



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

TESIS

**“IDENTIFICACIÓN DE METALES PESADOS Y TIPO DE
VEGETACIÓN EN EL SUELO ALUVIAL CON INFLUENCIA A LA
CONCESIÓN PARA LA CONSERVACIÓN CUENCA ALTA DEL
RÍO ITAYA - UCP (VÉRTICE 02), 2017”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR : Br. ALEJANDRO RIOS PANDURO

**ASESOR : Blgo. PEDRO MARCELINO ADRIANZÉN JULCA
M.Sc.**

San Juan Bautista – Maynas – Loreto – Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios: *Por ser la mayor fortaleza en el momento de las dificultades y la luz que alumbra nuestras vidas; júbilo en las penas, ternura en los momentos de soledad, paciencia en la incertidumbre y curación para las heridas del alma.*

A mi madre: *Por ser la persona que más amo en este mundo, que con la gracia de Dios me dio la vida, su amor, confianza y apoyo incondicional estando siempre a mi lado en los momentos que más necesite de ella y con su solo esfuerzo hizo posible que pudiera alcanzar uno de los objetivos más importantes que toda persona pudiese anhelar.*

Al gobierno peruano: *Que por medio de PRONABEC, me permitió seguir los estudios superiores en la Universidad Científica del Perú y formarme como un buen profesional para el bienestar de la sociedad.*

A mis Amigos: *Quienes en los buenos y malos momentos siempre estuvieron conmigo brindándome todo su apoyo incondicional.*

Por Alejandro Rios Panduro.

AGRADECIMIENTO

Al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo (PRONABEC) que a través del Programa de Beca 18 me brindó la oportunidad de seguir superándome profesionalmente, permitiéndome estudiar en la casa de estudio de la Universidad Científica del Perú, donde culmine mi carrera profesional de manera satisfactoria.

A la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, por la formación académica y profesional recibida en sus aulas.

El agradecimiento especial al Blgo. Pedro Marcelino Adrianzén Julca *Mg.Sc* por su asesoramiento, por la paciencia, por las enseñanzas brindadas y conocimiento compartido, la dedicación y el tiempo brindado a este trabajo y por ser un profesional que viene contribuyendo a la generación de conocimientos en diversas áreas de la ciencia.

Mi más cordial y humilde agradecimiento, a todas aquellas personas que contribuyeron e hicieron posible el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación.



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

FACULTAD
CIENCIAS E
INGENIERÍA

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Con Resoluciones Decanales N°139-2017-UCP-FCEI y N°065-2019-UCP-FCEI, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación de Tesis a los Señores:

- | | |
|---|------------|
| • Mblgo. Álvaro Benjamín Tresierra Ayala, Dr. | Presidente |
| • Ing. Gilberto D'Azebedo García, Dr. | Miembro |
| • Q. F. Frank Romel León Vargas, M. Sc. | Miembro |

En la ciudad de Iquitos, siendo las 10:00 horas del día martes 23 de julio de 2019, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"IDENTIFICACIÓN DE METALES PESADOS Y TIPO DE VEGETACIÓN EN EL SUELO ALUVIAL CON INFLUENCIA A LA CONCESIÓN PARA CONSERVACIÓN CUENCA ALTA RÍO ITAYA-UCP (VÉRTICE 02), 2017"**

Presentada por el sustentante:

ALEJANDRO RIOS PANDURO

Asesor (es): **Blgo. Pedro Marcelino Adrianzen Julca, M. Sc.**

Como requisito para optar al título profesional de: **Ingeniero Ambiental**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: ABSUELTAS

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La Sustentación es: APROBADO POR UNANIMIDAD.

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 - 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 - 15
	Desaprobado (a)	: 00 - 12

Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5. San Juan Bautista

Teléf. (065) 261092 - 261088

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 23 de Julio a las 10 horas de 2019.



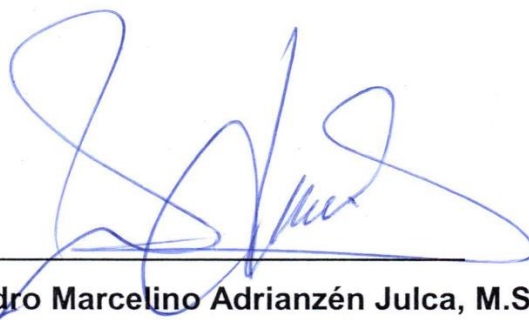
Mblgo. Álvaro Benjamín Tresierra Ayala, Dr.
PRESIDENTE DEL JURADO



Ing. Gilberto D'Azevedo García, Dr.
MIEMBRO DEL JURADO



Q. F. Frank Romel León Vargas, M.Sc
MIEMBRO DEL JURADO



Blgo. Pedro Marcelino Adrianzén Julca, M.Sc
ASESOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS	PAG.
➤ DEDICATORIA	i
➤ AGRADECIMIENTO	ii
➤ ACTA DE SUSTENTACIÓN	iii
➤ APROBACIÓN	iv
➤ ÍNDICE CUADROS	vii
➤ ÍNDICE GRÁFICOS	viii
➤ ÍNDICE ANEXOS	ix
➤ RESUMEN	x
➤ ABSTRACT	xi
 CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	 12
 CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	 14
2.1. Tipo y Diseño de la Investigación	14
2.1.1. Tipo de investigación	14
2.1.2. Diseño de la investigación	14
2.2. Población y Muestra	14
2.2.1. Población	14
2.2.2. Muestra	14
2.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos	14
2.3.1. Área de estudio	14
2.3.2. Procedimiento e Instrumentos	16
2.3.3. Procesamiento de la Información	25
 CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 26
3.1. Resultados	26
3.1.1. Identificación y evaluación de la concentración de metales pesados existentes en vegetación y suelo aluvial con influencia en la concesión para conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – UCP (Vértice 02), 2017	26

3.1.2. Identificación y cuantificación de las especies vegetales existentes en el suelo aluvial con influencia a la concesión para conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – UCP (Vértice 02), 2017	29
3.2. Discusión	31
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
4.1. Conclusiones	36
4.2. Recomendaciones	37
CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
CAPÍTULO VI: ANEXOS	43

ÍNDICE CUADROS

N.º	TÍTULO	Pág.
01	Vértices y coordenadas U.T.M del Área de Concesión – C.C.C.A.R.I.	15
02	Número mínimo para puntos de muestreo por área (Ha).	16
03	Coordenadas U.T.M. del suelo aluvial para muestreo.	18
04	Valor de la concentración de metal pesado (Cd, Pb, Cr y Hg) presente en las muestras de Suelo Aluvial.	27
05	Identificación de especies vegetales presentes en el Suelo Aluvial de estudio.	30

ÍNDICE GRÁFICOS

Nº	TÍTULO	Pág.
01	Croquis ayuda de localización para los puntos de muestreo en el área de excavación irregular	18
02	Sistema de muestreo de combinado en “X” con los cuadrantes de muestreo distribuidos en cada sector.	20
03	Dimensiones de la submuestra después de ser dividida de sus bordes.	21
04	Formato de etiqueta empleado en el muestreo para la identificación de las muestras.	22
05	Modelado 2D de la dispersión de cadmio en los puntos de muestreo ubicados en el Suelo Aluvial de estudio.	28
06	Modelado 3D con representación de diagrama de barras de la concentración de cadmio en los puntos de muestreo.	29

ÍNDICE ANEXOS

Nº	TÍTULO	Pág.
01	Mapa del área concesionada, comprende 17 vértices con coordenadas establecidas en U.T.M.	43
02	Mapa de ubicación del suelo aluvial para muestreo, considerada desde la orilla del río hasta los límites con la vegetación con coordenadas establecidas en U.T.M.	44
03	Fotografía del suelo aluvial con influencia a la Concesión para Conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – C.C.C.A.R.I. – Universidad Científica del Perú con los puntos de muestreo (PM) identificados de manera superpuesta.	45
04	Modelado 3D superpuesta de la concentración de cadmio en la imagen del suelo aluvial con los puntos de muestreo (PM) identificados.	45
05	Valores actualizados del ECA para Suelo del Perú.	46
06	Imagen satelital con modelado 2D de la dispersión de cadmio en Suelo Aluvial de estudio y modelado 3D con barras para distinguir el nivel de concentración de cadmio en los puntos de muestreo dentro del suelo aluvial.	47
07	Resultados de análisis de suelo, realizado a las 05 muestras de suelo aluvial.	48
08	Resultados de análisis de plantas, realizado a las 03 muestras conformado en grupos por sector.	49
09	Resultados de identificación de plantas.	50
10	Ficha técnica del Espectrofotómetro Spectro UV-VIS modelo UV-2650	51

RESUMEN

La contaminación del suelo por metales pesados tiene un papel fundamental dentro de la calidad ambiental, debido a su toxicidad y persistencia en ella, lo cual conlleva a la necesidad de poseer información sobre el suelo aluvial por el mismo hecho que estos tiene contacto con los cuerpos de agua e incidencia en la cadena trófica del lugar. Los objetivos fueron identificar y evaluar la concentración de metales pesados en el suelo aluvial, e identificar y cuantificar las especies vegetales dentro del suelo aluvial. El trabajo de investigación se realizó en suelo aluvial con influencia al C.C.C.A.R.I. (vértice 02), donde se aplicó el sistema de muestreo de combinado “X” para realizar el croquis de los puntos de muestreo en el suelo aluvial, tras haber extraído las muestras, estas fueron analizadas en el laboratorio de Ingeniería Química de la UNAP. Las muestras vegetales fueron extraídas de manera subjetiva e identificadas en el Herbarium Amazonense – AMAZ. Los resultados indicaron que, en las muestras de suelo aluvial, se encontró cadmio con valores de 0.05, 0.04, 0.035, 0.02 y 0 mg/kg de suelo y se identificó a 03 especies vegetales, *Inga marginata Willd* (vegetación arbórea), *Dichromena cariciformis (Nees) J. Macbride* (sotobosque) y *Cecropia ficifolia Warb. ex Snethl* (sotobosque).

En conclusión, se determinó que el suelo aluvial con influencia al C.C.C.A.R.I. (vértice 02), posee presencia de cadmio en baja proporción no excediendo ningún ECA suelo vigente y que las muestras vegetales identificadas en el suelo aluvial, no se encuentran influenciadas por el metal pesado, descartando contaminación en la cadena trófica y brindando información de línea base para futuros monitoreos en el área de concesión.

Palabras Claves: Cadena trófica, cadmio, metales pesados, suelo aluvial, toxicidad.

ABSTRACT

The contamination of the soil by heavy metals has a fundamental role in the environmental quality, due to its toxicity and persistence in it, which leads to the need to have information about the alluvial soil by the same fact that these have contact with the bodies of water and incidence in the trophic chain of the place. The objectives were to identify and evaluate the concentration of heavy metals in the alluvial soil, and to identify and quantify the plant species within the alluvial soil. The research work was carried out in alluvial soil with influence to C.C.C.A.R.I. (vertex 02), where the "X" combined sampling system was applied to sketch the sampling points in the alluvial soil, after having extracted the samples, they were analyzed in the Chemical Engineering laboratory of the UNAP. The plant samples were extracted subjectively and identified in the Herbarium Amazonense - AMAZ. The results indicated that, in alluvial soil samples, cadmium with values of 0.05, 0.04, 0.035, 0.02 and 0 mg/kg of soil was found and 03 plant species were identified, *Inga marginata Willd* (arboreal vegetation), *Dichromena cariciformis (Nees) J. Macbride* (underbrush) and *Cecropia ficifolia Warb. ex Snethl* (underbrush).

In conclusion, it was determined that the alluvial soil with influence to the C.C.C.A.R.I. (vertex 02), has a low cadmium presence and does not exceed any current soil ECA and that plant samples identified in the alluvial soil are not influenced by the heavy metal, discarding contamination in the trophic chain and providing baseline information for future monitoring in the concession area.

