

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA EVOLUCIÓN ESPACIAL DEL RÍO TALGUA,
CATACAMAS, HONDURAS**

POR

SAUL ANTONIO ALVARADO FUNEZ

ANTEPROYECTO DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

MAYO, 2023

**ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA EVOLUCIÓN ESPACIAL DEL RÍO TALGUA,
CATACAMAS, HONDURAS**

POR:

SAUL ANTONIO ALVARDO FUNEZ

ERLIN VIANNEY ESCOTO, M.Sc

Asesor Principal

**ANTEPROYECTO DE TESIS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO EN GESTION INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES**

CATACAMAS

OLANCHO

MAYO, 2023

CONTENIDO

LISTA DE IMÁGENES	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. HIPÓTESIS.....	3
3.1. Hipótesis nula	3
3.2. Hipótesis alterna	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Ciclo hidrológico y las cuencas	4
4.2. Red hidrológica de una cuenca	5
4.3. Geomorfología fluvial y evolución natural de los ríos	5
4.4. Acciones antrópicas que modifican la evolución natural de los ríos	7
4.5. Influencia del área de recarga sobre los cauces principales de los ríos	7
4.6. Teledetección y uso en las cuencas.....	8
4.7. Plataformas de visualización y descarga de imágenes de satélite.....	9
4.7.1. Plataforma Earth Explorer USGS	9
4.7.2. Plataforma Copernicus Open Access Hub	10
V. MATERIALES Y MÉTODO	12

5.1.	Descripción del sitio del estudio.....	12
5.2.	Materiales y equipo.....	13
5.3.	Método	14
5.4.	Caracterización espacial del área de escurrimiento de Talgua.....	14
5.4.1.	Área de escurrimiento superficial	14
5.4.2.	Características geométricas del cauce principal.....	14
5.5.	Descarga y visualización de imágenes de satélite de la plataforma USGS.	15
5.5.1.	Análisis de imágenes Landsat.....	15
5.6.	Aplicación del Índice Diferencial Normalizado de Agua (NDWI).....	15
5.7.	Modelación multitemporal de la evolución espacial del río Talgua	16
5.8.	Puntos de resalte en la modelación multitemporal	16
5.9.	Puntos y áreas potenciales de influencia antrópica en la variación espacial..	17
VI.	CRONOGRAMA.....	18
VII.	PRESUPUESTO	19
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	20

LISTA DE IMÁGENES

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio	13
--	----

I. INTRODUCCIÓN

El río Talgua ubicado en el municipio de Catacamas, Olancho debido a fenómenos que han ocurrido como las temporadas de sequía y las inundaciones procesos que son naturales, pero también tiene intervención de los pobladores ya que del río se extrae materia como piedra y arena, también se toma en cuenta los últimos desastres que ocurrieron en la república de Honduras, cuyos desastres podrían intervenir en la dinámica del río. Por este motivo se realizó un análisis multitemporal para identificar los cambios morfológicos que ha tenido el río Talgua, se empezó a tomar datos desde 1993 hasta el año actual 2023 con ayuda de los servidores de Landart y con el programa de QGIS el cual ayuda en la interpretación de los datos

El análisis multitemporal es un método utilizado para interpretar imágenes de satélite para estudiar los cambios en la superficie de la tierra a lo largo del tiempo. Se utilizan imágenes de diferentes fechas para comparar y analizar cambios en factores como la vegetación, la urbanización y la degradación del suelo (Ochoa 2023). El análisis multitemporal de un objeto sobre la superficie terrestre juega un papel fundamental gracias a su conveniente en investigaciones como un monitoreo (Hansen y Loveland 2014),

En el caso de los ríos se realiza el análisis multitemporal para identificar el curso que tuvo el río en anteriores años, Harold Fisk hizo esto en 1944 a pedido del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, Fisk pintó el río Mississippi no solo como era entonces, sino a través del tiempo, esto es lo que sucede en los ríos en su estado natural (Mohorte 2015). Tomando en cuenta que los ríos siempre están en fluyendo y que acumulan sedimento además de eso también pasan tanto por sequías como inundaciones afecta con gran impacto al curso del río haciendo que el río salga del caudal afectando los que está a su alrededor, como las calles, puentes, cultivos entre otros factores.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Análisis multitemporal de la dinámica espacial y su influencia en el territorio colindante del río Talgua en Catacamas, Honduras

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el curso principal y área colindante del río Talgua en Catacamas, Honduras.
- Realizar una modelación multitemporal de 26 años de la evolución espacial del río Talgua en Catacamas, Honduras.
- Identificar puntos y áreas potenciales de influencia antrópica, que hayan causado cambios en la evolución natural del río Talgua.

