

# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA

**Facultad de Ciencias de la Salud**

**Escuela de Farmacia**

Actividad Geotérmica de las Aguas Termales de tres Provincias del Suroeste de la República Dominicana: Génesis, Evolución y Propiedades Medicinales.



Tesis de Grado

**Presentado por:**

Carol Lara Minyety 10-0226

Nathalie María García Santos 11-0903

**Para la Obtención del Grado de:**

Licenciatura en Farmacia

Santo Domingo D.N.,

2017

**Actividad Geotérmica de las Aguas Termales de tres Provincias del Suroeste de la República Dominicana: Génesis, Evolución y Propiedades Medicinales.**

**AGRADECIMIENTOS**  
**Y**  
**DEDICATORIA**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios,**

Por ser mi fiel refugio, mi roca, por su infinito amor, por permitirme abrazar a las personas que amo y acompañarme en cada etapa de la vida.

### **A la Universidad,**

Por ser tierra fértil de excelentes profesores en nuestra escuela de farmacia que me brindaron sus enseñanzas y conocimientos con mucha paciencia y abnegación.

### **A mi madre Daysi y a mi abuela Mercedes,**

Por ser las principales promotoras de mis sueños, gracias por tanto apoyo incondicional.

### **A mi hermana Gisselle,**

Por ser un ejemplo de motivación, éxito profesional y apoyo.

### **A mi compañera de tesis Nathalie María,**

Por su contagiosa actitud positiva en momentos difíciles, no pude elegir mejor compañera.

### **A nuestros distinguidos asesores de tesis Carolina Lerebours *M.Sc.*, Ing. Geólogo Tabaré Mundaray y Ramón Narpier *M.Sc.*,**

Por su rectitud, sus consejos y asesoramiento durante todo el proyecto. Mil gracias.

### **Al Ing. Aris Mendis Gómez y su personal de científicos,**

Por abrirnos las puertas del modernísimo Laboratorio Científico Nacional de Aduanas (DGA), sobre todo su interés en nuestra investigación, altruismo y apoyo.

### **A mis queridas amigas Jennifer, Yacelin, Ana e Hilda,**

Por su granito de arena, su sustento, consejos y amistad sincera.

Agradezco a todas las personas que directa o indirectamente me permitieron asumir el reto y llegar a este gran triunfo soñado.

**Carol Lara Minyety**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios,**

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

### **A mi esposo Ismael,**

Por siempre ayudarme y apoyarme en todos mis proyectos.

### **A mi familia,**

Gracias por su apoyo y por ayudarme a alcanzar mis metas.

### **A la Universidad,**

Gracias por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

### **A mi compañera de tesis Carol Lara,**

Por su inagotable esfuerzo y dedicación, gracias por haberme acompañado en este camino.

### **A nuestros profesores de la Escuela de Farmacia,**

Que nos enseñaron tanto de la profesión como de la vida, impulsándonos siempre a seguir adelante, gracias por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales.

**A nuestros asesores de tesis Carolina Lerebours *M.Sc.*, Ing. Geólogo Tabaré Mundaray y Ramón Narpier *M.Sc.*,**

Por su apoyo ofrecido en este trabajo, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

**Nathalie María García Santos**

## DEDICATORIA

### **A Dios,**

Por haberme dado la fortaleza cada día y permitirme haber llegado hasta éste paraje tan importante de formación profesional, por darme la cognición, salud y e infinito amor.

### **A mi madre Daisy Libanessa Minyety Casado,**

Por ser un ejemplo de lucha y entrega, por su sustento incansable y demostrarme siempre su amor incondicional y apoyo.

### **A mi abuela Mercedes María Casado Casado,**

Por haberme educado con buenos valores, lo que me ha ayudado a ser una mujer de bien y salir hacia delante en la vida.

### **A mi esposo Leonaldo A. Núñez Fung,**

Por acompañarme en las largas y agotadoras noches de estudio donde siempre me reanimaba y me hacía llegar sus cafés y sus consejos.

### **A mi familia y amigos en general,**

Por estar en mis triunfos y en mis caídas, han sido una columna de bendición para mí.

*“Ganamos fuerza, coraje y confianza por cada experiencia en la que realmente nos paramos a mirar el miedo a la cara. Debemos hacer lo que creemos que no podemos” Eleanor Roosevelt.*

**Carol Lara Minyety**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios,**

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

### **A mi esposo Ismael Fernández,**

Por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos, sin ti nada de esto hubiera sido posible, gracias por todo el apoyo que me das en cada paso que doy.

### **Mis padres, Ramona Santos y Humberto García,**

Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

### **Mis hermanos, Iván Benjamín y Joel Humberto,**

Por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Todos mis amigos, Stephanie Pérez, Alicia Cuevas, Misraím Brazoban, Emilce Montero, Mayerling Gonzáles, Héctor Ramírez, Raysa Carrasco, por compartir los buenos y malos momentos.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son, los quiero mucho.

**Nathalie María García Santos**

## RESUMEN

El objetivo general de esta investigación fue determinar la actividad geotérmica de las aguas termales de tres provincias del suroeste de la República Dominicana, la génesis, evolución y propiedades medicinales. Las muestras fueron colectadas de manera aleatoria en La Zursa de Canoa, distrito municipal Canoa, provincia Barahona; La Zursa de Duvergé, sección Vengan a Ver, distrito municipal Duvergé, provincia Independencia; La Zursa, distrito municipal Las Matas de Farfán, provincia San Juan de la Maguana. La metodología utilizada fue a través de análisis físico-químicos, microbiológicos y de Espectroscopía de Absorción Atómica de llama (AAS); las conclusiones fueron que las rocas que se encontraron en las citadas fuentes de aguas termales en las tres Zursas son de origen sedimentario, definidas como caliza espáricas de la formación Neiba cuya edad es Eocena. Las aguas termales estudiadas de (La Zursa de Canoa y La Zursa, de Las Matas de Farfán) se clasifican según su temperatura como mesotermiales, mientras que (La Zursa de Duvergé, sección Vengan a Ver) se clasifica como hipotermal; cuya escala temporal geológica perteneciente al periodo cuaternario es el Pleistoceno.

Las rocas sedimentarias tipo caliza espáricas de la formación Neiba, se encuentran en las tres Zursas citadas como vehículo por donde surgen las aguas termales a manera de manantiales cuyas fuentes de origen, pueden encontrarse en zonas alejadas. Solamente en las provincias estudiadas de (Independencia y San Juan de la Maguana), sus pobladores tienen conciencia de los beneficios para la salud (destacando las patologías dermatológicas) que producen las aguas termales que forman parte de sus ecosistemas. En las termas de los municipios Canoa y Las Matas de Farfán, se encontró contaminación microbiológica con bacterias patógenas como *Pseudomonas aeruginosa*.

**Palabras clave:** *Aguas termales, Rocas sedimentarias, Orogenia, Caliza espáricas, Eoceno, Zursa, Conductividad, Geotermia, Balneario, Minerales.*

## ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the geothermal activity of the thermal waters of three provinces of the southwest of the Dominican Republic, the genesis, evolution and medicinal properties. Samples were collected randomly in La Zursa de Canoa, Canoa municipal district, Barahona province; La Zursa de Duvergé, section Come to See, municipal district Duvergé, province Independencia; La Zursa, Las Matas de Farfán municipal district, San Juan de la Maguana province. The methodology used was through physical-chemical, microbiological and Spectroscopy of Atomic Absorption of Flame (AAS) analysis; the conclusions were that the rocks that were found in the mentioned sources of thermal waters in the three Zursas are of sedimentary origin, defined as spherical limestone of the Neiba formation whose age is Eocene. The thermal waters studied from (La Zursa de Canoa and La Zursa, from Las Matas de Farfán) are classified according to their temperature as mesothermal, while (La Zursa de Duvergé, section Come to See) is classified as hypothermal; whose geological time scale pertaining to the Quaternary period is the Pleistocene.

The sedimentary limestone rocks of the Neiba formation are found in the three Zursas mentioned as a vehicle through which hot springs emerge as springs whose sources of origin can be found in remote areas. Only in the provinces studied (Independencia and San Juan de la Maguana), its inhabitants are aware of the health benefits (highlighting the dermatological pathologies) that produce the thermal waters that are part of their ecosystems. In the hot springs of the Canoa and Las Matas de Farfán municipalities, microbiological contamination was found with pathogenic bacteria such as *Pseudomonas aeruginosa*.

**Key words:** *Thermal waters, Sedimentary rocks, Orogeny, Espáricas limestone, Eocene, Zursa, Conductivity, Geothermal, Spa, Minerals.*

.

# ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I – ASPECTOS INICIALES DE LA INVESTIGACIÓN	Página 15
1.1 Introducción.....	14
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.3 Preguntas de investigación.....	17
1.4 Objetivos: General y Específicos.....	18
1.5 Justificación.....	19
1.6 Hipótesis.....	20
CAPITULO II – MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	21
2.1 Revisión de literatura: Antecedentes.....	22
2.2 Generalidades: .....	27
2.2.1 Historia.....	27
2.2.2 Época Griega.....	28
2.2.3 Época Romana.....	28
2.2.4 Edad Media.....	29
2.2.5 Siglo XV y principios del s. XVI.....	29
2.2.6 Siglos XVII y XVIII.....	29
2.2.7 El Renacimiento Siglo XVIII y XIX.....	30
2.2.8 Siglo XIX y XX.....	31
2.3 Origen de las aguas termales.....	32
2.3.1 Surgencias termales.....	32
2.3.2 Etapas sucesivas en la consolidación de los magmas.....	33
2.4 La Génesis: Marco geodinámico y geológico de La Hispaniola.....	33
2.4.1 Hidrología de la Hispaniola.....	35
2.4.2 Hidroquímica de La Hispaniola.....	36
2.5 Aguas termales.....	36
2.5.1 Concepto de aguas termales.....	36
2.5.2 Aguas naturales, minerales y mineromedicinales.....	36
2.6 Clasificación de las aguas termales.....	37
2.6.1 Composición mineral de las aguas termales.....	39

2.6.1.2 Según el lugar.....	39
2.6.2 Características físicas de las aguas termales.....	40
2.7 Efectos.....	40
2.7.1 Propiedades medicinales.....	40
2.7.2 Efectos de las aguas termales en el cuerpo.....	41
2.8 Usos.....	43
2.8.1 Recomendaciones de uso de las aguas termales .....	43
2.8.2 Rehabilitación de lesiones con baños de contraste frío-calor .....	44
2.8.3 ¿Cuándo usar frío y cuando usar calor?.....	44
2.8.3.1 Indicaciones en lesiones músculo esqueléticas.....	44
2.9 Propiedades del agua termal en la barrera cutánea. ....	45
2.9.1 Uso cosmetológico.....	45
2.9.2 Centro Nacional de Terapias Termales (HEBERFAM).....	46
2.10 Localización de aguas termales alrededor del mundo.....	49
2.10.1 América.....	49
2.10.2 Europa.....	53
2.10.3 Asia.....	53
2.11 División territorial.....	54
2.11.1 Barahona.....	54
2.11.2 Independencia.....	55
2.11.3 San Juan de la Maguana.....	56
2.12 Turismo termal.....	57
2.12.1 Turismo de salud / Health tourism.....	58
2.12.2 Turismo medico / Medical tourism.....	59
2.12.3 Turismo de bienestar / Wellness tourism.....	59
2.12.4 Turismo balneario / Spa tourism.....	60
2.12.5 Turismo social/ Social tourism.....	61
2.12.6 Turismo termal / Thermal tourism.....	61
<b>CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>Página 63</b>
3.1 Metodología: Descripción del área en estudio.....	64
3.2 Dimensión de la investigación.....	64

3.3 Tipo de estudio. ....	64
3.4 Universo.....	65
3.5 Muestra.....	65
3.6 Instrumentos de recolección de datos.....	65
3.6.1 Revisión Bibliográfica.....	65
3.6.2 Observación de campo.....	65
3.6.3 Recolección de muestra .....	73
3.7 Técnicas de investigación.....	74
<b>CAPITULO IV – ASPECTOS FINALES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>Página 79</b>
4.1	
Resultados.....	80
4.1.1 Resultados obtenidos por la (DGA) .....	80
4.1.2 Parámetros “in situ”.....	82
4.1.3 Parámetros comparativos.....	82
4.2 Gráficos: Análisis y discusión de los resultados.....	83
4.3 Características geológicas de las zonas geotérmicas estudiadas.....	86
4.3.1 Hojas topográficas.....	87
4.4 Características geológicas petrológicas de las fuentes termales estudiadas.....	90
4.5 Análisis y discusión de los resultados.....	91
4.6 Conclusiones.....	92
4.7 Recomendaciones.....	92
4.8 Referencias Bibliográficas.....	93
4.9 Acrónimos.....	95
4.10 Glosario.....	96
4.11 Anexos	
4.11.1 Mapas	
4.12 Fotografías Satelitales en tiempo real de las zonas estudiadas	

**CAPITULO I**  
**ASPECTOS INICIALES DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1.1 Introducción

Agua se define como un líquido insípido, inodoro e incoloro en pequeñas cantidades y de una coloración azul en grandes masas. Se congela a 0 °C e hierve a 100 °C. Es uno de los mejores disolventes, esto hace que no exista pura en la naturaleza. “*Su composición química es de dos partes de hidrógeno por una de oxígeno por volumen (H<sub>2</sub>O)*” (OPS, 2013).

La OMS en 1969, consideró como agua mineral natural la bacteriológicamente incontaminada, procedente de fuentes subterráneas, con un mínimo de mineralización de 1g o 250 mg de CO<sup>2</sup> libre, con propiedades favorables para la salud (FAO/OMS, 1985).

Según Cadish, 1964 y Urbani, 1991, el agua mineral es aquella con un residuo seco superior a 1g/l, o sin tener la cantidad de residuo tenga más de 1 mg/l de litio, 5 mg/l de hierro, 5 mg/l de estroncio, 1 mg/l de iodo, 2 mg/l de flúor, 1,2 mg/l de sílice, etc. Si no se dispone de la información sobre el residuo seco se puede utilizar el total de sólidos disueltos (igual a la suma de aniones y cationes), en exceso a 1g/l.

Ninard, 1994, dice que las aguas mineromedicinales son aquellas aguas minerales que administradas en determinados procesos patológicos cumplen una función terapéutica.

Las aguas subterráneas proceden de pozos manantiales y galerías filtrantes. La mayor parte de las aguas subterráneas son limpias, de buen gusto y frías; sin embargo, su paso a través de algunas capas del suelo puede hacerlas desagradables en cuanto al sabor, repelentes, corrosivas o duras. Contienen entre otras cosas: sales (carbonato de calcio y magnesio, sulfatos y cloruros); además, hierro y manganeso (OPS, 2013).

En la antigüedad el hombre primitivo se valía de los sentidos para sobrevivir, con esto pudo darse cuenta que habían aguas con diferentes características como el olor, sabor y color. Con ese interés y curiosidad innata que posee el hombre se valió de la observación para la comprensión de cómo utilizar estas aguas, notó que los animales heridos utilizaban estas aguas para curar sus heridas, así nació la utilización de las aguas como medicina curativa.

Desde épocas remotas las antiguas civilizaciones utilizaban el baño como medida terapéutica o como instancia para socializar.

Los hallazgos más antiguos de construcciones dedicadas para este fin datan de antes del 2000 a.C. en India. Existe también mención de las mismas en diferentes textos griegos, como La Ilíada de Homero. En la Antigua Roma, y Grecia el baño era considerado un ritual.

Los primeros registros del uso de agua caliente en las “termas” son de finales del siglo V a.C.

El baño se veía como acontecimiento social, esto propició la aparición de diferentes tipos de "termas" y entre ellas: las "termas terapéuticas" o balnearios de aguas termales, que además poseían un fuerte significado simbólico-sagrado (Cibeira Moreira, R., 2,000). También se describe en la literatura que los baños públicos más famosos construidos en Roma fueron el de Caracalla y de Diocleciano.

Una característica importante de las aguas termales es que se encuentran ionizadas.

Existen dos tipos de iones, los positivos y los negativos. Contrario a su nombre, los positivos no le traen beneficios al cuerpo humano, y por el contrario, son irritantes. En cambio, los iones negativos tienen la capacidad de relajar el cuerpo. Las aguas termales se encuentran cargadas con iones negativos (Benítez J., Mostue M., López M., 2015).

Leavel y Clarck, 1965, definieron medicina preventiva como: *“La ciencia y el arte de prevenir enfermedades, prolongar la vida y promover la salud, ejercida con el fin de interceptar las enfermedades en cualquier fase de su evolución”*. Merece la pena destacar que la medicina preventiva es una parte integral dentro de la práctica de la medicina, pues se dedica a impedir la aparición de la enfermedad con actuaciones específicas para cada tipo de patología. Cuando hablamos de medicina preventiva estamos refiriéndonos, por tanto, a interceptar la enfermedad (Cascón, *et al*, 2008).

## **1.2 Planteamiento del problema**

Actualmente en la República Dominicana la práctica médica se inclina más hacia la curación que a la prevención, ya que se observa en las emergencias hospitalarias la afluencia de personas con afecciones de diferentes naturalezas en busca de tratamiento y que muchas veces podrían

ser males menores que pudieran resolverse con tratamientos alternativos, con un médico familiar o con una simple indicación farmacéutica.

Esta realidad en las emergencias pudiera estar motivada por la ausencia de publicidad educativa en el ámbito médico relacionada con la medicina preventiva, así como la ausencia de alternativas para tratamientos a través de fuentes minerales como las arcillas y las aguas termales, siendo La Española una isla con gran riqueza geológica de génesis distintas, entre las que cuentan los recursos mineros y que de seguir así la población dominicana estaría enfrentada cada día más a la medicina a base de fármacos provenientes de fuentes vegetales pero convertidas en sustancias químicas que no siempre son convenientes.

El baño repetido (especialmente en periodos de 3 a 4 semanas) puede ayudar a normalizar las funciones de las glándulas endocrinas, así como el funcionamiento en general del sistema nervioso autónomo del cuerpo. También existe un mejoramiento y estímulo del sistema inmune, relajación mental, producción de endorfinas y regulación de las funciones glandulares. Muchos de estos efectos se deben al consumo del cuerpo de minerales como dióxido de carbono, azufre, calcio y magnesio (Moreira, 2000).

Una posible alternativa para la prevención de enfermedades en la población dominicana son las aguas termales, las cuales contienen en mayor o menor cantidad elementos fundamentales para la salud como calcio, hierro, magnesio, potasio, silicio y carbono, además de oligoelementos como aluminio, bario, níquel y zinc, entre otros, lo que además fortalecería el turismo de salud y el desarrollo económico y social de las comunidades donde están ubicadas las mismas (Carrera Panchana y Laínez Salazar, 2002).

### **1.3 Preguntas de investigación**

1. ¿Se ha implementado el desarrollo turístico rural de las aguas termales como fuentes de aprovechamiento en la medicina preventiva y de rehabilitación?
2. ¿Se han realizado diagnósticos y asistencias técnicas específicas en materia de hidrogeología, de planificación de centros termales en la zona Suroeste de la República Dominicana para beneficio de la salud?

3. ¿Es el geotermalismo un recurso natural que puede contribuir a la diversificación socioeconómica, turística, creación de empleos estable y la fijación de población en el medio rural?
4. ¿Cuáles serían los beneficios que impactarían la salud en la medicina preventiva y de rehabilitación en fuentes de recursos hidrominerales en estado iónico?
5. ¿Consideran los residentes de estas tres provincias; donde se comunica la existencia de aguas termales, que han obtenido resultados verosímiles para contrarrestar sus dolencias con los baños termales?
6. ¿La población que habita donde hay aguas termales son menos propensas a contraer patologías de la piel?
7. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas que pudiesen poseer las aguas termales para beneficios de la salud en caso de uso prolongado de las “termas”?

## **1.4 Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la actividad geotérmica de las aguas termales de tres Provincias del Suroeste de la República Dominicana, la génesis, evolución y propiedades medicinales.

### **Objetivos específicos**

1. Realizar revisiones bibliográficas referentes a las aguas termales fuera y dentro del país y de manera puntual en tres provincias del suroeste del país.
2. Efectuar viajes a la zona en estudio para estudiar los parámetros físicos, químicos y ambientales de las aguas termales y su entorno.
3. Colectar muestras de agua en las termas georreferenciadas de la zona en estudio para su posterior análisis físico-químico, métodos por Espectroscopía de Absorción Atómica de llama (AAS) y análisis microbiológico.