Key Words: Trophic chain, cadmium, heavy metals, alluvial soil, toxicity.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los metales pesados alcanzan los sistemas acuáticos y terrestres por procesos naturales o por rango de actividades humanas, la elevada concentración de estos metales es potencialmente peligrosa para la salud humana y el medio ambiente a causa de su toxicidad y persistencia (1). Con frecuencia, estos metales proceden de fuentes antropogénicas emitidas por los diferentes desechos que se da en la actividad diaria (doméstica, agrícola, industrial y entre otros) (2). Bajo esta circunstancia, los sedimentos, son uno de los principales reservorios de estos elementos y actúan como recursos secundarios de contaminación en el medio ambiente acuático por su contacto directo con ellos (3).

Bajo influencia antrópica, los metales pesados, pueden presentar concentraciones relativamente elevadas lo cual dependerá del tamaño de las partículas y la cantidad de materia orgánica sedimentaria existente en el suelo, alterando el equilibrio ecológico y biogeoquímico del ecosistema (4). Así mismo, los ríos constituyen una de las principales vías de transporte (5) de metales (6) a las vías costeras o suelos aluviales. Debido a la gran afinidad que tienen estos elementos para ser transportados en el material suspendido (7), también son arrastrados desde suelos altos (área concesionada hacia río Itaya) por la escorrentía superficial ocasionada tras las constantes lluvias (8), proporcionando consecuencias ecológicas por la distribución de los sedimentos en su recorrido relacionadas con la movilidad y transporte del metal en el perfil del suelo (9). Esta dinámica se describe mediante procesos de adsorción y desorción que dependen de la forma química del metal y están controlados por factores físicos, químicos y biológicos del suelo, que juegan un papel muy importante en la solubilidad del elemento, tales como el pH, la presencia de ligandos orgánicos e inorgánicos producto de la descomposición de la materia orgánica, presencia de fosfatos, así como también del contenido y tipo de arcilla presente en el mismo (10).

Por consiguiente, es necesario la identificación de especies vegetales en el suelo aluvial debido a la posibilidad de existencia de ciertos especímenes con

capacidad biorremediadora hacia diversos metales como Cd, Cu, Zn, Pb, Cr y Hg (11) y es de suma importancia determinar la composición del suelo aluvial debido a que exista el riesgo de presencia de metales pesados, y que excedan los ECAs suelo vigentes, así como el cadmio por ejemplo, el cual es un metal pesado no esencial para el crecimiento de los seres vivos, tan solo con bajas concentraciones de este metal en el suelo constituyen un riesgo de toxicidad para plantas, animales y seres humanos (12); lo que conlleva, que los resultados de esta investigación brindan información preliminar de la zona de estudio, en un enfoque sobre la situación actual del recurso flora y suelo (suelo aluvial) con influencia en la zona concesionada a la UCP, que sirve de indicador para definir estrategias de conservación, para una mejor comprensión de las consecuencias de la dinámica interactiva existente entre la naturaleza y el hombre. A su vez, ofrece punto de partida para otros estudios de similares características y organizar información de línea base, para monitoreos futuros sobre las condiciones del área concesionada a la U.C.P., los suelos aluviales y áreas de influencia en época de vaciante o media vaciante.

Con base en lo expuesto, en este presente trabajo de investigación en el suelo aluvial con influencia a la Concesión para la Conservación de la Cuenca Alta del Río Itaya – C.C.C.A.R.I. (Vértice 02), se realizó la identificación de los metales pesados que lo componen, a su vez se evaluó la concentración de metal pesado que posee cada una de las muestras obtenidas, y de manera complementaria se efectuó la identificación y cuantificación de las especies vegetales encontradas en el suelo aluvial de muestreo.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y Diseño de la Investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Fue compartida con el tipo de investigación exploratoria y descriptiva.

2.1.2. Diseño de la investigación

El presente trabajo de Tesis tuvo un diseño no experimental – transversal o transeccional del tipo explorativo y descriptivo, en donde se describió las variables independientes (Fracciones del suelo aluvial con influencia al C.C.C.A.R.I. – UCP) y dependientes (metales pesados en el suelo aluvial y tipo de vegetación), donde se indagó y analizó su incidencia e interrelación en el momento dado de la investigación (13; 14).

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

Está representada por el suelo aluvial con influencia a la concesión para conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – UCP (Vértice 02) – 2017; con coordenadas UTM: 648252E y 9526224N.

2.2.2. Muestra

Porciones de cada fracción del suelo aluvial (05 muestras de suelo) y órganos vegetales (hoja, flor y fruto) de las plantas identificadas en los suelos aluviales (plantas diferentes).

2.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos

2.3.1. Área de estudio

2.3.1.1. Ubicación Geopolítica

El área de estudio se encuentra ubicada (geopolíticamente) en el sector occidental a Iquitos, región Loreto, provincia de Maynas, distrito de San Juan (Loreto, Perú), área del río Itaya (suelo aluvial) con influencia a la concesión para

conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – C.C.C.A.R.I. – Universidad Científica del Perú.

2.3.1.2. Memoria Descriptiva

La concesión para conservación tiene un área de 10,077.785 has, con 56,741.76 metros lineales y los bosques de este sector corresponden a bosques húmedos tropicales con precipitación que oscilan entre los 2500 a los 3000 mm anuales. El área concesionada comprende 17 vértices con coordenadas establecidas en U.T.M. (Cuadro N°01) y (Anexo N°01).

Cuadro N°01: Vértices y coordenadas U.T.M del Área de Concesión – C.C.C.A.R.I.

VÉRTICES	COORDENADAS	
	ESTE (E)	NORTE (N)
V1	649095	9526840
V2	648252	9526224
V3	647765	9527128
V4	643562	9527641
V5	643562	9537360
V6	638654	9539509
V7	640624	9542939
V8	646286	9540405
V9	644879	9537725
V10	648024	9536717
V11	647454	9535273
V12	650418	9533595
V13	653761	9531601
V14	654306	9528667
V15	652768	9528667
V16	652768	9527836
V17	649097	9527836

Fuente: Plan de Manejo de la Concesión para Conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” - C.C.C.A.R.I. (2012).

Se puede describir que contiene bosques del tipo primario, lo cual está conformado por diversos tipos de formaciones vegetales, en los cuales predominan los bosques de terraza alta y colina baja; la temperatura extrema del aire en el área presenta mínimas medias de 20 – 23°C y máximas medias entre 30 y 33°C. Las medias anuales oscilan en torno a los 27°C y las máximas absolutas en el área de estudio están cercanas a los 40°C (15).

2.3.2. Procedimiento e Instrumentos

2.3.2.1. Procedimiento para la Toma de Muestras de Suelos

2.3.2.1.1. Delimitación e Identificación del Suelo Aluvial y Puntos de Muestreo

El número mínimo de puntos de muestreo se determinó en función de cada área de potencial interés dentro del predio de estudio, lo cual abarca el número total de los puntos de muestreo (Cuadro N°02), tanto superficial (área de toma de muestras compuestas) como de profundidad.

Cuadro N°02: Número mínimo para puntos de muestreo por área (Ha).

Área de potencial interés (Ha)	Puntos de muestreo en total
0,1	4
0,5	6
1	9
2	15
3	19
4	21
5	23
10	30
15	33
20	36
25	38
30	40
40	42
50	44
100	50

Fuente: Guía para muestreo de suelos – MINAM (2014).

Nota: Para áreas superiores a las 100 hectáreas se deberá determinar el número mínimo de puntos de muestreo con la siguiente ecuación:

$$N = 0.1X + 40$$

Dónde:

N = Número mínimo de puntos de muestreo

X = Superficie en hectáreas

El número total de puntos de muestreo está distribuido entre puntos de muestreo superficiales y de profundidad. Dicha distribución está en función de las características del sitio, de la distribución supuesta de los contaminantes y de las rutas de exposición en estudio.

En base a esto, se identificó el suelo aluvial de estudio (suelo aluvial representativo); por cumplir con las características necesarias, tales como: por poseer mayor influencia al vértice 02 de la Concesión para Conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – C.C.C.A.R.I. y contar con un tamaño considerable para la distribución de los puntos de muestreo. Posteriormente se determinaron los 05 puntos de muestreo, 02 cercanos a la orilla, 01 medio y 02 entre playa-selva, siguiendo las indicaciones planteadas por la Guía de muestreo de suelos del MINAM (16). Se hizo un croquis ayuda de localización para los puntos de muestreo en el área de excavación irregular (Gráfico N°01).

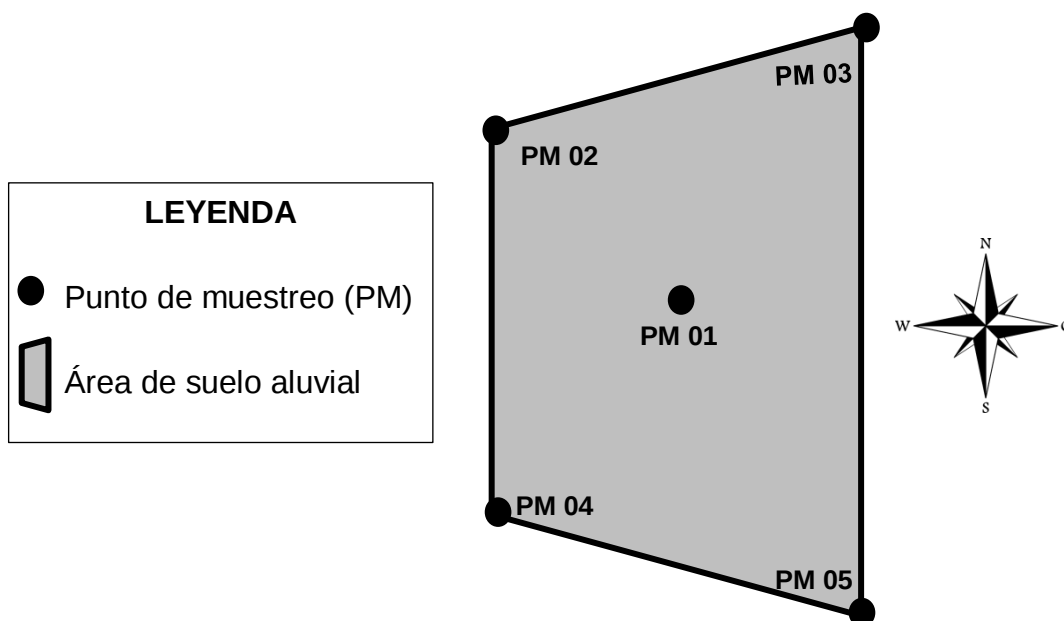


Gráfico N°01: Croquis ayuda de localización para los puntos de muestreo en el área de excavación irregular. Fuente: Guía de muestreo de suelos – Ministerio del Ambiente en áreas irregulares; Rios (2017).

El área de muestreo, se considera desde la orilla del río hasta los límites con la vegetación procedentes del bosque con influencia a la concesión y en cuanto a los puntos de muestreo, fueron debidamente georreferenciados con referencias geográfica establecidas en U.T.M. por ser un formato estandarizado a nivel mundial (Cuadro N°03) y (Anexo N°02).

Cuadro N°03: Coordenadas U.T.M. del Suelo Aluvial de muestreo.

	PUNTOS	COORDENADAS	
REFERENCIA	ETIQUETA	ESTE (E)	NORTE (N)
Vértice 2	---	648252	9526224
Muestra 1	PM 01	648286.6	9525933
Muestra 2	PM 02	648281.3	9525942
Muestra 3	PM 03	648292.8	9525938
Muestra 4	PM 04	648281.7	9525923
Muestra 5	PM 05	648288.4	9525922

Fuente: Rios (2017).

Cabe aclarar que la identificación de esta área como suelo aluvial se realizó utilizando la Referencia Mundial del Recurso Suelo (17) y Suelos Tropicales (18).

El suelo aluvial de estudio posee un área de 135 m² aproximadamente, con 25 metros lineales de largo en los inicios de la vegetación, 06 metros lineales de ancho en el área media del suelo aluvial de muestreo y 20 metros lineales de largo a orilla del río.

