UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA

"Año de la Universalización de la Salud"

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA

N° 024 -2020-UNF/CO

Sullana, 29 de enero de 2020.

VISTOS:

La Resolución de Comisión Organizadora N° 472-2019-UNF/CO de fecha 18 de diciembre de 2019; el Oficio N° 003-2020-UNF/INDESC-DE de fecha 28 de enero de 2020; Acta de Sesión Ordinaria de Comisión Organizadora de fecha 28 de enero de 2020; y,

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 18º de la Constitución Política del Perú, prescribe que la Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico: Las Universidades se rigen por sus propios estatutos en el marco de la Constitución y de las leyes.

Que, mediante Ley N° 29568 del 26 de julio de 2010 se crea la Universidad Nacional de Frontera en el Distrito y Provincia de Sullana, Departamento de Piura, con los fines de fomentar el desarrollo sostenible de la Subregión Luciano Castillo Colonna, en armonía con la preservación del medio ambiente y el desarrollo económico.

Que, con fecha 08 de julio de 2014, se aprueba la Ley N° 30220 – Ley Universitaria, con el objeto de normar la creación, funcionamiento, supervisión y cierre de las universidades. Promueve el mejoramiento continuo de la calidad educativa de las instituciones universitarias como entes fundamentales del desarrollo nacional, de la investigación y de la cultura. Asimismo; establece los principios, fines y funciones que rigen el modelo institucional de la universidad.

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 009-2019-UNF/CO de fecha 09 de enero de 2019, se aprobó el Estatuto de la Universidad Nacional de Frontera, el mismo que consta de tres (03) Títulos, diecinueve (19) Capítulos, ciento cincuenta y dos (152) Artículos, catorce (14) Disposiciones Transitorias, una (01) Disposición Final y una (01) Disposición Derogatoria.

Que, el artículo 54° del Estatuto Institucional, señala que: "La investigación de la Universidad Nacional de Frontera constituye una función esencial y obligatoria de la universidad, que la fomenta y realiza, respondiendo a través de la producción de conocimiento científico y desarrollo de tecnologías a las necesidades de la sociedad, con énfasis en la realidad nacional. Los docentes, estudiantes y graduados participan en la actividad investigadora en la universidad o en redes de investigación regional, nacional e internacional con fines de elevar la calidad académica de la Universidad Nacional de Frontera".

RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA

Que, con Resolución de Comisión Organizadora N° 472-2019-UNF/CO de fecha 18 de diciembre de 2019, se encargó al Mg. Jhony Alberto Gonzáles Malca, la Dirección del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sostenible y Cambio Climático de la Universidad Nacional de Frontera, a partir, del 19 de diciembre de 2019 al 18 de diciembre de 2020.

Que, mediante Oficio N° 003-2020-UNF/INDESC-DE de fecha 28 de enero de 2020, el Director Ejecutivo del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable y Cambio Climático, eleva a la Presidencia de la Comisión Organizadora, el proyecto de investigación "Análisis espectral de la vegetación, bosques secos y humedales con el espectroradiómetro "FieldSpec4" para su clasificación y caracterización en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca del río Chira – Sullana, Piura, Perú", para su aprobación en Sesión de Comisión Organizadora.

Que, en Sesión Ordinaria de Comisión Organizadora de fecha 28 de enero de 2020, se adoptó por unanimidad el acuerdo contenido en la parte resolutiva de la presente.

Estando a lo expuesto y en uso de las atribuciones conferidas por la Ley Universitaria Nº 30220, la Resolución Viceministerial N° 088-2017-MINEDU y la Resolución Viceministerial N° 200-2019-MINEDU.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA · OFICINA DE ASESORÍA JURÍDICA · V°B°

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR el proyecto de investigación científica titulado "Análisis espectral de la vegetación, bosques secos y humedales con el espectroradiómetro "FieldSpec4" para su clasificación y caracterización en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca del río Chira – Sullana, Piura, Perú", presentado por el Mg. Jhony Alberto Gonzales Malca, Director Ejecutivo del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable y Cambio Climático de la Universidad Nacional de Frontera, que como anexo forma parte integrante de la presente resolución.

ARTICULO SEGUNDO.- NOTIFICAR la presente Resolución a las instancias académicas y administrativas pertinentes para su conocimiento y fines correspondientes.

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y EJECUTESE.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA
Dr. Raúl Edgardo Natividad Ferrer
Presidente de la Comisión Organizadora

UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA
Abg. André Antonio Lobaton Carbajal
SECRETARIO GENERAL

1. TÍTULO

Análisis espectral de la vegetación, bosques secos y humedales con el espectroradiómetro "FieldSpec4" para su clasificación y caracterización en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, se observa una acentuada frecuencia de disminución en la intensidad de lluvias e incremento en la temperatura máxima en zonas altoandinas, repercutiendo directamente en la vegetación y humedad del suelo, los que a su vez impactan negativamente sobre la calidad de suelo (erosión hídrica y de suelos, degradación, pérdida de vegetación) por aumento de la velocidad de los vientos, por nombrar algunos (Moncada et al., 2015).

Por otro lado, los forzadores antrópicos, tales como el sobre-pastoreo, expansión de actividades con una alta demanda de agua (agricultura a gran escala, minería, sobre pastoreo entre otros), y crecimiento demográfico; vienen ejerciendo mayor presión sobre los ecosistemas de humedales y bosques secos en las diferentes cuencas, tanto a nivel internacional, nacional, regional y local, sobrepasando en muchas ocasiones sus capacidades de regeneración y provisión de recursos naturales y eco sistémicos.

La complejidad de los problemas ambientales en los ecosistemas de humedales y bosques secos en las cuencas demanda de conocimientos científicos y tecnológicos con alto grado de veracidad que permitan establecer las vulnerabilidades y oportunidades características de cada zona, reducir las incertidumbres asociadas al clima y condiciones de resiliencia de los ecosistemas de humedales y bosques secos y, en base a ello, desarrollar metodologías de seguimiento, análisis y evaluación de los elementos biofísicos, parámetros biológicos y bioquímicos, factores, descriptores e indicadores para la caracterización de la dinámica espacial de los ecosistemas de humedales y bosques secos de la cuenca baja del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

Los ecosistemas de humedales y bosques secos proveen de servicios directos, tales como provisión de agua, flora y fauna, e indirectos derivados de sus funciones ambientales como la retención e infiltración de agua, secuestro de CO_2, sedimentos y nutrientes, recarga de acuíferos y de biodiversidad, estabilización de microclimas y en cuanto al rol hídrico.

