

# 2020

## Análisis de temporalidad para monitorear cambios en la cobertura y uso de la tierra en el ámbito del Área de Conservación Ambiental Estuario de Virrilá



Análisis Multitemporal de Imágenes  
Satelitales del ACA Virrilá - Sechura  
Frank Suárez

Este documento fue generado para realizar un análisis de temporalidad por medio de imágenes satelitales entre los años 2000 a 2020 lo cual nos permite conocer de conocer los cambios de la cobertura vegetal del Área de Conservación Ambiental Estuario de Virrilá. Investigación liderada por el Proyecto de Iniciativas Pesquerías Costeras, Dirección de Diversidad Biológica del Ministerio del Ambiente y el Comité de Gestión del ACA Virrilá.

Responsable:

Blgo. Frank Édinson Suárez Pingo

Asistencia técnica

Ing. Julio Dueñas Calderón

Sechura, Setiembre – 2020

Contenido	
I. Introducción .....	4
II. Objetivo .....	5
III. Área de estudio .....	5
IV. Materiales y procedimiento metodológico .....	5
4.1. Materiales.....	6
4.2. Características de Imágenes Landsat .....	6
4.2.1. Características de Imágenes landsat 7 ETM+ .....	6
4.3. Procedimiento Metodológico:.....	7
4.3.1. Fase N°1: Selección y descarga de imágenes .....	8
4.3.2. Fase N°2: Preprocesamiento de Imágenes .....	9
4.3.3. Fase N°3 Procesamiento y Análisis de Imágenes.....	13
4.3.4. Fase N° 4 Post- Procesamiento y Resultados .....	15
V. Descripción de los tipos de cobertura .....	15
VI. Conclusiones y recomendaciones .....	22
6.2. Conclusiones:.....	22
6.2. Recomendaciones .....	23
VII. Bibliografía.....	23
VIII: Anexo: Mapas del análisis temporal.....	26

## I. Introducción

El Área de Conservación Ambiental Estuario de Virrilá se encuentra en lo que fue la desembocadura del río Piura. Sin embargo, en la actualidad el río no llega al mar, por lo que el estuario es dependiente de las aguas mareales de la Bahía de Sechura, un área de excepcional riqueza biológica ubicada en la zona de transición entre la corriente peruana (aguas frías) y la corriente Ecuatorial (aguas cálidas). El estuario se caracteriza por extensas playas de arena y lodo, aguas poco profundas, salinas con vegetación halófila, desierto costero y selva tropical de Algarrobo, *Prosopis pallida* en los alrededores.

El sitio alberga regularmente más de 20.000 aves playeras y mantiene más del 1% de las poblaciones biogeográficas de *Charadrius nivosus occidentalis*, *Numenius phaeopus* (población de la costa Pacífico) y *Calidris alba*. Cabe destacar la importancia del sitio para *Charadrius nivosus*, una especie casi amenazada a nivel global, con la subespecie *occidentalis* restringida a la costa del Pacífico, desde el sur de Ecuador hasta el Chile central.

El sitio cubre un total de 14.000 hectáreas y desde noviembre de 2015 ha sido reconocido por el Municipio Provincial de Sechura como Área de Conservación Ambiental (ACA). El Municipio es responsable de la administración y gestión del ACA y lo gestiona conjuntamente con la Comunidad Campesina San Martín de Sechura.

Además de su importancia para las aves playeras, el Estuario de Virrilá ha sido reconocido como “Área Importante para la Conservación de las Aves y la Biodiversidad” (Birdlife International) principalmente debido al gran número de aves acuáticas que mantiene, incluyendo conteos de más de 50.000 *Leucophaeus pipixcan*. También mantiene poblaciones de dos especies de aves globalmente amenazadas, *Sternula lorata* y *Myiarchus semirufus*, y es un área de alimentación para una especie de tortuga amenazada, la Tortuga verde *Chelonia mydas*.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tomado de la de la página web [https://whsrn.org/es/whsrn\\_sites/estuario-de-virrila/](https://whsrn.org/es/whsrn_sites/estuario-de-virrila/).

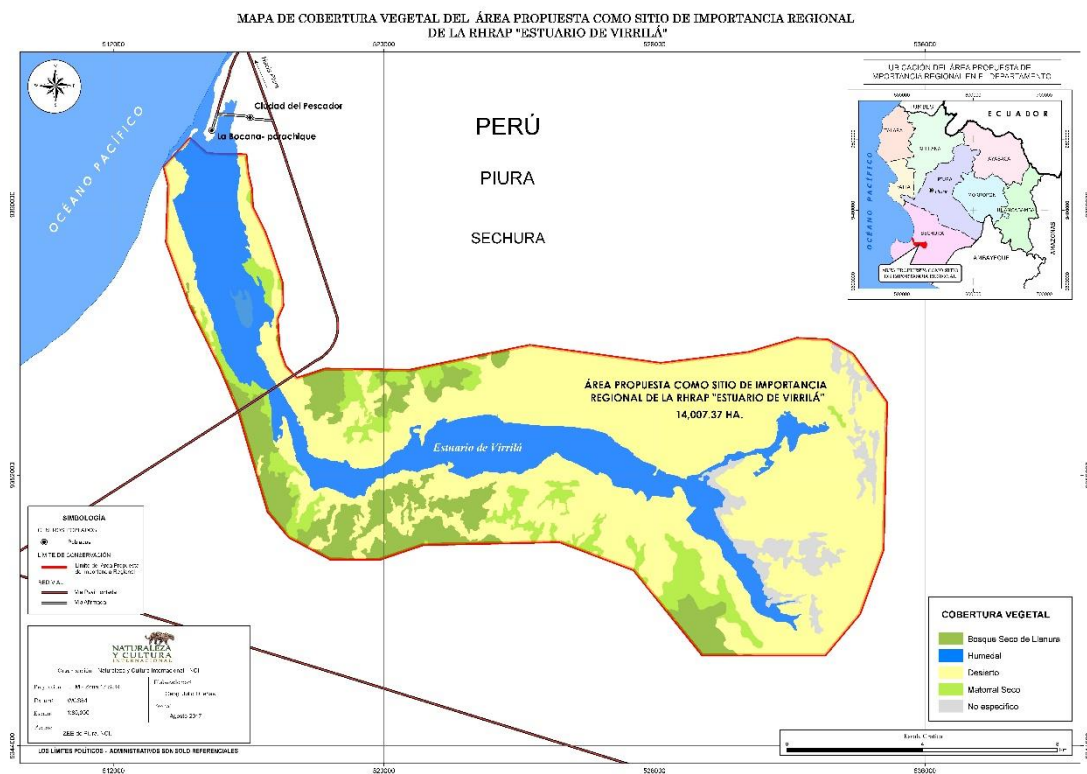
## II. Objetivo

- Realizar un análisis de temporalidad por medio de imágenes satelitales del Área de Conservación Ambiental Estuario de Virrilá, utilizando dos escenas de Imagen Satelital Landsat correspondiente a los años 2000 y 2020.

## III. Área de estudio

El Estuario de Virrilá fue reconocido como Área de Conservación Ambiental (ACA) desde noviembre del 2015 por la Municipalidad Provincial de Sechura, está ubicado en la zona noroeste del Perú, en la región Piura, en la Provincia de Sechura, Distrito de Sechura, las coordenadas referenciales son 80° 37' 57'' a 80° 49' 43'' Long. W y 5° 50' 51'' Lat. S, tiene una extensión oficial de 14,007.37 Ha.

Imagen N° 01: Ubicación del Area de estudio



## IV. Materiales y procedimiento metodológico

#### 4.1. Materiales:

- Zonificación Ecológica Económica del Departamento de Piura (ZEE).
- Carta Nacional del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Perú, escala 1:100,000.
- Cobertura Vegetal del Perú 2015 elaborado por el MINAM.
- Imágenes Satelital Landsat 7 ETM+ del 31 de mayo del 2000.
- Imagen Satelital Landsat 8 OLI del 28 de abril del 2020.

#### 4.2. Características de Imágenes Landsat

##### 4.2.1. Características de Imágenes landsat 7 ETM+

El satélite landsat 7 fue lanzado el 15 de abril de 1999, tiene un sensor denominado ETM+, este tipo de sensor presenta el satélite de LandSat 7 y las imágenes constan de ocho bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros de Bandas 1 a 5 y 7. La resolución de la banda 8 (pancromática) es de 15 metros. Presenta una resolución temporal de 16 días. El tamaño aproximado es de 170 km escena de norte a sur por 183 km de este a oeste.