2.3.2.2. Herramientas y Materiales

CAMPO:

Para la toma de muestra en cada punto de muestreo se utilizó lo siguiente:

- Pala.
- Machete.
- Wincha de 05 mts Stanley 30-615.
- 05 Bolsas de polietileno denso.
- Balde.
- Etiquetas de identificación de muestras.
- Cinta adhesiva transparente.
- GPS Garmin Maps 64.
- Caja de cartón.
- Guantes de látex.
- Botas de jebe.
- Lapicero tinta seca.
- Cuaderno de apuntes.
- Cámara fotográfica Sony Compacta Wx500 Con Zoom Óptico De 30x.

GABINETE:

- Laptop HP Pavilion M6-1148CA.
- Software:
 - Microsoft Excel 2019.
 - Microsoft Word 2019.
 - ArcGis 10.2.2.

- Google Earth Pro.
- Surfer 10.
- USB Pendrive kingston datatraveler se8 16 gb.
- Impresora Multifuncional Epson L4150 Eco Tank Tinta a color.

2.3.2.3. Muestreo de Suelo Aluvial

Para ello se optó por usar el sistema de muestreo de combinado “X” (Gráfico N°02) (16), debido a que este método se adapta a la cantidad de muestras necesarias para el análisis ya que abarca todos los sectores preferentes a evaluar del área de muestreo (19). Una vez recorrida el área de estudio y visualizado su homogeneidad en relación al relieve del suelo, se determinó los puntos de muestreo (05 sectores): 02 en el área de los extremos del suelo aluvial cercano a la orilla del río, 01 en el área céntrica de la playa o suelo aluvial y 02 en el área de los extremos del suelo aluvial cercano a la selva o la cobertura vegetal existente (Anexo N°03).

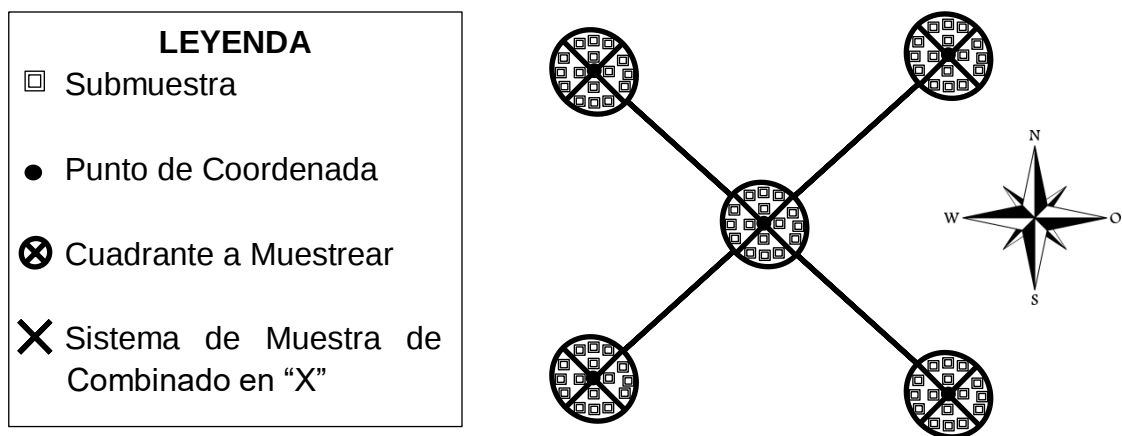
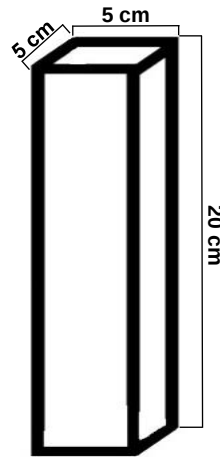


Gráfico N°02: Sistema de muestreo de combinado en “X” con los cuadrantes de muestreo distribuidos en cada sector. Fuente: Guía para el muestreo de Suelos – Ministerio del Ambiente; Rios (2017).

Luego se limpió la superficie del terreno elegido para las perforaciones, se determinaron los 04 cuadrantes de donde se extrajeron las submuestras correspondientes, para ellos se procedió a introducir la pala de manera que al perforar el suelo se haga un hoyo y este posea la forma de una “V”, para que así facilite la extracción de las láminas del suelo con 20 cm de profundidad y 05 cm

de grosor (04 submuestras por hoyo); en cada sector determinado para la extracción de las submuestras se realizó 04 hoyos en el suelo seco a temperatura ambiente, obteniendo la cantidad de 16 submuestras por cada sector, los cuales se depositaron en un recipiente (balde) tras eliminar los bordes de los extremos (Gráfico N°03).

- 20 cm de profundidad.
- 05 cm de grosor.
- 05 cm de ancho.



Gráfica 03: Dimensiones de la submuestra después de ser dividida de sus bordes. Fuente: Rios (2017).

La extracción de los bordes sirvió para evitar posible contaminación de las submuestras extraídas y así fueron colocadas dentro del balde receptor, en donde se realizó el mezclado de las 16 submuestras para la obtención de la muestra homogénea principal (mezcla de todas las submuestras extraídas del sector elegido). La muestra principal tuvo 01 kg de peso aproximadamente, la cual fue depositada en una bolsa de polietileno denso; de todo el suelo aluvial se obtuvieron 05 muestras principales, las cuales fueron depositadas correspondientemente en una caja de cartón para su debido transporte hasta el laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana - UNAP.

2.3.2.3.1. Etiquetado de las Muestras

Para la identificación de cada muestra principal se colocó una etiqueta con los siguientes datos: número o clave única de identificación, lugar del muestreo, nombre del proyecto, la fecha y hora del muestreo y nombre de la persona que tomó la muestra (Gráfico N°04).

N° de Muestra	
Nombre del propietario:	
Ubicación del muestreo:	
Fecha y hora de muestreo	

Gráfico N°04: Formato de etiqueta empleado en el muestreo para la identificación de las muestras. Fuente: Rios (2017).

2.3.2.3.2. Transporte, Entrega y Procesamiento de las Muestras de Suelos Aluviales

Todas las muestras principales se dispusieron en una caja de cartón, y fueron transportadas al laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – UNAP para su respectivo análisis químico. Al llegar al laboratorio se procedió a un secado en estufa a 200°C y de allí se extrajo 200 gr. de la muestra para realizar los análisis de identificación con los reactivos correspondientes y la cuantificación se realizó con el Método de Espectrofotometría VIS-UV (20; 21).

Se consideran como metales pesados a aquellos elementos cuya densidad es igual o superior a 05 g/cm³, cuando está en forma elemental; y en la tabla periódica son aquellos que tienen densidades mayores al del hierro y su número atómico es superior a 20, excluyendo a los metales alcalinos y alcalino-térreos (22), teniendo en claro lo antes mencionado se optó por tener como objetivo los siguientes metales pesados:

- Cadmio (Cd).
- Plomo (Pb).
- Cromo (Cr).
- Mercurio (Hg).

Todas las metodologías utilizadas se reportan en el Manual for Soil and Water Analysis (23), Procedimiento para la toma de muestras de suelos - Revista de Difusión de Tecnología Agrícola Pecuaria, Pesquera y Acuícola (24), entre otros referenciados en el contenido metodológico realizado.

2.3.2.4. Procedimiento para la Toma de Muestra Vegetal

2.3.2.4.1. Determinación de las Muestras

Luego se procedió a la observación de la cobertura vegetal existente en el área de estudio; según Matteucci y Colma, la dimensión mínima de la muestra se basa en el criterio del “espacio mínimo de la comunidad a muestrear” el cual se refiere a que para toda comunidad vegetal existe una superficie por debajo de la cual ella no puede expresarse como tal (25), siendo el caso de ser un área pequeña (menor de 01 ha) y de escasa cobertura vegetal; se consideró a extraer los especímenes de modo subjetivo en donde posean diferencias entre sí, ya que las especies vegetales suelen ser muy parecidas fenotípicamente.

2.3.2.4.2. Herramientas y Materiales

CAMPO:

- Papel periódico.
- Cuchillo de acero inoxidable.
- Guantes de látex.
- Botas de jebe.
- Tijeras.
- 06 Bolsas de polietileno denso.
- Etiquetas de identificación de muestras.
- Cinta adhesiva transparente.

GABINETE:

- Laptop HP Pavilion M6-1148CA.
- Software:
 - Microsoft Excel 2019.

- Microsoft Word 2019.
- USB Pendrive kingston datatraveler se8 16 gb.

2.3.2.4.3. Extracción de las Muestras Vegetales

Se extrajeron 02 muestras por individuo: 01 para identificación y 01 para análisis; las plantas identificadas subjetivamente fueron cortadas y extraídas, los vegetales destinados a identificación (06 muestras) fueron colocados en papel periódico de manera individual, dichas muestras biológicas extraídas poseen hoja, flor más no el fruto por ser plantas jóvenes. Los vegetales destinados a análisis (06 muestras) fueron colocadas en sus respectivas bolsas etiquetadas; en total se extrajo 02 grupos por cada borde superior (04 especímenes) y 02 en el área céntrica superior del suelo aluvial de estudio (áreas con cobertura vegetal notoria).

2.3.2.4.4. Transporte para Identificación y Análisis

Las muestras vegetales fueron trasladadas en papel periódico hacia el Herbarium Amazonense – AMAZ de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – UNAP, en donde se realizó la correspondiente identificación de los especímenes a nivel de familia, nombre científico y nombre común; cabe aclarar que la metodología usada para la extracción vegetal fue proporcionada de manera verbal por el Biólogo Richard Huaranga, complementada con el Manual de Métodos Básicos y Análisis en Ecología Vegetal (26) y la Guía de Inventario de la Flora y Vegetación (27).

En cuanto a las muestras para análisis de metales pesados, estas fueron trasladadas en bolsas de polietileno denso, debidamente etiquetadas hacia el laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – UNAP, en donde fueron agrupadas acorde al sector de extracción y obtener 03 muestras homogéneas principales para realizar los análisis respectivos, en el cual se realizó con el Método de Espectrofotometría VIS-UV (20; 21), previo secado e incineración de las muestras.

2.3.3. Procesamiento de la Información

Para el análisis de los datos se utilizó la estadística inferencial. La identificación de los especímenes vegetales se realizaron Herbarium Amazonense – AMAZ de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – UNAP, la misma que emitió una constancia que acredita la identidad de cada espécimen evaluado; en cuanto a la verificación de los puntos georreferenciados, se aplicó el programa Google Earth (28) y para mejorar verificación de la precisión, se realizó la comparación con el ArcGis 10.2 (29) utilizando la base de datos de la GeoData Base de Loreto (30).

El análisis de metales pesados, así como la identificación y cuantificación de estas en las 08 muestras: 05 muestras de suelo y 03 muestras vegetales fueron realizados en el laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – UNAP, haciendo uso del Método de Espectrofotometría UV-VIS (20; 21). La data se almaceno en la plataforma Microsoft Excel (31), donde se comparó con la normativa propuesta por los ECAs suelo del Perú (32).

Para distinguir mejor la visualización de la dispersión del metal pesado en el suelo aluvial muestreado, se realizó el modelamiento 2D y 3D correspondiente aplicando el programa SURFER 10 (33).

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Identificación y evaluación de la concentración de metales pesados existentes en vegetación y suelo aluvial con influencia en la concesión para conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – UCP (Vértice 02), 2017

De las 08 muestras extraídas del área de estudio, 03 correspondieron a especímenes vegetales; en estos no se detectó la presencia de metales pesados, como Pb, Hg, Cd y Cr, tal como se indica en el Anexo N°08. Por otro lado, para las 05 muestras de suelos, 04 de ellas dieron solo lectura para el metal pesado Cadmio, siendo la mayor de 0.050 mg/kg de cadmio en la muestra de suelo del área aluvial media (PM 01), seguido por 0.040 mg/kg de cadmio correspondiente al área aluvial superior izquierda con existencia vegetal (PM 04), luego con 0.035 mg/kg de cadmio para el área superior derecha con existencia vegetal (PM 02) y por último con 0.020 mg/kg de cadmio para el suelo aluvial del área inferior izquierdo (PM 05). Cabe agregar que el suelo aluvial de la orilla inferior derecha no dio lectura para ningún metal pesado (PM 03) (Ver Cuadro N°04, Anexo N°7).