Actualmente, a nivel nacional, regional y local se viene generando información relacionada con la gestión de recursos hídricos y cobertura vegetal, dado que no se cuenta con librerías espectrales históricas y de imágenes satelitales que puedan ser utilizadas por diversos usuarios potenciales relacionadas con el comportamiento espectral de la vegetación. Tal es así que la dinámica actual de la cobertura de la tierra, uso de la tierra, detección de cambios, mapeo de variables geofísicas para índice de área foliar, contenido de clorofila foliar, contenido de agua en hojas entre otras tiene un estudio limitado en esta zona geográfica, por lo que, se hace necesario ampliar dichos estudios a parámetros específicos que permitan posteriormente orientar la formulación de políticas, la toma de decisiones y los procesos de soporte a las decisiones participativas, en la gestión de manera eficiente e integrada de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas articuladas al cambio climático en la región Piura, especialmente en humedales y bosques secos de la cuenca baja del río Chira, Sullana-Piura-Perú.

Esta estrategia investigativa permitirá rapidez, repetibilidad, eficiencia, optimización de recursos económicos entre otras ventajas al momento de realizar el monitoreo del cambio a lo largo del tiempo de la descripción del uso, cobertura y tipo de vegetación que componen las áreas geográficas de análisis en la presente investigación.

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida el análisis espectral de la vegetación, bosques secos y humedales con el espectroradiómetro "FieldSpec4" permite su clasificación y caracterización en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

1. ¿Cuáles es la situación actual de los bosques secos y humedales en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú?

2. ¿Cuáles son las firmas espectrales de la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales, medidos en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca baja del río Chira, Sullana-Piura-Perú?

3. ¿Cuáles son las firmas espectrales de la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales, medidos con el espectroradiómetro "FieldSpec4", en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú?

4. ¿Cuál es la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales, clasificados y caracterizados en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú?

5. ¿Cuál es la relación entre la precipitación, temperatura del aire y del suelo con respecto a la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú?

4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la firma espectral de la vegetación, bosques secos y humedales con el espectroradiómetro "FieldSpec4" para su clasificación y caracterización en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar la situación actual de los bosques secos y humedales en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

2. Determinar las firmas espectrales de la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales, medidos en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca baja del río Chira, Sullana-Piura-Perú.

3. Determinar las firmas espectrales de la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales, medidos con el espectroradiómetro "FieldSpec4", en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

4. Determinar la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales, clasificados y caracterizados en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

5. Correlacionar la precipitación, temperatura del aire y del suelo con respecto a la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

5. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación permitirá orientar la formulación de políticas, la toma de decisiones y los procesos de soporte a las decisiones participativas, en la gestión de manera eficiente e integrada del manejo de los bosques y humedales en las cuencas hidrográficas articuladas al cambio climático en la región Piura, especialmente en humedales y bosques secos de la cuenca del río Chira, Sullana-Piura-Perú.

El proyecto tiene como propósito analizar los patrones espectrales de la vegetación de los humedales y bosques secos, medidos con el espectroradiómetro "FieldSpec4" e imágenes de satélite Sentinel-2, en la cuenca baja del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

El reconocimiento de distintos tipos de coberturas de vegetación en los humedales se puede lograr mediante la evaluación de las firmas espectrales (enmembers) en las imágenes de satélite Sentinel 2A y 2B, en función de sus patrones espectrales lo cual se denomina comúnmente clasificación, que consiste en asignar un conjunto de objetos en la imagen digital a un conjunto de clases predefinidas que conforman los componentes de la vegetación en un humedal y en un bosque seco.

El espectroradiómetro "FieldSpec4" de alta resolución espectral está diseñado para medir las firmas espectrales con más precisión y con una amplia gama de patrones espectrales (350nm a 2500nm).

Ambas formas de medición de las firmas espectrales y el análisis espectral correspondiente mediante el método de diferenciación numérica y métodos de correlación estadística, permite encontrar patrones espectrales propios de los tipos de vegetación que conforman el pixel de la imagen de satélite en análisis.

Se espera que el método utilizado sea una alternativa rápida, repetible, evaluable y de bajo costo para describir el uso, cobertura y tipo de vegetación que componen las áreas extensas de los humedales y bosques secos y monitorear su cambio a lo largo del tiempo, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

6. MARCO TEÓRICO – ANTECEDENTES

Estudios recientes con imágenes de satélite revelan un marcada incremento en la temperatura de la superficie de suelo para áreas que se encuentran ubicadas con mayor distribución de humedales, estos resultados están en concordancia con otros

estudios recientes de autores que demuestran que a mayor altura la temperatura aumenta de manera proporcional, lo que genera preocupación en cuanto a la capacidad de regulación hídrica de ecosistemas de humedales (Lome, 2015).

Van Dijk, and Renzullo (2010) indican que las imágenes de satélite constituyen una herramienta de mucha utilidad para el estudio sinóptico y multitemporal en sistemas de monitoreo de fuentes de agua de las cuencas, en especial para regiones con baja densidad de estaciones de campo y de difícil acceso, como es el caso de altas montañas o la cordillera andina.

La Información satelital relevante a los humedales incluye parámetros atmosféricos (precipitación, cobertura de nubes, vapor de agua precipitable, entre otros), cobertura de suelos (albedo superficial, índices de vegetación y agua), humedad de suelos y aguas superficiales-subterráneas, donde las Imágenes de los sensores TM, ETM+ y OLI, del satélite Landsat, han demostrado su utilidad para caracterizar ecosistemas de humedales, mediante el empleo de índices biofísicos (NDVI, EVI, NDWI y NDDI, IST) y datos topográficos y morfométricos (Olmanson et al., 2001).