III. HIPÓTESIS

3.1.Hipótesis nula

No hay variación espacial a través del tiempo del curso principal del río Talgua.

3.2.Hipótesis alterna

En algún punto del recorrido hay variación espacial dado a través del tiempo del curso principal de río Talgua.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Ciclo hidrológico y las cuencas

El agua circula continuamente entre la tierra y la atmosfera como parte del ciclo del agua, también conocido como ciclo hidrológico. Los procesos más significativos del ciclo del agua son la evaporación, la transpiración, la condensación, la precipitación y la evaporación. También hay muchos más procesos involucrados. A pesar de que la cantidad total de agua dentro del ciclo permanece esencialmente constante, su distribución a través de los diversos procesos cambia continuamente (Briceño 2018).

Es uno de los ciclos que mantiene la tierra funcionando, específicamente a través del transporte, distribución, almacenamiento y purificación del agua. Estos se conocen como servicios ecológicos que evitan que la cantidad de agua en la Tierra cambie simplemente permitiendo su circulación (Osorio 2022).

Una cuenca hidrográfica es una depresión en el suelo rodeada de terrenos más altos donde se converge el agua que viene de precipitación o el derretimiento. A medida que el agua llega a las cuencas hidrográficas desembarca en un mar, río, lago, océano u otro cuerpo de agua. En pocas palabras, las hidrográficas son un sistema de drenaje a causa natural, por lo tanto, una vertiente hidrográfica es una colección de hidrográficas que se descomponen en el mismo lugar (Bordino 2021).

Cuando se trata de cómo se forman las cuevas hidrográficas, están vinculadas al ciclo del agua. Durante la precipitación, el agua pluvial puede evaporarse, infiltrarse en el suelo o circular por debajo de la superficie a través de las cuencas; Lo mismo es cierto para el agua que proviene del derretimiento del hielo, cuando la depresión en el lago es lo suficientemente grande, puede ocurrir un flujo permanente de agua, alimentado por corrientes superficiales y subterráneas (precipitaciones, hielo y ríos), formando un lago hidrográfico (Bordino 2021).

4.2. Red hidrológica de una cuenca

Una red hidrográfica es un sistema de circulación lineal, jerarquizado y estructurado que asegura el drenaje de una cuenca; específicamente una cuenca hidrográfica. Las redes hidrográficas también se clasifican por la manera de combinarse sus elementos (Amparo 2021).

Una cuenca está formada por una red de ríos, arroyos y/o barrancos de mayor o menor tamaño que dirigen el agua hacia un cauce principal, lo que a menudo da nombre a la cuenca. El sistema fluvial o red de drenaje de la cuenca es el agua que se mueve por toda la superficie o el subsuelo de una cuenca hidrográfica hasta llegar a formar la red de canales (Ramón et al. 2018).

4.3. Geomorfología fluvial y evolución natural de los ríos

Según Maldonado (2020) el campo de las ciencias de la tierra conocido como "geomorfología" es responsable de examinar las características físicas que ocurren en la superficie y la topografía de la tierra, así como sus causas, en otras palabras, investiga los accidentes geoespaciales, formas y relieves ocasionados por la acción de los ríos sobre la superficie terrestre, es posible decir que el estudio de las formas o geoformas presentes en la superficie de la tierra y asociadas con:

- Los ríos
- las montañas y colonas
- Las llanuras
- Las playas y costas
- Dunas
- Volcanes y sus estructuras asociadas
- Los glaciares

Uno de los agentes de modelado más importantes para el paisaje es el fluvial, o las aguas de las redes fluviales que unen el drenaje superficial es la "máquina geomórfica", así se le denomina a la es responsable de transformar las superficies continentales arqueadas y dislocadas en formas geométricas complejas.

