

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales son esenciales para la sobrevivencia y la prosperidad de la humanidad, como para el mantenimiento de todo el ecosistema terrestre; sin embargo, los diferentes usos del suelo es uno de los factores que mejor evidencian la transformación de la superficie terrestre, como resultado de las actividades antrópicas, al que se suma otros factores a través del tiempo. Esta dinámica depende del tipo de cobertura, de las interacciones ecológicas, del ambiente físico, de las actividades socioeconómicas y del contexto cultural. Otro factor es el proceso de crecimiento de las ciudades que avanzan principalmente por zonas naturales que prestan importantes servicios ambientales.

Acuña, H et al 2012. La cobertura y uso actual de la tierra, se expresa mediante la descripción de las diferentes formas de vegetación y uso de la tierra, con la finalidad de dar a conocer los diferentes tipos de uso en una época determinada; y la forma como se ha desarrollado la utilización de sus recursos, sin tomar en consideración su potencial o uso futuro.

Peralvo, M 2014. Las dinámicas de cambio de cobertura y uso de la tierra (CCUT) son un componente importante de los procesos de cambio ambiental. En este contexto, se vuelve fundamental contar con plataformas robustas de monitoreo de dinámicas de CCUT que permitan generar información de calidad, de forma consistente en el tiempo. Esta información es un soporte clave para procesos de toma de decisiones de uso de los recursos naturales.

Alcantara, G 2014. En Cajamarca, hace aproximadamente cincuenta años las sociedades humanas han prosperado utilizando la potencialidad de los recursos naturales, con suelos todavía fértiles, con una cubierta vegetal densa y diversa que cumplía funciones importantes en el ecosistema como el de regulación del clima, infiltración del agua de escorrentía a través del perfil del suelo propiciando la presencia de manantiales de agua limpia, protección del suelo, refugio de vida

silvestre, etc; sin embargo, con el transcurrir de los años, estas sociedades humanas en el afán de subsistir ocasionaron pérdidas de la calidad ecológica de los ecosistemas, básicamente destruyendo la cobertura vegetal para transformarlos en tierras agrícolas, ocasionando cambios inadecuados en el uso de la tierra; no existiendo actualmente estudios específicos relacionados con este tema, dificultando toda actividad vinculada con la gestión y planificación del uso de los recursos naturales.

1.1. OBJETIVOS.

1.1.1. General

- ✚ Analizar los cambios de cobertura y uso de la tierra del distrito de Matara años 1991 – 2003 – 2016.

1.1.2. Específicos

- ✚ Generar el mapa temático de cobertura y uso actual de la tierra del distrito de Matara años 1991 – 2003 – 2016 utilizando la metodología Corine Land Cover.
- ✚ Elaborar el mapa de cobertura y uso actual de la tierra del distrito de Matara periodos 1991 – 2003 – 2016 utilizando el algoritmo de máxima verosimilitud.
- ✚ Analizar los cambios de cobertura y uso de la tierra ocurrida en los referidos periodos.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Teledetección

La teledetección es la técnica de adquisición de datos de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales. La interacción electromagnética entre el terreno y el sensor, genera una serie de datos que son procesados posteriormente para obtener información interpretable de la Tierra. (Disponible en: www.ign.es/ign/layoutIn/teledeteccion).

2.2. Tierra

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1995), afirma que la tierra es un área de la superficie del globo terrestre que se puede delinear, abarcando todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima y por debajo de su superficie, incluyendo el clima en la zona cercana a la superficie, el suelo y las formas del terreno, la superficie hidrológica incluyendo lagos poco profundos, ríos, humedales y pantanos, las capas sedimentarias cercanas a la superficie y las reservas de aguas subterráneas asociadas a las mismas, las poblaciones de la flora y la fauna, las formas de colonización de la población humana y los resultados físicos de la actividad humana anterior y actual, terrazas, estructuras para reserva o drenaje de aguas, caminos, construcciones, etc. Según esta definición, la tierra incluye el efecto de su uso pasado por parte del hombre y se define por y con respecto al uso hipotético que intenta hacer el hombre de ella, desde el momento de la definición (Richters, 1995).

2.3. Uso de la tierra

Uso de la tierra se caracteriza por los arreglos, las actividades y los insumos de la población para producir, cambiar o mantener un cierto tipo de cobertura de la tierra; definición que lleva a entender el vínculo directo entre la cobertura de la tierra y las acciones de la población en su ambiente; además

afirman que la cobertura de la tierra es la que se observa biofísicamente sobre la superficie terrestre (Jansen, L.; Di Gregorio, A. 2005).

