

**Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña  
-UNPHU-**

**Facultad de Ciencias y Tecnologías  
Escuela de Química**

**“Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao”**



**Trabajo de Grado Presentado por:**

**Lissa M. Rubio Hernández  
Nicole Ortega Cordero**

**Para la obtención del grado de  
Ingeniero Químico**

**Santo Domingo, D.N  
2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme Fe, salud, y paciencia para poder hoy ver por finalizado uno de mis sueños, después de tanto esfuerzo.

A mis padres René Rubio y Marianela Hernández por su sacrificio y empeño, para que yo estudiara sin contratiempos y lograra estudiar la carrera que deseaba aun cuando ellos no tenían ni idea del porqué de mi elección, y solo decidieron apoyarme en mi decisión, permitiendo el poder convertirme en la Ing. Química que deseaba, subiendo así un escalón más en mi vida profesional.

A mi abuela Nena, a mis hermanos Lorene Y Lorenzo Rubio, a Nodely, y demás familiares por estar ahí para ayudarme en lo que necesitaba.

A Eliesel, Ámbar, Elisa, Algenis por sus consejos, y siempre estar dispuestos a brindarme su apoyo incondicional para poder culminar el largo trayecto que fue mi carrera.

A mis compañeros de universidad: Ámbar, Franchesca, Aniel, Jheffray, Gregory, José Luis y Ramón, por los momentos vividos tanto las desveladas estudiando como las salidas para despejarnos, pero de manera especial a mi colega y amigo Kevin por ser mi compañero de estudio y consejero desde que comencé a tomar las materias de carrera hasta el finalizar de esta, y a Nicole que más que mi colega mi amiga por todo lo vivido durante nuestro trayecto y por acompañarme en esta gran tarea que fue la realización de nuestro trabajo de grado.

A el Agr.Yonis Jr. por apoyarme en cada momento, y a la Ing. Anny Lorenzo por brindarnos su ayuda de forma desinteresada, también a nuestros analistas externos, El Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares (CIAN), Centro de Tecnologías Agrícolas (CENTA), y Lara Universidad Fluminense Niteroi.

A mis asesores el Ing. Emgelberth Vargas y la Ing. Doris Peña, por guiarnos en la realización de este proyecto, y a todos los maestros que marcaron mi camino universitario destacando a Josefina, Maribel, Mayra y Herrera.

Lissa M. Rubio.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la salud, recursos y energía necesaria para cumplir esta meta.

A mis padres, Ole y Silvia por ser comprensibles y motivadores, sin ustedes nada de esto sería posible.

A mi novio, Joel Rodríguez, gracias por siempre estar ahí tanto en los momentos difíciles como en los de alegría, por ser mi apoyo incondicional y mejor consejero.

A mis tíos, Rosmery y Franchy, por el apoyo que me brindan cada día.

A mis compañeros: Lissa, Ámbar, Franchesca, Aniel, Jheffray, Kevin, Gregory, José Luis y Ramón, por los buenos y malos momentos vividos en este trayecto, así como su energía para siempre seguir adelante.

A mis asesores el Ing. Emgelberth Vargas y la Ing. Doris Peña, por ser nuestros guías en este proyecto.

A la Ing. Anny Lorenzo y el Agr. Yonis Furcal, por su ayuda desinteresada.

Al Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares (CIAN), Centro de Tecnologías Agrícolas (CENTA), y Lara Universidad Fluminense Niteroi por ser nuestros analistas externos.

Finalmente, a todos los maestros que marcaron mi camino universitario, Francisco Herrera, Josefina Castillo, Mayra Sánchez, Maribel Espinosa, mil gracias.

Nicole Ortega Cordero.

## **DEDICATORIAS**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de grado en primer lugar a Dios por ser mi guía durante todo el trayecto de mi carrera, dándome la Fe y fuerzas necesarias para levantarme y continuar aun cuando sentía que no podía más y hacer poder culminar mi carrera con éxito.

A mi abuela Fe Concepción (Nena) de manera especial, porque, aunque ya no esté conmigo, siempre fue uno de mis más grandes pilares en cada momento y sé que en este momento está orgullosa de mí, porque logre cumplir una de mis metas. A mis padres que siempre hicieron su mayor esfuerzo para que hoy en día yo pueda estar finalizando esta etapa de mi vida, y a todas aquellas personas que de forma directa o indirecta estuvieron presentes en este periodo y contribuyeron a finalizar mi carrera.

Lissa M. Rubio.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de grado a mis padres, Ole y Silvia por mi educación académica, así como de la vida, por su apoyo, gracias a ellos soy quien soy hoy en día.

A mi novio, Joel Rodríguez por ser mi motor de arranque, mi ejemplo a seguir, ese que nunca me deja mirar hacia atrás.

¡Gracias a ustedes!

Nicole Ortega Cordero.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIAS .....	IV
ÍNDICE .....	IVI
INTRODUCCIÓN.....	8
OBJETIVOS.....	10
OBJETIVO GENERAL: .....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	11

### PRIMERA PARTE MARCO TEÓRICO

#### CAPÍTULO I RECURSOS NATURALES

I.1 Antecedentes de los Recursos Naturales.....	12
I.2 Tipos de Recursos Naturales.....	13
I.3 Importancia de los Recursos Naturales .....	14
I.4 Usos de los Recursos Naturales .....	14

#### CAPÍTULO II SUELO

II.1 Tipos de suelo .....	16
II.1.1 Por su estructura .....	16
II.1.2 Por sus propiedades físicas .....	17
II.1.3 Atendiendo otras características .....	18
II.3 Textura del Suelo.....	19
II.3.1 Tipos de Textura del Suelo .....	20
II.4 El Sedimento.....	22
II.4.1 Tipos de sedimentos .....	22
II.4.2 Clasificación de las partículas sedimentarias .....	23
II.4.3 Tipos de sedimentación .....	23

#### CAPÍTULO III CUENCA DEL RIO NIZAO

III.1 El río Nizao .....	24
III.2 Ubicación de la cuenca del río Nizao .....	25
III.3 Clima de la cuenca del río Nizao.....	26



III.4 Poblaciones beneficiadas de la cuenca del río Nizao .....	26
III.5 Geología de la cuenca del río Nizao.....	29
III.6 Hidrología de la cuenca del río Nizao .....	29

## **CAPÍTULO IV MUESTREO**

IV.1 Métodos de análisis .....	32
--------------------------------	----

## **SEGUNDA PARTE ASPECTOS PRÁCTICOS**

### **CAPÍTULO V METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS**

V.1 Plan de muestreo.....	34
V.2 Fluorescencia de Rayos X por Energía Dispersiva (FRX-ED) .....	35
V.3 pH .....	36
V.4 Carbono Orgánico .....	37
V.5 Conductividad eléctrica .....	38
V.6 Nitrógeno total.....	39
V. 7 Textura.....	40

### **CAPÍTULO VI DETERMINACIONES**

VI.1 Fluorescencia de Rayos X por Energía Dispersiva (FRX-ED).....	42
VI.2 pH.....	43
VI.3 Carbono Orgánico .....	43
VI.4 Conductividad .....	44
VI.5 Nitrógeno total .....	44
VI.6 Textura .....	45

## **TERCERA PARTE RESULTADOS**

CAPÍTULO VII RESULTADOS.....	46
------------------------------	----

CAPÍTULO VIII ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	52
--	----

## **CUARTA PARTE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

CAPÍTULO IX CONCLUSIONES.....	55
-------------------------------	----

CAPÍTULO X RECOMENDACIONES.....	57
---------------------------------	----

## **QUINTA PARTE REFERENCIAS**

Referencias Bibliográficas .....	59
WEBGRAFIA .....	60

## **SEXTA PARTE**

ANEXO I TABLAS .....	61
ANEXO II MAPAS.....	61
ANEXO III IMAGENES .....	63
ANEXO IV GRÁFICAS .....	82
ANEXO V ECUACIONES.....	82
ANEXO VI GLOSARIO.....	85

## **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.

El suelo tiene gran importancia porque interviene en el ciclo del agua y los ciclos de los elementos, y en él tienen lugar gran parte de las transformaciones de la energía y de la materia de todos los ecosistemas.

El uso de los elementos del sistema natural, en este caso suelos, y la explotación de sus recursos llevan transformaciones inevitables del ecosistema, su estructura y funciones.

A través de los años la relación tierra-agrícola-hombre ha ido aumentando convirtiéndose en uno de las actividades y usos del suelo de mayor importancia para la economía de manera mundial, por lo que para el 22 de abril del año 2012, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana, con motivo del Día Internacional de la Tierra, presenta un estudio del suelo a nivel nacional, de manera que los resultados recopilen la información nacional, desglosada por regiones, provincias, cuencas hidrográficas y áreas protegidas.

Como resultado del estudio se obtiene el mapa nacional de suelos, con 37 unidades de uso del suelo y sus respectivas estadísticas, entre las que figura el uso agrícola ocupando 35.2 % del territorio nacional; uso pecuario con 15 %; uso urbano con 3.49 % y la cobertura forestal con 46.31 % del territorio nacional, lo que supera la meta programada en los Objetivos del Milenio que era llevarla a 35% en el 2015.

El suelo de la cuenca del río Nizao específicamente el área de la presa de Valdesia está entre las áreas de mayor uso urbano y cobertura forestal del área sur-central de la República Dominicana. Este suelo es de la familia franco arenosa, que puede aprovecharse con aptitud limitada para frutales, cultivos industriales, de huertas y cultivos anuales y plurianuales sin

restricciones. Los suelos de la cuenca Nizao tienen pendientes altas, por lo cual son susceptibles a la degradación física cuando no se usan adecuadamente.

La cuenca del río Nizao es una de las más importantes de la parte sur-central de República Dominicana, por lo que se hace necesario realizar un análisis fisicoquímico del suelo para saber las condiciones de éste, enfocado en el área de la presa de Valdesia, para así determinar su capacidad productiva.

El presente trabajo de grado tiene como propósito presentar las características fisicoquímicas actuales, que presenta este suelo, y así servir como línea base para una propuesta que permita elaborar un plan estratégico de mejora y sostenibilidad de las condiciones del suelo del río Nizao, facilitando un mejor manejo de los recursos naturales de la zona, tanto para la preservación de los mismos, así como para el aprovechamiento de las poblaciones aledañas buscando la sostenibilidad socioeconómica de los mismos.

El trabajo está estructurado en seis partes, la primera contiene los antecedentes, definiciones y clasificaciones; una segunda parte contiene los métodos e instrumentos utilizados para realizar los análisis fisicoquímicos del suelo, la tercera parte contiene los resultados tabulados y posteriormente analizados, una cuarta parte que contiene las conclusiones y recomendaciones, la quinta parte contiene las referencias bibliográficas y la sexta y última parte que contiene los anexos.

## **OBJETIVOS**

## **OBJETIVOS**

- **OBJETIVO GENERAL:**

- Identificar las características fisicoquímicas del suelo en la cuenca del río Nizao, para definir el estado actual en que se encuentra dicho suelo, como línea base del diseño del plan de sostenimiento del mismo.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar los antecedentes de estudios de tipo y uso de suelo.
- Diseñar el plan de muestreo y seleccionar el método analítico para el suelo en estudio.
- Realizar análisis fisicoquímicos del suelo en estudio.
- Analizar e interpretar los resultados, según normas internacionales establecidas para la clasificación y uso de suelo.

## **JUSTIFICACIÓN**



## JUSTIFICACIÓN

Con el fin de detener la depredación indiscriminada y acelerada a que decenas de camioneros y paleros tienen sometida el área sur de la presa de Valdesia, causando daños irreparables con la extracción irracional de material gravoso y sus arenas para el uso en las industrias de construcción, eliminando la vegetación que protege las cuencas; en el 2009 los proteccionistas solicitan a las autoridades de Medio Ambiente y recursos naturales que intervenga en la zona con carácter de urgencia.

Julio Castillo, técnico agrícola, expresa que además del daño ecológico que provocan los obreros y empresarios que realizan dichas extracciones del río Nizao, también ponen en riesgo de desaparecer en cualquier momento miles de hectáreas que son dedicadas a la producción de rubros agrícolas, donde hay inversiones millonarias en equipos, preparación del suelo, cultivos y maquinarias costosas. Destacó que las excavaciones han destruido el drenaje natural de las aguas del río, provocando serias inundaciones en época de lluvia que afectan el desarrollo agrícola de la zona. La destrucción de los árboles y el paisaje natural del cauce del río, ha ocasionado que en estos momentos no tenga un cauce definido, y es lo que ha provocado los desbordamientos de los últimos años.

La cuenca del río Nizao aparte de ser el mejor modelo de aprovechamiento hidráulico e hidroeléctrico que tiene el país, también es de gran aprovechamiento agrícola para la parte sur-central de dominicana donde reside 108,789 habitantes, distribuidos en seis 6 municipios que son el Nizao, La Ciénaga, Rancho Arriba, Yaguata, Palenque y Los Cacaos, pertenecientes a las provincias San José de Ocoa, Peravia y San Cristóbal.

Debido a la poca información sobre trabajos de investigación a nivel nacional sobre la caracterización fisicoquímica de los suelos, ha sido necesario realizar estudios de suelos para poder determinar en qué estado está actualmente el suelo que predomina la cuenca del río Nizao, específicamente en el área de la presa de Valdesia y considerar un plan para obtener beneficios de la capacidad agrícola de éste.

**PRIMERA PARTE**  
**MARCO TEÓRICO**

# **CAPÍTULO I RECURSOS NATURALES**

Son un bien o servicio proporcionado por la naturaleza sin alteraciones por parte del ser humano. Desde el punto de vista de la economía, los recursos naturales son valiosos para las sociedades humanas por contribuir a su bienestar y a su desarrollo de manera directa, aportando materias primas, minerales y alimentos o, indirecta, como servicios.

En economía se consideran recursos a todos aquellos medios que contribuyen a la producción y distribución de los bienes y servicios usados por los seres humanos. Los economistas entienden que varios tipos de recursos son escasos frente a la amplitud y diversidad de las necesidades humanas. Bajo esta óptica, los recursos naturales se refieren a los factores de producción proporcionados por la naturaleza sin modificación previa realizada por el hombre; y se diferencian de los recursos culturales y humanos en que no son generados por el hombre como los bienes transformados, el trabajo o la tecnología. El uso de cualquier recurso natural acarrea dos conceptos a tener en cuenta: la resistencia, que debe vencerse para lograr la explotación, y la interdependencia.

## **I.1 Antecedentes de los Recursos Naturales**

Desde la prehistoria los recursos naturales, vistos como fuente de energía, han estado fuertemente vinculados al desarrollo y evolución de la vida del hombre y la sociedad. De ahí que sea relevante realizar una mirada histórica sobre el papel que estos han desempeñado, con el fin de resaltar dicha relación y el impacto del uso de las diferentes fuentes de energía en los procesos económicos que se llevan a cabo. La hipótesis que se asume es que los recursos naturales y la energía son factores que explican el proceso de crecimiento económico que se ha registrado especialmente desde los inicios de la Revolución Industrial; por lo que los recursos naturales y energéticos constituyen la base para el crecimiento de los países, así como para la construcción de herramientas tecnológicas que permitan a los seres humanos satisfacer sus necesidades y avanzar hacia mejores niveles de vida.

## I.2 Tipos de Recursos Naturales

- **Recursos renovables:** Son aquellos recursos que no se agotan con su utilización, debido a que vuelven a su estado original o se regeneran a una tasa mayor a la tasa con que los recursos disminuyen mediante su utilización y desperdicios. Esto significa que ciertos recursos renovables pueden dejar de serlo si su tasa de utilización es tan alta que evite su renovación, en tal sentido debe realizarse el uso racional e inteligente que permita la sostenibilidad de dichos recursos. Dentro de esta categoría de recursos renovables encontramos el agua y la biomasa (todo ser viviente).

Algunos son: bosques, viento, radiación solar, energía hidráulica, energía geotérmica, madera, y productos de agricultura como cereales, frutales, tubérculos, hortalizas, desechos de actividades agrícolas entre otros.

- **Recursos no renovables:** Son recursos naturales que no pueden ser producidos, cultivados, regenerados o reutilizados a una escala tal que pueda sostener su tasa de consumo. Estos recursos frecuentemente existen en cantidades fijas ya que la naturaleza no puede recrearlos en periodos geológicos cortos.

Algunos de los recursos no renovables son: el carbón, el petróleo, el suelo, los minerales, los metales, el gas natural y los depósitos de agua subterránea, en el caso de acuíferos confinados sin recarga.

### I.3 Importancia de los Recursos Naturales

Los Recursos Naturales son imprescindibles para la continuidad del ser humano e incluso, la del propio Planeta.

A pesar de ser uno de los bienes más preciados que posee el ser humano, la tendencia general durante los últimos años, ha sido la de infravalorar los recursos naturales, pues no se ha tenido en cuenta que el derroche y sobreexplotación de estos recursos está produciendo graves consecuencias para nuestro Planeta, como son el cambio climático, la pérdida de bosques, el deterioro de la diversidad en fauna y flora, y la merma de los recursos del agua.

Según las últimas tendencias politicoeconómicas, se pretende hacer un análisis de los mismos de forma que se pueda mantener e incluso estimular el crecimiento económico de forma controlada, tratando de preservar los recursos naturales. Esto es lo que se denomina “Desarrollo Sostenible” o “Sustentabilidad”.