Es propulsado principalmente por la gravedad, debido a la atracción gravitacional de la Tierra, tanto las rocas que se han elevado para formar cadenas montañosas como el agua que se evapora de los océanos a la atmósfera a lo largo del ciclo hidrológico. La energía necesaria para que esto ocurra proviene del calor interno de la tierra y la radiación solar, donde este ultimo la más importante en la elaboración de los terrenos erosionados por la erosión fluvial (Bocanegra 2019).

La evolución natural de los ríos trata de mostrar una calidad variada según su curso o grado de decadencia. El agua que contienen se altera desde el momento en que se producen hasta el momento en que se evaporan porque arrastran y disuelve sustancias. Además, la temperatura, que exhibe estratificación vertical al final por la caudal más grande (Anonimo 2015)

Márquez (2021) comenta que en muchas ocasiones el origen y la evolución de los ríos se debe por el movimiento de las placas tectónicas de manera directa o indirecta ya que estas se encuentran en constante movimiento afectando la superficie terrestre.

4.4. Acciones antrópicas que modifican la evolución natural de los ríos

La evolución natural de un río puede verse afectada por actividades antropogénicas como la construcción de carreteras, la canalización y la corrección de cauces, la explotación intensiva de acuíferos y la contaminación en áreas urbanas y rurales (Borzi, 2018).

4.5. Influencia del área de recarga sobre los cauces principales de los ríos

Las zonas de recarga son aquellas donde el agua que proviene de las precipitaciones se infiltra en el suelo hasta el acuífero en las partes más profundas de la cuenca debido a sus características geográficas y climáticas (Delgado 2019).

Un río puede ser influenciado por varios motivos cuando se habla de zonas de recarga, uno de los más significativos es por las aguas subterráneas ya que forma parte del ciclo del agua, ahí es donde entran los acuíferos, donde estos hacen que las aguas subterráneas pasen por un afloramiento pasando a ser parte del agua superficial siendo ríos, y de más (Induanalisis 2019).

4.6. Teledetección y uso en las cuencas

La teledetección es un conjunto de herramientas que permite el escaneo a distancia de un objeto para obtener información sobre él sin entrar en contacto con él. Los usos y aplicaciones de la telemetría basada en el espacio están aumentando en número e incluyen cada vez más campos, que van desde la agricultura hasta la oceanografía, el trabajo humanitario y las fuerzas armadas (Kogut 2021).

Actualmente, la Teledetección se considera una fuente de información más a un SIG, aunque también puede abordarse de forma independiente. Los SIG más modernos poseen la capacidad de combinar imágenes de Teledetección (formato ráster) con datos vectoriales (Martí y Llastarri 2005).

La ESA (2009) hace mención que en la teledetección hay cuatro elementos esenciales, éstos son:

- Una plataforma para sostener el instrumento
- Un objeto que se va a observar
- Un instrumento o sensor para observar el objetivo. Por ejemplo, cuando se toma una foto de una casa, el fotógrafo es la plataforma, la cámara es el sensor y la casa es el objeto.
- La información que se obtiene con los datos de la imagen y cómo se emplea y almacena esta información.

García y Pérez (2006) enuncian que, mediante el uso de la teledetección, la existencia de imágenes desde los inicios de los años setenta permite hacer un seguimiento multitemporal y analizar los cambios ocurridos en los últimos treinta años. Debido a la energía electromagnética que emite el agua, esta permite un mapeo preciso de las cuencas hidrográficas y la identificación de algunas de sus características clave como:

- Precipitación
- Escorrentía
- Evaporación y Transpiración
- Infiltración
- Aguas superficiales: humedad del suelo, reservorios y almacenamiento de aguas subterráneas.

4.7. Plataformas de visualización y descarga de imágenes de satélite

4.7.1. Plataforma Earth Explorer USGS

Earth Explorer (EE) permite buscar, navegar, exportar información y descargar datos de ciencias de la tierra de los archivos en línea desarrollada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Utiliza tecnologías modernas para ofrecer una experiencia de usuario mejorada para encontrar, mostrar y descargar datos (EROS 2021).