Cuadro N°04: Concentración de metales pesados (Cd, Pb, Cr y Hg) en suelo aluvial con influencia en la concesión para conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – UCP.

Muestras de Suelo							
Parámetros en mg/kg PS	S I M B O L O G Í A	Área de Muestreo en Suelo Aluvial					Métodos de ensayo
		Área media del Suelo Aluvial (PM 01)	Vegetación Superior Derecho (PM 02)	Orilla Inferior Derecho (PM 03)	Vegetación Superior Izquierdo (PM 04)	Orilla Inferior Izquierdo (PM 05)	
Cadmio	Cd	0.050	0.035	0.000	0.040	0.020	Espectrofotometría VIS-UV.
Plomo	Pb	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Espectrofotometría VIS-UV.
Cromo	Cr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Espectrofotometría VIS-UV.
Mercurio	Hg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Espectrofotometría VIS-UV.

Fuente: Resultado de Análisis Espectrofotométrico VIS-UV FIQ-UNAP (Anexo N°07).

Notas de cuadro:

- **(PM 01):** 1er Punto de Muestreo de suelo.
- **(PM 02):** 2do Punto de Muestreo de suelo.
- **(PM 03):** 3er Punto de Muestreo de suelo.
- **(PM 04):** 4to Punto de Muestreo de suelo.
- **(PM 05):** 5to Punto de Muestreo de suelo.
- **mg/kg:** Miligramo por Kilogramo de muestra.

- **PS:** Peso en seco.
- **VIS-UV:** Luz visible y luz ultra violeta.

Mediante el modelado 2D se pudo constituir la relación entre los colores que identifican la cantidad de concentración del cadmio encontrado y su respectiva fracción de suelo en el área de estudio, que va desde el rojo para la concentración de mayor dimensión hasta el violeta para la concentración nula, tal como se observa en el Gráfico N°05.

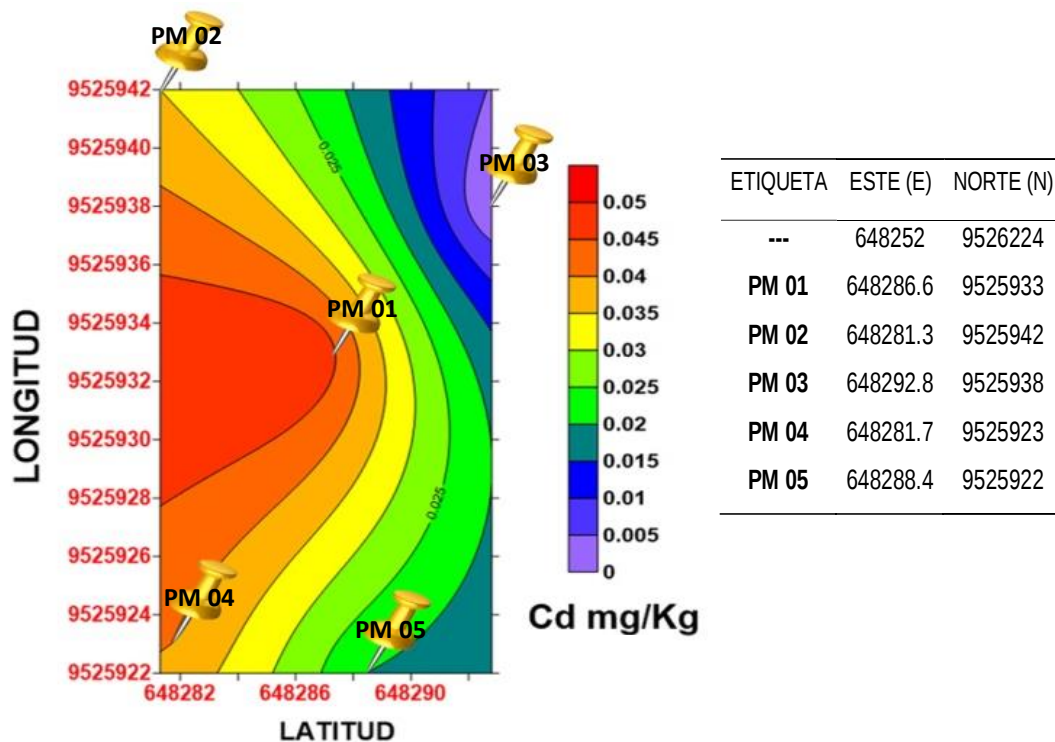


Gráfico N°05: Modelado 2D de la dispersión de cadmio en los puntos de muestreo ubicados en el Suelo Aluvial de estudio. Fuente: Rios (2018).

Mediante el modelado 3D en conjunto al diagrama de barras, ambos de la concentración de cadmio en el suelo aluvial de estudio (Gráfico N°06), se accede a la comparación de los datos estadísticos de las diversas concentraciones encontradas en cada muestra analizada, que se representa o ilustra en una cantidad de datos para un mejor entendimiento de los mismos.

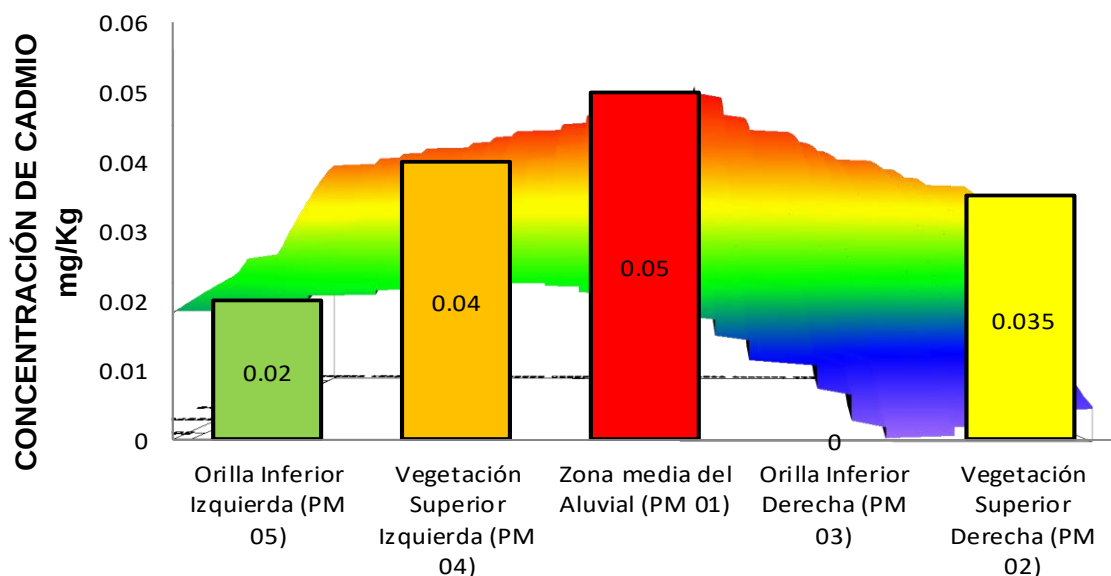


Gráfico N°06: Modelado 3D con representación de diagrama de barras de la concentración de cadmio en los puntos de muestreo. Fuente: Rios (2018).

3.1.2. Identificación y cuantificación de las especies vegetales existentes en el suelo aluvial con influencia a la concesión para conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – UCP (Vértice 02), 2017

De las muestras llevadas al Herbarium Amazonense – AMAZ, se pudo identificar a 03 especies (Cuadro N°05), estas fueron las únicas encontradas en el área estudiada; la cobertura del área superior céntrica del suelo aluvial posee la menor cantidad de vegetación, esta predominada por *Dichromena cariciformis* (Nees) J. Macbride (cortadera) y algunas *Cecropia ficifolia* Warb. ex Snethl (cetico), la cobertura vegetal del área superior derecho del suelo aluvial, también esta predominada por *Dichromena cariciformis* (Nees) J. Macbride (cortadera) solo que esta posee más vegetación que el área superior céntrica y la cobertura del área superior izquierdo siendo el área con más vegetación, esta predominada por *Inga marginata* Willd (shimbillo) y *Dichromena cariciformis* (Nees) J. Macbride (cortadera) (34; 35; 36).

El material adicional (06 muestras) llevado al laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – UNAP, también fueron identificadas para confirmar que no sean diferentes especies a las que se

encontró en el otro grupo; en cuanto a los resultados del análisis este descartó la posible contaminación por metal pesado en sus organismos.

Cuadro N°05: Identificación de especies vegetales presentes en el Suelo Aluvial de estudio.

Muestras de Vegetación						
Área de Muestreo en Suelo Aluvial	N° de Muestras	Datos Sobre la Muestra Vegetal				
		Familia	Nombre Científico	Nombre común	Usos	Bibliografía
Área Superior Céntrica del Suelo Aluvial	2	Urticaceae	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Sneath	Cetico	Frutos (infrutescencias) comestibles, de sabor agri dulce. La madera es muy blanda y muy liviana, con grano recto y textura gruesa, de color blanquecino. Se emplea en cajonería. La corteza interna de plantas jóvenes es fibrosa y resistente, y se emplea localmente para amarrar.	Gaglioti, A.L. & Romaniuc-Neto, S. A Taxonomic Revision Of The Genus <i>Pourouma</i> (Urticaceae). <i>Mapati from Neotropical flora</i> . Beau Bassin-Rose Hill : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2070. págs. 1-245. ISBN 978-620-2-01046-7.
		Cyperaceae	<i>Dichromena cariciformis</i> (Nees) J. Macbride	Cortadera	Maleza para ganado.	
Vegetación Superior Derecho	2	Cyperaceae	<i>Dichromena cariciformis</i> (Nees) J. Macbride	Cortadera	Maleza para ganado.	Simpson, Michael G. Cyperaceae. <i>Plant Systematics</i> . 2005. págs. 206-211. ISBN 0-12-644460-9.
		Cyperaceae	<i>Dichromena cariciformis</i> (Nees) J. Macbride	Cortadera	Maleza para ganado.	
Vegetación Superior Izquierdo	2	Fabaceae	<i>Inga marginata</i> Willd	Shimbillo	Frutos comestibles, muy dulce. La madera empleada como leña. Tiene alto potencial para la recuperación de suelos degradados, excelente para revegetar áreas con baja cubierta vegetal.	Lewis, G. et al. Legumenes of the world. <i>The Royal Botanic Gardens</i> . Kew, Reino Unido : s.n., 2005. pág. 577. ISBN 1-900347-80-6.
		Cyperaceae	<i>Dichromena cariciformis</i> (Nees) J. Macbride	Cortadera	Maleza para ganado.	

Fuente: Adaptación de los resultados emitidos por el Herbarium Amazonense – AMAZ (2018).

3.2. Discusión

En el presente trabajo, acorde a lo observado tras el viaje de exploración con fines de búsqueda de suelo aluvial adecuado para los fines de la investigación, se pudo distinguir diversidad de depósitos aluviales a los bordes del río Itaya, muchos contaban con alto contenido de materia orgánica al descubierto en su superficie y otros con la singular característica de arena amarillenta. Según Church, estas características geomorfológicas, propias de suelos aluviales, se deben a los sedimentos que se acumulan debido a la acción del canal principal y de la inundación periódica de la planicie adyacente a diferentes escalas espaciales y temporales (37); es así, que la cuenca alta del río Itaya posee diversas formaciones sedimentarias (suelos aluviales) en las áreas adyacentes de su canal principal, que se forman de manera reciente tras cada temporada de vaciante; además Escobedo menciona, que los suelos de origen aluvial recientes, comprenden a todos los suelos que se ubican adyacentemente a los ríos y que reciben continuamente sedimentos o aportes frescos de ellos (38). Una característica adicional la da INRENA, indicando que estos suelos generalmente son los que presentan una mayor vocación agrícola con cultivos adaptados al medio ecológico (39); sin embargo Zinck menciona que también se presentan suelos con condiciones de mal drenaje o hidromórficos y de baja fertilidad (40), todo lo antes mencionado corrobora al observar de manera *in situ* que la cobertura predominante identificada en el Herbarium Amazonense – AMAZ, es la *Dichromena cariciformis* (Nees) J. Macbride (Cortadera) seguida por *Inga marginata* Willd (Shimbillo) y poca presencia de *Cecropia ficifolia* Warb. ex *Snethl* (Cetico), indicando de esa manera la baja fertilidad del suelo muestreado.