### I.4 Usos de los Recursos Naturales

Entre los recursos naturales más utilizados están:

- **Suelos:** utilizables para la agricultura y la ganadería.
- **Animales:** domesticados o no, que puedan ser utilizados como bestias de carga o tiro, o como fuente de alimentos, vestidos o materias primas industriales.
- **Minerales:** metálicos como hierro, oro, plata y níquel; combustibles como la hulla, el petróleo y el gas; y no metálicos, como azufre, yeso, sal gema, granito y muchos más.
- **Bosques:** de los cuales se puede obtener madera, pulpa de madera, caucho, resinas y muchos productos.

- **Masas de agua:** como mares, ríos y lagos que pueden ser utilizados como vías de comunicación, fuentes de agua potable, para pescar o para producir energía eléctrica.

Estos recursos no poseen valor alguno si el hombre desconoce su existencia o no sabe emplearlos, pero cuando son utilizados se convierten en bienes económicos o riqueza.

## CAPÍTULO II SUELO

Se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.

Son muchos los procesos que pueden contribuir a crear un suelo particular, algunos de estos son: la deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización y deposición de material orgánico.

El conjunto de disciplinas que se acercan al estudio del suelo se engloba en el conjunto denominado Ciencias del Suelo, aunque entre ellas predomina la edafología e incluso se usa el adjetivo edáfico para todo lo relativo al suelo. El estudio del suelo implica el análisis de su mineralogía, su física, su química y su biología.

### II.1 Tipos de suelo

Los suelos generalmente se pueden dividir por su estructura, que da a conocer las características que poseen los suelos para la utilidad agrícola, o se pueden dividir por sus propiedades físicas, que da a conocer su composición.

#### II.1.1 Por su estructura

Los suelos según la estructura se agrupan según la combinación de partículas entre la arena, la lima y la arcilla, destacando su importancia para la agricultura.

- **Suelos arenosos:** No retienen el agua, tienen muy poca materia orgánica y no son aptos para la agricultura. (Ver imagen 14 anexos III)
- **Suelos calizos:** Tienen abundancia de sales calcáreas, son secos, áridos y de color blanco, y no son buenos para la agricultura.

- **Suelos humíferos (tierra negra):** Tienen abundante materia orgánica en descomposición, de color oscuro, retienen bien el agua y son excelentes para el cultivo.
- **Suelos arcillosos:** Están formados por granos finos de color amarillento y retienen el agua formando charcos. Si se mezclan con el humus que es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza pueden ser buenos para cultivar. (Ver imagen 15 anexos III)
- **Suelos pedregosos:** Formados por rocas de todos los tamaños, no retienen el agua y no son buenos para el cultivo.
- **Suelos mixtos:** Tiene características intermedias entre los suelos arenosos y los suelos arcillosos.

## II.1.2 Por sus propiedades físicas

Los suelos según sus propiedades físicas se agrupan según la función que realizan en la descomposición, filtración o almacenamiento de nutrientes.

- **Litsoles:** Se considera un tipo de suelo que aparece en escarpas y afloramientos rocosos, su espesor es menor a 10 cm y sostiene una vegetación baja, se conoce también como leptosoles que viene del griego leptos que significa delgado.
- **Cambisoles:** Son suelos jóvenes con proceso inicial de acumulación de arcilla. Se divide en vértigos, gleycos, eutrícos y crómicos.
- **Luvisoles:** Presentan un horizonte de acumulación de arcilla con saturación superior al 50%.
- **Acrisoles:** Presentan un marcado horizonte de acumulación de arcilla y bajo saturación de bases al 50%.



- **Gleysoles:** Presentan agua en forma permanente o semipermanente con fluctuaciones de nivel freático en los primeros 50 cm.
- **Fluvisoles:** Son suelos jóvenes formados por depósitos fluviales, la mayoría son ricos en calcio.
- **Rendzina:** Presenta un horizonte de aproximadamente 50 cm de profundidad. Es un suelo rico en materia orgánica sobre roca caliza.
- **Vertisoles:** Son suelos arcillosos de color negro, presentan procesos de contracción y expansión, se localizan en superficies de poca pendiente y cercanos escurrimientos superficiales.

### II.1.3 Atendiendo otras características

El suelo se puede clasificar según su textura: fina o gruesa; y por su estructura: floclada, agregada o dispersa, lo que define su porosidad que permite una mayor o menor circulación del agua, y, por lo tanto, la existencia de especies vegetales que necesitan concentraciones más o menos elevadas de agua o de gases.

El suelo también se puede clasificar por sus características químicas, por su poder de absorción de coloides y por su grado de acidez (pH), que permite la existencia de una vegetación más o menos necesitada de ciertos compuestos.

Los suelos no evolucionados son suelos brutos, muy próximos a la roca madre y apenas tienen aporte de materia orgánica. Son resultado de fenómenos erosivos o de la acumulación reciente de aportes aluviales. De este tipo son los suelos polares y los desiertos, tanto de roca como de arena, así como las playas.

Los suelos poco evolucionados dependen en gran medida de la naturaleza de la roca madre. Existen tres tipos básicos:

1. Los suelos ránker son más o menos ácidos, como los suelos de tundra y los alpinos.
2. Los suelos rendzina se forman sobre una roca madre carbonatada, como la caliza, suelen ser fruto de la erosión y son suelos básicos.
3. Los suelos de estepa se desarrollan en climas continentales y mediterráneo subárido. El aporte de materia orgánica es muy alto. Según sea la aridez del clima pueden ser de colores desde castaños hasta rojos.

En los suelos evolucionados encontramos todo tipo de humus, y cierta independencia de la roca madre. Hay una gran variedad y entre ellos se incluyen los suelos de los bosques templados, los de regiones con gran abundancia de precipitaciones, los de climas templados y el suelo rojo mediterráneo. En general, si el clima es propicio y el lugar accesible, la mayoría de estos suelos están hoy ocupados por explotaciones agrícolas.

### **II.3 Textura del Suelo**

Es la proporción de las distintas partículas-arena, limo y arcilla - con un diámetro menor a 2 mm. Para la arena el diámetro es de 2.0 - 0.05 mm, incluye:

- Arena muy gruesa 2.0-1.0 mm
- Arena gruesa 1.0 – 0.5 mm
- Arena media de 0.5 - 0.25mm
- Arena fina 0.25 – 0.1 mm
- Arena muy fina de 0.1 a 0.05 mm de diámetro.

En cuanto al limo, diámetro establecido es entre 0.05 y 0.002 mm, y para las arcillas todas las partículas menores de 0.002 mm de diámetro.

Según el diámetro y la energía del ambiente estas partículas se encuentran en:

- Lagos, planicies de inundación y mares profundos, son ambientes de baja energía y se depositan limos y arcillas.
- Ríos, desiertos y playas son ambientes de alta energía y se depositan arenas y gravas.

La textura se puede dividir en grupos más amplios como suelos de:

- Texturas Livianas: Arenosa, areno franco, franco arenoso, franca arenosa fina.
- Texturas Medias: Franco arenosa muy fina, franco, franco limoso, franco arcillo limoso.
- Texturas Pesadas: Franco arcillosos, arcilloso arenoso, arcilloso limoso, arcilloso.
- Fragmentos gruesos: Los fragmentos mayores de 2 mm. que constituyen la grava el casquijo y la piedra, se agregan después de la textura y así se dice, por ejemplo:
  - Franco arenoso con grava
  - franco arcillo arenoso con casquijo
  - arcilloso, con piedras, los tamaños son los siguientes:
    - Gravas: 2,0 mm – 7,54 cm de diámetro
    - Casquijos: 7,5 cm – 25,0 cm de diámetro
    - Piedras y rocas: > 25,0 cm de diámetro

### II.3.1 Tipos de Textura del Suelo

La textura del suelo se divide según la proporción de las distintas partículas arena, limo y arcilla en:

- **Arenosa:** La arena es suelta de granos simples. Los granos individuales pueden sentirse y a veces mirarse, no se adhiere en nada a los dedos y no se puede formar ninguna figura con ellos. Al tacto se siente áspero y sonoro. Si se aprietan mejor, el agregado se rompe al tocarlo.

- **Arenoso Franco:** Es un suelo que tiene bastante arena, pero tiene la suficiente cantidad de arcilla y limo para hacerlo ligeramente más coherente. Los granos se ven y se sienten. Si se aprietan en seco se forma un agregado que se separa, cuando se aprieta se forma un agregado que, si se deja sin moverlo, no se romperá.
- **Franco arenoso:** La proporción de arcilla y limo aumenta lo que le da mucha más cohesión que la anterior. Al apretarlo en seco se forma un agregado, pero se rompe al moverlo. Si está húmedo se forma un agregado, en forma de "lulo" (cilindro) o "Cinta" (plano). Si se logra formar una bolita (esfera), esta se rompe rápidamente.
- **Franco:** Corresponde a la mejor textura, tiene proporciones adecuadas de arena, limo y arcilla, que le da al suelo una excelente condición para el uso para plantas. Al apretarlo húmedo entre los dedos es posible fabricar, el "lulo", la "cinta" y la "bolita" y tienen mayor duración que las anteriores. Antes se llamaba "textura de migajón" y se suponía que tenía un excelente nivel de fertilidad y condiciones adecuadas de drenaje. En estas texturas empieza a mostrarse la suavidad del limo.
- **Franco Limoso:** El suelo presenta más consistencia y es más suave entre los dedos. Cuando se humedece se puede formar el "lulo", la "cinta" y la "bolita", pero se rompe a la presión suave o restregándolo entre los dedos a la distancia de medio centímetro se rompen.
- **Limoso:** Textura que se da muy ocasionalmente. Es muy suave al tacto y parece que se estuviera tomando la textura al Talco. No se adhiere a los dedos.
- **Franco arcillo arenoso y franco arcillo limoso:** Estas texturas tienen más consistencia. Se puede fabricar el "lulo", la "cinta" y la esfera, pero se rompen a la presión. La diferencia entre las dos es que la primera es más áspera al tacto y adhiere moderadamente a los dedos, mientras que la segunda es suave y no se adhiere a los dedos.
- **Franco arcilloso:** Esta textura ya tiene bastante arcilla que la hace bastante coherente. Se pueden hacer todas las figuras, pero se rompen a presión moderada. Se adhiere usualmente a los dedos y es muy común en los suelos más desarrollados. Es plástica.

- **Arcillo arenoso y arcillo limoso:** Estas texturas tienen ya la suficiente cantidad de arcillas para hacerlas coherentes. Se hacen todas las figuras y se moldean muy bien. Son plásticas. La diferencia es que la primera es más áspera y se sienten los gránulos de arena, mientras que la segunda es más suave y se adhiere poco a los dedos.
- **Arcillosa:** Esta textura es la más fácil de calibrar en el campo pues es plástica, adhesiva y permite efectuar toda clase de figuras entre los dedos. Es como una plasticina.

## II.4 El Sedimento

Rodríguez (2009) señala que el sedimento es un material sólido acumulado sobre la superficie terrestre (litosfera) Derivado de las acciones de fenómenos y procesos que actúan en la atmosfera, en la hidrosfera y en la biosfera (vientos, variaciones de temperatura, precipitaciones meteorológicas, circulación de aguas superficiales o subterráneas, desplazamiento de masas de agua en ambiente marino o lacustre, acciones de agentes químicos, acciones de organismos vivos, etc.).

Los sedimentos pueden permanecer estables durante largos períodos, millones de años, hasta consolidarse en rocas. También pueden ser movidos por fuerzas naturales como el viento o escurrimiento de agua, ya sea en superficie, inmediatamente después de las lluvias, o por curso de agua, ríos y arroyos, este movimiento de los sedimentos es conocida como erosión, erosión eólica, en el primer caso, o degradación del suelo y erosión fluvial en el segundo caso.

### II.4.1 Tipos de sedimentos

Según la publicación de Rodríguez (2009), los sedimentos se pueden dividir según su composición en:

- **Detrítico:** consta de partículas sólidas (granos minerales o fragmentos de rocas –clastos) liberados durante el intemperismo.

- **Químico:** compuesto de minerales formados de los materiales disueltos durante el intemperismo químico.

## II.4.2 Clasificación de las partículas sedimentarias

Se pueden clasificar, según su:

- Composición.
- Tamaño
- Interés geotécnico
- Otros.

## II.4.3 Tipos de sedimentación

La sedimentación se divide por su formación en:

- **Sedimentación Eólica:** se produce por la acción de los vientos, que transportan y depositan arena y otras partículas, formando montículos de diversas alturas. Las formaciones típicas de la sedimentación eólica son las dunas.
- **Sedimentación Fluvial:** se produce por la acción de las aguas de los ríos que transportan diversos materiales y los depositan, formando llanuras aluviales, terrazas y deltas.
- **Sedimentación Marina:** ocurre cuando disminuye el movimiento causado por las olas y corrientes marinas, acumulando arenas que forman playas, barras, médanos y cordones litorales. También incluye la sedimentación producto de la evaporación del agua salada (evaporita), o por acumulación de restos orgánicos en el fondo marino (carbón, turba y coral).
- **Sedimentación Glaciar:** se produce cuando cesa el movimiento del hielo, bien por conseguir un obstáculo o por llegar al punto de máxima expansión. Su modelo típico se presenta en forma de morrenas.

## CAPÍTULO III CUENCA DEL RIO NIZAO

### III.1 El río Nizao

El río Nizao lleva este nombre debido a su localización en el municipio de Nizao en la provincia Peravia. El Municipio de Nizao y gran parte de la Región Sur, es meritoria a declararse como patrimonio de la Nación; por el alto aporte que le hacen a la Nación con sus acuíferos lagos, ríos y mares, así como monumentos como la Presa de Valdesia, que se nutre de las aguas del río de Nizao. (Ver imagen 1 anexos III)

Las presas son necesarias para abastecer acueductos y canales de riego para producir comida y generar energía eléctrica a bajo costo, son una salvación para el país, porque aseguran la producción agropecuaria. Seis de las presas del país, construidas entre 1973 y 1984 requieren de limpieza debido a que con el paso del tiempo se han sedimentado, aumentando el peligro de inundaciones en el período de lluvias.

En el 2007, se estimaba que sólo en Valdesia había cerca de 30 millones de metros cúbicos de sedimentos, mientras que las aguas de riego no llegaban a los canales por el cúmulo de agregados, escombros y lodo. En esta hidroeléctrica levantada en el año 1976, nunca se había hecho una limpieza de sedimentos.

Esta sedimentación es debido a la deforestación en la cuenca del río. El retiro de estos sedimentos es muy costoso porque requiere grandes maquinarias.

La Presa de Jigüey es la primera de las cuatro presas que existen sobre el río Nizao, seguida aguas abajo por la presa de Aguacate, la de Valdesia y Las Barías, está construida en el lugar llamado Palo de Caja en la provincia de San Cristóbal. Es del tipo arco gravedad siendo la más alta de las Antillas y una de las más altas del mundo en su tipo, con un muro de 110 metros de altura. (Ver imagen 3 anexos III)

El objetivo principal de la presa de Valdesia es el control de las avenidas del río Nizao y la generación de energía eléctrica, siendo además una reserva de agua para el acueducto de

Santo Domingo y sistemas de riego de las provincias Peravia y San Cristóbal. Fue puesta en operación en 1992. (Ver imagen 2 anexos III)

La presa de Aguacate es el segundo aprovechamiento hidroeléctrico del río Nizao, partiendo de su parte alta. Está ubicada en el paraje Paso El Ermitaño, provincia de Peravia, a unos 20 kilómetros aguas debajo de la presa de Jigüey y aguas arriba de la presa de Valdesia. En la central se produce la energía eléctrica con un voltaje de 13.8 KV, que luego pasa a la subestación donde existen dos transformadores que llevan la energía a 138KV para ser integrada a la red nacional.

El contraembalse Las Barías está ubicado a unos 4 kilómetros aguas debajo de la presa de Valdesia. Tiene como finalidad almacenar el agua del río Nizao después de ser turbinada tres veces (en Jigüey, Aguacate y Valdesia) para ser usada en el riego, a través del canal Marcos A. Cabral, con 12.9 m<sup>3</sup>/seg. Este contraembalse es una presa de tierra, fue inaugurado en 1976 junto con la presa de Valdesia. Este posee una altura de 9.50 metros y una longitud en la corona de 664 metros.

### **III.2 Ubicación de la cuenca del río Nizao**

Según el estudio de Rivas, McFarren y Melo (2013), la cuenca del río Nizao está en la cordillera Central, en la porción sur central del país. Con un área de 1,038 kilómetros cuadrados, abarca importantes extensiones de los Parques Nacionales Juan Bautista Pérez Rancier en Valle Nuevo, Eugenio de Jesús Marcano en Montaña la Humeadora, Luis Quinn y El Conde, además de la Reserva Científica Erick Leonard Ekman en Loma de La Barbacoa. Parte de los territorios de las provincias San Cristóbal, Monseñor Noel, La Vega, San José de Ocoa y Peravia están dentro de la cuenca. Tiene en general un fuerte relieve montañoso que alcanza los 2,500 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son: al norte cuenca del río Haina, al sur cuenca Arroyo Najayo, al este cuenca del Arroyo Itabo y Mar Caribe, al oeste cuenca del río Nizao. La cuenca del río Nizao está ocupada por 25,000 familias, tiene una densidad aproximada de 100 personas por km<sup>2</sup>, relativamente alta, pero concentrada en las principales áreas urbanas. El 50% del área está cultivada con café (19%), cultivos intensivos (10%), caña (10%) y cultivos mixtos, pastos



y otros (11%). El 50% restante está ocupado por bosques de diferentes categorías. (Ver mapa 1 anexos II)

### **III.3 Clima de la cuenca del río Nizao**

El clima es húmedo con una ligera estación seca durante el primer trimestre; la precipitación promedio anual es de 1,300 a 2,000 mm. Su vegetación natural corresponde a Bosque Húmedo-Subtropical el cual tiene una gran variedad de plantas entre los que se encuentran:

- Las Leguminosas (Guamos, Chochos y Frijoles)
- Las Moráceas (Higuerones)
- Las Anonáceas (Guanábanos)
- Rubiáceas (Cafeto)
- Miristicáceas (Nuez moscada)
- Sapotáceos (Árbol del chicle)
- Meliáceas (caoba)
- Aceráceas (Palmas)
- Euforbiáceas (Caucho)
- Bignoniáceas (Guayacanes o chicaláes)

### **III.4 Poblaciones beneficiadas de la cuenca del río Nizao**

La población beneficiaria de los servicios ecosistémicos de la cuenca es de 108,789 habitantes, distribuida en seis (6) municipios (Nizao, La Ciénaga, Rancho Arriba, Yaguate, Palenque y Los Cacaos) pertenecientes a las provincias San José de Ocoa, Peravia y San Cristóbal. (Rivas, McFarren y Melo, 2013).

