológicas, Software Hydraccess, sedimentos, río Napo, concentración.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

THEME: “DETERMINATION OF THE SEDIMENTARY LOAD OF THE UPPER PART OF THE NAPO RIVER BASIN, NAPO PROVINCE, PERIOD 2019-2020”

Authors:

Guadalupe Fernanda Espejo Almachi &

Jessica Marisela Maliza Borja

ABSTRACT

The sedimentary load of a river channel is the amount of material carried by the flow that affects the quality of the waters, increasing this problem in times of high rainfall that generate floods and possible floods in the channel, which damages and affects the banks of Napo River tributaries. The investigation determined the sedimentary load of the hydrological stations found in the upper part of Napo river basin. Using the hydrological data from INAMHI and Hydraccess V. 6.2 software, a database of flow, heights, gauges and calibrations of 12 hydrological stations was created. Through this process, the graphs of the solid waste curve were obtained as a function of liquid waste, which allowed to determine environmental degradation, with correlation coefficients higher than 0.70 and correlation higher than 80%, with the exception of stations H0714, H0721 and H0733. The results of the gauging samples carried out at LANCAS on concentration and solid flow (sediment) determined that the highest (3212kg / s) and lowest (0.222kg / s) solid flow is found at Jatunyacu DJ Iloculin station (H0721) and Yanahurco DJ Valle (H0722) respectively. With regard to sediments concentration, the Coca Codo Sinclair station (H0735) is the most eroded due its high content of suspended solids (0.465 kg / m³), followed by Jatunyacu Dj Iloculin station (0.389 kg / m³) and Coca in San Rafael (0.308kg / m³). The Salado AJ Coca station (H0728) is the one that contributes to the greatest amount of sediment to Coca river with a value of 2688.5 t / year / km², it drags the suspended material through torrents that occurs in the flow path and the station with the lowest concentration is Yanahurco DJ Valle (H0722) with a value of 30.51 t / year / km². In addition, the correlation graphs between solid waste and liquid waste could determine that, there is environmental degradation.

Keywords: suspended solids, hydrological stations, Hydraccess Software, sediments, Napo river, concentration.

CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	vi
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ix
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	x
AGRADECIMIENTO	xi
DEDICATORIA	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvii
ÍNDICE DE CONTENIDO	xix
ÍNDICE DE TABLAS	xxii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxiii
ÍNDICE DE MAPAS	xxiv
1.- INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS.....	5
General.....	5
Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1 Significado de un Río	8
8.1.1 Significado de caudal	8
8.1.2 Recursos Hídricos	8
8.1.3 Software Hydraccess	9
8.2 Monografía de la cuenca del río Napo en su parte ecuatoriana	9
8.2.1 Características de la Cuenca.....	11
8.2.2 Geología	12
8.2.3 Tectonismo	12
8.2.4 Volcanismo.....	12
8.2.5 Clima	13

8.2.6 Cuenca Amazónica.....	14
8.2.7 Dinámica de transporte fluvial	14
8.3 Cuantificación de flujos sedimentarios de las cuencas amazónicas de Perú	15
8.3.1 Transporte de sedimentos en el río.....	16
8.3.2 Producción de sedimentos	16
8.3.3 Erosión y Deposición	17
8.3.4 Fuerza de tracción, velocidad crítica.....	18
8.3.5 Capacidad de Transporte	19
8.3.6 Modos de transporte	19
8.3.7 Mecanismo de transporte	20
8.3.8 Transporte de sedimento en las corrientes	21
8.4 Medición de Caudales.....	22
8.4.1 Caudal Líquido	22
8.4.2 Aforo Líquido.....	23
8.5 Caudal sólido	24
8.5.1 Aforo sólido.....	24
8.5.2 Muestreo puntual.....	24
8.5.3 Muestreo por integración	25
8.6 Curva de Descargas	26
8.7 Marco Legal	26
8.7.1 Constitución	26
8.7.2 Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua.....	27
8.7.3 Código Orgánico de Organización Territorial, (COOTAD)	28
8.7.4 Acuerdo Ministerial 97 A Anexo 1.....	29
8.7.5 Decreto Ejecutivos	29
9. VALIDACIÓN DE PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.....	29
10. METODOLOGÍAS / DISEÑO EXPERIMENTAL	30
10.1 Técnicas	30
10.1.1 La observación	30
10.1.2 De laboratorio.....	30
10.1.3 Material en suspensión (MES)	30
10.1.4 Recolección de muestras	32
10.1.5 Bibliográfica Documental	34
10.2 Tipo de investigación.....	35
10.2.1 Método de campo	35

10.2.2 Método Cualitativo.....	35
10.2.3 Método Cuantitativo.....	35
10.2.4 Método Inductivo	35
10.2.5 Método Deductivo.....	36
10.2.6 Área de Estudio	36
10.2.7 Datos.....	37
10.2.9 Fenómeno erosivo del río coca.....	39
10.2.10 Diseño no experimental.....	40
11. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	42
11.1 Curvas de gasto sólido en función del gasto líquido	42
11.2 Resultados de laboratorio.....	46
11.3 Carga sedimentaria presente en la parte alta de la cuenca.....	56
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIAL, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	57
12.1 Técnicos	57
12.2 Social	57
12.3 Ambientales	58
12.4 Económicos.....	58
13. PRESUPUESTO.....	59
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
14.1 CONCLUSIONES	60
15. BIBLIOGRAFÍA	62
16. ANEXOS.....	67
ANEXOS 1. AVAL DE TRADUCCIÓN.....	67
ANEXOS 2. HOJA DE VIDA DEL TUTOR.....	68
ANEXOS 3. HOJA DE VIDA DE LOS AUTORES	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Beneficiarios Directos e Indirectos	4
Tabla N° 2: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	6
Tabla N° 3: Lista de los principales volcanes del Ecuador	13
Tabla N° 4: Lista de estaciones hidrológicas, ubicación y afluentes	38
Tabla N° 5: Gastos sólidos para las 12 estaciones hidrológicas en la cuenca alta del río Napo	49
Tabla N° 6: Concentración de sólidos en suspensión cada una de las Estaciones	51
Tabla N° 7: Caudal sólido específico	53
Tabla N° 8: Presupuesto para Desarrollo de la Investigación	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Denudación. Tres estados del ciclo de erosión (juventud, madurez, vejez) ..	10
Figura N° 2: Velocidad, concentración de los sedimentos y descarga de sedimentos en las corrientes	15
Figura N° 3: Curva de Hjulstrom Representación de las relaciones entre la velocidad y el tamaño del grano	18
Figura N° 4: Transporte de sedimentos en el río.....	20
Figura N° 5: Regla limnimétrica Río Napo en Francisco de Orellana.....	22
Figura N° 6: El ADCP, efecto Doppler.....	24
Figura N° 7: Muestreo puntual de agua y sedimentos	25
Figura N° 8: Muestreador en forma de pez para el muestreo integrado	25
Figura N° 9: Estación destruida por la erosión Coca en San Rafael	42
Figura N° 10: Relación Caudal líquido vs Caudal sólido	43
Figura N° 11: Gasto sólido en relación con la concentración	50
Figura N° 12: Gastos sólidos para las 12 estaciones hidrológicas en la cuenca alta del río Napo	53
Figura N° 13: Porcentaje de la concentración total.....	52
Figura N° 14: Flujo medio mensual en (t/d) para las diferentes estaciones.....	55

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa N° 1: Cuenca del Río Napo.	11
Mapa N° 2: Cuenca Amazónica, unidades geomorfológicas, distribución política.	14
Mapa N° 3: Ubicación de la cuenca del río Napo con la parte alta del río Coca	37
Mapa N° 4: Ubicación de las estaciones hidrológicas en la parte alta del Río Coca y Napo	38

1.- INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Determinación de la carga sedimentaria de la parte alta de la Cuenca del río Napo, provincia de Napo, periodo 2019-2020.

Fecha de Inicio:

Septiembre del 2019

Fecha de Finalización:

Agosto del 2020

Lugar de Ejecución:

Provincia= Napo

Cantón= El Chaco, Quijos, Tena, Papallacta

Parroquia= Oyacachi

Facultad que Auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que Auspicia:

Medio Ambiente

Proyecto de Investigación Vinculado:

Proyecto HYBAM (Hidrogeodinámica de la Cuenca Amazónica)

Equipo de Trabajo:

Tutor externo: Coordinador del proyecto HYBAM Ing. Mgs. Rodrigo Pombosa

Tutor de titulación: PhD. Mercy Ilbay

Lector 1: M.Sc. Patricio Clavijo

Lector 2: M.Sc. José Luis Agreda

Lector 3: Mg. Vladimir Ortiz

Estudiantes: Guadalupe Espejo y Jessica Maliza

Área de Conocimiento:

Climatología 2502, Geografía 2505, Hidrología 2508, Meteorología 2509

Línea de Investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Sublíneas de Investigación:

Impactos ambientales

Línea de Vinculación.

Manejo y conservación del recurso hídrico

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En esta investigación se determinó la carga sedimentaria presente en la parte alta del río Napo, es importante conocer los efectos negativos que genera el arrastre de sedimentos en las orillas y en el fondo del río, tales como la erosión, socavación, inundaciones, lo cual impide el recorrido normal del agua, se le considera como caudaloso y torrencioso por lo que se puede decir que presenta mayor facilidad para transportar sedimentos debido a la fuerza que ejerce. Por ello se plantea como objetivo procesar las muestras recopiladas de los aforos sólidos y de este modo determinar si produce afectaciones en el medio ambiente y la erosión que origina en el transcurso del recorrido hacia la planicie de la cuenca.

La investigación se desarrolló en la provincia de Napo, ubicada en el sector Centro-Oriental del Ecuador, limitando al norte con la provincia de Sucumbíos, al este con Cotopaxi y Pichincha, al sur con Pastaza y Tungurahua y al Oeste con Orellana, es decir que inicia desde las estribaciones de la cordillera oriental de los Andes hasta la ciudad del Coca y se encuentra conformada por una superficie de 13330.59 km², se realizó con la medición de los caudales y tomando muestras de las 12 estaciones hidrológicas, para luego procesarlas en laboratorio, se recurrirá a la recopilación de la información hidrológica en el área de estudio y su ubicación; analizando los parámetros como el área, perímetro, clima, relieve, altitud, topografía, vegetación, uso del suelo, usos del agua tomando en cuenta también que el río Napo tiene orígenes volcánicos por lo que gran parte de sedimentos serían cenizas volcánicas. Y mediante el análisis bibliográfico se procede a la aplicación del software Hydraccess donde se crea una base de datos para

procesar información recolectada y realizar gráficas del gasto sólido en función de gasto líquido con el fin de conocer la tasa de sólidos presentes. Los resultados obtenidos en este proyecto beneficiarán a los cantones que hacen uso del agua y a todos los proyectos de estructura mayor como las centrales hidroeléctricas, turismo, industrias, empresa del agua potable.

3. JUSTIFICACIÓN

El estudio de investigación de varios sectores de la región amazónica de la parte alta del río Napo, tiene como propósito conocer el caudal líquido y caudal sólido en las diferentes estaciones hidrológicas: Coca En San Rafael H0714, Quijos aj Bombón H0715, Quijos en Baeza H0718, Quijos dj Oyacachi H0719, Misahualli en Cotundo H0720, Jatunyacu dj Iloculin H0721, Yanahurco dj Valle H0722, Salado aj Coca (aj Guaytaringo) H0728, Oyacachi aj Quijos H0729, Cosanga aj Quijos H0731, Quijos aj Borja H0733 y Coca en Codo Sinclair H0714., es necesario comparar el caudal sólido con el líquido para la obtención de la tasa de remoción de sólidos para determinar el uso y manejo de sedimentos de la cuenca hidrográfica en los sectores mencionados. El río Napo tiene su origen al pie de los volcanes Cotopaxi, Cayambe, Antisana y Llanganates, mientras desciende sobre los suelos inclinados de las montañas, con altas pendientes longitudinales, va arrastrando sedimentos de cenizas volcánicas superficiales que cubren la región; también lleva en sus aguas los materiales arrancados al suelo por la erosión y por la formación de torrentes.

El objetivo fundamental es la determinación de los patrones temporales, espaciales; y el transporte de sedimentos, provenientes de áreas territoriales en la región Amazónica, como fruto de la variación variables como el clima, pendiente, cobertura y uso del suelo. La representación de estas relaciones funcionales en modelos cuantitativos provee de una herramienta para la toma de decisiones sobre administración de suelo y agua principalmente. Toda la información recolectada del estudio de investigación será de gran utilidad para las centrales hidroeléctricas ya que estas se encuentran aguas abajo donde se entrega los caudales líquidos y sólidos para el respectivo procedimiento, se consideró como beneficiarios a las poblaciones agricultoras y ganaderas por hacer uso del agua proveniente la Cuenca Hidrográfica.

En el manejo y conservación de los recursos hídricos es importante conocer la transferencia de sedimentos a través de los ríos ya que ésta regula otros procesos como la morfología, la estabilización del suelo, los ciclos biogeoquímicos del ecosistema, la evolución de la corteza

de la tierra y otros relacionados, además es importante señalar el tipo de transporte del sedimento que se producirá, esto va a depender de las velocidades que presenten las corrientes del río, esta investigación será de gran aporte para poder informar a la población de los sedimentos presentes en el agua, de modo que sepan si estos pueden generar afectaciones en los diferentes usos que le dan al agua.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla N° 1: Beneficiarios Directos e Indirectos

BENEFICIARIOS DIRECTOS	BENEFICIARIOS INDIRECTOS
Provincia Napo Cantones: Archidona, Tena, Quijos Hombres= 52.774 Mujeres= 50.923 Total= 103.697	Universidad Técnica de Cotopaxi Hombres=128 Mujeres= 322 Total= 450
INAMHI Departamento de Investigación Hombres= 8 Mujeres= 5 Total= 13	CELEC Hombres= 11 Mujeres=10 Total=21

FUENTE: Censo, 2010

Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El río Napo es caudaloso y torrencioso, en gran parte arrastra sedimentos de cenizas volcánicas superficiales, y lleva en sus aguas materiales erosionados por formación de torrentes, lo cual perjudica a las personas que se dedican a la agricultura y la ganadería cercanas a las orillas del río Napo. El caudal se presenta como un parámetro fluctuante en las diferentes estaciones hidrológicas, siendo una de las características de los ríos de la cuenca del río Napo. Asociado a este parámetro, se encuentran otros como la turbiedad (sólidos en suspensión) y los

constituyentes químicos, ya que su concentración en las aguas va a depender mucho de los arrastres provocados por las crecidas y las aguas de escorrentía en la cuenca tras sucesos de fuertes precipitaciones. El 02 febrero 2020 la cascada San Rafael colapso iniciando un proceso erosivo aguas arriba, afectado el cauce principal y taludes del río Coca, y el 14 de julio 2020 el río Coca había retrocedido 4,80 km afectando a la estación Coca San Rafael por la inestabilidad del terreno.

Esta investigación determinó los sedimentos que se producen en las diferentes estaciones hidrologías que tiene el INAMHI, estaciones que eran antiguamente del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) que registran datos históricos que permitió cuantificar la cantidad de sedimentos que existen en la parte alta de la cuenca del río Napo y como se transporta a la parte baja. Resultados que sirvió para determinar el efecto de erosión de la Cordillera de los Andes, realizando curvas de gastos sólidos en relación al gasto líquido; información que servirá para determinar la carga sedimentaria de cada una de las estaciones hidrológicas de estudio.

6. OBJETIVOS

General

- Determinar la carga sedimentaria de las estaciones hidrológicas que se encuentran en la parte alta de la cuenca del río Napo.

Específicos

- Crear una base de datos utilizando los Software Hydraccess para procesar las muestras recolectadas de cada estación en el laboratorio del INAMHI con la finalidad de calcular las curvas de gasto sólido en función del gasto líquido.
- Analizar los resultados obtenidos en laboratorio y en los gráficos de correlación para saber si por la carga sedimentaria se produce degradación del ambiente o produce afectaciones en el recorrido del caudal del río.
- Cuantificar la carga sedimentaria presente en la parte alta de la cuenca para de este modo observar la erosión que esta pueda ocasionar en el resto de la cuenca.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla N° 2: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivos	Actividades	Resultados	Instrumentos
<p>1.- Crear una base de Datos utilizando el Software Hydraccess para procesar las muestras recolectadas de cada estación, en el laboratorio del INAMHI con la finalidad de calcular las curvas de gasto sólido en función del gasto líquido.</p>	<p>1.1 Revisión de los archivos hidrometeorológicos para determinar los 10 años mínimo, que vamos a utilizar en la investigación)</p>	<p>Una base de datos sobre toda la cuenca Alta del río Napo.</p>	<p>Carpetas archivos fuentes.</p>
	<p>1.2 Recopilación total de información hidrometeorológica de las carpetas archivos fuente del INAMHI, bases de datos de CELEC y documentos pdf de INECEL.</p>	<p>Una base de datos que contiene la red de estaciones hidrológicas, se seleccionó 12, y se determinaron para un mismo período de años de estudio todas se encuentran en la parte alta de la cuenca.</p>	<p>Software Hydraccess.</p>
<p>2.- Analizar los resultados obtenidos en laboratorio y en los gráficos de correlación para saber si por la carga sedimentaria se produce degradación</p>	<p>2.1 Recolección de muestras en cada una de las estaciones hidrológicas con todos los protocolos de seguridad requeridos.</p>	<p>Muestras en buen estado para el respectivo análisis arrojando datos confiables.</p>	<p>La antena del Gps adaptada al ADCP Muestreadores.</p>
	<p>2.2 Aplicación de protocolos para el análisis de muestras de</p>	<p>Se determinó el volumen de cada muestra obteniendo</p>	<p>Filtros pre pesados</p>

<p>del ambiente o produce afectaciones en el recorrido del caudal del río.</p>	<p>agua en el laboratorio del INAMHI de cada muestra y se realizando el proceso de filtrado a través de filtros pre-pesados con la ayuda de una rampa de filtración.</p> <p>2.3 Tamizado de las muestras de agua y sedimento a través de un tamiz de 63 µm.</p> <p>2.4 Utilización del programa Hydraccess para correlacionar el gasto líquido con el gasto sólido.</p>	<p>la concentración del material en suspensión en cada una de las estaciones.</p> <p>Se conoce la concentración de material grueso presente en cada muestra procesada.</p> <p>Se obtuvo las gráficas de correlación mediante la cual se determina la carga sedimentaria presente en cada una de las 12 estaciones.</p>	<p>Rampa de filtración.</p> <p>Bomba de vacío y rampa de filtración</p> <p>Tamiz.</p> <p>Estufa.</p>
<p>3.- Cuantificar la carga sedimentaria presente en la parte alta de la cuenca para de este modo observar la erosión que esta pueda ocasionar en el resto de la cuenca.</p>	<p>3.1 Cálculos de porcentajes totales de cada una de las estaciones para sacar un promedio total de toda la parte alta de la cuenca</p>	<p>Porcentaje total de la carga sedimentaria de la parte alta del río.</p> <p>Correlación el gasto sólido entre el gasto líquido.</p>	<p>Programa hydraccess.</p> <p>Programa Excel</p>

Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Significado de un Río

“Es un sistema dinámico de flujo de agua y sedimentos que controlan la función biológica de la tierra. Son los corredores activos más importantes que tiene la naturaleza y dependen de estos para el equilibrio de la vida”. (Bateman, 2007, p. 4)

8.1.1 Significado de caudal

En (Bateman, 2007) se menciona que cuando “se trata de inundaciones es importante estar al tanto de los caudales que transitan por el cauce para evaluar por medio de relaciones hidráulicas los niveles que corresponden, si se trata de gestión del agua en la cuenca se debe evaluar las cantidades” (p.9).

8.1.2 Recursos Hídricos

La Región Oriental es la de mayor riqueza hidrográfica del país; hay un sinnúmero de ríos caudalosos que bajan de las mesetas andinas y de las estribaciones de las cordilleras.

La enorme cantidad de lluvias que cae en los flancos andinos orientales es la fuente inagotable de tan numerosos ríos. Al pasar por la subregión del Alto Oriente los ríos son caudalosos y torrentosos y sólo en pequeños tramos pueden ser navegado por pequeñas embarcaciones, pero al llegar a la llanura puede ser navegados por embarcaciones mayores; la línea limítrofe actual pasa justamente por donde los ríos aumentan su caudal y facilitan la navegación. Los principales ríos amazónicos son de Norte a Sur el Putumayo, el San Miguel, el Aguarico, el Coca, el Napo, el Pastaza, el Morona y el Santiago. Los ríos tributarios de la cuenca alta amazónica tienen su origen en los Andes por lo cual, mientras descienden sobre los suelos inclinados de las montañas, con altas pendientes longitudinales, van arrastrando sedimentos de cenizas volcánicas superficiales que cubren la región; también llevan en sus aguas los materiales arrancados al suelo por la erosión encausada y por la formación de torrentes. (Pombosa, 2006, p. 3)

“La presión sobre el recurso hídrico aumentará si ciudades de la Sierra, como Quito, buscan agua de ríos orientales, que en este caso pasa a otro drenaje hacia el Océano Pacífico” (Maldonado, 2006).

8.1.3 Software Hydraccess

Hydraccess es un software completo, homogéneo y de fácil manejo, que permite importar y guardar varios tipos de datos hidrológicos en una base de datos en formato Microsoft Access 2000, y realizar procesamientos básicos de acuerdo a las necesidades de un hidrólogo. Fue desarrollado por un hidrólogo para hidrólogos. Su desarrollo comenzó en el año 2000, continuado con regularidad hasta fecha. Su autor es Philippe Vauchel, Hidrólogo del IRD (Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo), perteneciendo el software al IRD. (Pereyra, 2019, p.1)

8.2 Monografía de la cuenca del río Napo en su parte ecuatoriana

Los ríos tributarios de la cuenca alta amazónica tienen su origen en los Andes, mientras descienden sobre los suelos inclinados de las montañas, con altas pendientes longitudinales, van arrastrando sedimentos de cenizas volcánicas superficiales que cubren la región; también llevan en sus aguas los materiales sustraídos del suelo por la erosión y por la formación de torrentes.

Los ríos Amazónicos del Ecuador se dirigen hacia el Sur son tributarios sumamente importantes no por la cantidad de caudal, pero si por la cantidad de sedimentos que producen y aportan al Río Amazonas que recorre hacia el Este. Cuando se hallan en plena llanura los ríos se vuelven divagantes y meándricos, dejando meandros abandonados en forma de lagunas, sitios en los que se depositan los sedimentos finos y son rodeados por la vegetación. (Pombosa, 2006 p.4)

Los ríos son considerados de suma importancia para el hombre porque, además de abastecer de agua para el consumo también es muy fundamental para el desarrollo económico en lo que respecta a la agricultura, ganadería e industria. El potencial hidráulico de este río también “es aprovechado a través de la construcción de la central hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, que al momento es la principal hidroeléctrica con una capacidad de generación de 1500 megavatios y proporcionando electricidad a una gran cantidad de personas”. (Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair)

Además, se menciona que alrededor del 71 % de las extracciones de agua de cuencas, subcuencas y otras fuentes naturales del mundo se atribuyen al sector agrícola.

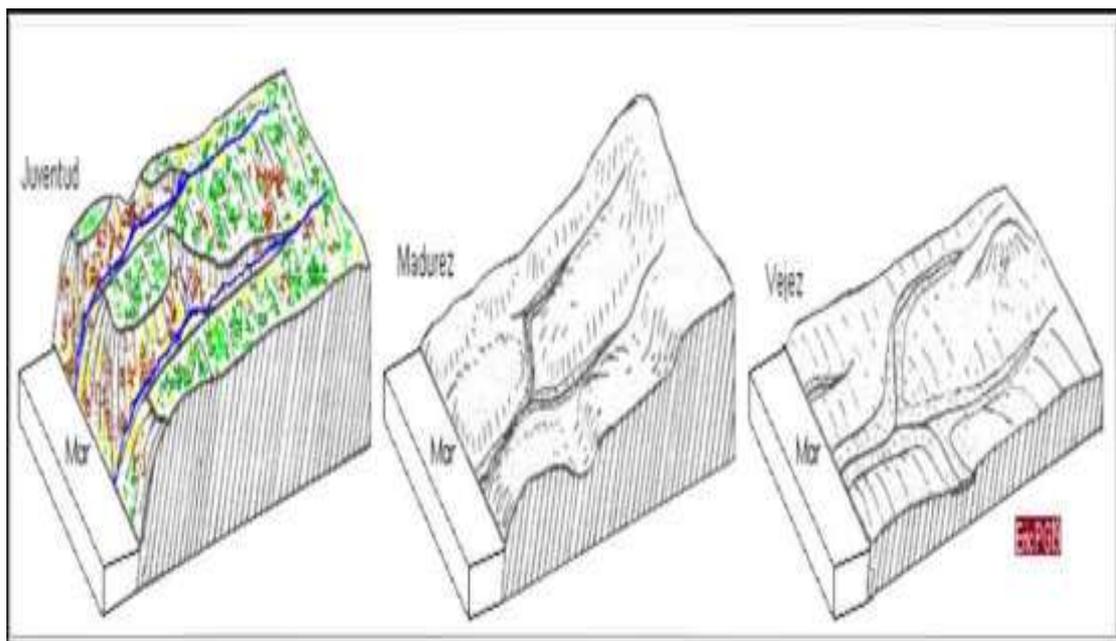
De manera que se dice que para el 2050 se necesitará un aumento del 55 % en la demanda mundial de agua para abordar el aumento de la generación de electricidad y

uso doméstico, se proyecta que más del 40 % de la población mundial vivirá bajo estrés hídrico severo. (Terneus, 2019; 54.p) En cuanto al transporte de sedimentos existe un tipo intermedio de movimiento en el que las partículas se mueven aguas abajo dando rebotes o saltos, a veces tocando el fondo y a veces avanzando en suspensión hasta que vuelven a caer al fondo, a este movimiento se le denomina saltación y es una parte muy importante del proceso de transporte por el viento; en la corriente líquida la altura de los saltos es tan reducida que no se distinguen realmente del arrastre. (Dickinson, 1992 citado en FAO, s.f.)

La erosión fluvial es el efecto de desgaste de la superficie terrestre que tiene el agua en los ríos.

Es el modo particular en que el agua modifica el paisaje, ya sea fluyendo sobre la superficie o en corrientes subterráneas, arrastrando así sedimentos, materiales y alterando su distribución en la corteza terrestre, de modo que si más energía existe la acción erosiva del río será mayor que ocasiones logra arrancar trozos de roca y siendo arrastrados por la corriente, actúan como un martillo sobre el cauce del río, desprendiendo nuevos fragmentos. La erosión es baja en las praderas y en los bosques, porque el efecto de las precipitaciones y agentes climáticos es amortiguado. (Raffino, 2019)

Figura N° 1: Denudación. Tres estados del ciclo de erosión (juventud, madurez, vejez)



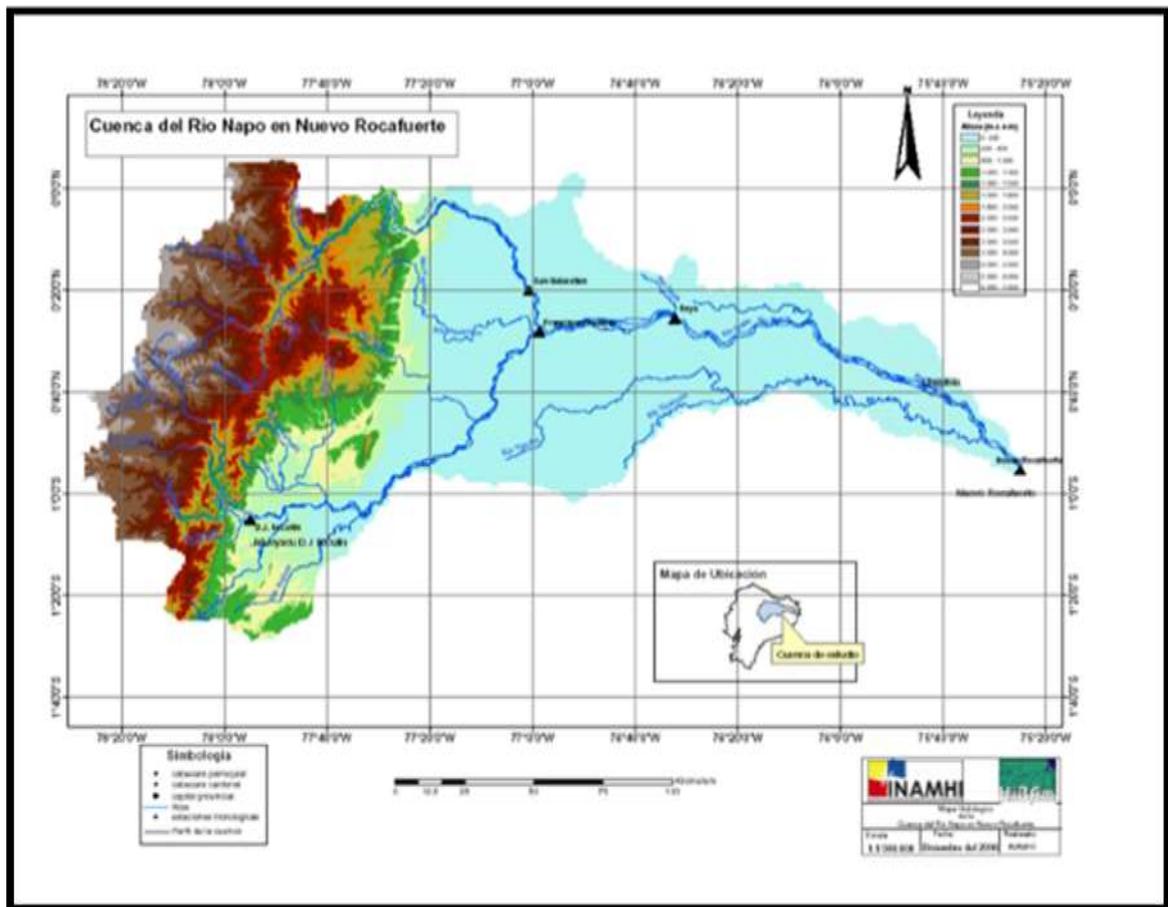
Fuente: (Derrau, 1965)

8.2.1 Características de la Cuenca

Ubicación

La Cuenca del Río Napo se encuentra ubicada entre los paralelos $00^{\circ} 01'$ Y $01^{\circ} 10'$ de latitud Sur y entre los meridianos $77^{\circ}20'$ y $78^{\circ} 30'$ de longitud Oeste; La elevación media de la Cuenca esta alrededor de los 1500 msnm.