De todos los metales pesados evaluados solo Cadmio estuvo presente en cuatro de las cinco muestras de suelos aluviales analizados. Una posible causa sería la actividad antropogénica debido a que en ciertas partes del área ribereña del río Itaya se pudo notar que existe extracción maderera, posiblemente proveniente del área de amortiguamiento de la concesión para conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – C.C.C.A.R.I. o hasta de la misma C.C.C.A.R.I. (Deforestación ilegal), e inclusive se pudo observar la existencia de puertos río arriba del área

muestreada, conllevando a la posibilidad de que la presencia de cadmio en suelo aluvial sea por la actividad antropogénica existente allí, esta afirmación se sustenta en los estudios realizados por Galvão donde indica que, la incineración de residuos de madera y plásticos, combustión de carburantes fósiles, entre otros, ocasiona que el cadmio y sus compuestos emitidos se distribuyan, y se presenten de modo diferente según el factor ambiental abiótico del lugar (41), brindando otra posibilidad sobre el punto de origen del cadmio en el área muestreada. Por otro lado la ATSDR sostiene que los compuestos de cadmio solubles se movilizan en el agua y el ion Cd^{2+} tiende a unirse a partículas en suspensión, mientras que los insolubles se depositan en el sedimento o se une fuertemente a la materia orgánica en el suelo, y de esta forma puede ser absorbido por las plantas e incorporarse a la cadena trófica (42); sin embargo esto último se descartó con los análisis realizados a los especímenes vegetales extraídos e identificados debidamente, los cuales no mostraron presencia de cadmio o algún otro metal pesado en sus composición, por lo tanto se hace menos probable que la presencia de cadmio presente en los suelos aluviales evaluados se deban a alguna actividad antropogénica relacionada a la actividad maderera ríos arriba

En el Gráfico N°05, se pudo observar que las concentraciones de cadmio poseen una forma curvada en cuanto a su distribución modelada, reflejando la influencia que infringe la corriente de agua procedentes del río Itaya, a esto Ramonell indica que, los cauces aluviales experimenta acreción vertical en sus superficies con sedimentos detríticos por las aguas de desborde (43), en cuanto a Diaz, expresa que los flujos fluviales permiten que los sedimentos se acumulen y trasladen debido a la acción del canal principal, y de la inundación periódica de la planicie adyacente brindando de esta manera la forma curvada a la distribución de sedimentos del suelo aluvial (44) acorde a las épocas de creciente (marzo, abril y mayo), media creciente (junio y julio), vaciante (agosto, setiembre y octubre) y media vaciante (noviembre, diciembre, enero y febrero) (45; 46; 47). De esta manera en el Anexo N°03, conforme a la época que fue el muestreo (época de vaciante) reflejó que en el área céntrica o PM 01, la concentración de cadmio es más alta que las demás PM, debido a ser un área que en época de

vacante su único contacto con agua es con lluvias eventuales y la escorrentía que lo atraviesa para acceder al río Itaya desde el interior del área concesionada de la Universidad Científica del Perú; el área superior izquierdo o PM 04, posee una cubierta vegetal con mayor dimensión a los demás sectores del suelo aluvial con predominación de Fabaceae; el área superior derecho o PM 02, posee una cubierta vegetal escasa con predominación de Cyperaceae; el área inferior izquierdo o PM 05, se encuentra cerca de la orilla del suelo aluvial, teniendo contacto directo con el agua del río Itaya en cada lluvia eventual y el área inferior derecho o PM 03, se encuentra mucho más cerca a la orilla del suelo aluvial, esto genera erosión notoria en su superficie y bordes de la orilla a causas de la corriente de agua procedentes del río Itaya.

En cuanto a los valores según los estándares de calidad ambiental (ECA) para suelos, con tierras clasificadas como agrícolas (suelo relacionado al área de muestreo), es decir, suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados, y que es también aquel suelo con aptitud para el desarrollo de la ganadería, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas (32), posee como parámetro 1.4 mg/kg de peso seco para cadmio tal como se muestra en el Anexo N°05; concentración que es muy superior al mayor valor obtenido en el área de estudio y que fue de 0.05 mg/kg, por lo tanto no excede al ECA actual vigente en la normativa peruana.

Una segunda razón que podría explicar la presencia de cadmio en este suelo aluvial se plantea haciendo para ello uso de un modelado 2D y 3D (Anexo 6), en donde, con ayuda de imagen satelital, se puede distinguir las concentraciones de cadmio por medio de isolíneas superpuestas al lugar, observándose que las mayores concentraciones de cadmio se dan lejos de la orilla del aluvial en estudio, es decir, lejos de la influencia del río. Por otro lado, como parte del estudio del suelo aluvial, se constató la no existencia de actividad antropogénica en la zona boscosa colindante a la zona de estudio, razón por la cual se considera que el cadmio obtenido en las muestras analizadas se debería a la naturaleza propia de los suelos y de los materiales que en él se encuentran, a lo cual Barrón indica que los valores normales de cadmio en suelos es de 0.07 a

1.1 mg/kg (48), inclusive Osorio sostiene que el cadmio se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre en una concentración media de 0.1 mg/kg (49). A ello Kabata-Pendias afirma que la concentración promedio mundial de Cd del suelo, se estima en 0.41 mg/kg del cual, en suelos no contaminados, su contenido está altamente gobernado por la textura del suelo y varían de 0.01 a 0.3 mg/kg en suelos arenosos y de 0.2 a 0.8 mg/kg en suelos francos (50); una experiencia reciente realizada por Nereida, permitió obtener información de la concentración de cadmio en suelos con alto contenido de partículas gruesas (franco arenoso) con 0.08 mg/kg y de 0.02 mg/kg para suelos con partículas finas (arcilloso limoso), concluyendo que la disponibilidad del cadmio en el suelo de esas áreas se debe en mayor parte a la influencia de la capacidad de intercambio catiónico proporcionado por aumento de materia orgánica y la presencia de coloides inorgánicos (51); por lo expuesto, es muy probable que el cadmio obtenido en los análisis realizados al suelo aluvial de la cuenca alta del río Itaya se deban a la propia naturaleza del suelo y a las interacciones química de naturaleza biótica y abiótica que en este suceden, así mismo se reitera que las concentraciones obtenidas están dentro del rango que establece la normativa peruana.

Ruíz y Chávez (2012), en el plan de manejo de la concesión para conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – C.C.C.A.R.I., señalan que el área muestreada pertenece a una vegetación del tipo de bosque de terraza inundable, por encontrarse en los suelos planos de origen aluvial, ubicadas en las márgenes del río Itaya sujetas a inundaciones frecuentes y con cobertura semicerrada, formada por vegetación arbórea y sotobosque intermedio por estar directamente expuestos a la creciente del río (15), a lo cual Simpson (2005) menciona que las Cyperaceae suelen encontrarse en suelos húmedos (34), a lo que es respaldado por Judd *et al* (2007) quienes comentan que las Cyperaceae son dispersadas por el viento y crecen en las zonas que posea la humedad adecuada para germinar (52), tales como la característica que posee el suelo muestreado; Lewis *et al* (2005), indican que las Fabaceae son las más representadas en los bosques tropicales húmedos (35), lo que conlleva a la justificación del porque a la gran cobertura de este vegetal en la zona de estudio; Gaglioti y Romaniuc-

Neto (2017) señalan que las Urticaceae son leñosas por los bosques tropicales (36), respondiendo al porqué de su característica leñosa muy particular encontrada *in situ*; En tal sentido, todos los resultados obtenidos son el punto de partida para otras investigaciones de similares características y que sirven para organizar información de línea base, lo cual permitirá futuros monitoreos en el tiempo y espacio sobre las condiciones del área con influencia e incluso la misma área de la Concesión para la Conservación de la “Cuenca Alta del Río Itaya” – C.C.C.A.R.I., y así poder detectar la fuente contaminante dado el caso que existiera un afloramiento en alguna parte del área concesionada o de influencia que está siendo punto de dispersión de este contaminante.

Finalmente, si se tiene en cuenta que para obtener un estándar adecuado de vida, se debe tener a los recursos naturales en condiciones aceptables (53), lo cual obliga a conservarlos de manera racional, es por ello necesario evaluar periódicamente las condiciones en la que se encuentran dichos recursos, como es el caso de los suelos aluviales y la flora para descartar ingreso de contaminantes a la cadena trófica. Con esto se puede concluir que el suelo aluvial con influencia al vértice 02 del C.C.C.A.R.I. posee presencia de cadmio dentro del rango que determina la norma ambiental y que la vegetación del área de muestra, no se encuentra influenciada por el metal pesado, descartando contaminación en la cadena trófica del lugar.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones

Se demuestra que el suelo aluvial con influencia a la concesión para conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – C.C.C.A.R.I. (vértice 02), posee presencia de cadmio en su composición, pero con niveles de concentración de, 0.02, 0.035, 0.04 y 0.05 mg/kg de cadmio lo cual está dentro de la normativa que establece el MINAM por medio del ECA suelo vigente.

Se concluye también que, tras el análisis de la vegetación del área muestreada que es del tipo bosque de terraza inundable con predominación de *Inga marginata Willd* (vegetación arbórea), *Dichromena cariciformis (Nees) J. Macbride* (sotobosque) y poca presencia de *Cecropia ficifolia Warb. ex Snethl* (sotobosque), ninguna de ellas mostro presencia de cadmio.

La data obtenida en el presente trabajo de investigación podrá ser empleada como información de Línea Base para futuros monitoreos en el área de concesión y otras zonas que poseen contacto con fuentes hidrográficas.

4.2. Recomendaciones

- ✓ Identificar más suelos aluviales para muestreo y comparación de resultados a lo obtenido en el presente trabajo.
- ✓ Monitorear el nivel de concentración de cadmio obtenido en el suelo aluvial estudiado.
- ✓ Efectuar una mayor exploración en búsqueda de posibles puntos de contaminación.
- ✓ Realizar muestreo de suelo y vegetación adentrándose en el área más alejada a los suelos aluviales para realizar descarte y monitoreo de presencia del metal en otros suelos no aluviales.

CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Suárez, Laura Palleiro.** Influencia de la escorrentía rural sobre el aporte de metales pesados y sedimentos al sistema fluvial: análisis a escala de cuenca. *Tesis Doctoral*. s.l., España : Universidade da Coruña. Departamento de Ciencias da Navegación e da Terra, 2016.
2. **Acosta Vanessa, Lodeiros, César, Senior William, Martínez Gregorio.** Niveles de metales pesados en sedimentos superficiales en tres zonas litorales de Venezuela. s.l., Caracas, Venezuela : Asociación Interciencia, diciembre de 2002. Vol. 27, 12, págs. 686-690. ISSN: 0378-1844.
3. **Armesto, Belén Rubio & Duport, Luis Gago & Martín, Federico Vilas & Pazos, Miguel Angel Nombela Castaño & Soledad García Gil & Irene Alejo Flores & O.** Interpretación de tendencias históricas de contaminación por metales pesados en testigos de sedimentos de la Ría de Pontevedra. s.l., España : Thalassas: An international journal of marine sciences, 1996. Vol. 12, 1, págs. 137-152. ISSN 0212-5919.
4. **Sadiq, M.** Toxic metal chemistry in marine. New York : Marcel Dekker, 1992. pág. 390. ISBN 9780824786472.
5. **Guillen, R.** Análisis químico de los elementos: Cu, Cr, Pb, Zn, Cd, Ni, Fe, Co, As, Hg, y carbono orgánico en los sedimentos del Río Tuy. *Trabajo Especial de Grado, Escuela de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela*. 1982. pág. 73.
6. **Mogollón J, Ramírez A, Bifano A.** Determinación de los niveles de contaminación en sedimentos del Estado Anzoátegui. *Memorias VII Congreso Geológico Venezolano, Barquisimeto*. 1989. págs. 1121–1230.
7. **Zhang, J.** Transport of particulate heavy metal towards the China Sea: A preliminary study and comparison. *Mar Chem* : s.n., 1992. 40, págs. 61-178.
8. **Mejía, Carlos Alfonso Zafra, González, Javier Temprano y Monzón, Juan Ignacio Tejero.** Contaminación por escorrentía superficial urbana: metales pesados acumulados sobre la superficie de una vía. *Documento*. [Artículo Científico]. Torrelavega : Revista Ingeniería e Investigación, 2007. Vol. 27, 1, págs. 4-10. ISSN 0129-5608.
9. **Jakub, M., Tomasz, B. y Maneckia, M.** Immobilization of aqueous cadmium by addition of phosphates. s.l. : Journal of Hazardous Materials, 2008. 152, págs. 1332–1339.
10. **Naidu, R. y Harter, R.** Efecto de diferentes ligandos orgánicos en la adsorción de cadmio. s.l. : J. Soil Sci., 1992. Vol. 62, 3, págs. 644–650.
11. **Ramirez, Silvia, Porta, Andrés y Caffini, Néstor.** Fitoquelatinas y Péptidos Relacionados. Estructura, Rol Metabólico y Aplicaciones

- Ambientales. [Documento]. Buenos Aires : Latin American Journal of Pharmacy, 1999. Vol. 18, 1. ISSN 0326-2383.
12. **Krishnamurti, G.** Chemical methods for assessing contaminant bioavailability in soils. *Developments in Soil Science*. s.l. : Elsevier Inc, 2008. Vol. 32, págs. 495–520.
 13. **Sampieri, R. Hernández, Collado, C. Fernández y Lucio, P. Baptista.** Metodología de la investigación. 5ta Edición [Documento]. México D.F. : McGraw-Hill Interamericana, 2010. pág. 613. ISBN 978-607-15-0291-9.
 14. **Gómez, Juan Carlos Castro.** Pautas para Elaborar la Tesis de Pre y Post Grado. Primera Edición [Documento]. Iquitos, Loreto : Editora Servicios Múltiples "YHADIRA", 2014. págs. 25-31. ISBN: 978-612-00-1558-2.
 15. **Ruíz, Marianela Cobos y Chávez, Javier Del Aguila.** Plan de Manejo de la Concesión para la Conservación "Cuenca Alta Río Itaya". *Plan de Manejo*. [Documento]. Iquitos : Sociedad Peruana de Derecho Ambiental - SPDA, Agosto de 2012. págs. 8-10.
 16. **MINAM, Ministerio del Ambiente.** Guía para el Muestreo de Suelos. Primera Edición *Guía*. [Documento]. Lima : MAVET IMPRESIONES E.I.R.L, 2014. pág. 50.
 17. **Michéli, Erika y Schad, Peter & Spaargaren, Otto & Dent, David & Nachtergaele, Freddy.** Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. *Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos*. [Documento]. Roma : IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007. 103, págs. 1-130. ISSN 1020-430X.
 18. **Jiménez, Ana Cecilia Arias.** Suelos tropicales. 1 *Guía*. [Documento]. s.l., Costa Rica : Universidad Estatal a Distancia, 2001. pág. 188. ISBN: 978-9968-31-092-5.
 19. **USDA, United States Department of Agricultura.** Soil Survey Manual: Soil Science Division Staff. *Handbook*. [Documento]. March de 2017. 18, págs. 1-624.
 20. **ISRIC, International Soil Reference and Information Centre.** Procedures for Soil Analysis. Sixth Edition [ed.] LP. van Reeuwijk. *Technical Paper*. [Documento]. 2002. 9. ISBN 90-6672-044-1.
 21. **Packard, Hewlett.** The Diode-Array Advantage in UV-VIS Spectroscopy. *Scientific Publication*. [Documento]. 1988. 12, págs. 5594–8912.
 22. **Ferrero, Y Toral.** Estudio comparativo de esquemas de especiación en muestras sólidas de interés medioambiental. *Trabajo de Licenciatura*. [Tesis Doctoral]. s.l., España : Universidad de Valladolid, 1996.
 23. **Buurman, P., Lagen, B. va y Velthorst, E.J.** Manual for Soil and Water Analysis. [ed.] Nakken-Brameijer y F. Lettink. *Manual*. Wageningen : Backhuys Publisher Leiden, June de 1996. ISBN 90-73346-58-7.

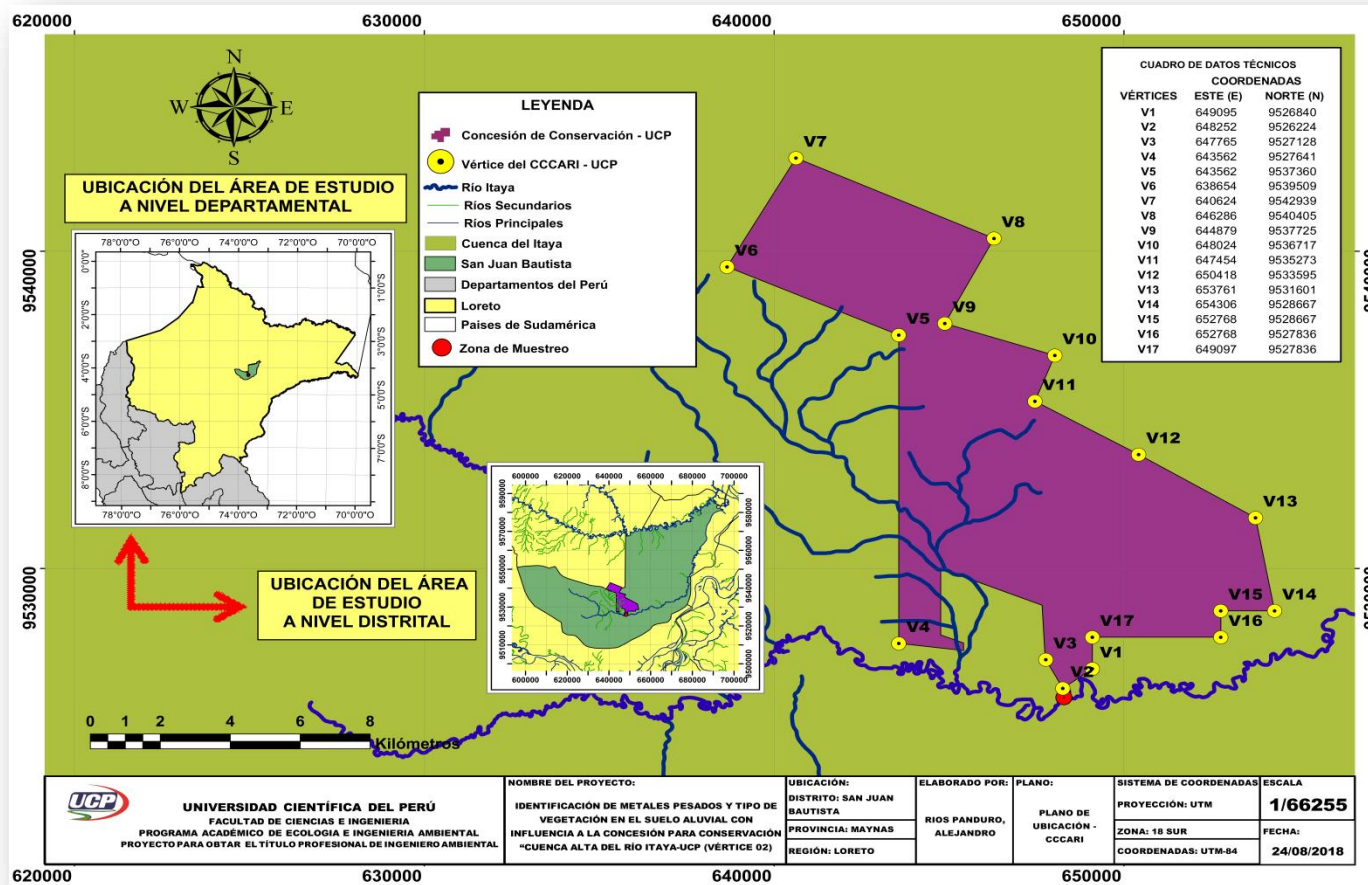
24. **Tejera, S. y Coraspe, H.** Procedimiento para la toma de muestras de suelos. *Documento*. Pampanito, Venezuela : Revista de Difusión de Tecnología Agrícola Pecuaria, Pesquera y Acuicola, 1996. 54, págs. 23-25.
25. **Matteuci, S. y Colma, A.** Metodología para el estudio de la vegetación. *Monografía Científica de la Serie Biológica*. [Documento]. Washington D. C., EE. UU. : The General Secretarial of the Organization of American States, 1982. 2.
26. **Mostacedo, Bonifacio y Frederickson, Todd S.** Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. [ed.] Daniel Nash. *Manual del Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)*. [Documento]. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia : El Pais, 2000.
27. **MINAM, Ministerio del Ambiente.** Guía de inventario de la flora y vegetación. Primera Edición *Guía*. [Documento]. Lima, Perú : Zona Comunicaciones S. A. C., Agosto de 2015. 1, págs. 21-25.
28. **Patterson, Todd C.** Google Earth como herramienta educativa de geografía. 4 s.l. : Journal of Geography, 2007. 106, págs. 145-152. DOI: 10.1080 / 00221340701678032.
29. **ESCRITORIO, ESRI ArcGIS.** Versión 10. s.l. : Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2011. Vol. 437, pág. 438.
30. **Rios, Alejandro.** Recopilación de los datos de Gestión Forestal para el NODO-IDER-ARA. [recopil.] Daniel Chamorro. *Informe Técnico*. [Documento]. Iquitos : Autoridad Regional Ambiental - ARA - GOREL, Dirección Ejecutiva de Ordenamiento Territorial y Datos Espaciales – DEOTyDE, 2017.
31. **Levine, DM, Berenson, ML, y Stephan, D.** Estatística: teoria e aplicações-using Microsoft Excel português. *Publicación de Estadística*. Ltc. : s.n., 2005.
32. **Perú, Decreto.** Aprueban Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. *Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM*. [Documento]. Lima : El Peruano, 2017.
33. **Software, Golden.** *Surfer 10*. 2011. Software.
34. **Simpson, Michael G.** Cyperaceae. *Plant Systematics*. s.l. : Elsevier Inc, 2005. págs. 206-211. ISBN 0-12-644460-9.
35. **Lewis, G., Schrire, B. y Mackinder, B. & Lock, M.** Legumenes of the word. *The Royal Botanic Gardens*. Kew, Reino Unido : s.n., 2005. pág. 577. ISBN 1-900347-80-6.
36. **Gaglioti, A.L. & Romaniuc-Neto, S.** A Taxonomic Revision Of The Genus Pourouma (Urticaceae). *Mapati from Neotropical flora*. Beau Bassin-Rose

Hill : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. págs. 1-245. ISBM 978-620-2-01046-7.