4. Tabular los resultados obtenidos a través de los análisis realizados a las muestras colectadas, realizar cuadros y gráficos con los resultados emanados para así llegar a las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## **1.5 Justificación**

Existen dos tipos de aguas termales de acuerdo a su origen geológico, las magmáticas y las telúricas. El tipo de terreno del que aparecen es una de las principales diferencias entre ambas las aguas magmáticas nacen de filones metálicos o eruptivos, mientras que las telúricas pueden aparecer en cualquier lugar.

La temperatura de las aguas magmáticas es más elevada que la de las telúricas. La primera tiene por lo general temperaturas mayores a los 50° C, mientras que las de origen telúrico pocas veces lo hacen. Por otro lado, gracias a que las aguas telúricas son filtradas, éstas poseen menor cantidad de mineralización que las magmáticas.

Los elementos más comúnmente encontrados en las aguas magmáticas son arsénico, boro, bromo, cobre, fósforo y nitrógeno. Las aguas telúricas tienen por lo general bicarbonatos, cloruros, sales de cal y otros (Benítez J., Mostue M., López M., 2015).

El agua mineralizada y caliente de las “termas” tiene diferentes efectos en el cuerpo humano. Algunos autores las dividen en tres, biológica, física y química, aunque en realidad todas actúan al mismo tiempo.

El baño en aguas termales aumenta la temperatura del cuerpo, matando gérmenes, entre ellos virus, además aumenta la presión hidrostática del cuerpo, por lo que aumenta la circulación sanguínea y la oxigenación. Este aumento en la temperatura ayuda a disolver y eliminar las toxinas del cuerpo (Cibeira Moreira, R. 2000). Al aumentar la oxigenación, el baño en aguas termales hace que mejore la alimentación de los tejidos del cuerpo en general, motivo por el cual aumenta el metabolismo, estimulando al mismo tiempo las secreciones del tracto digestivo y del hígado, ayudando así a la digestión.

Hay enfermedades de la piel que pueden tener una marcada mejoría por baños en aguas termales (en especial si estas contienen azufre). Las enfermedades que más se benefician son la psoriasis, la dermatitis y las enfermedades por hongos. En algunas ocasiones también ayudan en la cura de heridas y de otras lesiones de la piel. En ocasiones esta acción se le atribuye a las “sulfobacterias” organismo aislado por (La “Sociedad Internacional de Medicina Hidrológica”), para explicar los efectos de los “elementos intangibles” de las aguas termales (L. B. José y Mariceli, 2010).

Las aguas termales constituyen un gran beneficio en la medicina preventiva y un incremento para el turismo de salud. Pueden utilizarse como medicina alternativa y medicina de rehabilitación debido a los diferentes componentes que en ella se pueden encontrar y que aportan un beneficio de curación y eliminación de una dolencia en particular, ya sea problemas de la piel, entre otros.

Habilitando infraestructuras con centros de aguas termales, estas se convertirían en una alternativa para los turistas que visitan el país que, podrían disfrutar de un centro termal para su relajación, disfrute y aprovechamiento de los aportes oligominerales que estas aguas les ofrecen, incrementando así el turismo de salud con la entrada de divisas al país. Con esta investigación se contribuirá además con la Dirección Nacional de Vigilancia Sanitaria (DNVS) del Ministerio de Salud Pública (MSP) en lo referente a las opciones sanitarias con la medicina preventiva.

## **1.6 Hipótesis**

1. La población dominicana desconoce los beneficios medicinales del uso de las aguas termales.
2. La medicina preventiva a través de termas es un avance para la disminución de enfermedades y recuperación de la calidad de vida.
3. El sector turístico del Suroeste del país podría incrementar un crecimiento socioeconómico para la población con la implementación de balnearios de aguas termales con fines medicinales.

**CAPITULO II**  
**MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

## **2.1 Revisión de Literatura**

### **Antecedentes**

*En el año 2010 en el Instituto Tecnológico de Sonora (México), se realizó una investigación con el título: “Estudio de la calidad química y mineromedicinal del agua termal de “Agua Caliente”, Sonora”.*

*Los análisis físico-químicos realizados fueron: Temperatura, pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, salinidad, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, sulfuros, sodio, dureza total y dureza de calcio, además de metales fijos y metales disueltos.*

*Los resultados obtenidos en ese estudio permitieron tipificar estas aguas como mesotermales con una temperatura promedio de 42,1°C. El valor medio de pH fue de 8.3, mientras que la conductividad eléctrica se mantuvo en un rango de 767-809 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ); en cuanto a la composición química los análisis realizados mostraron una baja mineralización en el agua, sin embargo hay presencia de los iones fundamentales más importantes, como lo son el cloruro con una concentración media de 74,7 mg/L, el sulfato el cual presentó un promedio de 164,6 mg/l, mientras que los bicarbonatos mostraron una media de 94,4 mg/l, por su parte el sodio se mantuvo entre 73,6 y 82,8 mg/L, y en cuanto al calcio, este mostró un valor máximo de 50,0 mg/l. En lo referente a los metales pesados, los resultados son los siguientes: la concentración de zinc varió de 0,025 a  $< 0,001$  mg/l en metales totales y 0,001 mg/l para metales disueltos; para cobre los valores fueron menores a 0,003 mg/l tanto en totales como disueltos; el comportamiento del hierro es menor a 0,006 mg/l en totales y disueltos, mientras que el manganeso la concentración es inferior a 0,002 mg/l para ambos.*

*Las conclusiones a las que llegaron estos investigadores fueron: el efluente mesotermal analizado presenta características de tipo oligominerales de mediana mineralización, el cual se caracteriza por presentar una importante variedad de iones.*

*El ión predominante de estas aguas es el anión sulfato, el cual presentó concentraciones por encima del resto de los iones analizados, seguido de los bicarbonatos y el sodio.*

*Las posibles acciones terapéuticas de estas aguas de acuerdo a su composición son recomendables en afecciones reumáticas y procesos del aparato locomotor que requieren de rehabilitación de hidroterapia, además de mostrar efectos relajantes y sedantes.*

*Otro estudio perpetrado en Chile, en el año 2005, titulado “Análisis de (As, Ca, F, Fe, Mn y Mg) en las aguas minerales y termales de la novena y décima regiones de Chile”, utilizando las técnicas de Espectrofotómetro de Absorción Atómica, y Espectrofotómetro de Absorción Atómica en su modalidad llama.*

*Las conclusiones fueron que en aguas termales y minerales no se encontraron concentraciones altas de los elementos Ca, Mn, Fe, Mg y F. En aguas termales de Huiife, Los Pozones, Pellaifa y Coñaripe, las concentraciones de arsénico encontradas en este estudio fueron variadas, estas sobrepasan los rangos permitidos en la norma vigente de USA y Europa pero si permitidas en Chile, con valor máximos de 1,119 µg/l y mínimo 20.7 µg/l.*

*En cuanto a las concentraciones en aguas minerales, sólo agua mineral Puyehue se encontraría fuera de estándar recomendado por la World Health Organization (WHO) y Environmental Protection Agency (EPA), pero sí está dentro de lo permitido en la norma vigente del país.*

*Por otra parte, los antiguos tres manantiales ubicados en la ciudad de Orense (España) llamada “As Burgas”, dan origen de estos manantiales que procede de la captación y filtración de agua de lluvia por las fracturas del terreno, y que como dato curioso los usos que antiguamente los habitantes de la ciudad realizaban de estas aguas pues usaban la fuentes como agua caliente para las casas de alrededor, para los hornos de panadería que rodeaban la zona , estancias de masajes de rehabilitación y para la artesanía del cuero que establecía allí sus industrias.*

*En conclusión se describen su composición química, pH y residuo seco, según el análisis hecho por los doctores Souto y Vermello en 1990, es la siguiente:*

-pH.....	7,56	-Magnesio.....	0,69 mg/l
-Residuo seco.....	649,2 mg/l	-Boro.....	1,24 mg/l
-Litio.....	1,14 mg/l	-Cloruro.....	25,0 mg/l
-Sodio.....	102,2 mg/l	-Fluoruro.....	13,49 mg/l
-Potasio.....	8,15 mg/l	-Bicarbonato.....	462 mg/l
-Rubidio.....	0,16 mg/l	-Nitrato.....	0,33 mg/l
-Cesio.....	0,11 mg/l	-Sílice.....	71,8mg/l
-Calcio.....	11,2 mg/l		

*El proyecto de investigación geotérmica de la Republica Dominicana 1980, “Estudio de Reconocimiento Informe Geo-vulcanológico,” tuvo como conclusión que:*

*La ausencia de fuentes termales y el carácter primitivo de las lavas que indica un ascenso directo a partir del manto, no son indicios favorables a la existencia posible de un reservorio geotérmico cercano a la superficie. Sin embargo, es posible que hacia el interior del valle de San Juan, donde deben existir las series recientes del mio-plioceno, algunos bolsones magmáticos que hayan subido a lo largo de fallas profundas, pueden haber quedado atrapados en un lugar cercano a la superficie.*

*Otra investigación realizada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas división Fuentes de Energía Desarrollo de Geotermia, 1980, “Interpretación geotérmica de zonas de alteración hidrotermal de la República Dominicana”. Cuyas técnicas utilizadas fueron el método de Piper y el método de Chabotarev, concluye con lo siguiente:*

*Canoa (Maguellales, Padre De Las Casas Guayabal y Vuelta Grande): “Los geotermómetros de Na/K y Na/K/Ca, incluyendo la corrección con Mg, nos indican temperaturas medias y elevadas de 150° C a 203° C indicando la posible existencia en el subsuelo de reservorios de media y/o elevada entalpía. Desafortunadamente, los geotermómetros de sílice no apoyan esto, ya que reportan temperaturas bajas, sin embargo, esto puede deberse a la dilución por aguas meteóricas.”*

*Para Pedro Santana: “Estas aguas reportan temperaturas medias al efectuar los cálculos con geotermómetros de Na/K y Na/K/Ca, sin embargo, al aplicar la corrección con Mg se tienen temperaturas bajas.”*

*San José de Las Matas (La Zursa, Galindo, Ranchería Haute, Ranchería Basse, y Pedro Santana): “En estas muestras no se detectaron indicaciones de termalidad en el subsuelo consistiendo en aguas cloruradas sódicas y sulfuradas sódicas de origen subterráneo la mayoría, existiendo pocas posibilidades de tenerse en las áreas donde se recolectaron tales muestras, reservorios geotérmicos utilizables.”*

*Proyecto de Investigación Geotérmica de la República Dominicana 1980, “III Seminario Sobre Desarrollo y Explotación Geotérmica”.*

*Conclusión: “En la República Dominicana, una zona de interés geotérmica alta entalpía ha sido identificada; están presentes todos los elementos geológicos favorables: fuente de calor ligada al volcanismo reciente, posible acuífero geotérmico de tipo calcáreo, cobertura por una facies de tipo Flysch.”*

*Instituto tecnológico de Santo Domingo. La Hispaniola 2010, “Exploración Geotérmica Antecedentes y Perspectivas”, estudio de reconocimiento, Republica Dominicana.*

*“Para La Hispaniola se reportan los primeros trabajos de campo realizados en el período septiembre – diciembre 1979, una primera reunión de trabajo sobre los proyectos tuvo lugar en Puerto Príncipe durante el mes de noviembre 1979 cuyos fines eran presentar los avances de un estudio en curso, la orientación de la continuación de los trabajos de campo y laboratorio y la exposición de las conclusiones preliminares.”*

*Una segunda reunión en Orleans febrero de 1980, en ellas se expusieron los resultados de los programas de reconocimiento geotérmico en República Dominicana, conjuntamente con otros programas patrocinados por la OLADE en aquel momento: Haití, Perú, Ecuador. El primer trabajo relacionado con el estudio del potencial*

*geotérmico en República Dominicana 1979 – 1980 titulado “Estudios de investigación geotérmica de la República Dominicana” realizado bajo los auspicios de la OLADE y con la participación de las comunidades Europeas (CCE).*

*Los trabajos de exploración llevados a cabo se realizaron a partir de una metodología desarrollada por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) Titulada “Metodología de Exploración Geotérmica”.*

*Tesis elaborada en el 1985, Técnicas Geoquímicas en la Exploración Geotérmica (Técnica del Mercurio). Cuyas técnicas utilizadas para la investigación fueron exploración geoquímica en aguas y suelos, análisis de mercurio por espectrofotómetro, entre otros.*

*Conclusión:*

*“La particular formación de la isla y su peculiar composición geológica, así como los fenómenos telúricos que en el transcurso de los millones de años se han necesitado para adquirir la forma presente, han dejado sus huellas en diversas partes de nuestro territorio, en donde se destacan las enormes cantidades de estructuras y edificios volcánicos apagados, desde hace millones de años en unos casos y miles de años (0.3 millones de años) en otros casos, en la zona formada por el eje neo-volcánico Yayas de Viajama-Constanza.”*

*De ahí la gran importancia y los atractivos que resultan las investigaciones y exploraciones geotérmicas en dicha zona. La zona ubicada entre Constanza y Valle Nuevo encierra un buen potencial geotérmico, debido al estado actual en que se encuentra la migración volcánica, y que finalizados los trabajos realizados con equipos sísmicos y otros, señalan la conveniencia de proceder a la ejecución de perforaciones hasta cierta profundidad con el fin de evaluar mejor los resultados obtenidos.*

*OLADE, Proyecto de Investigación Geotérmica de la República Dominicana en 1980 con el título “Estudio de Reconocimiento, Síntesis y Recomendaciones”.*

### *Conclusión:*

*Yayas Constanza: “Tres fuentes termales han sido estudiadas: Vuelta Grande, Magueyales, Padres de las Casas –Guayabal. Las temperaturas en la emergencia varían de 32° C a 35°C. La relación boro/cloro es constante (y de valor elevado), lo cual indica un origen común a partir del mismo acuífero geotérmico. Los isótopos indican un origen profundo de carbono. Los geotermómetros de Sílice y Sodio-Litio indican bajas temperaturas 40-90°C. Es posible que las aguas se hayan reequilibrado durante la salida de la superficie. Los geotermómetros Na/K y Ca dan las temperaturas más elevadas de la isla: 169° C a 236° C.”*

*Azua Galindo, Ranchería alta y Ranchería baja: las temperaturas varían de 35°C a 42°C. Proviene del mismo acuífero profundo. Geotermómetro temperaturas de 50° C a 80°C.*

*Canoa (sobre el flanco del Graben Enriquillo), temperatura 42° C, geotermómetro de Sílice y N/Li dan valores bajos 67° C, Na/K y Na/K/Ca 150-160°C. Isótopos del carbono, indican un origen profundo.*

*Pedro Santana (al Oeste de la zona de San Juan), esta fuente termal presenta características químicas análogas de las de los pozos en Haití. Los geotermómetros Na/K y Na/K/Ca indican temperaturas 125° C -130° C.*

*San José de las Matas (al norte de la zona de San Juan), esta fuente mana en un macizo tonalita temperatura de 35°C. Indicadores geoquímicos temperaturas (25 °C a 65°C).*

*La Zursa (al norte de la zona Yayas de Viajama-Constanza), esta fuente está en equilibrio con minerales metamórficos, temperaturas (32.5°C).*

## **2.2 Generalidades**

### **2.2.1 Historia**

Desde épocas remotas las antiguas civilizaciones utilizaban el baño como medida terapéutica o como instancia para socializar. Los hallazgos más antiguos de

construcciones dedicadas para este fin datan de antes del 2000 a.C. en India. Existe también mención de las mismas en diferentes textos griegos, como La Ilíada de Homero. En la Antigua Roma, y Grecia el baño era considerado un ritual. Los primeros registros del uso de agua caliente en las “termas” son de finales del siglo V a.C. (González Fernández R., 2011).

### **2.2.2 Época Griega**

En ésta época, los balnearios se denominaban asclepias, de Asclepio, Dios de la Medicina. Eran lugar de peregrinación para muchos enfermos, que eran tratados por sacerdotes descendientes de Asclepio aplicando distintas técnicas hidroterápicas. Estos templos de curación se construían en zonas termales consideradas benditas por los dioses. La fe era la base de la curación (Hidroterapia y termalismo, 2011).

Algunos ejemplos de éste época son: Ulises, donde en “La Odisea” hablaba de los placeres de los baños termales; Tetis (Diosa griega del mar), de ella nacieron los ríos y las fuentes; Heracles, cuyo poder de curación a través del agua hizo que su igual romano Hércules fuese sinónimo de "balnea", lugar de curación termal (Sanz Gómez, A., 2012).

### **2.2.3 Época Romana**

La Época Romana se caracteriza por la existencia de termas públicas en casi todas las grandes ciudades, destacando extraordinarias construcciones que las albergan. Fueron los romanos los primeros en exigir grandes edificios públicos en los que se aprovechaban manantiales naturales (lo que correspondería propiamente al término de balneario) o se utilizaban conducciones y sistemas de calentamiento artificiales (termas) (Sanz Gómez, A., 2012).

La afición romana por los baños superó con creces la de los griegos, creando infinidad de termas, las más importantes, durante los mandatos de Nerón y Vespasiano. Eran las aguas mineromedicinales consideradas una expresión de poder sobrenatural de los Dioses y sus termas, lugares de culto. En las Termas Romanas se diferenciaban varias salas donde se podían recibir distintos tratamientos. Unas salas iban destinadas a recibir baños de agua

caliente y vapor, así como baños de agua fría, en salas contiguas se realizaban masajes con aceites perfumados y en otras salas se realizaban ejercicios físicos (Sanz Gómez, A., 2012).

#### **2.2.4 Edad Media**

El Islam consideraba la hidroterapia como algo prestigioso. Mahoma le daba mucha importancia a la higiene y los cuidados corporales a través del agua. Rhazes y Avicena, considerado el mayor médico de lengua árabe, desarrollaron la hidroterapia como técnica de aplicación en forma de baños, bebidas y aplicaciones locales en quemaduras, viruela y hemorragias (Hidroterapia y termalismo, 2011).

#### **2.2.5 Siglo XV y principios del s. XVI**

El descubrimiento de la imprenta dio un giro de 180 grados a la humanidad. El poder de la lectura y su difusión escrita hizo que resurgieran los conocimientos sobre hidroterapia. Fue tal así su difusión que en 1493, en Padua aparecen las primeras publicaciones de Hidroterapia por Foligno, Siena y Turra de Castello. En 1498, Juan Miguel Savonarola publica “De Balneis et Thermis”. Dicha publicación es considerada el primer tratado sobre termalismo y balneoterapia. En 1571, Andrea Badius publica “De Thermis”, considerada una de las obras más importantes sobre el tema, donde se recogen las características y efectos de las aguas medicinales. En España, Julián Gutiérrez Toledo, aconseja aguas medicinales en los baños de Alhama como curas. Francisco Díaz enfoca la utilidad del agua y los baños para la litiasis, citando varias fuentes y baños (Sanz Gómez, A., 2012).

#### **2.2.6 Siglos XVII y XVIII**

Aparecen muchos médicos que estudian y desarrollan la hidroterapia. Cabe destacar a los médicos alemanes Ovelgün y Hoffmann. A través de sus estudios y publicaciones, dan un fuerte impulso a la hidroterapia. (López Tapiero L., 2014)

### **2.2.7 El Renacimiento Siglo XVIII y XIX**

Sigmund y Johann Hahn, conocidos como médicos-grifo, defendieron las aplicaciones hidroterápicas, no sólo como método preventivo, sino también como tratamiento terapéutico de diversas enfermedades que hoy en día se mantienen vigentes. (López Tapiero L., 2014)

Como podemos observar la aplicación del agua a la salud ha tenido un largo recorrido que abarca desde el esplendor de Roma, el oscurantismo de la Edad Media para concluir en el Renacimiento. “Los padres de la Hidroterapia” surgen poco después de la Revolución francesa: Vicenz Priessnitz (1799-1851), Sebastián Kneipp (1821-1897), Lorenz Gleich (1798-1965) y Wilhem Winternitz (1837-1905) que fue nombrado profesor de hidroterapia en la Facultad de Medicina en la Universidad de Viena en el año 1881 y fue quien puso las bases fisiológicas de la hidroterapia y estudió científicamente sus indicaciones. Es a partir de aquí cuando el campo de la hidroterapia se hace cada día más extenso (Sanz Gómez, A., 2012).