Tabla .1: Población de la cuenca Nizao

<b>Municipios</b>	<b>Población</b>
Yaguata	42,328
Palenque	15,466
Los Cacaos	9,540
Nizao	27,028
La Ciénaga	4,128
Rancho Arriba	10,299
<b>Total</b>	<b>108,789</b>

Fuente: Estudio Socioeconómico Fondo de Agua Santo Domingo: Cuencas de los Ríos Nizao, Haina y Ozama.

A. Rivas Carlos, Mcfarren Timothy, Melo Héctor. (2013)

Cabe destacar que el municipio de Baní, que tiene una población de 92,153 habitantes, no forma parte de la cuenca Nizao, sin embargo, debe considerarse un beneficiario directo, ya que la mayor parte del caudal del sistema es conducida a través del Canal Marcos A. Cabral para la irrigación de 156,272 tareas de tierras para beneficio de 2,747 productores. (Rivas, McFarren y Melo, 2013).

Tabla 2: Distrito de Riego Ozama-Nizao

<b>Canales de Riego</b>	<b>Área (Tareas)</b>	<b>Usuarios</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/seg)</b>	<b>%</b>
Marcos A. Cabral	156,272	2,747	10	57.4
Nizao-Najayo	39,040	952	1	14.3
<b>Subtotal</b>	<b>195,312</b>	<b>3,699</b>		<b>71.7</b>
Resto del Distrito de Riego	76,968	1,661		28.3
<b>Total</b>	<b>272,280</b>	<b>5,360</b>		<b>100</b>

Fuente: Estudio Socioeconómico Fondo de Agua Santo Domingo: Cuencas de los Ríos Nizao, Haina y Ozama.

A. Rivas Carlos, Mcfarren Timothy, Melo Héctor. (2013)

La cuenca del río Nizao posee una superficie de 103,602 hectáreas (1,036 km<sup>2</sup>) y una densidad poblacional de 105 habitantes/km<sup>2</sup>. Es una de las cuencas más productivas del país, aportando el 29.64% del agua potable de Santo Domingo (5.03 m<sup>3</sup> /s), y 1 m<sup>3</sup> /s al acueducto de San Cristóbal, como se aprecia en la Tabla 3. (Rivas, McFarren y Melo, 2013)

Tabla 3: Fuentes de abastecimiento de agua del acueducto Santo Domingo

Cuenca	Área de la cuenca (km <sup>2</sup> )	Fuentes de abastecimiento		Total	%
		Superficial	Subterránea		
Haina	564	6	0.1	5.87	34.6
Nizao	1,036	5.03	-	5.03	29.64
Ozama	2,397	1	4.57	5.57	32.82
Isabela	398	1	-	0.5	2.94
<b>Total</b>	<b>4,395</b>	<b>12</b>	<b>4.67</b>	<b>16.97</b>	<b>100</b>

Fuente: Estudio Socioeconómico Fondo de Agua Santo Domingo: Cuencas de los Ríos Nizao, Haina y Ozama. A. Rivas Carlos, Mcfarren Timothy, Melo Héctor. (2013)

Respecto al uso y cobertura de la cuenca, el (47.5%) corresponde a bosque, café (19%), cultivos intensivos (10%), caña (10%) y cultivos mixtos, pastos y otros (13.5%). La cuenca posee entre sus activos ambientales los Parques Nacionales Luis Queen, El Máximo Gómez y parte de Valle Nuevo. Sus zonas de vida son bosque húmedo subtropical (bh-S) y bosque muy húmedo subtropical (bmhS), según el diagrama de Holdridge. (Rivas, McFarren y Melo 2013)

Tabla 4: Uso y cobertura del suelo en la cuenca Nizao

Uso y Cobertura	Área (ha)	Proporción (%)
Agricultura Mixta	2,972	3
Bosque Conífera Denso	10,104	9.75
Bosque Latifoliado Húmedo	20,791	20
Bosque Latifoliado Nublado	9,742	9
Bosque Latifoliado Semi-Húmedo	6,857	7
Café	19,287.50	18.62
Caña	9,849.40	9.51
Cultivos Intensivos	10,291.37	9.93
Matorrales Seco	1,843.99	1.78
Palma africana	1,126.84	1.09
Pasto	5,371.58	5.18
Presas	1,510.25	1.46
Otros	3,860.00	3.73
<b>Total</b>	<b>103,606.36</b>	<b>100,0</b>

Fuente: Estudio Socioeconómico Fondo de Agua Santo Domingo: Cuencas de los Ríos Nizao, Haina y Ozama. A. Rivas Carlos, Mcfarren Timothy, Melo Héctor. (2013)

### **III.5 Geología de la cuenca del río Nizao**

Los suelos de la cuenca Nizao tienen altas pendientes, por lo cual son susceptibles a la degradación fisicoquímica cuando no se usan adecuadamente. Cuenta con 5 municipios (Los Cacaos, Nizao, Yaguata, Rancho Arriba, La Ciénaga) con una población de 58,856 habitantes. Posee 4 presas, 3 hidroeléctricas que generan 155 Mwh/año y un contra embalse. Esto representa más de 2,000 millones de pesos/año. La cuenca del río Nizao, con solo 103,602 hectáreas (1,036 km<sup>2</sup>) de extensión, es una de las más productivas del país por su sistema de embalses para generación de energía, suministro del 40% del agua potable de Santo Domingo y riego de 14,000 hectáreas en Baní y San Cristóbal. (Rivas, McFarren y Melo 2013)

El suelo de la cuenca del río Nizao específicamente por el área de la presa de Valdesia es de la familia franca gruesa y arenosa, los cuales se utilizan para el cultivo y una pequeña proporción tiene pastos y presenta alta retención de humedad y la drenabilidad puede ser de pobre a restringida. Estos suelos pueden aprovecharse con cultivos anuales y plurianuales, y con aptitud limitada con los cultivos industriales.

### **III.6 Hidrología de la cuenca del río Nizao**

El río Nizao es el mejor modelo de aprovechamiento hidráulico e hidroeléctrico que tiene el país. Hasta ahora no existe otro con el nivel de aporte de éste, de acuerdo a datos oficiales y a conocedores del tema. El río Nizao, a la fecha, es el único que posee cuatro presas en República Dominicana: Jigüey, Aguacate, Valdesia y Las Barías (esta última es un contra embalse). Existen otros ríos con gran potencial en el territorio dominicano, pero no se han realizado las inversiones de lugar para aprovechar ese potencial. Uno de ellos es el Yaqué del Norte, del cual sólo se ha aprovechado con el complejo Tavera-Bao-López-Angostura. (De León Osiris)

El uso de las aguas procedentes del Nizao son utilizadas para generación hidroeléctrica, para riego de cultivos agrícolas y para consumo humano, tres elementos fundamentales para la vida de un país. Por ejemplo, Santo Domingo recibe 137 millones de galones de agua/día que vienen de la presa de Valdesia. Eso quiere decir que si no existiera la presa de Valdesia (en el río Nizao), la ciudad de Santo Domingo tendría una terrible crisis de abastecimiento de agua potable porque esa demarcación tiene una población que supera los tres millones de habitantes, que consumen poco más de cuatro millones de galones de agua, y prácticamente la tercera parte de ese líquido viene de Valdesia. (De León Osiris)

En efecto, los datos que maneja el experto Osiris de León encajan bien con las cifras que conserva el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), organismo rector de las políticas de agua en el país. “6.3 metros cúbicos de agua por segundo se destinan a la capital dominicana desde la presa de Valdesia”, según el libro “El INDRHI en el Desarrollo Nacional”, del año 2006. Cuando las cuatro presas de Nizao se miran de manera particular los números son los siguientes: Jigüey inició sus operaciones en 1992, tiene una altura de 115 metros, una capacidad de almacenamiento de 167 millones de metros cúbicos de agua, una potencia instalada de 96 megavatios (MW) y una generación promedio de 164.48 gigavatios (GW) por hora al año.

Aguacate comenzó a operar en 1992, tiene una capacidad de almacenamiento de 4.3 millones de metros cúbicos, una altura de 51.5 metros, una potencia instalada de 52 MW y una generación promedio de 192.20 GW/hora/año. En el caso de Valdesia, su altura es de 78 metros, tiene una capacidad de almacenamiento de 166 millones de metros cúbicos de agua, posibilita la irrigación de 195,312 tareas, tiene una potencia instalada de 54 MW y una generación promedio de 74.58 GW/por hora al año. Valdesia inició sus operaciones en 1976. (Rivas, McFarren y Melo, 2013)

El contra embalse Las Barías tiene una altura de 22 metros, su capacidad de almacenamiento es de tres millones de metros cúbicos de agua, y se inició en 1976. El contra embalsé tiene una pequeña hidroeléctrica. Cuando se hace la sumatoria de todos estos aportes en las áreas de agua para acueductos, generación eléctrica y riego el resultado es como sigue: entre las cuatro presas enumeradas almacenan 340.3 millones de metros cúbicos de agua, envían a la capital (en el caso Valdesia) 6.3 metros cúbicos de agua por segundo, irrigan 195,312 tareas,

tienen una capacidad instalada de 202 MW y generan en promedio 431.26 GW/hora/año. (Rivas, McFarren y Melo, 2013)

Tabla 5: Generación Eléctrica de Nizao

<b>Presas y Otras</b>	<b>GWH/Año</b>
Jigüey	143
Aguacate	171
Valdesia	63
Micro centrales: Las Barias, Los Anones y Canal Nizao-Najayo	0
<b>Total</b>	<b>377</b>

Fuente: Estudio Socioeconómico Fondo de Agua Santo Domingo: Cuencas de los Ríos Nizao, Haina y Ozama.

A. Rivas Carlos, Mcfarren Timothy, Melo Héctor. (2013)

El contra-embalse las Barias del cual se derivan 11.5 m<sup>3</sup>/s de agua para el Distrito de Riego Nizao Valdesia (9.5 m<sup>3</sup>/s para el canal Marcos A. Cabral y 2.0 m<sup>3</sup>/s para el Najayo) irrigando en la zona 195,312 tareas (12,307 hectáreas) de tierra para beneficio de 3,699 usuarios, con una eficiencia del riego de 25%.2. (Rivas, McFarren y Melo, 2013)

## CAPÍTULO IV MUESTREO

El muestreo es el proceso para obtener una pequeña masa de un material cuya composición represente con exactitud a todo el material muestreado, es una herramienta de la investigación científica.

Entre los tipos de muestreo se encuentran los siguientes:

**Muestreo puntual:** representa la composición del cuerpo de suelo original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su recolección.

**Muestreo compuesto:** se refiere a una combinación de muestras sencillas o puntuales tomadas en el mismo sitio durante diferentes tiempos.

**Muestreo integrado:** para ciertos propósitos, es mejor analizar mezclas de muestras puntuales tomadas simultáneamente en diferentes puntos, o lo más cercanas posible. Un ejemplo de la necesidad de muestreo integrado ocurre en ríos o corrientes que varían en composición a lo ancho y profundo de su cauce.

### IV.1 Métodos de análisis

La Química Analítica se ocupa de los métodos de determinación de la composición química de la materia. El método cualitativo identifica las especies atómicas o moleculares de la muestra, o de los grupos funcionales que hay en ella, mientras que el método cuantitativo brinda información numérica de la cantidad relativa que existe de uno o varios de estos componentes.

Los métodos analíticos se clasifican en clásicos e instrumentales:

Los métodos clásicos se basan en las propiedades químicas de la muestra. Incluye técnicas de separación tales como: precipitación, extracción, destilación gravimetría y volumetría.

Los métodos instrumentales se basan en propiedades físicas que pueden utilizarse como señales analíticas en el análisis cualitativo o cuantitativo. Se utilizan equipos costosos como, por ejemplo, los equipos de cromatografía.



**SEGUNDA PARTE**  
**ASPECTOS PRÁCTICOS**

## **CAPÍTULO V METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS**

El enfoque de este estudio es conocer las características fisicoquímicas del suelo de la cuenca del río Nizao y las consecuencias causadas por sus depredadores. Se realizan tabulaciones y mapas para interpretar y analizar los resultados obtenidos, los mismos proporcionan los datos necesarios para realizar planes que permitan realizar mejoras.

### **V.1 Plan de muestreo**

Se establecen 26 puntos de muestreos en los alrededores de la presa de Valdesia, ubicada sobre el río Nizao, en la provincia Peravia, al oeste de la ciudad de Santo Domingo, de los que se elimina una por el deterioro del frasco. (Ver mapa 2 anexos II)

Los puntos se seleccionaron siguiendo el procedimiento de evaluación de suelos de muestreo puntual e integrado, Se usó un muestreador cilíndrico de material inerte para la toma de muestra, las cuales se tomaron a una profundidad de 0.75m en forma diagonal, siendo envasadas en frascos debidamente esterilizados y con un enjuague químico en versión sólido.

Estas muestras son analizadas por las sustentantes en el Iberolab de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), por los técnicos externos del laboratorio de suelos del Centro de Estudios Tecnológicos y Agropecuarios (CENTA), y el Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares (CIAN).

Se determinó la presencia y niveles de concentración de metales pesados, de acuerdo a los criterios de los Estándares Holandeses para evaluar la contaminación en suelos. Para realizar esta medición se utilizó un espectrómetro Spectro Xepos, Ametek. (Ver anexo III imagen 11)

## **V.2 Fluorescencia de Rayos X por Energía Dispersiva (FRX-ED)**

Al formar parte de una línea base de investigación, es exigido que el método analítico seleccionado sea el de fluorescencia de rayos x por energía dispersa (FRXED), debido a la confiabilidad, rapidez y exactitud de sus resultados.

La FRX es un método analítico para determinar la composición química de todo tipo de materiales. Puede ser usada en ocasiones para determinar el espesor y la composición de capas y recubrimientos. El método es rápido, exacto y no-destructivo.

El intervalo elemental para la fluorescencia de rayos x por energía dispersiva incluye del Na al U. El intervalo de concentraciones abarca desde niveles (sub)ppm hasta 100%. De manera general, los elementos con número atómico más alto tienen mejores límites de detección que los elementos más ligeros.

La precisión y la reproducibilidad de los análisis por este método son muy altas. El tiempo de medición depende del número de elementos a determinar y de la exactitud requerida, puede variar entre segundos y 30 minutos. El tiempo de análisis después de la medición es de sólo algunos segundos.

### **Equipos auxiliares e instrumentación:**

- **Espectrómetro- Spectro Xepos, Ametek**

El espectrómetro-Spectro Xepos, Ametek es un equipo que se destaca en tareas críticas, desde el análisis de detección rápida hasta el control preciso de la calidad del producto. Aplicarlo para procesamiento en línea en una variedad de industrias, para geología y minería, para monitoreo ambiental y de residuos, y para investigación. (Ver imagen 4 anexos III)

- **Balanza Digital Electronic Compact Scale SF-400C**

Balanza digital con una capacidad de 300g y una precisión de 0.01g, utilizada para el pesaje de las muestras.

### **Insumos**

- Prensa con anillos de acero
- Ceras aglutinantes
- Tamices
- Morteros
- Matraces

### **V.3 pH**

Es la medida de la acidez o alcalinidad de un suelo, considerado una de las principales variables en los suelos, controla muchos procesos químicos, afectando principalmente la disponibilidad de los nutrientes en las plantas.

El rango óptimo para las plantas oscila entre 5.5 y 7.0, siendo muchas las plantas que se adaptan a crecer fuera de este rango de valores. En general, estos valores son más altos en los meses fríos y húmedos de invierno y menores durante los días calientes y secos del verano.

### **Equipos**

- **Plato Agitador Labconco**

Ofrece un control preciso de la agitación para sus protocolos de rutina. (Ver imagen 7 anexos III)

- **Multímetro, Multi 340i**

Con este equipo se pueden medir hasta tres parámetros (pH, oxígeno y conductividad) simultáneamente con la conexión de un electrodo pH / ORP y un sensor de oxígeno o célula de conductividad. Este medidor cuenta con calibración automática para medición de conductividad, calibración de 1 a 2 puntos con tapones técnicos para medición de pH y un registrador de datos. (Ver imagen 5 anexos III)

- **Balanza Digital Electronic Compact Scale SF-400C**

### **Insumos**

- Agua destilada
- Barra magnética
- Erlenmeyer 25 ml.

## **V.4 Carbono Orgánico**

Este método es mucho más rápido, el cual es el procedimiento de Walkley & Black.

El Carbono Orgánico se oxida por medio de ácido crómico caliente. A la muestra se le da una cantidad de calor, en un baño de ácido sulfúrico. El ácido crómico no utilizado en la oxidación del carbono orgánico se determina mediante titulación con sulfato ferroso de amonio. (Ver imagen 6 anexos III)

### **Equipos**

- **Campana de extracción de gases Hemco Corporation**

La campana de Extracción de gases está equipada con perfil aerodinámico delantero de resina compuesta y diafragma de vidrio templado vertical con contrapeso, con marco de marco de PVC resistente a la corrosión y al fuego.