Por otro lado, el ámbito territorial que comprende al área de la cuenca del río Chira es de una extensión de 12,216 km2. Este río, de carácter estacional, en los meses de enero a marzo aproximadamente produce un mayor caudal de agua, pero que además produce estiajes en el resto del año y sequías en cierta medida y áreas. La disminución de lluvias en la parte baja de las cuencas respectivas, ha obligado realizar una serie de estudios para la ejecución de obras de regulación con el fin de mejorar el aprovechamiento de las aguas.

La Cuenca del río Chira, cabe indicar que, geográficamente está situada entre los paralelos 03°40'28" y 05°07'06" de la latitud sur, y los meridianos 80°46'11" y 79°07'52" de longitud oeste. Limita por el Norte con la cuenca del río Puyango, por el Sur con las cuencas de los ríos Piura y Huancabamba, por el Este con las cuencas de Zamora y Chinchipe (Ecuador) y por el Oeste con el Océano Pacífico.

El Chira es un río internacional, y su cuenca tiene un área de drenaje superficial de 19,095 km2 hasta su desembocadura en el mar; de los cuales 7,162 km2 están dentro de territorio ecuatoriano y 11,933 km2 dentro del territorio peruano. Su cuenca húmeda es de aproximadamente 9,500 km2.

El río nace en la Cordillera Occidental de los Andes a más de 3,000 m.s.n.m. con el nombre de Catamayo, y después de recorrer 150 km se une con el río Macará donde toma el nombre de río Chira, recorre 50 km. sirviendo de límite entre Perú y

Ecuador hasta encontrarse con el río Alamor continuando en la dirección Suroeste en territorio peruano hasta su desembocadura en el mar después de haber recorrido 300 km aproximadamente.

Sus principales afluentes son: por la margen izquierda los ríos Macará, Quiroz y Chipillico y por la margen derecha el río Alamor y varias quebradas como Hawai, Venados y Samán.

En la Región Piura, se pueden identificar las áreas que corresponden a bosques secos, donde se encuentran especies forestales como el sapote, el algarrobo, el hualtaco, el palo santo, entre otros. Las especies de flora y fauna silvestre del bosque seco se adaptan a condiciones adversas, que por un lado los hace resistentes a las épocas de sequía y por el otro aprovechan la abundancia de la humedad para crecer y desarrollarse.

El Ing. Juan Otivo Meza, responsable de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS) Piura, oficina descentralizada del SERFOR, explica el impacto positivo de El Niño Costero: las lluvias contribuyen con la regeneración natural de los bosques secos, principalmente, con árboles de algarrobo, cuyas semillas se encuentras dispersas de forma natural gracias al ganado caprino.

En el bosque las lluvias traen beneficios a las poblaciones porque fortalecen la reforestación y abastecen de agua los acuíferos subterráneos, utilizados en la época de escasez, tanto para los bosques naturales como para las plantaciones. Entre los bosques secos se pueden identificar: bosque seco de llanura, bosque seco de colina y bosque seco de montaña.

Asimismo, afirmó que: "Las lluvias permitirán que se reestablezcan las fuentes de agua que posteriormente servirán para la época de sequía, desde las fuentes artificiales como los reservorios, represas y las naturales como las lagunas y el agua subterránea".

Datos espectrales de alta resolución de un espectrorradiómetro robusto de campo portátil

El FieldSpec4 Hi-Res es un espectroradiómetro de alta resolución diseñado para mediciones de datos espectrales más rápidas y más precisas para una amplia gama de aplicaciones de teledetección.

La resolución espectral SWIR VNIR de 8nm y 8nm del espectroradiómetro FieldSpec4 Hi-Res proporciona un rendimiento espectral superior en todo el espectro de irradiancia solar (350-2500nm). La resolución espectral mejorada en el rango SWIR (1000-2500nm) es particularmente útil para detectar e identificar compuestos con características espectrales estrechas en las longitudes de onda más largas, como la mineralogía de alteración y los gases para el análisis atmosférico.

Además, la resolución de 8nm cumple o supera la resolución espectral de la mayoría de los sensores hiperespectrales, lo que hace que el espectroradiómetro FieldSpec4 Hi-Res sea una elección excelente para la validación y calibración de sensores, así como para la verificación en tierra y la construcción de bibliotecas espectrales.

Al igual que todos los espectroradiómetros ASD FieldSpec, el FieldSpec4 Hi-Res se puede utilizar como un espectrómetro de alta resolución para mediciones de reflectancia de contacto muy precisas (ASD Inc., 2017).

Fig. 01: Espectroradiómetro FieldSpec4 Standard-Res

Los sistemas ASD se utilizan para determinar el estado fisiológico de la planta, incluido el estado de la enfermedad, el estado nutricional relacionado con la absorción de nitrógeno y el equilibrio de humedad. Las mediciones del dosel de la planta o las mediciones individuales de la hoja se pueden hacer utilizando espectrómetros ASD.

Se han utilizado una variedad de enfoques de análisis para determinar los indicadores de salud vegetal relevantes. Los índices vegetativos, los modelos predictivos multivariables y los modelos de clasificación multivariante se han utilizado con éxito. Los datos espectrales se pueden obtener ya sea bajo iluminación solar o con fuentes de luz artificial. La flexibilidad de los accesorios de muestra

proporcionados por los sistemas ASD permite a los investigadores recopilar datos relevantes para sus proyectos.

Construcción de Firmas Espectrales

Poder contar con patrones de reflectancia espectral de referencia es fundamental para lograr resultados confiables cuando se trabaja con imágenes multiespectrales o hiperespectrales, provenientes de sensores remotos. Tradicionalmente, se usa el término "verdad de terreno" para referirse a datos colectados en terreno que son usados como referencia para identificar patrones similares en la imagen. En general, estos datos de referencia se pueden usar para:

- Asistir las labores de interpretación y análisis de los datos de sensores remotos.
- Calibrar instrumentos de teledetección.
- Verificar información extraída de datos tele detectados.