Con Priessnitz, resurge de nuevo la hidroterapia. Priessnitz se rompe las costillas y después de ver a sus vecinos granjeros curar a los animales heridos, decide utilizar compresas de agua fría para curarse. Comenzó a aplicar baños totales o parciales, compresas y duchas de agua fría combinadas con ingesta de agua, ejercicio físico y dieta. Las aplicaciones las realizaba para curar contusiones, heridas, erupciones cutáneas y fracturas. Poco a poco fueron llegando gentes para someterse a su tratamiento, la mayoría de ellos reumáticos, pero también patologías digestivas, neurológicas, infecciosas, etc. (Sanz Gómez, A., 2012).

Otro personaje importante fue Kneipp, seguidor de las enseñanzas de los médicos de Hahn ante su enfermedad, la tuberculosis, con baños de agua fría, fricciones, ejercicio físico e ingesta abundante de agua, mejoraba su enfermedad. Comenzó a aplicársela a sus compañeros, también afectados por tuberculosis, llegando a crear una de las técnicas más importantes de la hidroterapia: la “Cura-Kneipp”, basada en chorros parciales o totales con agua fría (Sanz Gómez, A., 2012).

### **2.2.8 Siglo XIX y XX**

Se produce un auge de los centros termales producido, por un lado, por la teoría médica destacando la importancia del modelo higienistas en la que resalta las ventajas terapéuticas del clima y el agua y, por otro lado, el avance de los análisis clínicos que permiten un mayor conocimiento de la composición del agua y con ello se desarrolla un turismo de salud que no sólo ve los centros termales como lugares de cura sino también como lugares donde relacionarse socialmente. Se puede decir que en el siglo XIX se puso de moda la balneoterapia, lo que motivó la construcción de numerosas estaciones termales y la afluencia masiva de agüistas, término con el que se denomina a la gente que frecuenta los manantiales de aguas mineromedicinales (Sanz Gómez, A., 2012).

Los centros termales pasan a ser, además de lugares dedicados a recuperar la salud, a ser establecimientos hoteleros donde pasar las vacaciones. Se puede decir que, debido a los factores sociales y científicos dieron al s. XX un impulso definitivo, considerándolo como época de gran esplendor. Son tiempos de desarrollo científico, biológico, médico, geológico y químico, estudios necesarios para comprender la base de la hidroterapia y su funcionamiento (Sanz Gómez, A., 2012).

Es introducida como asignatura en algunas universidades, siendo la primera en Austria.

Los estudios de medicina de esa época ayudan a la comprensión del funcionamiento del cuerpo humano y a la mejora en los diagnósticos.

Uno de los pasos más importantes en la medicina es que se buscaba la causa de la enfermedad yendo a la causa y no a la consecuencia de la patología. Surgen estudios sobre el agua en sí misma.

Los geólogos van a mostrar el porqué de las aguas y su clasificación dependiendo de sus características físicas o químicas. Bien metidos en el siglo XX el termalismo es sometido a experimentación científica y observación clínica racional y crítica, dando sus frutos como ciencia. (Sanz Gómez, A., 2012).

A finales del s. XX, el ritmo de vida moderno, el estrés, el trabajo, la vida insana hace pararse un momento a observar que se necesita tranquilidad. Esto hace que la hidroterapia resurja en forma de balnearios, instalaciones modernas sobre las antiguas construcciones romanas, zonas de tranquilidad y reposo, tratamientos anti estrés, antitabaco, etc. Es una vuelta a la naturaleza, a las enseñanzas de Hipócrates (Sanz Gómez, A., 2012).

## **2.3 Origen de las aguas termales**

El origen más frecuente de las aguas termales es el origen geotérmico. Son agua de origen meteórico que se infiltran en el subsuelo, descendiendo debido a la gravedad hacia las capas más profundas, y que elevan su temperatura en el curso de su circulación subterránea, que posteriormente pueden ascender a la superficie a través de fisuras y fracturas en las rocas. (Mosqueira Mourelle L., *et al*, 2009).

También explica, (Mosqueira Mourelle L., *et al*, 2009), en algunos casos, sin embargo, la sola circulación de las aguas de origen meteórico en profundidad no permite explicar satisfactoriamente las características físico-químicas de las aguas termales, debiendo atribuírseles un origen endógeno, es decir:

- Magmático: procedente de cristalización de los magmas que desprenden hidrógeno y vapor de agua en forma de fumarolas.
- Volcánico o químico: reacciones químicas intensas en el seno de la corteza terrestre.
- Mixto: por mezclas de aguas meteóricas de infiltración reciente con aguas endógenas o fósiles.

Por tanto, las fuentes de agua termal están esencialmente unidas al concepto de “ascensión” de las aguas profundas. Los accidentes geológicos que favorecen la circulación del agua son las diaclasas y fisuras finas, las fallas y los contactos geológicos entre rocas graníticas y sedimentarias. (Mosqueira Mourelle L., *et al*, 2009).

### **2.3.1 Surgencias termales**

Vienen determinadas según, (Mosqueira Mourelle L., *et al*, 2009) por dos condiciones principales:

- 1) Una fractura intensa con una o varias fases tectónicas, a veces acentuadas por algún tipo de actividad volcánica.
- 2) La presencia de valles y depresiones.

Los mecanismos que dan lugar al nacimiento de las aguas termales se deben a influencias de factores hidrogeológicos y físicos como:

- Los comunes a todo tipo de circulación subterránea como el gradiente hidráulico.
- Los específicos de las aguas termales profundas:
  - Expansión del vapor de agua.
  - Acción de los gases ocluidos y disueltos.
  - Acción de la temperatura.

### **2.3.2 Etapas sucesivas en la consolidación de los magmas**

Paul Niggli (1938), considera a la litósfera como un complejo polofacético al cual es posible aplicarle la regla de las fases.

- 1) Etapa ortomagmática: cristalizan los silicatos que van a formar la roca principal del macizo plutónico, desde el olivino hasta el cuarzo.
- 2) Etapa pegamatífica: el líquido y el residual se infiltran en las fracturas de la roca plutónica y de las rocas encajonantes.
- 3) Etapa neumatolítica: la materia intersticial es gaseosa y al circular a través de los poros de la roca se comportara sobre todo como agente destructor.
- 4) Etapa hidrotermal: el vapor de agua se condensa, dando lugar a soluciones líquidas que pueden contener diversos minerales solubles; el enfriamiento produce la precipitación de estos, originando yacimientos de cobre, oro, plomo, zinc, plata, antimonio, etc.
- 5) Etapa solfatárica: gases como el  $\text{SO}_3$  y el  $\text{CO}_2$  se separan.

### **2.4 La Génesis: Marco geodinámico y geológico de La Hispaniola**

La isla de La Hispaniola sobre la cual está la República Dominicana se encuentra ubicada en la placa Tectónica del Caribe que presenta un movimiento de traslación como cuerpo rígido de 202 mm por año, en dirección Suroeste-Noreste; sus bordes contactan: al Norte

con la Placa de Norte América, al Sur con la Placa de América del Sur, al Oeste con la de Nazca y al Este el fondo Oceánico del Atlántico.

Debemos notar que hay deslizamiento transcurrentes entre la Placa del Caribe, La Placa del Norte y la Placa de América del Sur, mientras que las Placas de Nazca al Oeste y el Fondo Oceánico del Atlántico al Este se introducen por debajo de la placa del Caribe, lo que genera zonas de subducción, que a su vez son las que producen el vulcanismo en las costas de América Central y en el arco de Islas de la Antillas Menores.

Su ubicación se encuentra en una zona de tectonismo muy complicado, en el contacto de una doble subducción entre dos placa terrestres: El límite de la placa del caribe que se sobrecorre y se hunde en su movimiento hacia el NE, y La Placa del Norte América que se hunde y mueve hacia el oeste, produciendo así zonas de subducción con subcorrimiento litosférico.

Esto resulta en una fuerte sismicidad, un vulcanismo cuaternario y fallas de desgarre activas que han producido más de 1200 km de desplazamientos del margen norte de la placa del caribe desde el Eoceno (Plano YAY – 1001). Basado sobre Lewis 1982. Existe así un movimiento compresional con fallas de desgarre de gran escala a lo largo de las márgenes de Valles del Cibao, San Juan Enriquillo, que divide la isla la Hispaniola en tres bloques: La Norteña, La Central, La Sureña. Debido a irregularidades localizadas del callamiento de desgarre, se producen también varias cuencas de extensión (Ej. La cuenca Tavera).

La sismicidad es particularmente importante en la parte norte de la Republica Dominicana, así como la zona central de la Hispaniola.

La posición geodinámica de la isla, en la frontera entre la placa del caribe y la placa mixta Norte América, es a priori favorable para la existencia y desarrollo de zonas de interés geotérmico.

La zona de exploración geotérmica se encuentra sobre la zona sur de la cordillera central y sobre la llanura de Azua/ Valle San Juan, continuando hasta la Sierra de Neiba en el sur

La presencia simultánea a lo largo del eje volcánico de Yayas de Viajama- Constanza, de fuentes termales calientes, de rocas volcánicas diferenciadas recientes, de trazas de una actividad basáltica sub-actual, hacen de esta región una zona de interés geotérmico potencial de primer orden.

#### **2.4.1 Hidrología de La Hispaniola**

La temperatura media a nivel de mar es de 28°C a 29°C y decrece con la altitud 0.75°C por cada 100 m de altitud. Las precipitaciones medias son de 1.8m por año y el régimen es de tipo torrencial. Se observa una importante variación geográfica en la magnitud de la pluviosidad, mayor hacia el sur que hacia el norte: A esta variación regional se le añade una variación relacionada con la altitud. De los 600 mm/año del Graben de Enriquillo a los 2000 mm/año de las cimas próximas.

La evotranspiración ha podido ser calculada; varía de 1,500 mm en el centro del Graben a 1,200 mm sobre las laderas de la sierra.

Estos datos indican un balance hidrológico deficitario o negativo en el Graben y positivo en las zonas de las laderas. Por lo tanto serán las laderas, donde las series calizas verticales constituyen excelentes zonas de recarga, y quizás en el borde del Graben por pérdidas de escorrentía superficial en las zonas de fallas, que se debe producir la realimentación de los eventuales acuíferos geotérmicos.

Los datos hidrogeológicos indican por lo tanto un régimen favorable a la existencia de un yacimiento geotérmico, con acuíferos de características petro-estructurales favorables, realimentados en las zonas anticlinales próximas.

#### **2.4.2. Hidroquímica de La Hispaniola**

Se reportaron 9 emergencias termales en República Dominicana y 6 en el territorio de Haití. Para completar los estudios desde el punto de vista geoquímico se tomaron 3 muestras de aguas superficiales en República Dominicana y 7 en Haití.

El análisis de las muestras evidenció que en ninguna de ellas el agua estaba en equilibrio con la sílice, exceptuando las aguas de los pozos de Haití. Todas las aguas mostradas están en equilibrio con la calcedonia. Con excepción de las fuentes del norte de Republica Dominicana, ninguna está en equilibrio con los feldespatos, lo cual se explica por el carácter esencialmente sedimentario de los terrenos de La Isla Hispaniola.

Los isótopos del oxígeno indican un origen meteórico para el conjunto de las muestras analizadas, y las medidas de tritio indican un tiempo de residencia en el acuífero relativamente corto, menos de 25 años.

*“Únicamente la zona de Yayas Constanza reúne suficientes elementos a priori favorables para la existencia de un yacimiento geotérmico. Las demás zonas. O no presentan todos los elementos favorables, o bien son totalmente desfavorables para un desarrollo de la geotermia alta entalpia. Entre estas últimas zonas, algunas presentan un interés potencial en baja o media entalpia, mientras que otras no permiten si quisiera este tipo de aplicaciones.”*

### **2.5 Aguas termales**

#### **2.5.1 Concepto de aguas termales**

Según la Ley de Minas Francesa, de 1973 en (Mosqueira Mourelle L., *et al*, 2009), son aquellas cuya temperatura de surgencia sea superior en 4 °C a la media anual del lugar.

#### **2.5.2 Aguas naturales, minerales y mineromedicinales**

Según Fagundo Castillo, J R., González Hernández, P., 2000, dentro de las aguas naturales deben destacarse las denominadas aguas minerales. Se distinguen del resto de las aguas naturales en que poseen prácticamente invariables su caudal, temperatura y

composición química y bacteriológica. Cuando presentan reconocida acción terapéutica estas aguas se denominan mineromedicinales.

- Hidroterapia, estudia las aplicaciones tópicas del agua potable (no mineral) con fines terapéuticos.
- Talasoterapia, se ocupa de las aguas marinas con fines terapéuticos.
- La Hidrología médica como tal, se ocupa de la acción de las aguas mineromedicinales en toda su amplitud. Esta denominación es utilizada preferiblemente en los países mediterráneos y latinoamericanos, siendo más frecuente en Francia la denominación de Crenoterapia (el prefijo “creno” significa fuente o manantial), y en Alemania, Austria y los países bajos la de Balneoterapia.

## **2.6 Clasificación de las aguas minerales**

Según Fagundo Castillo, J R., González Hernández, P., 2000 clasificación de las aguas termales según sus temperaturas:

- Aguas frías (menos de 20° C)
- Aguas hipotermas (20° C - 35° C)
- Aguas mesotermas (35° C - 45° C)
- Aguas hipertermas (45° C - 100° C)
- Aguas supertermas (100° C - 150 °C)

De acuerdo a la Norma Cubana de Agua Mineral (N.C 93-01-218-1995), estas se clasifican según su composición como sigue:

- Sulfuradas o sulfhídricas: con más de 1 mg/l de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) o ion sulfidrilo (SH<sup>-</sup>). La proporción en que se encuentran estas dos especies depende del pH. A valores de pH inferiores de 7.5 prevalece el H<sub>2</sub>S, mientras que a valores mayores es más abundante el SH.
- Carbogaseosas: con una cantidad de CO<sub>2</sub> superior a 250 mg/l.
- Silícicas: con una cantidad de SiO<sub>2</sub> superior a 50 mg/l.
- Arsénicas: con un contenido de As entre 0.2-0.3 mg/l.
- Bóricas: con un contenido de Ba superior a 4 mg/l.
- Fluóricas: con un contenido de F<sup>-</sup> entre 1.0-2.0 mg/l.

- Brómicas: con un contenido de Br- superior a 4 mg/l.
- Iodhídricas: con un contenido de I- superior a 1 mg/l.
- Líticas: con un contenido de Li superior a 1 mg/l.
- Estróncicas: con un contenido de Sr superior a 10 mg/l.
- Béricas: con un contenido de Ba superior a 5 mg/l.
- Ferruginosas: con más de 5 g/l de sustancias mineralizantes, donde los iones de hierro se encuentran en su forma reducida y poseen una concentración superior a 5 g/l. Estas aguas se destacan por la apreciable coloración de la superficie de la roca por donde discurren.
- Radónicas: con contenidos de radón (Rn) mayor de 1.82 n Ci

TIPOS DE AGUA	ACCIÓN TERAPÉUTICA
<b>Sulfuradas</b>	Antialérgicas, desintoxicantes, Antiflogísticas, antirreumáticas.
<b>Cloruradas</b>	Anticatarrales, antiinflamatorias
<b>Sulfatadas</b>	Colagogas, purgantes
<b>Cálcicas</b>	Antialérgicas, sedantes, antiinflamatorias
<b>Ferruginosas</b>	Antianémicas y reconstituyentes
<b>Radiactivas</b>	Equilibradoras, sedantes
<b>Oligométalicas</b>	Diuréticas

Según Fagundo Castillo, J R., González Hernández, P., 2000

- En Francia, teniendo en cuenta las características de sus recursos naturales han sido clasificadas de la siguiente manera:

GRUPOS	CARACTERÍSTICAS
<b>Aguas Sulfuradas</b>	Presencia de sulfuro y sulfuro de hidrógeno
<b>Aguas Sulfatadas</b>	El anión sulfato es predominante
<b>Aguas Cloruradas</b>	El anión cloruro es predominante
<b>Aguas Bicarbonatadas</b>	El anión bicarbonato es predominante
<b>Aguas Oligominerales</b>	Son ligeramente mineralizadas (menos de 1 g/l)

Según Fagundo Castillo, J R., González Hernández, P., 2000

### **2.6.1 Composición mineral de las aguas termales**

Según Fagundo Castillo, J R., González Hernández, P., 2000.

- Aguas ferruginosas: presentan fundamentalmente hierro en su composición. Especialmente eficaz para paliar estados carenciales y dolencias hepáticas.
- Aguas cloruradas: presentan cloro. Estimulan las secreciones digestivas, entre otras.
- Aguas sulfuradas y sulfurosas: con azufre. Muy utilizadas en el campo de la hidrología médica, las primeras son ácidas y lodosas.
- Aguas sulfatadas: aparte de azufre pueden incluir sodio, calcio, magnesio o cloro en su composición. muy utilizadas.
- Aguas bicarbonatadas: con bicarbonato. Frías y alcalinas. Se utilizan en estados de acidez gástrica.

#### **2.6.1.2 Según el lugar**

Por Fagundo Castillo, J R., González Hernández, P., 2000.

- Hot springs en Jilamito, Arizona, Atlántida (Honduras).
- Aguas termales de Chalviri, en la Laguna Salada (Bolivia).
- Prácticamente cualquier país puede presentar dentro de sus límites aguas termales. Algunas localizaciones importantes están en áreas volcánicas de Nueva Zelanda, México, Islandia, Japón, Ecuador, Colombia, Bolivia, Chile, Perú, Panamá, el Parque central Yellowstone en Estados Unidos, Jilamito en Arizona, Atlántida en Honduras, y el pueblo de Coamo en Puerto Rico.
- En Nicaragua existen aguas termales en Tipitapa, donde se encuentra saunas ricas en azufre utilizada para terapias, y baños con aguas sulfuradas.
- También existen aguas termales al Norte de Uruguay, en los departamentos de Artigas, Salto y Paysandú, y en Venezuela cerca de Tabay en el Estado Mérida, en Trincheras, Estado Carabobo y en el Estado Sucre cerca de Cariaco.
- En Argentina las más importantes están en la Provincia de Entre Ríos, en la Ciudad de Termas de Río Hondo (Provincia de Santiago del Estero), y en Copahue, (Provincia del Neuquén).

- Al norte del Perú en el Distrito de Curgos afloran grandes manantiales de aguas calientes, sulfurosas y ferrosas con muchas propiedades curativas sobre todo para casos de reumatismo, situadas en El Edén, en Yanasara y en Churin.
- En España son conocidas, entre otros muchos lugares, las fuentes de As Burgas, en la Ciudad de Orense. También destacan las aguas del Valle del Tea, en la Provincia de Pontevedra. Se encuentra allí uno de los balnearios más emblemáticos del país: Mondariz.

### **2.6.2 Características físicas de las aguas termales.**

Existen dos tipos de aguas termales de acuerdo a su origen geológico, las magmáticas y las telúricas. El tipo de terreno del que aparecen es una de las principales diferencias entre ambas, las aguas magmáticas nacen de filones metálicos o eruptivos, mientras que las telúricas pueden aparecer en cualquier lugar (Cibeira Moreira, R., 2000).

La temperatura de las aguas magmáticas es más elevada que la de la telúrica. La primera tiene por lo general temperaturas mayores a los 50° C, mientras que las de origen telúrico pocas veces lo hacen. Por otro lado, gracias a que las aguas telúricas son filtradas, estas poseen menor cantidad de mineralización que las magmáticas. Los elementos más comúnmente encontrados en las aguas magmáticas son arsénico, boro, bromo, cobre, fósforo y nitrógeno. Las aguas telúricas tienen por lo general bicarbonatos, cloruros, sales de cal y otros (Cibeira Moreira, R., 2000).

## **2.7 Efectos**

### **2.7.1 Propiedades medicinales**

Estas aguas gracias a sus altas temperaturas aumenta la oxigenación del cuerpo, los tejidos mejoran su nutrición, aumenta el metabolismo del cuerpo y estimula secciones del sistema digestivo (Fagundo C., J R., González Hernández, P., 2000).

La repetición en su uso ayuda al control de las hormonas, así como al sistema nervioso el cual normaliza sus funciones, la mayoría de estos efectos se da por el contenido de azufre, dióxido de carbono, calcio, magnesio entre otros minerales. También pueden usarse para el tratamiento de afecciones de la piel, solo si contienen azufre. Entre las afecciones se enumeran:

- Psoriasis
- Dermatitis
- Dermatofitos

En una investigación de la Sociedad Internacional de Medicina Hidrológica se encontró que estas aguas tienen una bacteria llamada sulfobacteria que ayuda al fortalecimiento de la epidermis, de la misma manera ayudan al antienvjecimiento de ésta (Fagundo C., J R., González Hernández, P., 2000).