2.4. Sistemas de información geográfica

Como sistema de información geográfica se entiende la unión de la información y herramientas informáticas (programas y software) para su análisis con unos objetivos concretos. Por otra parte, al incluir el término “Geográfica” se asume que la información es especialmente explícita, es decir, incluye la posición en el espacio. (Peña, 2006).

2.5. Cobertura vegetal

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana como serían las áreas de cultivos. (Disponible en http://www.geoinstitutos.com/art_03.asp).

2.6. Causas del cambio del uso actual de la tierra

(De la Rosa, 2008). Cambios sobre la cubierta natural de la superficie terrestre han tenido lugar desde tiempo inmemorial, y han estado asociados tanto a fenómenos naturales como a actividades humanas. Los cambios debidos a estas últimas causas se han ido incrementando conforme la densidad de población ha aumentado.

2.7. Factores que inciden en el cambio de uso actual de la tierra

(Lambin, et al, 2006), indican que a nivel mundial existen cinco factores que inciden fuertemente en los cambios que se experimentan en la cobertura vegetal:

2.7.1. Económicos y tecnológicos.

Se refiere a los factores económicos y a las políticas agrarias que tienen una influencia directa en precios, impuestos y subsidios a los insumos y productos obtenidos del uso de la tierra.

2.7.2. Demográficos.

Los incrementos al igual que las disminuciones en la población generan un impacto en el uso de la tierra, estos cambios influyen en la estructura y la dinámica del hogar, mano de obra, migración, urbanización, entre otros, siendo la migración uno de los factores que generan un mayor impacto, y quizás el más importante.

2.7.3. Institucionales.

Los cambios en el uso de la tierra se ven influenciados fuertemente por el sector político, jurídico, económico así como por instituciones donde se toma decisiones sobre la administración y gestión del territorio, contando con políticas débiles, mal definidas y carentes de una adecuada implementación.

2.7.4. Culturales.

Este es un factor muchas veces intangible, que no es tomado en cuenta, sin embargo una población cuenta con: motivaciones, memorias colectivas, historias personales, actitudes, valores, creencias y percepciones individuales y colectivas.

2.7.5. Globalización.

Los procesos de globalización amplifican o atenúan las fuerzas que conducen los cambios del uso de la tierra, teniendo influencias en las políticas macroeconómicas que definen las condiciones en que juegan la oferta y demanda de bienes y servicios en los mercados internacionales, las cuales son importantes pues condicionan el uso y explotación irracional de los recursos naturales especialmente en países con ecosistemas frágiles.

2.8. El tiempo y el efecto en el uso de la tierra

Considerando el uso de la tierra en el tiempo, podemos destacar el hecho de que los procesos de erosión y deterioro de la fertilidad del suelo se producen lentamente y no es posible observar los efectos que tienen las malas prácticas agrícolas sobre la tierra en un corto tiempo. Cinco o diez años no reflejan muchas veces un proceso de erosión o de declinación de la fertilidad,

pero sí un lapso de veinte o treinta años y de ahí que "una generación puede empobrecer a la otra". Así como los procesos de erosión y deterioro pueden disminuir la capacidad de uso de la tierra, la tecnología moderna, a través del tiempo, y como consecuencia de los avances de la investigación, nos está ofreciendo nuevas soluciones que pueden cambiar en un momento dado totalmente el concepto actual de capacidad de uso de la tierra. (Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=LgYN_XI1_-AC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false)

2.9. Análisis multitemporal de la cobertura y uso de la tierra

Los resultados obtenidos de la clasificación supervisada permiten generar el análisis correspondiente a las variaciones en el tiempo de las coberturas o categorías definidas. Es decir, a partir de las clasificaciones generadas para cada periodo se calcula la diferencia píxel a píxel, para evaluar los cambios significativos en el tiempo. (Mendoza, 2011)

2.10. Sistemas de clasificación de cobertura de la tierra.

La cobertura terrestre es un elemento geográfico que puede formar una base de referencia para diversas aplicaciones que van desde el monitoreo forestal y pastoril, pasando por la generación de estadísticas, planificación, inversión, biodiversidad, cambio climático, hasta el control de la desertificación. (Petraglia, C. et al 2015)