Una de las formas más usadas para obtener datos de patrones espectrales referenciales es efectuar mediciones de vegetación en superficies de interés. En la práctica, este trabajo puede efectuarse en condiciones controladas de laboratorio o directamente en el campo usando instrumentos capaces de obtener estos datos en forma instantánea, denominado espectroradiómetro, o sencillamente radiómetros.

Librerías Espectrales

Una vez obtenidos los datos de respuesta espectrales es necesario disponerlos ordenadamente en formatos utilizables por otros potenciales usuarios. Esta labor conlleva la creación de librerías espectrales que contienen los datos de firmas espectrales de una gran variedad de materiales y cubiertas terrestres.

La librería espectral de ASTER contiene una compilación de cerca de 2000 firmas espectrales de materiales naturales y hechos por el hombre. Además, incluye datos de otras tres librerías espectrales públicas: Universidad John Hopkins (JHU), Laboratorio de propulsión a reacción de la NASA (Jet Propulsion Laboratory - JPL), y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS).

Si se analiza el comportamiento espectral del dosel vegetal, los factores que afectan su reflectividad son la proporción hojas, lignina y el efecto del suelo, la geometría de las hojas y los ángulos de observación de éstas. Por ejemplo, la figura 01 muestra

firmas espectrales para diferentes tipos de vegetación de una cuenca altoandina del centro del Perú:

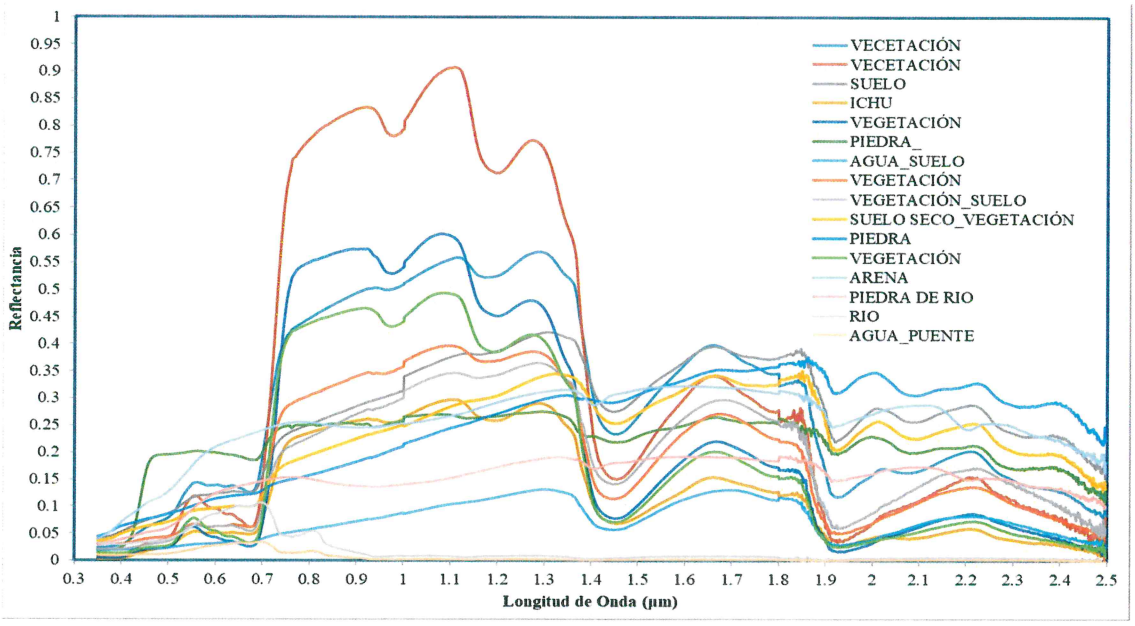

Fig. 02: Firmas espectrales de diferentes tipos de vegetación de una bofedal en la cabecera de cuenca Cachi-Apacheta, Región Ayacucho

Comportamiento Espectral de la Vegetación

En la vegetación el nivel de reflectancia se ve modificado principalmente por factores como: los tipos de pigmentos, estructura de las hojas y el contenido de humedad. El primero afecta a las longitudes de ondas del espectro visible (0,4-0,7µm) donde el 65% es absorbido por la Clorofila, el 29% por la Xantófila y el 6% por Carotenos. La estructura de las hojas (capa esponjosa del mesofilo) a su vez aumenta la reflectividad en la zona del infrarrojo cercano (0,8-1,1µm).

Finalmente, entre los rangos 1,4-1,8µm (infrarrojo medio) la reflectividad depende del contenido de agua entre y dentro de las células, en condiciones de hidratación normales ambos valles son profundos y marcados, en condiciones de estrés hídrico estos son menos marcados aumentando su reflectividad (Alonso C. and Moreno V., 1996).

Sentinel-2: Es una misión de observación terrestre desarrollada por la ESA dentro del programa Copérnico para desarrollar observaciones del planeta Tierra para dar servicios como el seguimiento de la evolución de los bosques, los cambios en la corteza terrestre y la gestión de los desastres naturales. Está compuesto por dos satélites idénticos: Sentinel-2A y Sentinel-2B, los que conforman una constelación de

dos satélites de monitoreo de tierra que proporcionan imágenes ópticas de alta resolución y brindan continuidad a las misiones actuales de SPOT y Landsat.

La misión proporciona una cobertura global de la superficie terrestre de la Tierra cada 10 días con un satélite y 5 días con 2 satélites, lo que hace que los datos sean de gran utilidad en los estudios en curso, tal como se puede observar en la figura 3.