### **2.7.2 Efectos de las aguas termales en el cuerpo**

El agua mineraliza y caliente de las “termas” tiene diferentes efectos en el cuerpo humano. Algunos autores las dividen en tres, biológica, física y química, aunque en realidad todas actúan al mismo tiempo (Cibeira Moreira, R., 2000).

El baño repetido (especialmente en periodos de 3 a 4 semanas) puede ayudar a normalizar las funciones de las glándulas endocrinas, así como el funcionamiento en general del sistema nervioso autonómico del cuerpo. También existe un mejoramiento y estímulo del sistema inmune, relajación mental, producción de endorfinas y regulación de las funciones glandulares. Muchos de estos efectos se deben al consumo del cuerpo de minerales como dióxido de carbono, azufre, calcio y magnesio (Cibeira Moreira, R., 2000).

Hay enfermedades de la piel que pueden tener una marcada mejoría por baños en aguas termales (en especial si estas contienen azufre). Las enfermedades que más se benefician son la psoriasis, la dermatitis y las enfermedades por hongos. En algunas ocasiones también ayudan en la cura de heridas y de otras lesiones de la piel. En ocasiones esta acción se le atribuye a las “sulfobacterias” (organismo aislado por la “Sociedad Internacional de Medicina Hidrológica”, para explicar los efectos de los “elementos intangibles” de las aguas termales (Cibeira Moreira, R., 2000).

Según, Gilbert Francisco A. *et al*, 2016 sus efectos son los siguientes:

- 1) Acción agocítica - Que es la estimulación del crecimiento celular. Atención: Incentivan el crecimiento de todas las células (sanas o enfermas). Por eso se contraindican para cualquier tipo de tumores o neoplasias.
- 2) Acción antialérgica o desensibilizante.
- 3) Acción antitóxica, o filáctica.
- 4) Acción eutrófica - Actúan sobre el sistema nervioso periférico, que tiene una repercusión favorable sobre la actividad orgánica general.
- 5) Acción sobre la permeabilidad celular. Facilitan la solución de algunos cuerpos insolubles en agua. Estos son los beneficios del agua termal, actuando sobre el ácido úrico y el colesterol.
- 6) Acción zimosténica - Sobre los procesos enzimático y digestivo.

Las enfermedades crónicas que se ven beneficiadas con el uso de la balneoterapia, según investigaciones del Dr. YukoAgishi son:

- Enfermedades reumáticas crónicas.
- La recuperación funcional de la neuroparálisis central y periférica.
- Algunas enfermedades metabólicas como la diabetes, la obesidad y la gota.
- Problemas gastrointestinales crónicos.
- Enfermedades respiratorias leves.
- Problemas de la circulación.
- Enfermedades crónicas de la piel.
- Enfermedades relacionadas con el estrés y otras de tipo psicossomático.
- Secuelas de trauma.
- Enfermedades ginecológicas crónicas. (Fagundo C., J R., González Hernández, P., 2000).

Los efectos físicos se deben mayormente a la temperatura del agua, dado que ésta produce una vasodilatación periférica, con la cual se mejora la oxigenación de los tejidos en la zona tratada y liberación de substancias que producen efecto antiinflamatorio y calmante

del dolor, con relajación muscular, provocando una sensación de bienestar (Gilbert Francisco A. *et al*, 2016).

A su vez, cada sector del cuerpo humano tiene reacciones internas, fisiológicas, que les son propias, como una mayor o menor red de capilares sanguíneos, reacciones nerviosas, componentes químicos de los tejidos, etc. Por esta razón, por ejemplo, los pies sienten caliente, un baño que para el tronco es indiferente (Gilbert Francisco A., *et al*, 2016).

Los efectos biológicos se producen por la acción de la “flora” y la “fauna” hidrotermal, integrada por “macro” y “micro” organismos, en compleja unión. Esto se denomina genéricamente “biogleas” y está compuesta por decenas de miles de especies diferentes.

Según, Gilbert Francisco A. *et al*, 2016, las “biogleas” o “plancton hidrotermal”, no sólo aumentan el sistema de defensa y reparación de la piel frente a las agresiones externas (envejecimiento y deterioro) sino que ejercen una acción biológica sobre sus funciones vitales además de otros órganos y sistemas que mejora sensible y significativamente la tonicidad y tersura de la piel.

## **2.8 Usos**

Los médicos especializados en estos temas, coinciden en que no se trata de una medicina alternativa, sino más adecuadamente, complementaria. Porque no reemplaza a otras “medicinas”. Sino que ayuda en el tratamiento de muchas dolencias, complementando los tratamientos ortodoxos (Gilbert Francisco A. *et al*, 2016).

### **2.8.1 Recomendaciones de uso de las aguas termales**

Según Cibeira Moreira, R., 2000.

- Siempre es mejor consultar con su médico antes de utilizar la terapia con aguas termales en caso de que se encuentre embarazada o tenga alguna enfermedad.
- Evite bañarse solo en aguas termales, los adultos mayores las deben de usar con precaución y no las utilice si se encuentra bajo el efecto del alcohol o alguna droga.
- No sobrepasar su uso por más de 2 horas.
- Si toma medicamentos para enfermedades del corazón tenga cuidado.
- No se sobrecaliente, manténgase bien hidratado y si padece de enfermedades de la piel que sean contagiosas, utilice piscinas privadas.

## 2.8.2 Rehabilitación de lesiones con baños de contraste frío-calor

### Características

Comenzar por el agua caliente y terminar según cada caso en una u otra.

Fría	Caliente
Entre 10 °C y 20° C	Entre 38° C y 44° C
1 - 2 minutos	4 - 6 minutos
Terminar en frío si la lesión aún está caliente	Terminar en calor si la lesión esta fría, rígida y más cronificada.

Según Fisioterapia-online.com, 2016

### Indicado

- En la fase inicial/media de la rehabilitación, previo a esta.
- Recuperación de esguinces de tobillo.
- Fracturas del pie y tobillo.
- Todo tipo de lesiones con inflamación y edema.
- Muy útil en el Síndrome de Sudeck.

### Efectos

- Aumento del riego sanguíneo.
- Estimulación de vasodilatación y vaso constricción.
- Limpieza de los tejidos.
- Reducción de los edemas.
- Disminución de la rigidez y dolor previo a la rehabilitación y ejercicios.

## 2.8.3 ¿Cuándo usar frío y cuando usar calor?

### 2.8.3.1 Indicaciones en lesiones músculo esqueléticas

Según Fisioterapia-online.com, 2016.

#### Lesiones en general

- En golpes o esguince aplicar frío en las primeras 24/48 horas.
- Dolor de espalda, calor (si colocas frío va a contracturarse más).

- Lesión deportiva colocar frío para bajar la irritación.

### **¿Cómo colocar el frío?**

- Bolsas de gel, guisantes (colocar un paño entre la piel y la bolsa).
- No poner frío por más de 10 minutos. Si se deja más de 10 minutos el cuerpo reacciona haciendo lo contrario y se produce una vasodilatación.
- Luego de haber descansado una hora, colocar nuevamente el frío.

### **¿Cómo colocar el calor?**

- Bolsas de gel para calor, manta eléctrica.
- Aplicar calor durante 20 minutos (no es necesario volver a aplicar calor).
- Poner la manta eléctrica siempre sobre usted, nunca sentarse sobre ellas (esto podría generar quemaduras).

## **2.9 Propiedades del agua termal en la barrera cutánea.**

Según Laboratorios Dermatológicos Uriage, 2017.

### **2.9.1 Uso cosmetológico**

La epidermis se compone de varias capas dos de ellas son esenciales para el buen funcionamiento de la barrera cutánea, el estrato córneo y más en profundidad el estrato granuloso. Son dos capas extremadamente finas pero extremadamente eficaces que protegen el resto de la epidermis viva.

- La filagrina es una de las proteínas del estrato córneo, permite asegurar una buena absorción de las células al filamento lipídico.
- La Claudina es una de las proteínas del estrato granuloso permite la formación de las uniones estrechas que literalmente pegan el estrato granuloso al estrato córneo para asegurar una perfecta hipermeabilidad de la barrera cutánea.

Esas dos proteínas filagrina y Claudina son esenciales para asegurar la función barrera de la piel. Cuando la concentración de filagrina disminuye las células del estrato córneo se vuelven más finas y pierden adhesión al cemento lipídico. Cuando la concentración en Claudina disminuye también disminuyen las uniones estrechas y el agua pasa a través del

estrato granuloso. El agua atraviesa entonces el estrato córneo debido a la disminución de la filagrina la pérdida imperceptible de agua se acelera y aumenta la sequedad cutánea.

La piel se expone a un entorno compuesto por alérgenos y bacterias. Cuando se altera la barrera las bacterias y los alérgenos penetran en el extracto córneo pasan a través de las uniones estrechas y llegan directamente a las células vivas donde pueden desencadenar una inflamación. La barrera cutánea se altera y aparecen sequedad, rojeces e irritaciones.

El agua termal rica y equilibrada en sales minerales (Na, Ca, Si, Mg) y en oligoelementos (Mn, Cu, Zn) ayuda a restaurar la barrera cutánea. Cuando se aplica el agua termal en una piel agredida ésta penetra en la epidermis hacia el extracto granuloso para aumentar la síntesis de la Claudina, con el fin de reconstruir las uniones estrechas, volver a juntar las células del estrato corneo y asegurar un primer candado. El agua termal también tiene la capacidad de aumentar la síntesis de filagrina para reforzar los corneocitos que se unirán de nuevo con su segmento lipídico.

El agua termal es por consecuencia particularmente indicada para todas las pieles incluso las más sensibles, así como para la epidermis alterada. El agua termal es un agua única que refuerza la barrera cutánea.

### **2.9.2 Centro Nacional de Terapias Termales (HEBERFAM)**

Se encuentra en la ciudad de Santo domingo, y se enfocan en la utilización del fango ecológico termal, que es un recurso médico que utiliza los fangos, con base tecnológica termal y bioproductos obtenidos del peloide, aplicados a lo cosmetológico, así como en los tratamientos y terapias, con eficiencia científicamente demostrada en los servicios de salud ([www.heberfam.com](http://www.heberfam.com)).

Se debe a su acción físico-química, destacándose las propiedades terapéuticas:

1. Acción termoterápica.
2. Acción antiinflamatoria.
3. Efecto analgésico, sedante, antiespástico.
4. Reconstituyente tisular.
5. Mejora la irrigación sanguínea.
6. Revierte el proceso de descalcificación.
7. Mantiene la densidad de los huesos.
8. Antiséptico, descongestivo.

## **Fangoterapia**

Es un recurso médico que utiliza los fangos y sustancias naturales formuladas convenientemente y que han sido sometidas a un conjunto de tratamientos previos a su administración.

Desde 1978 la OMS ha estado promoviendo y desarrollando la medicina alternativa y terapias naturales, con eficiencia científicamente demostrada a los servicios nacionales de salud de cada país.

### **¿Qué son los fangos mineromedicinales?**

Los peloides o fangos mineromedicinales, son productos naturales que se originan en las capas poco profundas de la tierra, en combinación de agua proveniente de fuentes termales.

Básicamente está constituido por los minerales presentes en el suelo y las aguas: oligoelementos (hierro, magnesio, manganeso, azufre, cinc, fósforos y cobre), y minerales geológicos (silicatos, feldspato, cuarzo, mica, y otros), que a través de los siglos estos fósiles de animales y plantas son arrastrados a la superficie por las aguas que le dan formación.

Estos sedimentos se denominan barros, fangos, lodos, limos, etc., pero desde el 1948 se le denominan peloides. Son considerados como tales a los productos formados por la mezcla de agua mineral (incluyendo las del mar y los lagos salados) con materia orgánica e inorgánica resultantes de los procesos geológicos y biológicos que aislados o conjuntamente puede ser utilizado en aplicaciones locales o generales con fines terapéuticos, que preparados convenientemente son aplicados en forma de cataplasma, producen acciones biofísicas y bioquímicas, que justifican su empleo terapéutico para el tratamiento o prevención de ciertas afecciones, o bien para corregir defectos en el organismo.



Para el año 2014, se firma un acuerdo con el Instituto de Innovación en Biotecnología e Industria (IIBI) para la caracterización química, física y microbiológica del fango ecológico termal.

Foto: <http://www.heberfam.com>, 2017.



Visita al Centro Nacional de Terapias Termales (HEBERFAM), Foto: Lara C., García N., 2018

## 2.10 Localización de Aguas termales alrededor del mundo

(Fagundo C., J R., González Hernández, P., 2000)

### 2.10.1 América

#### *América del Norte*

##### Estados Unidos

- Hot Springs, Arkansas.
- Thermopolis, Wyoming.
- Steamboat Springs, Colorado.
- Steamboat Springs, Nevada.

##### México

- Coahuila (Ramos Arizpe) Paredón, La Azufrosa balneario con 47°C y gran cantidad de minerales, en especial azufre.
- Izúcar de Matamoros, Puebla; Balneario San Carlos cuenta con manantiales naturales de agua a 36 °C con circulación natural del agua.
- Papalutla, Guerrero; el Balneario Ecoturístico de Papalutla posee 2 manantiales naturales a 30 °C.
- Tecozautla, Hidalgo; Balneario Oasis cuenta con manantiales naturales a 38 °C.

#### *América Central*

##### Costa Rica

- Aguas Termales de La Fortuna de San Carlos, Alajuela.
- Aguas Termales de San Gerardo de Rivas, Pérez Zeledón.

##### El Salvador

- Termales de Santa Teresa, Ahuachapán.
- Termales de Alicante, en Ahuachapán.

### Guatemala

- Finca Paraíso, Izabal, Río Dulce.
- Las Georginas, en Zunil, Guatemala
- Turicentro de Montaña, La Roblada, Aguas desde hipotermas (20° C - 35° C) hasta hipertermas (45° C - 100° C) Aldea Agua Caliente (San Marcos).

### Honduras

- Termas Jilamito, en Arizona, Atlántida, Honduras.
- El Agua Caliente, en Magdalena, Intibucá, Honduras (Aguas hipertermas).
- Aguas Termas en Gracias Lempira.
- San José de Colinas, Santa Bárbara.

### Nicaragua

- Aguas Termas de Tipitapa.

### Panamá

- Cilla de Pando, Volcán, Provincia de Chiriquí, Panamá. A pocas horas de la ciudad de Volcán se ubican pozos de aguas termas.
- También hay pozos termas en los corregimientos de Potrero y Chitra, en el distrito de Calobre, Provincia de Veraguas.
- También en el corregimiento de Caldera, Distrito de Boquete, Provincia de Chiriquí.

## *América del Sur*

### Argentina

- Termas de Balde, en la Provincia de San Luis.
- Termas de Reyes, en la Provincia de Jujuy.
- Termas de Río Hondo, en la provincia de Santiago del Estero.
- Termas de Copahue, en la provincia del Neuquén.

### Bolivia

- Aguas Termales de Polques.
- Aguas Termales de Chalviri.
- Aguas termales de Urmiri – Depto, La Paz.
- Aguas termales de Obrajes - Depto. Oruro.

### Chile

- Termas de Panimávida, en Región del Maule.
- Termas Geométricas Región de Los Ríos.
- Terma del Amarillo Región de Los Lagos.
- Termas de Pichicolo, Hualaihué Región de Los Lagos.

### Colombia

- Termales Aguas Calientes del Llano.
- Termales Santa Rosa de Cabal.
- Termales San Vicente.

### Ecuador

- Parroquia Guapan, Cantón Azogues.
- Provincia Canar, Termales de las Nieves La Paz.
- Parroquia La Paz, Cantón Montufar.
- Provincia del Carchi, Gruta de La Paz.

### Perú

- Baños Termales de Lares, provincia de Calca, Departamento de Cusco.
- Baños Termales de Machacancha, Provincia de Calca, Departamento de Cusco.
- Baños Termales La Raya, Departamento de Cusco.
- Baños termales de UNSAAC La Raya, Departamento de Cusco.

### Uruguay

- Termas del Daymán, en Salto.

- Termas del Arapey, en Salto.
- Termas del Guaviyú, en Paysandú.
- Termas de Almirón, en Paysandú.

### Venezuela

- Aguas termales La Musui: ubicada cerca del pueblo de Mucuchíes en Mérida.
- Aguas termales de Ejido, Estado Mérida. Con temperaturas de 40 °C hasta 70 °C.
- Aguas de Moisés, Estado Sucre, Vía Cariaco/Casanay Sector Río Azul. Con temperaturas de 30 a 40 °C.
- Aguas Termales de Mariara - Estado Carabobo.
- Aguas termales de San Juan de los Morros.
- Aguas termales en Tabay, Estado Mérida

### *Las Antillas*

#### Puerto Rico

- Los Baños de Coamo, Coamo, PR Baños de Coamo o las Aguas Termales de Coamo están ubicadas en el Municipio de Coamo, constituyen las únicas fuentes termales de Puerto Rico. Utilizadas por los taínos en la época precolombina, algunos locales creen que tienen poderes curativos.

#### República Dominicana

- Las aguas termales de Canoa, deleite de turistas franceses y japoneses desde hace algunos años, comienzan a llamar la atención de visitantes locales y del resto del mundo. El color azulado y el fuerte olor a azufre de las tibias aguas de Canoa, que suelen alcanzar hasta los 42 °C, son el disfrute de cientos de visitantes, que estimulados por sus propiedades curativas encuentran en ellas la panacea de un relajante natural y un bálsamo regenerativo.  
El contenido sulfúrico de esta agua resulta especialmente favorable contra enfermedades relacionadas con el reumatismo, afecciones de la piel o la que ha sido llamada “enfermedad del siglo” el estrés.

- Aguas Termales Barahona, cuenta con dos balnearios de aguas termales. También se encuentran en Guayabal, Azua.

### **2.10.2 Europa**

#### España

- Andalucía: Balneario de Carratraca, en la provincia de Málaga. Aguas sulfuradas, cálcicas y magnésicas, a 18 °C.
- Cataluña: La Garriga Hotel Balneario Blancafort desde 1840, balneario de aguas termales minero medicinales.
- Galicia: Uno de los parajes termales más conocidos de España es la ciudad de Orense, con sus famosas Fuentes de As Burgas.

#### Islandia

- Reykjadalur, que se encuentra en el sur de Islandia.
- Seljavallalaug, piscina de acceso público construida en 1923.
- Grjótagjá, una cueva de lava cerca del lago Myvatn en el norte de Islandia.

#### Portugal

- Isla de Sao Miguel, Azores.

#### Reino Unido

- Bath, ciudad balneario de Inglaterra (Baños).

#### República Checa

- Karlovy Vary, en la República Checa, "el balneario de Carlos"

### **2.10.3 Asia**

#### Japón

- DōgoOnsen, Ehime Prefectura.
- ArimaOnsen, Hyōgo Prefectura.
- Nanki-ShirahamaOnsen, Wakayama Prefectura.

- Iwaki Yumoto Onsen, Fukushima Prefectura.

### Rusia

- Oimiakón, en Siberia, Rusia (agua que no se congela).

## **2.11 División territorial**

### **2.11.1 Barahona**

Fue creada en el año 1881, como Distrito Marino, y luego, en noviembre de 1907 como Provincia. Su nombre proviene del nombre de la capital provincial. La provincia Barahona está limitada al este por el Mar Caribe y la provincia de Azua, al sur por la provincia Pedernales, al oeste por las provincias Pedernales e Independencia y al norte por la provincia Bahoruco. Barahona, con 83,619 habitantes (82,649 urbana y 970 rural) en el municipio. Población (2010): 187,105 personas: 96,799 hombres y 90,306 mujeres (mipais.jmarcano, 2016).

### **Geografía**

**Montañas:** Gran parte de la provincia, en su porción occidental, está ocupada por la Sierra de Bahoruco, donde se encuentra la montaña Pie de Palo, que con 1,603 m de altitud, es el punto más alto de la provincia. También se encuentra la Sierra Martín García, en los límites con Azua, el extremo oriental de la Sierra de Neiba y la Loma de Sal y Yeso (mipais.jmarcano, 2016).

**Hidrología:** El principal río es el Yaque del Sur con una superficie de 314.51 km<sup>2</sup>, que desemboca a pocos kilómetros al norte de la ciudad de Barahona. El segundo río de importancia en la provincia es el Nizaíto con 173.50 km<sup>2</sup>. Otros ríos, de corto recorrido, son el Palomino, Bahoruco, San Rafael, Sito y Los Patos. La laguna de Rincón o Cabral es compartida por las provincias Barahona e Independencia. Anteriormente existían las lagunas Caballero y Pescadería pero han sido desecadas para uso agrícola y ganadero y prácticamente han desaparecido (mipais.jmarcano, 2016).