Cuadro N° 01: Características de imagen landsat 7

Landsat 7 Banda	Sensor	Longitud de onda ( $\mu\text{m}$ )	Resolución Espacial (m)	Resolución Radiométrica
1 – Azul	ETM+	0.45 - 0.52	30	8 bits
2 – Verde	ETM+	0.52 - 0.60	30	8 bits
3 – Rojo	ETM+	0.63 - 0.69	30	8 bits
4 - Infrarrojo Cercano (NIR)	ETM+	0.76 - 0.90	30	8 bits
5 - onda corta infrarroja (SWIR) 1	ETM+	1.55 - 1.75	30	8 bits
6_1 – Termal – Baja ganancia	ETM+	10.40 - 12.50	60 * (30)	8 bits
6_2 – Termal – Alta ganancia	ETM+	10.40 - 12.50	60 * (30)	8 bits
7 - onda corta infrarroja (SWIR) 2	ETM+	2.08 - 2.35	30	8 bits
8 – Pancromática	ETM+	0.52 - 0.90	15	8 bits

##### 4.2.2. Características de imágenes landsat 8 OLI

El satélite LANDSAT-8, fue lanzado el 11 de febrero de 2013, es un satélite óptico de resolución media cuyo objetivo es proporcionar información para actividades relacionadas con la agricultura, la educación, los negocios, la

ciencia y también en el ámbito estatal.

Este satélite contiene dos sensores: Sensor operacional de imágenes de tierra (**OLI**) y un Sensor Infrarrojos Térmico (**TIRS**).

**OLI** está formado por 9 bandas espectrales que van desde lo visible pasando por los infrarrojos hasta el espectro de radiación de bajas ondas. Con las imágenes de resolución espacial, que oscilan entre los 15 y los 30m, LANDSAT-8 proporciona imágenes de satélite de calidad que podrían demostrar los diferentes usos que se le podría dar a la tierra desde el espacio.

**TIRS** está compuesto por dos bandas espectrales, las cuales detectan infrarrojos térmicos, una herramienta imprescindible para medir la temperatura de la superficie de la Tierra.

Cuadro N° 02: Características de imagen landsat 8

<b>Landsat 8 Banda</b>	<b>Sensor</b>	<b>Longitud de onda (µm)</b>	<b>Resolución Espacial (m)</b>	<b>Resolución Radiométrica</b>
1 - Ultra azul (costero / aerosol)	OLI	0.43 - 0.45	30	16 bits
2 - Azul	OLI	0.45 - 0.51	30	16 bits
3 - Verde	OLI	0.53 - 0.59	30	16 bits
4 - Rojo	OLI	0.64 - 0.67	30	16 bits
5 - Infrarrojo Cercano (NIR)	OLI	0.85 - 0.88	30	16 bits
6 - onda corta infrarroja (SWIR) 1	OLI	1.57 - 1.65	30	16 bits
7 - onda corta infrarroja (SWIR) 2	OLI	2.11 - 2.29	30	16 bits
8 - Pancromática	OLI	0.52 - 0.90	15	16 bits
9 - Cirrus	OLI	1.36 - 1.38	30	16 bits
10 - infrarrojo térmico 1	TIRS	10.60 - 11.19	100 * (30)	16 bits
11 - infrarrojo térmico 2	TIRS	11.50 - 12.51	100 * (30)	16 bits

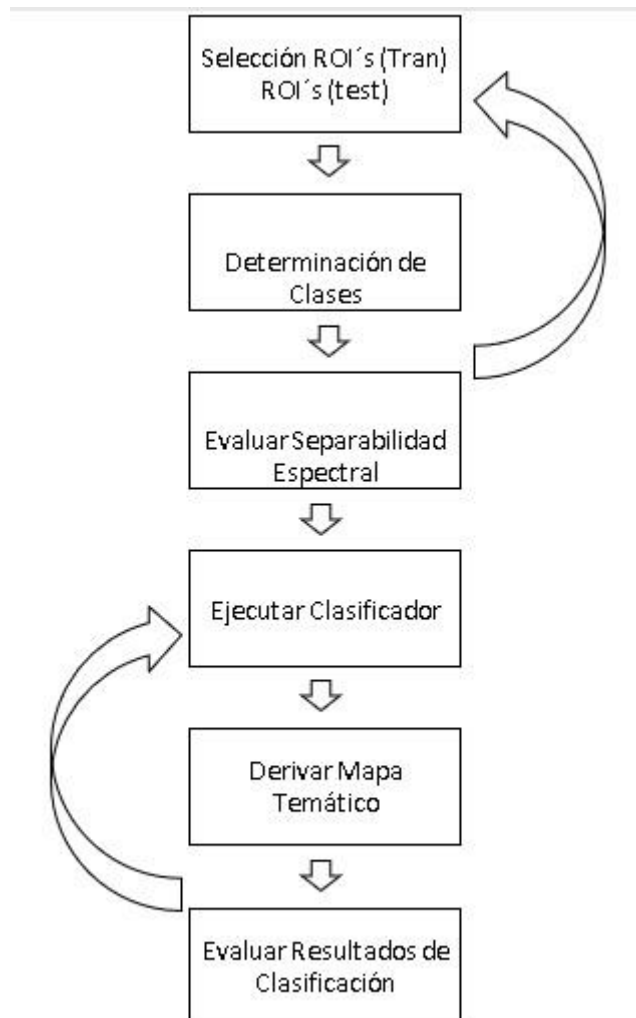
#### 4.3.Procedimiento Metodológico:

El proceso metodológico fue casi exclusivamente de gabinete en el cual se realizó el análisis de las imágenes satelitales landsat. Además, se utilizó la información del estudio de cobertura vegetal de la Zonificación ecológica económica de Piura (ZEE) y el estudio de Mapa Nacional de cobertura vegetal del MINAM del 2015, con estos estudios correlacionamos y suplimos la fase de campo para cubrir el área de estudio.

Luego en gabinete con los datos obtenidos de otras fuentes se procedió a realizar el análisis de las imágenes bajo la metodología de “Clasificación Supervisada”, para las imágenes del 2000 y 2020, utilizando el Software ArcGis 10.4.

Después de aprobar el último proceso en base a las observaciones realizadas al trabajo “Evaluar resultados de Clasificación”, en el posterior proceso de Post Clasificación se realiza el corte del resultado final en base al área de estudio, posteriormente se suaviza los límites poligonales, se elimina polígonos menores a 2500 m2. Finalmente se realiza una evaluación y edición de los resultados finales hasta determinar la cobertura final de estudio.

Imagen N° 02: Flujoograma de la metodología para la elaboración de la cobertura vegetal



#### 4.3.1. Fase N°1: Selección y descarga de imágenes

Las escenas fueron seleccionadas de acuerdo a los siguientes criterios:

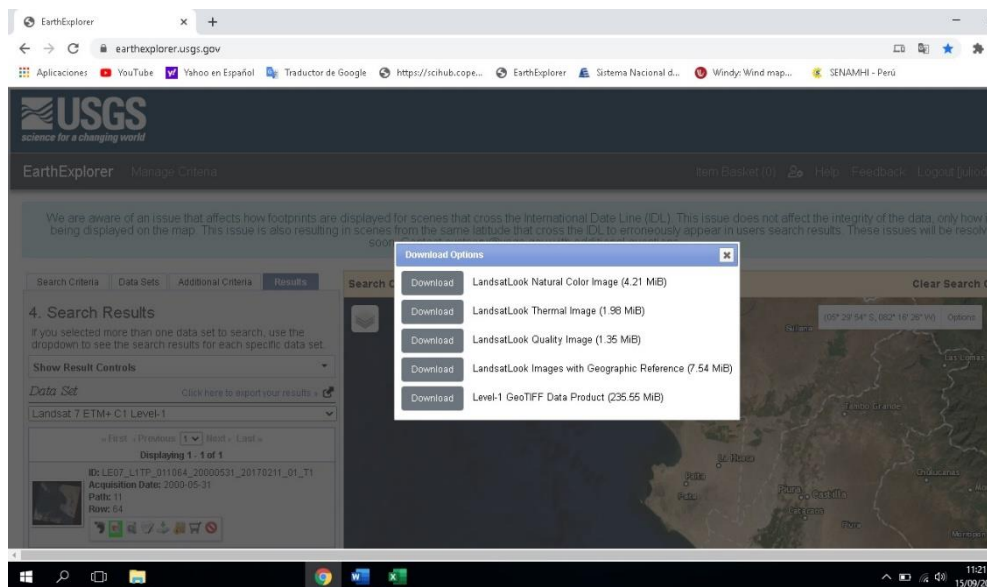
- Se considero trabajar con imágenes Satelitales de resolución similar o menor a 15 metros de resolución espacial, para lo cual se determinó trabajar con imágenes landsat EM+ y landsat OLI 8.
- El rango de diferencia de fecha entre las imágenes debe ser la mas



amplia posible para determinar los cambios originados en la cobertura.