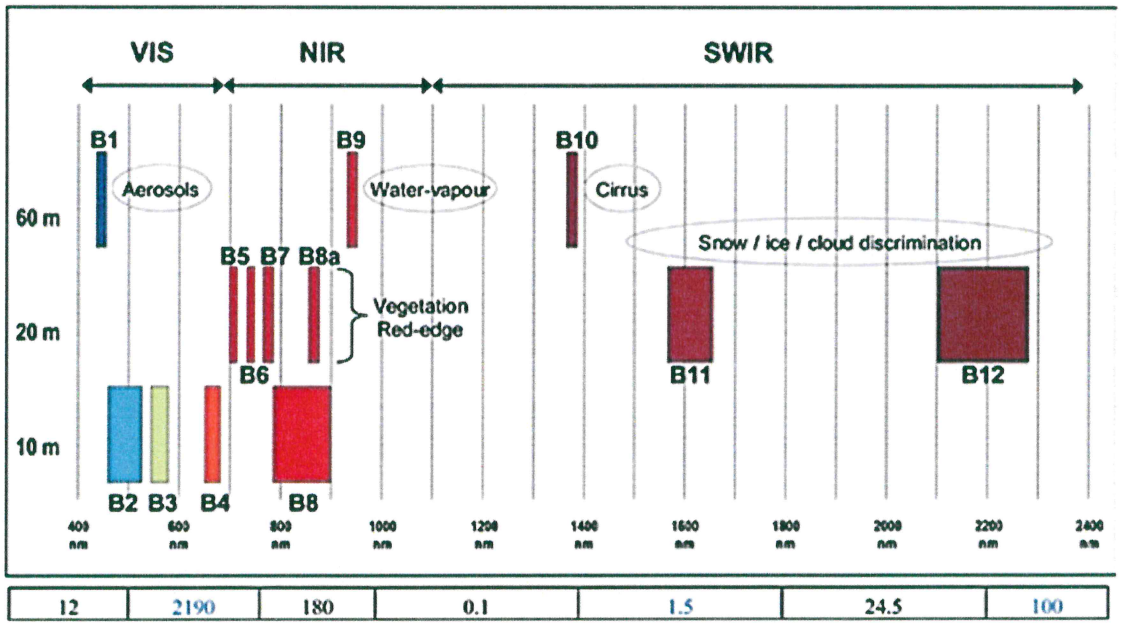

Fig. 03: Cobertura espectral de los Sentinel 2 (ESA).

Los satélites están equipados con el instrumento de última generación MSI (Multispectral Imager), que ofrece imágenes ópticas de alta resolución.

Los dos satélites Sentinel-2 de Copernicus circulan en lados opuestos de la Tierra. Con cada franja de 290 km de ancho, juntos pueden obtener imágenes del globo cada cinco días y obtener una imagen de Europa cada dos o tres días.

Los satélites Sentinel-2 están equipados con terminales para transmitir datos por láser a satélites en órbita geoestacionaria como Alphasat y el sistema europeo de transmisión de datos (EDRS) (European Space Agency, 2017).

La misión Sentinel-2 tiene las siguientes características:

- Imagen multiespectral, datos con 13 bandas en el Espectro visible, en el infrarrojo cercano e infrarrojos de onda corta además del espectro electromagnético.
- Cobertura global sistemática de las capas de tierra de 56°S a 84°N, aguas costeras, y cubre todo el mar Mediterráneo.

- Revisa cada 5 días las zonas manteniendo los mismos ángulos de visión. En latitudes altas, Sentinel-2 realiza las labores cada 5 días, pero con diferentes ángulos de visión.

- La resolución espacial es de 10 m, 20 m y 60 m

- Tiene un amplio campo de visión de 290 km

- Sigue una política de datos libre y en abierto

Sentinel-2A: El sensor de satélite Sentinel-2A se lanzó con éxito el 23 de junio de 2015 a las 03.51: 58 a.m. CEST de un lanzador Vega desde el puerto espacial en Kourou, Guayana Francesa. El satélite Sentinel-2A es el primer satélite óptico de observación de la Tierra en el programa europeo Copernicus y fue desarrollado y construido bajo el liderazgo industrial de Airbus Defence and Space para la Agencia Espacial Europea (ESA).

El satélite Sentinel-2A fue construido por Airbus Defense y Space agregará color al programa Copernicus a través de un instrumento multiespectral que brinda una calidad de imagen única, según lo observado en la figura 4. Copernicus es el nuevo nombre del Programa de Observación de la Tierra de la Comisión Europea, anteriormente conocido como GMES (Monitoreo Global de Medio Ambiente y Seguridad).

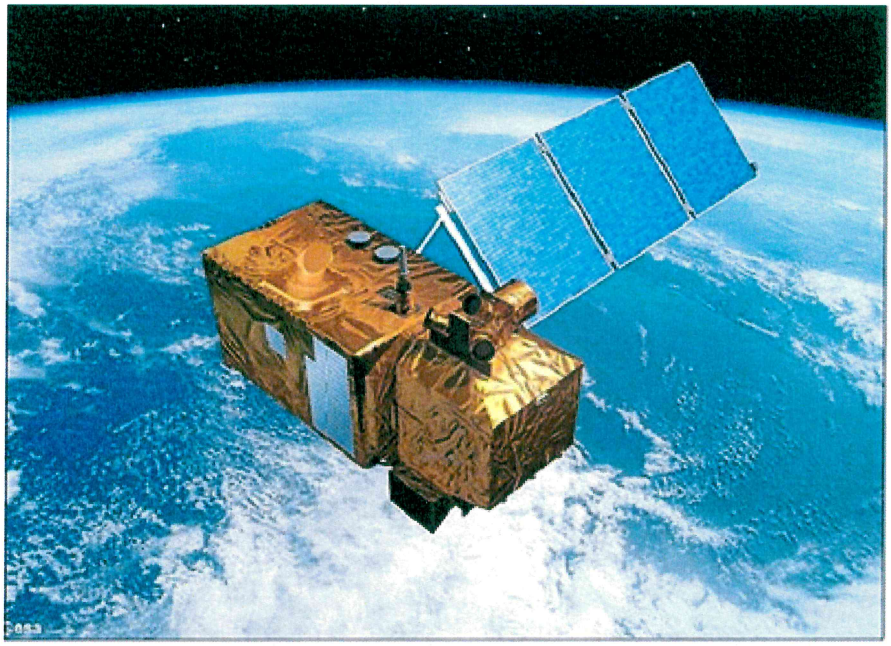

Fig. 04: Imagen del Satélite Sentinel 2A de la ESA y Airbus Defence and Space.

La misión está dedicada a la cobertura total y sistemática de la superficie terrestre, incluidas las principales islas a nivel mundial, con el objetivo de proporcionar productos libres de nubes, por lo general, cada 15 a 30 días en Europa y África.