Mapa N° 1: Cuenca del Río Napo.



Fuente. Proyecto HYBAM, 2006.

La Cuenca hidrográfica que constituye el río Napo, considerando su cierre cerca de la frontera con el Perú, en Nuevo Rocafuerte, tiene una superficie aproximada de 1.641 Km².

Extensión en la que se encuentran repartidas estaciones hidrométricas principales monitoreadas por el Proyecto HYBAM que determinan a su vez subcuencas que proporcionan datos de niveles y aforos, encontrándose una estación Coca en San Sebastián casi en la desembocadura del río Coca en Puerto Francisco de Orellana a

330 msnm, la segunda estación Napo en Fco. de Orellana está ubicada en el río Napo antes de la confluencia con el Río Coca y la de cierre Napo en Nuevo Rocafuerte en la parte Oeste de la Cuenca en Puerto Nuevo Rocafuerte a 190 msnm de altitud. (Pombosa R. , 2006)

8.2.2 Geología

Hace millones de años (Baby, 2014), esta región del continente era una enorme planicie, en la cual se había formado una depresión alargada, en sentido Norte Sur, en que se sepultaron grandes bosques de la época del carbonífero que, con el tiempo, han llegado a convertirse en los yacimientos hidrocarburíferos de donde se extrae el petróleo. La formación sedimentaria ante andina de la cuenca amazónica, está relacionada con el levantamiento tectónico que impedía que las aguas siguieran fluyendo hacia el Océano Pacífico, o hacia el Atlántico, por la presencia de los Escudos Guyano y brasileño que formaba una barrera a las aguas continentales, dando lugar a un inmenso lago que recibió, aproximadamente, unos tres mil metros de espesor de sedimentos que conforman la llanura amazónica terciaria (p.146).

8.2.3 Tectonismo

“La construcción de secciones regionales estructurales, a partir de secciones sísmicas, de pozos y de trabajos de campo, así como el análisis detallado de estructuras petrolíferas, han permitido diferenciar tres dominios tectónicos en la cuenca Oriente y proponer un nuevo modelo estructural” (Baby, 2014 p.19). Esos dominios tectónicos se diferencian por sus características geométricas y cinemáticas relacionadas a una herencia pre cretácica propia.

8.2.4 Volcanismo

La Cordillera de los Andes atraviesa de Norte a Sur el país que se halla sobre el llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, considerado como uno de los complejos de gran intensidad sísmica y volcánica debido a la colisión de las placas oceánicas de Nazca y la Sudamericana.

Hay numerosos volcanes activos y apagados en el área del Ecuador continental e insular, así como ofrecen una espectacular vista en los paisajes también preocupan

cuando entran en actividad. Aunque la lista es extensa no hay que olvidar los volcanes que están en los diferentes ramales andinos, caso del Guagua Pichincha, Corazón, Cotopaxi, Tungurahua, Sangay, Reventador y Sumaco, entre otros del área continental, y el Cerro Azul, Wolf, Alcedo, Sierra Negra y La Cumbre en Galápagos. (Baldock, 1982)

Tabla N° 3: Lista de los principales volcanes del Ecuador

VOLCAN	ALTURA (metros)
Antisana	5.758
Cayambe	5.790
Chimborazo	6.310
Cotopaxi	5.897
Guagua Pichincha	4.675
Sumaco	3.732
Lliniza	5.248
Imbabura	4.560
Reventador	3.562
Tungurahua	5.023

Fuente: Estudio Hidrometereologico INAMHI

Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

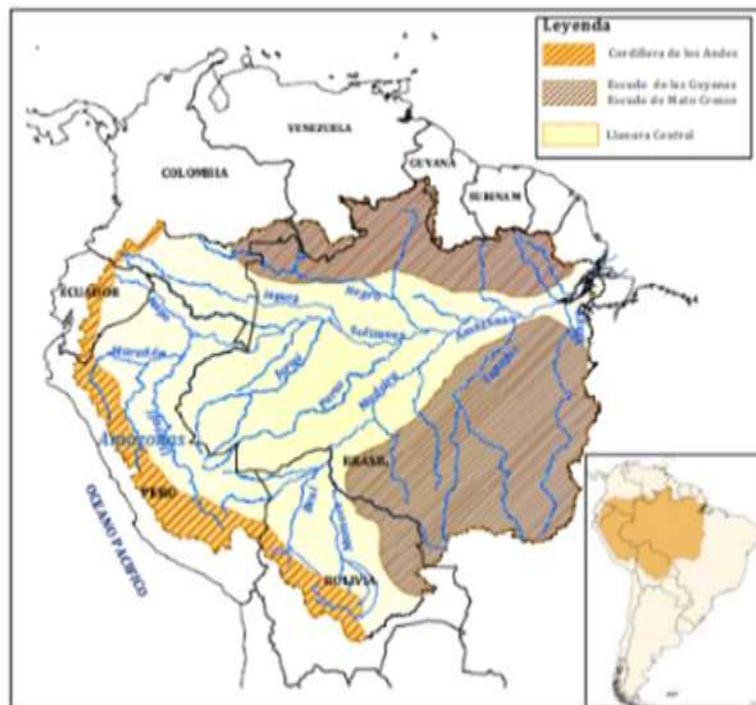
8.2.5 Clima

(Pombosa, 2006) La cuenca del Río Napo presenta un clima tropical – húmedo, con lluvias persistentes, una intensa evaporación y temperaturas promedias de 25° C. En esta región el clima es húmedo, por la persistencia de las lluvias. El tiempo seco apenas puede calcularse en una o dos semanas, en diferentes períodos, siendo esta condición la que determina la formación de largos y tortuosos ríos, navegables en buena parte de los mismos. (p. 9)

8.2.6 Cuenca Amazónica

(Cevallos, 2005) La cuenca amazónica está situada entre 5°N y 10°S, con una superficie de $6.1 \times 10^6 \text{ Km}^2$, representa alrededor del 5% de tierras emergidas de los continentes y aporta al océano Atlántico 209 000 m³/s, es decir el 20% del total de aguas dulces continentales (Molinier et al., 1996). Geológicamente está conformada por cuatro unidades morfoestructurales: la Cordillera de los Andes, dos Escudos (el Macizo de las Guyanés y el Macizo de Mato Gros-so), y una gran Llanura Central (p. 10).

Mapa N° 2: Cuenca Amazónica, unidades geomorfológicas, distribución política.



Fuente: Armijos, 2010.

8.2.7 Dinámica de transporte fluvial

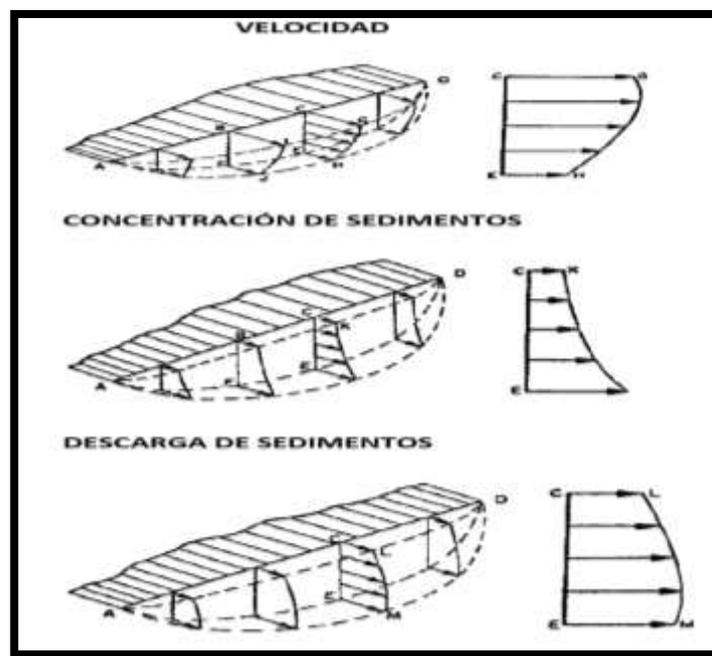
“La capacidad de transporte es la máxima carga que puede transportar un flujo y la disponibilidad de sedimentos es la existencia de material lo suficientemente fino para ser movilizado por un flujo” (Bravo, 2004, p. 4).

El sedimento procedente del derrumbe de las orillas de las zanjas o de las riberas de los ríos pasa inmediatamente al caudal de la corriente, mientras que la pérdida de suelo de una

pequeña superficie cultivada y dentro de una cuenca en la que predominan los bosques podría tener tasas de erosión local elevadas, pero contribuir poco a la carga total de sedimentos.

Los ríos son agentes de sedimentación, solo de forma temporal o circunstancial que se limitan a realizar estas acciones cuando se rompe el equilibrio entre la configuración del lecho y los caracteres del flujo y dejan de realizarlas en cuanto dicho equilibrio queda restablecido. (Espinoza, 2003 citado en Armijos Cardenas, 2010 p.6)

Figura N° 2: Velocidad, concentración de los sedimentos y descarga de sedimentos en las corrientes



Fuente: Espinoza (2008)

8.3 Cuantificación de flujos sedimentarios de las cuencas amazónicas de Perú

Las metodologías que pueden ser empleadas y la variabilidad temporal de los flujos líquidos y sólidos suelen ser relevantes en el estudio de cuencas Amazónicas.

Por ello se considera información de estaciones hidrológicas y sedimentarias en este caso de la cuenca amazónica peruana, las mismas que se encuentran tres en el pie de monte y cinco en la llanura, sobre los ríos, Marañón, Huallaga, Ucayali, Amazonas, El Tigre y Napo. Para la determinación de flujo de sedimentos en suspensión, se realiza muestreos superficiales recolectados cada diez días por una persona del lugar, además

de los datos de caudal sólido, obtenidos en campañas de campo realizadas cada tres meses. (Armijos, 2010 p.1)

“El río Napo está dividido en dos sectores; El Alto Napo, que comprende desde sus nacientes hasta la confluencia del río Coca en el Ecuador y el Bajo Napo, que comprende desde la confluencia con el río Coca hasta su desembocadura en la margen izquierda del Amazonas en el Perú” (Chávarri, 2013)

8.3.1 Transporte de sedimentos en el río

Considerando el origen de los sedimentos se distinguen dos tipos de transporte, Carga de material de fondo, correspondiente al material erodado del lecho del cauce; y Carga de lavado, compuesta por los sedimentos aportados por la cuenca (generalmente muy finos, constituidos por arcillas y limos) y, ocasionalmente, de la erosión de las bancas del río. De acuerdo con el mecanismo de transporte, la carga total sólida, se puede dividir en carga de fondo, y carga total en suspensión. (Ramírez, 2011, p. 6)

Se han realizado varios estudios en los últimos años en la cual proporciona algunas ideas sobre las relaciones espaciales y temporales entre el transporte de sedimentos y la erosión en esta área, el monitoreo de sedimentos se inició el año 2001 en la cuenca del Napo.

La producción y el transporte de sedimentos en la cuenca del río Napo se encuentra en la frontera ecuatoriana, las pendientes del río se originan por la elevación de los Andes provocando la reorganización de la red fluvial, y erosión mejorada a medida que los ríos profundizaron sus valles para recuperar sus perfiles de equilibrio. Los resultados de la medición de sedimentos indican las llanuras de inundación de sedimentos y las corrientes de sedimentación; su entrada a la corriente principal duplica aproximadamente el flujo de sedimentos que se produce por la erosión del interior del Napo Andino y, por lo tanto, han ayudado para cuantificar la generación y el almacenamiento de sedimentos en pequeñas cuencas áridas. (Wittmann, 2010, p.9)

8.3.2 Producción de sedimentos

Tomado de (Maldonado,2011) la influencia de corrientes fuertes, así como la acción de la marea promueven la resuspensión de sedimentos del lecho del río y la erosión de los márgenes de los canales, provocando irregularidades en el fondo y un incremento de la concentración de sedimentos suspendidos. Usualmente bancos de arena en medio del río pueden ser observados cuando el nivel de profundidad es bajo.

La producción de sedimentos en cuencas de zonas de montaña o con pendientes pronunciadas se puede dividir básicamente en dos fuentes, asociadas a distintos fenómenos: (COBINABE, 2010)

- a) la erosión superficial generalizada del suelo
- b) los procesos de remoción en masa en sitios puntuales.

“Estos procesos influyen en los problemas de inundaciones, en los fenómenos de colmatación de embalses y pueden promover cambios en la morfología fluvial que, a su vez, afecten los aspectos ambientales”. (COBINABE, 2010)

8.3.3 Erosión y Deposición

La erosión, es el proceso de desplazamiento de su lugar de origen de las partículas sólidas de la superficie del suelo como también de los lechos de los cursos de la cuenca.

Uno de los principales agentes erosivos es el agua y el predominio de uno u otro de los agentes de la erosión depende en gran medida del clima de la región considerada o de la precipitación media anual, la producción de sedimentos ha resaltado la importancia de combinar factores naturales y antrópicos al evaluar la magnitud de los procesos de erosión y transporte de sedimentos. (Verstraeten, 2001) Las aguas continentales son un agente erosivo de primera magnitud. En forma de ríos que corren sobre la superficie, o que sean de corrientes subterráneas, el agua desgasta los materiales que hay por donde pasa y arrastra los restos en dirección al mar, dejándolos depositados en diversos lugares, formando nuevos suelos y, en definitiva, modelando el paisaje. En la erosión encausada el agua tiende a escurrir en canales, cuya acción erosiva conduce a la formación de cada vez mayores y más densos cursos, que si se agrava pueden formar cárcavas.

Los sedimentos en su gran mayoría se producen de las orillas y del fondo del río, dando como efecto la erosión de los mismos y en ocasiones se pierde vegetación que existe en las orillas del río arrancando las plantas de raíz generando el ensanchamiento del cauce, llegan a descargar todos los desechos sólidos o sedimentos en el cauce principal de la cuenca

“El arrastre y la deposición se tratan como dos micro-procesos opuestos que tienen lugar al mismo tiempo. Se combinan para determinar la tasa neta de intercambio entre sedimentos depositados y en suspensión (Aguirre A. E., 2017). Depósito, ocurre cuando la

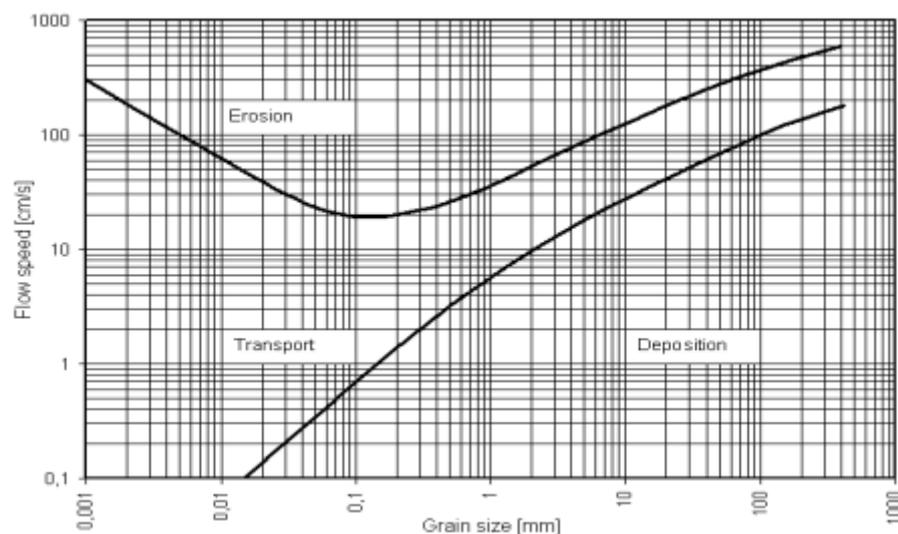
capacidad de transporte del flujo es superada o no se alcanza a cubrirla. Pueden ser depositadas tanto las partículas gruesas como las finas en lecho.”

8.3.4 Fuerza de tracción, velocidad crítica

En el movimiento del líquido intervienen 2 tipos de fuerzas, las gravitatorias y la resistencia, con la relación entre las dos se determina la capacidad de la corriente para erosionar y transportar los sedimentos.

La fuerza de fricción que determina la resistencia que opone el contorno del cauce, se llama también la fuerza tensión de arrastre, es máxima en el fondo donde es mayor el peso del agua. El incremento de la carga suspendida lleva al decrecimiento de la fuerza de tracción; la disminución de la concentración de la carga de fondo produce un incremento de la misma o de la fuerza de fricción. Se denomina velocidad crítica a la velocidad necesaria para poner en movimiento una partícula, la velocidad fluctúa de acuerdo a los fenómenos de turbulencia que van acompañados de la formación de la rugosidad o configuración de lecho, y es influenciada por la viscosidad aparente. (Armijos, 2010 p.8) La velocidad crítica para iniciar el movimiento (erosión) de los granos es mucho mayor que la necesaria para depositar los mismos.

Figura N° 3: Curva de Hjulstrom Representación de las relaciones entre la velocidad y el tamaño del grano



Fuente: Curva de Hjulstrom, Kukal, 1970. -Spalletti, 1986. Tomado de (Rayano, 2003).

8.3.5 Capacidad de Transporte

Cuanto mayor es la cantidad de agua que fluye en una corriente (caudal), mayor es la capacidad de la corriente para arrastrar el sedimento, por ello la velocidad de una corriente determina su capacidad en cuanto más fuerte es el flujo, más grandes son los granos que puede transportar en suspensión y como carga de fondo.

En una inundación, una corriente puede erosionar y transportar más sedimento que durante meses de flujo normal por la fuerza que ejerce al aumentar su caudal.

(Edward, 2010, p. 12) Los conceptos que abarca son: Carga, consiste en la cantidad de sólidos transportados, se expresa en unidades de peso sobre el tiempo, como también kilogramos por segundo. Concentración, es aquella masa de sedimentos encontrada en un volumen unitario de agua, generalmente es expresada en gramos por litro.

Producción de sedimentos, es la cantidad de sedimentos que pasa por la sección transversal de un río en la unidad de tiempo, dividida por el área de drenaje aguas arriba del punto de medida, es expresada en toneladas por kilómetro cuadrado por año.

Resistencia total al flujo, (J) es igual a la suma de la resistencia de fricción más la fuerza de tracción, razón por la que existe (en una corriente, en un momento dado) un equilibrio entre ellas (Spalletti, 1986).

8.3.6 Modos de transporte

“El movimiento o transporte de sedimento se realiza mediante algunos mecanismos que pueden ser transporte en suspensión, y transporte de carga de lecho que a su vez puede ser por deslizamiento, rodando o saltando” (Garcia, 2002, p. 12).

El material muy fino que es el material del lavado de la cuenca generalmente es transportado en suspensión por la turbulencia de la corriente y este está relacionado directamente con la zona por donde fluye el río.

El transporte del material en suspensión puede llegar a representar el 90% o más de todo el transporte sólido de un río después de las tormentas, debido al arrastre laminar por lo que también se incrementa su cantidad con los flujos altos. (Armijos, 2010, p. 9) Pero aun así el pico de concentraciones de finos no suele coincidir con el pico de los caudales. Mientras que el suministro disponible de materiales gruesos es generalmente mayor a la capacidad de transporte de la corriente y ligado a las características hidráulicas del cauce (anchura, pendiente), que son variables y está relacionada con la disponibilidad y las condiciones de borde.

8.3.7 Mecanismo de transporte

La precipitación y la escorrentía denudan y erosionan las cuencas hidrográficas de modo que una cantidad considerable del perfil superior del suelo es acarreado hacia los ríos y finalmente, transportado por el flujo.

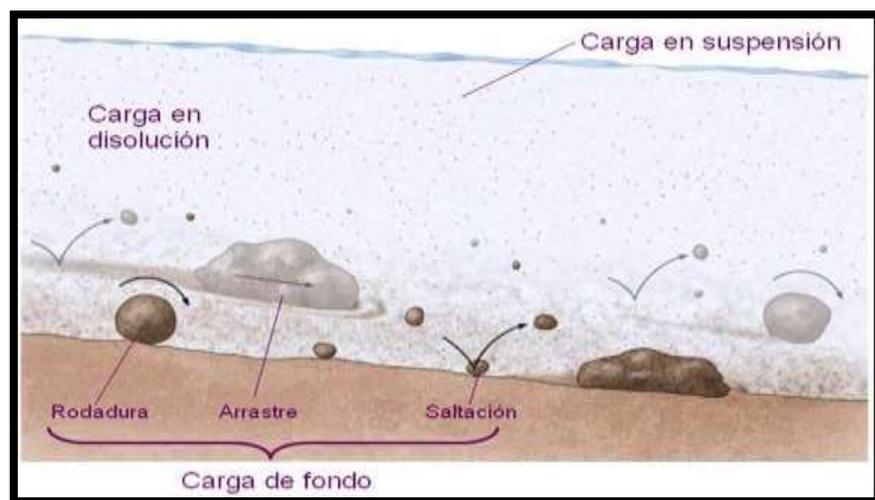
Las características que definen los procesos de suspensión, transporte y posterior depósito del sedimento dependen no sólo de las situaciones de flujo sino también de las propiedades del sedimento (Aguirre, 1980 citado en Armijos Cardenas, 2010 p.10).

Los sedimentos transportados por el recorrido del caudal crean un proceso de erosión y disminución de la pendiente, acompañada de un proceso de acorazamiento estático del lecho. Si las márgenes son erosionables y sin protección, también se produce un ajuste mediante el aumento del ancho y de la profundidad (Basile, 2018).

“Generalmente estos sedimentos son clasificados de acuerdo al proceso de transporte dominante, al material de origen y a sus dimensiones. De acuerdo a su transporte en las corrientes fluviales, pueden clasificarse en: (Armijos, 2010).

- Sedimentos en suspensión - sedimentos en estado
- Sedimentos en solución - carga de fondo

Figura N° 4: Transporte de sedimentos en el río



Fuente: (Rodríguez, 2016)

Sedimentos en Suspensión: son finos que llegan a la corriente alimentándose de la erosión pluvial de la cuenca, surge la dificultad de estimar que volumen de sedimentos transporta realmente el río en suspensión, y que ocurre con los sedimentos que el río.

Mientras la componente vertical que sostiene una partícula de sedimento sea mayor que su propio peso, de esta forma el caudal clasifica las partículas que el río puede transportar ya sea tanto en tamaño como en volumen, en estado de solución comprende a las sales disueltas en forma iónica. El estado de saltación: Se produce por causa de las irregularidades del fondo. Parte de la carga de fondo sube y se mantiene en suspensión por un período corto. (Armijos, 2010 p.10)

Sedimentos de fondo: Es el movimiento de las partículas en el fondo, siendo el factor predominante la fuerza tractiva, esta fuerza es la fricción cortante que ejerce el fluido sobre los materiales y puede arrastrarlos aguas abajo. Debido a esto mientras mayor caudal, mayor fuerza tractiva y por lo tanto mayor va a ser el tamaño de las partículas a moverse. La carga de fondo es alimentada por los sedimentos que conforman el lecho y por los materiales gruesos que son transportados desde la cuenca por procesos de remoción en masa (Armijos, 2010 p.11)

8.3.8 Transporte de sedimento en las corrientes

Los procesos de transporte de sedimentos suelen no ser continuos en el tiempo y en el espacio, usualmente se intercalan períodos de transporte o arrastre y de sedimentación o almacenamiento con intervalos de tiempo irregulares y relativamente altos entre ellos.

Para obtener registros de dicho transporte se mide la carga de sedimentos, que se encuentra conformada por la cantidad de partículas sólidas que se mueven por la acción del agua por unidad de tiempo. También se debe medir la concentración de sedimentos, que consiste en la relación entre la cantidad de sólidos en un determinado volumen de agua y el volumen de la muestra. (Montoya, 2005)

“La forma del lecho aluvial es producto directo del balance entre erosión y la deposición de sedimento”. (Reid, 1994)

“La concentración de sedimentos suspendidos en el fondo es generalmente 2 a 5 veces mayor que en la superficie” (Stallard, 1983).

8.4 Medición de Caudales

8.4.1 Caudal Líquido

Limnimetría

El régimen hidrológico de un río se refiere, a las variaciones estacionales y cíclicas del nivel del agua o cota limnimétrica de una determinada estación.

Estas lecturas de cota se transforman en caudales a través de una curva de calibración (relación entre nivel de agua y el caudal medido en un tiempo determinado). Para obtener el caudal se realizan aforos líquidos. El presente estudio, cuenta con 12 estaciones hidrológicas, donde la información de limnimetría es recolectada de todas las bases de datos y de los archivos fuente que fueron recolectados desde el inicio de funcionamiento de la estación. (Philippe, 2006)

En los ríos amazónicos la fluctuación del nivel del agua es tan grande que se aconseja que cuando se instala la estación, el “0” de la primera regla limnimétrica que está en contacto con el agua, corresponda a la cota relativa “10 m”, de tal forma que cuando se presenten niveles de agua más bajos se puedan instalar en la parte inferior de la instalación limnimétrica, nuevas reglas sin necesidad de corregir el acotamiento inicial ni tener valores negativos de niveles de agua. (Orozco, 2018, pág. 12)

Figura N° 5: Regla limnimétrica Río Napo en Francisco de Orellana.



Fuente: Proyecto Hybam

8.4.2 Aforo Líquido

El caudal de un río, es la cantidad de agua que fluye a través de una sección transversal en un tiempo determinado, se expresa en volumen por unidad de tiempo.

Los datos de nivel o altura de la lámina de agua circulante que registra la estación de aforo siempre están referidos a la citada escala, por complejo que sea su sistema de medición. A partir de los niveles que alcanza el agua, al aforar se obtiene el caudal. La medición de caudales para ríos de gran magnitud, se realiza con un perfilador de corrientes por efecto Doppler ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler).

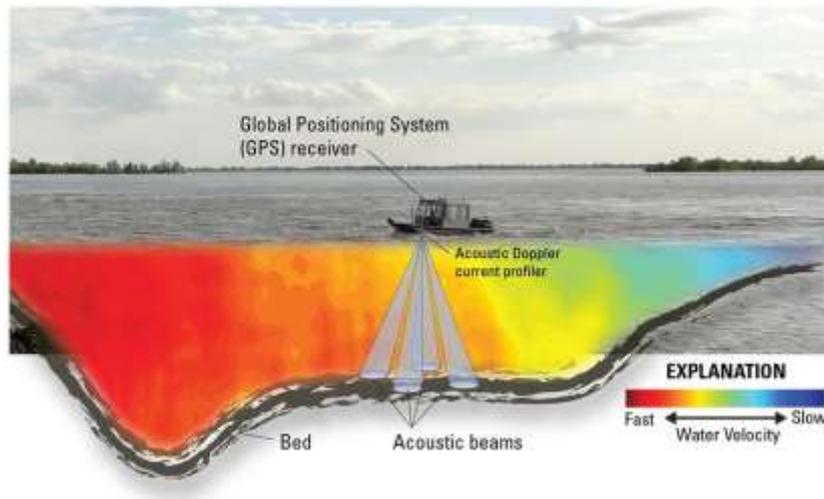
El caudal líquido de un río varía dependiendo de la región en donde se encuentre y las precipitaciones que se presente en la misma, esta área de estudio se caracteriza por poseer ríos con una fuente inagotable de recursos hídricos en esta región se encuentran la mayoría de ríos que presentan altos caudales por ello es un poco difícil tomar mediciones en tiempos de crecidas.

Por ello aquí se describe un equipo especialmente para medir grandes caudales y donde se presenta altas precipitaciones.

Se han aforado caudales de más de 2000 m³/s, da componentes de velocidad del agua en diferentes capas de la columna de agua y calcula en tiempo real el caudal en función de la posición, en referencia al fondo o a una posición GPS. El doppler facilita una lectura de la distribución de velocidades en la sección de aforo subdividida en celdas de un tamaño muy pequeño. Entre las ventajas que aporta debemos destacar la rapidez con que se realiza la medición en tan solo unos minutos, su margen de error por su propia metodología, llevan asociado un error en la medida del caudal que puede considerarse de entre un 5 y un 10%, error que se traslada lógicamente a las propias curvas de gasto, que en sí mismas no son más que aproximaciones matemáticas a la realidad. (Ebro, (SAIHEbro), 2017)

En el aforo líquido la gráfica indica que los puntos negros más grandes representan mayor cantidad de material en suspensión.

Figura N° 6: El ADCP, efecto Doppler



Fuente: (P. Ryan Jackson, s.f.)

8.5 Caudal sólido

8.5.1 Aforo sólido

Existen varios métodos de muestreo (en suspensión y de fondo) dependiendo de las características de la sección y del tipo de estudio a realizarse.