- **Plato Agitador Labconco**

### **Insumos**

- Dicromato de potasio  $K_2Cr_2O_7$
- Ácido fosfórico  $H_2PO_3$
- Ácido Sulfúrico  $H_2SO_4$  concentrado
- Sulfato ferroso  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  0.5N
- Indicador Ortofenantrolina.
- Bureta graduada 50 mL.

### **V.5 Conductividad eléctrica**

Medida de la capacidad de un material o sustancia para permitir el paso de la corriente eléctrica o transmitir calor, su medida es el S/m (siemens por metro) en el Sistema Internacional y mmho/cm (micromhos por centímetro) en unidades estándar de EE.UU.

Todos los suelos fértiles contienen pequeñas cantidades de sales solubles, dicha acumulación se atribuye a problemas de drenaje y acción de riegos, seguidos de evaporación y sequía.

Un suelo con exceso de sales solubles se le denomina suelo salino, de lo contrario se trata de un suelo no salino.

### **Equipos**

- **Balanza digital Electronic Compact Scale SF-400C**
- **Multímetro Multi 340i**

## **Insumos**

- Agua destilada
- Barra magnética
- Erlenmeyer 25 mL.

## **V.6 Nitrógeno total**

El método Kjeldahl es un proceso de análisis químico para determinar el contenido en nitrógeno de una sustancia química y se engloba en la categoría de medios por digestión húmeda, siendo la suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, ureas, aminos, etc.) e inorgánicas (amonio  $\text{NH}_4^+$ , nitrato  $\text{NO}_3^-$  y nitrito  $\text{NO}_2^-$ ).

El principio de este método es que la materia orgánica de la muestra se oxida por digestión con ácido sulfúrico concentrado. Este tratamiento convierte el nitrógeno amínico en sal amónica. Luego se neutraliza el ácido, se añade exceso de álcali, y se destila el amoniaco, recogiénolo sobre un volumen medido de disolución valorada de ácido, cuyo exceso se determina por valoración con disolución valorada de base.

## **Equipos**

- **Block de digestión Labconco**

Las unidades de digestión de seis lugares atraen humos a través del colector usando un sistema de escape de soplador remoto.

- **Destilador Kjeldahl Labconco Rapid Still II**

Método del retiro del humo de la digestión de Kjeldahl, 230 V, monofásico. (Ver imagen 8 anexos III)

- **Campana de extracción Hemco Corporation**

## **Insumos**

- Ácido sulfúrico concentrado
- Mezcla catalizadora Franklin ( $K_2SO_4 + CuSO_4 + Se$ ) en polvo. (En relación 100:10:1).
- Ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) al 4%.
- Indicador mixto
- Hidróxido de sodio al 50% p/v.
- Ácido sulfúrico 0.100N.
- Tiosulfato de sodio

## **V. 7 Textura**

Método del hidrómetro de Bouyoucos, es una de las formas más rápidas de analizar el tamaño de las partículas del suelo. Se basa en la velocidad diferencial de sedimentación de las partículas.

## **Equipos**

- **Hidrómetro Kimax**

El hidrómetro sirve para conocer el nivel de densidad de un líquido en relación con el nivel de densidad del agua. (Ver imagen 10 anexos III)

- **Licuada JZ Cole-Palmer**

Esta licuadora procesa hasta 2 litros de muestra en cuestión de segundos. Poseen un control de velocidad suave y ajustable entre 0 y 22,000 rpm; ajuste con facilidad en cualquier velocidad para aplicaciones de mezcla, agitación u homogeneización. (Ver imagen 9 anexos III)



- **Balanza digital Electronic Compact Scale SF-400C**

### **Insumos**

- Termómetro
- Cronómetro
- Probeta de 500 ml
- Hexametáfosfato de sodio

## **CAPÍTULO VI DETERMINACIONES**

Se toman 25 muestras en la cuenca del río Nizao, que posteriormente son analizadas en distintos laboratorios de análisis químicos. Los análisis se basan en la determinación de pH, conductividad, nitrógeno total, carbono orgánico, carbono inorgánico y textura.

A continuación, se desarrollará cada uno de los pasos realizados durante los análisis, en caso de reportar algún resultado los mismos también serán mostrados en el acápite siguiente.

### **VI.1 Fluorescencia de Rayos X por Energía Dispersiva (FRX-ED)**

Para la determinación de elementos y compuestos químicos en el espectrómetro por fluorescencia de rayos x, las 25 muestras de suelo en polvo se convierten en tabletas o pastillas. Para lograr esta conversión, luego de dejar secar a temperatura ambiente por varias semanas, las muestras son tamizadas y pulverizadas hasta obtenerse un tamaño de grano deseable. Luego se procede a mezclar la muestra tamizada con una cera aglutinante, para darle mayor consistencia: aproximadamente 4 gramos de la muestra de suelo con 0.9 gramos de cera aglutinante.

La mezcla resultante se coloca en una prensa con anillos de acero para obtener pastillas de 3 cm de diámetro. Las pastillas se colocan en sus respectivos porta-muestras para ser analizadas en el equipo de FRX. Cada muestra se procede a analizar en el equipo dos veces y se expresan los resultados en valores porcentuales y en ppm para comparar los valores obtenidos con los valores de referencia estandarizados para suelos y sedimentos de ríos.

## **VI.2 pH**

Para la determinación del pH se deben realizar 5 corridas de cada una de las 26 muestras. Para cada una de las corridas se pesan 5 gr de la muestra, con 50 ml de agua destilada y se utiliza un plato agitador con una barra magnética por 10 minutos, luego se realiza la medida del pH con un multímetro multi 340i.

Al retirar la barra magnética se puede observar hierro acumulado en el mismo. Con esto se determina que en 9 de las muestras la presencia del Hierro (Fe) es abundante, en 3 muestras se observa el Hierro (Fe) en poca cantidad, en 9 solo se hace notar la presencia, y en 5 de ellas existe ausencia del mismo. (Ver imagen 13 anexos III)

## **VI.3 Carbono Orgánico**

Para la determinación del carbono orgánico, se utiliza el método de Walkley-Black. Se toman 5 gr de la muestra y se ponen en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Agregar 10 ml de patrón primario de dicromato de Potasio y 10 ml de ácido Sulfúrico concentrado, luego agitar hasta homogenizar.

Se deja reposar por 30 min. Dentro de la campana de gases. Se agregan 5ml de ácido Fosfórico, 20 ml de agua destilada y 3 gotas de indicador de Ortofenantrolina. Se titula con solución de Sulfato Ferroso 0.5N hasta cambio de color.

A medida del avance de la titulación las muestras se tornan en diferentes colores variando desde el amarillo pálido hasta verde, indicando la cantidad de materia orgánica contenida en la muestra. Si el color resulta amarillo pálido no existe presencia de carbono orgánico y mientras más tenue el color más presencia existe en la muestra, al llegar a verde ya el carbono orgánico presente en la muestra es muy abundante. Las muestras analizadas por este método se encuentran en el rango de amarillo a verde, concluyendo así que, en todas, hay presencia de carbono orgánico.

## **VI.4 Conductividad**

Para la determinación de la conductividad es necesario realizar 5 corridas de cada una de las muestras. Para cada una de las corridas se pesan 5gr de la muestra, con 50 ml de agua y se utiliza una barra magnética por 10 minutos, luego se mide la conductividad con un multímetro multi 340i.

## **VI.5 Nitrógeno total**

Para la determinación del Nitrógeno se pesa 0.400 gr de muestra y se coloca en un tubo de digestión Kjeldahl de 100 ml. Se agregan 5.0 gr de catalizador Franklin (4.42 grs. sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) + 0.5 gr. de sulfato de cobre ( $\text{SO}_4\text{Cu}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) + 0.05 gr. de óxido de mercurio ( $\text{HgO}$ ) y 0.03 gr. de selenio ( $\text{Se}$ )), 10 ml de ácido sulfúrico concentrado y se agita hasta homogenizar. Se prepara un blanco que contenga solo catalizador y el ácido sulfúrico y se trata del mismo modo que las muestras. Se calienta hasta los 400 C durante 1 hora o hasta que el líquido presente una coloración clara o verdosa, se enfría a temperatura ambiente y se añade 30 ml de agua destilada, y se agrega 2.5 ml de tiosulfato de sodio. La digestión debe realizarse dentro de una campana de extracción debido a la gran cantidad de gases que se desprenderá.

Con la ayuda de una pipeta, se agregan 25 ml de disolución al 4% de ácido bórico en un Erlenmeyer de 125 ml. Se añaden 3-4 gotas del indicador mixto y se agita hasta homogenizar. Se coloca el Erlenmeyer bajo un refrigerante, con el pico de salida por debajo de la superficie de disolución. La punta del refrigerante debe estar en todo momento en contacto con la solución de ácido bórico contenida dentro del Erlenmeyer para evitar pérdida del gas producido.

Se agrega lentamente 30 ml de hidróxido de sodio al 50% y se procede a destilar. La destilación debe terminar al transcurrir unos 12-15 minutos o cuando se haya recogido un volumen de 100 ml. del destilado. Teniendo en cuenta que la coloración de la mezcla sea de un tono azul brillante. Tomar el destilado obtenido y titular la mezcla formada con ácido sulfúrico diluido (concentración aprox. 100 N) hasta que adquiera una tonalidad rosada-zapote.

Los cálculos se realizan con el volumen consumido y la normalidad real del ácido en el momento de ser utilizado. (Ver ecuación 1 anexos IV)

## **VI.6 Textura**

Se pesan 50 gr de suelo seco, se mezcla en un cilindro metálico con agua y se mezcla por 15 min. Se vierte el contenido en una probeta de 1000 ml, llevar con agua destilada hasta la marca indicada, agitar y sumergir el hidrómetro, a los 40 segundos tomar la lectura del hidrómetro y la temperatura. Dejar la probeta en reposo y al pasar las 2 horas se toman las lecturas nuevamente.

Con estos datos obtenidos se realizan los cálculos para obtener los porcentajes de arena, arcilla y limo, para luego obtener la clasificación en la pirámide de textura. (Ver gráfica 2 anexos V, ecuación 2-5 anexos IV)

**TERCERA PARTE**  
**RESULTADOS**

## CAPÍTULO VII RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los 25 puntos de muestreo se presentan a continuación de forma tabulada.

**Tabla VII.1 Fluorescencia de Rayos X por Energía Dispersiva (FRX-ED)**

Comparación de concentraciones de metales pesados obtenidos con relación a las concentraciones anormales en suelos o sedimentos de ríos									
Valor Target									
Min.	2	-	25	<5	<1	<1	<1	10	
Max	100	60	200	<40	<2	<5	<2	150	
Valor intervención									
	Hasta	8000	2000	1000 o más	Hasta 2500	Hasta 500	10-100	Hasta 30	10000 o más
Código	Muestra	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Pb
RD01	A18 o R18	116.7	44.95	63.65	<0.5	<0.5	0.5	6.25	6.75
RD02	B04-2	90.3	57.00	82.55	<0.5	<0.5	3.5	1.05	5.70
RD03	B01	914.65	36.20	62.1	<0.5	<0.5	1.7	2.1	3.25
RD04	B02	61.9	38.95	55.9	<0.5	<0.5	3.1	3	4.30
RD05	B03	84.95	52.70	74.6	<0.5	<0.5	<1	3	4.85
RD06	B04	97.7	50.50	79.85	<0.5	<0.5	0.8	6.9	5.10
RD07	B5	51	30.25	46.2	<0.5	<0.5	2.55	1.65	2.40
RD08	B06	102.9	54.50	78.2	<0.5	<0.5	0.4	2.05	4.90
RD09	B10	111.55	50.55	93.75	<0.5	<0.5	2.2	<2	8.50
RD10	R2	55.85	33.30	49.1	<0.5	<0.5	2.05	5.85	3.60
RD11	R3	62.3	70.60	106.85	1.75	0.35	2.4	2.9	12.50
RD12	R4	83.35	52.10	76.8	<0.5	<0.5	1.45	2.55	5.00
RD13	R6	178.45	44.40	78.15	<0.5	<0.5	2.45	1.8	12.20
RD14	R7	63.3	42.65	66.9	<0.5	<0.5	2.95	4.25	3.85
RD15	R9	104.9	51.2	77.35	<0.5	<0.5	1.35	2.45	4.55
RD16	R10	84.95	46.65	69.55	<0.5	<0.5	1.8	5.1	4.65
RD17	R11	224.4	41.70	65.85	<0.5	<0.5	1.95	5.25	5.10
RD18	R12	909.05	33.85	64.35	<0.5	<0.5	1.25	4.3	2.35
RD19	R13	489.2	35.40	65.4	<0.5	<0.5	2.35	2.1	7.45
RD20	R25	507.65	40.70	65.65	<0.5	<0.5	1.9	1.75	4.40
RD21	M2	97.05	40.15	65.75	<0.5	<0.5	<1	4.45	4.05
RD23	M9	669.7	30.05	48.05	<0.5	<0.5	2.7	0.95	2.55
RD24	M11	354.05	56.60	69.25	<0.5	<0.5	0.6	1.6	4.00
RD25	M21	444.8	36.85	57.8	<0.5	<0.5	2.2	1.3	3.40
RD26	M31	98.85	64.85	86.45	<0.5	<0.5	0.85	2.15	10.25

Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

**Tabla VII.2**

<b>Presentación de resultados de pH</b>		
<b>Código</b>	<b>Muestra</b>	<b>pH</b>
RD01	A18 o R18	8,02
RD02	B04-2	7,80
RD03	B01	8,23
RD04	B02	8,15
RD05	B03	8,02
RD06	B04-2	7,58
RD07	B5	7,88
RD08	B06	8,25
RD09	B10	7,85
RD10	R2	8,35
RD11	R3	7,83
RD12	R4	7,81
RD13	R6	7,96
RD14	R7	7,76
RD15	R9	8,44
RD16	R10	8,27
RD17	R11	8,24
RD18	R12	8,25
RD19	R13	8,41
RD20	R25	8,05
RD21	M2	8,36
RD23	M9	8,14
RD24	M11	8,14
RD25	M21	8,04
RD26	M31	7,90

Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)



**Tabla VII.3**

<b>Porcentaje de Carbono Orgánico</b>		
<b>Código</b>	<b>Muestra</b>	<b>%CO</b>
RD01	A18 o R18	1,23
RD02	B04-2	1,68
RD03	B01	0,78
RD04	B02	0,63
RD05	B03	0,93
RD06	B04-2	1,83
RD07	B5	0,63
RD08	B06	0,63
RD09	B10	3,73
RD10	R2	1,23
RD11	R3	13,12
RD12	R4	1,53
RD13	R6	1,68
RD14	R7	1,23
RD15	R9	0,78
RD16	R10	0,78
RD17	R11	1,53
RD18	R12	0,93
RD19	R13	1,38
RD20	R25	1,23
RD21	M2	1,23
RD23	M9	0,78
RD24	M11	1,38
RD25	M21	1,68
RD26	M31	2,73

Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

**Tabla VII.4**

<b>Tabla de Conductividad</b>		
<b>Código</b>	<b>Muestra</b>	<b>Conductividad dS/m</b>
RD01	A18 o R18	0,248
RD02	B04-2	0,260
RD03	B01	0,179
RD04	B02	0,064
RD05	B03	0,101
RD06	B04-2	0,209
RD07	B5	0,114
RD08	B06	0,096
RD09	B10	0,187
RD10	R2	0,105
RD11	R3	0,192
RD12	R4	0,164
RD13	R6	0,256
RD14	R7	0,076
RD15	R9	0,267
RD16	R10	0,071
RD17	R11	0,113
RD18	R12	0,241
RD19	R13	0,113
RD20	R25	0,232
RD21	M2	0,144
RD23	M9	0,142
RD24	M11	0,279
RD25	M21	0,186
RD26	M31	0,200

Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

**Tabla VII.5**

<b>Porcentaje de nitrógeno</b>		
<b>Código</b>	<b>Muestra</b>	<b>%N</b>
RD01	A18 o R18	0,17
RD02	B04-2	0,29
RD03	B01	0,10
RD04	B02	0,10
RD05	B03	0,15
RD06	B04-2	0,20
RD07	B5	1,45
RD08	B06	0,12
RD09	B10	0,31
RD10	R2	0,29
RD11	R3	0,61
RD12	R4	0,17
RD13	R6	0,20
RD14	R7	0,46
RD15	R9	0,17
RD16	R10	0,12
RD17	R11	0,15
RD18	R12	0,15
RD19	R13	0,12
RD20	R25	0,73
RD21	M2	0,23
RD23	M9	0,15
RD24	M11	0,12
RD25	M21	0,17
RD26	M31	0,41

Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

**Tabla VII. 6**

Código	Muestra	Textura			Clase Textural
		Arena	Limo	Arcilla	
RD01	A18	50.0	30.0	20.0	Franco arcillo arenosa
RD02	B04-2	63.2	26.7	10.1	Franco arenosa
RD03	B01	88.0	4.0	8.0	Areno francosa
RD04	B02	94.0	0.0	6.0	Arenosa
RD06	B04	84.0	5.3	10.8	Areno francosa
RD09	B10	56.0	16.0	28.0	Franco arcillo arenosa
RD11	R3	51.2	14.7	34.0	Franco arcillo arenosa
RD13	R6	64.0	22.0	14.0	Franco arenosa
RD15	R9	88.0	6.0	6.0	Areno francosa
RD23	M9	80.0	9.3	10.8	Areno francosa

Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

## CAPÍTULO VIII ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las 25 muestras analizadas son comparados con valores de las normas internacionales de Estándares Holandeses para suelos y/o sedimentos, y la norma mexicana NOM-021-REC-NAT-20000 debido a la ausencia de normativa nacional para estos fines; el análisis de los mismos se presenta a continuación:

Comparación de concentraciones de metales pesados obtenidos con relación a las concentraciones anormales en suelos o sedimentos de ríos									
Valor Target									
Min.	2	-	25	<5	<1	<1	<1	<1	10
Max	100	60	200	<40	<2	<5	<2	<2	150
Valor intervención									
	Hasta	8000	2000	1000 o más	Hasta 2500	Hasta 500	10-100	Hasta 30	10000 o más
Código	Muestra	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Cd	Pb
RD01	A18 o R18	116.7	44.95	63.65	<0.5	<0.5	0.5	6.25	6.75
RD02	B04-2	90.3	57.00	82.55	<0.5	<0.5	3.5	1.05	5.70
RD03	B01	914.65	36.20	62.1	<0.5	<0.5	1.7	2.1	3.25
RD04	B02	61.9	38.95	55.9	<0.5	<0.5	3.1	3	4.30
RD05	B03	84.95	52.70	74.6	<0.5	<0.5	<1	3	4.85
RD06	B04	97.7	50.50	79.85	<0.5	<0.5	0.8	6.9	5.10
RD07	B5	51	30.25	46.2	<0.5	<0.5	2.55	1.65	2.40
RD08	B06	102.9	54.50	78.2	<0.5	<0.5	0.4	2.05	4.90
RD09	B10	111.55	50.55	93.75	<0.5	<0.5	2.2	<2	8.50
RD10	R2	55.85	33.30	49.1	<0.5	<0.5	2.05	5.85	3.60
RD11	R3	62.3	70.60	106.85	1.75	0.35	2.4	2.9	12.50
RD12	R4	83.35	52.10	76.8	<0.5	<0.5	1.45	2.55	5.00
RD13	R6	178.45	44.40	78.15	<0.5	<0.5	2.45	1.8	12.20
RD14	R7	63.3	42.65	66.9	<0.5	<0.5	2.95	4.25	3.85
RD15	R9	104.9	51.2	77.35	<0.5	<0.5	1.35	2.45	4.55
RD16	R10	84.95	46.65	69.55	<0.5	<0.5	1.8	5.1	4.65
RD17	R11	224.4	41.70	65.85	<0.5	<0.5	1.95	5.25	5.10
RD18	R12	909.05	33.85	64.35	<0.5	<0.5	1.25	4.3	2.35
RD19	R13	489.2	35.40	65.4	<0.5	<0.5	2.35	2.1	7.45
RD20	R25	507.65	40.70	65.65	<0.5	<0.5	1.9	1.75	4.40
RD21	M2	97.05	40.15	65.75	<0.5	<0.5	<1	4.45	4.05
RD23	M9	669.7	30.05	48.05	<0.5	<0.5	2.7	0.95	2.55
RD24	M11	354.05	56.60	69.25	<0.5	<0.5	0.6	1.6	4.00
RD25	M21	444.8	36.85	57.8	<0.5	<0.5	2.2	1.3	3.40
RD26	M31	98.85	64.85	86.45	<0.5	<0.5	0.85	2.15	10.25

Los resultados obtenidos, mediante el muestreo realizado en nuestra investigación, podemos ver que el análisis inorgánico nos muestra altas concentraciones de Níquel (Ni), cuyo promedio sobrepasó con 294.5 ppm, un valor aceptado mínimo de 100 ppm, en los puntos RD01, RD03, RD08, RD09, RD13, RD15, RD17, RD18, RD19, RD20, RD23, RD24 y RD25. La concentración del Cadmio (Cd) se observa en los puntos RD01, RD03, RD04, RD05, RD06, RD08, RD10, RD11, RD12, RD14, RD15, RD16, RD17, RD18, RD19, RD21 y RD26 con un valor de 8.0722 el cual se encuentra ligeramente mayor a 2 ppm, valor permitido en sedimentos y/o suelos, y en los puntos RD11 y RD26 de las muestras la concentración del Cobre (Cu) superó con 7.13 ppm, de manera leve, el valor de referencia de 60 ppm. No obstante, ninguna de esas concentraciones de metales pesados se encuentra en nivel de intervención.

Los resultados obtenidos del análisis de metales pesados, como níquel, cobre y cadmio se encuentran fuera del rango aceptado por la norma holandesa para evaluar la contaminación en suelos, mientras que los demás elementos estudiados están dentro de la normativa. El níquel excede de los 100 ppm máximos, el cobre sobrepasa los 60 ppm y la concentración del cadmio es mayor a 2 ppm, estos valores se refieren a un promedio total de las muestras. En cuanto al resto de los metales, Zn, As, Se, Mo y Pb, se encuentran dentro de los valores aceptados. (Ver mapas 3,4 y 5 anexo II)

Estos resultados indican que las maquinarias utilizadas durante el proceso de extracción en el río, pudieron haber transferido ciertos metales al suelo. Así como también puede ser consecuencia de los desechos industriales, las metaleras y proyectos mineros que existen en la zona.

Comparando los resultados obtenidos en el análisis de pH, con los criterios de evaluación del suelo de la normativa mexicana NOM-021-REC-NAT-20000, para todos los puntos muestreados se obtienen valores mayores a 7, es decir que es un suelo básico. (Ver tabla VII.2 capítulo VII; mapa 9 anexos II)

En el estudio realizado para determinar el porcentaje de carbono orgánico, solo los puntos RD09 con un porcentaje de 3.73 y el RD11 con un porcentaje de 13.12 demuestran tener un alto contenido, mientras que el resto obtuvo un porcentaje bajo del mismo. (Ver tabla VII.3, mapa 6 anexos II)

Esto puede ser atribuido a las actividades agrícolas, aumento de la temperatura y tipo de textura.

Los valores obtenidos en el análisis de conductividad se encuentran en el rango de 0 dS/m a 2.0 dS/m, mediante la norma mexicana NOM-021-REC-NAT-20000 llegamos a la conclusión de que es un suelo no salino. (Ver tabla VII.4 capítulo VII; mapa 8 anexos II)

Comparando los resultados obtenidos en el análisis de nitrógeno con los criterios para evaluar el suelo dependiendo del contenido de nitrógeno total, tenemos que quince (15) de las muestras se presentan ricas en nitrógeno con un valor mayor a 0.159%, mientras que los demás puntos con un valor menor a 0.158 %. Este contenido de nitrógeno es debido a que el objeto de estudio se encuentra en una zona con muchas plantas, también puede ser incorporado por las lluvias. (Ver tabla VII.5 capítulo VII; mapa 7 anexos II; imagen 16 anexos III)

El análisis de textura se realizó tomando solo diez (10) puntos representativos de los veinticinco (25) puntos muestreados, los quince (15) puntos restantes coinciden con la clase textural del área muestreada a su alrededor, según su proporción de las partículas de arena, limo y arcilla se determinó que existen 4 clases de textura en la zona de estudio siendo estas: franco arcillo arenosa en tres (3) de las muestras, franco arenosa en dos (2) de las muestras, areno francosa cuatro (4) de las muestras y arenosa en una (1) muestra. (Ver tabla VII.6 capítulo VII; anexo II mapa 2)

Según los datos proporcionados por la interpretación del análisis CSSI RLA5064, realizado por el Ing. Emgelberth Vargas (2017), los puntos RD10 y RD24 corresponden a un banco de erosión, el punto RD15 pertenece a un lecho de bosque nativo, mientras que los puntos RD16 y RD18 corresponden a una intersección de flujo de sedimentos.

**CUARTA PARTE**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## CAPÍTULO IX CONCLUSIONES

Se diseñó un plan de muestreo puntual e integrado de 26 puntos ya que estos son el mínimo que permite caracterizar los aportes del suelo.

Por su estructura el suelo que caracteriza a la cuenca del río Nizao es mixto porque tiene características intermedias entre los suelos arenosos y arcillosos lo que indica que este suelo es ideal para el cultivo.

Los resultados obtenidos, mediante el muestreo realizado en nuestra investigación, podemos ver que el análisis inorgánico nos muestra altas concentraciones de Níquel (Ni), sobrepasó con 294.5 ppm, un valor aceptado mínimo de 100 ppm, en los puntos RD01, RD03, RD08, RD09, RD13, RD15, RD17, RD18, RD19, RD20, RD23, RD24 y RD25. La concentración del Cadmio (Cd) se observa en los puntos RD01, RD03, RD04, RD05, RD06, RD08, RD10, RD11, RD12, RD14, RD15, RD16, RD17, RD18, RD19, RD21 y RD26 con un valor de 8.0722 el cual se encuentra ligeramente mayor a 2 ppm, valor permitido en sedimentos y/o suelos, y en los puntos RD11 y RD26 de las muestras la concentración del Cobre (Cu) superó con 7.13 ppm, de manera leve, el valor de referencia de 60 ppm. No obstante, ninguna de esas concentraciones de metales pesados se encuentra en nivel de intervención.

Se encuentran altas concentraciones de metales pesados, lo cual podría ser consecuencias de las maquinarias utilizadas en la extracción que realizan las constructoras para extraer grava y arena del río, así como de los desechos industriales vertidos en este, las metaleras y proyectos mineros que existen en la zona.

El análisis de textura, los cálculos e interpretaciones correspondientes, demuestran que es un suelo franco arcillo arenoso en su mayor parte, ya que según el estudio realizado mediante la técnica CSSI por el Ing. Emgelberth Vargas, el suelo está compuesto de arcilla 2:1 del grupo montmorillonita (mineral del grupo de los silicatos), es decir, que tienen alta retención de humedad.

En general el muestreo realizado demuestra que el suelo cumple las especificaciones de conductividad y pH según las normas internacionales establecidas. También el análisis de carbono orgánico y nitrógeno arrojan que el suelo de la cuenca del río Nizao posee las proporciones necesarias para ser un suelo de aprovechamiento agrícola.

El método analítico seleccionado es el instrumental por la confiabilidad de sus resultados basados en las propiedades fisicoquímicas.

## CAPÍTULO X RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan algunas recomendaciones:

Establecer un plan de monitoreo preventivo en las zonas de la cuenca del río Nizao donde las concentraciones de los metales pesados se encontraron dentro del rango permitido para que no sigan aumentando, porque, aunque ninguna de las concentraciones de los metales pesados alcanzó el nivel necesario para recurrir a una intervención, podrían aumentar.

Analizar diferentes puntos de la zona del río Nizao cada 6 meses, un periodo de 2 años, al principio y a mitad de año, para llevar un registro de las concentraciones de metales pesados en éstos. El plan de monitoreo de esta investigación tiene un enfoque de acción correctiva, por los puntos que arrojaron concentraciones elevadas, por esto se tratará a todas las zonas por igual en los 2 primeros años.

Luego de pasados los 2 primeros años se realizan tablas y gráficos que representen los resultados contundentes arrojados en los análisis realizados en las fechas pautadas, a partir de ese punto, analizar si se necesita intervención, para suministrar la documentación y las recomendaciones al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para que ese organismo tome cartas en el asunto.

Realizar medidas correctivas en las zonas de los puntos que arrojaron valores de concentraciones de los metales pesados para reducir los resultados obtenidos.

Realizar un plan de vigilancia para evitar la depredación de la cuenca del río Nizao.

Crear un plan de concientización a los habitantes de las zonas aledañas, con el fin de educarlos sobre la contaminación y preservación del medio ambiente. Establecer personal de

seguridad en cada una de las presas que conforman la cuenca del río Nizao y en zonas de acceso a la cuenca, para evitar la depredación de los ríos.

Dicho personal estará a cargo de concientizar a los habitantes y visitantes a las zonas de la cuenca del río Nizao sobre la contaminación y el cuidado del medio ambiente, para proteger el área. Prohibiendo el paso de maquinaria pesada en el área, que los habitantes arrojen basura al piso y/o al río y fumar en las áreas.

**QUINTA PARTE**  
**REFERENCIAS**

## Referencias Bibliográficas

1. Análisis CSS1 RLA 5064. Ing Vargas Emgelberth Danilo. Año 2017. Venezuela.
2. Interpretación de Análisis de Suelos. Soledad Garrido Valero. Cuarta edición. Rivadeneyra, S.A. Año 1994. Madrid, España.
3. Métodos de Análisis Para Suelos, Plantas y Aguas. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Lic. T. Jiménez Juan. Segunda edición. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Año 2014. Chapingo, México.
4. Métodos Rápidos de Análisis de Suelos. López Galán Enrique y Miñano Fernández Fernando. Cuarta edición. Rivadeneyra, S.A. Año 1988. Madrid, España.
5. Principios de Análisis Instrumental. Skoog Douglas, Holler F. James y Nieman Timothy. 5ta edición. The MacGraw-Hill Companies Inc. Año 2008. España.
6. Química Analítica Cualitativa. Vogel Arthur L. Segunda edición. Editorial Kapeluz, S.A. Año 1960. Buenos Aires, Argentina.
7. Química Cuantitativa. H. Brown Glenn y M. Salle Eugene. Séptima edición. Editorial Reverté S.A. Año 1996. Barcelona, España.
8. Química General. Chang Raymond. 10ma Edición. The MacGraw-Hill Companies Inc. Año 2010. México, D.F.

## WEBGRAFIA

1. Estudio Socioeconómico Fondo de Agua Santo Domingo Cuencas de los Ríos Nizao, Haina y Ozama. Rivas, McFarren y Melo (2013).
2. Información hidrológica. Recuperado de: <http://www.acqweather.com/hidrologica.htm> . Consultado el 16 mayo 2016.
3. La sedimentación y sus tipos. Rodríguez, L. (2009, julio). Recuperado de: <http://aprendiendosobrelasedimentacion.blogspot.com/2009/07/la-sedimentacion-y-sus-tipos.html>. Consultado el 20 de mayo 2016.
4. Protocols on the use of the CSSI Technique to identify and apportion soil sources from land use. NIWA, Taihoro Nukurangi. 2013.
5. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002). Norma oficial mexicana NOM-021-RECNAT-2000.
6. Soil Remediation Circular. (2013). Estándares Holandeses Para Suelos y/o Sedimentos.

**SEXTA PARTE**  
**ANEXOS**



**ANEXO I**  
**TABLAS**

Tabla 1. Criterios de evaluación de un suelo con respecto a su pH (NOM-021-REC-NAT-2000)

<b>Categoría</b>	<b>Valor de pH</b>
Fuertemente ácido	< 5.0
Moderadamente ácido	5.1 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Medianamente alcalino	7.4 - 8.5
Fuertemente alcalino	> 8.5

Fuente: Análisis físicos y químicos en suelos. Vázquez y Bautista. (1993)

Tabla 2. Interpretación del contenido de materia orgánica en el suelo.

<b>Clase</b>	<b>Suelos volcánicos</b>	<b>Suelos no volcánicos</b>
Muy bajo	< 4.0	< 0.5
Bajo	4.1 - 6.0	0.6 - 1.5
Medio	6.1 - 10.9	1.6 - 3.5
Alto	11.0 - 16.0	3.6 - 6.0
Muy alto	> 16.1	> 6.0

Fuente: Análisis físicos y químicos en suelos. Vázquez y Bautista. (1993)

Tabla 3. Criterios para evaluar la salinidad de un suelo, con base en su conductividad.

<b>Categoría del suelo</b>	<b>Valor mmhos/cm o dS/m</b>
No salino	0 - 2.0
Poco salino	2.1 - 4.0
Moderadamente salino	4.1 - 8.0
Muy salino	8.1 - 16.0
Extremadamente salino	> 16.0

Fuente: Análisis físicos y químicos en suelos. Vázquez y Bautista. (1993)

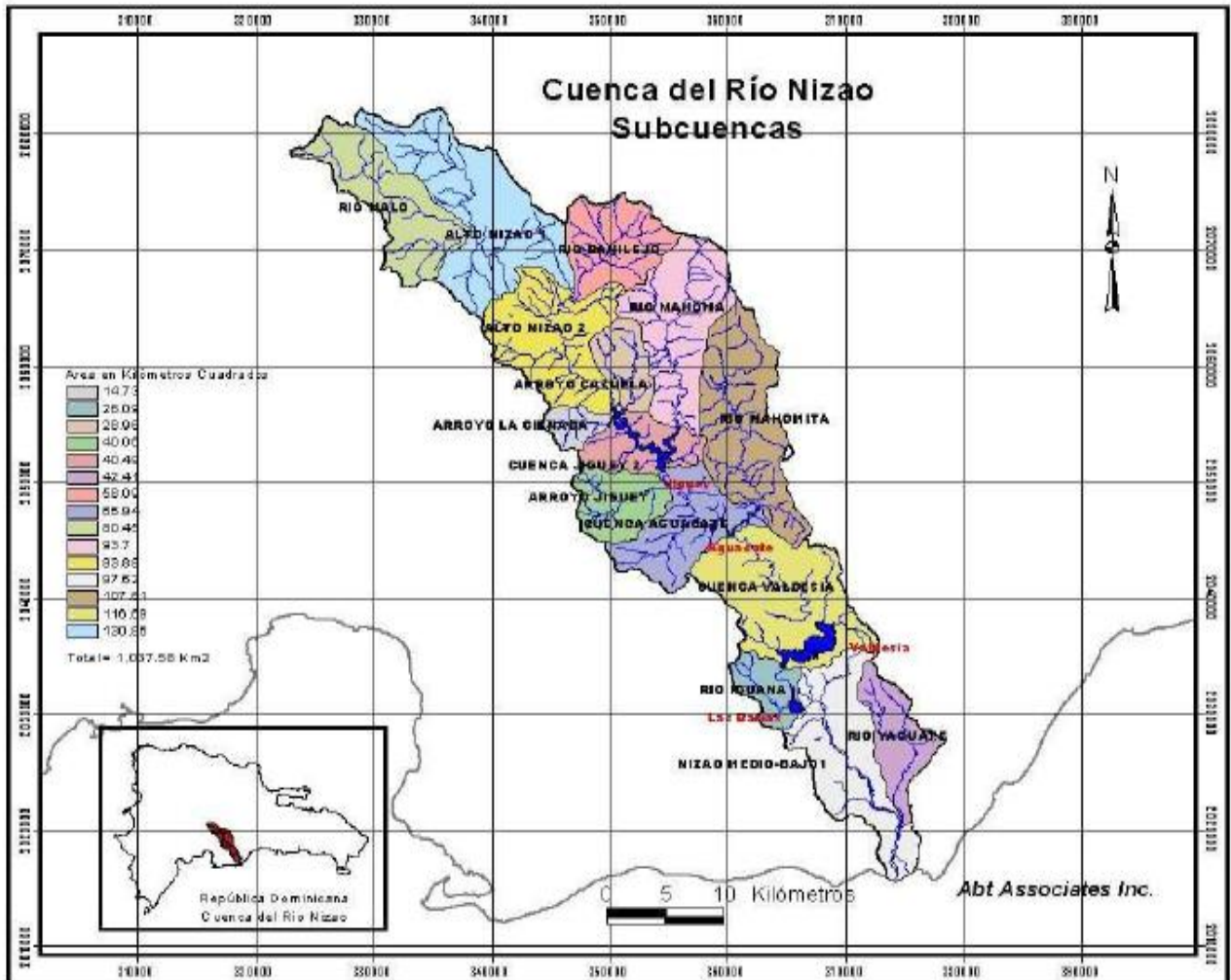
Tabla 4. Criterios para evaluar un suelo con base en su contenido de nitrógeno.