- El rango o porcentaje de nubosidad debe ser nulo en la zona de estudio
- La descargas de las imágenes se realizó por la plataforma web:<https://earthexplorer.usgs.gov/>.
- Como resultado se realizó la descarga de dos imágenes landsat según el Path y Row de imágenes landsat correspondiente a la zona: 11/64, Level 1 Geotiff data producto, sensores ETM+ y OLI/TIRS (*ver Materiales*).

### Imagen N° 03: Descarga de imagen landsat



#### 4.3.2. Fase N°2: Preprocesamiento de Imágenes

El preprocesamiento de imágenes está referido a la corrección atmosférica con el objetivo de eliminar los efectos de dispersión y absorción de la atmosfera, además se realiza las combinaciones de banda para tener imágenes de color real y falso color para análisis de la vegetación. También se realiza los índices de vegetación como son el NDVI y otro índice el NDWI utilizado para análisis de cuerpos de agua.

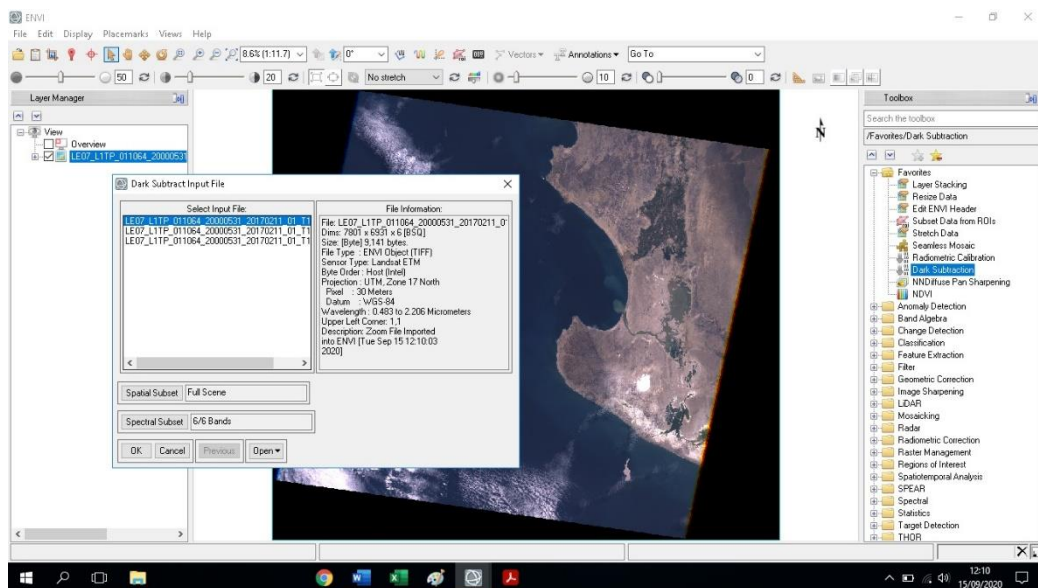
- Corrección Atmosférica DOS: Como parte del pre-procesamiento de imágenes satelitales, la corrección atmosférica es un procedimiento que tiene como objetivo corregir el efecto de dispersión de energía electromagnética en las partículas de agua suspendidas en la atmósfera, permitiendo de esta manera, restar de la imagen los valores

que éstas agregan a los datos de la imagen. El procedimiento usado es el conocido como DOS -*Dark Object Subtraction*- o SPO –Método de Substracción de Píxeles oscuros, también conocido como el Método de Chávez.

La corrección atmosférica consiste en las siguientes etapas:

- a. Calibración radiométrica: A partir de los niveles digitales de la imagen, se obtuvo la reflectancia TOA.
- b. Corrección atmosférica DOS: Luego la reflectancia se convirtió a reflectancia DOS, utilizando para tal fin, el módulo Dark object del programa ENVI.
- c. Finalmente se terminó de delimitar las imágenes corregidas con la máscara del área de estudio.

Imagen N° 04: Corrección Atmosférica DOS en programa Envi



- **Combinación de Bandas:** se realizó también combinaciones de bandas para obtener imágenes en infrarrojo color y color natural, en este proceso se realiza también la corrección de la zona de la imagen a la correspondiente UTM zona sur, datum WGS84, las combinaciones de imágenes realizadas para las dos imágenes fueron de 321, 432 y 654.

Imagen N° 05: Combinacion de bandas 654 de iamgen landsat 7

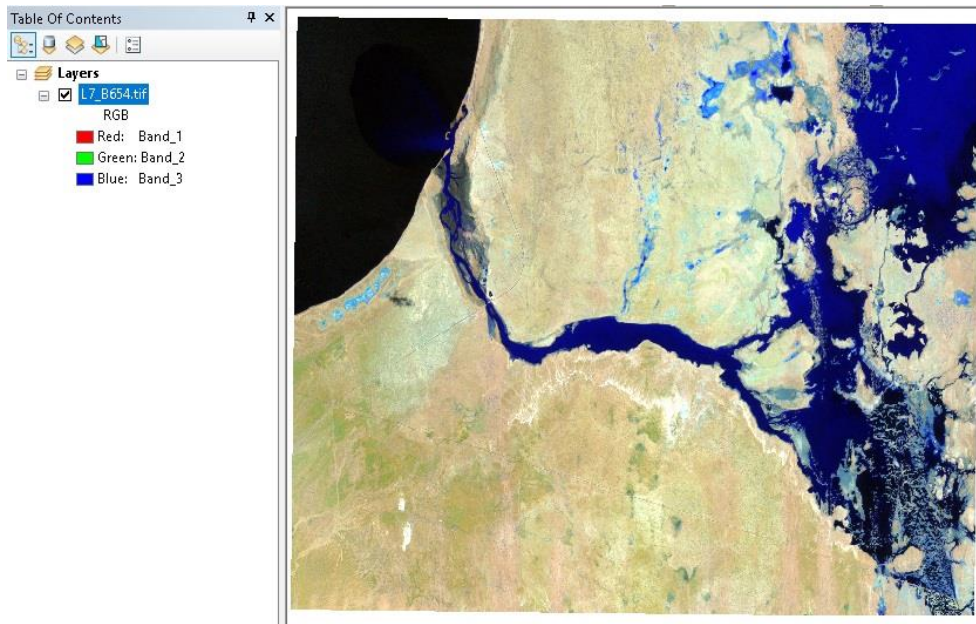
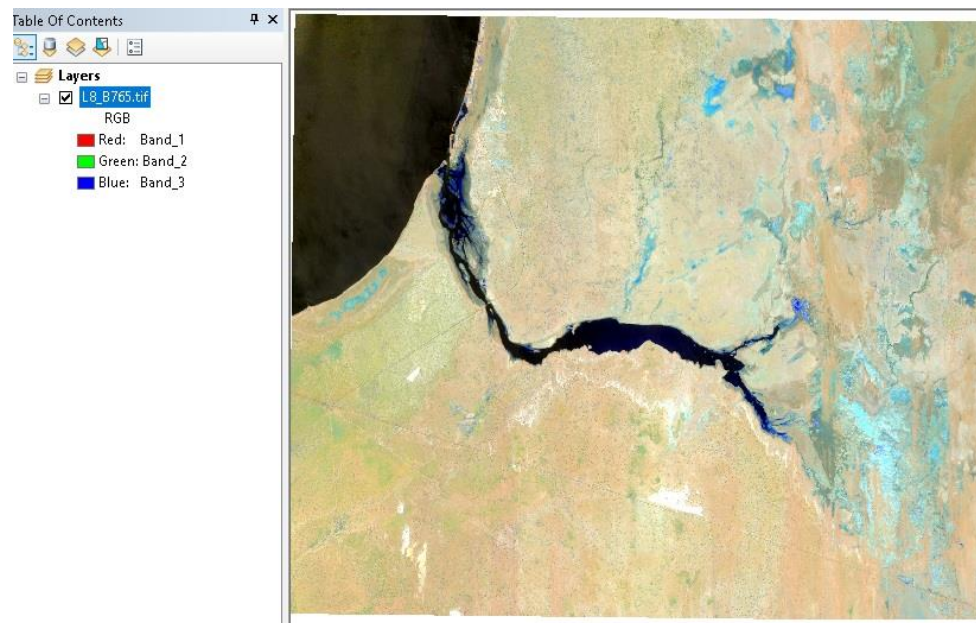


Imagen N° 06: Combinacion de bandas 654 de iamgen landsat 8



- Índices de Vegetación: para tener un mejor realce de los tipos de cobertura en las imágenes realizamos combinaciones de bandas, para el caso de la zona de estudio se realizaron dos índices el NDVI, con el cual realzamos la vegetación y el NDWI, en el cual realzamos las masas de agua.