2.10.1. Corine Land Cover adaptada para Perú

La leyenda fue desarrollada siguiendo los acuerdos regionales vinculados a trabajar con el esquema Corine Land Cover (IDEAM, 2010). Este esquema ha sido adaptado para Colombia, y da un arco de comparabilidad internacional. Corine Land Cover (CLC) es una metodología para la construcción de mapas de cobertura y uso de la tierra. Emplea una leyenda jerárquica, que vincula distintos niveles de detalle espacial con distintos niveles de detalle temático. (Disponible en <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>)

El MINAM en cumplimiento a sus funciones y competencias asignadas en materia de Ordenamiento Territorial, emitió la Resolución Ministerial N° 135-2013-MINAM, que aprueba la Guía Metodológica para la elaboración de los Instrumentos Técnicos Sustentatorios para el Ordenamiento Territorial. En esta guía se menciona al Estudio de análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra, y a la actualidad vienen elaborando las guías de procedimiento metodológico que incluirá el uso de Corine Land Cover (Disponible en http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00JZZX.pdf)

La cual se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Corine Land Cover adaptada para Perú

Nivel I	Nivel II	Nivel III
1. Áreas Artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1. Tejido urbano continuo
		1.1.2. Tejido urbano discontinuo
	1.2. Áreas industriales e infraestructura	1.2.1. Áreas industriales o comerciales
		1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
		1.2.3. Áreas portuarias
		1.2.4. Aeropuertos
		1.2.5. Obras hidráulicas
	1.3. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos y escombreras	1.3.1. Áreas de extracción de minería e hidrocarburos
		1.3.2. Áreas de disposición de residuos
	1.4. Áreas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1. Áreas verdes urbanas
		1.4.2. Instalaciones recreativas
	2. Áreas Agrícolas	2.1 Cultivos transitorios
2.2 Cultivos permanentes		
2.3 Pastos		
2.4 Áreas agrícolas heterogéneas		2.4.1. Mosaico de Cultivos 2.4.2. Mosaico de Pastos y Cultivos 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales 2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales

Nivel I	Nivel II	Nivel III
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso bajo
		3.1.2. Bosque abierto bajo
		3.1.3. Bosque denso alto
		3.1.4. Bosque abierto alto
		3.1.5. Bosque fragmentado
	3.2 Bosques plantados	
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal
		3.3.2 Arbustal
		3.3.3 Vegetación secundaria o en transición
		3.3.4 Vegetación arbustiva / herbácea
		3.3.5 Arbustal / área intervenida
		3.3.6 Herbazal / área intervenida
		3.3.7 Arbustal-Herbazal/área intervenida
	3.4 Áreas sin o con poca vegetación	3.4.1. Áreas arenosas naturales
		3.4.2 Afloramientos rocosos
		3.4.3 Tierras desnudas (incluye áreas erosionadas naturales y también degradadas)
		3.4.4 Áreas quemadas
		3.4.5 Glaciares
		3.4.6 Salares

Nivel I	Nivel II	Nivel III
4. Áreas húmedas	4.1. Áreas húmedas continentales	4.1.1. Áreas Pantanosas
		4.1.2. Turberas y bofedales
		4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
	4.2. Áreas húmedas costeras	4.2.1. Pantanos costeros
		4.2.2. Salitral
		4.2.3. Sustratos y sedimentos expuestos en bajamar
5. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.1. Ríos (50 m)
		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes
		5.1.3. Lagunas, lagos y ciénagas naturales estacionales
		5.1.4. Canales
		5.1.5. Cuerpos de agua artificiales
	5.2. Aguas costeras	5.2.1. Lagunas costeras
		5.2.2. Mares y océanos
		5.2.3. Estanques para acuicultura marina

Fuente: Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014).

2.11. Imágenes satelitales

Una imagen satelital o imagen de satélite se puede definir como la representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen la información reflejada por la superficie de la Tierra que luego es enviada de regreso a ésta y es procesada convenientemente, entrega valiosa información sobre las características de la zona representada. (Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/34487><http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/34487>)