En un plan de muestreo en suspensión debe tomarse en cuenta la variabilidad en la sección y la irregularidad del fenómeno de transporte durante todo el año y en años sucesivos al estudio lo que determinará la frecuencia de muestreo. Para obtener una representatividad de la sección es necesario dividir la sección en verticales según la forma de la sección, o en forma proporcional como lo recomiendan las normas (OMM). El muestreo puede darse de dos tipos muestreo puntual o el muestreo integrado. (Armijos, 2010, p. 15)

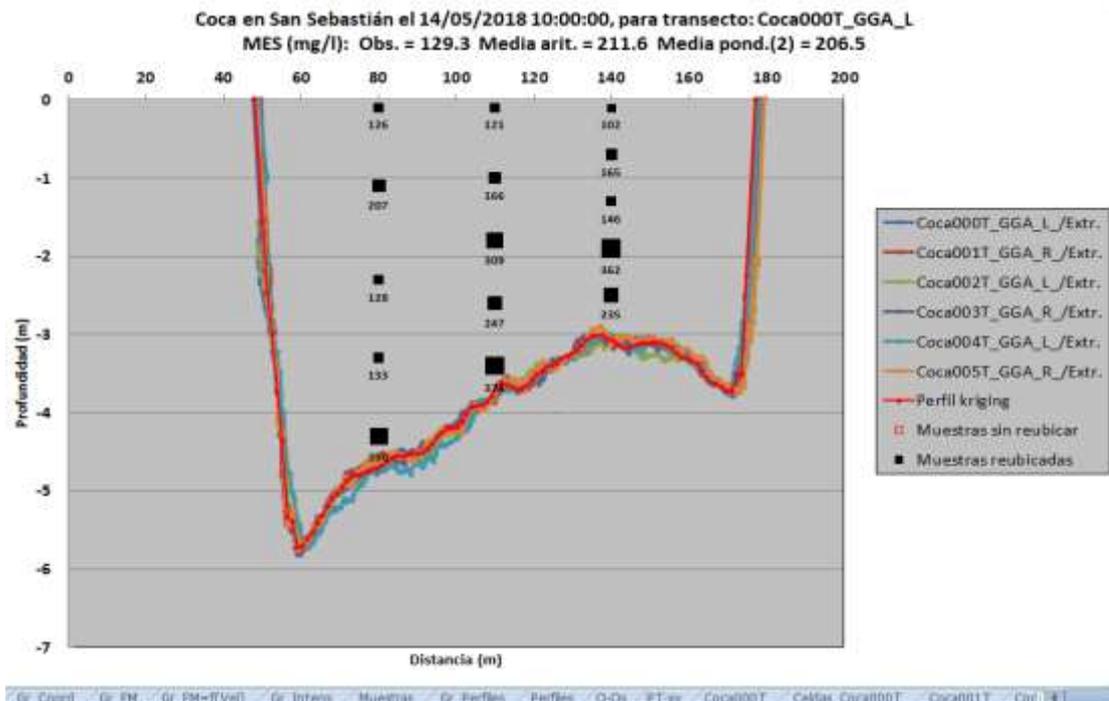
En (Celeri, 2008) menciona que el sedimento suspendido se mueve libremente a través de la acción de la cadena, el lecho evalúa resistencia entre las partículas y la interferencia es una de las teorías más complejas. Estos métodos de derivación también están en sintonía con el tipo de obtención de la grandeza que debe tenerse en cuenta, ya sea en la medición directa o indirecta. (p. 225)

8.5.2 Muestreo puntual.

Para realizar el muestreo puntual se puede recurrir a muestreadores que serán abiertos en la profundidad deseada. En el observatorio HYBAM se recomienda tomar como mínimo 5

muestras a una distancia equitativa sobre la vertical, de modo que se obtenga una buena representación del gradiente vertical de concentración.

Figura N° 7: Muestreo puntual de agua y sedimentos



Fuente: Proyecto HYBAM

8.5.3 Muestreo por integración

En este tipo de muestreo se obtiene una muestra única, agrupando pequeñas submuestras que fueron tomadas en diferentes puntos.

Por lo general este muestreador está constituido por una botella de vidrio metida en una armadura con forma de pez que se monta sobre una varilla cuando se quiere medir la altura de corrientes pequeñas o se suspende a un cable para corrientes mayores. La boca de la botella se suele diseñar con una sección transversal ligeramente ampliada detrás del punto de entrada para reducir el peligro de una presión contraria que impida la entrada del agua. Este muestreador se desplaza desde la superficie hasta el fondo y vuelve a la superficie recogiendo la muestra haciéndolo de forma continua. (Armijos, 2010, p. 15)

Figura N° 8: Muestreador en forma de pez para el muestreo integrado



Fuente: INAMHI

Ningún aparato resulta completamente adecuado para retener del sedimento tanto las partículas más grandes como las más pequeñas con la misma eficiencia, permaneciendo en una posición estable y orientada hacia la corriente sobre el fondo del río, sin perturbar el flujo natural y el movimiento del sedimento. (OMM, 1994).

En lugares con grandes cargas se hace el uso de muestreadores de fondo, existen varios modelos dependiendo de las características del río, pueden ser una cesta de alambre con una aleta estabilizadora.

8.6 Curva de Descargas

Una vez que la sección de control para la medición de caudales ha sido escogida, se puede instalar en este sitio una regla limnimétrica o un limnógrafo; la finalidad de la regla limnimétrica es la de relacionar el nivel del agua de un río con su caudal.

Utilizando un molinete o ADCP, se miden los caudales en el río para varios niveles de agua, registrando para cada nivel de agua su correspondiente caudal y de esta manera se puede construir una curva de calibración, que relaciona el nivel de agua en un determinado momento de la sección con su caudal respectivo. (Luc, 2006, pág. 12)

8.7 Marco Legal

La presente investigación se basa en la pirámide de Kelsen, para el ámbito de la normativa legal vigente.

8.7.1 Constitución

Art. 318 de la Constitución prohíbe toda forma de privatización del agua y determina que la gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria y que el servicio de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados

únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias; prescribe además, que el Estado a través de la Autoridad Única del Agua, será responsable directa de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano y riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación y que se requerirá autorización estatal para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la Ley. (Correa, 2014)

Art. 411 dispone que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico y que regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, especialmente en las fuentes y zonas de recarga. Que, la Primera Disposición Transitoria de la Constitución de la República dispone que la Ley que regule los recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, incluirá los permisos de uso y aprovechamiento, actuales y futuros, sus plazos, condiciones, mecanismos de revisión y auditoría para asegurar la formalización y la distribución equitativa de este patrimonio. (Correa, 2014)

8.7.2 Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua

En el **Art. 4** de “Principios de la Ley es fundamental el principio del literal b. El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad”. (Barrezueta, 2015, p. 5)

Art. 8 Gestión integrada de los recursos hídricos. La Autoridad Única del Agua es responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas, la misma que se coordinará con los diferentes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia. (Barrezueta, 2015, p.5)

Art.12 Protección, recuperación y conservación de fuentes. El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley. El Estado en sus diferentes niveles de gobierno destinará los fondos necesarios y la asistencia

técnica para garantizar la protección y conservación de las fuentes de agua y sus áreas de influencia. (Barrezueta, 2015, p.6)

Art. 13 Formas de conservación y de protección de fuentes de agua. Constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción. Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se pretenda desarrollar a una distancia del cauce, que se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la Autoridad Única del Agua, sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan. (Barrezueta, 2015, p.6)

Dentro de la LORHUyA en la Sección Tercera Gestión y Administración de los Recursos Hídricos en el **Artículo 35.-** Principios de la gestión de los recursos hídricos del ítem b) La planificación para la gestión de los recursos hídricos deberá ser considerada en los planes de ordenamiento territorial de los territorios comprendidos dentro de la cuenca hidrográfica, la gestión ambiental y los conocimientos colectivos y saberes ancestrales. (Barrezueta, 2015, p.11)

Art. 90 “Establece como requisito previo a la entrega de autorizaciones para el uso de agua que la Autoridad Única del Agua revisará y aprobará los estudios y proyectos de infraestructura hidráulica aplicable para todos los usos del agua” (Barrezueta, 2015, p.20).

8.7.3 Código Orgánico de Organización Territorial, (COOTAD)

Art. 132. Ejercicio de la competencia de gestión de cuencas hidrográficas. - En el ejercicio de esta competencia le corresponde al gobierno autónomo descentralizado regional, gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas mediante la articulación efectiva de los planes de ordenamiento territorial de los gobiernos autónomos descentralizados de la cuenca hidrográfica respectiva con las políticas emitidas en materia de manejo sustentable e integrado del recurso hídrico.

Los gobiernos autónomos descentralizados regionales, en coordinación con todos los niveles de gobierno, implementarán el plan de manejo de cuencas, subcuencas y microcuencas, en sus respectivas circunscripciones territoriales. Los gobiernos autónomos descentralizados provinciales ejecutarán las obras de infraestructura fijadas en el marco de la planificación nacional y territorial correspondiente, y de las políticas y regulaciones emitidas por la autoridad única del agua. (Barrezueta, 2015, p. 73)

8.7.4 Acuerdo Ministerial 97 A Anexo I

Los sedimentos, lodos de tratamiento de aguas residuales y otras tales como residuos del área de la construcción, cenizas, cachaza, bagazo, o cualquier tipo de desecho doméstico o industrial, no deberán disponerse en aguas superficiales, subterráneas, marinas, de estuario, sistemas de alcantarillado y cauces de agua estacionales secos o no, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales referentes a los desechos sólidos peligrosos o no peligrosos, de acuerdo a su composición. (Nuñez, 2015)

8.7.5 Decreto Ejecutivos

Reglamento De Participación Establecidos En Ley De Gestión Ambiental Decreto 1040. Que el artículo 28 de la Ley de Gestión Ambiental consagra el derecho de toda persona natural o jurídica a participar en la gestión ambiental a través de los diversos mecanismos de participación social que se establezcan para el efecto, y el artículo 29 prescribe el derecho que tiene toda persona natural o jurídica a ser informada oportuna y suficientemente sobre cualquier actividad que pueda producir impactos ambientales. (LGA, 2008, p. 3)

9. VALIDACIÓN DE PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.

9.1 ¿Mediante la determinación de la carga sedimentaria en la parte alta de la cuenca del río Napo se puede evidenciar la erosión que esta pueda ocasionar en el recorrido hacia la parte baja de la cuenca?

Al determinar la carga sedimentaria presente en la parte alta de la cuenca del Napo se ha logrado probar que el arrastre del material en suspensión si genera erosión en el recorrido del caudal hasta llegar a la parte baja, la concentración más alta de los sólidos en suspensión fue en la estación Coca Codo Sinclair (H0735) con 0.46578 kg/m^3 la misma que forma parte del río Coca con efluentes del río Quijos, río Salado por lo tanto tiene mayor acumulación de sedimentos totales con una cantidad de $7.22 \times 10^6 \text{ ton/año}$, de tal modo que el caudal pasa por la Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair, al momento de abrir las compuertas el agua recorre con fuerza y va arrancando ramas de las orillas del cauce e incluso en ocasiones genera socavaciones que desprenden arena, arcillas de la parte media de la cuenca hasta llegar a la parte baja. Por otra parte, también se produce desbordamientos de los ríos por las altas precipitaciones como sucedió entre julio y marzo del 2020 con el río Coca que por la fuerza del agua se perdió la vegetación de una gran parte de los lados del río ensanchando el cauce y

arrastrado todo ese material hacia la parte baja de la cuenca produciendo la erosión de las orillas y el fondo del río.

10. METODOLOGÍAS / DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Técnicas

Mediante la investigación bibliográfica científica con conocimientos técnicos se logrará determinar cuáles favorecerán al desarrollo del proyecto de investigación:

10.1.1 La observación

La observación ayudará a conocer el área de estudio para determinar los puntos adecuados para la recolección de muestras y el comportamiento geoquímico de la parte alta del río Napo, además se podrá observar el caudal que fluye por el río y el estado actual de sus orillas si se ha producido una erosión de las mismas debido a la carga sedimentaria obteniendo registros fotográficos y comparándolos con fotografías anteriores tomadas para el proyecto HYBAM.

10.1.2 De laboratorio

Para el presente estudio se ha tomado primordialmente los datos referentes al parámetro de Material en Suspensión (MES), aunque dentro de los análisis como parte del proyecto Hybam se consideraron otros tipos de parámetros físico-químicos, como Turbiedad, Material Disuelto, Temperatura, Conductividad eléctrica, pH, Alcalinidad.

10.1.3 Material en suspensión (MES)

Se considera “material en suspensión” a la fracción del total de sólidos presentes en el agua que pueden ser separados de la muestra por filtración utilizando un papel filtro de diámetro de poro estandarizado.

El MES incluye a su vez los sólidos volátiles (Material Orgánico). Para el caso de este estudio el MES es la fracción de sólidos retenidos en un filtro de celulosa de 45 μm .

Los contenidos de materiales en suspensión en los cauces están estrechamente relacionados con los caudales y los aportes de sedimentos arrastrados por los escurrimientos superficiales de las laderas de las cuencas. Tomado de (Bosque, 2003, p.3)

Para conseguir los resultados de material en suspensión se procederá utilizando el siguiente equipo y material:

Equipo:

Rampa de filtración

Bomba de aire tipo N145AN 18 (presión de vacío 100 psi)

Estufa (T = 105 °C)

Desecador

Balanza (Ap = +- 0.0001 g.)

Material:

Probeta de 500 ml.

Pinza para filtros

Filtro de acetato-celulosa ($\text{Ø} = 45 \text{ um}$)

Vidrio reloj ($\text{Ø} = 7 \text{ cm}$)

Caja portafiltros ($\text{Ø} = 6 \text{ mm}$)

Etiquetas adhesivas para identificación

Frascos plásticos para muestras

Procedimiento:

- Obtener el peso del filtro limpio y seco.
- Colocar el filtro en una unidad de la rampa de filtración
- Verificar que la rampa este correctamente cerrada y no existan fugas.

- Identificar en el portal de filtros los datos de la muestra como son: peso inicial del filtro, nombre de la estación, fecha de recolección, fecha de ensayo, volumen filtrado, número de vidrio reloj.
- Agitar la muestra contenida en el frasco de 500 ml.
- Medir el volumen de la muestra.
- Colocar la muestra en la unidad de filtración, y encender la bomba de aire a una presión constante de 100 psi que es la presión de trabajo máxima de las unidades de filtración.
- Verificar que al finalizar la filtración no existan excedentes de material en suspensión en las paredes del frasco de filtración, de existir estos excedentes serán removidos hacia el filtro utilizando una piseta con agua destilada, misma que no debe mezclarse con el agua filtrada.
- Colocar cuidadosamente el filtro en un vidrio reloj limpio y seco con la ayuda de una pinza para filtros, y posteriormente llevarlo a la estufa hasta que pierda su humedad, es decir durante dos horas a 105 °C.
- Retirar el filtro de la estufa y colocarlo en el desecador hasta que adquiera la temperatura ambiente (aproximadamente una hora) y proceder al pesaje.
- Establecer la cantidad de material en suspensión (MES) de la siguiente manera:

$$\text{MES} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = \frac{\text{B} - \text{A}}{\text{Vol. de muestra filtrada}}$$

Donde:

A = Peso del filtro limpio, seco y reposado en el desecador (antes de filtrar).

B = Peso del filtro con muestra, seco y reposado en el desecador (después de la filtración).

10.1.4 Recolección de muestras

Para la recolección de muestras de las diferentes estaciones hidrológicas se deberá seguir el protocolo dado por el INAMHI procedimiento adecuado con el fin de obtener muestras de calidad que serán llevados al laboratorio y así realizar los respectivos análisis de laboratorio en donde se obtendrá mejores resultados.

10.1.4.1 Muestreo

Durante el muestreo, una de las prioridades será no modificar las características originales de la muestra. Esto implicará seguir protocolos preestablecidos por el INAMHI para preservar las respectivas condiciones, también se realizará una serie de determinaciones de parámetros físico

- químicos in situ con la finalidad de determinar concentraciones de los sedimentos de la zona de la parte alta del río Napo.

a. Medios a muestrear

Los medios a muestrear serán los ejes fluviales de cada estación hidrológica, en este caso la parte alta de la cuenca del río Napo constituye las siguientes estaciones: Coca En San Rafael H0714, Quijos aj Bombón H0715, Quijos en Baeza H0718, Quijos dj Oyacachi H0719, Misahualli en Cotundo H0720, Jatunyacu dj Iloculin H0721, Yanahurco dj Valle H0722, Salado aj Coca (aj Guaytaringo) H0728, Oyacachi aj Quijos H0729, Cosanga aj Quijos H0731, Quijos aj Borja H0733 y Coca en Codo Sinclair H0714.

Protocolo de Muestreo

El protocolo de muestreo que se seguirá para la recolección de las muestras es el siguiente:

- Homogenizar el envase
- Introducir sellado el envase y destaparlo una vez dentro del agua.
- Sellar el envase dentro del agua con la intención de no dejar burbujas de aire en su interior, una vez colectada la muestra.
- Etiquetar la muestra.
- Realizar las mediciones in situ
- Conservar la muestra para su análisis posterior en laboratorio

10.1.4.2 Muestreo de agua y sedimento

El muestreo generalmente se realiza para determinar la concentración de sedimentos y, a su vez, para obtener la distribución granulométrica.

Por lo tanto, para lograr un buen resultado de la descarga sólida es necesario tener una muestra adecuada para el análisis requerido. Esto implica una cantidad adecuada de la submuestra y el volumen total de la muestra (Campagnoli, 2008, p.147).

Para el muestreo se requiere del siguiente equipo:

Equipo

- Muestreador metálico Ø mayor 15 cm, Ø menor 5 cm, h= 12 cm o balde dependiendo de las características de la estación.
- Cuerda (20-30 m)

- Cinta métrica (20-30 m dependiendo de la altura del puente), en el caso de no existir reglas limnimétricas en el sitio.
- Frascos plásticos para muestra de agua. (cap. 500 ml.)
- Frascos plásticos para muestra de agua. (cap. 100 ml.)
- Etiquetas adhesivas para datos de identificación de las muestras.

El muestreo se puede realizar desde un puente si existe y en caso de que no haya se realiza desde una canoa u otra embarcación fluvial, en esta ocasión se realizó por canoa para la cual ha tomado en cuenta el siguiente protocolo de muestreo:

- Verificar que se pueda contar con una canoa permanentemente desde la cual se pueda realizar el muestreo diario.
- Desplazar la canoa desde la orilla hasta el centro del cauce.
- El muestreo se lo debe realizar directamente en el envase de plástico en sentido contrario al flujo y desde el costado aguas arriba de la canoa.
- Previo al muestreo, enjuagar el frasco con agua del río, lo que permite homogeneizar la muestra y evitar que esta se altere con alguna sustancia que pudo estar presente en el recipiente.
- Introducir sellado el envase y destaparlo una vez dentro del agua.
- Sellar el envase dentro del agua con la intención de no dejar burbujas de aire en su interior, una vez colectada la muestra.
- Etiquetar la muestra.
- Realizar las mediciones in situ
- Conservar la muestra para su análisis posterior en laboratorio

10.1.5 Bibliográfica Documental

El trabajo contó con revisión bibliográfica que permitió sustentar el marco teórico y abalar los resultados de la investigación, los datos de los análisis de laboratorio de las muestras de agua, aforos líquidos recopilados y realizados por el proyecto HYBAM, y datos de estaciones hidrológicas proporcionados por el INAMHI, de esta forma permitirá entender los resultados de mejor manera y comparar con teorías y trabajos antes escritos correspondientes al tema de investigación. Además, la información secundaria concentrada en libros, revistas, tesis y

estudios de interés, apoyada de información disponible en la red de información virtual (Internet).

10.2 Tipo de investigación

10.2.1 Método de campo

Permitió realizar las visitas in situ para la recolección de muestras en cada una de las estaciones hidrológicas que posteriormente serán procesadas en el laboratorio del INAMHI, de modo que se pueda adquirir datos confiables para determinar la carga sedimentaria de la parte alta de la cuenca. Es necesario realizar visitas periódicas a cada una de las estaciones a fin de poder ejecutar ensayos en el sitio con muestras superficiales y a profundidad en tres verticales para realizar ensayos de representatividad espacial, y correlacionar estos datos “in situ” con aquellos obtenidos por el observador, lo que permite verificar el correcto funcionamiento de la estación.

10.2.2 Método Cualitativo

Este método permitirá obtener los resultados de las respectivas muestras para comparar el gasto sólido y gasto líquido con el cual se cuantificará la cantidad de sedimentos de las diferentes estaciones hidrológicas y determinando los efectos de erosión de la cadena montañosa alta de los andes la cual es transportada a la llanura amazónica.

10.2.3 Método Cuantitativo

El método cuantitativo se utilizó para la recolección de datos cuantitativos los cuales también incluyen la medición sistemática, y se empleará el análisis estadístico básico como será la filtración y el cálculo de concentraciones promedio, en la cual se procesó los resultados y se obtuvo el porcentaje más alto de sedimentos de una de las diferentes estaciones hidrológicas. Los datos de caudal plantean en ocasiones problemas de homogeneidad de las series ya que las estaciones de aforo sufren cambios a lo largo de la historia por ejemplo cambios en la colocación de la escala, cambios de ubicación, etc. (Tuset. J, 2015)

10.2.4 Método Inductivo

Permitió realizar un análisis instantáneo durante la visita de campo donde se tomó notas y fotografías para la descripción de detalles que se consideraron importantes en la determinación de la carga sedimentaria de las estaciones hidrológicas. Se logró llegar a una conclusión en la que corroboraremos el estado de la cuenca con la presencia de sedimentos sólidos más visibles y el transcurso de su recorrido, con lo observado en campo y con la información adquirida del análisis de laboratorio.

10.2.5 Método Deductivo

Se utilizó para conocer la presencia de la carga sedimentaria presente en el área de estudio mediante los resultados adquiridos del análisis de laboratorio, por lo cual se concluirá definiendo la estación hidrológica con mayor carga sedimentaria en la actualidad.

10.2.6 Área de Estudio

El área de estudio abarca las provincias de Napo, ubicada en el sector Centro-Oriental del Ecuador, limitando al norte con la provincia de Sucumbíos, al este con Cotopaxi y Pichincha, al sur con Pastaza y Tungurahua y al Oeste con Orellana.

Los beneficiarios de los servicios hidrológicos, económicos y sociales que brinda el río Napo son las poblaciones urbanas y rurales que cuentan con el recurso hídrico de manera oportuna y en buena cantidad para consumo humano y animal, además otro beneficiario es el sector turístico ya que cuenta con actividades asociadas al río, cuyas condiciones de caudal son propicias para la práctica de canotaje, una de las mayores atracciones en el cantón, el uso de este recurso genera grandes beneficios tanto para sí como para los usuarios de los servicios de los proyectos hidroeléctricos y de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Quito y sus alrededores. (Mercela, 2013) La cuenca alta del río Napo está conformada por 12 subcuencas, entre las que están: las subcuencas de los ríos Aguarico, Ansu, Quijos, Coca, Jatunyacu, Misuahualí y Río Alto Napo. La Cuenca del río Napo es un afluente importante para el área de drenaje del río Amazonas dentro de Ecuador.

El Napo es el río más grande del Ecuador, recoge las aguas de los deshielos del Antisana, Sincholagua, Cotopaxi y Llanganates que al unirse forman el río Jatunyacu, éste se junta con el río Anzuni, desde donde toma el nombre de Napo. En su curso superior es torrentoso y lleno de remolinos, debido a sus fuertes pendientes. En su tramo medio se junta al Coca y se convierte en un río de fácil navegación. Entre sus innumerables afluentes se destacan: el Aguarico, que en parte sirve de límite con el Perú, según el Protocolo de Río; lo mismo que su afluente el Lagartococha o Zancudo; el Coca (IGM, 2005).

Mapa N° 3: Ubicación de la cuenca del río Napo con la parte alta del río Coca



Elaborado por: Espejo, G. y Maliza, J.

La cuenca del Río Napo, comprende, geológicamente, las regiones de la Cordillera Real, la zona sub andina y la cuenca oriente de llanura. La zona sub andina contiene un conjunto de estructuras montañosas que tienen una conformación maciza al Norte con el levantamiento del Napo, y plegamientos antiguos, conocidos como Cordilleras del Cutucú, Galeras y Cóndor hacia el Sur. A continuación, puede mirarse hacia e este una vasta planicie cubierta por bosques que cubren una topografía de llanuras onduladas, depresiones y valles de ríos más o menos meándricos.

10.2.7 Datos

Se recolectó datos de caudal en la cuenca del río Napo desde 1965 hasta los más actualizados 2019. Doce estaciones fueron seleccionadas para el estudio (ver tabla 4), distribuidos a lo largo del río Napo (Mapa 3).

Mapa N° 4: Ubicación de las estaciones hidrológicas en la parte alta del Río Coca y Napo



Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

En la tabla N° 4 se puede apreciar la latitud de -0.10 a -1.08, la longitud de 77.31 a 78.85 y la altitud de 262 a 3590 además, las estaciones con un caudal medio de 2.08 (m³/s) a 318.23 (m³/s).

Tabla N° 4: Lista de estaciones hidrológicas, ubicación y afluentes

Código	Nombre	Cantón	Río	Latitud	Longitu	Altitud	Q _{medio}
						(msnm)	(m ³ /s)
H0714	Coca en San Rafael	Chaco	Río Coca	-0.10	-77.57	1150	318.23
H0715	Quijos aj Bombon	Chaco	Río Quijos	-0.28	-77.73	1680	172.97
H0718	Quijos en Baeza	Quijos	Río Quijos	-0.45	-77.88	262	35.67

H0719	Quijos dj Oyacachi	Chaco	Río Quijos	-0.30	-77.77	1490	171.64
H0720	Misahualli Cotundo	en Archidona	Río Misahualli	-0.84	-77.79	800	19.34
H0721	Jatunyacu Iloculin	dj Tena	Río Jatunyacu	-1.08	-77.91	570	255.86
H0722	Yanahurco dj Valle	Archidona	Río Yanahurco	-0.69	-78.28	3590	2.08
H0728	Salado aj Coc	Chaco	Río Salado	-0.15	-77.66	1480	95.96
H0729	Oyacachi aj Quijos	Chaco	Río Quijos	-0.30	-77.80	1520	46.46
H0731	Cosanga aj Quijos	Quijos	Río Cosanga	-0.34	-78.85	1740	46.89
H0733	Quijos aj Borja	Quijos	Río Quijos	-0.41	-77.81	1635	110.64
H0735	Coca en Codo Sinclair	Gonzalo Pizarro	Río Coca	-0.01	-77.33	1770	216.89

Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

10.2.8 Pérdida estación hidrológica Coca en San Rafael

En la década de los 70s el ex Instituto Nacional de Electrificación (INECEL), instaló una Red de Monitoreo Hidrológico para estudiar el potencial energético en la cuenca alta del río Coca. En noviembre de 1972, se construyó la estación Coca en San Rafael conformada por una sección limnimétrica y de aforo para la determinación de niveles y caudales, esta fue destruida en el terremoto del año 1987. Coca Sinclair EP reconstruyó la estación en el sitio anterior conformada por una nueva sección limnimétrica. (Vintimilla, 2020, p. 1)

10.2.9 Fenómeno erosivo del río coca

Con fecha 02 febrero 2020 la cascada San Rafael se derribó iniciando un proceso erosivo aguas arriba, afectado al cauce principal y taludes del río Coca, con fecha 14 de julio 2020 el río Coca había retrocedido 4,80 km afectando a la estación Coca San Rafael.

Por la inestabilidad del terreno y la altura del nuevo talud no se puede efectuar una inspección, sin embargo, con el apoyo del área de monitoreo geológico de CELEC, proporcionó fotografías del sitio evidenciando la pérdida total de la estación. (Pullupaxi, 2020) Cerca del lugar donde se presenta la erosión del río Coca hay una línea eléctrica auxiliar que sirve para alimentar a los equipos de la obra de captación de agua de la central Coca Codo-Sinclair, pero no paralizaría la captación de agua de Coca Codo-Sinclair. En el sitio hay generadores que funcionan a diésel y que sirven como respaldo. (Vintimilla, 2020, p. 2)

Figura N° 9: Estación destruida por la erosión Coca en San Rafael



Fuente: Celec, 2020

10.2.10 Diseño no experimental

Esta investigación no se utilizó de diseño experimental para su elaboración porque no se manipuló variables. Se basó fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se den en su contexto natural para analizarlos con posterioridad. Para la investigación se utilizará el programa Hydraccess, Excel en la cual se calculará automáticamente datos de aforos.

En este caso se utiliza fórmulas estadísticas para determinar el promedio de la población beneficiada.

Ecuación 1

$$P = \frac{C1 + C2 + C3 + C4 + C5}{nC}$$

donde:

P= población

C= cantones

nC = número de cantones

Para calcular caudales al conocer la altura de los niveles de agua, permitiendo una estimación rápida y económica usando la función.

Ecuación 2

$$Q = f(h).$$

donde:

Q = caudal

f = función

h= altura

Consiste en calibrar la relación entre el flujo sólido y el caudal líquido, usando los datos disponibles de concentraciones en el Software hydraccess. Se calibra una relación potencial de tipo:

Ecuación 3

$$Q_s = ea Q_p$$

donde:Q_s= flujo sólido

Q= caudal líquido

a y p= parámetros del ajuste

Permite calcular el caudal específico de una cuenca es el flujo que tiene esta ya sea por minutos, horas o segundos. Es el caudal por unidad de superficie.

$$\text{Ecuación 4} \quad Q_{\text{sol específico}} = \frac{t}{\text{km}^2 \cdot \text{año}} \text{ en donde,}$$

T= Tonelada / año

km² = área de las diferentes estaciones hidrológicas

año = inicio de actividad

11. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación, se presenta los resultados obtenidos, de la determinación de la carga sedimentaria de la parte alta del río Napo, provincia Napo.