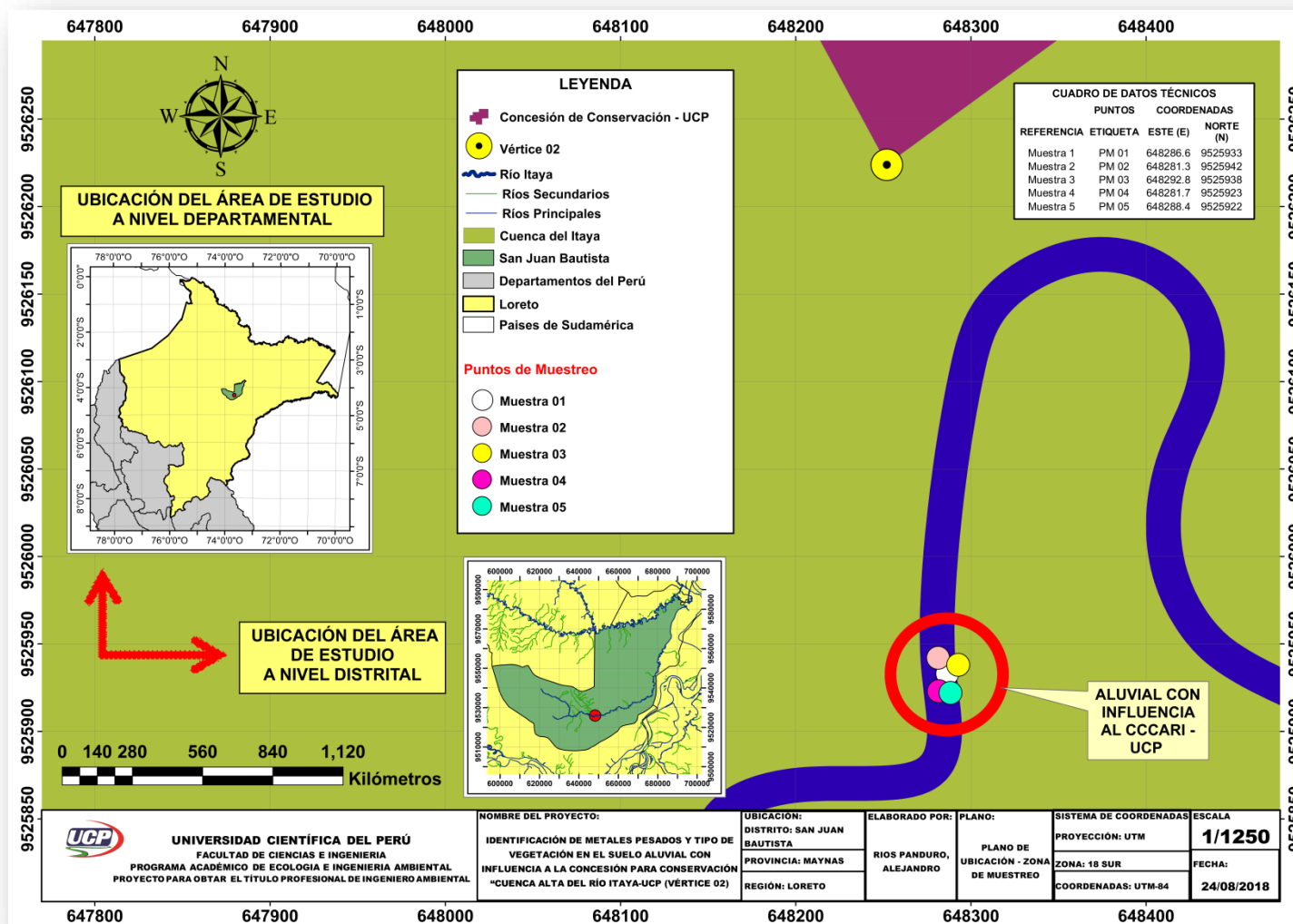
37. **Church, M.** Gravel-Bed Rivers VI: From Process Understanding to River Restoration. [ed.] H. Piegay & M. Rinaldi H. Habersack. *Multiple scales in rivers*. Amsterdam : Elsevier Inc, 2008. págs. 3–27.
38. **Torres, Roger Escobedo.** Suelos y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras. [ed.] Convenio de Cooperacion Interinstitucional: IIAP - PRODATU y Municipalidad Provincial de Tocache. *Serie: Estudio Temático para la Zonificación Ecológica y Económica de la Provincia de Tocache*. [Documento]. Iquitos, Perú : Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana - IIAP, 2006. pág. 12.
39. **INRENA, Instituto Nacional de Recursos Naturales.** Mapa de Suelos del Perú. *Estudio de Suelos*. [Documento]. Lima : s.n., 1996. pág. 61.
40. **Zinck, A.** Aplicación de la Geomorfología al Levantamiento de Suelos en Zonas Aluviales. *Estudio de Suelos*. Bogotá D. E. : Instituto Geografico de Colombia, 1987. Vol. XV, pág. 175. Registro nro. 29769.
41. **Galvão, Luis A. C. y Corey, Germán.** Cadmio. *ECO Serie de Vigilancia*. Metepec, Mexico : Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. Organización Panamericana de la Salud, 1987. 4, págs. 7-62.
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/004663.pdf>.
42. **ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry.** Toxicological profile for Cadmium. *Public Health*. [Online]. Atlanta, GA, U.S. : Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2012. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=48&tid=15>.
43. **Ramonell, Carlos G.** Geomorfología de Cauces Aluviales. Rev. 2000 *Guía Didáctica*. [Documento]. s.l. : Universidad Nacional de Litoral - Facultad de Ingeniería y Ciencias Hidricas, 1997. pág. 24.
44. **Díaz, E. y Ollero, A.** Metodología para la clasificación geomorfológica de los cursos fluviales de la cuenca del Ebro. *Geographicalia*. [Documento]. 2005. 47, págs. 23-46. ISSN: 2386-3021.
45. **Robert H., Meade, Carl F., Nordin Jr. y Curtis, William F. & Rodrigues, Flavio M. Costa & Vale, Carlos M. do & Edmond, John M.** Transporte de sedimentos no río Amazonas. [Documento]. s.l., Brasil : Acta Amazonica, 1979. Vol. 9, 3, págs. 543-547.
46. **Azabache, L.C. y Maco J.G.** La limnología en la amazonia peruana: Química del agua, producción primaria, producción secundaria, otros (1977-1981). Iquitos : Instituto del Mar del Perú - Lab., 1983. pág. 46.
47. **Montreuil, V.H., M. Castañeda, M. Rodríguez, R. Pezo y C. de la Cruz.** Diagnóstico de la pesquería en la región amazónica Loreto-Ucayali. *Diagnóstico*. [Documento]. s.l. : IIAP, 1984. pág. 122.

48. **Barrón, Gara Sánchez.** Riesgo para la salud de la utilización de suelos ricos en Cadmio. *Ecotoxicología del Cadmio*. Madrid : Universidad Complutense de Madrid - Facultad de Farmacia, Junio de 2016. pág. 9.
49. **Osorio Saldívar, L., Tovar Tovar, A y Fortoul van der Goes, T.** Introducción a la toxicología ambiental. [recopil.] Lilia A. Albert. Metepec : Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO/OPS), 1997. 13, págs. 26-211.
50. **Kabata-Pendias, Alina.** Trace Elements in Soils and Plants. 4th s.l., United States : CRC Press, 2011. págs. 287-303. ISBN: 978-1-4200-9368-1.
51. **Nereida Sánchez, Carmen Rivero, Martínez Yadira.** Cadmio disponible en dos suelos de Venezuela: efecto del fósforo. [ed.] Universidad de Carabobo. s.l. : Revista INGENIERÍA UC, Agosto de 2011. Vol. 18, 2, págs. 7-14.
52. **Judd W. S., Campbell C. S., Kellogg E. A., Stevens P. F., Donoghue M. J.** Cyperaceae. *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. Sunderland, Massachusetts : Sinauer Associates, 2007. págs. 294-296. ISBN 978-0-87893-407-2.
53. **Bautista Cruz A., Etchevers Barra J., del Castillo R.F., Gutiérrez C.** La calidad del suelo y sus indicadores. [ed.] Asociación Española de Ecología Terrestre. [recopil.] Bautista Cruz. *Ecosistemas*. [Documento]. s.l. : Revista científica de Ecología y Medio Ambiente, Mayo de 2004. Vol. 13, 2, págs. 90-97. ISBN 1697-2473.
54. **QUESADA, N.** Estadística con SPSS 20. Lima : Empresa Editora Macro, 2012.
55. **Manahan, Stanley E.** Environmental Chemistry. 7th Boca Raton : CRC Press, 2000. págs. 3-876. ISBN 1-56670-492-8.
56. **Pasquali, Ricardo.** Química Ambiental. 1 [ed.] Jorge Sarmiento Editor. s.l., Argentina : Universitas Editorial, 2004. 1, págs. 1-357. ISBN: 9505233469.
57. **Gaglioti, A.L. & Romaniuc-Neto, S.** A Taxonomic Revision Of The Genus Pourouma (Urticaceae). *Mapati from Neotropical flora*. Beau Bassin-Rose Hill : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2070. págs. 1-245. ISBN 978-620-2-01046-7.

CAPÍTULO VI: ANEXOS



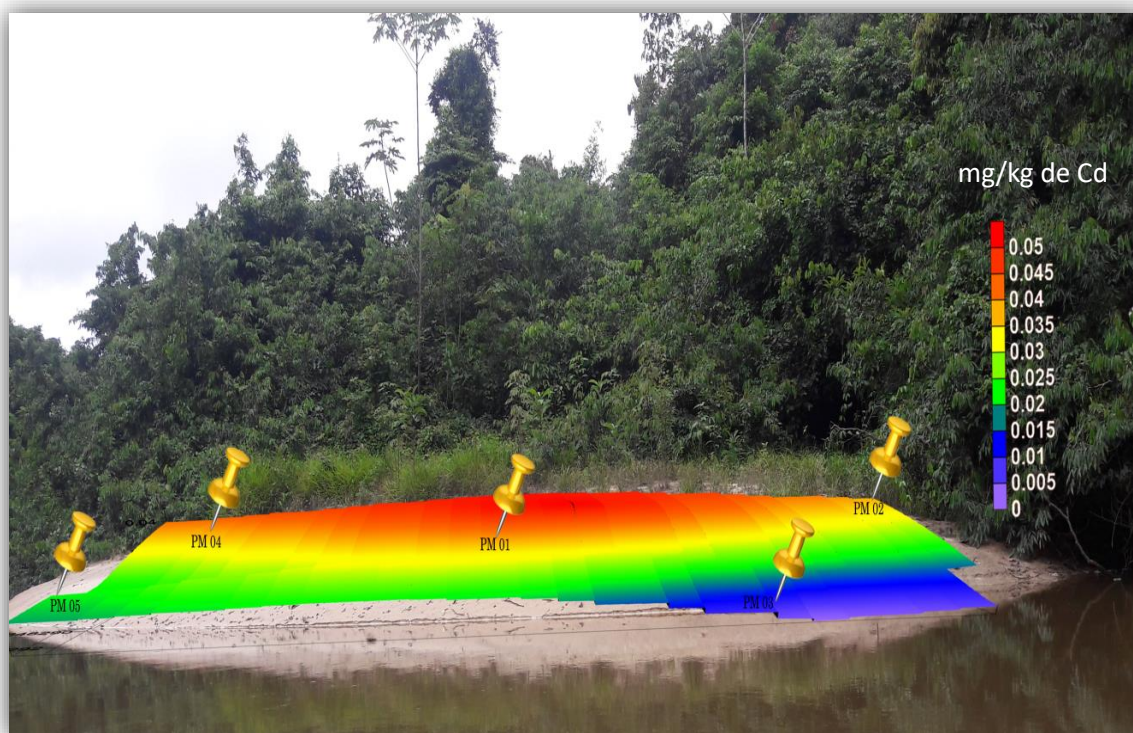
Anexo N°01. Mapa del área concesionada, comprende 17 vértices con coordenadas establecidas en U.T.M. Fuente: Ríos (2018).



Anexo N°02. Mapa de ubicación del área de muestreo, considerada desde la orilla del río hasta los límites con la vegetación con coordenadas establecidas en U.T.M. Fuente: Rios (2018).