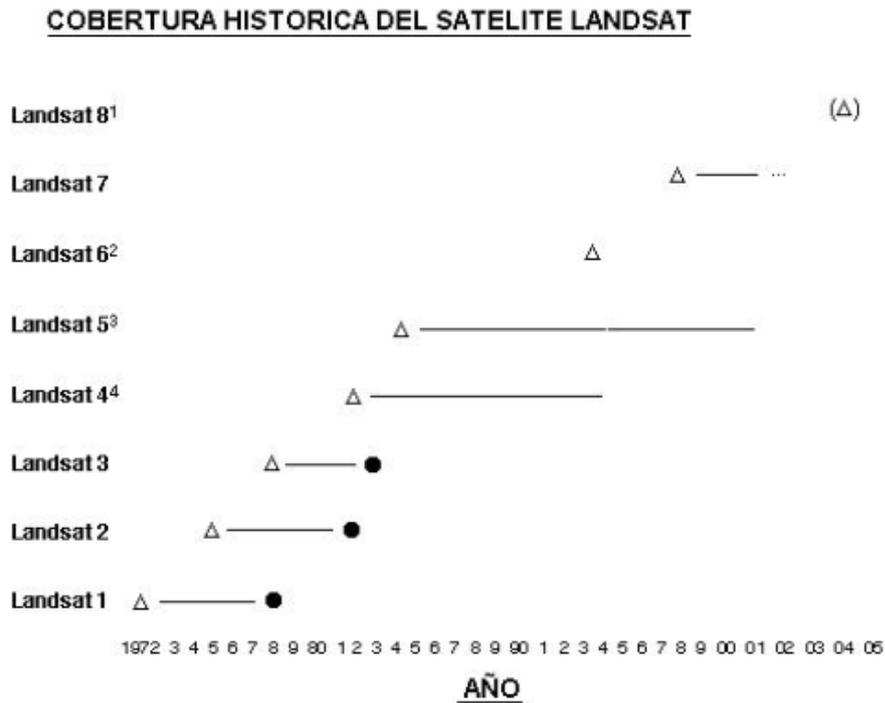
2.12. Interpretación de imágenes satelitales

La interpretación de imágenes satelitales ha progresado aceleradamente tanto en resolución como en biblioteca de firmas espectrales, existiendo, actualmente en uso, imágenes donde el pixel representa 30 m² o menos. Paralelamente, se ha desarrollado y se encuentra en uso, la interpretación computacional de las imágenes. (Disponible en <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0185.pdf>)

2.13. Satélite Landsat

Los Landsat son una serie de satélites construidos y puestos en órbita por EE. UU. Para la observación en alta resolución de la superficie terrestre. Los Landsat orbitan alrededor de la Tierra en órbita circular heliosincrónica, a 705 km de altura, con una inclinación de 98.2° respecto del Ecuador y un período de 99 minutos. La órbita de los satélites está diseñada de tal modo que cada vez que éstos cruzan el Ecuador de Norte a Sur lo hacen entre las 10:00 y las 10:15 de la mañana hora local. (Disponible en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/ImgSatelite/Landsat.aspx>)

Figura 1: Cobertura histórica del satélite Landsat



Fuente: <http://www.cartesia.org/data/apuntes/teledeteccion/landsat-analisis-visual.pdf>

2.13.1. Aspectos técnicos de las imágenes landsat

a. Landsat5

Opera simultáneamente en siete bandas espectrales, siendo tres en el visible, una en el infrarrojo cercano, dos en el infrarrojo medio y una en el infrarrojo termal. Tiene una resolución espacial de 30 metros en las bandas del visible e infrarrojo medio y 120 metros en la banda del infrarrojo termal. La escena terrestre registrada por este sensor es de 185 km. (Disponible en http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/doc/aspectos_tecnicos_de_imagenes_landsat.pdf)

Cuadro 2: Características de Landsat5

Modo espectral	Resolución espacial (m)	Resolución espectral (micras)	Resolución radiométrica	Resolución temporal
Multiespectral	30	Banda 1 azul: 0.45- 0.52	8 bits	16 días
		Banda 2 verde: 0.52 – 0.60		
		Banda 3 roja: 0.63 – 0.69		
		Banda 4 infrarrojo cercano 1 : 0.76 – 0.90		
		Banda 5 infrarrojo cercano 2: 1.55 – 1.75		
		Banda 7 infrarrojo medio: 2.08 – 2.35		
Termal	120	Banda 6 Infrarrojo térmico: 10.4 – 12.5		