**Economía:** Tiene una economía diversificada aunque generalmente de pequeña escala. Los principales productos agrícolas son café (en la Sierra de Bahoruco), plátano (en la cuenca del Yaque del Sur) y caña de azúcar (próximo a la ciudad de Barahona, donde está la factoría). En minería, se extrae sal y yeso de la Loma de Sal y Yeso y en las salinas de la Bahía de Neiba; y pectolita (Larimar) en Las Filipinas, Sierra de Bahoruco. También es importante la actividad pesquera a todo lo largo de la costa (mipais.jmarcano, 2016).

**Turismo:** Esta provincia presenta numerosos y diversos atractivos turísticos. Entre ellos tenemos las playas, que junto con los ríos, atraen a muchas personas: Saladilla, San Rafael, Los Patos. La Laguna de Rincón o de Cabral atrae a observadores de aves lo mismo que las montañas del Bahoruco Oriental (entre Paraíso y Polo) (mipais.jmarcano, 2016).

### **2.11.2 Independencia**

**Geografía:** Región: Forma parte de la Región VII - Enriquillo. N Montañas: En la porción sur de la provincia se encuentra la Sierra de Bahoruco mientras que en el norte está la Sierra de Neiba. **Superficie:** 2006.44 kilómetros cuadrados. El clima de la provincia Independencia varía de estepario a clima desértico, predominando el estepario, también conocido como semidesértico. Las precipitaciones son escasas y las temperaturas son muy altas, oscilando normalmente entre los 35 y 38 grados Celsius durante el día, sobre todo en los meses de verano (mipais.jmarcano, 2016).

**Recursos hídricos:** Existen ríos de aguas permanentes en la provincia. La principal fuente fluvial es el Río Escondido o Las Damas, que desciende de la Sierra de Bahoruco desde Puerto Escondido hasta la ciudad de Duvergé. En La Descubierta y Boca de Cachón hay importantes ríos y balnearios resurgentes de corto recorrido. En el distrito municipal de El Guayabal específicamente en Los Bolos y El Maniel existen una gran cantidad de ríos que salen y algunos hacen grandes recorridos y se sumergen en la tierra. Además existe el río Guayabal que es uno de los que más mantienen su cauce en todas las estaciones del año del país, este desemboca en el Lago Enriquillo, además está El Manantial, El Cachón de Jimaní, que cuenta con una hermosa piscina que se puede disfrutar de un buen chapuzón. También hay algunas fuentes de aguas sulfurosas. El Lago Enriquillo es compartido con la provincia [Bahoruco].

También existe la Laguna Limón pero ésta solamente tiene agua en épocas de fuertes precipitaciones (mipais.jmarcano, 2016).

**Economía:** Como en todas las provincias fronterizas, hay poco desarrollo económico en general. Hay un importante tráfico comercial con Haití, especialmente en Jimaní, donde existe el Mercado Binacional con la República de Haití y por donde se exporta más del 60 por ciento de la producción desde la República Dominicana. Se estima en más de mil (1,000) millones de dólares anual el valor de las mercancías trasegadas por ese lugar. La producción agropecuaria se limita a cultivos menores tales como Plátanos, Banana, diferentes tipos de frutales y crianza caprina y vacuna al libre pastoreo, también se produce tomate de tipo industrial y, en la Sierra de Neiba, hay plantaciones importantes de café. En Postrer Río, hay explotaciones familiares de uva. Otro aspecto importante a destacar es el comercio de monedas haitianas de tipo gourdes por monedas Dominicanas (mipais.jmarcano, 2016).

**Turismo:** El turismo es diverso. Entrando por La Descubierta está el lago Enriquillo y la isla Cabritos, donde se pueden ver los cocodrilos, iguanas, y aves migratorias y endémicas. En toda la provincia hay fuentes acuíferas naturales, ríos, piscinas, montañas, visitas a la Frontera Dominico Haitiana por Jimaní. En Postrer Río, que está antes de llegar a La Descubierta si vienes por Neiba, nos encontramos con balneario Hawai y Cabeza de Río. En La Descubierta está el bosque Las Barías, un balneario de aguas muy frías que brota de las mismas entrañas de la tierra y árboles centenarios, es el más visitado de toda la provincia.

La Descubierta cuenta con un total de 72 habitaciones de pequeños hoteles. En Boca de Cachón de Jimaní está el balneario de aguas termales y en Duvergé existen las aguas azufradas llamado La Zurza y el río Las Damas. También hay hoteles en Jimaní y Duvergé (mipais.jmarcano, 2016).

### **2.11.3 San Juan de la Maguana**

Fue creada, con el nombre de Provincia Benefactor, el 20 de junio de 1938. El 25 de noviembre de 1961 fue cambiado el nombre por el actual de Provincia San Juan, nombrada así por su capital provincial. Limita al norte con las provincias Santiago y Santiago Rodríguez, al este con la provincia Azua (y parcialmente con la provincia La Vega, en el noreste), al sur con la

provincia Bahoruco y al oeste con la provincia Elías Piña. San Juan de la Maguana, con una población de 132,177 (87,677 urbana y 44,500 rural) en el municipio. Población en el (2010): 232,333 personas: 122,550 hombres y 109,783 mujeres (mipais.jmarcano, 2016).

**Geografía/Montañas:** En la parte norte se encuentra la Cordillera Central, incluyendo su Macizo Central al noreste. En el sur se encuentra la Sierra de Neiba. La montaña más alta de la provincia (y del país), el Pico Duarte, se encuentra en esta provincia (mipais.jmarcano, 2016).

**Hidrología:** Los principales ríos de la provincia son el San Juan y el Yaque del Sur. (mipais.jmarcano, 2016).

**Economía:** Es una de las provincias de mayor importancia agropecuaria del país. Entre los productos agrícolas se encuentran el arroz y la habichuela (frijol). Es muy importante la ganadería vacuna, caprina y ovina, especialmente la vacuna lechera. Las únicas industrias de importancia son las agroindustriales (factorías de arroz, productos lácteos) (mipais.jmarcano, 2016).

**Turismo:** Hay poca actividad turística en la provincia pero tiene un gran potencial para el ecoturismo y el turismo de naturaleza, especialmente en las montañas (mipais.jmarcano, 2009-16).

## **2.12 Turismo termal**

Tras la hegemonía del turismo de sol y playa durante la segunda mitad del siglo XX, comenzaron a expandirse nuevos tipos de turismo, como el rural o el de aventura, al tiempo que se recuperaba la práctica termal mediante la reapertura o creación de nuevos balnearios. (Araujo, N. y Fraiz, J.A., 2012).

Según, Araújo, N. & Fraiz, J.A., (2012) en pleno siglo XXI los balnearios ya no son únicamente sinónimo de salud, sino también de estética y sobre todo ocio, resaltando el componente lúdico de los mismos”. En este contexto, en el papel de los balnearios entran en

juego nuevas motivaciones, como la relajación y la belleza, al mismo tiempo que el usuario no sólo busca la curación, sino también la prevención.

Además de los balnearios, con su triple vertiente lúdico-preventiva-curativa, otros tipos de oferta han cobrado fuerza en los últimos años. Es el caso de los centros de Talasoterapia, los Spas, los Centros Médicos o los Centros Espirituales. Ante esta situación, los límites del concepto Turismo Termal se vuelven difusos, hecho que se agrava por las diferencias culturales, lingüísticas y normativas en el plan internacional.

### **2.12.1 Turismo de salud / Health tourism**

El origen del término Turismo de Salud data de 1970. No obstante, su existencia es anterior, asociada a los desplazamientos que tenían por objeto la cura de enfermedades a través de tratamientos con agua minero-medicinal. (López, Henn, *et. al.*, 2011)

La dificultad de encontrar una definición universal para el término Turismo de Salud, además de deberse a la evolución experimentada por el sector, es fruto de la transformación que ha sufrido el propio concepto de “salud”. Éste ha dejado de hacer referencia estrictamente a la ausencia de enfermedad para abarcar “un estado de completo bienestar físico, mental y social”, tal y como recoge el Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud, adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946.

Según Carrera y Bridges, 2006, el turismo de salud es *“el viaje organizado fuera del entorno habitual del usuario, para el mantenimiento, mejora o recuperación del bienestar individual físico y mental”*.

El Instituto de Turismo de España, 2008 interpreta el concepto “turismo de salud” como “aquellos productos, instalaciones y servicios que se han diseñado para recuperar, mejorar y/o mantener la salud a través de una combinación de actividades de rehabilitación, curación, ocio, recreación y/o educativas, en un espacio alejado de las distracciones del trabajo y la vida diaria”. El Instituto de Turismo de España diferencia dos tipologías de oferta de Turismo de Salud, la basada en el agua (balnearios, centros de Talasoterapia y alojamientos con Spa) y la no basada en el agua (centros de salud y/o belleza, centros espirituales y oferta singular).

El Turismo de Salud es, *“proceso por el cual una persona viaja para recibir servicios de salud en un país diferente a aquel en el que reside. El motivo del viaje es la búsqueda de estos servicios de salud, en un sentido amplio”*. Dentro de esta definición, la Escuela de Organización Industrial (EOI) diferencia dos ramas dentro del Turismo de Salud: el Turismo de Curación, a cuya disposición se encuentran servicios médicos, y el Turismo de Prevención, a cuya disposición se encuentran servicios “wellness” (EOI, 2013).

### **2.12.2 Turismo médico / Medical tourism**

Turismo Médico puede ser definido como *“el viaje a un destino para someterse a tratamientos médicos como la cirugía u otras intervenciones especializadas”* (Smith y Puczko, 2009).

Para Medical Tourism Association el turismo médico es, el viaje de las personas a un país diferente de aquel en el que residen para recibir tratamientos médicos, odontológicos o quirúrgicos; disfrutando como resultado de cuidados iguales o superiores a los que tendrían en su propio país, pero en mejores condiciones de asequibilidad, de acceso a la atención o de calidad.

### **2.12.3 Turismo de bienestar / Wellness tourism**

El término Wellness procede de la fusión de dos palabras en lengua inglesa: wellbeing (bienestar) y fitness (buen estado físico) y fue introducido por Halbert L. Dunn a mediados del siglo XX. El auténtico despertar de la preocupación por el “wellness” asociada al turismo se produjo en los países más desarrollados a partir de la década de 1990 y continúa extendiéndose de la mano de la expansión de técnicas como la aromaterapia, la acupuntura o el yoga (Medical Tourism Association, 2013).

Según, la Secretaría General de Turismo de España, 2007, el Turismo Wellness es un subsegmento del turismo de salud en el cual la motivación principal es la de mantener y/o mejorar el equilibrio físico y psíquico del turista que lo practica.

En una línea similar, el Instituto de Turismo de España 2008, define este tipo de turismo como *“la totalidad de las actividades, instalaciones, servicios y/o tratamientos relacionados con el*

*mantenimiento y prevención de la salud de las personas mediante un viaje y estancia en un lugar alejado de su residencia habitual”.*

Bushell y Sheldon 2009, proponen la siguiente definición: *“modo holístico de viajar que integra una búsqueda de salud física, belleza o longevidad, y/o una elevación de la consciencia o del conocimiento espiritual y una conexión con la comunidad, la naturaleza o el misterio divino”.* Abarca una variedad de experiencias turísticas en destinos con productos wellness, infraestructuras e instalaciones apropiadas, y recursos naturales y de bienestar.

Para Stanford Research Institute (SRI), 2011, el Turismo Wellness involucra a las personas que viajan a un lugar diferente para perseguir de modo proactivo actividades que mantienen o mejoran su salud personal y su bienestar; buscando experiencias auténticas, únicas o basadas en el emplazamiento, que no están disponibles en su país.

#### **2.12.4 Turismo balneario / Spa tourism**

Crebbin-Bailey, *et al*, 2005, la terapia balnearia, en sus innumerables manifestaciones incluye belleza, fitness, nutrición, medicina y bienestar general. Es un área de estudio en su propio derecho. Según (Smith y Puczkó, 2009), el turismo balneario es aquél que se centra en la relajación y curación del cuerpo empleando principalmente tratamientos a base de agua; tales como, piscinas minerales o termales, baños de vapor y saunas. El énfasis tiende a centrarse en la cura, rehabilitación y descanso del cuerpo.

Ante el crecimiento del turismo médico y del turismo de bienestar, SRI International elaboró en 2011 un informe orientado a analizar el papel de los balnearios titulado “Wellness Tourism and Medical Tourism: Where Do Spas Fit?”. Las conclusiones fundamentales de este informe son dos, por una parte que los balnearios son un componente importante del Turismo de Bienestar, pero que Bienestar no son sólo balnearios; y, por otra, que los balnearios han incrementado su papel en el turismo médico, pero convendría identificar sus usos más apropiados en los procedimientos pre-operatorios y postoperatorios, en rehabilitación y recuperación y para los cuidadores acompañantes.

### **2.12.5 Turismo social/ Social tourism**

La Dirección General de Política Turística de España, 1993, define turismo social como: *“aquel cuyos flujos se corresponden a las capas más desfavorecidas de la población por motivos económicos, médicos o de edad” y que posee “atenciones especiales de orden económico, bien por parte de instituciones económicas o de los propios gobiernos, incluidas en una política social del país”*

En los años 90 la creación de la Asociación Internacional del Turismo Social en 1993, la Declaración de Montreal en 1996 en la que se definen criterios para identificar el turismo social, y la Declaración de Manila en 1997 sobre los efectos sociales del turismo. En esta última los gobiernos se comprometían a mejorar el nivel de vida de la población gracias al turismo. Aunque existen otros colectivos beneficiarios del Turismo Social, el colectivo sénior es en España el eje central de la política de Turismo Social. El IMSERSO gestiona el programa de vacaciones para mayores y el programa de termalismo social (Muñiz, 2001).

Por su parte, Causapie *et al*, 2011, define turismo social de la siguiente manera “tiene como objetivo principal el proporcionar al colectivo de personas mayores que por prescripción facultativa precisen tratamientos para problemas osteo-articulares o respiratorios, la posibilidad de acceder al disfrute de turnos de estancia en balnearios a precios reducidos”. Según esta misma fuente, en 2010 se recibieron 329.460 solicitudes para un total de 250.000 plazas convocadas, siendo el presupuesto destinado a este programa en dicha anualidad alrededor de 40 millones de euros.

### **2.12.6 Turismo termal / Thermal tourism**

Partimos de la definición de Turismo Termal, del Congreso Internacional de 2011, promovido por la Organización Mundial del Turismo, Tur España, y la Xunta de Galicia, que definía el Turismo Termal como: *aquel que tiene como motivo fundamental del viaje, el uso y disfrute de los recursos naturales del agua minero-medicinal y termal, así como sus derivados, y del agua de mar, bajo vigilancia médica, y en instalaciones turísticas adecuadas, de acuerdo con las normas de calidad ISO.*

La Asociación Balnearios de España define un balneario como: “aquel establecimiento que dispone de aguas minero-medicinales declaradas de utilidad pública, servicio médico que prescribe los tratamientos e instalaciones adecuadas para aplicar los tratamientos prescritos”.

**CAPITULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

### **III. Metodología**

#### **3.1 Descripción del área de estudio**

Barahona situada al suroeste del país; forma parte de la Región de Enriquillo, junto a las provincias de Bahoruco, Independencia y Pedernales. Esta limita al noroeste con la provincia Bahoruco, al noreste con Azua, al oeste con Independencia, al sur y suroeste con Pedernales y al este tiene el Mar Caribe. La capital provincial es la ciudad de Santa Cruz de Barahona.

Independencia se encuentra en el oeste del país, haciendo frontera con Haití. Su capital es la ciudad de Jimaní. Fue creada el 29 de diciembre de 1948 pero con vigencia a partir de 1 de enero de 1950. Antes de su creación, su territorio formaba parte de la provincia Bahoruco. Esta provincia fronteriza limita por el Norte con las provincias Elías Piña y Bahoruco, por el Este con la provincia Barahona, por el Sur con la provincia Pedernales y por el Oeste con la República de Haití.

San Juan de la Maguana, es el municipio cabecera y capital de la provincia de San Juan, en la región occidental de la República Dominicana. Fue una de las primeras ciudades fundadas en la isla; fue fundada en 1503 y se le dio el nombre de San Juan de la Maguana por San Juan Bautista y por el nombre taíno del valle: Maguana. San Juan está ubicada en la región del valle, y limita con las provincias de Bahoruco al Sur, Azua al Este, La Vega, Santiago, y Santiago Rodríguez al Norte, y Elías Piña al Oeste.

#### **3.2 Dimensión de la investigación**

El alcance de la investigación fue sólo hasta el objeto de estudio.

#### **3.3 Tipo de estudio**

Bibliográfico, experimental, deductivo, descriptivo, analítico, comparativo, transversal en el tiempo, definiéndose como un diseño mixto (Hernández Sampieri, R. *et al*, 2014).

### **3.4 Universo**

Fueron las aguas termales ubicadas en las provincias Barahona, Independencia y San Juan de la Maguana. Quedan excluidas las aguas termales que no pertenecen a dichas provincias.

### **3.5 Muestra**

Las muestras fueron colectadas de manera aleatoria en La Zursa de Canoa, distrito municipal Canoa, provincia Barahona; La Zursa de Duvergé, sección Vengan a ver, municipio Duvergé, provincia Independencia; La Zursa, municipio Las Matas de Farfán, provincia San Juan de la Maguana.

### **3.6 Instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.6.1 Revisión bibliográfica.**

Se realizaron revisiones bibliográficas en el Ministerio de Energía y Minas (MEM), Ministerio de Turismo (MITUR), Laboratorio Científico de la Dirección General de Aduanas (DGA). Se efectuaron revisiones en fuentes primarias, secundarias, documentales, videos, programas de televisión, artículos científicos, trabajos de investigación, entre otros. Se realizaron pesquisas bibliográficas en bases de datos como EBSCO host, INARI, entre otras, relacionadas con el tema de la investigación.

#### **3.6.2 Observación de campo**

Se realizaron viajes a la zona de estudio provincias Barahona, Independencia y San Juan de La Maguana donde se efectuaron exploraciones georreferenciadas y observaciones descriptivas relacionadas a la actividad geotérmica, parámetros físicos, químicos y medio ambientales de las zonas en estudio y toma de muestra.

La primera zona de estudio fueron las aguas termales localizadas en la provincia Barahona, Distrito Municipal Canoa, La Zursa de Canoa. Se pudo observar alrededor del área un terreno seco y rocoso con terrenos movedizos y troncos secos; en el límite del humedal el terreno era fangoso, movedizo, profundo e inestable; olor muy fuerte y desagradable lo que se infiere podría ser el mineral Azufre.

El agua era clara con material esponjoso color verde negruzco que revelaba un aspecto no tan cristalino, en la superficie había un precipitado blanquecino, que se extendía por todo lo largo de la terma menos profunda, mientras que, en la parte más profunda se percibió desprendimiento de gases que formaban una especie de burbujas. Asimismo la flora asociada corresponde a abundantes Helechos (*Filicopsida spp*, E.) Nin o Neem (*Azadirachta indica*, A. Juss). Guasábara (*Cylindro puntialeptocaulis*, FM.), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*, L), entre otros. La fauna asociada corresponde a Guaraguao (*Chondrohierax wilsonii*, C.), abundante sobrevuelo de Libélulas (*anisópteros*, Selys), Moscas (*Musca doméstica*, L), Mariposas monarca (*Danaus plexippus*, L), Palomas cenizas (*Columba livia*, Gmelin), Ratonés (*Mus musculus*, L.), Gallina de agua (*Gallinula chloropus*, L.), Pato criollo (*Cairinamoschata sylvestris*, L.), Guineas (*Numida meleagris*, L.), Jicotea (*Trachemys scripta*, T.), entre otros.