Imagen N° 07: Indice NDVI de imagen landsat 7

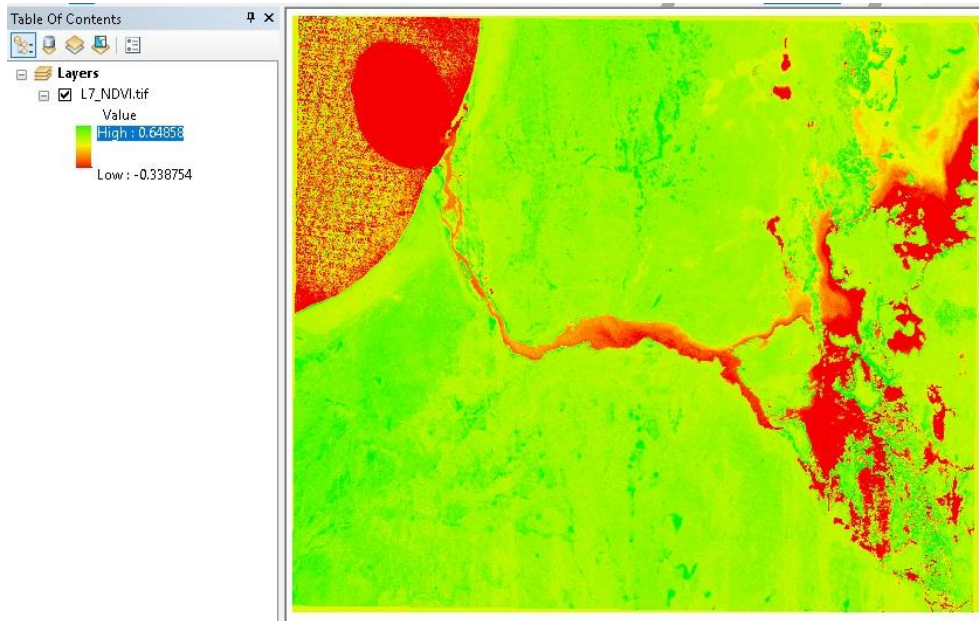


Imagen N° 08: Indice NDVI de imagen landsat 8.

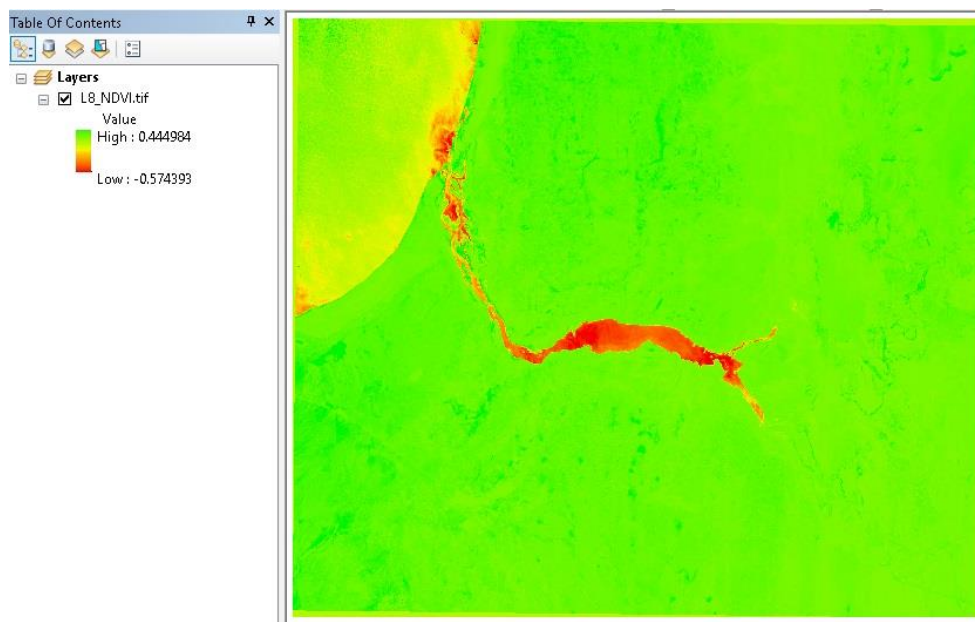


Imagen N° 09: Índice NDWI de imagen landsat 7

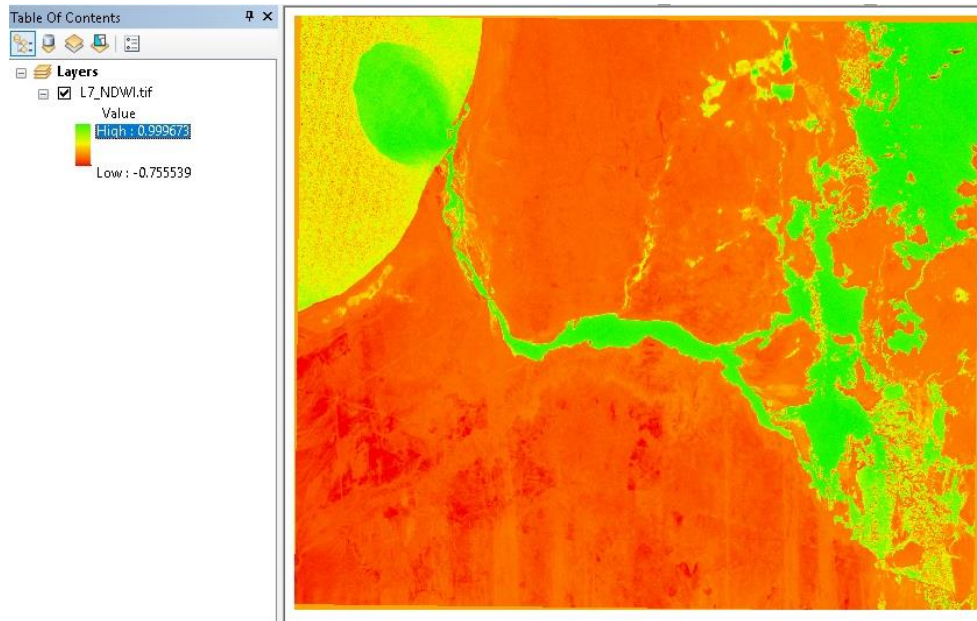
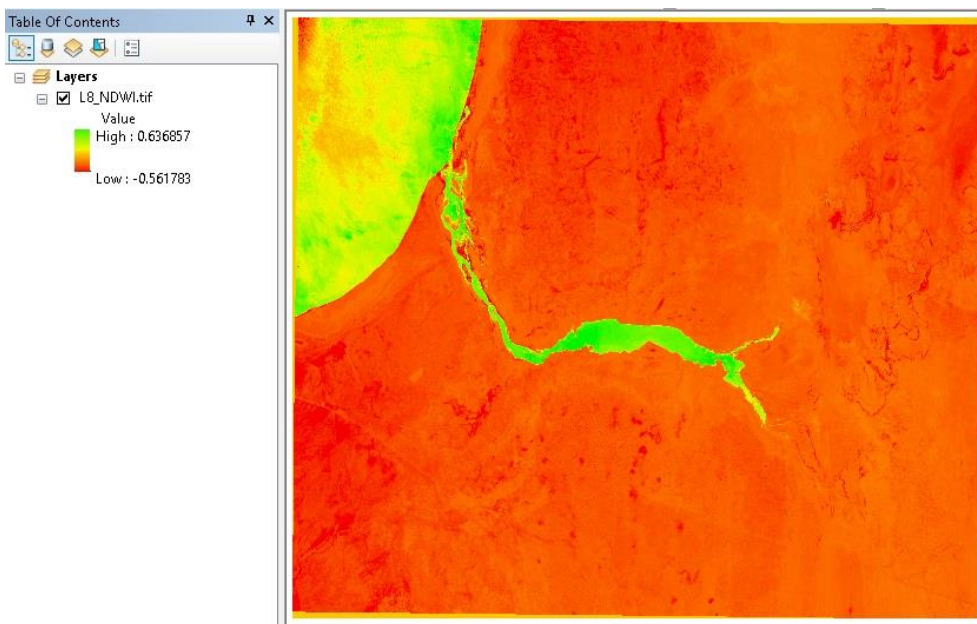


Imagen N° 10: Índice NDWI de imagen landsat 7



#### 4.3.3. Fase N°3 Procesamiento y Análisis de Imágenes

- Clasificación Supervisada de Imagen Satelital

Previamente se genera polígonos muestra según las unidades de clasificación bajo el cual se generaron las firmas de cobertura, teniendo como resultado siete unidades o firmas presentes en el área de estudio, el proceso se realizó bajo el algoritmo de *maximum likelihood* en el software Arcgis 10.5.