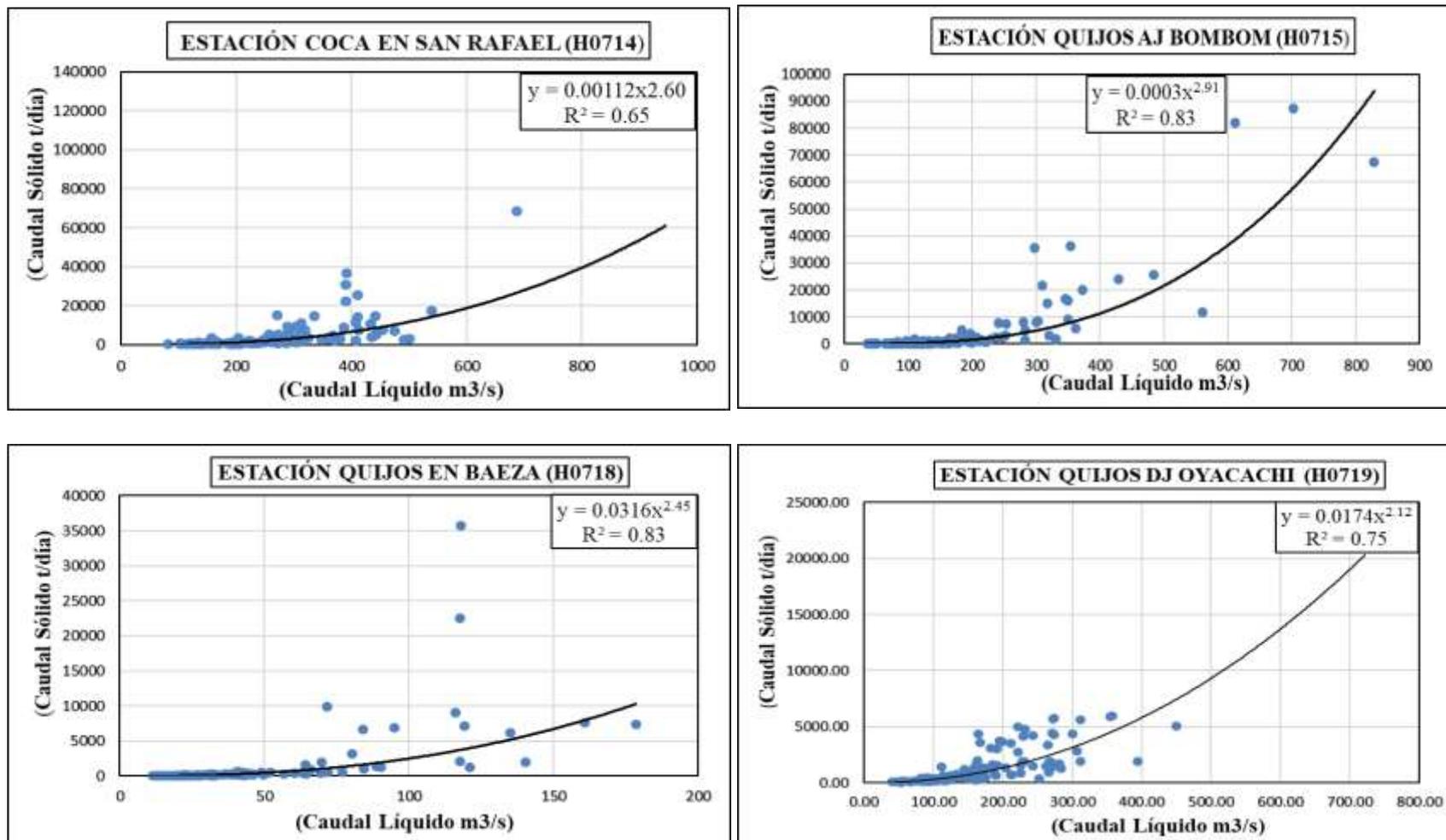
11.1 Curvas de gasto sólido en función del gasto líquido

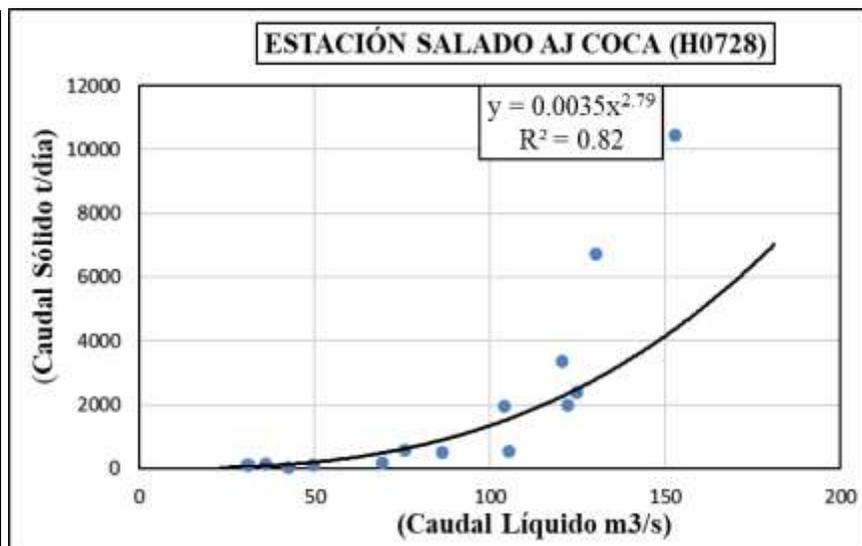
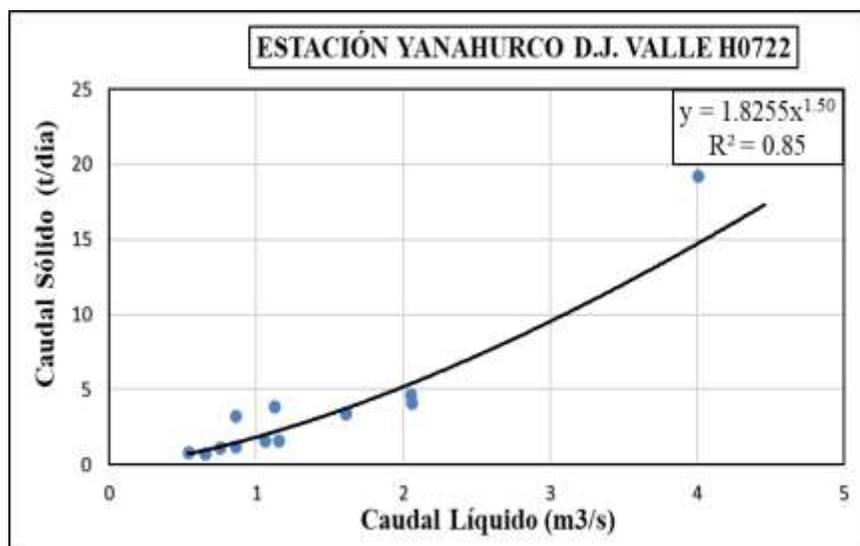
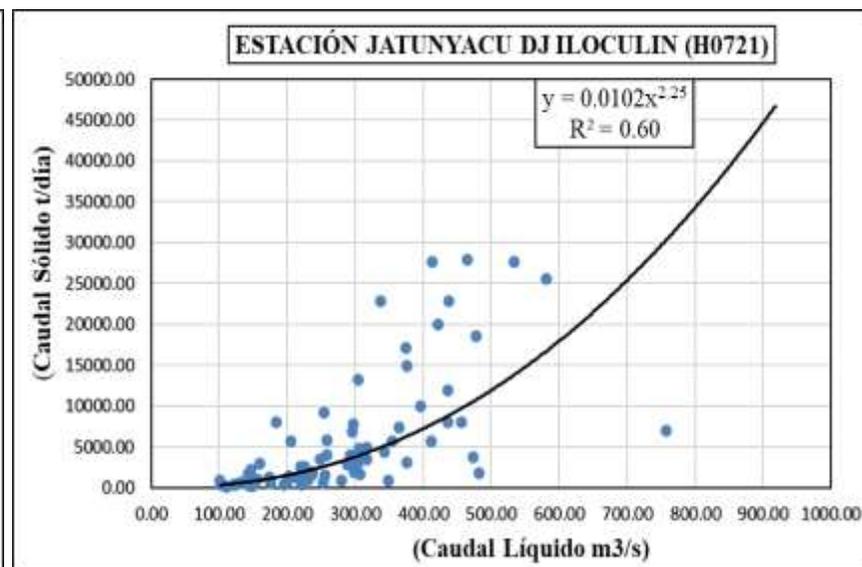
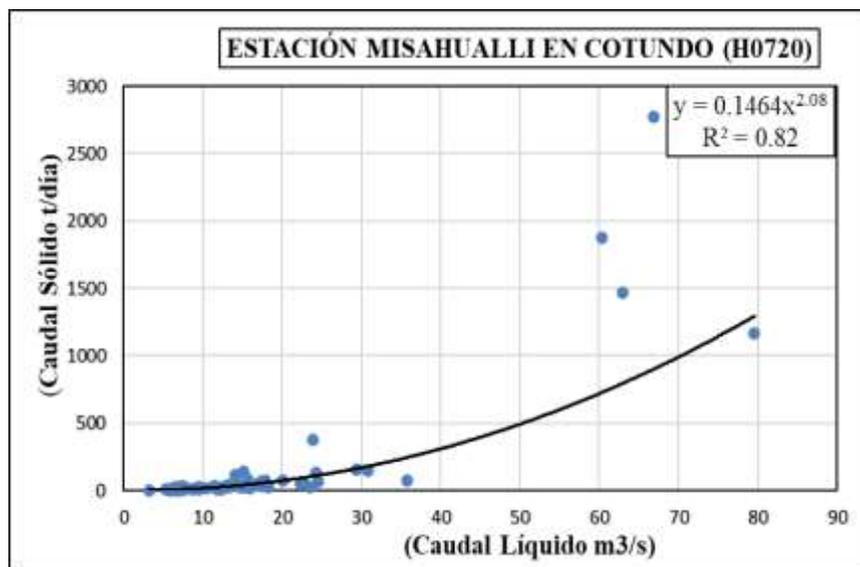
Mediante los datos de Hydraccess versión 6.2, caudal sólido y caudal líquido, se obtiene la gráfica de la curva de gasto sólido en función del gasto líquido, por lo tanto, se puede apreciar el coeficiente de correlación el cual nos permite observar el grado de correlación existente entre los gastos de igual manera la ecuación del eje (y) tanto como del eje (x), la misma que nos ayuda a calcular la carga sedimentaria presente en cada estación. La secuencia que se mantiene en la mayoría de las estaciones hidrológicas, muestra poca variabilidad en las líneas de tendencia durante el período de estudio.

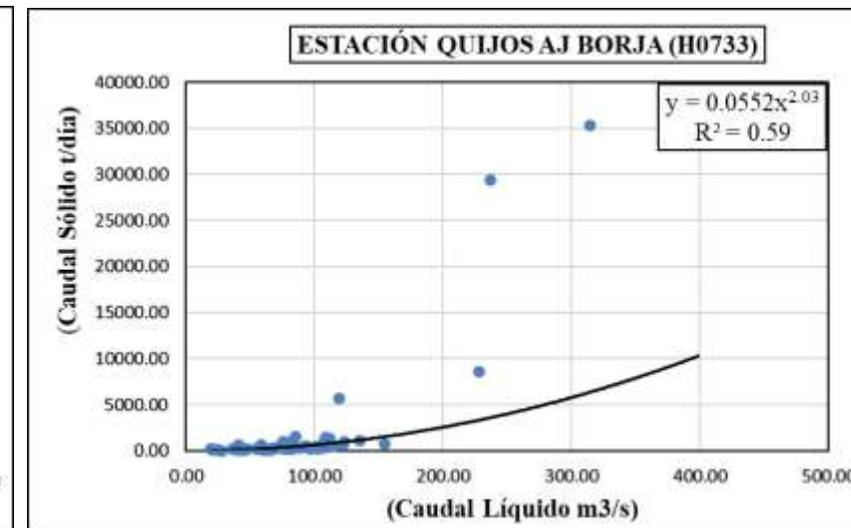
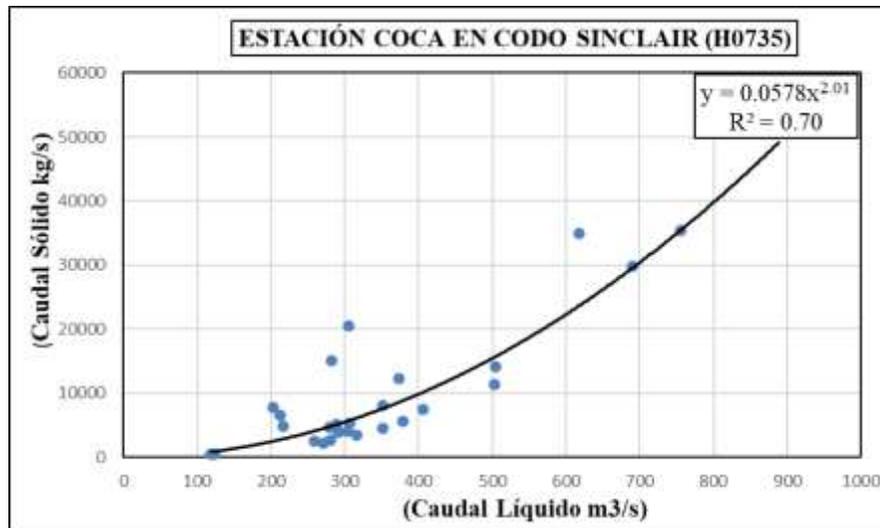
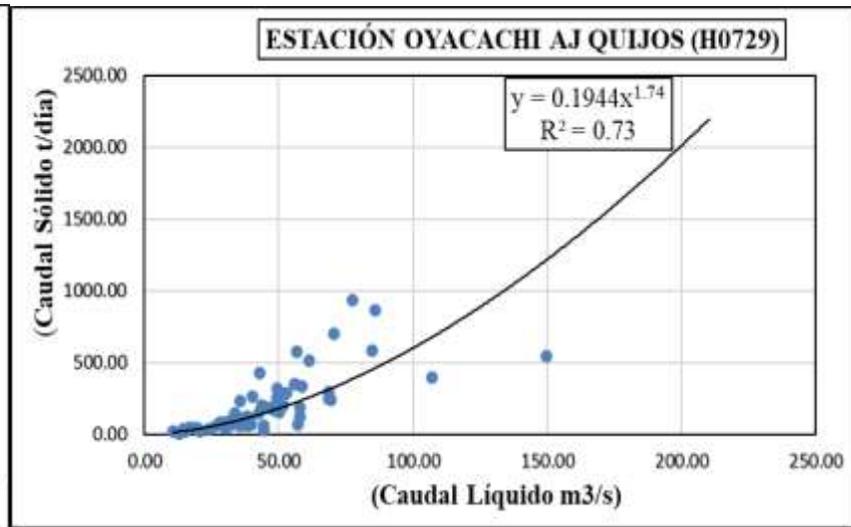
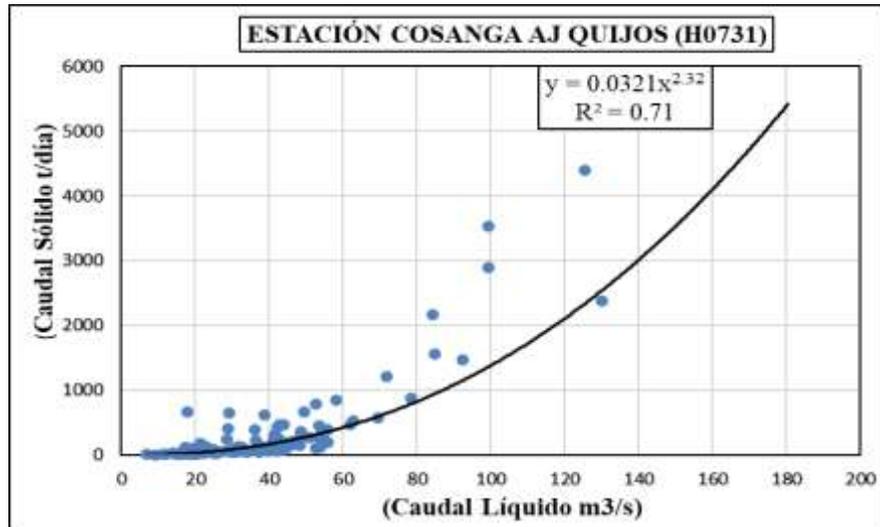
En la figura 12 se evaluó el caudal sólido en función del caudal líquido. Por lo tanto, se puede manifestar que, se afora mayores caudales cuando el área de la cuenca es mayor, y a medida que aumenta el caudal líquido, también lo hace el caudal sólido, se observa un coeficiente de correlación menor a 0.70 en las estaciones Coca en San Rafael (H0714), Jatunyacu dj. Iloculin (H0721) y Quijos aj Borja, mientras que el resto de estaciones tienen un coeficiente igual o mayor a 0.70.

Según la investigación (Horna 2016) los valores de correlación no concuerdan por que las gráficas las obtuvimos por medio del software Hydraccess y (Horna 2016) realizó la correlación mediante el programa R y trabajo con distintos períodos razón por la cual las estaciones no sigue la misma tendencia mientras los gráficos de relación caudal líquido vs caudal sólido de nuestra investigación demuestran una misma tendencia.

Figura N° 10: Relación Caudal líquido vs Caudal sólido







Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

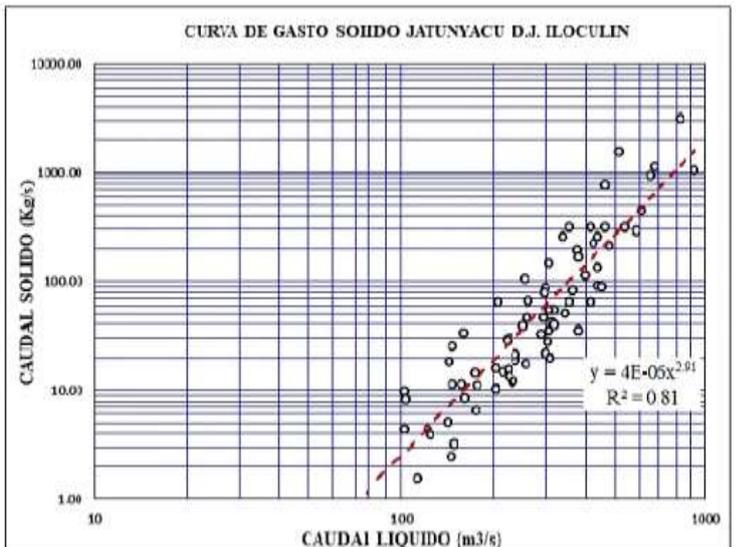
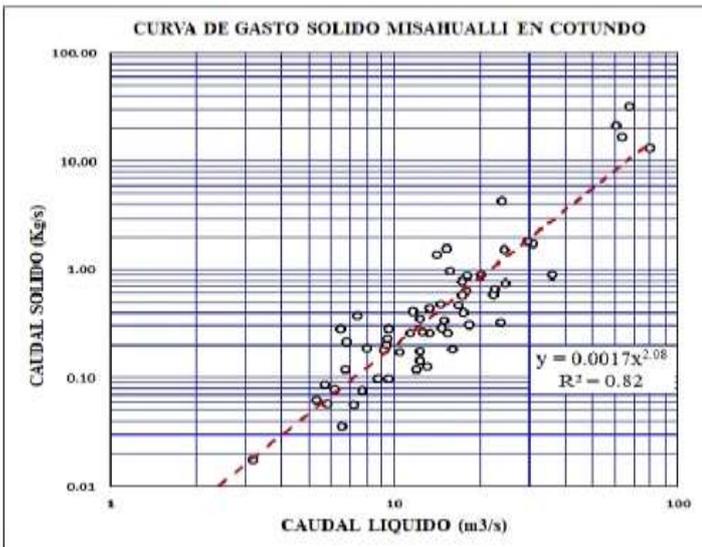
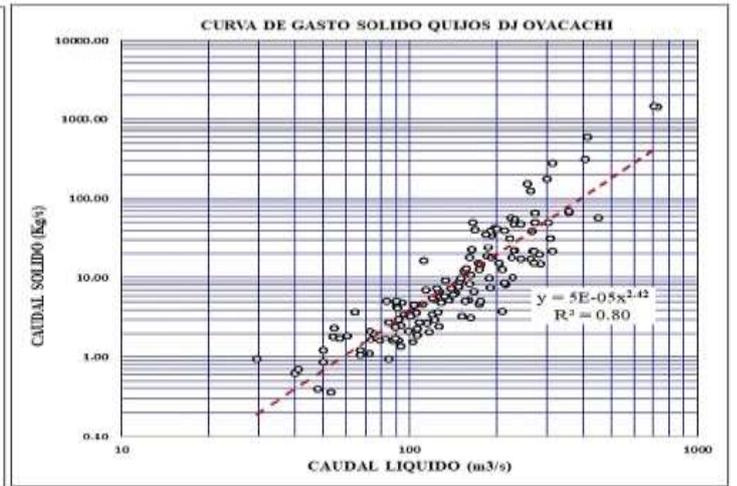
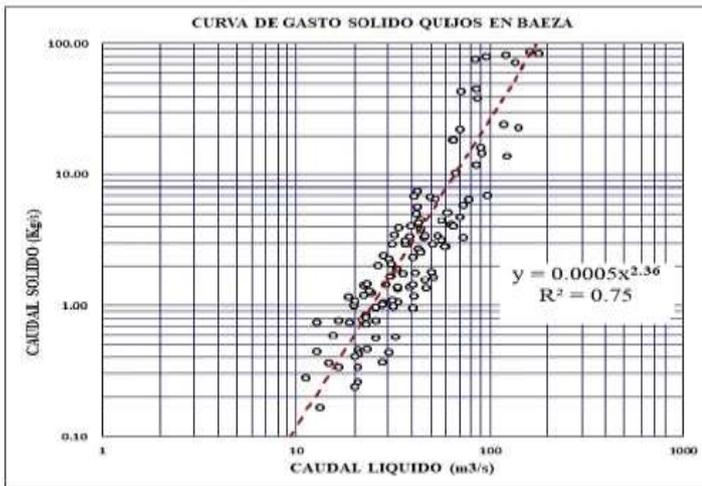
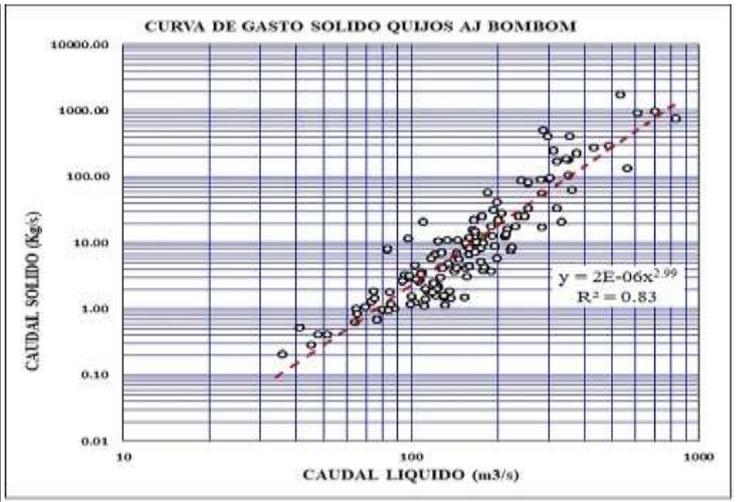
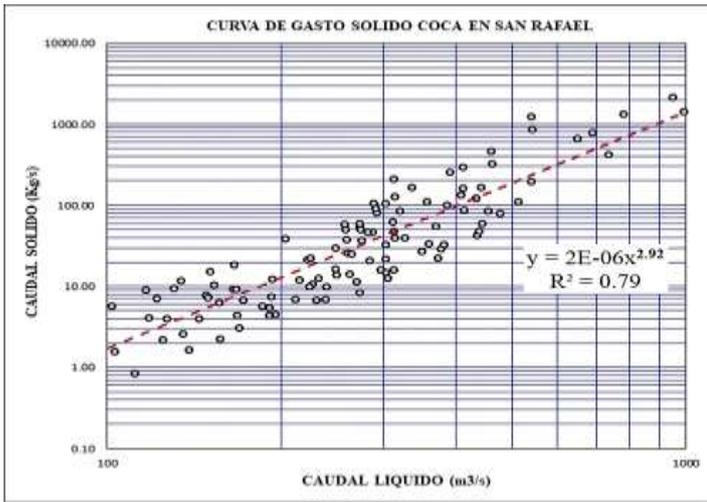
11.2 Resultados de laboratorio y en los gráficos de correlación para saber si por la carga sedimentaria se produce degradación del medio ambiente o produce afectaciones en el recorrido del caudal del río.

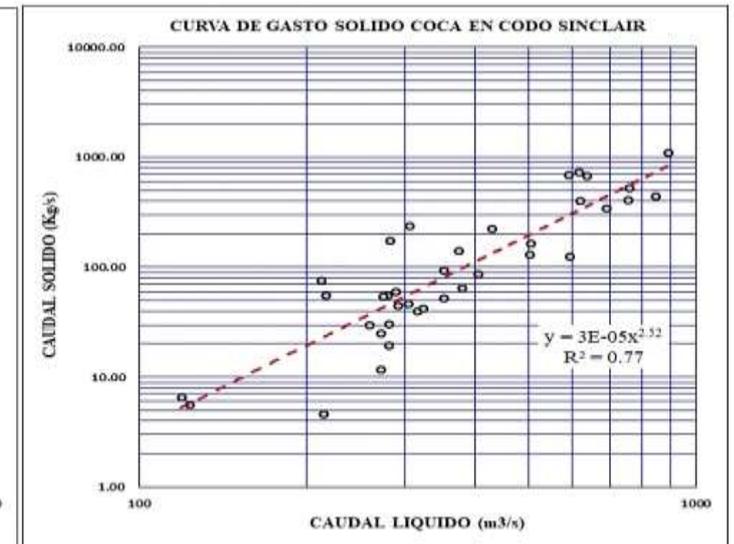
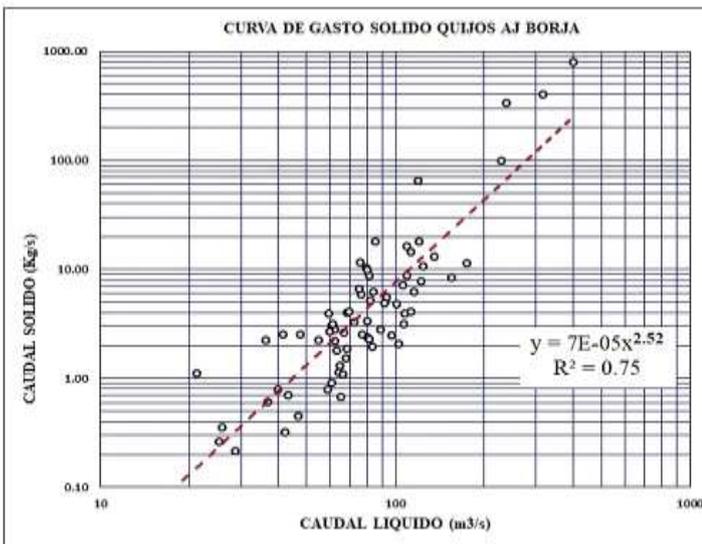
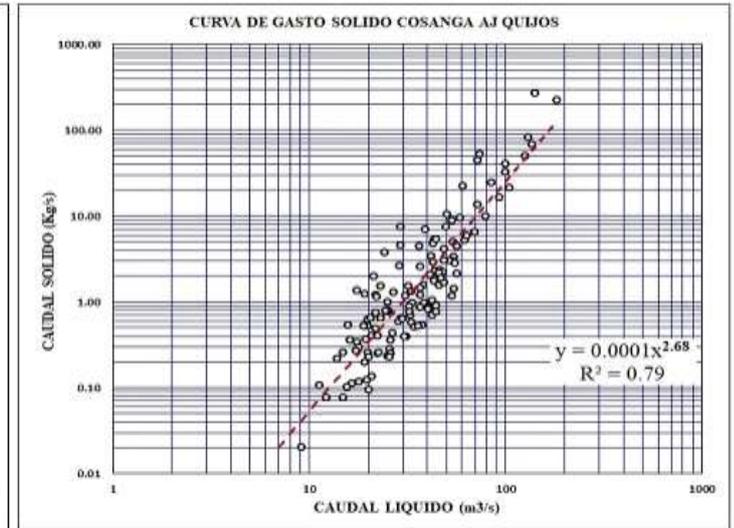
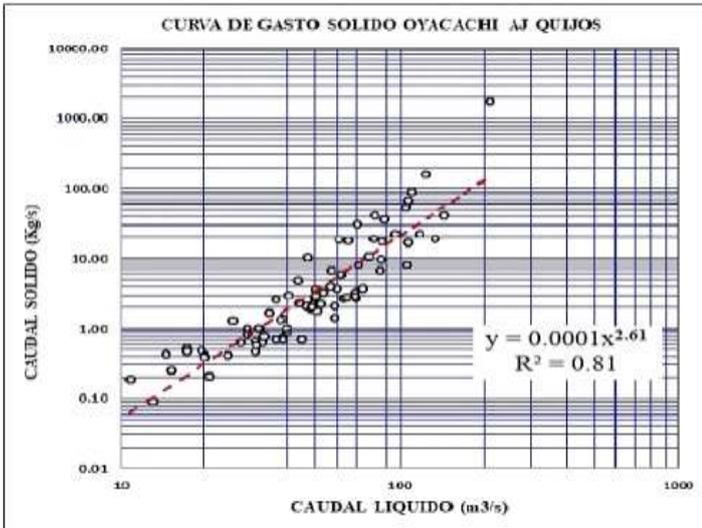
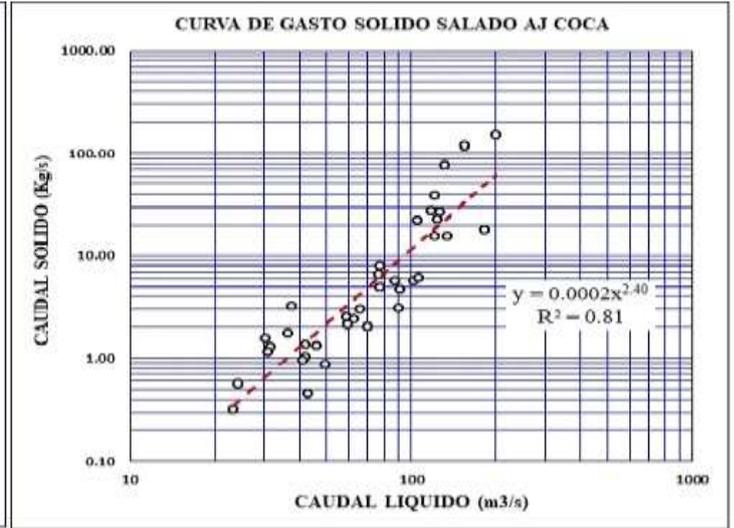
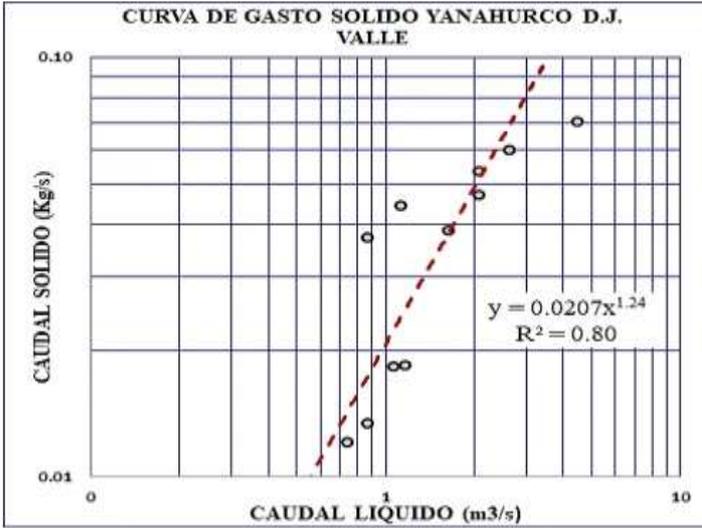
Los valores han sido obtenidos al procesar 3 muestras en la sección de aforo, se pudo interpretar el análisis de laboratorio de las 12 estaciones Hidrológicas de la cuenca alta. Realizada en el INAMHI, laboratorio LANCAS (Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos), en donde, se obtuvo como resultados la concentración y el gasto sólido (sedimento), de cada una de las estaciones hidrológicas, además los resultados son considerados normales para el río Napo ya que sus efluentes se caracterizan por ser caudalosos y torrentosos, además de tener orígenes sísmicos y volcánicos lo que los hace más propensos al arrastre de sedimentos incluso se forman cascadas originadas por sedimentos volcánicos como lo fue la cascada San Rafael. En laboratorio el resultado de concentración se obtuvo por diferencias de peso de filtro y para mejor comprensión esto se analizó en la relación de los gráficos del gasto líquido en función de gasto sólido (Figura 13).