Los datos de las imágenes de satélite Sentinel-2A soportarán:

- Mapas genéricos de cobertura de la tierra, uso de la tierra y detección de cambios

- Mapas de variables geofísicas para índice de área foliar, contenido de clorofila foliar, contenido de agua en hojas

La extensión de 13 bandas espectrales, desde el infrarrojo visible y el infrarrojo cercano hasta el de onda corta a diferentes resoluciones espaciales que van de 10 a 60 metros en el suelo, lleva el monitoreo global de la tierra a un nivel sin precedentes.

Las cuatro bandas con una resolución de 10 metros garantizan la continuidad con misiones como SPOT-5 o Landsat-8 y satisfacen los requisitos del usuario, en particular, para la clasificación básica de la cubierta terrestre. Las seis bandas con una resolución de 20 metros satisfacen los requisitos para una mejor clasificación de la cubierta terrestre y para la recuperación de parámetros geofísicos. Las bandas a 60 metros están dedicadas principalmente a las correcciones atmosféricas y al cribado de nubes de cirros.

El satélite Sentinel-2A es la primera misión civil óptica de observación de la Tierra de este tipo que incluye tres bandas en el "borde rojo", que proporcionan información clave sobre el estado de la vegetación.

El satélite Sentinel-2A podrá ver cambios muy tempranos en la salud de la planta debido a su alta resolución temporal y espacial y 3 bandas de borde rojo. Esto es particularmente útil para los usuarios finales y formuladores de políticas para aplicaciones agrícolas y para detectar señales tempranas de escasez de alimentos en los países en desarrollo (Satellite Imaging Corporation, 2017).

Sentinel-2B: Es un satélite de imágenes ópticas europeo, que fue lanzado el 7 de marzo de 2017. Es el segundo satélite Sentinel-2 lanzado como parte del Programa Copérnico de la Agencia Espacial Europea y su órbita será 180° grados en contra Sentinel-2A. El satélite lleva una amplia cámara de imágenes multiespectrales de alta resolución con 13 bandas espectrales. Proporcionará información para la

agricultura y la silvicultura, entre otros, permitiendo la predicción del rendimiento de los cultivos (Daniel Marín, 2017).

Fig. 05: Imagen del Satélite Sentinel 2B de la ESA

El satélite Sentinel 2 tomará imágenes en 13 bandas espectrales distintas que cubrirán una superficie de 290 kilómetros de ancho con una resolución espacial de 10 metros (visible e infrarrojo), 20 metros (rojo e infrarrojo) o 60 metros (bandas de corrección atmosférica).

Las bandas de las imágenes de satélite Sentinel 2 cubren el espectro azul (490 nm), verde (560 nm), rojo (665 nm) e infrarrojo cercano (842 nm), además de cuatro bandas para observar la vegetación (705, 740, 783 y 865 nm), dos en infrarrojo medio (1610 nm y 2190 nm) y tres centradas en 443 nm (aerosoles), 945 nm (vapor de agua) y 1375 nm (cirros), estas últimas destinadas a detectar nubes y aerosoles para corregir las imágenes.

Aplicaciones de las imágenes de satélite Sentinel-2

- El cambio de cobertura terrestre en la vigilancia ambiental.
- Aplicaciones agrícolas, como la vigilancia de los cultivos y de gestión para ayudar a la seguridad alimentaria.
- Conocimiento al detalle de la vegetación, el seguimiento de los bosques y la generación de parámetros (por ejemplo, índice de área foliar, la concentración de clorofila, las estimaciones de masa de carbono).
- Observación de las zonas costeras (vigilancia del medio ambiente marino y la cartografía de las zonas costeras).

- Vigilancia de las aguas continentales.
- Vigilancia de Glaciares, mapeo de la extensión del hielo, el seguimiento de la capa de nieve.
- Mapeo y gestión de las inundaciones (análisis de riesgos, evaluación de pérdidas, gestión de desastres durante las inundaciones).
- La aplicación de vigilancia de Internet Sentinel ofrece una manera fácil de observar y analizar los cambios de la tierra sobre la base de datos archivados Sentinel-2.

Los datos de las imágenes de satélite SENTINEL 2 se adquieren en 13 bandas espectrales las mismas que comprenden en el espectro visible e infrarrojo cercano (VNIR) y de infrarrojo de longitud de onda corta (SWIR), tal como se muestra en la tabla 1:

Tabla 1: Características de las imágenes de Satélite Sentinel 2

Nombre Banda	Resolución (m)	Longitud de onda central (nm)	Ancho de banda (nm)	Descripción
B01	60	443	20	Ultra azul (Costa y Aerosol) Detección de aerosol
B02	10	490	65	Azul
B03	10	560	35	Verde
B04	10	665	30	Rojo
B05	20	705	15	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR) Clasificación de vegetación
B06	20	740	15	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR) Clasificación de vegetación
B07	20	783	20	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR) Clasificación de vegetación
B08	10	842	115	Infrarrojo Cercano
B08A	20	865	20	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR) Clasificación de vegetación
B09	60	945	20	Onda Corta Infrarroja (SWIR) Vapor de Agua
B10	60	1375	30	Onda Corta Infrarroja (SWIR) Cirros
B11	20	1610	90	Onda Corta Infrarroja (SWIR) Discriminación de Nieve / Hielo / Nube
B12	20	2190	180	Onda Corta Infrarroja (SWIR) Discriminación de Nieve / Hielo / Nube

Nivel 1B: están compuestos de varios "gránulos" de ~25 km a lo largo del eje x ~23 km a lo largo de la pista, en geometría del sensor (es decir, no rectificado orto réticamente). Cada gránulo corresponde a las imágenes capturadas por uno de los 12 detectores accros-track (para un total de 290 km de ancho de franja). Las imágenes de cada banda se colocan en un archivo JPEG2000 por separado. Al abrir el archivo .xml de metadatos principal, el controlador expondrá típicamente conjuntos de datos N*3, donde N es el número de gránulos que componen el producto del usuario, y 3 corresponde al número de resoluciones espaciales. Hay uno para la banda 4 de 10m, uno para la banda 6 de 20m y otro para la banda 3 de 60m. También es posible abrir los metadatos .xml de un gránulo dado, en cuyo caso se publicarán 3 subdatasets para cada una de las 3 resoluciones espaciales. Al abrir un subdataset, la georreferenciación se compone de 5 puntos de control de tierra para la esquina 4 de las imágenes y el centro de la imagen.