En este proceso se ha tenido en cuenta los estudios de cobertura vegetal de la Zonificación ecológica Económica de Piura (ZEE), para la generación de las unidades de cobertura y también las unidades del Mapa Nacional de cobertura Vegetal del MINAM (2015).

Cuadro N° 03: Unidades de vegetación del ACA Virrila, tomado de la ZEE de Piura.

N°	T4_UNIDAD	T4_SIMBOLO	T4_TIPO	T4_CLASIF_	AREA
1	Humedal	Hu	Otras	Humedal	1316.07
2	Matorral de dunas	Mdu	Matorral seco	Matorral seco	431.81
3	Matorral seco	Ms	Matorral seco	Matorral seco	547.42
4	Sin Vegetación	Sv	Otras	Sin Vegetación	8296.52
5	Bosque seco muy ralo de llanura	BsmRll	Bosque seco	Bosque seco	1114.59
6	Bosque seco ralo de llanura	BsRll	Bosque seco	Bosque seco	325.32
7	Laguna	Ca	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	1975.64

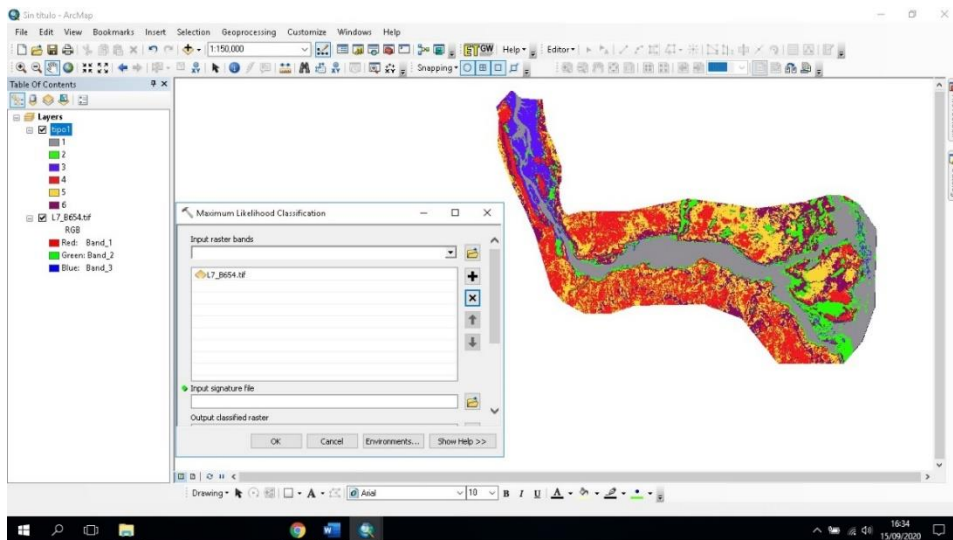
Cuadro N° 04: Unidades de vegetación del ACA Virrila, tomado del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal – MINAM 2015.

N°	CobVeg2013	Símbolo	Fisiogr	CV_Label	AREA
1	Estuario de virilla	Ev		Ev	3127.55
2	Bosque seco tipo sabana	Bss	Llanura	Bss	2136.10
3	Bosque seco tipo sabana	Bss	Llanura	Bss	783.17
4	Desierto costero	Dc		Dc	601.21
5	Desierto costero	Dc		Dc	7487.69
6	Lagunas, lagos y cochas	L/Co			14.07

- Generalización y filtrado de Imágenes

Posteriormente se realizan procesos de filtrado de imágenes entre los cuales se usó el filtro de mayoría, Boundary Clean y Nibble, con el propósito de obtener la mayor información de las unidades requeridas.

## Imagen N° 11: Clasificación de imagen Satelital

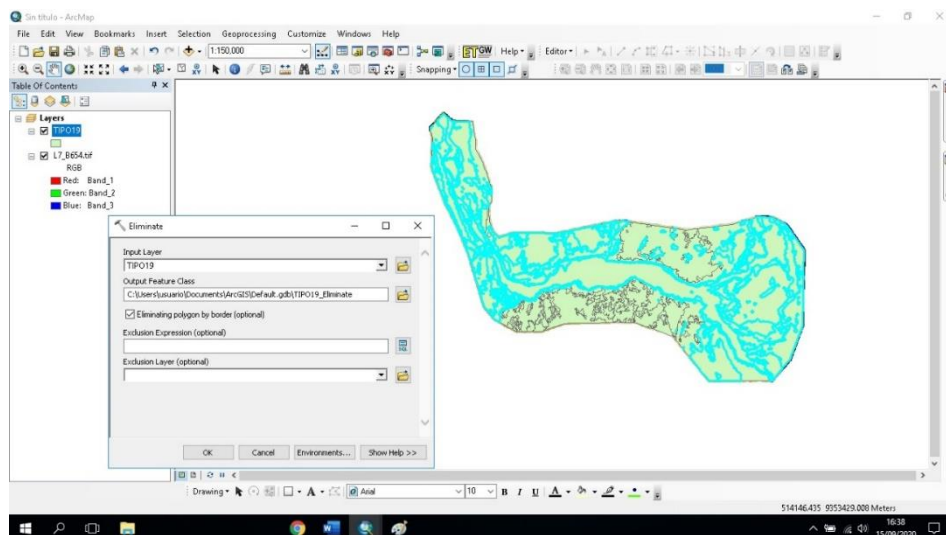


### 4.3.4. Fase N° 4 Post- Procesamiento y Resultados

- Conversión a Shape y Unidad Mínima Mapeable UMM

Una vez terminado el proceso de filtrado se convierte de raster a vector y se analiza la unidad mínima mapeable según salitchev, 1979. Para estudios de 1:25 000 la unidad mínima corresponde a a 10.000m<sup>2</sup> siendo esto excesivo para el estudio, por lo tanto, se realizó la verificación del límite de percepción temático bajo el cual se determinó un área mínima de 2500 m<sup>2</sup>.

## Imagen N° 12: Filtro y Edición de Cobertura vegetal



## V. Descripción de los tipos de cobertura

Las unidades de cobertura del presente estudio fueron extraídas de la Zonificación Ecológica Económica de Piura (ZEE), según el siguiente detalle de los tipos de cobertura.

- Bosques Seco Ralo de Llanura

Este tipo de bosque se encuentra desde los límites con la región de Tumbes, recorriendo la planicie costera llegando a los límites con la región de Lambayeque. Ocupando una superficie de 554 110.96 hectáreas que representa el 15.36 % del total de la superficie de la región.

En la mayor parte de la superficie que ocupa este bosque la especie dominante es el algarrobo (*Prosopis pallida*). En la parte norte (Máncora, Talara) se encuentra asociado a otras especies como palo santo (*Bursera graveolens*), hualtaco (*Loxopterigium huasango*), sapote (*Capparis scabrida*), cactáceas, arbustos como aromo, overo y herbáceas transitorias.

En zonas cercanas al litoral como las zonas de Paita, Vice y Sechura estos bosques de algarrobo y sapotes se encuentran fragmentados, caracterizándose por ser achaparrados llegando a tener de 2 a 4 m de altura debido a las condiciones áridas y a los suelos calcáreos, poseen poco o nulo estrato arbustivo como aromo (*Acacia huarango*) y vichayo (*Capparis aviceniifolium*), a veces solo compuesto por plantas juveniles del mismo algarrobo y sapote en regeneración natural.

En la planicie de Vice, cerca de los manglares se puede observar bosque ralo de algarrobo al igual en áreas cercanas a la laguna Ñapique.

En la Zona comprendida entre la antigua Panamericana Norte, la nueva Panamericana Norte y los límites con la región de Lambayeque, en los distritos de Catacaos, La Matanza (zona El Morante), Morropón, Castilla y parte de Tambogrande, estos bosques presentan un sotobosque mucho más denso conformado por overo (*Cordia lutea*), palo verde, cun-cun (*Vallesia glabra*), aromo, subarbusto como el charamusco y gramíneas transitorias abundantes. A la vez esta zona viene a ser el área continua más grande que abarca este tipo de vegetación.

En la vía a Chulucanas entre los kilómetros 43 al 65 de la Panamericana Antigua, en esta zona se observa bosques de algarrobo de 5 a 7 me de altura frondosos y



con abundante regeneración natural, observándose también manchales de sapotes de hasta 4 m de altura.