Según la investigación de Pombosa (2006) las muestras la variabilidad de los caudales líquidos en relación con el tiempo demostrando que este puede variar de horas a años, realiza la correlación entre dos estaciones para determinar el caudal de la parte alta. En esta investigación se presenta variabilidad de resultados primer porque se está correlacionando una sola estación y segundo porque se realizó en función de los datos de concentración obtenidas en laboratorio es por eso que arroja distintos valores por que las concentraciones en mes tienden aumentar cuando el caudal aumenta. A pesar de que las tendencias sean similares para el río Napo, no coincide el resultado porque para la investigación se basó específicamente en la parte alta de la cuenca, mientras que en la investigación de Pombosa (2016) ha trabajado conjuntamente con las estaciones Coca, Orellana y Rocafuerte enfocándose en la parte alta, media y baja, por lo que presenta distintos valores en relación esta investigación ya que los ríos nacen en las partes altas de las montañas pero conformen van bajando se hacen más grandes de modo que va aumentando el caudal teniendo dependencia con área de la cuenca y el lecho del río.

En la figura 13 se muestra la relación del gasto sólido con el gasto líquido según los resultados del laboratorio en donde se muestra que los valores de los coeficientes con mayor a 0.7 muestra mayor relación de caudales.

Figura N°11: Gasto sólido en relación con la concentración





Elaborado por: Espejo G; Maliza J. (2020)

En la tabla N° 5 se puede observar el gasto sólido mayor de cada una de las estaciones hidrológicas obtenidos de resultado de laboratorio.

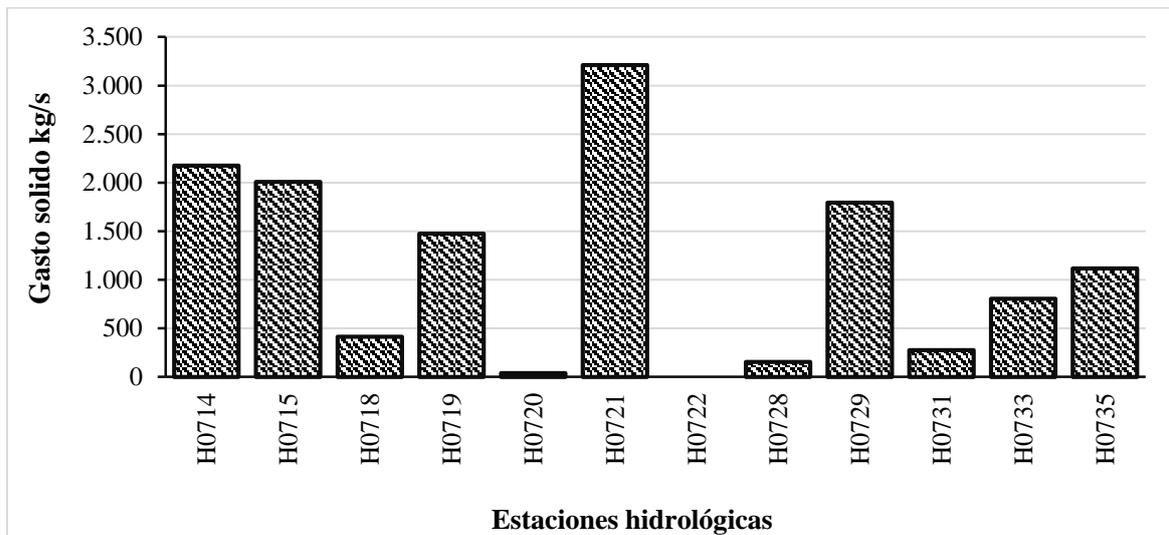
Tabla N° 5: Gastos sólidos para las 12 estaciones hidrológicas en la cuenca alta del río Napo

Fecha	Código	Estación	Gasto sólido (kg/s)
19-03- 2004	H0714	Coca en san Rafael	2175,81
21-02- 1887	H0715	Quijos AJ Bombóm	2007,56
07-08-1976	H0718	Quijos en Baeza	413,79
21-06-2004	H0719	Quijos DJ Oyacachi	1474,42
25 -08- 2000	H0720	Misahuali en Cotundo	39,99
06-06- 2004	H0721	Jatunyacu dj Iloculin	3212,00
10-03-1983	H0722	Yanahurco dj Valle	0,22
10 -10-1980	H0728	Salado AJ Coca	153,42
22-06- 2015	H0729	Oyacachi AJ Quijos	1795,26
16 -07-2013	H0731	Cosanga AJ Quijos	276,45
24 -06 1978	H0733	Quijos AJ Borja	804,09
26 -10- 1984	H0735	Coca en codo Sinclair	1116,02

Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

En la tabla 5 se muestra el resultado del gasto sólido mayor y menor de las 12 estaciones hidrológicas, mediante el diagrama de barras se puede observar que en la estación H0721 Jatunyacu Dj Iloculin presenta el gasto sólido mayor con un valor de 3212.00 kg/s mientras, que la estación H0722 Yanahurco dj Valle presenta el gasto sólido menor con un valor de 0.222 kg/s.

Mientras que en la investigación de Andrade (2016) el río Salado es una de las principales productoras de sedimentos y aporta con un volumen de caudal líquido y el río coca permanece en constante cambio, considerando inestable debido a la tectónica activa, misma que influye directamente en la producción de sedimentos estos resultados no coinciden porque no realizan un análisis de laboratorio lo hacen envase a la morfología fluvial mientras los datos de esta investigación se obtuvo en el procesamiento de muestras en el laboratorio (LANCAS) por medio de estos resultados se pudo determinar que la estación H0721 Jatunyacu dj Iloculin muestra el valor mayor gasto sólido como se puede observar en la tabla N° 5.

Figura N°12: Gastos sólidos para las 12 estaciones hidrológicas en la cuenca alta del río Napo

Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

En la Tabla N°6 se presenta los valores promedios de la concentración en kg/m^3 y su variabilidad. En donde se puede observar la secuencia de los puntos de la cuenca y la manera en que va recorriendo el río y va arrastrando los sólidos en suspensión hasta llegar al punto de cierre, llegando a tener una concentración total de 2.58416 kg/m^3 . Y la estación con mayor concentración de sedimentos es la Coca Codo Sinclair (H0735) considerando que es la más erosionada por su alto contenido de la concentración de los sólidos en suspensión.

No coincidimos con Horna, (2016) por que la estación más erosionada no sería Salado aj Coca (H0728) ya que el caudal solo realizaría su recorrido por el cauce y causaría erosión en los perfiles del cauce, pero no causaría erosión como en la estación (H0735), esta además de deteriorar los perfiles del cauce originaria socavaciones por la alta concentración del material en suspensión o desbordamiento del mismo como sucedió en febrero 2020 en el Río Coca.

De acuerdo a la investigación de Horna, (2016), la cuenca Salado aj Coca H0728 con un valor de concentración de 114.06 Kg/m^3 es la que más se erosiona y tiene la mayor producción de sedimentos, por lo tanto, es la que aporta la mayor cantidad de sedimento a la cuenca principal que sería el Río Coca. Mientras que la misma estación Salado aj Coca H0728 tiene un valor de concentración de 0.14086 kg/m^3 este ocupa el tercer lugar de las concentraciones inferiores, es por eso que no aporta mayor cantidad de sedimento en el río Coca a pesar de ser las mismas estaciones no coinciden porque Horna, 2016 trabajo no solo con datos del INAMHI si no

también con PHCCS y correlaciono con el caudal líquido específico, precipitación y la pendiente media de la subcuenca.

Se puede señalar que diariamente en cada una de estas estaciones, un observador registra los niveles y mide la turbiedad del agua, y cada diez días, realiza un muestreo para determinar la concentración de MES mediante filtración (con filtros de acetato de celulosa de 0,45 mm). Finalmente, los caudales y las concentraciones de los elementos en suspensión, así como disueltos, permiten calcular respectivamente, los flujos sólidos y disueltos, para estimar las tasas de erosión, transporte y sedimentación. Se encuentra cierta relación con lo manifestado en (Baby, 2004).

Tabla N° 6: Concentración de sólidos en suspensión cada una de las Estaciones

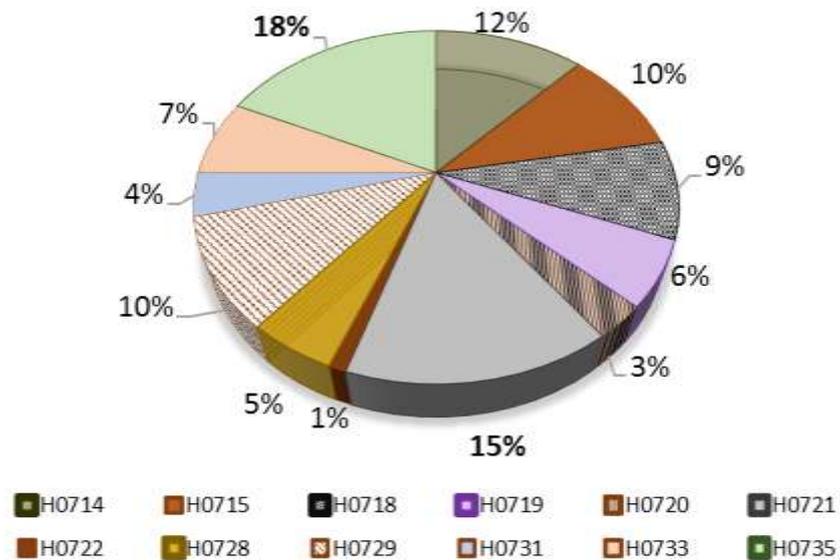
Nombre de la Estación	Código	Concentración Total (kg/m³)
Coca en San Rafael	H0714	0.30880
Quijos Aj Bombon	H0715	0.25688
Quijos en Baeza	H0718	0.22679
Quijos Dj Oyacachi	H0719	0.14890
Misahualli en Cotundo	H0720	0.08699
Jatunyacu Dj Iloculin	H0721	0.38974
Yanahurco Dj Valle	H0722	0.02181
Salado Aj Coca	H0728	0.14086
Oyacachi Aj Quijos	H0729	0.24689
Cosanga Aj Quijos	H0731	0.11228
Quijos Aj Borja	H0733	0.17843
Coca en Codo Sinclair	H0735	0.46578
Suma		2.58416

Elaborado por: Espejo G; Maliza J. (2020)

En la Tabla 6 se observa la concentración de cada una de las estaciones. En donde se aprecia que la estación (H0722) Yanahurco d.j Valle con 0.02181 kg/m³ es la que menor concentración de sólidos en suspensión arrastra con el agua de escorrentía hacia el cauce principal del río. Mientras la estación (H0735) Coca Codo Sinclair con 0.46578 kg/m³ es la que tiene mayor concentración de sólidos en suspensión debido a que llega a ser el punto de cierre del río y es

la llegada de todos los efluentes que aportan el agua de escorrentia hacia el cauce principal del río, llevando consigo arrastrando todo el material sólido que se presenta en el recorrido del agua.

Figura N° 13: Porcentaje de la concentración total en las 12 estaciones hidrológicas de la cuenca alta del río Napo



Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

En la Figura N° 9 se puede apreciar la estación H0735 Coca en Codo Sinclair perteneciente al río Coca (18%) y la estación H0721 Jatunyacu Dj Iloculin perteneciente al río Yatunyacu (15%) tiene mayor concentración de sólidos suspendidos, y las estaciones con menor concentración es la estación H0720 Misahualli en Cotundo con el 1% por ciento y la estación H0722 Yanahurco dj Valle con el 3% por ciento, las concentraciones no concuerdan con la investigación de (Maldonado J. , 2011) porque los ríos nacen desde la parte alta de las montañas y conforme bajan se hacen más grandes y más caudalosos es decir la sedimentación en la parte alta es mayor a la parte baja, por ende en la parte baja tiene menos arrastre pero mayor sedimentación por que la sedimentación viene de la parte alta. Se nota que generalmente las concentraciones más altas ocurren durante las crecidas, pero que no siempre las crecidas más fuertes producen las concentraciones más elevadas.

En la Tabla N° 7 se detalla el caudal sólido específico de las 12 estaciones hidrológicas, de los diferentes efluentes principales de la parte alta de la cuenca Napo, por medio de la ecuación 4

$$(Q_{\text{sol}} \text{ específico} = \frac{t}{\text{km}^2 \cdot \text{año}})$$

Tabla N° 7: Caudal sólido específico

Río	Estación Hidrológica	Código	Q_{sol} específico $\frac{t}{km^2 \cdot año}$
Río Coca	Coca en San Rafael	H0714	1779
Río Quijos	Quijos Aj Bombon	H0715	450.28
Río Quijos	Quijos en Baeza	H0718	252.75
Río Quijos	Quijos Dj Oyacachi	H0719	221.19
Río Misahualli	Misahualli en Cotundo	H0720	1778.9
Río Jatunyacu	Jatunyacu Dj Iloculin	H0721	803.6
Río Yanahurco	Yanahurco Dj Valle	H0722	30.51
Río Salado	Salado Aj Coca (Aj Guaytaringo)	H0728	2688.5
Río Quijos	Oyacachi Aj Quijos	H0729	155.47
Río Cosanga	Cosanga Aj Quijos	H0731	359.55
Río Quijos	Quijos Aj Borja	H0733	289.54
Río Coca	Coca en Codo Sinclair	H0735	1805.1

Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

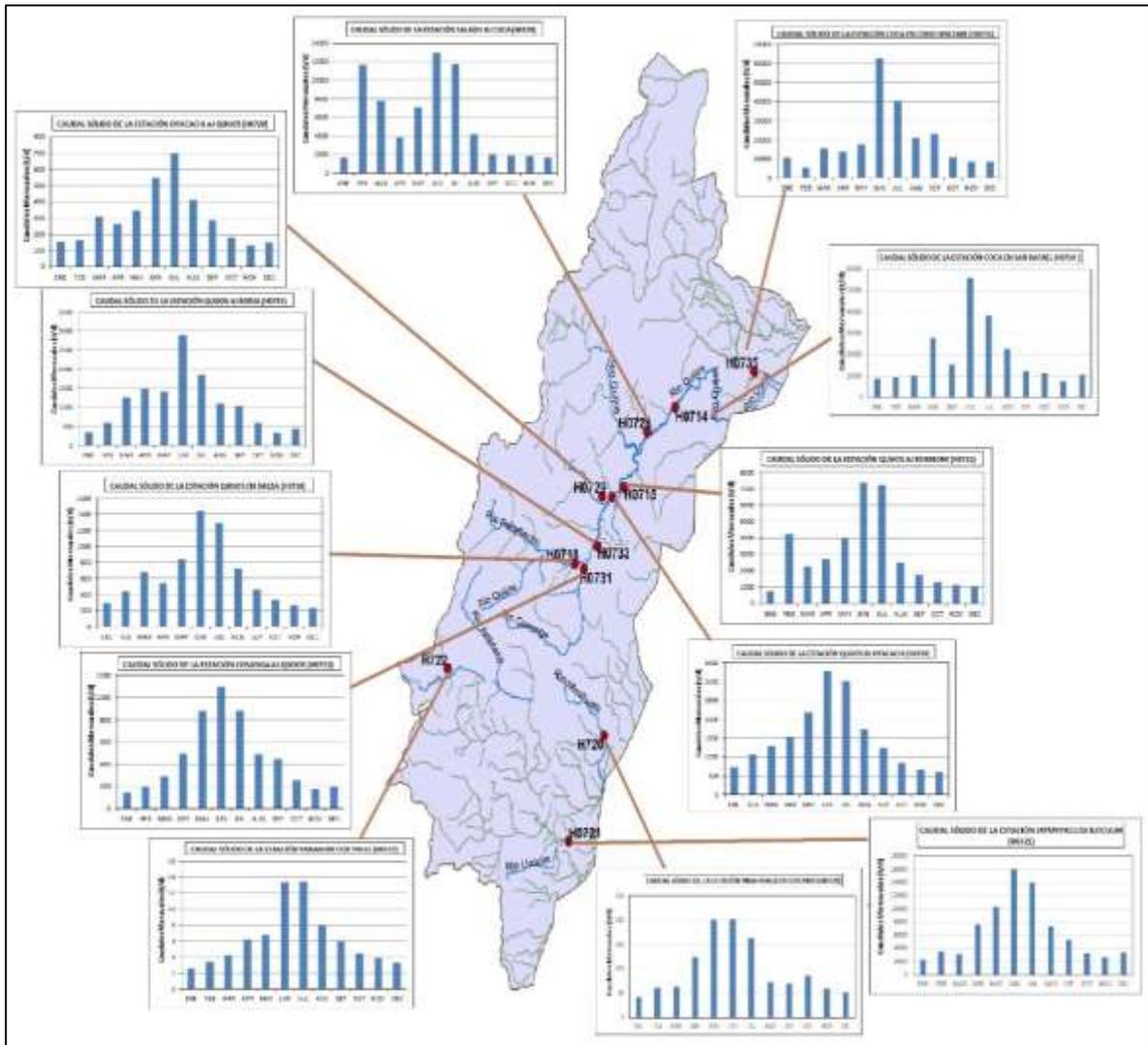
De acuerdo a la investigación de (Cevallos, 2005) manifestó que el caudal específico se refiere al caudal expresado en unidades de volumen por tiempo y por unidad de superficie. En este caso toma como referencia tres estaciones representativas, una de ella es la estación Jatunyacu dj Iloculin H0721 en la parte alta de la cuenca del río Napo, como caudal específico de septiembre del 2000 a agosto del 2001, se obtiene un valor de $81 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{km}^2$ debido a la gran presencia de lluvias sobre la cuenca. Mientras la misma estación Jatunyacu dj Iloculin (H0721) tiene como caudal específico de agosto 1966 a junio del 2017 es decir la estación tiene una diferencia de 50 años de datos de Q_s comparada con otra estación en el cual se obtiene un valor de 803.6 t/año/Km^2 , la misma que se encuentra en el quinto lugar de las 12 estaciones con mayor caudal sólido, a pesar que son las mismas estaciones hidrológicas varia por la

metodología aplicada para calcular el caudal sólido específico y por los años de caudal específico.

Sin embargo, se aprecia de igual manera la estación Salado aj Coca (H0728) es la que erosiona más y tiene mayor producción de sedimentos, por lo tanto, es la que aporta la mayor cantidad de sedimentos a la cuenca principal, de igual manera en el proyecto de investigación la estación Salado aj Coca (H0728) es la que aporta con mayor cantidad de sedimento al río Coca con un valor de 2688.5 t/año/km² es decir coinciden y acepta los resultados del otro proyecto de investigación.

En la figura 16 se muestra las elevaciones máxima de caudales se presenta en los meses de mayo a agosto por las altas precipitaciones demostrando que hay mayor arrastre de sedimentos y la mayoría de las estaciones transportan los sedimentos hacia el río Quijos hasta llegar a desembocar en el río Coca, excepto las estaciones Misahualli en Cotundo (H0720), Jatunyacu Dj Iloculin (H0721) y Yanahurco dj Valle (H0722) que transportan los sedimentos hasta desembocar en el río Napo y los caudales mínimos se presentan en los meses de enero, febrero.

Figura N°14: Flujo medio mensual en (t/d) para las diferentes estaciones



Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

Al comparar las gráficas de los caudales mensuales se observa una fuerte dependencia, las 12 estaciones mantienen tendencias similares en el periodo de aguas altas de mayo a agosto mientras que la investigación de Pombosa (2016) muestra un período de aguas altas de marzo a julio los valores no concuerdan porque los resultados son de la parte baja, además, se puede notar que, en todas las estaciones los gastos sólidos en MES tienden a aumentar cuando el caudal aumenta.

11.3 Carga sedimentaria presente en la parte alta de la cuenca

Para conocer la carga total de la parte alta de la cuenca se determinó 2 puntos de cierre la estación (H0735) Coca Codo Sinclair de aguas arriba presentando un valor de $(7.22 * 10^6)$ Ton/año), la alta presencia de sedimentos es debido a que la estación se encuentra en el cauce principal donde desembocan los demás efluentes entre ellos el río Salado, río Quijos y el Río Coca que presentan una actividad sísmica y actividad volcánica, que van arrastran todo tipo de material sólido convirtiéndolo al río Coca, en un río altamente erosivo además de las fuertes precipitaciones que se presentan entre los meses de Mayo a Julio. La estación (H0721) Jatunyaco DJ Iloculin en el río Napo de aguas abajo también presenta un importante aporte de caudal líquido, aunque el aporte de sedimentos es menor si se compara con el río Coca con un valor de $(2.72 * 10^6)$ Ton/año), dándonos un total de $(9.94 * 10^6)$ Ton/año) presente en la parte alta de la cuenca.

Analizando los perfiles es notorio un levantamiento de la cuenca este va incrementando hacia el Norte lo que se correlaciona con el levantamiento o Domo Napo. Este levantamiento hace que los ríos piedemonte se estabilicen, producto de esto el río empieza a buscar una estabilidad, convirtiéndose en un río altamente erosivo, los cuales empiezan en el valle erosionando su cauce y generando pendientes pronunciadas e inestables hasta retomar el nivel base. Este es el caso del río Salado, el cual se caracteriza por un caudal líquido específico significativo ($114.06((l/s)/km^2)$) y una alta pendiente (6.45%) que lo hacen altamente erosivo, (Andrade, 2016) y por tanto con un aporte de sedimentos importante al río Coca (Q_{sol} específico = $1087.15 t/(km^2 * año)$) en relación a los demás tributarios. Estos datos presentan variabilidad con los resultados obtenidos porque este río es el cauce principal, en el río Coca desembocan los ríos Quijos, Papallacta, Cosanga, y Antisana por ende el caudal del río es mayor que el río Salado.

Para conocer la carga total de la parte alta de la cuenca se determinó 2 puntos de cierre la estación (H0735) Coca Codo Sinclair de aguas arriba con $7.22 * 10^6$ ton/año, y la estación (H0721) Jatunyaco DJ Iloculin de aguas abajo con $2.72 * 10^6$ ton/año, dándonos un total de $9.94 * 10^6$ ton/año.

El río Quijos y Salado son efluentes que aportan con su caudal hacia el cauce principal que es el río Coca el cual aporta su caudal a una importante compañía hidroeléctrica (Coca Codo Sinclair) misma que cuenta con una licencia ambiental emitida bajo el decreto ejecutivo 1040

en donde se contó con la aprobación de la población y el respectivo estudio de impacto ambiental que este generaría. Es por ello que cuando el río inicio a presentar fuertes crecidas las entidades públicas y privadas se pusieron a trabajar para buscar una forma de reubicar las tuberías que transportan petróleo cumpliendo con la normativa de la constitución del art.411 que dispone la conservación y manejo integral del recurso hídrico y de cuencas hidrográficas, además de pensar en la erosión que se iba a presentar y los sedimentos que serían arrastrados al resto de la cuenca

La LORHUyA en el art. 13 menciona que existen formas de conservar y proteger las fuentes de agua declarándolas como zonas de protección hídrica o como zonas de restricción. Sin embargo, existe fenómenos naturales los cuales no se pudo evitar como sucedió en febrero del 2020, la desaparición de la cascada de San Rafael, la misma que produjo movimientos en la tierra teniendo que parar las operaciones del Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE), estos eventos se encuentran ligados al fenómeno de erosión regresiva afectando al cauce del río Coca. En los efluentes del río Quijos y Coca se debe aplicar un plan de acción emergente en donde se aplique el art. 28 de (LGA) siendo la Autoridad Única del Agua quien encabece el plan de acción como la ente encargado del recurso pero trabajando con las demás entidades públicas que se favorecen de la cuenca hidrográfica o que tengan la responsabilidad de preservar la cuenca al igual que la ciudadanía para que no se genere más daños de erosión, pérdida de laderas del cauce, vida acuática y vegetación y si no se puede detenerlos al menos llegar a controlarlos.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIAL, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

12.1 Técnicos

Dentro de los impactos técnicos tenemos que se produce ruptura de los oleoductos por las ramas arrastradas de las orillas del cauce y por la fuerza del agua que transita en el río Coca, luego con el material sólido arrastrado genera falencias en el funcionamiento de las turbinas, compuertas y la maquinaria de la hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.

12.2 Social

El proyecto de investigación es de gran utilidad para la ciudadanía los mismos que son beneficiarios del uso y manejo del agua tanto para consumo, riego de sus cultivos, turismo de igual manera para la central hidroeléctrica, el agua del río es utilizada para riego esta causa problemas en los cultivos. Además, junto al sedimento se presentan otros contaminantes, como

nutrientes químicos, insectos, herbicidas y metales pesados que son provenientes de los efluentes donde se práctica la minería afectando la calidad del agua sin poder dar uso para los diferentes centros turísticos piscícolas.

12.3 Ambientales

En este caso se puede decir que el porcentaje del sedimento obtenido del proyecto causa varios problemas tales como inundaciones causando destrucción del hábitat de algunas especies animales que se formaban en las orillas del cauce al igual que la pérdida de vegetación. También se genera un gran impacto negativo sobre el recurso hídrico cuando se produce el riego de petróleo por la ruptura de los oleoductos cuando presentan crecidas los ríos con presencia de una alta concentración de sedimentos evita la penetración de la luz y el calor reduciendo la actividad de fotosíntesis y causando la muerte de la planta. Con la destrucción de las riberas del río y los sedimentos arrastrados se presenta un impacto negativo sobre el paisaje.

12.4 Económicos

En lo económico se ve afectado los centros turísticos por que la calidad del agua no permite el normal desarrollo de la piscicultura que es los principales atractivos turísticos. En el caso de la central hidroeléctrica mientras los sedimentos aumentan, el caudal pierde fuerza es decir disminuiría la potencia de la generación de electricidad. También generaría inversiones en la recuperación de los daños causados (reforestación), reconstrucción de equipos y tuberías, en este tipo de daños de erosión también se incluirá los pagos de asesoramiento a los técnicos de hidrología, geología, geografía.

13. PRESUPUESTO

Tabla N° 8: Presupuesto para Desarrollo de la Investigación

Recursos	Presupuesto para Desarrollo de la Investigación			
	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Tecnológicos	*Software y Programas	3	\$90	\$270
	*Actualizaciones en las computadoras	2	\$100	\$200
	*GPS	2	\$50	\$100
De laboratorio	Solidos suspendidos totales (aforos)	1217	\$0.50	\$608.50
De Escritorio	*Esferos	4	\$0.60	\$2.40
	*Libretas de Campo	2	\$2	\$4
	*Lápices	4	\$0.75	\$3
	*Borradores	2	\$0.60	\$1.20
	*Impresiones	300	\$ 0.25	\$75
	*Empastados	5	\$ 12	\$60
Gastos Varios	*Capacitaciones	2	\$10 /hora 36 horas cada 1	\$720
Otros	Herramientas de apoyo para el desarrollo del proyecto, biblioteca, asesoramiento técnico, laboratorios.	2	\$50	\$100
Subtotal				
10% Imprevistos				2144
TOTAL				214.41 \$2144

Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 CONCLUSIONES

- Utilizando el Software Hydraccess se creó una base de datos con las 12 estaciones hidrológicas en el período 1965 - 2019 (54 años), se inició con la limpieza de datos de cada estación hidrológica, estos datos eran de observador trabajador externo del INAMHI y el equipo (limnógrafo), de igual manera se recopiló y se corrigió información hidrológica de las mismas para evitar alteraciones en las gráficas de correlaciones entre el gasto sólido y el gasto líquido.
- Mediante los resultados obtenidos de laboratorio del (LANCAS) se realizó gráficos de correlación entre el gasto sólido y gasto líquido por medio de esto, se puede determinar que, si existe degradación del medio ambiente con un coeficiente de correlación superior o igual a 0.7 y correlación superior al 80%. Donde las altas precipitaciones generan crecidas y posibles inundaciones en el cauce, lo cual perjudica y produce afectaciones en las orillas de los fluentes del río Coca. Por medio de las gráficas se puede apreciar que la estación Salado aj Coca (H0728) es la que aporta con mayor cantidad de sedimento al río Coca con un valor de caudal sólido específico de $2688.5 \text{ t/año/km}^2$, arrastra el material en suspensión por medio de torrentes que se presenta en el recorrido del caudal. y la estación con menor caudal sólido específico es Yanahurco Dj Valle (H0722) con un valor de 30.51 t/año/km^2 .
- El arrastre del material en suspensión conjuntamente con altas precipitaciones si genera erosión en las orillas del río y durante el recorrido del caudal hasta llegar a la parte baja, lo cual genera problemas en el recorrido, va arrancando ramas, partículas de sedimento de las orillas del cauce e incluso en ocasiones genera socavaciones e inundaciones como la erosión regresiva que presento el río Coca en el presente año generando la desaparición de la Cascada san Rafael que desprenden arena, arcillas y todo tipo de material sólido de la parte media de la cuenca hasta llegar a la parte baja.