Provincia Barahona, distrito municipal Canoa. Fotos Núñez Fung, L. (2017)



Provincia Barahona, municipio Canoa. Fotos Núñez Fung, L. (2017)



Provincia Barahona, municipio Canoa. Fotos Núñez Fung, L. (2017)



Provincia Barahona, municipio Canoa. Fotos Núñez Fung, L. (2017)

La segunda zona en estudio fueron las aguas termales localizadas en la provincia Independencia, sección “Vengan a Ver”, municipio Duvergé, La Zursa de Duvergé. Se observó un área preparada para el disfrute del público con dos áreas separadas donde el agua tenía una profundidad aproximada a 3 pies; una de estas áreas tenía una parte mucho menos profunda donde se observó niños y adultos bañándose que aseguraban se habían mejorado de afecciones de la piel o “alergias”. El agua era cristalina y con pequeñas rocas de río, al rededor se observaron rocas de arrecife de coral muerto de color verduzco, cada piscina natural se alimentaba de una pequeña cascada que se asume, por testimonio de personas nativas de la zona, surgía de un manantial termal lejano el cual le llaman “La Laguna”. La flora asociada era abundante y compuesta por Nin o Neem (*Azadirachta indica*, A. Juss), Laurel (*Laurus nobilis*, L.), Grayumbo (*Cecropia peltata*, L.), Flor de campana (*Brugmansia arbórea*, P.) y la fauna asociada estaba conformada por Jaiba (*Callinectes sapidus*, F.), Lagarto lucio (*Anolis elado*, A.), Chivos (*Caprae gagrushircus*, L.), entre otros.



Provincia Independencia, municipio Duvergé, sección Vengan a Ver, La Zursa. Fotos Núñez Fung, L.  
(2017)



Provincia Independencia, municipio Duvergé, sección Vengan a Ver, La Zursa. Fotos Núñez Fung, L.  
(2017)



Provincia Independencia, municipio Duvergé, sección Vengan a Ver, La Zursa. Fotos Núñez Fung, L.  
(2017)



Provincia Independencia, municipio Duvergé, sección Vengan a Ver, La Zursa. Fotos Núñez Fung, L.  
(2017)

En la provincia San Juan de la Maguana, municipio Las Matas de Farfán, sección La Estancia, paraje El Mamón se visitó otra terma contigua al río Macasías. El agua era clara, caracterizada

por un bosque húmedo, montañoso; en la ladera de una de las montañas existe un área rocosa extendida en donde aflora el arroyo. Con abundante flora, helechos, Laureles, Palmas, Javilla, Higuiereta, (*Ricinus communis*, L.), entre otros. La fauna compuesta por pájaros carpinteros (*Melanerpes striatus*, SM.), abundante sobrevuelo de libélulas y abundante sobrevuelo de mariposas monarca (*Danaus plexippus*, L.), mariposas amarillas (*Colias de croceus*, G.).



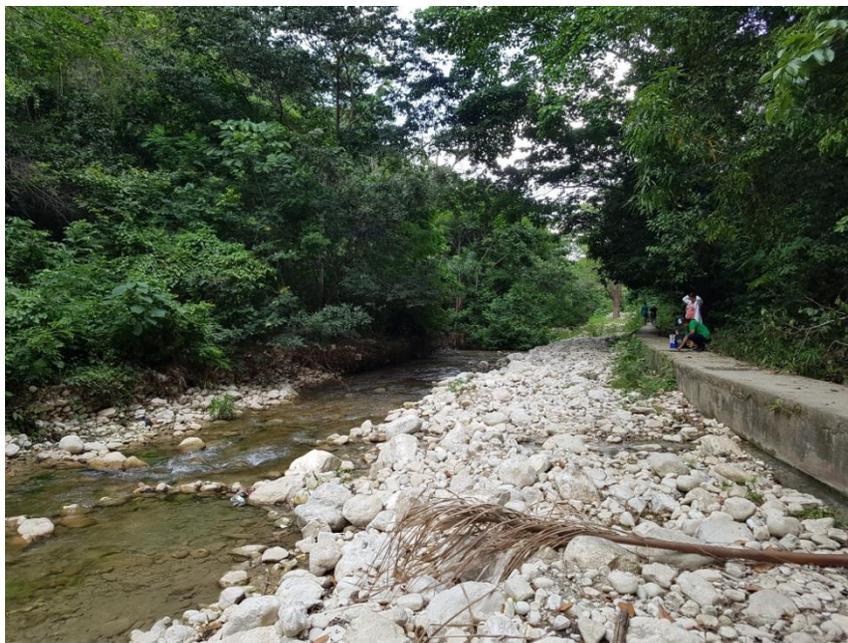
San Juan de la Maguana, municipio Las Matas de Farfán, sección La Estancia, paraje El Mamón. Río Macasías. Fotos Núñez Fung, L. (2017).



San Juan de la Maguana, municipio Las Matas de Farfán, sección La Estancia, paraje El Mamón. Río Macasías. Fotos Núñez Fung, L. (2017).



San Juan de la Maguana, municipio Las Matas de Farfán, sección La Estancia, paraje El Mamón. Río Macasías. Fotos Núñez Fung, L. (2017).



San Juan de la Maguana, municipio Las Matas de Farfán, sección La Estancia, paraje El Mamón. Río Macasías. Fotos Núñez Fung, L. (2017).

### **3.6.3 Recolección de muestra**

La recolección de muestras de agua se realizó en puntos específicos y aleatoriamente en cada área de estudio. Se llevaron las muestras colectadas y debidamente etiquetadas al Laboratorio Científico de la Dirección General de Aduanas (DGA), para ser analizadas.

Se tomaron dos muestras en cada aérea utilizando guantes durante todo el proceso. Se utilizaron frascos de cristal estériles y con la muestra, se colocaron en neverita para su debida protección y transporte durante el viaje. Fueron tomados los parámetros de temperatura de las aguas directamente en las termas en diferentes puntos con termómetro de mercurio. Asimismo el potencial de hidrógeno (pH), directamente de las termas utilizando tirillas de papel tornasol para pH. Las muestras fueron conservadas en nevera bajo temperatura de refrigeración y al día siguiente fueron llevadas al Laboratorio Científico de la DGA para su correspondiente análisis y así poder determinar la composición química, y microbiológica de estas aguas termales.

### 3.7 Técnicas de investigación en el laboratorio

En el laboratorio se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos como determinación de pH utilizando un peachímetro, marca HACH, modelo HQ4AD, previamente calibrado y a una temperatura de 25 °C, para validar el pH tomado en las diferentes zonas de estudio, y determinación de conductibilidad eléctrica utilizando Conductímetro, marca HACH, modelo HQ14D, previamente calibrado.

Con equipos especializados como: Reactor digital, marca HACH, modelo DRB200, Espectrofotómetro de análisis de agua, marca HACH, modelo R3900, se realizó determinación de: oxígeno disuelto, salinidad, sólidos totales disueltos, sólidos suspendidos y dureza. Un Kit especializado con membrana de filtración (MF or most probable number (MPN) se determinó, coliformes totales, coliformes fecales y *Pseudomonas aeruginosa*.

Utilizando un Espectrómetro de alto rendimiento de absorción atómica de llama (AA) / *con lámpara de arco de deuterio / de doble haz*, marca Perkin Elmer, modelo PinAAcle™ 900F , utilizando los estándares correspondientes a los componentes químicos por analizar como: cloruro(Cl<sup>-</sup>), carbonato(CO<sub>3</sub>), bicarbonato(HNO<sub>3</sub>), calcio (Ca), cadmio(Cd), cobre(Cu), hierro(Fe), potasio(K), magnesio(Mg), sodio(Na), níquel(Ni), plomo(Pb), azufre(S).



Estándares colocados en el módulo para la técnica analítica por Espectroscopia de absorción atómica (AAS) Foto Lara Minyety C. (2017).



Habilitación del equipo para leer las muestras de agua. Foto García Santos N. (2017)



Personal Científico de la DGA. Foto García Santos N. (2017).



Preparación de las muestras para su previo análisis. Foto García Santos N. (2017)



Muestras preparadas para ser analizadas. Foto García Santos N. (2017)



Preparación de las muestras para ser analizadas. Foto García Santos N. (2017)



Análisis de conductividad del agua. Foto García Santos N. (2017)

**CAPITULO IV**  
**ASPECTOS FINALES DE LA INVESTIGACIÓN**

## 4.1 Resultados

### 4.1.1 Resultados obtenidos en el Laboratorio Científico de Aduanas (DGA)



Cliente: Estudiantes UNPHU

Parámetros "in vitro"	1A	1B	2A	2B	3A	3B	Unidades de medida
pH	7.16	6.97	7.87	7.84	7.73	7.72	---
Conductividad	7020	7030	1005	958	541	487	µs/cm
Oxígeno disuelto	1.78	2.19	8.46	9.19	7.15	8.29	mg/l
Salinidad	3.01	3.00	0.51	0.46	0.25	0.23	ppt
Sólidos totales disueltos	3370	3400	499	458	248	234	mg/l
Sólidos suspendidos	22	30	11	10	9	8	mg/l
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	1843.4	1701.6	283.6	141.8	141.8	141.8	mg/l
Carbonato (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	0.31	0.42	0.80	0.80	0.60	0.60	mg/l
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	10.20	9.80	4.0	4.0	16.5	13.2	mg/l
Carbonato de Calcio (CaCO <sub>3</sub> )	1060.48	1031.56	289.23	274.76	134.97	178.35	mg/l
Coliformes totales	< 2.2	< 2.2	556	156	324	624	NMP/100ml
Coliformes fecales	< 2.2	< 2.2	12	8	10	14	NMP/100ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Positivo	Positivo	Negativo	Positivo	Positivo	Negativo	-----
Calcio (Ca)	621.4066	251.8775	244.6500	239.0023	186.8131	209.2317	mg/l
Cadmio (Cd)	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	mg/l
Cobre (Cu)	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	mg/l
Hierro (Fe)	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	mg/l
Potasio (K)	63.9207	60.6861	0.6258	40.1246	31.1310	31.4510	mg/l
Magnesio (Mg)	88.6875	81.6849	49.040	46.0513	23.5161	24.7255	mg/l
Sodio (Na)	820.1013	751.9191	1.3655	77.3334	9.78080	46.0045	mg/l

Calle Lic. Carlos Sánchez  
Esq. Lope de Vega, Ensanche Naco,  
Santo Domingo, Rep. Dom.  
Tel.: 809-567-3500

Níquel (Ni)	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	mg/l
Plomo (Pb)	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	mg/l
Azufre (S)	135.00	123.23	6.36	5.58	6.24	5.67	mg/l



Arismendis Gomez, Msc.  
 Encargado del Laboratorio  
 Consultor Ambiental 07-390  
 Tel: (809) 567-3500, ext.6818  
 E-Mail: [ar.gomez@dga.gov.do](mailto:ar.gomez@dga.gov.do)  
 Laboratorio de la  
 Dirección General de Aduanas

#### 4.1.2 Parámetros “In situ”

Aguas Termales (Provincias)	pH “in situ”	Temperatura “in situ”
<b>Provincia Barahona, Distrito Municipal Canoa. La Zurza de Canoa.</b>	1A - 7	41.2°C
	1B - 7	42.2°C
<b>Provincia Independencia, sección Vengan a Ver, Municipio Duvergé, la Zursa de Duvergé.</b>	2A - 6.9	22°C
	2B - 6.7	22°C
<b>Provincia de San Juan de la Maguana, municipio de Las Matas de Farfán, Sección La Estancia, Paraje El Mamón.</b>	3A - 7	41.2°C
	3B - 7	42.2°C

Lara C. y García N. 2017

#### 4.1.3 Cuadro comparativo de resultados de la DGA

Zursas	pH “in vitro”	Conductividad d us/ cm	Salinidad ppt	Oxígeno disuelto mg/l
<b>Canoa</b>	7.16 - 6.97	7020 - 7030	3.01 - 3.00	1.78 - 2.19
<b>Vengan a Ver</b>	7.87 - 7.84	958 - 1005	0.46 - 0.51	8.46 - 9.19
<b>El Mamón</b>	7.73 - 7.72	487 - 541	0.23 - 0.25	7.15 - 8.29

Lara C. y García N. 2017

## 4.2 Gráficos: Análisis y discusión de los resultados

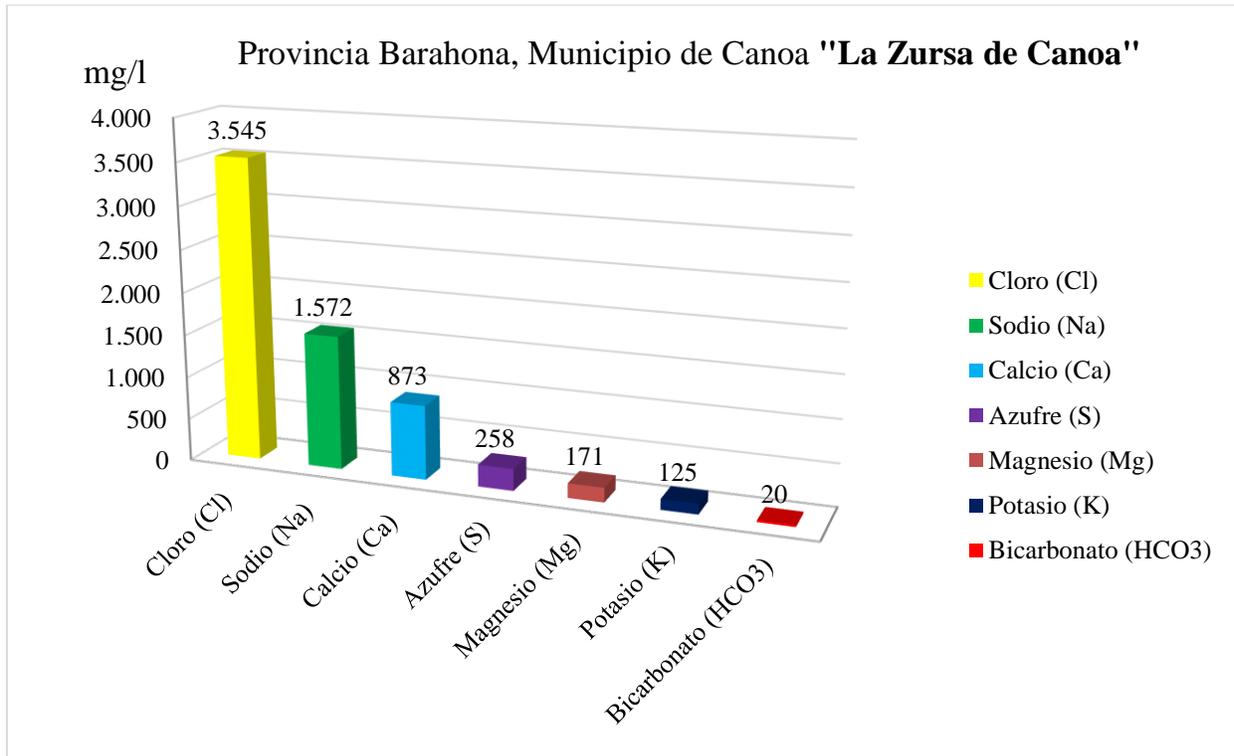
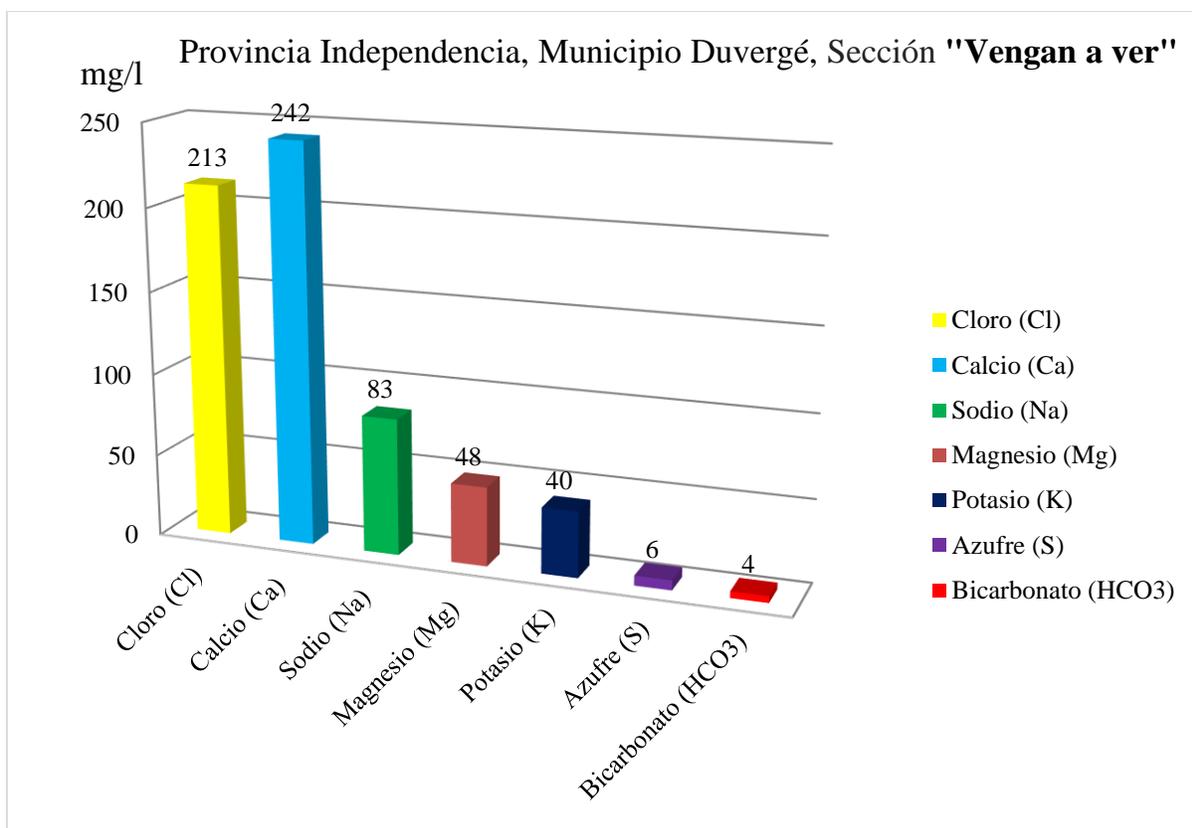


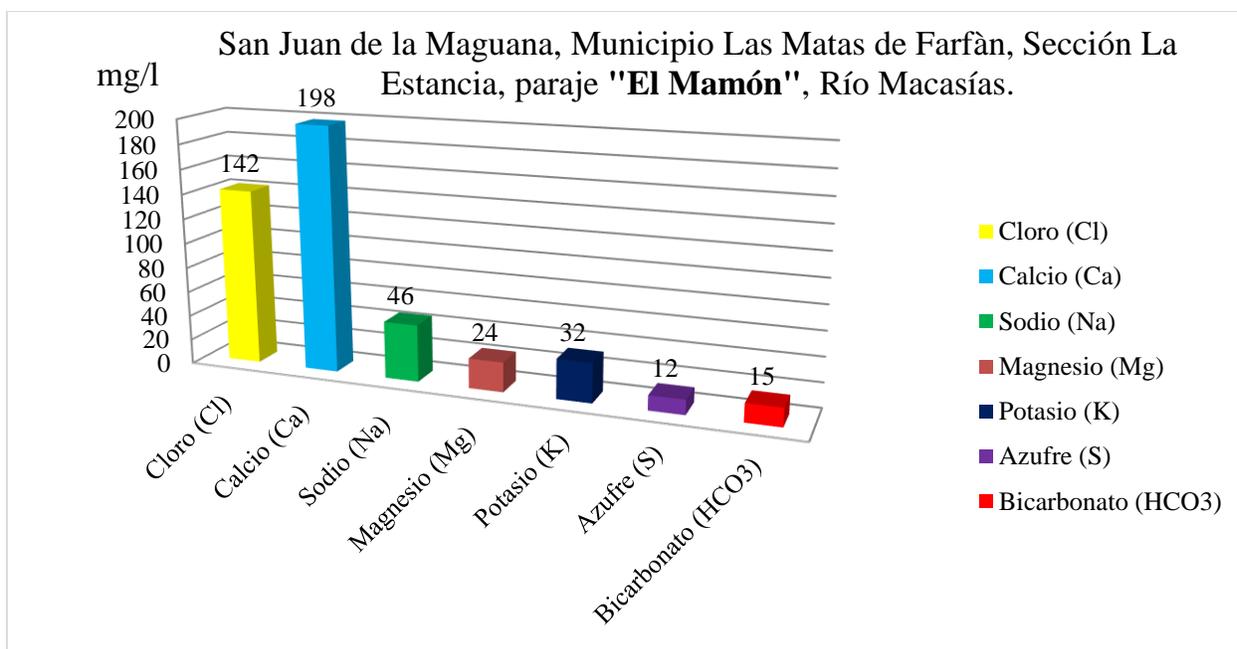
Gráfico de los compuestos químicos más abundantes de la terma. (Lara C. y García N. 2017).