En la parte de Las Lomas este tipo de bosque presenta mayor diversidad como algarrobo (*Prosopis pallida*), charán (*Caesalpineia paipai*), faique (*Acacia macracantha*), palo santo (*Bursera graveolens*), hualtaco (*Loxopterigium huasango*), polo polo (*Cochlospermum vitifolium*), ceibo (*Ceiba Trischistandra*), pego pego (*Pisonea macracantha*), , cardo maderero (*Armatocereus cartwrightiaunus*), abundante borrachera (*Ipomoea carnea*), palo verde (*Cercidium praecox*), aramo (*Acacia huarango*), corihuela (*Ipomoea sp.*), bejuco (*Ipomoea crassifolia*), tomatillo (*Saracha biflora*) y abundantes herbáceas.

- Bosque Seco Muy Ralo de Llanura

Bosque homogéneo que no presenta gran diversidad florística, dominado por la especie algarrobo (*Prosopis pallida*) y sapote (*Capparis scabrida*), presentes en la gran planicie de Piura.

Estos bosques también ocupan parte del territorio que según Brack (1996) y el CDC-UNALM-WWWF (2006), consideran como desierto de Sechura, algunas zonas de esta ecorregión han sido repobladas como resultado de fuertes lluvias ocurridas con la presencia del Fenómeno El Niño, asimismo podemos notar ocupando, parte de la planicie de Paita, sector Morante, muchas veces confundido entre los matorrales y los bosque secos ralos. La superficie que ocupa este tipo de bosque es de 405933.46 hectáreas, representando el 11.25% de la superficie total de la región.

La mayoría de los árboles de algarrobo son delgados con alturas de 2.5 – 3 m, esporádicamente árboles que alcanzan 5-6 m frondosos, asociado a otras especies que se encuentra en este tipo de bosque muy disperso como el sapote (*Capparis scabrida*), en algunas lugares como en la zona El Morante , este tipo de bosque está asociado a arbustos como overo (*Cordia lutea*), aramo (*Acacia huarango*), Vichayo (*Capparis aviceniifolium*), Cun-cun (*Vallesia glabra*), la corihuela (*Ipomoea sp.*), subarbustos como charamusco (*Pectis arida*) y abundantes herbáceas como hierba blanca (*Alternantera halimifolia*) y gramíneas.

Según el Proyecto Algarrobo (2002), estos bosques tienen una densidad de 10.3 a 12.5 árboles/ha, para la zona de Malinguitas y para la zona de Mala Vida y Belisario una densidad de 11.37 árboles /ha. La cobertura de copa en una hectárea

no sobrepasa el 5%, con una densidad menor a 25 árboles por hectárea en este tipo de bosque.

- **Matorral Seco**

Este tipo de comunidad vegetal se encuentra distribuido en toda la llanura costera, desde el nivel del mar, cubriendo zonas de la planicie y lomas hasta las vertientes montañosas, confundidas entre los bosques secos muy ralos y ralos. Tienen un área de 267042.25 hectáreas que representa el 7.40 % de la superficie total de la región.

A medida que se aleja del litoral con dirección a las zonas montañosas la diversidad de especies incrementa, en cuanto a su densidad presenta pocos espacios claros, volviéndose mucho más denso en las vertientes montañosas.

En las provincias de Talara, Paita y Sechura, estas comunidades están constituido por el mismo algarrobo (*Prosopis* sp.) en su etapa juvenil (abundante regeneración natural) o por plantas muy achaparrados, seguido por el sapote (*Capparis scabrida*) en su forma rastrero, especies de mayor adaptabilidad a condiciones severas, asociados a vichayo (*Capparis ovalifolia*), aroma (*Acacia huarango*), palo verde (*Cercidium praecox*), mata burro (*Parkinsonia aculeata*), esporádicamente presentan herbáceas transitorias.

En la ruta de Piura a Sullana, Sullana a Tambogrande, y en algunas partes cercanas a la ciudad de Piura, en la vía hacia el sector Cruz de Caña, se observa una vegetación dominada por arbustos espinosos como el palo verde, mata burro, asociados a otras de menor abundancia como overo, algarrobos juveniles (*Prosopis pallida*), la superficie del suelo está cubierta de pastos transitorios.

En la llanura costera de los distritos de Querecotillo, Lancones, Las Lomas, Sullana, Tambogrande, Piura, Castilla, Chulucanas y La Matanza, esta comunidad vegetal tiene mayor diversidad de especies siendo mucho más denso y por presentar un estrato herbáceo abundante, constituido por las siguientes especies overo (*Cordia lutea*), vichayo (*Capparis ovalifolia*), aroma (*Acacia huarango*) Cun-cun (*Vallesia glabra*), algarrobos juveniles, borrachera (*Ipomoea carnea*), jabonillo (*Luffa operculata*), bejuco (*Ipomoea crassifolia*) sub arbusto como el charamusco (*Pectis arida*), herbáceas abundantes como hierba blanca (*Alternanthera halimifolia*), corrihuela (*Ipomoea* sp.), tomatillo (*Saracha biflora*), cadillo, paja fina, paja de cordón o gruesa, hierba mora, ramón, lengua de vaca,

sorbán, alfalfa, verdolaga, campanilla, chochillo, miñate, relincho, yope (leguminosa), varilla, abrojo huisco (tallo recto), abrojo paloma (tallo caído), barbasquillo, pega pega, entre otras.

- Matorral de Dunas

Este tipo de comunidad vegetal es caracterizado por encontrarse cubriendo la zona de dunas, con vegetación mayormente rastrera compuesta por sapote (*Capparis scabrida*), asociadas a otras especies como vichayo (*Capparis ovalifolia*), aroma (*Acacia huarango*) y esporádicamente algarrobos jóvenes y/o achaparrados en zonas colindantes a bosques muy ralos a ralos de algarrobo. Ocupa 102 709.43 hectáreas, que representa el 2.84% de la superficie total de la región.

El matorral de dunas se encuentra en las provincias de Paita, Sechura y Piura (ver Fig.35), a lo largo de la franja costera.

- Cuerpo de Agua

Esta unidad está representada por las masas de agua presentes en el estudio, los cuales corresponden a las masas de agua del estuario de Virrilá y la laguna la niña por aproximación al área de estudio.

- Humedal

En este trabajo no se considera humedal como un ecosistema, se refiere a las zonas húmedas ocupadas por especies vegetales halófitas como el *Vidrium* y *Bstis* sp, que se encuentran alrededor de los cuerpos de agua en la planicie costera, ocupan una extensión de 8 936.82 hectáreas.

Estas plantas halófitas ocupan extensas áreas en la desembocadura del río Chira (sector la Bocana), a orillas del estuario de Virrilá, del manglar San Pedro, la laguna Ñapique, y la laguna la Niña.

- Sin Vegetación

Esta unidad abarca una extensión de 311 050.06 hectáreas, que representa el 8.62% de la superficie total de la región. Se refiere aquellas áreas desérticas sin cobertura vegetal de naturaleza arenosa y rocosa, en algunos casos se puede notar esporádicamente herbáceas transitorias como resultado del incremento de

humedad en época de lluvias, estas herbáceas de periodo corto se ubican principalmente en depresiones, grietas, pequeñas quebradas o al pie de las rocas, las especies identificadas en las salidas de campo son gramíneas y manito de ratón. Como característico de estas zonas en muchos lugares se observa la concentración de sales, los denominados salares. Áreas sin vegetación, se puede apreciar en la planicie costera, en las zonas colinosas y rocosas de Los Órganos, El Alto, Talara, llegando hasta la desembocadura del Río Chira, con una faja que se extiende desde el nivel del mar hasta unos 12 km de ancho aproximadamente, siendo más pronunciada en El Alto y Talara. De igual modo grandes extensiones de áreas sin vegetación se aprecian en las planicies de Vice extendiéndose hasta el estuario de Virrila en forma de una faja pegada a la playa y por las zonas que ocupan la laguna Ramón, hasta los límites con la región de Lambayeque.

Las zonas desérticas están colindantes con un tipo de vegetación matorral o un bosque seco muy ralo de algarrobos, que a medida de la disponibilidad de agua o incremento de la Humedad del suelo van colonizando los espacios desérticos.