<b>Categoría</b>	<b>Valor (%) de nitrógeno en suelo</b>
Extremadamente pobre	< 0.032
Pobre	0.032 - 0.063
Medianamente pobre	0.064 - 0.095
Medio	0.096 - 0.126
Medianamente rico	0.127 - 0.158
Rico	0.159 - 0.221
Extremadamente rico	> 0.221

Fuente: Análisis físicos y químicos en suelos. Moreno (1978)

**ANEXO II**  
**MAPAS**

Mapa 1. Ubicación del Río Nizao



Fuente: Academia de Ciencias-UASD. Estudio de las subcuencas de Nizao (2015)

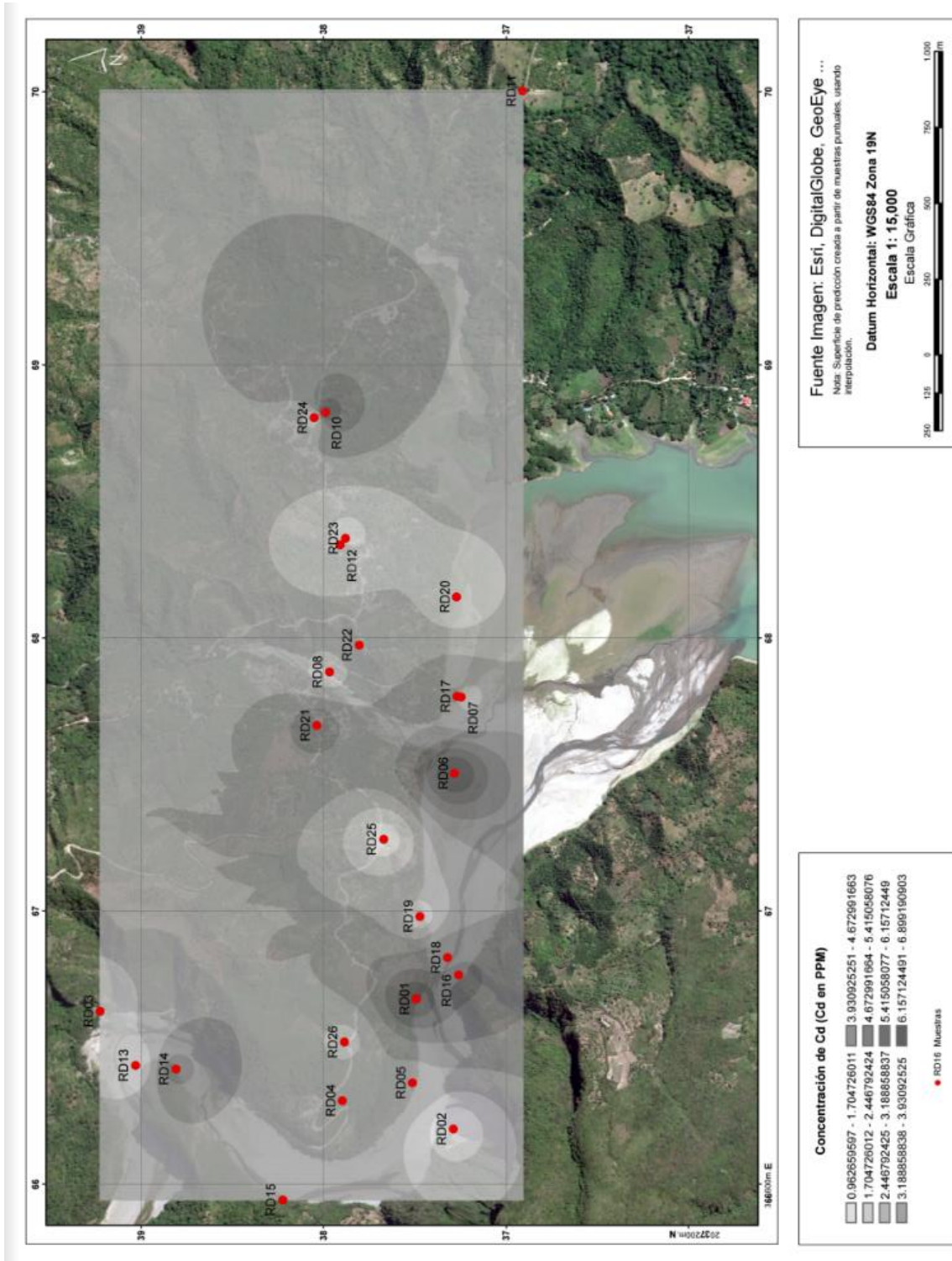
Mapa 2. Localización de muestreo



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

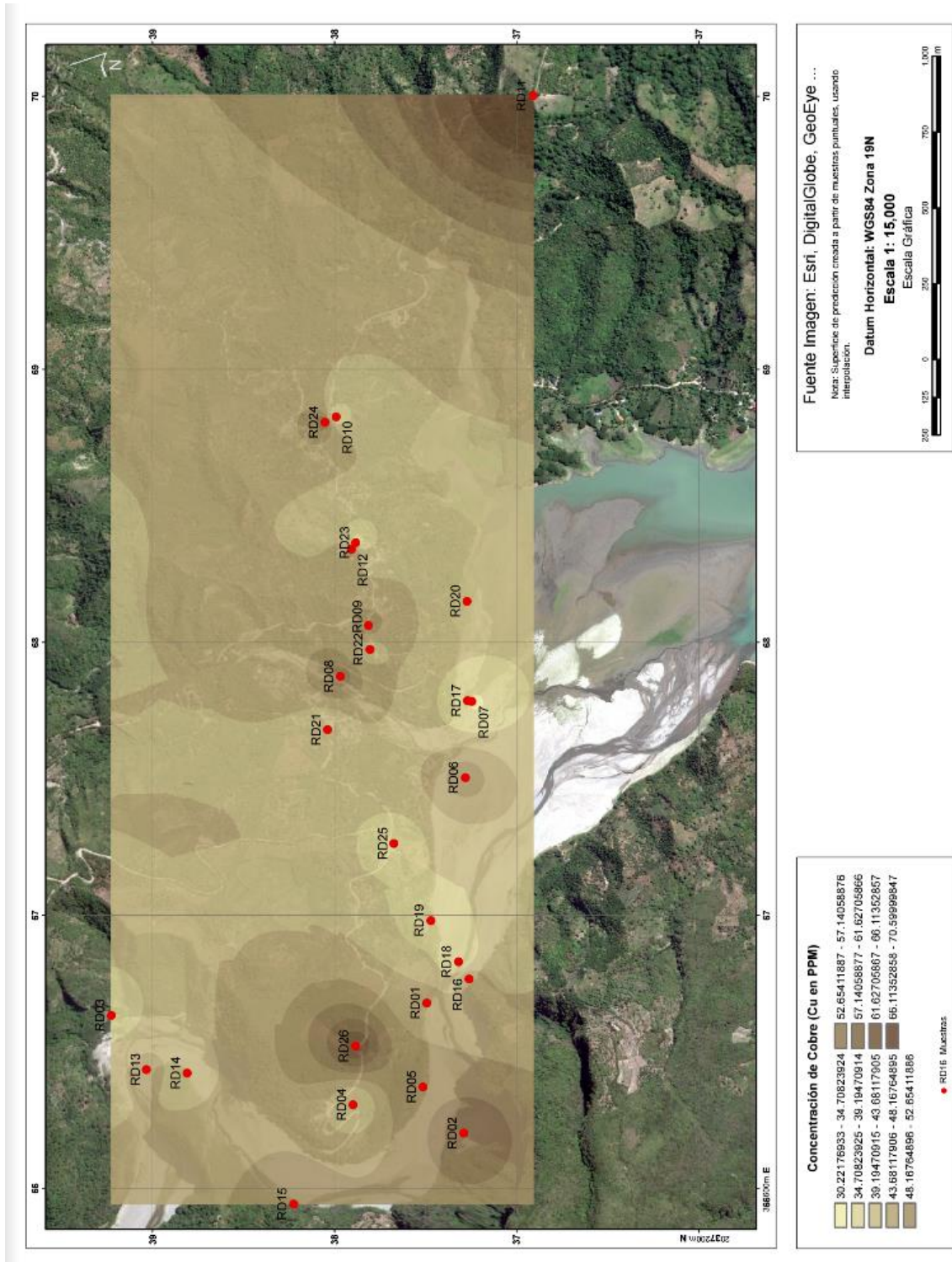


Mapa 3. Representación de los resultados de la concentración de Cadmio



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

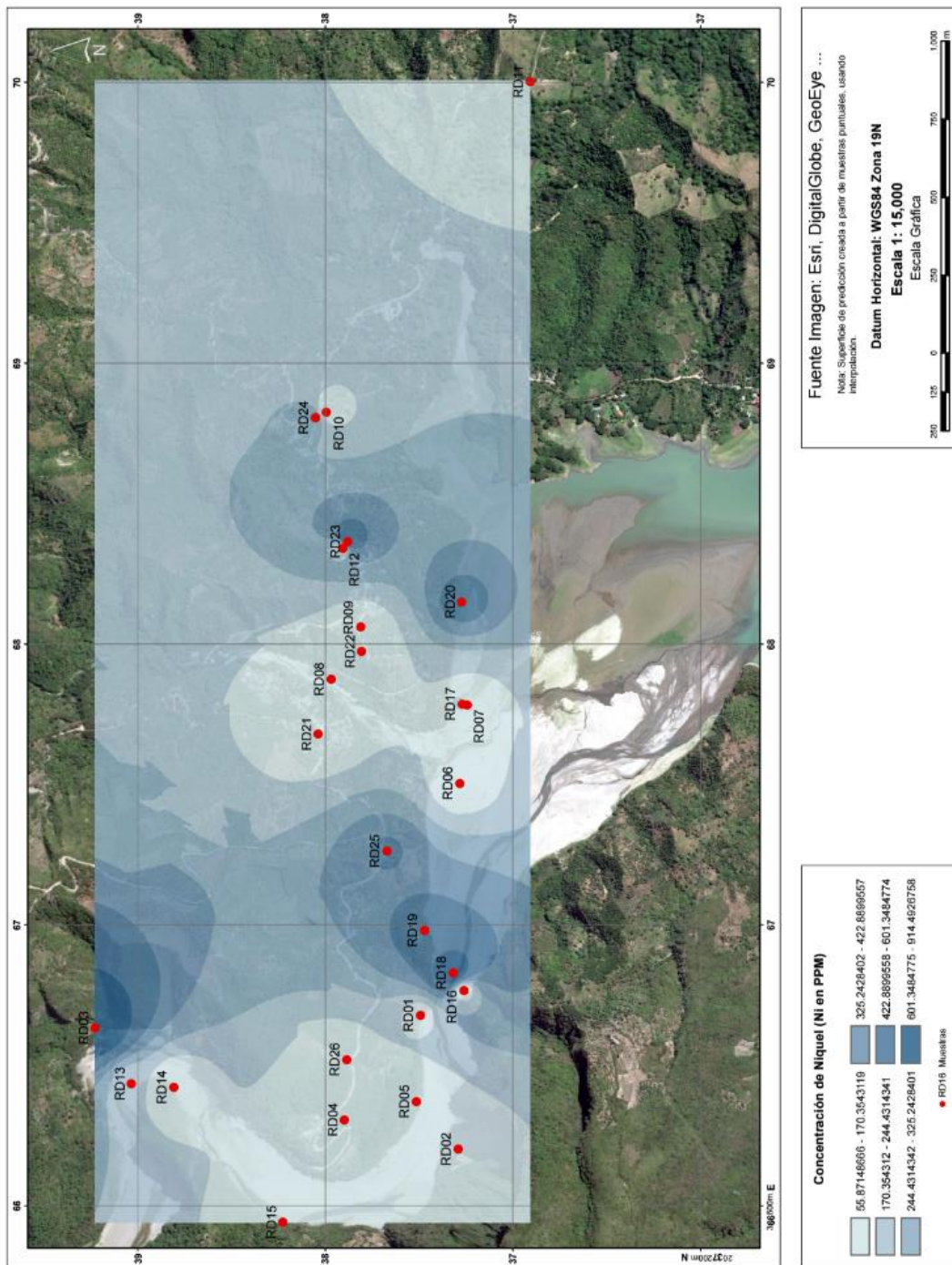
Mapa 4. Representación de los resultados de la concentración de Cobre