**Aguas termales de Canoa:** Los resultados mostraron que estas aguas tienen una temperatura promedio de 41.7°C. El valor medio de pH fue 7.06, mientras que la conductividad eléctrica se mantuvo en un rango de 7020 - 7030 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ); en cuanto a la composición química los análisis realizados mostraron una alta mineralización en el agua, habiendo presencia de los iones fundamentales más importantes, como son el Cloruro con rango concentración entre 1843.4-1701.6 mg/l, mientras que los Bicarbonatos mostraron un rango concentración entre 10.20-9.8 mg/l, por su parte el Carbonato de calcio del cual nos expresa su dureza temporal presenta un rango entre 1060.48 – 1031.56 mg/l, el Sodio se mantuvo entre 820.1013-751.9191 mg/l, en cuanto al Calcio se mantuvo entre 621.4066-251.8775 mg/l, el Potasio mostró una concentración entre 63.9207- 60.6861 mg/l, Magnesio 88.6875-81.6849 mg/l, por último el Azufre teniendo un rango entre 135-123.23 mg/, en cuanto a salinidad se mantuvo con un promedio de 3.01 ppt.



**Gráfico de los compuestos químicos más abundantes de la terma.** (Lara C. y García N. 2017).

**Aguas termales de Vengan a Ver:** Los resultados mostraron que estas aguas tienen una temperatura promedio de 22°C. El valor medio de pH fue 7.85, encontrándose así dentro de la clasificación de aguas sulfídricas de acuerdo a la norma Cubana de agua minera (ver página 13), mientras que la conductividad eléctrica se mantuvo en un rango de 1005-978 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ); en cuanto a la composición química los análisis realizados mostraron una alta mineralización en el agua, de los iones fundamentales más importantes, como lo son el Cloruro con rango concentración entre 283.6-141.8 mg/l, de dureza en Carbonato de Calcio un resultado de 289.23-274.76 mg/l mientras que los Bicarbonatos mostraron una concentración de 4.0 mg/l, por su parte el Sodio se mantuvo entre 1.3655-77.333 mg/l, en cuanto al Calcio se mantuvo entre 244.650-239-0023mg/l, el Potasio mostró una concentración de 40.124 mg/l, el Magnesio 49.40-46.0513 mg/l, por último el Azufre teniendo un rango entre 6.36-5.58 mg/l.



**Gráfico de los compuestos químicos más abundantes de la terma.** (Lara C. y García N. 2017).

**Aguas termales de Las Matas de Farfán:** Los resultados mostraron que estas aguas tienen una temperatura promedio de 41.7°C. El valor medio de pH fue 7.72, mientras que la conductividad eléctrica se mantuvo en un rango de 541-487 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ); en cuanto a la composición química los análisis realizados mostraron una alta mineralización en el agua, habiendo presencia de los iones fundamentales más importantes, como lo son el Cloruro con concentración de 141.8 mg/l, expresa una dureza de Carbonato de calcio de 134.97- 179.35 mg/l, mientras que los Bicarbonatos mostraron un rango concentración entre 16.5-13.2 mg/l, por su parte el Sodio está en 46.0045 mg/l, en cuanto al Calcio se mantuvo entre 186.8131-209.2317 mg/l, el Potasio mostró una concentración entre 31.1310-31.4510 mg/l, el Magnesio 23.5161-24.7255 mg/l, por último el Azufre teniendo un rango entre 6.24-5.67 mg/l.

### **4.3 Caracterizaciones geológicas de las zonas geotérmicas estudiadas.**

Las zonas geotérmicas estudiadas se encuentran en la región Suroeste de la República Dominicana y en general, las zonas de interés en esta investigación, se localizan como fuentes de Aguas Termales en: La Zursa de Canoa (1.5 km del poblado), provincia Barahona. En el poblado Vengan a Ver, provincia Independencia y en La Zursa del municipio de Las Matas de Farfán, provincia San Juan de la Maguana. Con Sistema de Posicionamiento Global (GPS) con el equipo Garmin (tipo GPS 62 st), arrojó las siguientes Coordenadas UTM:

1) La Zursa de Canoa:

2032238 m N y 0270863 m E, pertenecientes a la hoja topográfica Vicente Noble (5971-II), escala 1:50,000, confeccionada por el Instituto Cartográfico Militar (ICM), edición 3-ICM (DMA), serie E733.

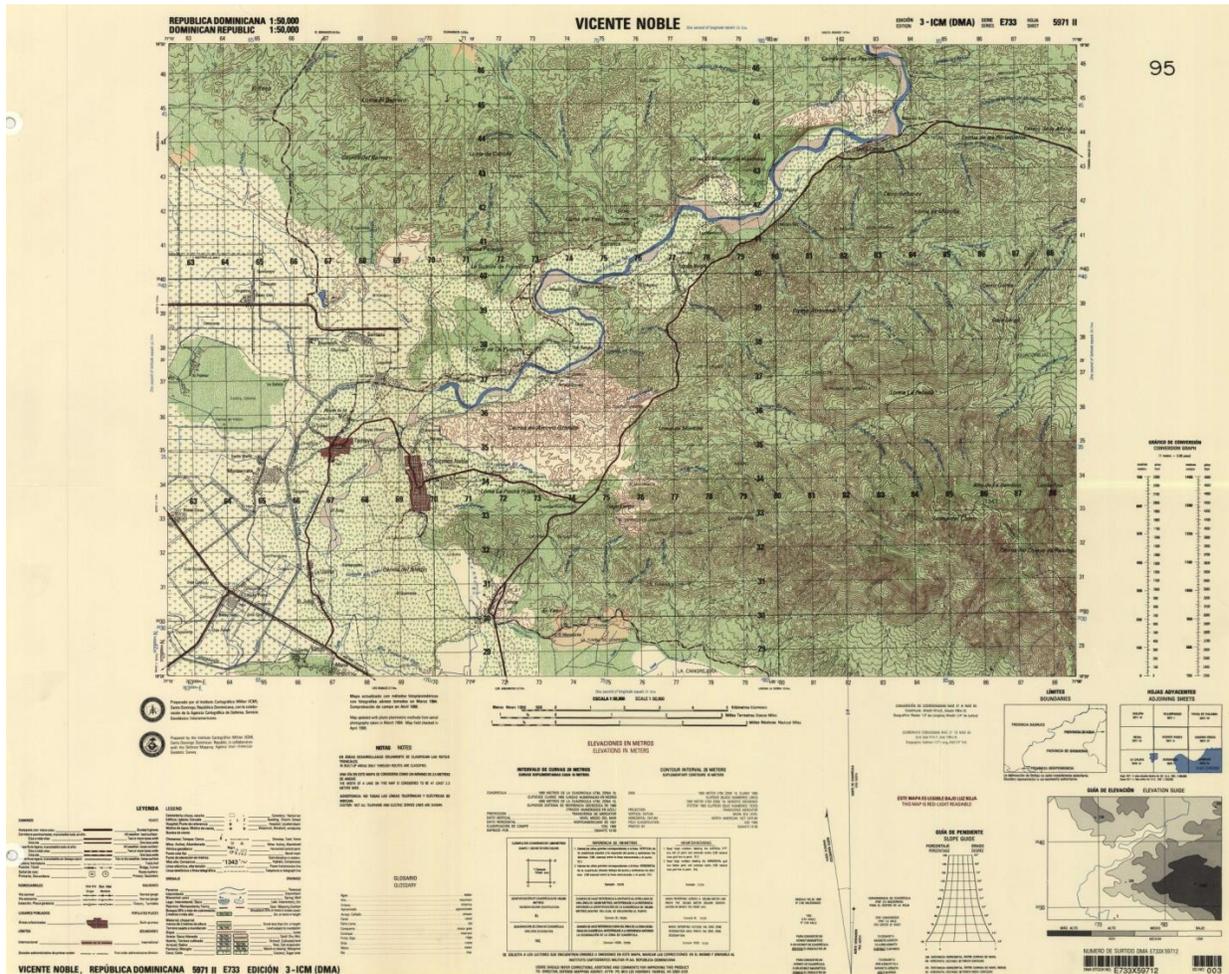
2) Vengan a Ver (La Zursa):

2036121 m N y 0228477 m E, pertenecientes a la hoja topográfica Duvergé (5871-II), escala 1:50,000, confeccionada por el Instituto Cartográfico Militar (ICM), edición 3-ICM (DMA), serie E733.

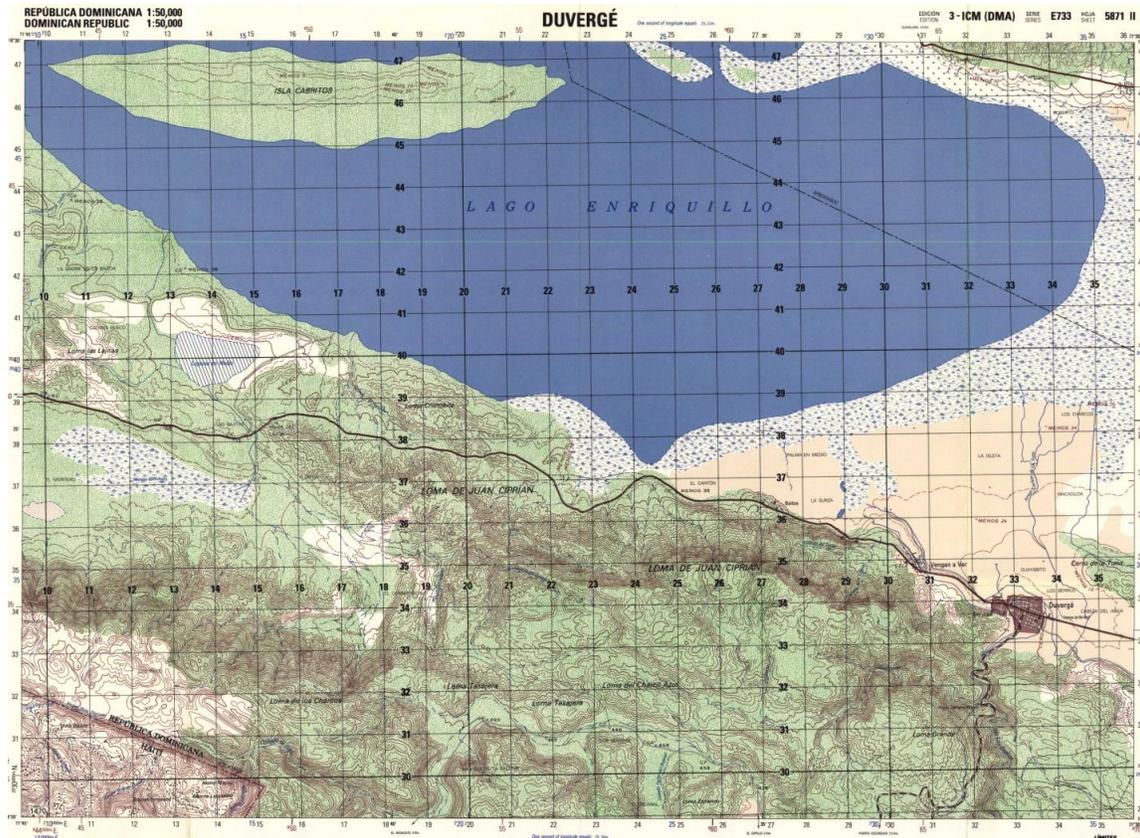
3) La Zursa de Las Matas de Farfán:

2081602 m N y 0233801 m E, pertenecientes a la hoja topográfica Las Matas de Farfán (5872-D), escala 1:50,000, confeccionada por el Instituto Cartográfico Militar (ICM), edición 3-ICM (DMA), serie E733.

### 4.3.1 HOJAS TOPOGRÁFICAS



Hoja Topográfica Vicente Noble



Hoja Topográfica Duvergé.



#### **4.4 Caracterizaciones Geológicas y petrológicas de las fuentes termales estudiadas.**

Las rocas que se encontraron en las citadas fuentes de aguas termales en las tres Surzas son de origen sedimentario, definidas como calizas espáricas de la Formación Neiba, de edad Eocena, sin embargo, se aclara que las aguas termales solo han sido un vehículo por donde estas aguas circulan, y cuyas edades corresponden al Pleistoceno, una época geológica reciente donde el tectonismo del Plioceno dió lugar a la subducción de la subplaca del Caribe sobre la microplaca del Gran Santo Domingo que tuvo su origen al fragmentarse la placa del Caribe que provocó el fallamiento tipo Rift en las cercanías de la isla Beata, de donde se escaparon o salieron lavas máficas que formaron un neo vulcanismo cuyo eje posee la dirección Yayas-Padre de Las Casas-Guayabal-Valle Nuevo-Constanza, y que engendró una epirogénesis u orogenia que dio lugar a muchas estructuras y edificios volcánicos que son los responsables de calentar las aguas meteóricas, de ciertos acuíferos, si bien pueden estar relacionadas también con aguas juveniles o congénitas que vinieron con las lavas citadas de zonas profundas de la litósfera.

Las rocas sedimentarias tipo caliza espáricas de la Formación Neiba, se encuentran en las tres Surzas citadas como vehículo por donde salen las aguas termales a manera de manantiales cuyas fuentes de origen, pueden encontrarse en zonas alejadas.

Según Mundaray Báez, T., 2007 refiriéndose a La Formación Neiba, publicó lo siguiente: “Fue descrita por primera vez por Dohm (1949), en el trabajo de Pedro Joaquín Bermúdez, Foraminíferos Terciarios de la República Dominicana. Está constituida por estratos delgados de calizas litográficas. Su nombre deriva del poblado de Neiba y aflora a lo largo de la carretera Cabral-Polo. Se caracteriza por ser dura y compacta y porque su color es muy blanco al fresco y gris claro al intemperismo, además posee nódulos de pedernal gris claro y es micro-fosilífera rica en foraminíferos planctónicos. Se han encontrado géneros de Globigerinas, Radiolarios, *Dictyoconus*, entre otros, del Eoceno superior”. (Ver Revista Atajo, sobre Ciencia, Sociedad y Medio Ambiente: Cenozoico de La Hispaniola, Pág. 26, volumen 6, No. 2, año 2007).

## **4.5 Análisis y discusión de los resultados**

La hipótesis No. 1, se niega parcialmente, pues algunos de los pobladores de dos de las provincias estudiadas (Independencia y San Juan de la Maguana), tienen la conciencia de los beneficios medicinales de esas aguas termales de esos lugares. Sin embargo, en el Distrito Municipal Canoa, provincia Barahona, algunos comunitarios manifestaron no tener mucho conocimiento sobre los beneficios medicinales de las aguas termales.

Contrariamente se han realizado estudios en otras latitudes como Sonora, México, que demuestran las características y el conocimiento de los beneficios medicinales de las termas. (Ver página 22 y página 23). Así mismo Benítez J., Mostue M., López M., 2015 comunican sobre la importancia terapéutica de la ionización de las aguas termales cargadas con iones negativos (Ver página 21).

La hipótesis No. 2 se afirma y se justifica por todos los estudios e investigaciones realizadas en diferentes países del mundo y en el país, que así lo demuestran. Cuando se habla de fuentes termales se piensa en aguas calientes con altas temperaturas pero no siempre esto es así, ya que en algunas termas cuando éstas llegan al lugar no son tan calientes como en su lugar de origen pero mantienen su composición química. Así también demuestra en su clasificación y características (Ver página 15 y 16) de la termas hipotelúricas que se menciona su uso para diferentes patologías (Ver página 19 y 20).

La hipótesis No.3 se confirma pues a nivel mundial según los antecedentes encontrados para realizar esta investigación hay balnearios establecidos en alto porcentaje de países de América Latina, Europa y Asia que los turistas valoran para tratar afecciones de diferentes etiologías o prevenir las mismas.

Un ejemplo interesante ocurre en la ciudad de Orense (España) con el balneario llamado Las Burgas, el cual recibe cada año un alto porcentaje de turistas buscando salud a través de las aguas termales porque conocen sus beneficios medicinales y disponen sus vacaciones para turismo de salud. (Ver página 23). Además de que el turismo termal comenzó a expandirse en el siglo XX los balnearios ya no son únicamente sinónimo de salud, sino también de estética y sobre todo ocio, tal como menciona Araújo, N. & Fraiz, J.A., 2012 (Ver página 58).

## 4.6 Conclusiones

Según los objetivos e hipótesis planteadas en esta investigación se concluye que:

1. Las rocas que se encontraron en las citadas fuentes de aguas termales en las tres Surzas son de origen sedimentario, definidas como calizas espáricas de la Formación Neiba cuya edad es Eocena.
2. Las aguas termales de La Zursa de Canoa, distrito municipal Canoa, provincia Barahona y La Zursa, distrito municipal Las Matas de Farfán, provincia San Juan de la Maguana se clasifican según su temperatura como mesotermiales mientras que La Zursa de Duvergé, sección Vengan a Ver, distrito municipal Duvergé, provincia Independencia; es hipotermal, cuya edad de estas es Pleistocena.
3. Las rocas sedimentarias tipo calizas espáricas de la Formación Neiba, se encuentran en las tres Zursas citadas como vehículo por donde salen las aguas termales a manera de manantiales cuyas fuentes de origen, pueden encontrarse en zonas alejadas.
4. En dos de las tres provincias estudiadas (Independencia y San Juan de la Maguana), sus pobladores tienen conciencia de los beneficios para la salud que producen las aguas termales que forman parte de sus ecosistemas.
5. En las termas de los municipios Canoa y Las Matas de Farfán, se encontró contaminación microbiológica con bacterias patógenas como *Pseudomonas aeruginosa*

## 4.7 Recomendaciones:

1. A los organismos competentes del gobierno como el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Turismo, Ministerio de Energía y Minas, Ayuntamientos de las diferentes comunidades, entre otros, para que aúnen esfuerzos con la firma de convenios interinstitucionales dirigidos a la recuperación en todos los aspectos de las termas estudiadas, con el fin de implementar el Turismo de Salud, lo cual permitiría el flujo de divisas al país, así como importantes aportes en la medicina preventiva.

Crear la presencia en foros, jornadas y en redes sociales, temas relacionadas con el fenómeno termal el cual facilita el conocimiento de sus beneficios medicinales, la innovación y la proactiva colaboración entre instituciones.

2. A las instituciones citadas para que en las termas contaminadas con bacterias patógenas se realicen operativos de descontaminación por los métodos adecuados e incentivar a los pobladores cercanos a proteger sus recursos.
3. Crear una oferta turística novedosa que ayude a diversificar el sur del país e identifique las necesidades de formación, investigación e innovación necesarias para incrementar la capacidad de las empresas de abrirse a nuevos mercados turísticos, aprovechar nuevas oportunidades de negocio, y ser más competitivas, garantizando en este proceso la sostenibilidad del recurso.
4. A las universidades del país para que continúen otras investigaciones con el fin de profundizar el conocimiento relacionado con aguas termales, distribución, composición y usos a favor de la salud de los dominicanos y la producción de energía geotérmica.
5. A los estudiantes de la Escuela de Farmacia para que al realizar sus trabajos de grado se interesen en temas relacionados con aguas termales de manera que sean investigaciones innovadoras, arrojen luz sobre el Turismo de Salud y la Medicina Alternativa de la población dominicana.

#### **4.8 Referencias bibliográficas**

1. Alcántara Silvestre, L., (2015). *Región sur de la República Dominicana, un paraíso turístico por descubrir. Estado actual del turismo en la zona y propuesta para su desarrollo*, Trabajo fin de Máster, Universidad politécnica de Cartagena.
1. Araújo, N. y Fraiz, J.A., (2012), “Los establecimientos termales como atractivo turístico del siglo XXI y dinamizadores del desarrollo local”, en TUR y DES, vol.5-núm. 12.
2. Benitez J., Mostue M., López M., (2015). *Physicochemical and isotopic evaluation of hot springs*, Universidad de Oriente Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Química, Cumaná, Venezuela.