Cuadro N° 05: Areas por tipo de cobertura – año 2000

<b>TIPO DE COBERTURA</b>	<b>AREA (Ha.)</b>	<b>%</b>
Bosque seco ralo de llanura	1045.63	7.46
Bosque seco muy ralo de llanura	943.44	6.74
Matorral seco	123.97	0.89
Matorral de dunas	2471.18	17.64
Cuerpo de agua	2758.12	19.69
Humedal	2482.79	17.72
Sin vegetación	4137.79	29.54
Otras áreas	44.46	0.32
<b>Total</b>	<b>14007.37</b>	<b>100.00</b>

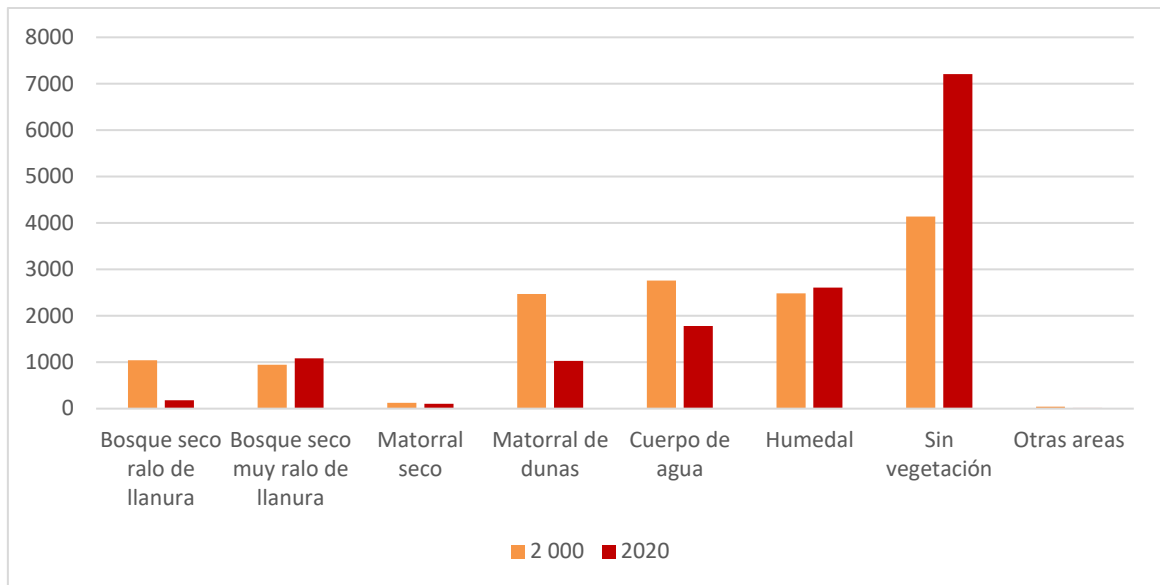
Cuadro N° 06: Áreas por tipo de cobertura – año 2020

<b>TIPO DE COBERTURA</b>	<b>AREA (Ha.)</b>	<b>%</b>
Bosque seco ralo de llanura	177.53	1.27
Bosque seco muy ralo de llanura	1081.99	7.72
Matorral seco	105.48	0.75
Matorral de dunas	1029.89	7.35
Cuerpo de agua	1782.57	12.73
Humedal	2609.28	18.63
Sin vegetación	7205.22	51.44
Otras areas	15.41	0.11
<b>Total</b>	<b>14007.37</b>	<b>100.00</b>

Cuadro N° 07: Comparación de Cambio de Cobertura 2011-2015

<b>TIPO DE COBERTURA</b>	<b>2000</b>		<b>2020</b>		<b>CAMBIO</b>	
	<b>AREA (Ha.)</b>	<b>%</b>	<b>AREA (Ha.)</b>	<b>%</b>	<b>AREA (Ha.)</b>	<b>%</b>
Bosque seco ralo de llanura	1045.63	7.46	177.53	1.27	868.09	6.20
Bosque seco muy ralo de llanura	943.44	6.74	1081.99	7.72	-138.55	-0.99
Matorral seco	123.97	0.89	105.48	0.75	18.50	0.13
Matorral de dunas	2471.18	17.64	1029.89	7.35	1441.29	10.29
Cuerpo de agua	2758.12	19.69	1782.57	12.73	975.55	6.96
Humedal	2482.79	17.72	2609.28	18.63	-126.49	-0.90
Sin vegetación	4137.79	29.54	7205.22	51.44	-3067.42	-21.90
Otras áreas	44.46	0.32	15.41	0.11	29.04	0.21
	<b>14007.37</b>	<b>100.00</b>	<b>14007.37</b>	<b>100.00</b>		

Figura 13: Análisis temporal del 2000 a 2020 en el ACA Estuario de Virrilá



## VI. Conclusiones y recomendaciones

### 6.2. Conclusiones:

- Según los resultados obtenidos del análisis de cobertura el tipo de cobertura que tiene mayor hectárea, es Sin vegetación, según el análisis, este tipo de cobertura a experimentado un crecimiento de su superficie en 3067.42 has.
- Otra cobertura importante correspondiente a los cuerpos de agua, según el análisis de cobertura tuvo un ligero descenso en su superficie, pues para el año 2000 tenía una superficie de 2758.12 has, y para el año 2020 tiene una superficie de 1782.57 has.
- Según el análisis de cambio de cobertura ha habido una gran variación en cuanto a la cobertura de Bosque seco ralo de llanura, pues para el análisis de cobertura del año 2000 se tenía un área de 1045.63 has y para el análisis de cobertura del año 2020 se tiene un área de 177.53 has.
- Según el análisis de cambio de cobertura ha habido un ligero incremento en el tipo de cobertura Bosque seco muy ralo de llanura, pues para el análisis de cobertura del 2000 se tenía un área de 943.44 has y para el análisis de cobertura del año 2020 se tiene un área de 1081.99 has.
- Según el análisis de cambio de cobertura ha habido un descenso en el tipo de

cobertura Matorral seco, pues para el análisis de cobertura del año 2000 se tenía un área de 123.97 has y para el análisis de cobertura del año 2020 se tiene un área de 105.48 has.

- Según el análisis de cambio de cobertura el tipo de cobertura Matorral de dunas ha tenido un descenso significativo de su superficie, pues para el análisis de cobertura del año 2000 se tenía un área de 2471.18 has y para el análisis de cobertura del año 2020 se tiene un área de 1029.89 has.
- Según el análisis de cambio de cobertura el tipo de cobertura Humedal ha tenido un incremento significativo de su superficie, pues para el análisis de cobertura del año 2000 se tenía un área de 2482.79 has y para el análisis de cobertura del año 2020 se tiene un área de 2609.28 has.
- La cobertura que tiene menor hectárea según el análisis de imagen es Otras áreas, que corresponde a zonas cercanas a la vía que conecta Bayóvar y Sechura, el cual son zonas culturales producto de actividades económicas dentro del área de conservación ambiental, que inicialmente tenía un área de 44.46 has para el año 2000 y para el 2020 tiene un área de 15.41 has.

## 6.2.Recomendaciones:

- Los resultados del estudio de cambio de cobertura según las imágenes indican que ha habido variaciones considerables en algunos tipos de cobertura, el análisis de imagen indica las zonas y superficie de cambio, pero estos son debido a actividades culturales, factores ambientales o posiblemente el cambio climático actual. Sería conveniente para saber el porqué de estos cambios significativos en determinadas coberturas tener los datos climáticos y actividades desarrollados en el Área de estudio.