Nivel 1C: están organizados en tiles ortorrectificadas de 100kmx100km en proyecciones UTM WGS84. Las imágenes de cada banda se colocan en un archivo JPEG2000 por separado. Al abrir el archivo .xml de metadatos principal, el controlador expondrá típicamente 4 sub-datasets: uno para la banda 4 de 10 m, uno para las 6 bandas de 20m, uno para las 3 bandas de 60m y uno para una vista previa de las bandas R, G, B con una resolución de 320m. Todos los mosaicos de la misma resolución y proyección se combinan en mosaico. Si un producto abarca varias zonas UTM, se expondrán como sub-datasets separados. También es posible abrir el archivo metadata .xml de cada tesela (solo para la codificación L1C original, no compatible con la codificación "Safe Compact"), en cuyo caso el controlador expondrá típicamente los 4 tipos de subconjunto de datos mencionados anteriormente.

Nivel 2A: De forma similar al Nivel-1C, los productos de Nivel-2A están organizados en mosaicos ortorrectificados de 100 km x 100 km en proyecciones UTM WGS84.

Las imágenes de cada banda se colocan en un archivo JPEG2000 por separado. Los valores son reflectancias de fondo de atmósfera (BOA). Las bandas específicas de L2A también se computan:

AOT: Mapa de espesor óptico de aerosol (a 550 nm)

CLD: los valores de la máscara de trama oscilan entre 0 para cielo despejado de alta confianza y 100 para cielo nublado de alta confianza

SCL: Clasificación de Escena. El significado de los valores se indica en los nombres de categoría de la banda.

SNW: los valores de la máscara de trama varían desde 0 para una alta confianza SIN nieve / hielo a 100 para la nieve / hielo de alta confianza

WVP: mapa de vapor de agua de promedio de escena.

Al abrir el archivo .xml de metadatos principal, el controlador expondrá típicamente 4 sub-datasets: uno para las 4 bandas nativas de 10 m, y bandas específicas de L2A (AOT y WVP), uno para las 6 bandas nativas de 20 m, más las bandas de 10 m, excepto B8, remuestreado a 20 m, y bandas específicas de L2A (AOT, WVP, SCL, CLD y SNW), uno para las 3 bandas nativas de 60m, más las bandas de 10m y 20m, excepto B8, remuestreado a 60m, y bandas específicas de L2A (AOT, WVP, SCL, CLD y SNW), uno para una vista previa de las bandas R, G, B con una resolución de 320m. Todos los mosaicos de la misma resolución y proyección se combinan en mosaico. Si un producto abarca varias zonas UTM, se expondrán como sub-datasets separados (ESA, 2018).

7. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS PRINCIPAL

El análisis de las firmas espectrales de la vegetación, bosques secos y humedales con el espectroradiómetro "FieldSpec4" permiten obtener su clasificación y caracterización de manera significativa en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

HIPÓTESIS SECUNDARIAS:

1. La situación actual de los bosques secos y humedales en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú es crítica.

2. La determinación de las firmas espectrales, medidos en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca baja del río Chira, Sullana-Piura-Perú, permiten reconocimiento de manera certera la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales.

3. La determinación de las firmas espectrales medidos con el espectroradiómetro "FieldSpec4", en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú, permiten reconocer de manera certera la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales.

4. La determinación de la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales permite clasificar y caracterizar significativamente en las imágenes de satélite Sentinel 2, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú.

5. La precipitación, temperatura del aire y del suelo se correlacionan de manera directamente proporcional con respecto a la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales, en la cuenca del río Chira-Sullana, Piura-Perú

8. VARIABLES

Variable Independiente:

- Firma espectral

Indicadores:

- Enmenbers
- Reflectancia
- Energía espectral

Variable Dependiente:

- Vegetación, bosques secos y humedales

Indicadores.

- Tipo de vegetación
- Temperatura del suelo y aire
- Precipitación
- Cobertura de bosques secos
- Cobertura de humedales
- Cobertura de vegetación

9. METODOLOGÍA

Tipo de investigación: Aplicada.

Nivel de Investigación: Descriptiva y correlacional.

Diseño de la Investigación: No experimental del tipo transversal.

Métodos de investigación: Cualitativo-Cuantitativo y sistémico.

La metodología propuesta a seguir contempla dos métodos:

Método 1:

- Procesamiento de imágenes de satélite Sentinel 2A y 2B, con los softwares SNAP y ENVI
- Identificación de bosques secos y humedales en la cuenca del rio Chira – Piura.
- Determinación del indicador de vegetación NDVI y NDWI
- Determinación de las firmas espectrales de los tipos de vegetación, bosques secos y humedales.

Método 2:

- Trabajos de campo para la recolección de firmas espectrales de los bosques secos, vegetación y humedales, con el espectroradiómetro "FieldSpec4".
- Se determinan los patrones espectrales de la vegetación en los humedales con datos de firmas espectrales tomadas por el espectroradiómetro modelo "Fieldspec4" y se identifican los tipos de vegetación que componen a los humedales.
- Se aplican métodos de diferencia numérica a la data espectral para la precisión de los tipos de vegetación.
- Se clasifican y caracterizan la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales en la cuenca del rio Chira- Piura.
- Se aplican correlaciones estadísticas para la relación de la precipitación, temperatura del aire y suelo con la cobertura de vegetación, bosques secos y humedales.

Con el fin de cumplir con los resultados planteados dentro de los límites de tiempo y recursos impuestos, las investigaciones están enfocadas en la cuenca del rio Chira – Piura. La zona escogida es representativa dado que contiene amplias áreas andinas con humedales y zonas con bosques secos, lo que facilita la réplica de los resultados en otras zonas de similares ecosistemas y morfometría.