4.7.2. Plataforma Copernicus Open Access Hub

García y Sitjar (2019) comentan que, Copernicus es una plataforma civil de observación de la Tierra coordinada y gestionada por la Comisión Europea y la Agencia Europea del Medio Ambiente con el objetivo de proporcionar información precisa y actualizada en seis áreas temáticas:

- cambio climático
- seguridad
- gestión de emergencias
- atmósfera
- medio marino
- ámbito terrestre

4.7.3. Otras Plataformas

Planet:

Planet Platform es una plataforma de imágenes y análisis totalmente automatizada y basada en la nube que proporciona acceso al conjunto de datos diario completo capturado por las constelaciones de PlanetScope y SkySat (Planet s. f.).

Land Viewer

herramienta online capaz de integrar imágenes provenientes de varios satélites, analizar sus bandas para generar imágenes multiespectrales RGB a color real y falso color y descargar al instante (Gis&Beers 2017).

Crop Monitoring

Una plataforma agrícola en línea que ayuda a los agricultores a supervisar sus cultivos fácilmente, sin utilizar instalaciones específicas, basándose en las últimas imágenes de satélite, manteniendo todos los datos en un solo lugar, ahorrando tiempo y reduciendo costos(EOSs. f.).

V. MATERIALES Y MÉTODO

5.1. Descripción del sitio del estudio

El río Talgua pertenece a la microcuenca Talgua, ubicada en el municipio de Catacamas, Olancho (Figura 1), la microcuenca es un lugar de mucha importancia por su capacidad de regulación del clima en la región ya que la zona posee un bosque tropical, así mismo cuenta con una rica diversidad de flora y fauna por sus humedales, ríos y arroyos, Talgua tiene una importancia en el sector socioeconómico ya que los habitantes de la microcuenca realizan actividades agrícolas y ganaderas (FUNDER 2017).

La microcuenca de Talgua es uno de los bienes más importantes para los agricultores, ganaderos e incluso para Catacamas donde se aprovechan los recursos naturales como ser la biomasa, el sedimento, lo que ha ayudado a la economía local.

El estudio se realizará en el río Talgua el cual proviene del área de escurrimiento de la microcuenca Talgua, la cual empieza en la zona norte de las cuevas de Talgua y finaliza en el río Tinto el cual va a desembocar al río Guayape, se ubica geográficamente en el municipio de Catacamas, Olancho con una latitud de 14°54'11.6" y una longitud de 85°52'24.4".