## VII. Bibliografía

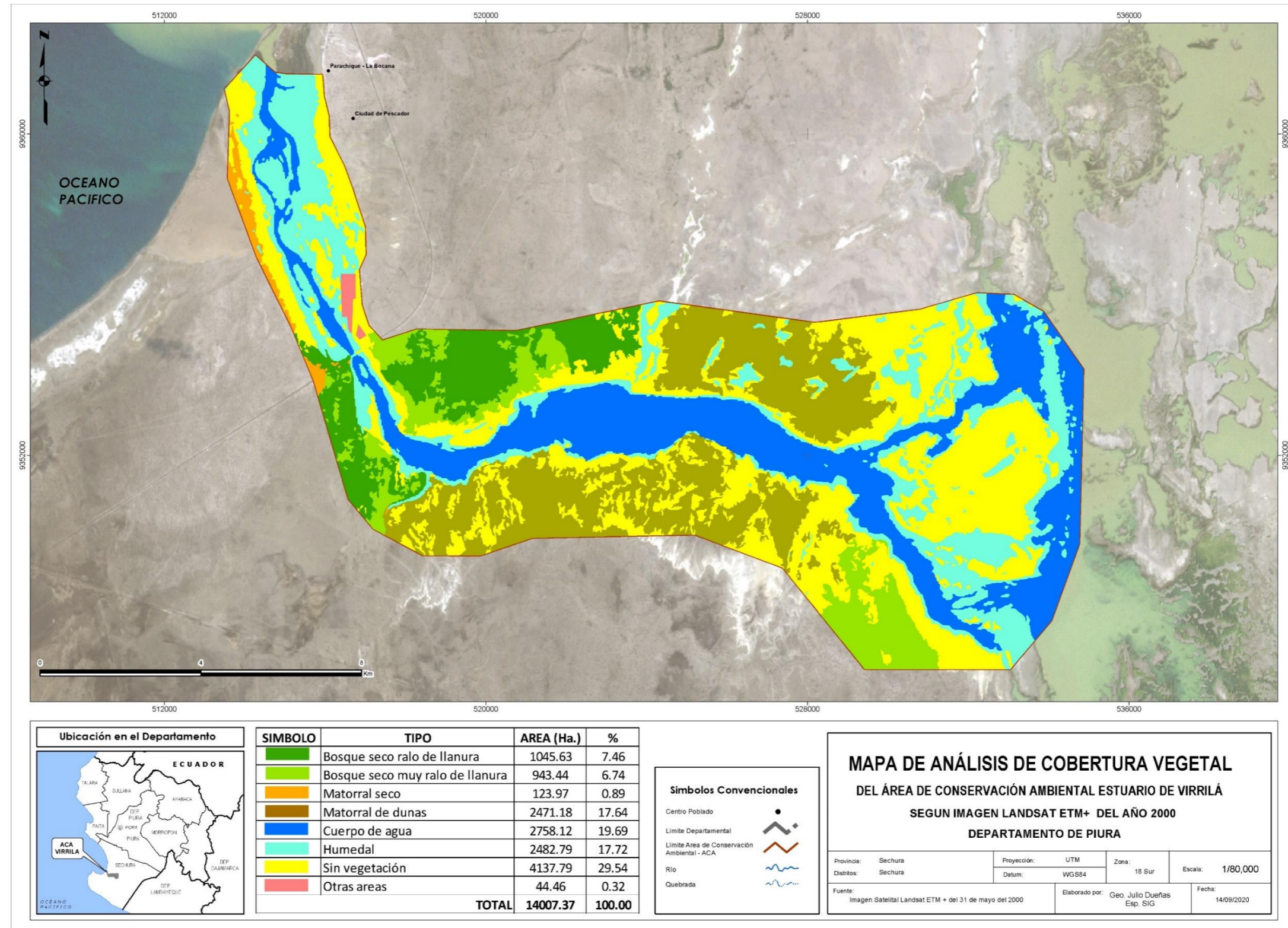
- Chuvieco Salinero Emilio. 3era ed. 2007. *Teledetección Ambiental - La observación de la Tierra desde el espacio.*
- Comunidad Andina (CAN). *Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro.*
- Cueva, J & L. Chalán. 2010. *Cobertura Vegetal y Uso Actual de la Provincia de Loja. Informe Técnico. Departamento de Sistemas de Información Geográfica de Naturaleza & Cultura Internacional. Gráficas Amazonas. Loja, Ecuador.*
- Percy Zorogastúa Cruz, Roberto Quiroz Guerra y Jaime Garatuza Payán. *Evaluación de Cambios en la Cobertura y Uso de la Tierra con imágenes de Satélite en Piura – Perú.*



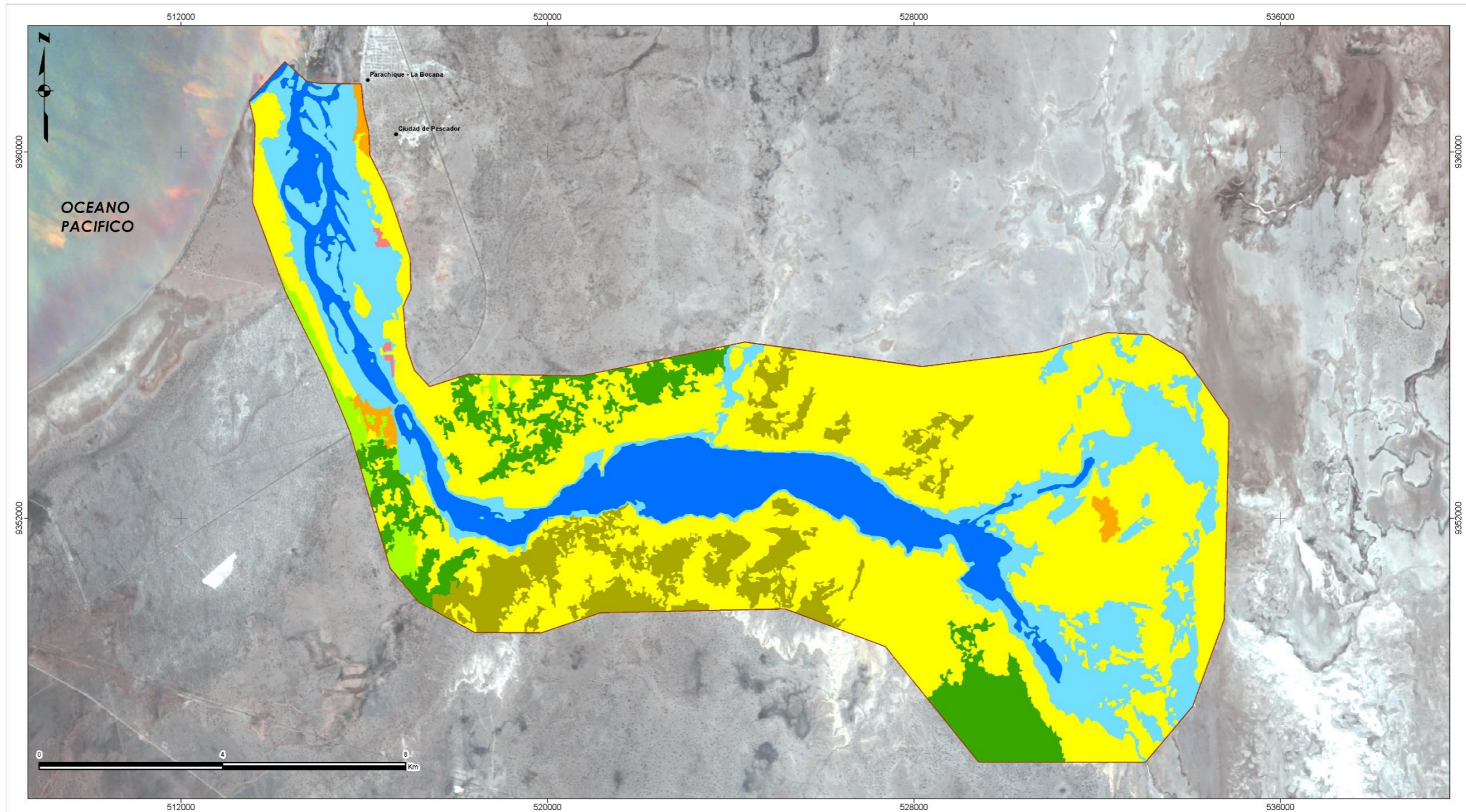
# **ANEXOS**

**(Mapas de Análisis de Cobertura Vegetal)**

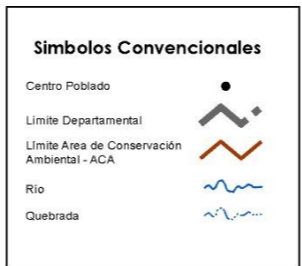
Anexo N° 1: Mapa de Análisis de Cobertura Vegetal del año 2000



Anexo N° 2: Mapa de Análisis de Cobertura Vegetal del año 2020



SIMBOLO	TIPO DE COBERTURA	AREA (Ha.)	%
	Bosque seco ralo de llanura	177.53	1.27
	Bosque seco muy ralo de llanura	1081.99	7.72
	Matorral seco	105.48	0.75
	Matorral de dunas	1029.89	7.35
	Cuerpo de agua	1782.57	12.73
	Humedal	2609.28	18.63
	Sin vegetación	7205.22	51.44
	Otras areas	15.41	0.11
<b>TOTAL</b>		<b>14007.37</b>	<b>100.00</b>



**MAPA DE ANÁLISIS DE COBERTURA VEGETAL DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL ESTUARIO DE VIRRILÁ SEGUN IMAGEN LANDSAT OLI 8 DEL AÑO 2020 DEPARTAMENTO DE PIURA**

Provincia: Sechura	Proyección: UTM	Zona: 18 Sur	Escala: 1/80,000
Distrito: Sechura	Datum: WGS84		
Fuente: Imagen Satelital Landsat OLI 8 del 28 de Abril del 2020	Elaborado por: Geo, Julio Dueñas Esp. SIG	Fecha: 14/09/2020	