3. Escuela de Organización Industrial, (2013). Turismo de salud en España. Madrid: Fundación EOI. [www.minetur.gob.es](http://www.minetur.gob.es)
4. Fagundo Castillo, J R., González Hernández, P., (2000). *Aguas naturales, minerales y mineromedicinales*, youtubechannel.
5. Fagundo Castillo., J R., González Hernández, P., (2000), *Aguas termales*, youtubechannel.
6. Fisioterapia-online.com, (2016). *Rehabilitación de lesiones con baños de contraste frío-calor*, youtubechannel.
7. Fisioterapia-online.com, (2016), *¿Cuándo usar frío y cuando usar calor? indicaciones en lesiones músculo-esquelética*, youtubechannel.
8. González Fernández R., Informe bibliográfico sobre termalismo, (2011) Área de Historia Antigua Universidad de Murcia.
9. <http://www.heberfam.com>, (2017), *Fangoterapia y Fangos mineromedicinales*.
10. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraww-Hill.
11. *Hidroterapia y termalismo*, (2011), En *Blogspot Terapia Natural*.
12. Ing. Cepeda Davila L., 1975, *Apuntes de yacimientos minerales*, UNAM.
13. Instituto de Investigaciones Eléctricas división Fuentes de Energía Desarrollo de Geotermia, 1980, *Interpretación geotérmica de zonas de alteración hidrotermal de la República Dominicana*.
14. Instituto tecnológico de Santo Domingo. La Hispaniola 2010, *Exploración Geotérmica Antecedentes y Perspectivas: estudio de reconocimiento, Republica Dominicana*.
15. Laboratorios Dermatológicos Uriage, (2017). *Propiedades del Agua Termal Uriage en la piel*, youtubechannel.
16. López, E., M., Cascón, L., García, A. V., Romero, T., Marchante & V., Fernández, (2007-08). *Medicina Preventiva y Salud Pública y Comunitaria (Comisión Preventiva 2007/2008)*. Región de Murcia: Universidad de Murcia, Facultad de Medicina.
17. López Tapiero L. (2014), *Línea del tiempo*, (Eds.), *Blogspot Termalismo lady*.
18. Medical Tourism Association, (2013), Turismo de bienestar / Wellness tourism (traducción propia), [www.medicaltourismassociation.com](http://www.medicaltourismassociation.com)

19. Ministerio de Salud Pública. Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de la Salud, (2013), *Guía rápida para la vigilancia sanitaria del agua. Acciones para garantizar agua segura a la población.*
20. Ministerio de curación, (2010), *Hidroterapia Baños de Tina Caliente y fría*, youtubechannel.
21. Moya Pons, F., (2003), *Norma Ambiental sobre Calidad del Agua y Control de Descargas*, Secretaria de Estado de Medio Ambiente.
22. Mosqueira Mourelle L., *et al*, (2009), *Técnicas Hidrotermales y estética del bienestar*. Madrid España.
23. Muñoz Tapia, S. J., Geólogo, subdirector servicio geológico, (2005), *Últimos eventos volcánicos en La Hispaniola.*
24. Proyecto de investigación geotérmica de la Republica Dominicana 1980, *Estudio de Reconocimiento Informe Geo-vulcanológico.*
25. Proyecto de Investigación Geotérmica de la República Dominicana, 1980, *Estudio de Reconocimiento, Síntesis y Recomendaciones*, OLADE.
26. Proyecto de Investigación Geotérmica de la República Dominicana 1980, *III Seminario Sobre Desarrollo y Explotación Geotérmica.*
27. [http://mipais.jmarcano.com/geografia/province/prov\\_barra.html](http://mipais.jmarcano.com/geografia/province/prov_barra.html) (2009-2016), Información sobre las provincias.
28. Sanz Gómez, A. (2012), *Estudio turístico de los establecimientos que ofrecen los de Talaso en España. Una perspectiva desde Internet* (Diplomatura en turismo). Universidad Politécnica de Valencia, Gandia, España.
29. Tactuk, P. (2015). *División territorial*, Oficina Nacional de Estadísticas, (ONE).
30. Televisión educativa dominicana, (2013). *Aguas azufradas*, youtubechannel.
31. Tesis Técnicas Geoquímicas en la Exploración Geotérmica, 1985, *Técnica del Mercurio.*
32. The Música & Ciencia, (2015). *01-Aguas Termales- Reseña Histórica*, youtubechannel.
33. The Música & Ciencia, (2015). *02-Aguas Termales- Reseña Histórica*, youtubechannel.

## 4.9 Acrónimos

1. **ANBAL:** Asociación Nacional de Balnearios de España.
2. **AAS:** Espectroscopia de Absorción Atómica (Atomic Absorption Spectroscopy)
3. **CCE:** Comisión de las Comunidades Europeas.

4. **DGA:** Dirección General de Aduanas.
5. **DNVS:** Dirección Nacional de Vigilancia Sanitaria.
6. **EOI:** Escuela de Organización Industrial.
7. **EFFAT:** European Federation of Food, Agriculture and Tourism -Comité Europeo de Coordinación de Turismo.
8. **FAO:** Food and Agriculture Organization – Organización de Agricultura y Alimentos.
9. **FDA:** Food and Drug Administration - Administración de Drogas y Alimentos.
10. **ISO:** Organización Internacional de Normalización.
11. **IMSERSO:** Instituto de Mayores y Servicios Sociales.
12. **MEM:** Ministerio de Energía y Minas.
13. **MITUR:** Ministerio de Turismo.
14. **OLADE:** Organización Latinoamericana de Energía.
15. **OITS:** Organización internacional de turismo social.
16. **OMT:** Organización Mundial del Turismo.
17. **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
18. **ONE:** Oficina Nacional de Estadísticas.
19. **OPS:** Organización Panamericana de Salud.
20. **SRI International:** Stanford Research Institute.
21. **TURESPAÑA:** Instituto de Turismo de España.
22. **UE:** Unión Europea.
23. **UNPHU:** Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

#### 4.10 Glosario

- ❖ **Acuíferos:** son sistemas de rocas o formaciones geológicas, homogéneas o heterogéneas, con espacios huecos, poros, grietas, y fracturas.
- ❖ **Agua termal:** son aguas con una elevada cantidad de minerales que brotan del suelo de manera natural y a una temperatura que supera en 5°C la temperatura registrada en la superficie.
- ❖ **Agua:** es una sustancia en estado líquido cuyas moléculas están compuestas por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno.
- ❖ **Aguas bicarbonatadas:** contienen bicarbonato en su composición.

- ❖ **Aguas cloruradas:** presentan cloro en su composición.
- ❖ **Aguas ferruginosas:** presentan fundamentalmente hierro en su composición.
- ❖ **Aguas minerales naturales:** aquéllas bacteriológicamente sanas que tengan su origen en un estrato o yacimiento subterráneo y que broten de un manantial en uno o varios puntos de afloramiento, naturales o perforados.
- ❖ **Aguas minerales:** es un agua natural de origen subterráneo, protegida contra los riesgos de contaminación, bacteriológicamente sana y con una composición constante en minerales y otros componentes, lo que confiere propiedades favorables para la salud, tiene su origen en un extracto o yacimiento subterráneo y brota de un manantial en un punto determinado.
- ❖ **Aguas mineros medicinales:** son aquellas aguas que, por su composición química, física y físico-química, tienen propiedades terapéuticas.
- ❖ **Aguas naturales:** el agua natural más pura es la de lluvia, aunque en su caída recoge polvo, finísimas partículas de naturaleza mineral o vegetal y disuelve los gases presentes en el aire como el nitrógeno, oxígeno, bióxido de carbono amoníaco, etc. Cuando el agua de lluvia llega al suelo, parte de ella fluye hacia los ríos, lagos (aguas superficiales), otra parte es absorbida por la tierra (aguas freáticas), y el resto se evapora y pasa a la atmósfera (v. Ciclo Hidrológico).
- ❖ **Aguas sulfatadas:** aparte de azufre pueden incluir sodio, calcio, magnesio o cloro en su composición.
- ❖ **Aguas sulfuradas y sulfurosas:** contienen azufre en su composición.
- ❖ **Aguas Termales Magmáticas:** nacen de filones metálicos o eruptivos, su temperatura es muy elevada.
- ❖ **Aguas Termales Telúricas:** pueden aparecer en cualquier lugar.
- ❖ **Aguas termales:** manantial natural del que brota agua más caliente que la temperatura del cuerpo humano. Puede congregarse en lagunas o fluir por arroyos.
- ❖ **Balneario:** aquel establecimiento que dispone de aguas minero-medicinales declaradas de utilidad pública, servicio médico que prescribe los tratamientos e instalaciones adecuadas para aplicar los tratamientos prescritos.
- ❖ **Balneoterapia:** es un conjunto de terapias o tratamientos destinados a curar enfermedades o conservar la salud, que habitualmente se realizan en balnearios.

- ❖ **Biogleas:** son peloides orgánicos naturales (denominados mufte en Italia), constituidos por algas y bacterias -procedentes de fuentes sulfuradas- y un componente líquido, generalmente agua mineral sulfurada.
- ❖ **Claudina:** es una de las proteínas del estrato granuloso, permite la formación de las uniones estrechas que literalmente pegan el estrato granuloso al estrato corneo para asegurar una perfecta hipermeabilidad de la barrera cutánea.
- ❖ **Climatología médica:** estudia los efectos terapéuticos del clima, (climatoterapia) y los posibles trastornos de salud (Meteoropatología)
- ❖ **Conducción:** es la transferencia de calor a través de un medio por interacción entre partículas adyacentes.
- ❖ **Conductividad térmica:** es una propiedad características de cada material que indica su capacidad para conducir el calor. Se expresa en W/m. °C
- ❖ **Convección:** es el modo en que se transfiere la energía térmica entre una superficie sólida y un fluido adyacente (líquido o gas).
- ❖ **Crenoterapia:** tratamiento aplicado por medio de aguas termales naturales.
- ❖ **Diaclasa:** en (Geología) fractura de las rocas que, generalmente no implica el desplazamiento de los bloques en que se dividen.
- ❖ **Entalpía:** es la cantidad de energía térmica que un fluido, o un objeto puede intercambiar con su entorno. Se expresa en kg/kj o en Kcal/kg.
- ❖ **Epirogénesis:** movimiento lento de elevación o hundimiento de grandes zonas de la superficie terrestre que no altera la disposición de los estratos rocosos.
- ❖ **Escorrentía:** Agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno.
- ❖ **Fangoterapia:** Tratamiento tópico de la medicina alternativa que consiste en la aplicación de elementos como tierra mezcladas con agua para buscar beneficios estéticos y curativos.
- ❖ **Filagrina:** es una de las proteínas del estrato corneo, permite asegurar una buena absorción de las células al filamento lipídico.
- ❖ **Freático:** capa de agua acumulada en el subsuelo que puede aprovecharse como recurso hídrico.

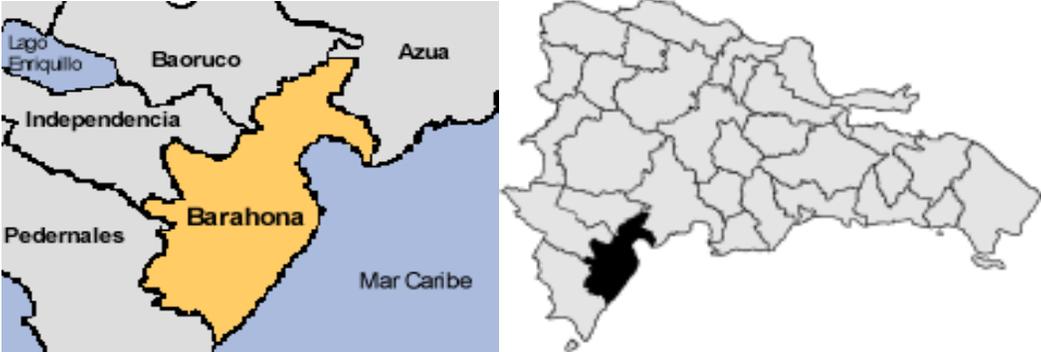
- ❖ **Geiser:** surtidor intermitente de agua líquida mezclada con vapor de agua, a una temperatura entre 70 °C y 100 °C, con gran cantidad de sales disueltas y en suspensión.
- ❖ **Geotermia:** es una palabra de origen griego, deriva de "geos" que quiere decir tierra, y de "thermos" que significa calor de la tierra.
- ❖ **Hegemonía:** dominio de una entidad sobre otras de igual tipo.
- ❖ **Hidroterapia:** estudia las aplicaciones tópicas del agua potable (no mineral) con fines terapéuticos.
- ❖ **Hidrología médica:** es la rama de la medicina o terapéutica que estudia los efectos de las aguas mineromedicinales sobre el organismo, su administración, indicaciones y contraindicaciones. Es también conocida bajo los términos de "balneoterapia" o "crenoterapia".
- ❖ **Litosfera:** es la capa más externa de nuestro planeta tierra y está conformada por la corteza y por una parte del manto, es sólida y rígida y la más superficial que existe.
- ❖ **Magmas:** masas de rocas incandescentes en estado de fusión total o parcial, con pequeñas cantidades de materias volátiles como agua, anhídrido carbónico, ácidos sulfúricos y clorhídrico, etc.
- ❖ **Manto:** es la subdivisión intermedia entre el núcleo y la corteza terrestre, siendo la parte más gruesa del planeta.
- ❖ **Plancton termal:** plancton procedente de las aguas termales caracterizado por la presencia de bacterias y algas que se nutren de los componentes minerales del agua mineromedicinal.
- ❖ **Rift:** es una zona lineal donde la litosfera se separa y es un ejemplo de tectónica extensional.
- ❖ **SPA Castellano:** es un centro con instalaciones de hidroterapia en el que el agua carece de propiedades minero-medicinales y suele ser enriquecida artificialmente
- ❖ **SPA Ingles:** establecimiento sanitario que ofrece tratamientos, terapias o sistemas de relajación utilizando como elemento principal el agua.
- ❖ **Subducción:** proceso por el que una placa litosférica oceánica se hunde bajo otra placa, ya sea oceánica o continental cuyas densidades son diferentes.
- ❖ **Surgencias:** Acceso de agua subterránea a la superficie.

- ❖ **Talasoterapia:** es un método terapéutico que se basa en la utilización del clima y del medio marino (agua de mar, algas, barro y otras sustancias extraídas del mar) como agente terapéutico o terapias curativas, siempre bajo supervisión médica. Etimológicamente proviene del griego “thalasso” que significa mar y “Terapia” que significa cura y control médico.
- ❖ **Talasoterapia:** se ocupa de las aguas marinas con fines terapéuticos.
- ❖ **Tectónico:** es la especialidad de la geología que estudia los estructurados geológicos producidos por deformación, las que las rocas adquieren luego de haberse formado
- ❖ **Termalismo Social:** tiene como objetivo principal el proporcionar al colectivo de personas mayores que por prescripción facultativa precisen tratamientos para problemas osteo-articulares o respiratorios, la posibilidad de acceder al disfrute de turnos de estancia en balnearios a precios reducidos.
- ❖ **Termalismo:** es aquel que incluye un conjunto de medios técnicos, higiénicos, sociales y hoteleros al servicio de la utilización de las aguas termales.
- ❖ **Termalismo geológico:** proceso mediante el cual el magma o recámara magmática cercana a la superficie calienta las aguas acuíferas que circulan cerca de ellas calentándolas y a veces convirtiéndola en vapor de agua, las cuales pueden ser usadas para producir energía eléctrica y pueden ser transportadas con minerales y sustancias rocosas que pueden servir para curar o prevenir enfermedades.
- ❖ **Termas:** lugar que ha sido especialmente diseñado para el relax de las personas que allí asistan.
- ❖ **Turismo Balneario:** es aquél que se centra en la relajación y curación del cuerpo empleando principalmente tratamientos a base de agua; tales como, piscinas minerales o termales, baños de vapor y saunas.
- ❖ **Turismo Médico:** viaje a un destino para someterse a tratamientos médicos como la cirugía u otras intervenciones especializadas
- ❖ **Turismo Salud:** proceso por el cual una persona viaja para recibir servicios de salud en un país diferente a aquel en el que reside.
- ❖ **Turismo Social:** se basa en el derecho al turismo de todas las personas.

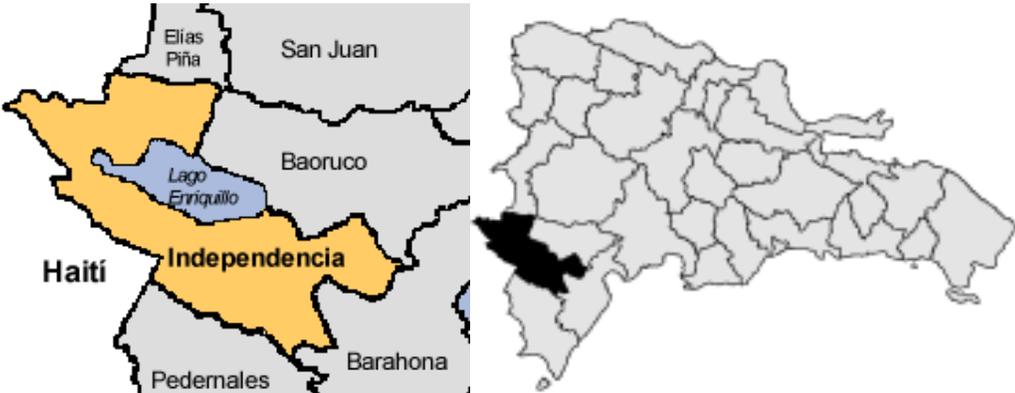
- ❖ **Turismo Termal:** como aquel que tiene como motivo fundamental del viaje, el uso y disfrute de los recursos naturales del agua minero medicinal y termal, así como sus derivados, y del agua de mar.
- ❖ **Turismo Wellness:** es un “sub-segmento del turismo de salud en el cual la motivación principal es la de mantener y/o mejorar el equilibrio físico y psíquico del turista que lo practica.

4.11 Anexos

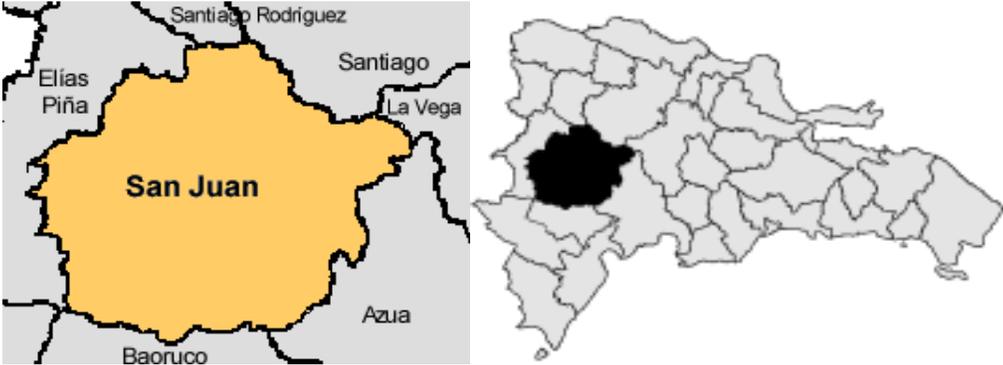
Mapas



(mipais.jmarcano, 2016).



(mipais.jmarcano, 2016).



(mipais.jmarcano, 2016).

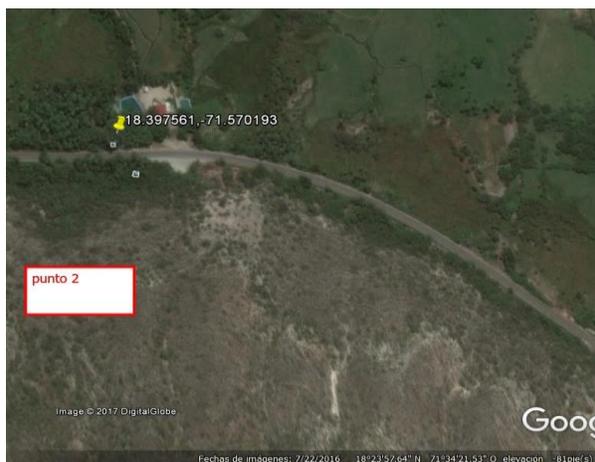
#### 4.12 Fotografías satelitales con ubicación en tiempo real de las zonas estudiadas



Canoa, Barahona, coordenadas:  
Núñez Fung, L. (2017)



El Mamón, San Juan de la Maguana,  
Núñez Fung, L. (2017)



Vengan a Ver, Independencia,  
Núñez Fung, L. (2017)

## HOJA DE EVALUACIÓN

---

**Carol Lara Minyety**  
Sustentante

---

**Nathalie M. García Santos**  
Sustentante

---

**Carolina Lerebours *M.Sc.***  
Asesora

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

---

**Lic. Rhayza Almánzar de Mena**  
Directora de la Escuela Farmacia

---

**Dr. William Duke**  
Decano de la Facultad de  
Ciencias de la Salud