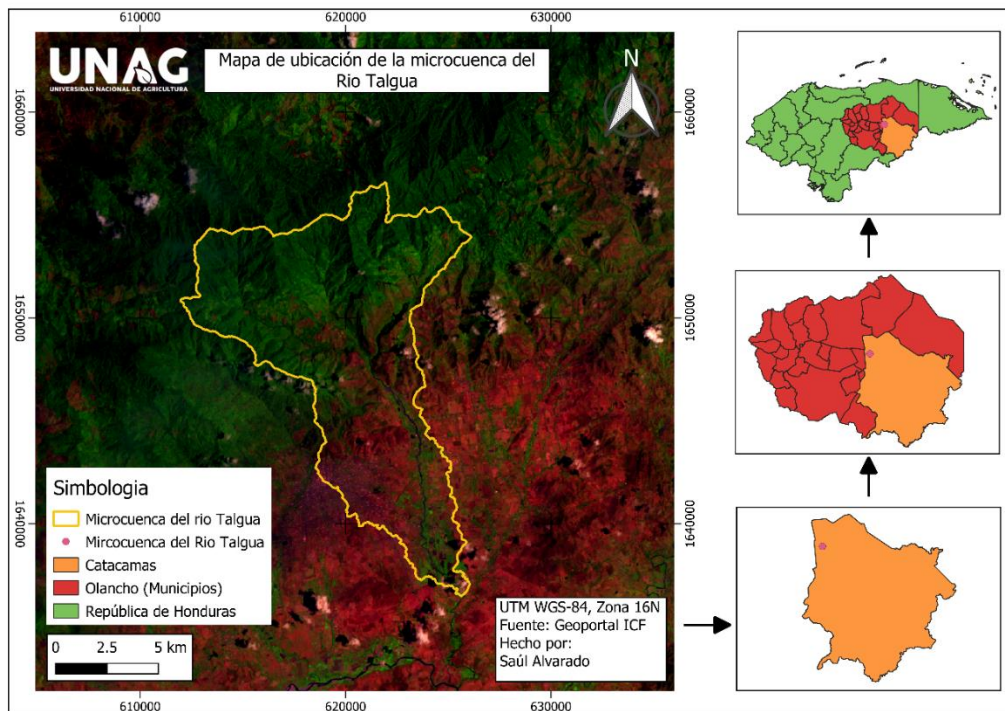


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

5.2. Materiales y equipo

Los materiales que se utilizarán para la investigación son los siguientes: Lápiz grafito, cuaderno, computadora.

Equipos y software que también ayudarán a la recolecta de información de datos son los siguientes Plataforma USGS EarthExplorer, QGIS, internet.

5.3. Método

Para el presente estudio se utilizará el método cuantitativo, al descargar imágenes satelitales mediante la plataforma EarthExplorer USGS o Copernicus, las cuales serán interpretadas en el software QGIS, dentro del software se insertarán las imágenes para observar los diferentes años de estudio.

5.4. Caracterización espacial del área de escurrimiento de Talgua

Para la caracterización espacial se desarrollará mediante el software de QGIS donde se cargará una capa vectorial que contiene todas las microcuencas declaradas de Honduras.

5.4.1. Área de escurrimiento superficial

Mediante la capa que se descargó por medio de la plataforma de GeoPortal ICF, una vez ha sido cargada en QGIS se le aplicarán procesos para obtener la delimitación de la microcuenca de la cual resaltara la red hídrica esta nos mostrara el área de escurrimiento.

5.4.2. Características geométricas del cauce principal

Haciendo uso de QGIS se hará una visualización espacial del río se identificarán las características geométricas, como ser la longitud del río, la pendiente media, el recorrido que tiene desde la cuenca hasta desembocar al río Tinto.

5.5. Descarga y visualización de imágenes de satélite de la plataforma USGS.

Las imágenes satelitales las proporcionará de forma gratuita en la plataforma de EarthExplorer USGS disponible en el link [EarthExplorer \(usgs.gov\)](https://earthexplorer.usgs.gov) , donde se deberá crear un usuario como requisito para acceder a los datos necesarios para la investigación.

5.5.1. Análisis de imágenes Landsat

Dentro de la plataforma de Earth Explorer en las opciones de conjunto de datos se seleccionará el satélite de Landsat, seguidamente se seleccionarán los diferentes servidores de Landsat desde 1997 se usará el Landsat-4, ya que en ese año estaba en servicio dicho satélite, para los años de 1999 hasta el 2012 se hará uso del satélite Landsat-7, y desde el año 2013 hasta la fecha se ocupará el satélite Landsat-8, esto se debe a que se iban enviando nuevos satélites a órbita.

Después de la descarga de todas las imágenes satelitales se cargarán al Software de QGIS, en el programa se cargarán todas las bandas de cada imagen.

5.6. Aplicación del Índice Diferencial Normalizado de Agua (NDWI)

(BrioAgro 2020) nos comenta que el Índice Diferencial Normalizado de Agua proporcionará información sobre la hidratación de la vegetación, permitiendo conocer qué zonas sufren problemas de estrés hídrico, mediante una imagen ráster.

Cada imagen posee de 8 a 11 bandas, para aplicar el índice diferencial normalizado de agua para Landsat-8 se cargarán las bandas 3 y 5, para Landsat-7 se usarán las bandas 2 y 4 y para Landsat-4 se extraerán las bandas 2 y 4, estas bandas las ocuparemos para realizar la siguiente fórmula:

- Para los datos de Landsat 8:

$$NDWI = \frac{(Band\ 3 - Band\ 5)}{(Band\ 3 + Band\ 5)}$$

Valores entre – 1 y 0: indican superficies sin vegetación o agua.

Valores cercanos a 0: indican zonas con baja cobertura vegetal o alto estrés hídrico.

Valores entre 0 y 1: indican zonas con cobertura e hidratación creciente.