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

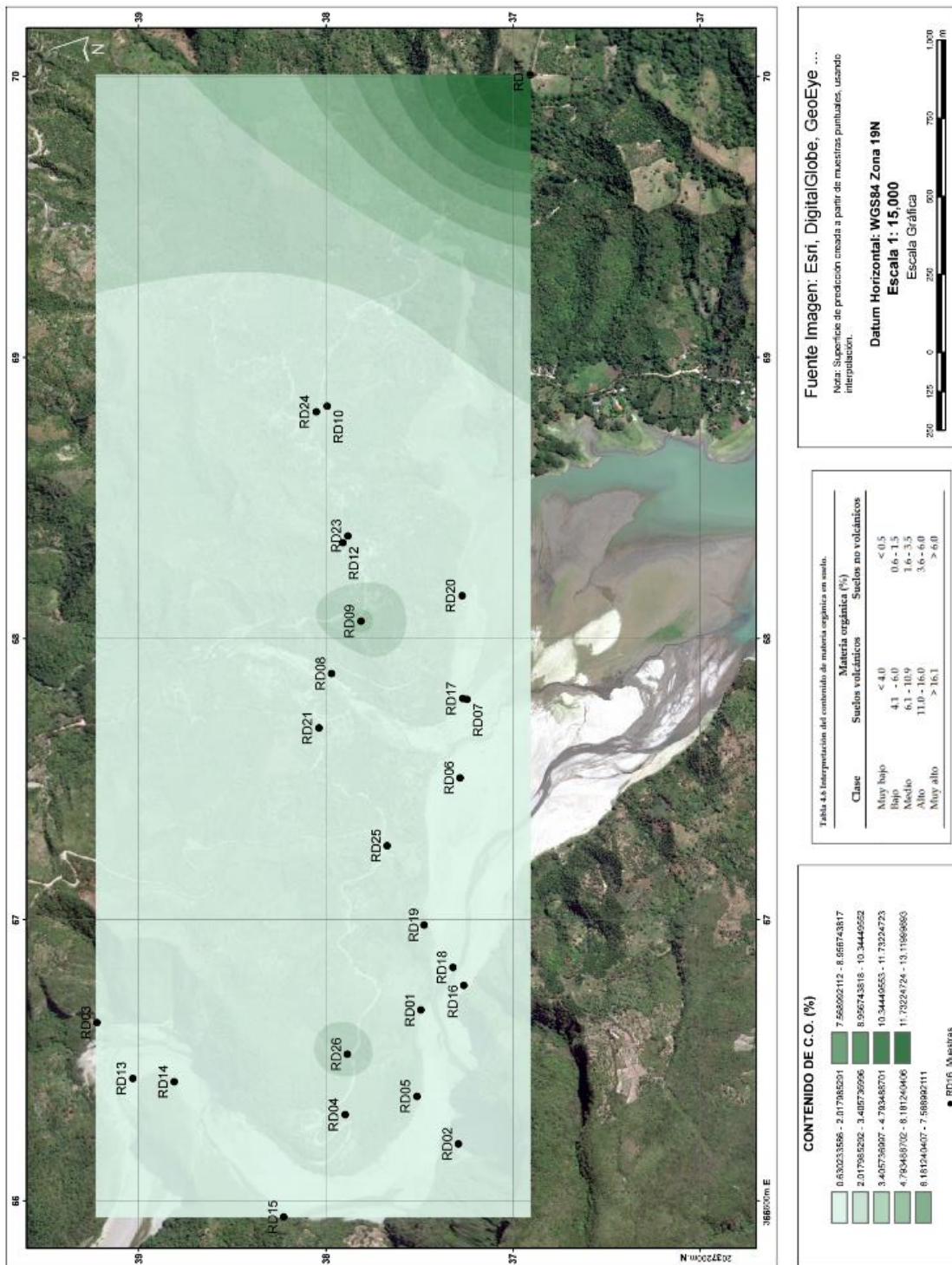


Mapa 5. Representación de los resultados de la concentración de Níquel



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

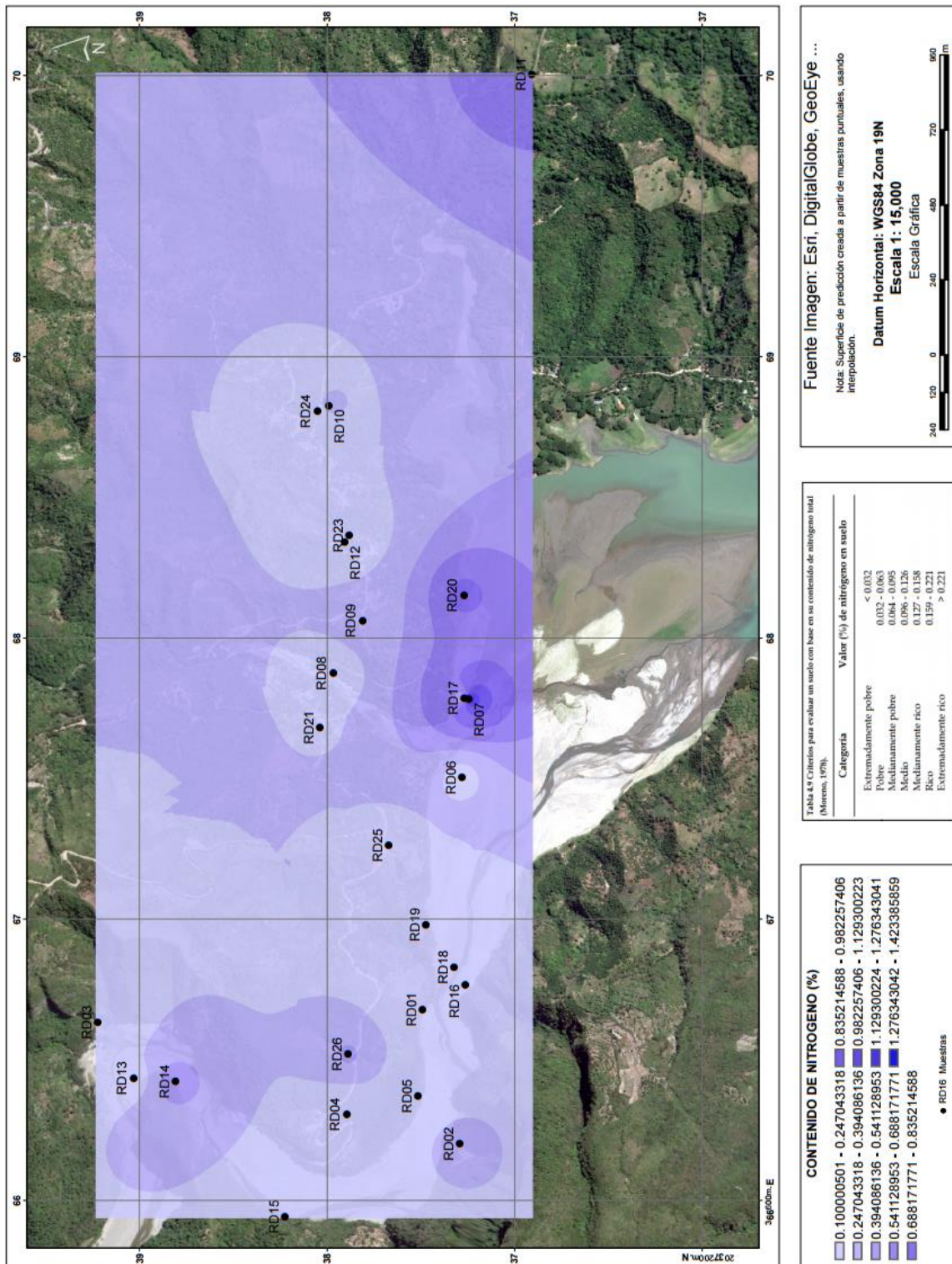
Mapa 6. Representación de los resultados de la concentración de Carbono Orgánico



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

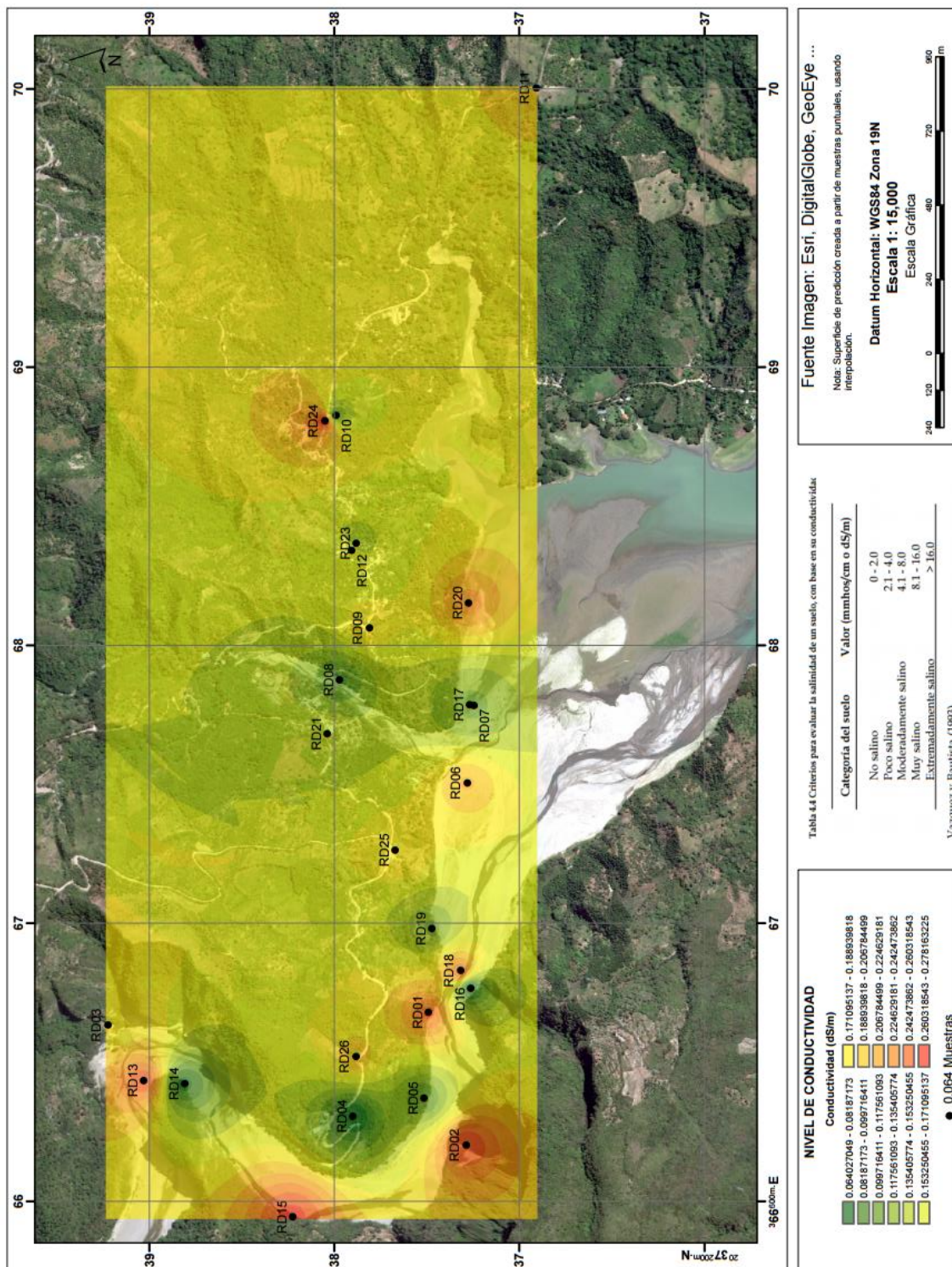


Mapa 7. Representación de los resultados de la concentración de Nitrógeno



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

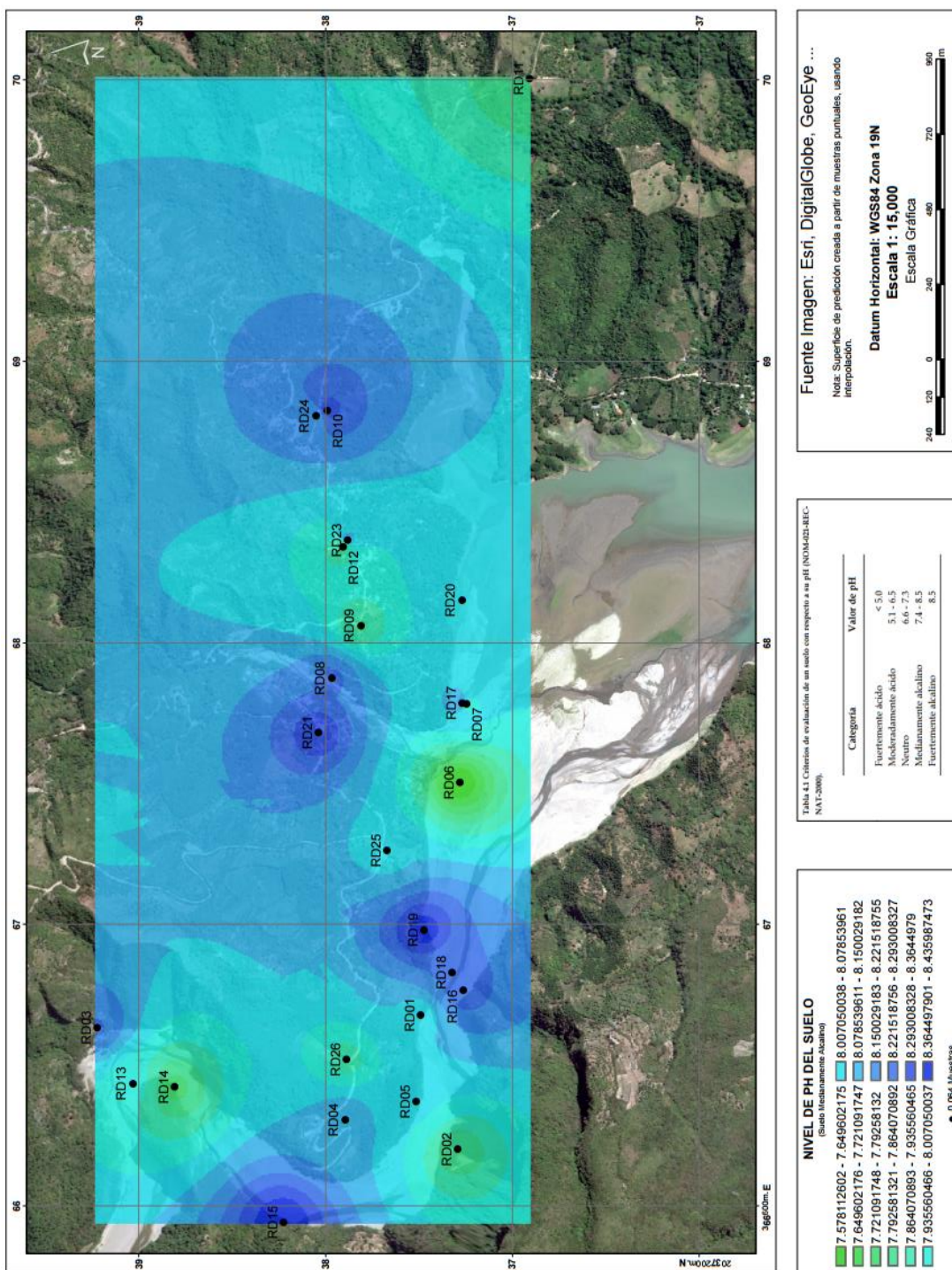
Mapa 8. Representación de los resultados de la concentración de Conductividad



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)



Mapa 9. Representación de los resultados de la concentración de pH



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

**ANEXO III  
IMAGENES**

Imagen 1. Río Nizao



Fuente: Artículo en línea CDN. (2016)

Imagen 2. Presa de Valdesia



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)



Imagen 3. Central Jigüey



Fuente: Portal informativo en línea municipio de Los Cacaos. (2010)

Imagen 4. Espectrómetro- Spectro Xepos, Ametek



Fuente: Catalogo en línea de SPECTRO Analytical Instruments (2017)



Imagen 5. Multímetro, Multi 340i



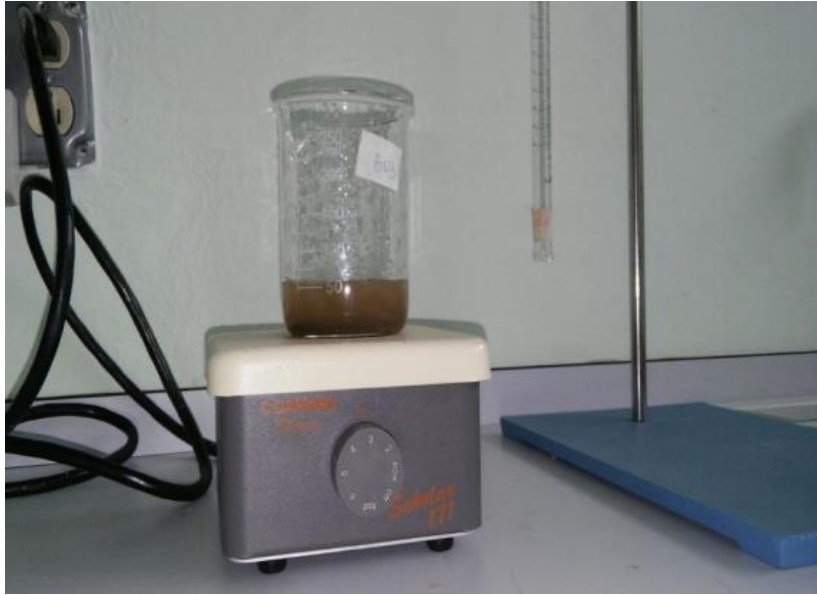
Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

Imagen 6. Preparación de muestras para determinación del Carbono Orgánico



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

Imagen 7. Proceso de agitación en el análisis de pH-Conductividad



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

Imagen 8. Proceso de destilación en el análisis de nitrógeno



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

Imagen 9. Proceso de licuado en el análisis de textura



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

Imagen 10. Análisis de textura



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

Imagen 11. Muestras listas para ser analizadas.



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

Imagen 12. Presencia de Hierro (Fe) en alguna de las muestras



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)



Imagen 13. Arena



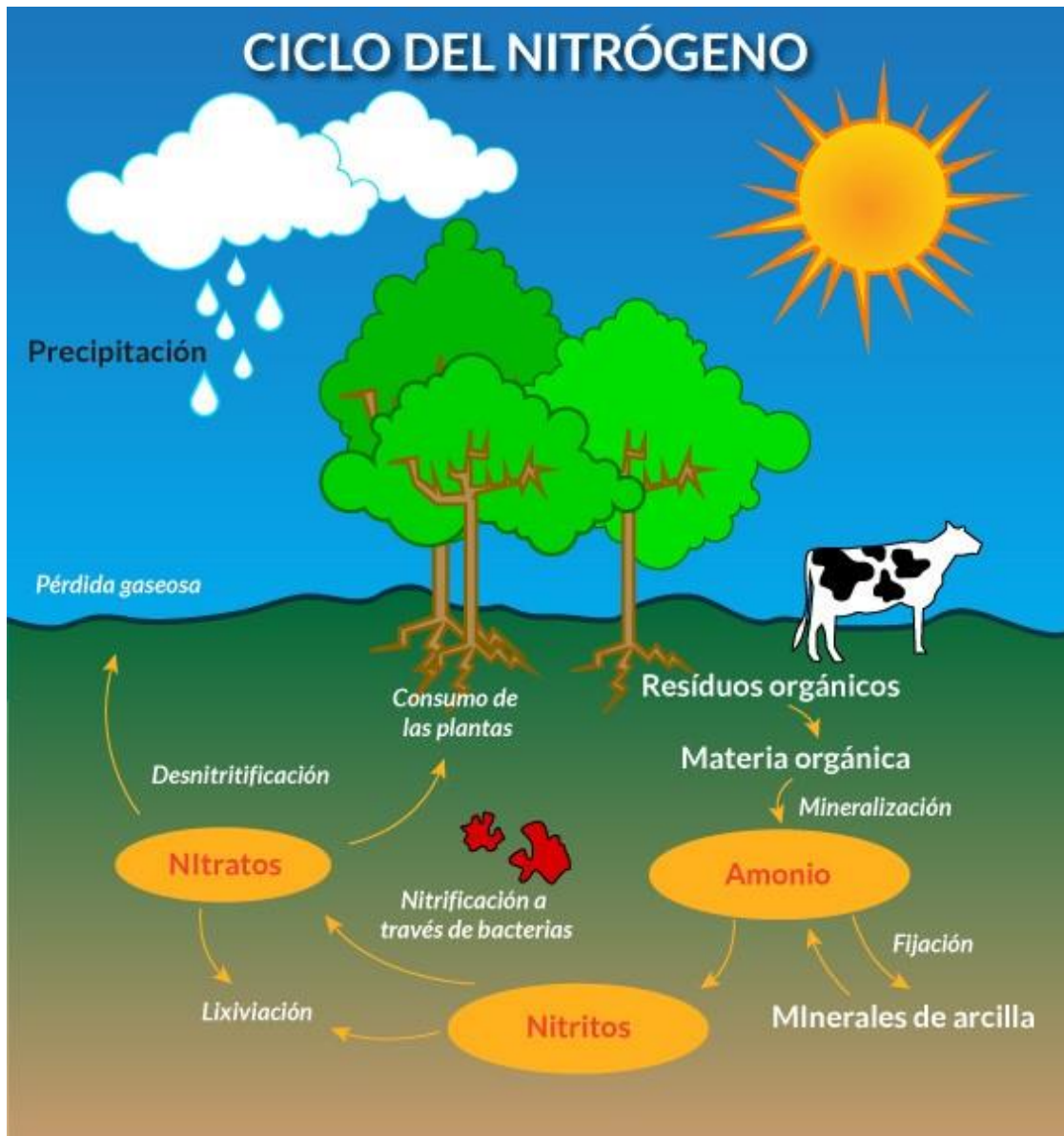
Fuente: TecnoLuciahl. (2014)