14.2 RECOMENDACIONES

- Al momento de digitar información en la creación de la base datos se debe tener criterio suficiente para identificar errores ya que esto es fundamental para el desarrollo de las posteriores actividades, tomando en cuenta que debe haber coherencia entre las

estaciones que se encuentran aguas arriba y aguas abajo al relacionar de esta manera se evitara algunos errores durante el proceso de desarrollo

- En este tipo de estudios se maneja grandes cantidades de datos con información de distintos periodos, de manera que se sugiere trabajar con programas especializados y completos como el Hydraccess e Hydromesad para un buen análisis de modo que se obtenga resultados claros y precisos.
- Para próximas investigaciones se recomienda instalar estaciones hidrológicas entre la H0731 y la H0720, H0721, H0722 para obtener más información de los cauces que se encuentran entre las misma y si fuese posible llegar a concluir la presencia de la carga sedimentaria con un solo punto de cierre.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, A. E. (2017). Repositorio de la Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28549/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>
- Aguirre, J. (1980). Transporte de Sedimentos parte II. En Hidráulica de Sedimentos. Venezuela: Universidad de los Andes.
- Andrade, A. (abril de 2016). Obtenido de file:///C:/Users/PCSITO/Downloads/CD-alba.pdf
- Armijos Cardenas, E. N. (2010). Cuantificación de flujos sedimentarios de las cuencas amazónicas de Perú. Perú: copyright.
- Armijos, C. E. (2010). Repositorio La Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1713/RH32-69-TM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Armijos, C. E. (2010). Repositorio La Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1713>
- Baby, P. (2014). La Cuenca Oriente: Geología y Petróleo, Ed. IFEA, IRD, PETROECUADOR,. Quito-Ecuador: edition, , 414p.
- Baéz Muñoz, C. A. (05 de Enero de 2018). BIBDIGITAL. Obtenido de Análisis geomorfológico y tectónico para la determinación de los factores condicionantes en la producción de sedimentos de la subcuenca hidrográfica del río Salado (cuenca hidrográfica del río Coca): <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19058>
- Baldock, J. (1982). Geología del Ecuador. Quito: Ed. DGGM 66p.
- Barrezueta, H. d. (16 de Enero de 2015). CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL, COOTAD. Obtenido de Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct.-2010: file:///C:/Users/BAYRON/Documents/Noveno/dic15_CODIGO-ORGANICO-DE-ORGANIZACION-TERRITORIAL-COOTAD.pdf
- Basile, P. A. (2018). Transporte de sedimentos y morfodinámica de ríos aluviales . Argentina: Universidad Nacional de Rosario.
- Bateman, A. (2007). HIDROLOGIA BASICA Y APLICADA. Obtenido de Grupo de Investigacion en transporte y Sedimentos UPC www.gits.ws: <https://www.upct.es/~minaees/hidrologia.pdf>
- Bosque, (. V. (2003). Transporte de sedimentos en una cuenca de montaña en la Cordillera de los Andes de la Novena Región de Chile. SciELO, 125-135.
- Bravo, E. M. (2004). TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN CORRIENTES NATURALES: REVISIÓN TÉCNICA DE ECUACIONES EMPÍRICAS DE PREDICCIÓN DEL ARRASTRE DE SEDIMENTOS DE FONDO . Redalyc, 4-11.
- Campagnoli, F. (2008). Amostragem de Sedimentos. En N. d. Carvalho, Hidrosedimentología (págs. 146-147). Río de Janeiro: Interciencia.

- Carlos G. Ramonell, M. L. (2006). AJUSTES MORFOLÓGICO-SEDIMENTARIOS DEL RÍO BERMEJO EN TORNO AL PUENTE LAVALLE (CHACO ARGENTINO). Researchgate.net, 3-12.
- Celeri, A. (2008). Cálculo de descarga sólida. En N. d. Carvalho, Hidrosedimentología (pág. 225). Río de Janeiro: Interciencia.
- Censo. (2010). Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/napo.pdf>
- Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair. (s.f.). Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables. Obtenido de <https://www.recursosyenergia.gob.ec/central-hidroelectrica-coca-codo-sinclair/>
- Cevallos, R. (04 de 08 de 2005). Obtenido de file:///C:/Users/PCSITO/Downloads/T-ESPE-014961.pdf
- Cevallos, R. (4 de 8 de 2005). Escuela Politecnica del Ejercito. Obtenido de Escuela Politecnica del Ejercito: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2125/1/T-ESPE-014961.pdf>
- Chávarri, V. E. (2013). Reporsitorio de la Universidad Agraria La Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1851/P10.C23-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- COBINABE. (16 de 04 de 2010). PEA. BERMEJO. Obtenido de Recursos Naturales. 2. Recursos Hídricos. 3. Desarrollo Sustentable.: <http://www.oas.org/DSD/WaterResources/projects/Bermejo/Publications/Generacion%20y%20Transporte%20de%20sedimentos%20en%20la%20cuenca%20del%20Rio%20Bermejo.pdf>
- Cordero, C. F. (2008). Constitución del Ecuador. Obtenido de Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas : https://www.oas.org/juridico/mla/sp/ecu/sp_ecu-int-text-const.pdf
- Correa, D. R. (17 de Abril de 2014). Presidente Constitucional de la República. Obtenido de <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Decreto-310.pdf>
- Ebro, (SAIHEbro). (03 de 03 de 2017). Blog Medición de Caudales. Obtenido de iagua: <https://www.iagua.es/blogs/conoce-che-y-gestion-agua/medicion-caudales-como-cuando-y-donde>
- Edward, J. T. (2010). Aguas Superficiales transportes de sedimentos por las corrientes capacidad y competencia. En J. T. Edward, Ciencias de la Tierra 8 Edición (págs. 12-23). Chile: Pearson Educación.
- FAO, D. A. (s.f.). Transporte de Sedimentos. Obtenido de <http://www.fao.org/3/t0848s/t0848s07.htm>
- García, F. M. (2002). Origen y propiedades de los sedimentos. México.
- Horna, K. L. (Marzo de 2016). Evaluación Hidrometeorológica y de Sedimentos en la Cuenca del Río Coca en la zona de influencia del proyecto Coca Codo Sinclair. Quito, Pichicha, Ecuador.

- Hugo del Pozo, B. (04 de Mayo de 2015). Registro Oficial órgano del Gobierno del Ecuador. Obtenido de file:///E:/00000/1.-%20ACUERDO%20061%20REFORMA%20LIBRO%20VI%20TULSMA%20-%20R.O.316%2004%20DE%20MAYO%202015.pdf
- Hugo Enrique del Pozo, B. (16 de Enero de 2015). CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL, COOTAD . Obtenido de Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct.-2010 : file:///C:/Users/BAYRON/Documents/Noveno/dic15_CODIGO-ORGANICO-DE-ORGANIZACION-TERRITORIAL-COOTAD.pdf
- IGM, I. G. (2005). Características generales de la zona. El Tena, Napo: DATUM PSAD.
- LGA, L. d. (08 de Mayo de 2008). Decreto Ejecutivo 1040. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/DECRETO-EJECUTIVO-1040-REGLAMENTO-DE-PARTICIPACION-ESTABLECIDOS-EN-LA-LEY-DE-GESTI+%C3%B4N-AMBIENTAL.pdf>
- LORHUyA. (06 de Agosto de 2014). REGLAMENTO LEY RECURSOS HIDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA. Obtenido de file:///C:/Users/BAYRON/Documents/Noveno/Ttulación%20I/Ley-de-Recurso%20Hídrico.pdf
- Luc, B. (2006). Inamhi.gob. Obtenido de Inamhi.gob: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-09/010070565.pdf
- Maldonado, A. J. (Mayo de 2011). Evaluación preliminar de los efectos de tránsito fluvial motorizado en la concentración de sedimentos suspendidos en el agua del Río Napo. Obtenido de Repositorio de la Universidad de San Francisco de Quito: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/790/1/99893.pdf>
- Maldonado, F. P. (2006). PROYECTO GEF AMAZONAS – OTCA/PNUMA/OEA. Obtenido de <https://iwlearn.net/resolveuid/01a8339faa8351dc479f39f74b7ff202>
- Maldonado, J. (mayo de 2011). portal tesis. Obtenido de portal tesis: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/790/1/99893.pdf>
- Mercela, Q. (12 de 2013). Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Panorama_para_la_distribuci%C3%B3n_de_lo_s_beneficios_de_los_servicios_ambientales.pdf
- Montoya, J. (7 de julio - diciembre de 2005). redalyc.org. Obtenido de redalyc.org: <https://www.redalyc.org/pdf/750/75004710.pdf>
- Moreno, O. R. (04 de Junio de 2019). Agencia de Regulación y Control del Agua. Obtenido de Agencia de Regulación y Control del Agua: <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/Resolucio%CC%81n-Nro.-DIR-ARCA-DE-012-2019.pdf>
- Nuñez, T. L. (2015 de Julio de 2015). ANEXO 1 DEL LIBRO VI .
- Orozco, J. O. (2018). Senamhi. Obtenido de Manual de Hidrometría: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00701SENA-924.pdf>

- P. Ryan Jackson, U. (s.f.). Obtenido de ADCP, efecto Doppler: (<https://www.usgs.gov/media/images/adcp-data-collection-diagram>)
- Palmira. (15 de 01 de 2015). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITRITAL DE LA PARROQUIA PALMIRA. GAD PARROQUIAL PALMIRA, pág. 16.
- Pereyra, L. (2019). sennamhi.gob. Obtenido de sennamhi.gob: https://www.senamhi.gob.bo/publicaciones/Manuales/Manuales_tecnicos_de_oficina/Manual_HYDRACCESS.pdf
- Philippe, J. M. (2006). HYBAM. Obtenido de HYBAM: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-09/010070565.pdf
- Pombosa Rodrigo, B. L.-A.-M. (2006). IRD. Obtenido de INAMHI: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-09/010070565.pdf
- Pombosa, R. (2006). Monografía de la cuenca del Río Napo en su Parte Ecuatoriana. Proyecto Hybam. . Quito, Ecuador.
- Pombosa, R. B. (2006). MONOGRAFÍA DE LA CUENCA DEL RÍO NAPO EN SU PARTE ECUATORIANA. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-09/010070565.pdf
- Pullupaxi, J. (2020). Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC) Unidad de negociación Coca Codo Sinclair.
- Raffino, M. E. (29 de Noviembre de 2019). Erosión Fluvial. Obtenido de <https://concepto.de/erosion-fluvial/>
- Ramírez, C. C. (2011). LA CARGA SEDIMENTARIA EN EL RÍO CAUCA EN SU ALTO VALLE GEOGRÁFICO. Redalyc, 1-17.
- Rayano. (2003). Obtenido de Curva de Hjulstrom Representación de las relaciones entre la velocidad y el tamaño del grano.
- Reid, I. y. (1994). Fluvial sediment trasport and deposition. En Sediment Transport and Depositional Processes (págs. 89-155). New York: Blackwell: PYE,K.
- Rodríguez, G. (07 de Noviembre de 2016). Obtenido de Transporte y sedimentación fluvial: <https://rodanasciencias.blogspot.com/2016/11/transporte-y-sedimentacion-fluvial.html?m=0>
- Salvador Aliotta, G. O. (2004). Dinámica sedimentaria y evolución morfológica de un profundo canal del estuario de Bahía Blanca. semanticscholar, 2-15.
- Stallard, R. y. (1983). The influence of geology and weathering environment on the dissolved bound. J. Geophys. En Geochemistry of the Amazon (págs. 9617-9688).
- Terneus, P. F. (2019). Nexa agua – energía: Análisis del flujo hídrico del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. SciELO Ingenius no.21, 53-62.

- Terneus, P. F. (2019). Nexa agua – energía: Análisis del flujo hídrico del Proyecto Hidroeléctrico Coca Codo Sinclair. SciELO Ingenius no.21, 53-62.
- Tuset, J, D. V. (2015). Evolución morfo-sedimentaria del tramo medio del río Segre. dialnet.unirioja.es, 23-62.
- Vásquez, T. D. (2012). Universidad de Oviedo. Obtenido de Centro Internacional de Postgrado: <https://core.ac.uk/download/pdf/71844528.pdf>
- Verstraeten, G. P. (2001). Factors controlling sediment yield from small intensively cultivated catchments in a temperate humid climate. Scielo , 123-144.
- Vintimilla, L. C. (18 de Mayo de 2020). Primicias. Obtenido de El fenómeno natural de erosión regresiva en el río Coca continua agua arriba : <https://www.primicias.ec/noticias/economia/infraestructura-vial-petrolera-electrica-riesgo-erosion-rio-coca/>
- Wittmann, H. (2010). Sediment production and transport from in situ-produced cosmogenic ^{10}Be and. ELSEVIER, 9.

16. ANEXOS

ANEXOS 1. AVAL DE TRADUCCIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por las señoritas egresadas de la Carrera de **INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, **GUADALUPE FERNANDA ESPEJO ALMACHI**, **JESSICA MARISELA MALIZA BORJA** cuyo título versa "**TEMA DE TESIS**", lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo las peticionarias hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020.

Atentamente,


Lic. Marcelo Pacheco Pruna Mg.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050261735-0



CENTRO
DE IDIOMAS

ANEXOS 2. HOJA DE VIDA DEL TUTOR

		Universidad Técnica de Cotopaxi		FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS	
DOCENTE		ILBAY YUPA MERCY LUCILA			
ESTADO CIVIL		CASADA	DIRECCION DOMICILIARIA		
CEDULA DE CIUDADANIA		0604147900	LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO		
		30/10/1983	Tumbaco		
TELEFONO CONVENCIONAL		TELEFONO CELULAR		CORREO ELECTRONICO PERSONAL	
		0987533861		merckyu@hotmail.com	
EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTAR			CORREO ELECTRONICO INSTITUCIONAL		
0999971777 Luis Ilbay			mercy.ilbay@utc.edu.ec		
TITULO TERCER			TITULO CUARTO		
INGENIERA AGRÓNOMA			MAGISTER EN RIEGO Y DRENAJE		
FECHA REGISTRO			FECHA REGISTRO		
20-05-2011			14-7-2015		
CODIGO DE REGISTRO			CODIGO REGISTRO 4N		
1002-11-1057373			1018-15-86064242		
FACULTA		Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales			
CARRERA		MEDIO AMBIENTE			
AREA DEL CONOCIMIENTO		Servicios		85	
PERIODO ACADEMICO DE INGRESO A LA UTC		ABRIL - AGOSTO 2017 1 JUN 2017			

ANEXOS 3. HOJA DE VIDA DE LOS AUTORES

HOJA DE VIDA



NOMBRE: Guadalupe Fernanda Espejo Almachi

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: Cédula: 180522648-5

FECHA DE NACIMIENTO: 18/Marzo/1995

LUGAR DE NACIMIENTO: Pillaro - Matriz

ESTADO CIVIL: Soltera

CIUDAD: Pillaro

DIRECCIÓN: Cantón Pillaro, Parroquia San Andrés, Barrio Andahualo la Unión

TELEFONO: 0981064312

E-MAIL: guadalupe.espejo6485@utc.edu.ec

HOJA DE VIDA

NOMBRE: Jessica Marisela Maliza Borja

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: Cédula: 172424346-2

FECHA DE NACIMIENTO: 08/Septiembre/1994

LUGAR DE NACIMIENTO: Bolívar- Guaranda

ESTADO CIVIL: Soltera

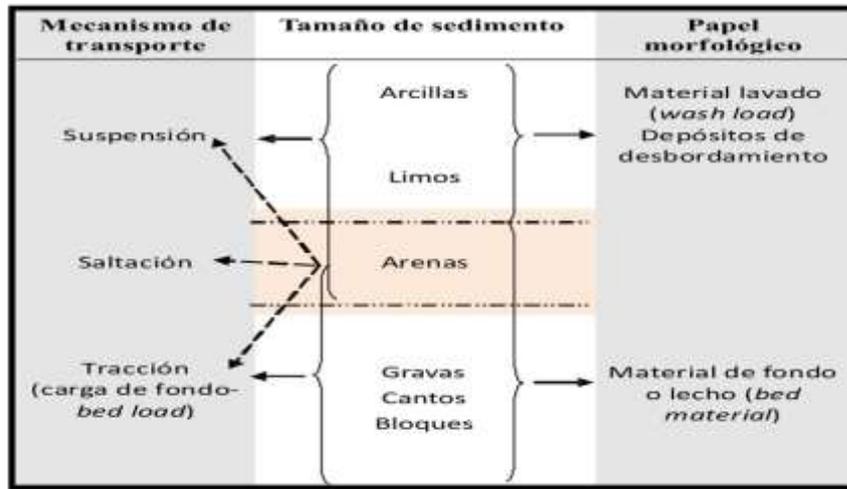
CIUDAD: Quito

DIRECCIÓN: Cantón Mejía, Parroquia Cutuglagua, Barrio El Tambo

TELEFONO: 0979119090

E-MAIL: jessica.maliza3462@utc.edu.ec

Figura N°1: Clasificación de las distintas fracciones de tamaño de acuerdo a su mecanismo de transporte y su papel morfológico



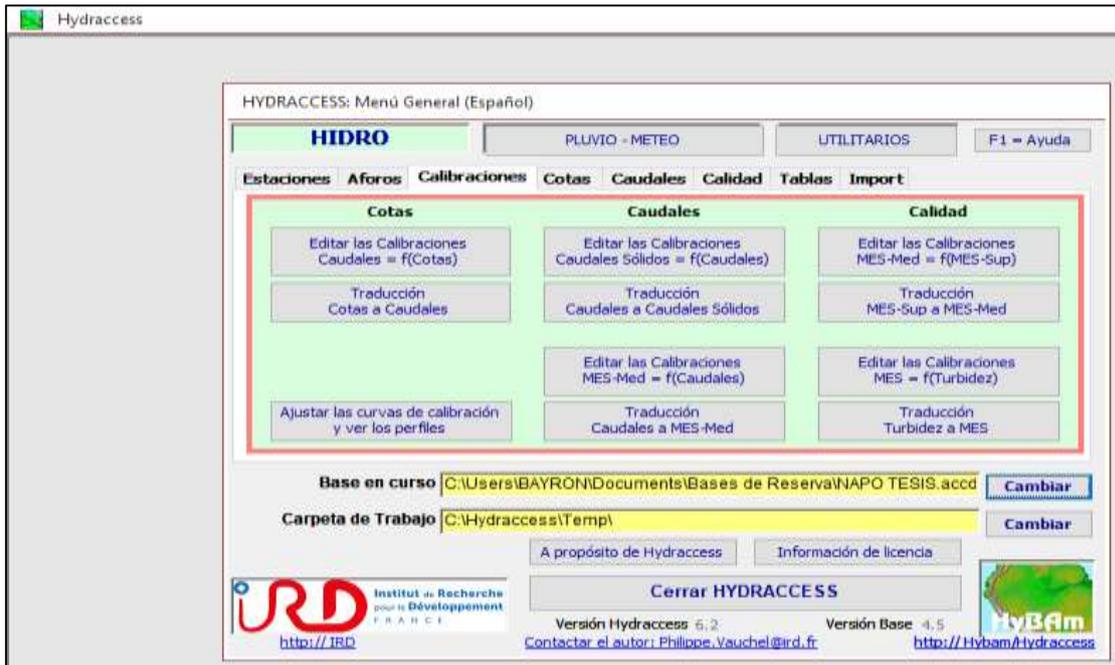
Fuente: (Wilcock y otros, 2009)

Figura N°2: Pirámide de Kelsen



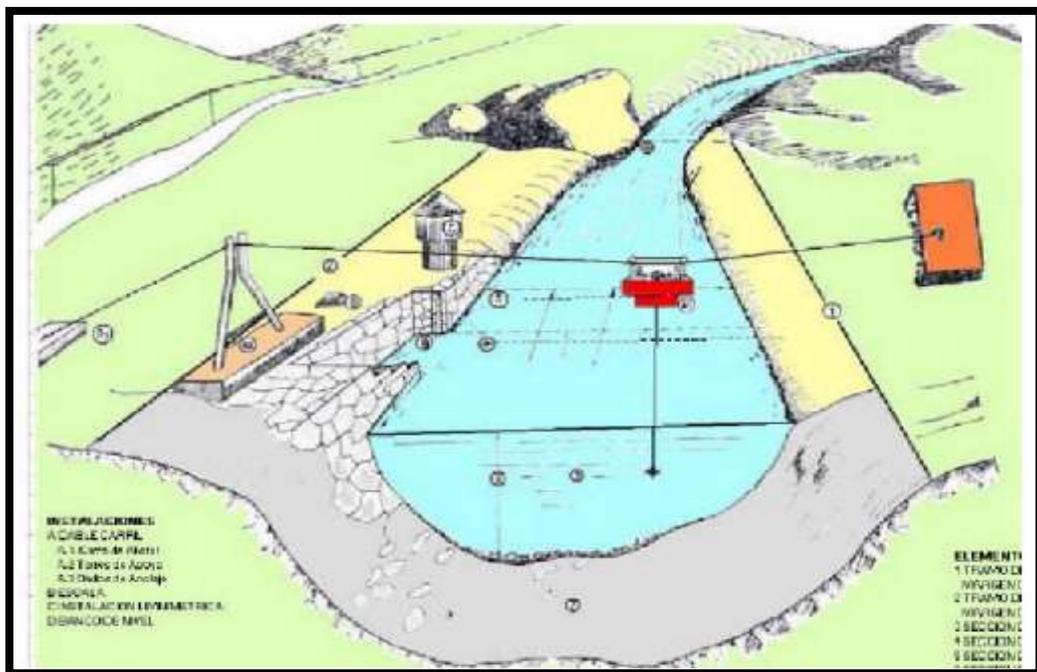
Elaborado por: Espejo G; Maliza J (2020)

Figura N°3: Software Hydraccess



Elaborado por: Espejo G; Maliza J. (2020)

Figura N°4: Esquema de una sección de aforos



Fuente: Pombosa, R. (2006)

Figura N°5: Resultados de laboratorio estación Coca en San Rafael

INAMHI LABORATORIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS		REGISTRO DE AFOROS DE GASTO SÓLIDO					
CODIGO: H-0714 ESTACION: COCA EN SAN RAFAEL CUENCA: NAPO		LECTURAS LIMNIMÉTRICAS		CARRERA	CONCENT.	GAUO A. REV.	AFOROS HIDRÓFOS
N°	FECHA CAMPO	LECTURA INICIAL (m)	LECTURA FINAL (m)	m ³ /s	kg/m ³	m ³ /s	
1	74-08-17	1.39	1.39	388.818	0.0730	27.1818	
2	74-08-18	2.55	2.55	481.000	0.7000	336.8200	
3	74-08-20	1.99	1.99	167.373	0.2430		38.2416
4	74-08-20	2.18	2.18	302.070	1.0000		302.0700
5	74-08-25	2.25	2.25	458.818	1.0150	465.8888	
6	74-07-09	1.92	1.92	467.200	1.1500	537.2800	
7	74-07-00	2.84	2.84	648.800	1.0470	679.0000	
8	74-00-00	2.00	2.00	411.270	0.7190	295.7031	
9	74-00-11	1.05	1.05	256.340	0.3500	106.1081	
11	74-11-23	1.71	1.71	211.100	1.8500		390.5350
11	74-01-11	1.00	1.00	152.700	0.0800	10.6416	
12	74-01-10	0.07	0.07	120.400	0.0700	8.4282	
13	74-00-18	1.08	1.08	150.310	0.3700	55.3156	
14	74-08-08			661.148	0.6688	440.1881	
15	74-04-05	3.00	3.00	411.850	0.7100	292.8413	
16	74-08-00	2.28	2.28	480.180	2.2700		1118.8617
17	74-08-00	2.00	2.00	360.000	0.6600		
18	74-08-13	2.00	2.00	369.180	0.9140		337.4128
19	74-11-24	1.08	1.08	288.108	0.1100	31.6910	
20	77-01-24	0.80	0.80	121.840	0.8500	103.5640	
21	77-01-25	0.72	0.72	112.820	0.2600		29.1372
22	77-01-26	0.10	0.10	611.818	1.8200		1113.5100
23	77-00-12	1.07	1.07	200.440	0.1000	47.5480	
24	77-00-10	1.02	1.02	272.200	0.2000	54.4400	
25	77-00-10	2.00	2.00	407.270	0.3700	151.3001	
26	77-07-10	1.95	1.95	215.100	0.1500	40.2711	
27	77-08-18	1.83	1.83	388.780	0.0910	35.3883	
28	77-11-11	1.23	1.23	252.200	0.3700	93.3288	
29	77-11-12	1.13	1.13	171.880	0.1600	6.6858	
30	77-11-17	1.01	1.01	170.030	0.0410	7.0887	
31	78-04-08	1.84	1.84	458.800	0.8800		403.5360
32	78-04-08	1.18	1.18	252.770	0.1210	30.7801	
33	78-04-12	2.42	2.42	630.180	2.2080	1330.0388	
34	78-04-12	1.88	1.88	481.880	0.1100	53.0088	
35	78-11-18	1.01	1.01	148.100	0.8500	125.8850	
36	79-01-27	0.72	0.72	111.860	0.0900	9.7674	
37	79-08-18	1.60	1.60	360.180	0.8800	316.8000	
38	79-03-18	1.43	1.43	110.013	0.0700	7.7009	
39	79-00-17	1.73	1.73	313.110	0.4100	128.3730	
40	79-00-06	2.06	2.06	436.380	0.0000	43.1000	
41	79-00-10	1.74	1.74	311.000	0.1000	40.0700	
42	79-07-20	2.27	2.27	480.780	0.0820		39.8181
43	79-08-10	1.09	1.09	208.110	0.1470	30.6082	
44	80-00-22	1.22	1.22	187.350	1.1000		208.0101
45	80-11-11	2.00	2.00	401.000	0.2700	108.2700	
46	80-10-11	1.70	1.70	272.820	0.0700	19.0980	
48	01-03-18	0.01	0.01	138.780	1.8440		253.1884
49	01-03-18	1.84	1.84	480.800	0.0000		
50	82-03-27	1.00	1.00	188.800	0.028	5.2864	
51	83-03-13			303.080	0.183	55.0611	
52	84-04-12	1.84	1.84	480.828	0.110	52.8908	
53	84-04-12	1.88	1.88	312.040	0.884	273.4384	
54	84-08-10	1.39	1.39	368.200	0.1000	36.8200	
55	84-04-07	1.60	1.60	360.000	0.08	28.8000	
56	84-08-10	1.08	1.08	204.700	0.048	9.8256	
57	88-08-19	2.09	2.09	411.838	0.28	115.9138	
58	88-07-23	1.88	1.88	480.780	0.00		480.7800
59	88-00-11	1.70	1.70	371.401	0.00		371.4010
60	87-08-20	2.00	2.00	400.242	1.887		755.0008
61	88-11-21	0.80	0.80	108.800	1.1000		119.6800
62	89-11-28	1.10	1.10	288.304	0.1837	52.9400	
64	90-03-20	0.80	0.80	312.468	0.0618	18.0018	
65	90-03-24	0.88	0.88	351.428	0.0000		
66	90-02-24	0.48	0.48	134.888	0.0271	3.6751	
67	11-01-28	1.12	1.11	113.674	0.0281	3.1973	
68	11-08-08	1.88	1.88	480.800	0.0000		480.8000
69	11-08-04	1.12	1.12	128.488	0.032	4.0778	
70	11-00-00			361.887	0.1000	36.1887	
71	11-10-12	1.43	1.43	214.728	0.8823		179.7021
72	11-10-12	2.12	2.12	411.100	0.2840	116.7360	
73	11-11-10	1.12	1.12	158.218	0.0500	7.910900	
74	11-10-08	1.00	1.00	181.000	0.0000		181.0000
75	12-01-10	1.77	1.77	350.000	0.000		350.0000
76	12-02-18	1.88	1.88	480.778	0.1008	48.0780	
77	12-02-18	1.70	1.70	360.000	0.0000		360.0000
78	12-04-13	1.60	1.60	348.473	0.0688	23.9133	
79	12-06-17	3.00	3.00	700.142	0.0009	420.0040	
80	12-00-18	1.78	1.78	360.000	0.0000		360.0000
81	12-08-07	1.28	1.28	180.010	0.0211	3.8821	
82	12-10-10	1.43	1.43	210.880	0.0338	7.0480	
83	12-11-08	0.87	0.87	184.888	0.1177	21.7677	
84	12-12-07	0.80	0.80	107.748	0.0184	1.9832	
85	13-01-10	1.08	1.08	310.388	0.0726	22.6026	
86	12-08-08	1.08	1.08	188.088	1.0000	188.0880	
87	13-03-08	1.88	1.88	302.138	0.0717	21.6878	
88	13-08-17	1.27	1.27	187.370	0.0205	3.8405	
89	13-08-10	1.48	1.48	228.411	0.0472	10.7472	
90	13-00-20	1.08	1.08	280.207	0.0000		280.2070
91	13-07-15	2.38	2.38	487.010	0.1100	53.5710	
92	13-08-01	2.28	2.28	480.800	0.0000		480.8000
93	13-08-18	2.31	2.31	478.881	0.1600	76.6208	
94	13-00-30	1.00	1.00	207.070	0.0292	6.0292	
95	13-11-08	0.70	0.70	117.833	0.0000		117.8330
96	13-11-22	1.18	1.18	188.881	0.0188	3.5418	
97	14-18-08	1.88	1.88	480.800	0.8847	424.8188	
98	13-12-23	1.12	1.12	188.707	0.0148	2.7927	
99	14-01-08	2.10	2.10	388.308	0.3188	123.8878	
100	14-01-08	1.88	1.88	480.780	0.0148		6.8148
101	14-02-08	0.08	0.08	184.088	0.0000		184.0880
102	13-08-20	0.87	0.87	111.818	0.0078	0.8838	
103	14-01-10	1.03	1.03	111.110	0.0018	0.1978	
104	14-02-18	2.00	2.00	400.000	0.0000		400.0000
105	14-01-04	1.10	1.10	280.000	0.0100	2.8000	
106	14-08-17	2.32	2.30	481.800	0.0000		481.8000
107	14-08-08	1.62	1.62	360.000	0.0000		360.0000
108	14-06-20	1.88	1.88	308.100	0.1000	30.8100	
109	14-00-02	0.00	0.00	0.00000	1.4719	1471.4000	
110	14-08-08	0.70	0.70	107.700	0.0000		107.7000
111	14-07-04	1.70	1.70	374.280	0.1384	51.7477	
112	14-07-18	2.88	2.88	588.184	0.8818	518.8418	
113	14-08-07	1.88	1.88	481.780	0.0000		481.7800
114	14-08-21	1.70	1.70	374.280	0.1388	51.7887	
115	14-08-08	1.18	1.18	213.874	0.0669	14.2768	
116	14-08-18	1.72	1.72	372.888	0.2814	105.1100	
117	14-10-08	1.88	1.88	480.800	0.8888	426.8888	
118	14-10-21	1.88	1.88	480.780	0.0970	46.6780	
119	14-11-28	1.18	1.18	188.418	0.1118	21.0618	
120	14-11-28	1.88	1.88	480.780	0.0000		480.7800
121	14-12-05	1.71	1.71	371.780	0.1000	37.1780	
122	14-12-18	2.08	2.08	400.310	0.0188	7.5288	
123	14-01-07	1.07	1.07	188.800	0.0310	5.8530	
124	12-01-24	1.92	1.92	320.280	0.4882	157.2800	
125	14-03-18	2.18	2.18	372.310	0.7533	279.1800	
126	14-03-23	1.80	1.80	300.000	0.4088		123.1200
127	12-00-04	1.70	1.70	370.000	0.0407		170.7000
128	12-03-25	1.70	1.70	371.730	0.1107	41.1107	
129	14-08-07	2.88	2.88	588.888	0.5088	298.1888	
130	14-04-04	2.88	2.88	480.888	0.8888	426.8888	
131	12-00-24	1.00	1.00	200.000	0.174	34.8000	
132	12-00-21	2.02	2.02	400.000	0.1000	40.0000	
133	12-00-09	2.27	2.27	458.887	0.1910	87.5887	
134	13-07-08	2.88	2.88	588.888	0.0708		41.4287

Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°6: Resultados de laboratorio estación Quijos aj Bombom

INAMHI		INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTO					
REGISTRO DE AFOROS DE GASTO SÓLIDO							
CÓDIGO ESTACIÓN: QUIJOS A.J. BOMBOM							
Nº	FECHA CÁMBIO	LECTURAS LIMBIETRICAS INICIAL (lit)	FINAL (lit)	CAUSAL lit/m³	COMENT. lit/m³	GASTO D. lit/m³	AFORO INICIAL
1	78-11-12	1.04	1.04	128.880	0.0140	1.0019	
2	78-11-17	1.07	1.07	100.120	0.0000	1.0019	
3	78-01-24	1.00	1.00	20.000	0.0000	1.0019	8.8022
4	78-01-29	1.00	1.00	20.000	0.0000	1.0019	0.0000
5	78-02-19	1.72	1.72	143.000	0.0480	1.6720	
6	78-03-10	1.71	1.71	128.200	0.0000	1.6720	
7	78-03-16	1.61	1.61	128.400	0.0000	1.6720	
8	78-03-16	1.65	1.65	122.000	0.0100	1.6620	
9	81-03-08	3.15	3.15	300.000	0.3140	2.8360	
10	81-03-15	1.40	1.40	00.000	0.0000	2.8360	
11	81-03-22	1.17	1.17	111.000	0.0100	1.1600	
12	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.1600	
13	81-03-28	1.41	1.41	113.200	0.0120	1.4000	
14	81-03-28	1.40	1.40	128.000	0.0000	1.4000	
15	81-03-28	1.18	1.18	74.000	0.0000	1.4000	
16	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
17	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
18	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
19	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
20	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
21	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
22	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
23	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
24	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
25	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
26	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
27	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
28	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
29	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
30	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
31	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
32	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
33	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
34	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
35	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
36	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
37	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
38	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
39	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
40	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
41	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
42	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
43	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
44	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
45	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
46	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
47	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
48	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
49	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
50	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
51	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
52	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
53	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
54	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
55	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
56	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
57	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
58	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
59	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
60	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
61	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
62	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
63	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
64	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
65	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
66	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
67	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
68	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
69	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
70	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
71	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
72	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
73	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
74	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
75	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
76	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
77	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
78	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
79	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
80	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
81	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
82	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
83	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
84	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
85	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
86	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
87	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
88	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
89	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
90	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
91	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
92	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
93	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
94	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
95	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
96	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
97	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
98	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
99	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	
100	81-03-28	1.00	1.00	100.000	0.0000	1.4000	

Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°8: Resultados de laboratorio estación Quijos dj Oyacachi

INAMHI		INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA LABORATORIO NACIONAL DE ANÁLISIS DE AGUA Y SEDIMENTOS						
CORRIDA: RYACACHI BUENSAI		R.U. 739 QUIJOS D.J. OYACACHI RAPO						
N°	FECHA CAMPO	LECTURAS INICIAL (cc)	LECTURAS FINAL (cc)	CAUDAL (m³/s)	CONCENT. (mg/l)	CAUDAL Q. (m³/s)	AFEROS (BUJOS)	
1	24-08-18	1.85	1.85	181.000	0.0000	0.0000		
2	24-08-18	1.88	1.88	231.230	0.0370	0.0370	147.2871	
3	24-08-18	1.95	1.95	323.000	0.1220	0.1220		
4	24-08-18	1.98	1.98	380.330	0.1530	0.1530	21.0718	
5	24-08-18	1.97	1.97	428.000	0.2000	0.2000	20.2305	
6	24-08-18	1.99	1.99	477.000	0.2400	0.2400	27.2400	
7	24-08-18	1.98	1.98	528.000	0.3100	0.3100	108.3007	
8	24-08-18	1.99	1.99	580.000	0.3500	0.3500	30.1011	
9	24-08-18	1.99	1.99	628.000	0.3700	0.3700	09.2105	
10	24-08-18	1.98	1.98	677.000	0.4200	0.4200	17.2428	
11	24-08-18	1.99	1.99	727.000	0.4500	0.4500	08.2204	
12	24-08-18	1.97	1.97	771.220	0.4800	0.4800	22.2200	
13	24-08-18	1.78	1.78	128.000	0.0220	0.0220	23.2400	
14	24-08-18	1.70	1.70	205.000	0.0400	0.0400	17.3349	
15	24-08-18	1.80	1.80	310.000	0.0600	0.0600	06.2200	
16	24-08-18	0.89	0.89	73.000	0.0230	0.0230	1.0004	
17	24-08-18	0.88	0.88	80.000	0.0240	0.0240	1.0104	
18	24-08-18	0.88	0.88	88.220	0.0270	0.0270	0.8200	
19	24-08-18	0.88	0.88	91.000	0.0270	0.0270	0.8200	
20	24-08-18	0.88	0.88	91.000	0.0270	0.0270	0.8200	
21	24-08-18	1.76	1.76	134.100	0.0300	0.0300	10.0000	
22	24-08-18	1.80	1.80	188.000	0.0400	0.0400	09.2200	
23	24-08-18	1.85	1.85	258.000	0.0500	0.0500	0.8200	
24	24-08-18	0.87	0.87	74.000	0.0220	0.0220	0.0104	
25	24-08-18	0.87	0.87	83.000	0.0230	0.0230	1.0104	
26	24-08-18	1.81	1.81	188.000	0.0320	0.0320	10.0000	
27	24-08-18	1.88	1.88	258.000	0.0400	0.0400	0.8200	
28	24-08-18	1.83	1.83	182.000	0.0300	0.0300	12.0000	
29	24-08-18	1.88	1.88	258.000	0.0400	0.0400	0.8200	
30	24-08-18	1.89	1.89	268.000	0.0400	0.0400	7.7703	
31	24-08-18	1.89	1.89	268.000	0.0400	0.0400	7.7703	
32	24-08-18	0.84	0.84	68.000	0.0210	0.0210	1.0000	
33	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
34	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
35	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
36	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
37	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
38	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
39	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
40	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
41	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
42	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
43	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
44	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
45	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
46	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
47	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
48	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
49	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
50	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
51	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
52	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
53	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
54	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
55	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
56	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
57	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
58	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
59	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
60	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
61	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
62	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
63	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
64	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
65	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
66	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
67	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
68	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
69	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
70	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
71	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
72	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
73	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
74	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
75	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
76	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
77	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
78	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
79	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
80	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
81	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
82	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
83	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
84	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
85	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
86	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
87	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
88	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
89	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
90	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
91	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
92	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
93	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
94	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
95	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
96	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
97	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
98	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
99	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	
100	24-08-18	0.84	0.84	70.000	0.0210	0.0210	1.0000	

Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°9: Resultados de laboratorio estación Misahualli en Cotundo


INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS
REGISTRO DE AFOROS DE GASTO SOLIDO

CODIGO : 11-0720
 ESTACION : MISAHUALLI EN COTUNDO
 CUENCA : NAPO

N°	FECHA CAMPO	LECTURAS LIMNIMETRICAS		CAUDAL m ³ /s	CONCENT. Kg/m ³	GASTO S. Kg/s	AFOROS Módulos
		INICIAL (m)	FINAL (m)				
1	76-08-11	1.78	1.78	79.660	0.1700	13.5262	
2	76-08-12	1.73	1.73	66.860	0.4800	32.0928	
3	76-11-22	0.94	0.94	12.940	0.0100	0.1294	
4	76-11-23	0.98	0.98	13.280	0.0200	0.2656	
5	77-02-10	0.90	0.90	11.510	0.0300	0.4144	
6	77-03-16	1.64	1.64	60.090	0.2700	17.0046	
7	77-05-25	1.56	1.56	60.270	0.3600	21.6972	
8	77-05-26	1.23	1.23	30.800	0.0570	1.7558	
9	77-10-04	0.00	0.00	12.200	0.0200	0.3664	
10	77-11-22	0.84	0.84	10.360	0.0170	0.1761	
11	78-01-26	0.72	0.72	6.700	0.0180	0.1206	
12	78-03-17	0.72	0.72	6.740	0.0320	0.2157	
13	78-05-03	1.07	1.07	17.740	0.0360	0.6396	
14	78-08-12	1.16	1.16	22.310	0.0270	0.6024	
15	79-09-12	1.02	1.02	17.510	0.0230	0.4027	
16	78-11-28	0.81	0.81	7.140	0.0080	0.0671	
17	78-11-28	0.79	0.79	7.650	0.0100	0.0765	
18	79-01-25	0.71	0.71	5.270	0.0120	0.0632	
19	79-03-17	0.74	0.74	3.163	0.0066	0.0177	
20	79-05-21	1.08	1.08	18.250	0.0170	0.3103	
21	79-07-14	1.02	1.02	15.360	0.0170	0.2616	
22	79-07-18	0.88	0.88	12.840	0.1110		1.4262
23	79-09-24	0.85	0.85	6.508	0.0056	0.0364	
24	80-04-17	0.63	0.63	9.330	0.0220	0.2053	
25	80-08-21	1.05	1.05	16.720	0.0280	0.4682	
26	81-01-18	0.76	0.76	13.290	0.0230	0.3086	
27	81-02-18	0.22	0.22	9.150	0.0200	0.1830	
28	81-02-22	1.05	1.05	17.825	0.0480	0.8537	
29	81-10-06	1.32	1.32	35.810	0.0250	0.8953	
30	81-12-18	0.82	0.82	9.551	0.0288	0.2756	
31	81-12-18	0.89	0.89	11.380	0.0230	0.2617	
32	82-01-27	0.96	0.96	14.490	0.0220	0.3279	
33	82-07-20	1.02	1.02	11.901	0.0102	0.1214	
34	82-10-01	1.07	1.07	21.320	0.0830	1.7723	
35	82-12-16	0.91	0.91	9.456	0.0243	0.2298	
36	82-12-21	0.66	0.66	16.170	0.1060	1.6990	
37	83-03-27	0.79	0.79	7.410	0.0510	0.3779	
38	83-07-06	1.09	1.09	20.112	0.0461	0.0071	
39	83-12-01	1.04	1.04	17.280	0.0460	0.7949	
40	84-02-13	0.69	0.69	7.950	0.0241	0.1910	
41	84-02-01	0.76	0.76	10.300	0.0120	0.1477	
42	84-08-13	1.03	1.03	17.224	0.0340	0.5856	
43	84-07-26	1.10	1.10	19.440	0.1921		3.7344
44	84-11-06	0.70	0.70	6.460	0.0446	0.2804	
45	84-05-17	0.77	0.77	6.260	0.1880		1.2386
46	85-02-13	0.76	0.76	6.800	0.0100	0.0680	
47	85-08-29	1.14	1.14	20.520	0.0139	0.2871	
48	85-11-27	0.88	0.88	7.087	0.0170		0.8184
49	90-08-27	0.98	0.98	14.858	0.0229	0.3402	
50	91-09-10	0.70	0.70	0.004	0.0114	0.0990	
51	91-08-23	1.20	1.20	23.008	0.1828	4.2801	
52	92-01-17	0.38	0.38	6.134	0.0129	0.0791	
53	92-06-10	0.65	0.65	12.551	0.0215	0.2696	
54	92-10-28	0.70	0.70	5.655	0.0156	0.0882	
55	93-04-29	1.06	1.06	15.624	0.0626	0.9781	
56	94-03-20	0.64	0.64	5.407	0.0363		6.8076
57	95-07-07	0.80	0.80	15.007	0.0117	0.1861	
58	96-02-20	0.86	0.86	14.359	0.2186		3.1389
59	96-10-05	1.00	1.00	14.054	0.0980	1.3773	
60	00-04-16	1.11	1.11	18.021	0.1547		2.0271
61	00-08-25	1.36	1.36	40.275	0.0931		20.0071
62	01-04-25	0.80	0.80	10.879	0.1801		1.7417
63	01-09-19	0.90	0.90	12.237	0.0140	0.1707	
64	11-08-23	1.24	1.18	29.373	0.0826	1.8387	
65	12-02-13	0.68	0.68	13.498	0.0060		0.0810
66	13-07-16	1.28	1.27	24.666	0.0306	0.7526	
67	13-05-19	1.19	1.19	22.379	0.0200	0.4518	
69	14-07-07	0.88	0.88	9.489	0.0104	0.0987	
70	15-09-16	0.96	0.96	14.651	0.0202	0.2961	

Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°10: Resultados de laboratorio estación Jatunyacu dj Ilcolulin

INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS

REGISTRO DE AFOROS DE GASTO SOLIDO

CODIGO : H 0731
ESTACION : JATUNYACU D.J. ILCOLULIN
CUENCA : MADO

N°	FECHA EJECUCION	E LEVANTAMIENTO E INGRESO DE DATOS		VOLUMEN M ³	CONCENTRACION MG/L	MAGNITUD MG/L	AFOROS M ³ /DIA
		INICIAL (cm)	FINAL (cm)				
1	70-02-20	1.19	1.19	292.100	0.1000	0.1000	0.0000
2	70-05-20	1.10	1.10	218.200	0.1000	0.0000	0.0000
3	70-05-21	1.20	1.20	270.500	0.0800	0.0000	0.0000
4	70-07-14	1.25	1.25	622.500	1.2000	1.1800	0.0000
5	70-07-14	1.40	1.40	477.600	0.4000	0.0000	0.0000
6	70-07-10	1.02	1.02	501.000	0.0100	0.0000	0.0000
7	70-11-24	1.04	1.04	597.470	1.4000	0.0000	0.0000
8	70-11-25	0.01	0.01	380.200	0.0100	0.0000	0.0000
9	77-05-17	1.51	1.51	421.820	0.5470	0.0000	0.0000
10	77-09-10	1.21	1.21	504.220	0.2000	0.0000	0.0000
11	77-10-26	0.67	0.67	793.660	0.0700	0.0000	0.0000
12	77-11-26	0.90	0.90	220.170	0.1500	0.0000	0.0000
13	78-01-28	1.28	1.28	810.880	3.1800	1.0000	0.0000
14	78-05-10	1.23	1.23	565.070	0.0000	0.0000	0.0000
15	78-05-24	1.40	1.40	304.070	0.1170	0.0000	0.0000
16	78-05-28	1.37	1.37	481.870	0.0000	0.0000	0.0000
17	78-05-30	1.22	1.22	437.080	0.2100	0.0000	0.0000
18	78-07-10	1.09	1.09	577.000	1.1700	0.0000	0.0000
19	78-07-14	1.36	1.36	411.450	0.1800	0.0000	0.0000
20	78-07-17	1.39	1.39	382.100	0.1000	0.0000	0.0000
21	78-08-10	0.89	0.89	221.840	0.0180	0.0000	0.0000
22	78-08-16	0.76	0.76	106.410	0.0000	0.0000	0.0000
23	78-11-24	0.41	0.41	121.000	0.0000	0.0000	0.0000
24	78-11-30	0.39	0.39	111.480	0.0140	0.0000	0.0000
25	78-01-20	0.20	0.20	102.710	0.0010	0.0000	0.0000
26	78-01-27	0.00	0.00	101.000	0.0000	0.0000	0.0000
27	78-03-27	0.54	0.54	181.240	0.0540	0.0000	0.0000
28	78-03-28	0.58	0.58	148.380	0.0580	0.0000	0.0000
29	78-04-20	1.10	1.10	214.010	0.1700	0.0000	0.0000
30	78-05-24	1.03	1.03	280.000	0.1800	0.0000	0.0000
31	78-07-18	0.00	0.00	294.000	0.1340	0.0000	0.0000
32	78-07-10	0.07	0.07	221.100	0.1500	0.0000	0.0000
33	78-07-17	1.42	1.42	470.070	0.0910	0.0000	0.0000
34	78-07-17	1.10	1.10	317.000	0.1770	0.0000	0.0000
35	78-08-18	0.00	0.00	504.700	0.0000	0.0000	0.0000
36	78-09-14	1.00	1.00	250.000	0.0000	0.0000	0.0000
37	78-09-14	0.50	0.50	300.000	0.0000	0.0000	0.0000
38	78-10-14	0.81	0.81	221.000	0.0000	0.0000	0.0000
39	78-10-15	0.00	0.00	470.000	0.0000	0.0000	0.0000
40	80-03-25	0.20	0.20	101.210	0.0440	0.0000	0.0000
41	80-04-10	1.01	1.01	504.410	0.0000	0.0000	0.0000
42	80-04-18	1.11	1.11	188.000	0.0000	0.0000	0.0000
43	80-08-14	0.99	0.99	500.000	0.0000	0.0000	0.0000
44	80-08-20	1.01	1.01	380.280	0.0710	0.0000	0.0000
45	80-10-27	0.06	0.06	260.640	0.0210	0.0000	0.0000
46	81-02-26	1.01	1.01	300.000	0.0000	0.0000	0.0000
47	81-02-28	0.00	0.00	300.000	0.0000	0.0000	0.0000
48	81-12-19	0.00	0.00	145.000	0.0172	0.0000	0.0000
49	81-12-19	1.00	1.00	300.000	0.1040	0.0000	0.0000
50	83-01-18	0.40	0.40	124.300	0.0320	0.0000	0.0000
51	83-02-15	0.24	0.24	500.000	0.0000	0.0000	0.0000
52	83-03-21	1.08	1.08	374.000	0.0000	0.0000	0.0000
53	83-03-27	0.00	0.00	157.350	0.0740	0.0000	0.0000
54	83-07-28	1.20	1.20	311.700	0.1380	0.0000	0.0000
55	83-11-20	0.20	0.20	300.000	0.0000	0.0000	0.0000
56	84-02-17	0.00	0.00	100.000	0.0000	0.0000	0.0000
57	84-03-10	1.00	1.00	500.000	0.0000	0.0000	0.0000
58	84-11-20	0.23	0.23	340.000	0.1750	0.0000	0.0000
59	85-06-30	1.58	1.58	440.000	0.0880	0.0000	0.0000
60	85-08-18	1.03	1.03	300.000	0.2010	0.0000	0.0000
61	85-09-12	0.82	0.82	142.270	0.0380	0.0000	0.0000
62	85-09-11	1.40	1.40	600.000	0.7400	0.0000	0.0000
63	85-09-18	1.20	1.20	300.000	0.1800	0.0000	0.0000
64	85-07-27	0.75	0.75	175.000	0.0000	0.0000	0.0000
65	85-08-28	1.08	1.08	700.170	0.1080	0.0000	0.0000
66	85-11-20	0.00	0.00	340.000	0.0000	0.0000	0.0000
67	85-07-20	1.20	1.20	412.000	0.7740	0.0000	0.0000
68	85-10-24	0.00	0.00	100.000	0.2100	0.0000	0.0000
69	85-01-17	1.08	1.08	70.000	1.0810	0.0000	0.0000
70	85-01-28	1.00	1.00	500.000	0.2000	0.0000	0.0000
71	85-08-20	1.00	1.00	300.100	0.7010	0.0000	0.0000
72	85-09-20	0.70	0.70	170.000	0.0000	0.0000	0.0000
73	85-09-21	1.16	1.16	800.000	0.1600	0.0000	0.0000
74	85-10-14	0.81	0.81	300.000	0.1000	0.0000	0.0000
75	85-07-26	1.00	1.00	210.000	0.0000	0.0000	0.0000
76	85-03-21	0.77	0.77	100.100	1.0000	0.0000	0.0000
77	85-09-28	0.88	0.88	237.260	0.0800	0.0000	0.0000
78	85-09-15	0.20	0.20	300.000	0.0000	0.0000	0.0000
79	87-08-17	1.00	1.00	400.000	1.7100	0.0000	0.0000
80	87-11-27	0.00	0.00	500.000	0.0000	0.0000	0.0000
81	88-06-27	1.17	1.17	500.000	0.0004	0.0000	0.0000
82	88-07-23	0.98	0.98	317.700	0.3270	0.0000	0.0000
83	10-03-12	0.25	0.25	250.150	0.2580	0.0000	0.0000
84	10-07-10	0.00	0.00	100.000	0.0000	0.0000	0.0000
85	11-05-18	0.88	0.88	170.000	0.0880	0.0000	0.0000
86	11-09-20	1.20	1.20	300.000	0.0000	0.0000	0.0000
87	12-02-12	0.80	0.80	200.200	0.1150	0.0000	0.0000
88	13-08-21	1.20	1.20	401.240	0.2020	0.0000	0.0000
89	13-07-12	2.00	2.00	601.000	1.1700	0.0000	0.0000
90	14-07-07	1.27	1.27	400.000	0.0000	0.0000	0.0000
91	16-09-20	0.28	0.28	213.000	0.0000	0.0000	0.0000
92	17-04-01	0.98	0.98	400.000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°11: Resultados de laboratorio estación Yanahurco dj Valle

**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS**

REGISTRO DE AFOROS DE GASTO SOLIDO

CODIGO: H-0722
ESTACION: YANAHURCO D.J. VALLE
CUENCA: NAPO

N°	FECHA CAMPO	LECTURAS LIMNIMETRICAS		CAUDAL m ³ /s	CONCENT. Kg/m ³	GASTO S. Kg/s	AFOROS DUDOSOS
		INICIAL (m)	FINAL (m)				
1	78-04-19	1.05	1.05	2.451	0.0058		0.0142
2	79-03-12	0.86	0.86	0.538	0.0172	0.0093	
3	79-10-03	0.92	0.92	1.154	0.0160	0.0185	
4	80-12-10	0.90	0.90	0.864	0.0156	0.0135	
5	81-07-18	1.29	1.29	4.460	0.0158	0.0705	
6	83-03-10	1.24	1.24	4.007	0.0554	0.2220	
7	84-02-22	1.10	1.10	2.060	0.0229	0.0472	
8	84-11-13	0.96	0.96	1.120	0.0398	0.0446	
9	85-08-30	1.05	1.05	2.050	0.0262	0.0537	
10	86-08-17	0.98	0.98	1.614	0.0240	0.0387	
11	87-05-05	1.15	1.15	2.615	0.0231	0.0604	
12	89-11-16	0.89	0.89	0.865	0.0432	0.0374	
13	90-06-05	1.09	1.09	2.470	0.0107		0.0264
14	91-09-12	1.08	1.08	0.735	0.0165	0.0121	
15	94-03-23	0.92	0.92	0.652	0.0130	0.0085	
16	96-02-05	0.89	0.89	1.061	0.0173	0.0184	
17	96-10-06	1.07	1.07	2.002	0.0083		0.0166

Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°12: Resultados de la estación Salado aj Coca

INAMHI LANCAS Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos		INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS					
REGISTRO DE AFOROS DE GASTO SOLIDO							
CODIGO :		H-0728					
ESTACION:		SALADO A.J. COCA					
CUENCA :		NAPO					
N°	FECHA	LECTURAS LIMNIMETRICAS		CAUDAL m ³ /s	CONCENT. Kg/m ³	GASTO S. Kg/s	AFOROS DUDOSOS
	CAMPO	INICIAL (m)	FINAL (m)				
1	76-03-30	---	---	90.300	0.0530	4.7859	
2	76-03-31	---	---	101.020	0.0570	5.7581	
3	76-04-01	---	---	105.390	0.0600	6.3234	
4	76-06-13	---	---	104.560	0.5500		57.5080
5	76-11-26	---	---	130.260	0.5960	77.6350	
6	76-11-27	---	---	75.770	0.0890	6.7435	
7	76-01-26	---	---	36.100	0.0500	1.8050	
8	77-01-27	---	---	31.410	0.0420	1.3192	
9	77-03-26	---	---	124.710	0.2220	27.6856	
10	77-03-27	---	---	104.160	0.2160	22.4986	
11	77-09-22	---	---	122.300	0.1880	22.9924	
12	77-09-23	---	---	86.320	0.0680	5.8698	
13	77-11-15	---	---	41.540	0.0250	1.0385	
14	77-11-16	---	---	40.700	0.0240	0.9768	
15	78-01-21	---	---	29.980	0.0540	1.6189	
16	78-03-03	---	---	37.220	0.0880	3.2754	
17	78-04-10	---	---	76.630	0.1060	8.1228	
18	78-05-11	---	---	58.250	0.0440	2.5630	
19	78-06-28	---	---	89.200	0.0350	3.1220	
20	78-08-05	---	---	132.830	0.1180	15.6739	
21	78-08-06	---	---	120.230	0.1320	15.8704	
22	78-11-14	---	---	42.500	0.0110	0.4675	
23	79-01-23	---	---	23.050	0.0140	0.3227	
24	79-03-22	1.34	1.34	136.570	0.0393		5.3672
25	79-05-16	---	---	68.650	0.0110		0.7552
26	79-09-14	---	---	120.780	0.3210	38.7704	
27	79-11-22	---	---	30.720	0.0380	1.1674	
28	80-08-02	---	---	69.370	0.0300	2.0811	
29	80-04-01	1.75	1.75	102.483	0.4891		50.1244
30	80-10-10	---	---	198.480	0.7730	153.4250	
31	80-11-24	---	---	41.649	0.0334	1.3911	
32	81-03-10	---	---	61.710	0.0400	2.4684	
33	81-04-24	---	---	45.730	0.0300	1.3719	
34	81-09-28	---	---	49.240	0.0180	0.8863	
35	82-03-26	---	---	64.890	0.0470	3.0498	
36	83-08-12	---	---	59.090	0.0370	2.1863	
37	84-02-02	---	---	76.890	0.0660	5.0747	
38	84-02-13	---	---	76.860	0.0660	5.0728	
39	84-04-11	---	---	116.330	0.2400	27.9192	
40	84-07-02	---	---	81.640	0.0200		1.6328
41	85-06-08	---	---	181.212	0.1000	18.1212	
42	11-08-10	2.04	2.04	152.861	0.7919	121.0506	
43	19-11-22	0.00	0.00	23.983	0.0241	0.5782	

Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°13: Resultados de la estación Oyacachi aj Quijos