La fórmula está hecha para las bandas de las imágenes que provienen de Landsat-8 en el caso de los otros satélites que no posean la misma numeración de bandas se revisaran los colores de cada banda ya que el Landsat-8 en la banda 3 tiene el color verde y la banda 8 tiene Pancromática, estas bandas están presentes en los demás satélites, aunque no tienen la misma numeración de banda (EROS 2021).

5.7. Modelación multitemporal de la evolución espacial del río Talgua

Para la modelación se usarán las imágenes que nos dieron como resultado en la calculadora ráster, al ejecutar el índice diferencial normalizado de agua, estas imágenes resaltarán los píxeles que representan el agua en cada imagen, lo cual nos permitirá tener una mejor imagen del río.

5.8. Puntos de resalte en la modelación multitemporal

Al realizar el NDWI (Índice Diferencial Normalizado De Agua) dará como resultado imágenes que resaltan en cause, donde se creó una capa tipo archivo Shape con geometría de línea, seguidamente se marcó el río con el vector por cada uno de los 26 años.

5.9. Puntos y áreas potenciales de influencia antrópica en la variación espacial

Para este paso se creará un ráster virtual para cada imagen satelital, mediante la herramienta de calculadora ráster se sumarán las bandas que posee cada imagen, posteriormente se combinarán para obtener el ráster virtual, donde nos dará un color natural, la combinación de banda que se necesita es la 8,7,6 para Landsat-8, en cambio para landsat-4 y 7 se usarán 6 las bandas 5,4,3

Con la combinación de banda se observarán los lugares que el río tenía mayores cambios significativos en su curso, posteriormente se marcarán cada infraestructura que podría tener una influencia significativa para el curso del cauce.

VI. CRONOGRAMA

N°	Actividad	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Defensa del Anteproyecto																				
2	Visita al río Talgua																				
3	Identificar las imágenes satelitales en la base de datos.																				
4	Descarga de imágenes satelitales del río Talgua.																				
5	Clasificar las imágenes satelitales																				
6	Análisis de las imágenes satelitales.																				
7	Análisis de la geomorfología del río Talgua																				
8	Análisis de los resultados																				
9	Defensa de trabajo de investigación																				

VII. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO		
Materiales	Cantidad	Valor
Tiempo de consulta en internet.	50 Gb	1,000 L
Lápiz grafito	3	15 L
Libreta de campo	1	30 L
Cinta métrica	1	30 L
Movilidad	5 galones	700 L
Viáticos	7 = 1 x día	7,000 L
Kit de primeros auxilios	1 botiquín	200 L
Memoria USB	1	200 L
TOTAL		9,175 L

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Accuweather. 2023. Previsión meteorológica para Catacamas, Olancho, Honduras AccuWeather.

Amparo, R. 2021. ¿Qué es una red hidrográfica? (en línea, sitio web). Consultado 30 abr. 2023. Disponible en <https://aleph.org.mx/que-es-una-red-hidrografica>.

Anonimo. 2015. Evolución de los ríos – Tareas Universitarias (en línea, sitio web). Consultado 7 may 2023. Disponible en <https://tareasuniversitarias.com/evolucion-de-los-rios.html>.

Bocanegra, A. 2019. Geomorfología Fluvial. El Modelado de Aguas Corrientes (en línea, sitio web). Consultado 8 may 2023. Disponible en <https://es.scribd.com/document/411469460/2017-geomorfologia-Fluvial-El-Modelado-de-Aguas-Corrientes-texto>.

Bordino, J. 2021. Cuencas hidrográficas: qué son, tipos e importancia (en línea, sitio web). Consultado 30 abr. 2023. Disponible en <https://www.ecologiaverde.com/cuencas-hidrograficas-que-son-tipos-e-importancia-3334.html>.

Borzi, GE. 2018. Influencia de la actividad antrópica en la geohidrología de la cuenca del río Samborombón (en línea). DOI: <https://doi.org/10.35537/10915/71746>.

Briceño, G. 2018. Ciclo hidrológico (en línea, sitio web). Consultado 30 abr. 2023. Disponible en <https://www.euston96.com/ciclo-hidrologico/>.

BrioAgro. 2020. NDWI: Índice Diferencial de Agua Normalizado (en línea, sitio web). Consultado 9 may 2023. Disponible en <https://brioagro.es/ndwi-indice-diferencial-de-agua-normalizado/>.