Imagen 14. Arcilla



Fuente: The Magazine Basic Theme. (2013)

Imagen 15. Ciclo nitrógeno



Fuente: Anónima (2017)



Imagen 16. Visita de muestreo en la presa de Valdesia



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

Imagen 17. Visita de muestreo en la presa de Valdesia

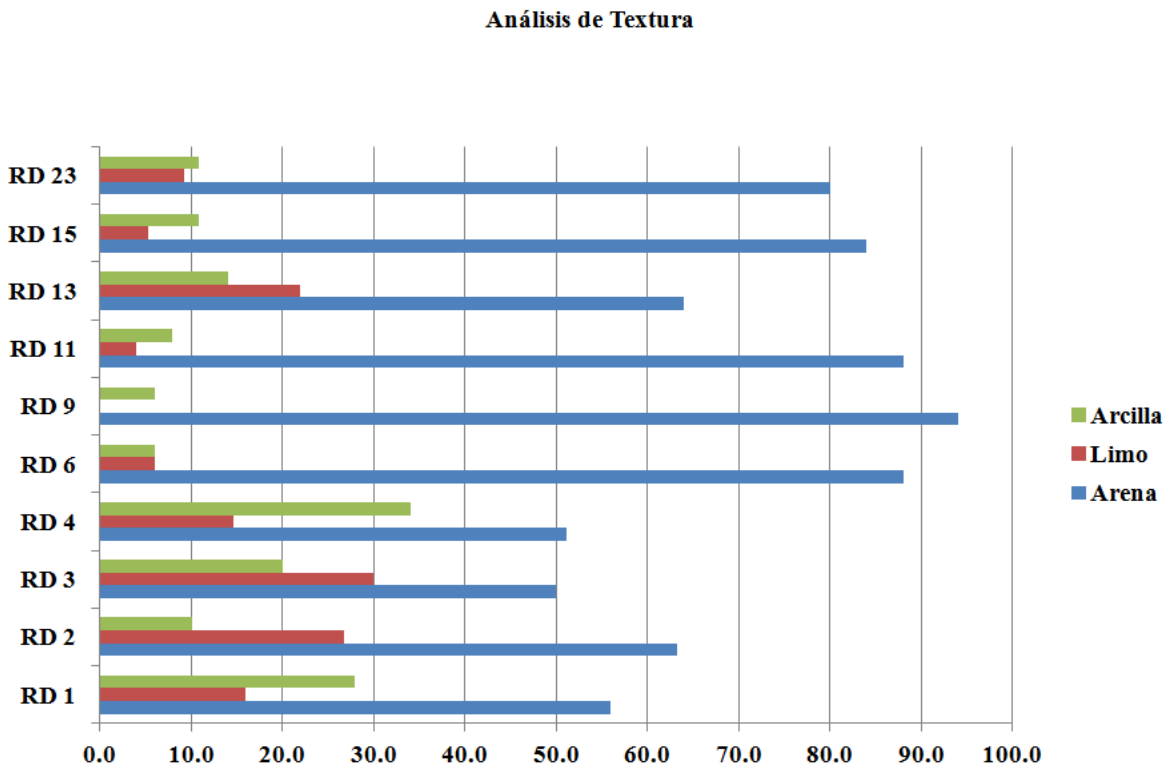


Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

**ANEXO IV**  
**GRÁFICAS**

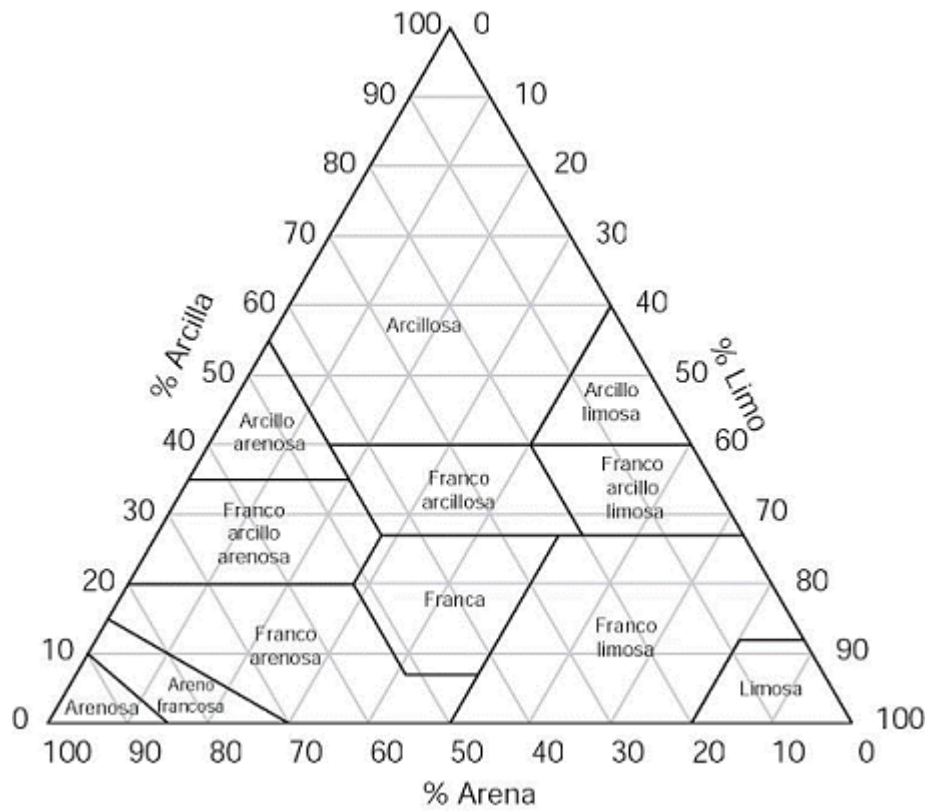


Gráfica 1. Representación resultados de textura



Fuente: Caracterización Físicoquímica del suelo del Río Nizao. Rubio Lissa, Ortega Nicole (2017)

Gráfica 2. Triángulo de textura del sistema de clasificación de la USDA.



Fuente: Manual de técnicas de análisis de suelos. Instituto Mexicano del Petróleo (2006)

**ANEXO V**  
**ECUACIONES**

Ecuación 1: Porcentaje de Nitrógeno total

$$\%Nt = \frac{V_{\text{consumido}}(\text{ml}) * \text{Factor de Correccion} * N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \left(\frac{\text{meq}}{\text{ml}}\right)}{\text{Peso de Muestra}}$$

Factor de corrección: 1.4007

Fuente: Instructivo técnico para determinación de nitrógeno total por el método de Kjeldahl. CENTA

Ecuación 2. Corrección de lectura para el análisis de textura

$$LC: L_{\text{real}} - L_{\text{H}_2\text{O}} \mp \text{Correccion por temperatura}$$

Fuente: Métodos de Análisis Para Suelos, Plantas y Aguas. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Lic. T. Jiménez Juan.

Ecuación 3. Porcentaje de arcilla total

$$\% \text{Arcilla Total} = \left( \frac{\text{correccion de lectura a 2 horas} \times 100}{\text{g masa suelo seco (MMS)}} \right)$$

Fuente: Métodos de Análisis Para Suelos, Plantas y Aguas. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Lic. T. Jiménez Juan.

Ecuación 4. Porcentaje de arena total

$$\% \text{Arena Total} = 100 - \left( \frac{\text{correccion de lectura a los } 40'' \times 100}{\text{g masa suelo seco (MMS)}} \right)$$

Fuente: Métodos de Análisis Para Suelos, Plantas y Aguas. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Lic. T. Jiménez Juan.

Ecuación 5. Porcentaje de limos

$$\% \text{Limos} = 100 - (\% \text{Arenas} + \% \text{Arcillas})$$

Fuente: Métodos de Análisis Para Suelos, Plantas y Aguas. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Lic. T. Jiménez Juan.

**ANEXO VI  
GLOSARIO**

1. **Ácidos nucleicos:** son grandes polímeros formados por la repetición de monómeros denominados nucleótidos, unidos mediante enlaces fosfodiéster.
  
2. **Aluviales:** son suelos de origen fluvial, poco evolucionados, aunque profundos. Aparecen en las vegas de los principales ríos. Los suelos aluviales son suelos con perfil poco desarrollado formados de materiales transportados por corrientes de agua.
  
3. **Aminas:** son compuestos químicos orgánicos que se consideran como derivados del amoníaco y resultan de la sustitución de uno o varios de los hidrógenos de la molécula de amoníaco por otros sustituyentes o radicales.
  
4. **Biosfera:** sistema formado por el conjunto de los seres vivos del planeta Tierra y sus relaciones.
  
5. **Bosques templados:** son aquellos bosques ubicados en zonas de clima templado de ambos hemisferios.
  
6. **Climas templados:** es un tipo de clima que se caracteriza por temperaturas medias anuales de alrededor de 15 °C y precipitaciones medias entre 1000 mm y 2000 mm anuales.
  
7. **Coloides:** es un sistema formado por dos o más fases, normalmente una fluida (líquido) y otra dispersa en forma de partículas generalmente sólidas muy finas, de diámetro comprendido entre  $10^{-9}$  y  $10^{-5}$  m.

- 8. Conductividad:** La salinidad de un suelo o agua, se refiere a la cantidad de sales presentes en solución, y puede ser estimada indirectamente mediante la medición de la conductividad eléctrica (CE). El valor de CE es influenciado por la concentración y composición de las sales disueltas.
- 9. Contra embalse:** especie de presa pequeña situada por debajo de una presa de mayor tamaño, cuya agua es utilizada para propósitos diferentes a los de la presa mayor, como riego o consumo humano, a diferencia de la grande cuya agua se utilizaría para producir energía eléctrica.
- 10. Cuenca:** es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico.
- 11. Degradación:** es el paso de un suelo de un tipo a otro, por modificaciones internas o por pérdida de parte de sus elementos, particularmente orgánicos.
- 12. Deltas:** accidente geográfico formado en la desembocadura de un río por los sedimentos fluviales que ahí se depositan.
- 13. Demarcación:** (de marca, frontera o división territorial) puede referirse a: linde (límite o frontera); circunscripción; jurisdicción (o provincia, que es su significado original).



- 14. Deposición:** es el proceso geológico por el cual el material se agrega a un accidente geográfico o masa de tierra.
- 15. Edáfico:** relativo al suelo, especialmente en lo que respecta a la vida de las plantas.
- 16. Edafología:** es una rama de la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea.
- 17. Erosión:** es el desgaste o denudación de suelos y rocas que producen distintos procesos en la superficie de la Tierra.
- 18. Fisicoquímica:** también llamada Química física, es una subdisciplina de la Química que estudia la materia empleando conceptos físicos y químicos.
- 19. Floculación:** Es un paso del proceso de potabilización de aguas de origen superficial y del tratamiento de aguas servidas domésticas, industriales y de la minería.
- 20. Fluvial:** se utiliza en la geografía y en ciencias de la Tierra para referirse a los procesos asociados a los ríos, arroyos, a los depósitos y relieves creados por ellos.

- 21. Hidráulico:** es la rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en función de sus propiedades específicas.
- 22. Hidráulico:** es la rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en función de sus propiedades específicas.
- 23. Hidroeléctrico:** se utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica.
- 24. Hidrología:** es una rama de las ciencias de la Tierra que estudia el agua, su ocurrencia, distribución, circulación, y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre.
- 25. Hidrosfera:** es el sistema material constituido por el agua que se encuentra sobre la superficie de la Tierra sólida, y también parte de la que se encuentra bajo la superficie, en la corteza terrestre.
- 26. Humus:** es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos por organismos y microorganismos benéficos (hongos y bacterias).
- 27. Intemperismo:** Es el proceso de transformación química de las rocas en suelo por eso se dice que la formación de suelo es sinónimo de Intemperismo.

- 28. Interés geotécnico:** conocer las características del terreno involucrado en un proyecto u obra.
- 29. Lacustre:** es el medio sedimentario propio de los lagos.
- 30. Meteorización:** a la descomposición de minerales y rocas que ocurre sobre o cerca de la superficie terrestre cuando estos materiales entran en contacto con la atmósfera, hidrósfera y la biósfera.
- 31. Montmorillonita:** es un mineral del grupo de los silicatos, subgrupo filosilicatos y dentro de ellos pertenece a las llamadas arcillas.
- 32. Morrenas:** montón de piedras, arena, barro y otros materiales que erosiona, transporta y acumula un glaciar.
- 33. Nitrógeno total Kjeldahl:** es un indicador utilizado en química analítica cuantitativa. Refleja la cantidad total de nitrógeno en el agua analizada, suma del nitrógeno orgánico en sus diversas formas (proteínas y ácidos nucleicos en diversos estados de degradación, urea, aminos, etc.) y el ion amonio  $\text{NH}_4^+$ . También se utiliza para determinar proteínas en alimentos.
- 34. pH:** Medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia.
- 35. Planicies:** es una gran extensión de tierra plana o con ligeras ondulaciones.

- 36. Porosidad:** es una medida de espacios vacíos en un material, y es una fracción del volumen de huecos sobre el volumen total, entre 0-1, o como un porcentaje entre 0-100%.
- 37. Presas:** una estructura construida en el cauce de un río u otro cuerpo de agua que tiene como objeto embalsar o derivar el agua.
- 38. Proteínas:** son biomoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos.
- 39. Regresión de mínimos cuadrados parciales:** Es una técnica de modelado popular utilizada en quimiometría y se utiliza comúnmente para el análisis espectral cuantitativo.
- 40. Sedimentación:** ocurre cuando un material sólido es transportado por una corriente de agua y se posa en el fondo del río, embalse, etc.
- 41. Sedimentos:** un material sólido acumulado sobre la superficie terrestre (litósfera) derivado de las acciones de fenómenos y procesos que actúan en la atmósfera, en la hidrosfera y en la biosfera (vientos, variaciones de temperatura, precipitaciones meteorológicas, circulación de aguas superficiales o subterráneas, desplazamiento de masas de agua en ambiente marino o lacustre, acciones de agentes químicos, acciones de organismos vivos).
- 42. Suelo:** parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.

## Sustentantes

---

Lissa M. Rubio Hernández

---

Nicole Ortega Cordero

---

Ing. Doris Peña Calderón  
Asesora

---

Ing. Emgelberth Danilo Vargas  
Asesor

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Calificación: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

---

Ing., Doris Peña Calderón  
Directora del Dpto. de Química

# THE PLAGIARISM CHECKER

## PREMIUM

The plagiarism detector has analyzed the following text segments, and did not find any instances of plagiarism:

Text being analyzed	Result
pastillas se colocan en sus respectivos porta-muestras para ser anal...	✔ OK
Estos resultados indican que las maquinarias utilizadas durante el pr...	✔ OK
resultados obtenidos, mediante el muestreo realizado en nuestra inv...	✔ OK
análisis de textura, los cálculos e interpretaciones correspondientes,...	✔ OK
puntos se seleccionaron siguiendo el procedimiento de evaluación d...	✔ OK
obstante, ninguna de esas concentraciones de metales pesados se ...	✔ OK
encuentra ligeramente mayor a 2 ppm, valor permitido en sedimentos	✔ OK
valores obtenidos en el análisis de conductividad se encuentran en	✔ OK
encuentra ligeramente mayor a 2 ppm, valor permitido en sedimentos	✔ OK
realizan tabulaciones y mapas para interpretar y analizar los resultad...	✔ OK
también puede ser consecuencia de los desechos industriales, las m...	✔ OK
encuentran altas concentraciones de metales pesados, lo cual podrí...	✔ OK
método analítico seleccionado es el instrumental por la confiabilidad...	✔ OK
obstante, ninguna de esas concentraciones de metales pesados se ...	✔ OK
forma diagonal, siendo envasadas en frascos debidamente esteriliza...	✔ OK
Tabla 3: Fuentes de abastecimiento de agua del acueducto Santo	✔ OK
métodos instrumentales se basan en propiedades físicas que puede...	✔ OK
corresponde a bosque, café (19%), cultivos intensivos (10%), caña (...	✔ OK
cuenca posee entre sus activos ambientales los Parques Nacionales...	✔ OK
resultados obtenidos, mediante el muestreo realizado en nuestra inv...	✔ OK

**Results:** No plagiarism suspected

[Download Plagiarism Report PDF](#)

**Word count:** 2931

[Go Back](#)

also by Brian Klug: the [555 area code](#) is now real & free

© 2002-2017 by Brian Klug - [Contact](#)

Used 102 of 50 times since 2017-05-28.