INAMHI Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos		INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS					
REGISTRO DE AFOROS DE GASTO SÓLIDO							
CODIGO :	H 0729						
ESTACION:	OYACACHI A.J. QUIJOS						
CUENCA :	NAPO						
N°	FECHA CAMPO	LECTURAS LIMNIMÉTRICAS		CAUDAL	CONCENT.	GASTO S.	AFOROS DUDOSOS
		INICIAL (m)	FINAL (m)	m ³ /s	Kg/m ³	Kg/s	
1	76-02-18	1.30	1.30	19.810	0.0220	0.4365	
2	76-03-26	1.51	1.51	31.910	0.0200	0.6382	
3	76-06-11	2.25	2.25	106.670	0.1620	17.2805	
4	76-06-30	2.39	2.39	117.070	0.1920	22.4774	
5	76-06-06	2.02	2.02	66.010	0.4130	26.3461	
6	76-08-12	2.21	2.21	110.160	0.8310	91.6347	
7	76-11-25	1.57	1.57	40.200	0.2750	3.0150	
8	77-01-29	1.13	1.13	14.390	0.0310	0.4481	
9	77-03-22	2.06	2.06	61.620	0.7310		59.6642
10	77-04-29	1.89	1.89	43.000	0.1140	4.9020	
11	77-06-00	1.92	1.92	59.850	0.0950	3.8253	
12	77-07-16	2.24	2.24	96.260	0.2400	23.1024	
13	77-09-17	1.99	1.99	77.490	0.1400	10.8486	
14	77-11-11	1.44	1.44	30.330	0.0160	0.4853	
15	77-01-16	1.23	1.23	19.430	0.0260	0.5052	
16	78-03-04	1.25	1.25	10.820	0.0310	0.3240	
17	78-04-09	1.67	1.67	46.210	0.0460	2.1270	
18	78-04-12	2.40	2.43	133.885	0.1452	19.4401	
19	78-06-17	1.06	1.06	57.790	0.0250	1.4448	
20	78-06-10	2.34	2.34	144.020	0.2960	42.6269	
21	79-11-11	1.50	1.50	30.200	0.0370	1.1150	
22	79-01-22	1.04	1.04	10.740	0.0180	0.1933	
23	79-03-26	1.58	1.58	17.040	0.0284	0.4839	
24	79-05-13	1.70	1.70	49.260	0.0580	2.8571	
25	79-06-16	2.39	2.39	149.560	0.0420		6.2015
26	78-09-07	1.60	1.60	35.850	0.0200	0.7130	
27	79-09-20	1.94	1.94	69.820	0.0489	3.3953	
28	80-06-08	1.65	1.65	46.000	0.0460	2.2404	
29	80-06-08	1.57	1.57	39.142	0.0226	0.8846	
30	80-10-08	1.58	1.58	42.650	0.0040		0.1706
31	80-12-11	---	---	35.040	0.0520	1.3021	
32	81-03-12	1.35	1.35	26.600	0.0240	0.6405	
33	81-05-09	1.50	1.50	32.430	0.0240	0.7783	
34	81-09-24	1.55	1.55	44.440	0.0160	0.7110	
35	82-03-25	1.53	1.53	38.290	0.0200	0.7656	
36	82-07-14	1.66	1.66	44.524	0.0074		0.3295
37	82-08-10	2.20	2.20	107.005	0.0425		4.5477
38	83-08-06	2.02	2.02	85.850	0.1170	10.0445	
39	83-11-24	2.09	2.09	57.060	0.0140		0.7988
40	84-02-04	1.55	1.55	37.160	0.0360	1.3378	
41	84-03-03	1.74	1.74	32.800	0.0820	3.2773	
42	04-04-10	1.00	1.00	45.500	0.0000	2.9740	
43	84-04-16	1.69	1.69	49.580	0.0740	3.6689	
44	04-06-26	1.66	1.66	45.150	0.0400	1.8260	
45	84-09-11	1.72	1.72	50.292	0.0360	1.8141	
46	84-11-25	1.64	1.64	57.076	0.0370	2.1452	
47	05-04-09	1.57	1.57	30.014	0.0200	0.6003	
48	85-06-06	1.96	1.96	69.433	0.0400	2.7773	
49	85-08-10	2.09	2.09	84.668	0.0800	6.7734	
50	87-06-21	1.51	1.51	45.553	0.2260	10.5210	
51	87-10-07	1.88	1.88	60.280	0.3100	18.6880	
52	87-10-06	1.76	1.76	60.260	1.2660		77.4944
53	88-03-26	1.80	1.80	35.608	0.0740	2.6360	
54	90-06-23	2.08	2.08	70.150	0.2422	16.4072	
55	13-03-05	---	---	105.171	0.0720	8.0682	
56	13-03-06	---	---	73.735	0.0520	3.8342	
57	13-03-07	---	---	62.509	0.0432	2.7088	
58	13-03-07	---	---	64.147	0.0436	2.7656	
59	14-12-19	0.37	0.37	19.898	0.0200	0.3972	
60	15-01-05	0.63	0.63	35.186	0.0185	0.7076	
61	15-01-22	0.84	0.84	69.041	0.2758	17.9412	
62	15-02-02	1.20	1.22	61.239	0.5123	41.6160	
63	15-02-10	0.82	0.82	30.288	0.0224	0.6778	
64	15-03-03	0.50	0.50	28.226	0.0295	0.8326	
65	15-03-22	0.74	0.74	43.694	0.0538	2.3495	
66	15-04-06	0.77	0.76	51.633	0.0443	2.2864	
67	15-04-23	0.96	0.98	69.997	0.4451	31.1553	
68	15-05-03	0.74	0.74	36.170	0.0201	1.0220	
69	15-06-22	0.98	0.97	61.326	0.0962	5.9011	
70	15-06-06	1.70	1.70	123.461	1.3095	161.7371	
71	15-07-07	1.52	1.52	104.681	0.5204	54.4878	
72	15-07-22	2.20	2.63	210.295	0.5355	1795.2503	
73	15-08-01	1.44	1.44	100.181	0.0499	69.0120	
74	15-08-21	1.02	1.02	56.620	0.1174	6.6466	
75	15-09-04	1.01	1.01	55.621	0.0728	4.0722	
76	15-09-19	0.69	0.69	31.251	0.0328	1.0250	
77	15-10-09	1.10	1.10	70.646	0.1150	8.1236	
78	15-10-20	0.00	0.00	40.100	0.0422	2.0527	
79	18-11-03	0.48	0.48	30.814	0.0101	0.3089	
80	15-11-19	0.60	0.60	70.702	0.0190	0.6643	
81	15-12-01	0.66	0.66	28.252	0.0353	0.9968	
82	15-12-16	1.04	1.04	55.955	1.2792		71.5785
83	16-01-03	0.63	0.63	33.575	0.0307	1.0112	
84	16-01-21	0.34	0.34	15.196	0.0167	0.2530	
85	16-02-01	0.13	0.13	12.937	0.0069	0.0899	
86	19-02-19	1.00	1.00	66.606	0.0421	2.8035	
87	16-03-02	1.14	1.14	88.902	0.2059	17.8941	
88	19-12-11	0.50	0.50	24.206	0.0176	0.4266	

Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°14: Resultados de la estación Cosanga aj Quijos

INAMHI INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS		REGISTRO DE ACOROS DE GASTO SÓLIDO					
ESTACION: COSANGA A. J. QUIJOS		H 0731					
CODIGO:	FECHA:	LECTURAS LIMBIMÉTRICAS		CAUDAL	CONCENT.	GASTO S.	ALUMIN. DIBUJO
Nº		INICIAL (mm)	FINAL (mm)	m³/s	kg/m³	kg	
1	74-05-10	1.04	1.04	30.230	0.0340	1.2349	
2	74-17-18	1.33	1.33	28.880	0.0460	2.8837	
3	75-01-05	0.00	0.00	21.230	0.0570	1.0508	
4	75-05-07	0.48	0.48	100.000	0.0500	0.0500	
5	75-05-17	2.17	2.17	120.800	0.0150	0.0150	
6	75-11-07	1.03	1.03	44.130	0.0510	0.0510	
7	75-11-20	1.20	1.20	30.800	0.1070	0.0570	
8	75-01-00	1.19	1.19	19.700	0.0100	0.0100	
9	75-05-17	1.02	1.02	21.000	0.0000	0.0000	
10	75-05-25	1.05	1.05	10.000	0.0000	1.0573	
11	75-05-10	3.81	3.81	74.070	0.0300	70.1844	
12	75-05-19	1.02	1.02	70.000	0.1000	0.1000	
13	75-08-10	1.73	1.73	82.700	0.1710	0.0771	
14	75-08-10	1.05	1.05	21.200	0.1000	10.0000	
15	75-11-04	1.04	1.04	34.700	0.0400	1.0400	
16	77-03-21	3.70	3.70	00.400	0.4110	40.8781	
17	77-04-27	1.88	1.88	33.870	0.0410	1.7888	
18	77-04-28	1.84	1.84	33.400	0.0440	2.3483	
19	77-07-10	1.01	1.01	48.140	0.0500	2.5500	
20	77-07-14	0.75	0.75	85.000	0.0700	0.0700	
21	77-05-17	0.05	0.05	87.400	0.0500	10.3104	
22	77-05-28	1.02	1.02	10.000	0.0000	0.0000	
23	77-11-10	1.02	1.02	10.000	0.0000	0.1116	7.0004
24	78-01-17	1.20	1.20	34.000	0.0410	1.0501	
25	78-01-22	1.00	1.00	10.000	0.0000	0.0000	
26	78-04-11	1.73	1.73	83.800	0.0000	3.0314	
27	78-04-11	1.50	1.50	81.870	0.0000	6.3827	
28	78-04-11	1.00	1.00	30.000	0.0000	1.0000	
29	78-04-10	1.00	1.00	100.100	0.0100	11.0000	
30	78-11-10	1.10	1.10	30.000	0.0100	0.0100	
31	78-01-10	0.80	0.80	8.000	0.0000	0.0000	
32	78-02-27	1.83	1.83	18.800	0.0000	0.818	0.1000
33	78-08-14	1.84	1.84	31.700	0.0000	1.8888	
34	78-08-18	1.01	1.01	37.700	0.0000	1.0000	
35	78-08-17	1.00	1.00	35.500	0.0110	0.0000	
36	80-03-20	1.00	1.00	33.100	0.0000	0.0000	
37	80-07-01	1.00	1.00	81.070	0.0000	0.0000	
38	80-11-20	1.00	1.00	21.000	0.0000	1.1000	
39	80-02-12	1.07	1.07	20.100	0.0000	0.0000	
40	80-05-20	1.83	1.83	32.000	0.0000	0.0000	
41	80-03-10	1.00	1.00	10.000	0.0000	0.0000	
42	80-03-10	1.00	1.00	10.000	0.0000	0.0000	
43	80-03-10	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
44	80-03-10	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
45	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
46	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
47	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
48	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
49	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
50	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
51	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
52	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
53	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
54	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
55	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
56	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
57	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
58	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
59	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
60	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
61	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
62	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
63	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
64	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
65	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
66	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
67	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
68	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
69	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
70	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
71	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
72	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
73	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
74	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
75	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
76	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
77	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
78	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
79	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
80	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
81	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
82	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
83	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
84	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
85	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
86	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
87	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
88	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
89	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
90	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
91	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
92	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
93	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
94	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
95	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
96	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
97	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
98	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
99	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
100	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
101	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
102	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
103	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
104	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
105	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
106	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
107	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
108	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
109	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
110	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
111	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
112	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
113	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
114	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
115	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
116	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
117	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
118	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
119	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
120	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
121	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
122	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
123	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
124	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
125	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
126	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
127	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
128	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
129	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
130	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
131	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
132	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
133	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
134	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
135	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
136	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	
137	80-03-20	1.00	1.00	10.000	0.0000	1.1000	

Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°15: Resultados de laboratorio estación Quijos aj Borja

N°	FECHA CAMPO	LECTURAS LIMNIMÉTRICAS		CAUDAL m³/s	CONCENT. Kg/m³	GASTO S. Kg/s	AFOROS EURO305
		INICIAL (m)	FINAL (m)				
1	78-05-08	1.55	1.55	103.910	0.0813	8.8217	
2	78-05-14	1.30	1.30	04.909	0.2103	10.3014	
3	78-05-24	2.43	2.43	395.550	2.0173	804.0972	
4	78-11-10	1.53	1.53	81.669	0.0643	5.2283	
5	79-01-20	0.69	0.69	20.560	0.0633		1.7065
6	79-03-08	0.63	0.63	19.000	0.1043		1.9760
7	79-03-20	1.02	1.02	21.813	0.0532	1.1179	
8	79-05-10	1.30	1.30	76.366	0.0773	5.8797	
9	79-07-17	1.59	1.59	119.030	0.5543	86.9428	
10	79-08-00	1.43	1.43	01.100	0.1093	0.0399	
11	79-09-17	1.23	1.24	60.320	0.0503	3.0643	
12	80-03-17	1.56	1.56	103.400	0.1513	16.3620	
13	80-07-11	1.52	1.52	107.020	0.0373	3.9597	
14	80-10-08	1.39	1.39	80.780	0.0753	6.2823	
15	01-03-11	1.30	1.30	00.420	0.0593	4.0303	
16	01-04-20	1.18	1.18	64.840	0.1163	7.5177	
17	01-09-23	1.23	1.23	60.660	0.0163	0.9099	
18	02-03-19	1.01	1.01	30.230	0.0603	2.2023	
19	02-07-16	1.52	1.52	102.205	0.0204	2.0853	
20	02-08-10	1.62	1.62	114.037	0.0563	6.3213	
21	03-02-21	0.95	0.95	41.417	0.0623	2.5673	
22	03-11-21	1.46	1.46	96.780	0.0263	2.5183	
23	04-02-04	1.37	1.37	70.170	0.1323	10.4504	
24	04-03-01	2.18	2.18	247.020	1.8163	480.1863	
25	04-05-26	1.51	1.51	103.830	0.0483	4.8298	
26	04-09-05	1.15	1.15	62.227	0.0283	2.2432	
27	04-09-26	1.44	1.44	93.209	0.0603	5.5923	
28	05-04-04	1.00	1.00	41.130	0.1903		7.5140
29	05-04-15	0.95	0.95	30.706	0.0203	0.7941	
30	05-06-05	1.48	1.48	79.987	0.0303	2.3990	
31	05-06-25	1.52	1.52	106.204	0.0303	3.1879	
32	05-09-22	1.30	1.30	73.855	0.1063	7.8324	
33	07-10-10	1.30	1.30	70.695	0.0423	3.3650	
34	08-03-24	1.15	1.15	62.235	0.0453	2.6038	
35	08-07-15	1.67	1.67	154.370	0.0553	8.4938	
36	08-09-10	1.17	1.17	66.518	0.0593	4.1010	
37	08-03-10	1.05	1.05	62.753	0.0293	1.8195	
38	09-04-14	1.08	1.08	69.739	0.0453	2.8883	
39	08-06-14	1.69	1.69	78.966	0.1253	9.8953	
40	08-09-26	1.24	1.24	75.153	0.0863	6.6666	
41	08-03-00	2.30	2.30	313.061	1.3033	400.0312	
42	09-05-21	1.56	1.56	173.940	0.0603	11.4500	
43	01-01-25	1.06	1.06	61.025	0.0523	3.1728	
44	01-03-01	1.34	1.34	66.739	0.0323	2.0394	
45	01-04-05	1.13	1.13	66.435	0.0403	2.6678	
46	01-05-09	1.10	1.10	67.806	0.0233	1.5025	
47	08-10-21	1.05	1.05	91.633	0.0543	4.9757	
48	08-11-27	0.91	0.91	66.375	0.0273	1.8822	
49	08-01-13	1.68	1.68	228.228	0.4366	99.4151	
50	09-02-23	0.94	0.94	65.949	0.0105	1.1079	
51	09-03-25	0.87	0.87	64.456	0.0205	1.3218	
52	09-09-20	0.99	0.99	70.709	0.0302	2.0437	
53	09-10-05	0.85	0.85	56.475	0.0137	0.6011	
54	09-09-11	0.47	0.47	26.700	0.0139	0.2647	
55	08-12-19	1.39	1.45	117.837	3.6573		450.5299
56	10-01-22	0.50	0.50	26.417	0.0877	0.2326	
57	10-02-27	0.68	0.68	42.203	0.0103	0.7042	
58	11-02-25	0.94	0.95	54.549	0.0417	2.2747	
59	11-05-04			36.696	0.0167	0.6133	
60	11-06-10	1.30	1.37	134.091	0.0973	13.1054	
61	11-08-09	1.05	1.05	62.842	0.0236	1.8978	
62	11-10-11	0.74	0.74	46.653	0.0603	0.4673	
63	11-11-09	0.78	0.78	47.194	0.0549	2.5793	
64	11-12-08			123.084	0.1519	18.2408	
65	12-01-17	1.22	1.22	111.092	0.1303	14.5500	
66	12-02-15	0.68	0.68	50.695	0.0603	4.0043	
67	12-03-15	1.73	1.73	133.239	0.0883	10.8509	
68	12-03-14	1.20	1.20	112.000	0.0373	4.1479	
69	12-04-12	1.00	1.00	75.296	0.1544	11.6541	
70	12-05-19	1.32	1.33	122.094	0.0643	7.9121	
71	12-06-14	1.02	1.01	60.675	0.0269	2.3043	
72	12-09-06	0.96	0.96	66.264	0.0105	0.6853	
73	12-10-00	1.14	1.13	105.552	0.0685	7.2234	
74	12-11-07	0.65	0.65	42.069	0.0077	0.3231	
75	12-12-06	0.39	0.39	26.089	0.0105	0.2611	

Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°16: Resultados de laboratorio estación coca en codo en Sinclair



**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS**

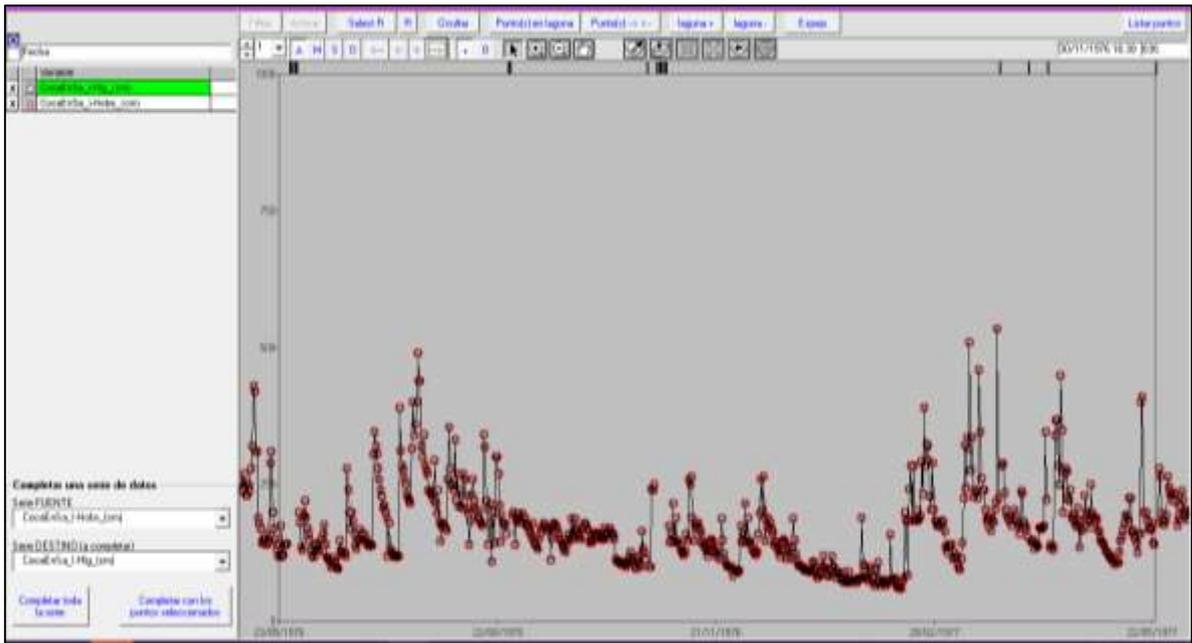
REGISTRO DE AFOROS DE GASTO SOLIDO

CODIGO : H-0735
ESTACION: COCA EN CODO SINCLAIR
CUENCA : NAPO

N°	FECHA CAMPO	LECTURAS LIMNIMETRICAS		CAUDAL m ³ /s	CONCENT. Kg/m ³	GASTO S. Kg/s	AFOROS DUDOSOS
		INICIAL (m)	FINAL (m)				
1	80-03-01	---	---	430.100	0.5290	227.5229	
2	80-03-29	2.60	2.60	755.720	0.5420	409.6002	
3	80-03-30	2.78	2.78	889.050	1.2500	1111.3125	
4	80-03-31	2.38	2.38	634.760	1.0730	681.0975	
5	80-06-12	2.66	2.66	847.220	0.5300	449.0266	
6	80-06-13	2.29	2.29	617.930	0.6560	405.3621	
7	80-06-14	2.51	2.51	757.610	0.7050	534.1151	
8	80-06-15	2.16	2.16	504.620	0.3250	164.0015	
9	80-06-16	2.29	2.29	591.510	0.2140	126.5831	
10	80-09-16	1.68	1.68	316.050	0.1280	40.4544	
11	80-09-07	1.17	1.17	351.980	0.1510	53.1490	
12	80-09-08	1.50	1.50	258.390	0.1170	30.2316	
13	80-09-09	1.56	1.56	279.800	0.0700	19.5860	
14	80-12-18	0.92	0.92	123.160	0.0460	5.6654	
15	80-12-18	0.90	0.90	118.750	0.0560	6.6500	
16	80-12-19	2.05	2.05	502.460	0.2610	131.1421	
17	80-12-19	1.06	1.06	154.650	1.0990		169.9604
18	81-05-03	1.36	1.36	213.530	0.0220	4.6977	
19	82-03-01	1.29	1.29	291.740	0.1560	45.5114	
20	82-04-01	1.28	1.28	288.780	0.2100	60.6438	
21	82-09-30	1.26	1.26	280.120	0.1100	30.8132	
22	83-03-02	1.83	1.75	689.478	0.5001	344.8079	
23	83-03-02	1.29	1.29	373.620	0.3830	143.0965	
24	83-03-03	1.37	1.37	406.400	0.2130	86.5632	
25	83-12-19	1.10	1.10	303.750	0.1531	46.5041	
26	84-04-17	1.67	1.67	556.650	0.0610		33.9557
27	84-04-08	1.24	1.24	351.970	0.2680	94.3280	
28	84-07-09	1.21	1.21	323.550	0.1310	42.3851	
29	84-09-20	1.06	1.06	270.992	0.0440	11.9236	
30	84-09-20	1.08	1.08	279.388	0.1980	55.3188	
31	84-09-20	1.06	1.06	274.009	0.2000	54.8018	
32	84-10-24	1.10	1.10	272.588	0.0040		1.0904
33	84-10-26	1.25	1.25	374.504	2.9800		1116.0219
34	85-08-07	1.31	1.31	384.044	0.0300		11.5213
35	88-04-29	0.70	0.70	379.526	0.1730	65.6580	
36	88-08-13	0.37	0.37	211.728	0.3610	76.4338	
37	88-08-14	0.41	0.41	215.993	0.2600	56.1582	
38	88-08-15	0.40	0.40	271.500	0.0930	25.2495	
39	88-08-16	0.55	0.55	305.142	0.7770	237.0953	
40	89-03-06	0.33	0.33	282.008	0.6200	174.8450	
41	89-04-17	0.96	0.96	192.427	1.9470		374.6554
42	90-03-14	1.62	1.62	588.802	1.1930	702.4408	
43	90-03-14	1.71	1.71	616.628	1.2080	744.8866	
44	90-11-01	1.10	1.10	203.237	0.4470		90.8469

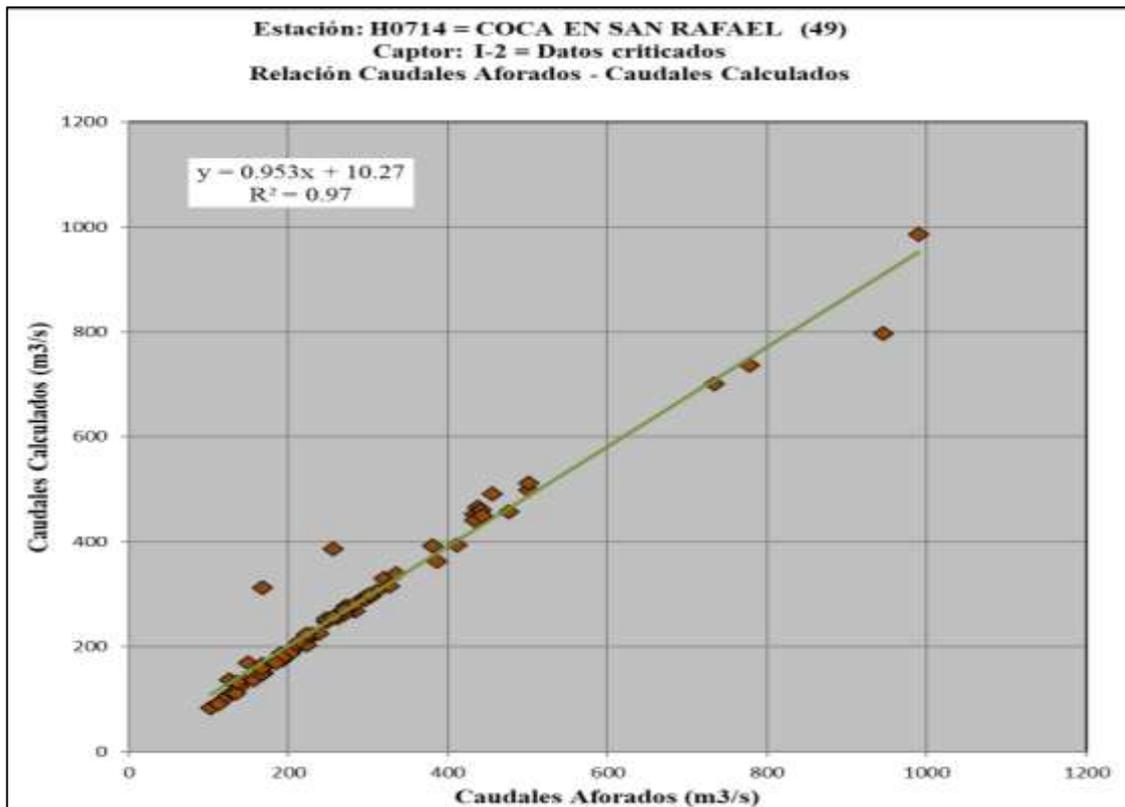
Fuente: INAMHI (2020)

Figura N°17: Limpieza de datos de aforos en Hydraccess (Cormul)



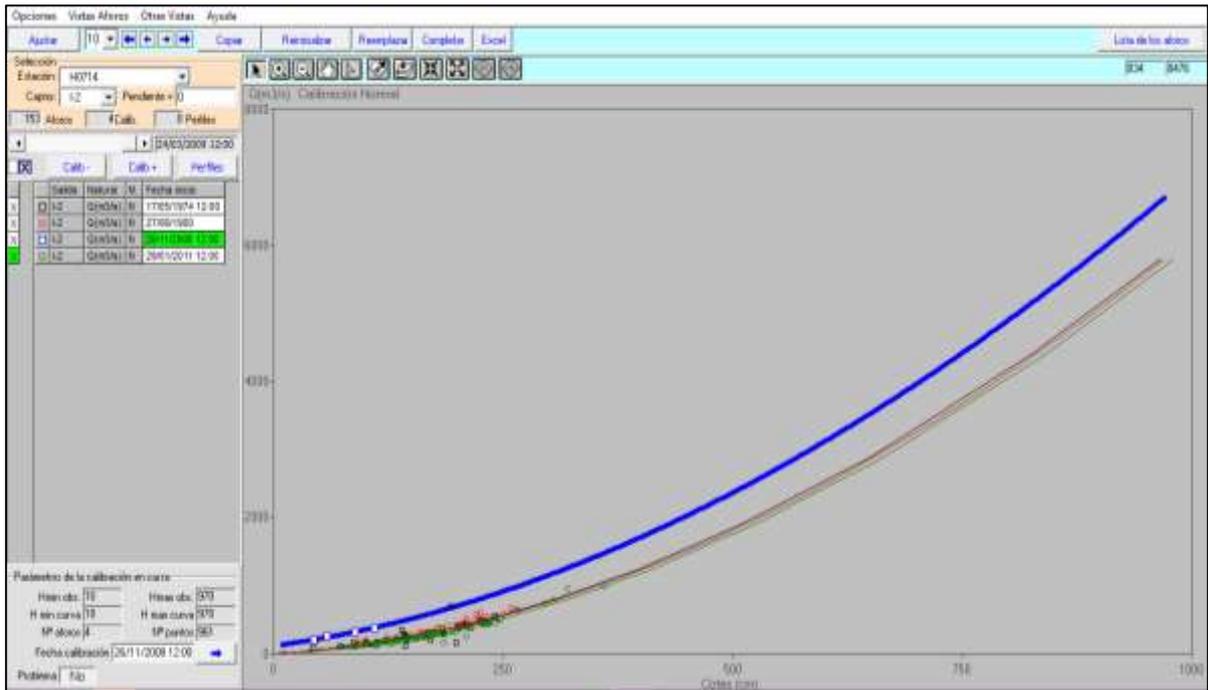
Elaborado por: Espejo G; Maliza J. (2020)

Figura N°18: Actualización de datos de Aforo (Relación caudales aforados – caudales calculados)



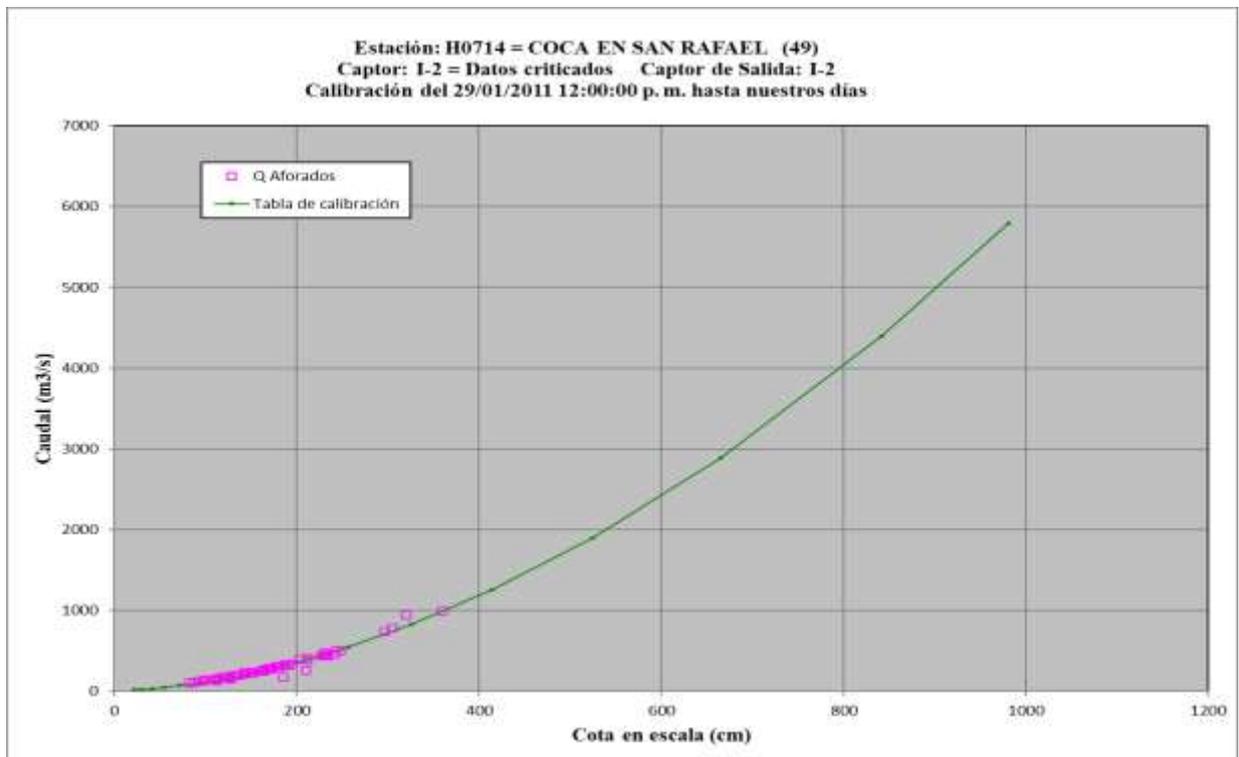
Elaborado por: Espejo G; Maliza J. (2020)

Figura N°19: Calibración de curvas de descarga



Elaborado por: Espejo G; Maliza J. (2020)

Figura N°20: Curva Calibrada



Elaborado por: Espejo G; Maliza J. (2020)