Delgado, A. 2019. GEOGRAFÍA PARA TODOS: ¿Qué es un acuífero? zonas de recarga y descarga, composición de formaciones de acuíferos. Acuitardos y Acuiclusos (en línea, sitio

web). Consultado 9 may 2023. Disponible en <https://geografiaparatodos-ad.blogspot.com/2019/06/que-es-un-acuifero-zonas-de-recarga-y.html>.

EOS. 2023. EOSDA Crop Monitoring: Funciones Clave Para La Agricultura (en línea, sitio web). Consultado 9 may 2023. Disponible en <https://eos.com/es/products/crop-monitoring/key-functions/>.

EROS. 2021. EarthExplorer (en línea, sitio web). Consultado 9 may 2023. Disponible en <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/earthexplorer-help-index>.

esa. 2009. ¿Qué es la teledetección? . Consultado 9 may 2023.

FUNDER. 2017. Plan de ordenamiento y gestion ambiental de la cuenca del Rio Talgua. .

García, C; Sitjar, J. 2019. Copernicus, el programa de observación de la Tierra - UNIGIS (en línea, sitio web). Consultado 9 may 2023. Disponible en <https://www.unigis.es/copernicus-observacion-tierra/>.

García, P; Pérez, M. 2006. Aplicaciones de la teledetección en hidrología (en línea, sitio web). Consultado 9 may 2023. Disponible en <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/OBMD0606110171A>.

Gis&Beers. 2017. Land Viewer: procesamiento de imágenes multiespectrales (en línea, sitio web). Consultado 9 may 2023. Disponible en <http://www.gisandbeers.com/land-viewer-procesamiento-de-imagenes-multiespectrales-online/>.

Hansen, MC; Loveland, TR. 2014. A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data.

Induanalisis. 2019. Agua subterráneas y superficial | Publicaciones | Induanalisis, Laboratorio, monitoreo, consultoría y equipo. Bucaramanga - Col. (en línea, sitio web). Consultado 9 may 2023. Disponible en https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/agua_subterraneas_y_superficial_29.

Kogut, P. 2021. Teledetección: Tipos Y Aplicaciones De Los Sensores Remotos (en línea, sitio web). Consultado 9 may 2023. Disponible en <https://eos.com/es/blog/teledeteccion/>.

Maldonado, Y. 2020. ▷ ¿Qué es la Geomorfología y qué Estudia? Ramas y Tipos (en línea, sitio web). Consultado 30 abr. 2023. Disponible en https://geologiaweb.com/geologia-general/geomorfologia/#Ramas_de_la_geomorfologia.

Márquez, A. 2021. ¿Cómo se forman los ríos? (en línea, sitio web). Consultado 7 may 2023. Disponible en <https://www.ecologiaverde.com/como-se-forman-los-rios-3238.html>.

Martí, J; Llastarri, A. 2005. Teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG). . Consultado 27 mar. 2023.

Mohorte. 2015. Cómo cambia el curso de un río a lo largo de los años, en una preciosa infografía de 1944 (en línea, sitio web). Consultado 21 feb. 2023. Disponible en <https://magnet.xataka.com/un-mundo-fascinante/como-cambia-el-curso-de-un-rio-a-lo-largo-de-los-anos-en-una-preciosa-infografia-de-1944>.

Ochoa, F. 2023. ¿Qué es un análisis multitemporal? | El blog de franz (en línea, sitio web). Consultado 19 feb. 2023. Disponible en <https://acolita.com/que-es-un-analisis-multitemporal/>.

Osorio, U. 2022. Qué es el ciclo hidrológico: etapas e importancia (en línea, sitio web). Consultado 30 abr. 2023. Disponible en <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-ciclo-hidrologico-etapas-e-importancia-3832.html>.

Planet. 2023. Planet Platform: Access to Satellite Data and Imagery (en línea, sitio web). Consultado 9 may 2023. Disponible en <https://www.planet.com/products/platform/>.

Portillo, N. 2008. Geografía de Honduras. s.l., s.e.

Ramón, M; Blanquer, G; Ml, J. 2018. Morfología de las cuencas hidrográficas. . Consultado 30 abr. 2023.