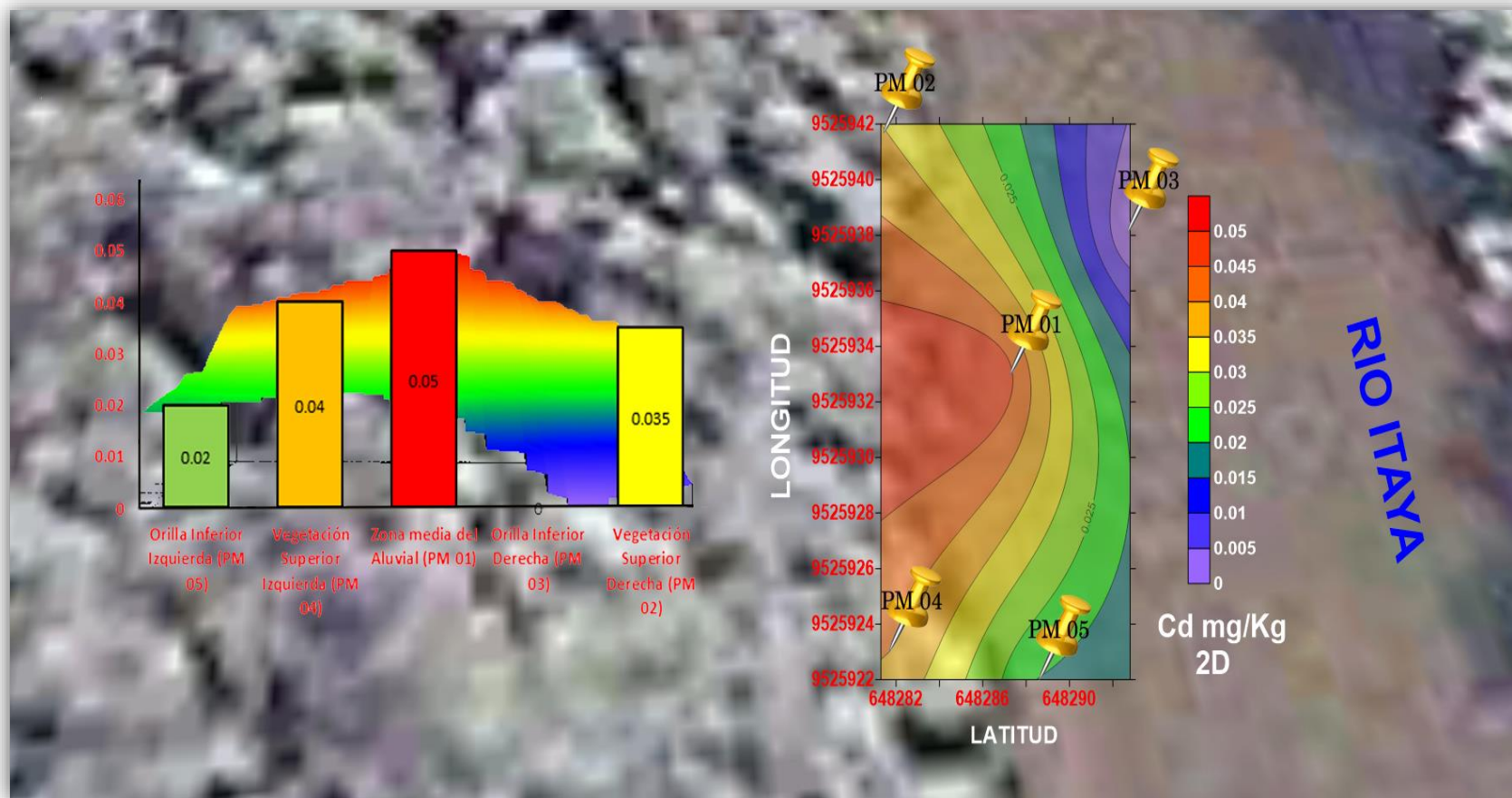
Anexo N°03. Fotografía del suelo aluvial con influencia a la Concesión para Conservación “Cuenca Alta del Río Itaya” – C.C.C.A.R.I. – Universidad Científica del Perú con los puntos de muestreo (PM) identificados de manera superpuesta. Fuente: Rios (2018).



Anexo N°04. Modelado 3D superpuesta de la concentración de cadmio en la imagen del suelo aluvial con los puntos de muestreo (PM) identificados. Fuente: Adaptación de datos de análisis de suelos (2018)

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo				
Parámetros en mg/kg PS	Usos del Suelo			Métodos de ensayo
	Suelo Agrícola	Suelo Residencial / Parques	Suelo Comercial / Industrial / Extractivo	
Cadmio	1.4	10	22	EPA 3050 EPA 3051

Anexo N°05: Valores actualizados del ECA para Suelo del Perú. Fuente: Recopilación de los ECA Suelo (2017).



Anexo N°06: Imagen satelital con modelado 2D de la dispersión de cadmio en Suelo Aluvial de estudio y modelado 3D con barras para distinguir el nivel de concentración de cadmio en los puntos de muestreo dentro del suelo aluvial. Fuente: Google Earth, Rios (2018).



UNAP

Facultad de
Ingeniería Química

RESULTADO DE ANALISIS

MÉTODO

ESPECTROFOTOMÉTRICO VIS-UV

MUESTRA

ARENA DE COLOR AMARILLO

SOLICITADO POR

ALEJANDRO RIOS PANDURO

TESIS

**Identificación de Metales pesados y tipo de
vegetación en el suelo aluvial con influencia a la
Concesión para la Conservación "Cuenca Alta del
Río Itaya" (Vértice 2)**

FECHA DE MUESTREO

15 - 10 - 2017

FECHA DE ANALISIS

17 - 10 al 03 - 11 del 2017

Muestra	Plomo	Mercurio	Cadmio	Cromo	Bario	Hierro
1. Zona media Playa	N.D.	N.D.	0,050 mg/Kg	N.D.	N.D.	34,50 mg/Kg
2. Vegetación derecha	N.D.	N.D.	0,035 mg/Kg	N.D.	N.D.	32,00 mg/Kg
3. Orilla inferior derecha	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	32,20 mg/Kg
4. Vegetación Izquierda	N.D.	N.D.	0,040 mg/Kg	N.D.	N.D.	33,50 mg/Kg
5. Orilla Inferior Izquierda	N.D.	N.D.	0,020 mg/Kg	N.D.	N.D.	34,20 mg/Kg

Iquitos, 03 de Noviembre del 2017


Laura Rosa García Panduro
Ingeniero Químico
Reg. CIP 23792


HUGO EMERSON FLORES BERNUY
DECANO
FACULTAD INGENIERIA QUÍMICA - UNAP



Anexo N°07: Resultados de análisis de suelo, realizado a las 05 muestras de suelo aluvial. Fuente: Facultad de Química – UNAP, 2017.



UNAP

Facultad de
Ingeniería Química

RESULTADO DE ANALISIS

MÉTODO

ESPECTROFOTOMÉTRICO VIS-UV

MUESTRA

PLANTAS

SOLICITADO POR

ALEJANDRO RIOS PANDURO

TESIS

**Identificación de Metales pesados y tipo de
vegetación en el suelo aluvial con influencia a la
Concesión para la Conservación "Cuenca Alta del
Río Itaya" (Vértice 2)**

FECHA DE MUESTREO

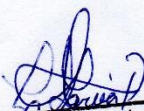
15 - 10 - 2017

FECHA DE ANALISIS

17 - 10 al 03 - 11 del 2017

Muestra	Plomo	Mercurio	Cadmio	Cromo	Bario	Hierro
1. Playa superior derecha	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2. Playa centro superior	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0,12 mg/Kg
3. Playa superior izquierda	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Iquitos, 03 de Noviembre del 2017


Laura Rosa García Panduro
Ingeniero Químico
Reg. CIP 23792


HUGO EMERSON FLORES BERNUY
DECANO
FACULTAD INGENIERIA QUÍMICA - UNAP



Anexo N°08: Resultados de análisis de plantas, realizado a las 03 muestras conformado en grupos por sector. Fuente: Facultad de Química – UNAP, 2017.



Herbarium Amazonense – AMAZ
Centro de Investigación de
Recursos Naturales

CONSTANCIA

EL COORDINADOR DEL HERBARIUM AMAZONENSE, AMAZ-CIRNA, DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

HACE CONSTAR:

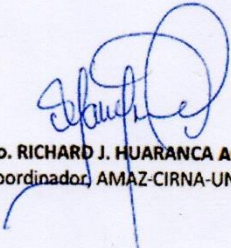
Que, las muestras botánicas presentados por el Sr. **ALEJANDRO RIOS PANDURO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, de la Universidad Científica del Perú; es parte del proyecto de tesis titulado: **"Identificación de metales pesados y tipo de vegetación en suelo aluvial con influencia a la concesión para la conservación "cuenca alta del rio Itaya (Vértice 2)"**, los cuales fueron verificados e identificados por este Herbarium Amazonense-AMAZ, CIRNA-UNAP, que a continuación se indica:

Nº	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	FABACEAE	<i>Inga marginata</i> Willd.	"shimbillo"
2	URTICACEAE	<i>Cecropia ficifolia</i> Warb. ex Snethl.	"cetico"
3	CYPERACEAE	<i>Cariciformis dichromena</i> (Nees) J. Mcbr.	"cortadera"

Se expide la presente constancia, al interesado para los fines que estime conveniente.

Iquitos, 18 de Octubre del 2017

Atentamente,


Bigo. RICHARD J. HUARANCA ACOSTUPA, M.Sc.
Coordinador, AMAZ-CIRNA-UNAP



Anexo N°09: Resultados de identificación de plantas. Fuente: Herbarium Amazonense – AMAZ, 2017.



Spectro UV-2650 UV-VIS Scanning Spectrophotometer

Model UV-2650

Software Specifications

Such operations as photometry measurement, spectrum measurement, quantitation measurement and kinetic measurement are offered in UV-Win Windows applications.

Multi-wavelengths photometric measurement at up to 10 wavelengths with the arithmetic calculation according to the user-entered formula.

Up to 10 spectra and time-course curves can be measured and recalled in memory with data-handling of arithmetic calculation, logarithmic calculation, reciprocal calculation, smooth, derivate (1st ~ 4th), Abs to/from %T conversion and peak pick.

Up to 24 standards can be entered and measured for the fit of calibration curve with order to 1st ~ 4th. Offered are the quantitation methods of single wavelength, two-wavelength, coefficient two-wavelength, three wavelength and 1st ~ 4th derivatives.

Kinetic measurement can monitor the changes of absorbance and transmittance against time course at 10 different wavelengths. This module allows flexibility in manipulation and data display.

With the Windows clipboard, the measured data and graphics can be copied to other applications software for reports. Also offered are filing functions, display functions, and others (such as auto file and repeat measure/scan etc.).

Technical Specifications

Wavelength Range:	190 to 1100 nm.	Stability:	<0.002A/h(at 500nm; after warming up)
Spectral Bandwidth:	2 nm	Noise:	+0.001A(at 500nm; after warming up)
Wavelength Accuracy:	±0.5 nm	Detector:	Silicon Photo-diode
Wavelength Reproducibility:	≤0.2nm	Display:	6 inches high light blue LCD
Photometric Accuracy	+0.5%T (0-100%T)	Flatness:	0.005A
	+0.002A (0-0.5A)	Minimum Sampling Interval:	0.1nm
	+0.004A (0.5A-1A)	Energy Range:	0.000-9.999
Photometric Reproducibility:	0.2%T	Power:	AC:220V/50Hz, 110V/60Hz,140W (Automatic)
Working Mode:	T,A(-0.3-3A), C,E	Dimensions:	530x410x210mm
Stray Light:	<0.1%T(NaI,220nm;NaNO ₂ ,340nm)	Weight:	18kg
Baseline Flatness:	+0.002A		

Labomed, Inc. • 2728 S. La Cienega Blvd. • Los Angeles, CA 90034 U.S.A. • Tel. (310) 202-0811 • Fax (310) 202-7286 • Email: spectro@labomed.com • Website: www.labomed.com

Anexo N°10: Ficha técnica del Espectrofotómetro Spectro UV-VIS modelo UV-2650. Fuente: Labomed Inc, 2019.