Asimismo, se justifica el establecimiento de esta área de estudio por sus potenciales sinergias que se pueden establecer con otros proyectos que actualmente se encuentran realizando.

La metodología propone un proceso de aprendizaje iterativo que involucra el análisis de datos satelitales Sentinel2A y 2B, datos de campo, generación de mapas temáticos, validación, exploración, análisis de correlaciones, análisis de patrones de vegetación. Se emplean técnicas estadísticas para el tratamiento de datos obtenidos de las imágenes de satélite Sentinel 2A y 2B para el análisis espectral de la vegetación, bosques secos y humedales necesarios para la propuesta de las estrategias de monitoreo de cobertura de vegetación, bosques secos y humedales.

Así mismo, se aplica la misma metodología de obtención de firmas espectrales haciendo uso del espectroradiómetro "Fieldspec4" para el contraste de resultados y validación de la data satelital.

Complementariamente, se utilizan los datos de la estación meteorológica automáticas y convencionales de Ayabaca y de otros puntos dentro del área en estudio para verificar la respuesta de la vegetación ante la presencia de precipitación y la variación de la temperatura del suelo y aire en la cuenca del rio Chira-Piura.

UNIVERSO

El universo está compuesto por toda la vegetación, bosques secos y humedales en la cuenca del rio Chira-Piura.

POBLACIÓN

La población está compuesta por la decodificación de datos de las firmas espectrales de la vegetación, bosques secos y humedales de las imágenes de satélite Sentinel2A y 2B, espectroradiómetro "Fieldspec4" y datos de la estación meteorológica de la cuenca del río Chira – Piura.

MUESTRA

La muestra está conformada por la selección aleatoria de un subconjunto de observaciones de la precipitación, temperatura y humedad obtenidos de las imágenes de satélite Sentinel-2 de la cuenca del río Chira – Piura.

En variables cuantitativas, debemos conocer la desviación estándar S, es importante conocer también el nivel de confianza (α) deseado, que puede ser: [α=99%, Z=2.58]; [α=95%, Z=1.96]; [α=90%, Z=1.65], donde el valor de Z, se calcula en tablas.

El término 95%, significa que existe una probabilidad del 95% que el valor estudiado en la población se encuentre en la muestra.

Las fórmulas que se presentan para calcular el valor del tamaño de muestra "n", pueden ser utilizadas considerando los tipos de población y variables de estudio, dichas fórmulas son:

- **Población infinita: >10000**

Unidades de observación: desconocida

Variable principal cuantitativa: tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2.S^2}{E^2}$$

Donde:
Z = grado de confianza. Valor obtenido en tablas "Z", área de la curva normal.
S^2 = varianza de la población. Se puede obtener de estudios similares o en prueba piloto.
E^2 = error permitido

- **Población finita**

Unidades de observación: conocida

Variable principal cuantitativa: tamaño de la muestra

$$n = \frac{N.Z^2.S^2}{(N-1)E^2 + Z^2.S}$$

- Datos e información de las imágenes de satélite
- Datos e información de estaciones meteorológicas
- Datos e información con el espectroradiómetro "Fieldspec4"
- Libros y textos especializados
- Revistas científicas
- Catálogos virtuales
- Muestra seleccionada
- Documentos oficiales
- Información estadística del SENAMHI

TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

- Software: SNAP. ENVI+IDL.
- Rstudio. QGIS. Excel.

TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se analizará e interpretará los resultados haciendo uso del análisis Físico de patrones espectrales de la vegetación, correlaciones estadísticas, bajo el asesoramiento y guía de especialistas que puedan aportar al presente proyecto.

CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

DISEÑO ESTADÍSTICO: VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

Aplicación de diferencia numérica y correlación estadística para el análisis de patrones espectrales de la vegetación, bosques secos y humedales de la cuenca del río Chira – Piura, mediante el uso de imágenes de satélite Sentinel 2A y 2B, así mismo, se aplica los criterios del análisis de correlación para establecer el grado de relación que existe entre las variables de regresión de los patrones espectrales de la vegetación, bosques secos y humedales con el espectroradiómetro "Fieldspec4" con respecto a los datos de precipitación, temperatura del aire y suelo.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso C., Moreno V., 1996. Análisis multitemporal de imágenes LANDSAT TM en la cartografía de las masas de hielo y nieve aplicada a la modelización hidrológica. Asoc. Esp. Teledetec.

ASD Inc., 2017. FieldSpec 4 Hi-Res High Resolution Spectroradiometer [WWW Document]. FieldSpec 4 Hi-Res Espectrorradiómetro Alta Resoluc. URL https://www.asdi.com/products-and-services/fieldspec-spectroradiometers/fieldspec-4-hi-res.

Daniel Marín, 2017. Puesto en órbita el Sentinel 2B (Vega VV09) [WWW Document]. Eureka. URL http://danielmarin.naukas.com/2017/03/07/puesto-en-orbita-el-sentinel-2b-vega-vv09/

European Space Agency, 2017. Sentinel-2 [WWW Document]. Eur. Space Agency. URL http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2

Henao, J., 1988. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Universidad Santo Tomas, Bogota.

Lome, J., 2015. Variabilidad espacio-temporal de la temperatura de la superficie del suelo en el Pérú y su relación con eventos extremos, utilizando imágenes satelitales MODIS/TERRA durante el periodo 2000-2012. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

Moncada, W., Pereda, A., Aldana, C., Masias, M., Jimenez, J., 2015. Cuantificación hidrográfica de la cuenca del rio Cachi-Ayacucho, mediante imágenes satelitales. Inst. Investig. Científica E Innov. Tecnológica UNSCH II.

Olmanson, L., Kloiber, S., Bauer, M., Brezonik, P., 2001. Image Processing Protocol for Regional Assessments of Lake Water Quality (Public Report No. 14). University of Minnesota Water Resources Center, Minnesota.

Satellite Imaging Corporation, 2017. Sentinel-2A SatelliteSensor [WWW Document]. Sentin.-2A 10m Satell. Sens. URL https://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/other-satellite-sensors/sentinel-2a/