Fuente:

http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/doc/aspectos_tecnicos_de_imagenes_landsat.pdf

b. Landsat7

Landsat7 fue diseñado para una vida útil de 5 años y tiene la capacidad de recolectar, así como transmitir hasta 532 imágenes por día. Se encuentra en una órbita Heliosincrónica, que significa que pasa siempre a la misma hora por un determinado lugar. Tiene visión de toda la superficie terrestre en un lapso de tiempo de 15 días, y realiza 232 órbitas. El peso del satélite es de 1973 Kilogramos, mide 4.04 metros de largo, y 2.74 metros en diámetro. A diferencia de sus antecesores, Landsat 7 posee una capacidad de almacenamiento de 378 gigabytes, equivalente alrededor a 100 imágenes. El instrumento esencial a bordo del satélite es el Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+). (Disponible en http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/doc/aspectos_tecnicos_de_imagenes_landsat.pdf)

Cuadro 3: Características de Landsat7

Modo espectral	Resolución espacial (m)	Resolución espectral (micras)	Resolución radiométrica	Resolución temporal
Multiespectral	30	Banda 1 azul: 0.45-0.52	8 bits	16 días
		Banda 2 verde: 0.53 – 0.61		
		Banda 3 roja: 0.63 – 0.69		
		Banda 4 infrarrojo cercano 1 : 0.78 – 0.90		
		Banda 5 infrarrojo cercano 2: 1.55 – 1.75		
		Banda 6 infrarrojo medio : 2.09 – 2.35		
Pancromática	15	Banda 8 pancromática: 0.52 – 0.90		

Fuente:

http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/doc/aspectos_tecnicos_de_imagenes_landsat.pdf

c. Landsat8

Las imágenes Landsat8 obtenidas por el sensor (OLI) y (TIRS) constan de nueve bandas espectrales con una resolución espacial de 30 metros para las bandas de 1 a 7 y 9. Una banda nueva (1) (azul- profundo) es útil para estudios costeros y aerosoles. La nueva banda (9) es útil para la detección de cirrus. La resolución para la banda 8 (pancromática) es de 15 metros. Dos bandas térmicas 10 y 11 son útiles para proporcionar temperaturas más precisas de la superficie y se toman a 100 metros de resolución. El tamaño aproximado de la escena es de 170 km de norte-sur por 183 kilómetros de este a oeste (106 km por 114 km). (Ariza, 2013).

Cuadro 4: Características de Landsat8

Landsat8 Operational Land Imager (OU) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Banda	longitud de onda (micrómetros)	Resolución espacial (m)
	Banda 1 - Aerosol costero	0.43 - 0.45	30
	Banda 2 - Azul	0.45-0.51	30
	Banda 3 - Verde	0.53-0.59	30
	Banda 4- Rojo	0.64 - 0.67	30
	Banda5 - Infrarrojo cercano (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Banda 6- SWIR 1	1.57-1.65	30
	Banda 7 - SWIR 2	2.11-2.29	30
	Banda 8 - Pancromático	0.50 - 0.68	15
	Banda 9-Cirrus	1.36-1.38	30
	•Banda 10 - Infrarrojo térmico (TIRS) 1	10.60-11.19	100
	•Banda 11 - Infrarrojo térmico (TIRS) 2	11.50-12.51	100

Fuente: INEGI, 2013

2.14. Resolución de un sensor

Mientras que en otros tipos de sistemas cartográficos estamos acostumbrados a relacionar de forma exclusiva resolución y precisión geométrica, en los sistemas sensores de Teledetección se habla de cinco resoluciones distintas. Gracias a ellas pueden evaluarse rangos de precisión referentes a distintos conceptos de suma importancia para el análisis de las imágenes espaciales. Dichas resoluciones son: espacial, radiométrica, espectral, temporal y angular. (Pérez, C et al 2006).

2.14.1. Resolución espacial

Este concepto describe la capacidad del sistema para distinguir objetos en función de su tamaño. Dicho de otro modo, la resolución espacial suele interpretarse como el tamaño del objeto más pequeño que puede ser distinguido en una imagen: tamaño del píxel sobre el terreno. (Pérez, C et al 2006).

2.14.2. Resolución radiométrica

Indica la capacidad del sensor para discriminar niveles o intensidades de radiancia. La energía electromagnética recibida por el sensor, cuando se convierte a nivel digital, necesita un formato binario (número de bits) para codificarse. A mayor número de bits reservados para almacenar el valor de la reflectividad de un píxel, mayor resolución radiométrica. De este modo el sensor TM de LANDSAT tiene una resolución radiométrica de 8 bits con lo que pueden registrarse valores decimales equivalentes en un rango de 0 a 255, es decir 256^{28} . (Pérez, C et al 2006).

2.14.3. Resolución espectral

Indica el número y anchura de las bandas espectrales que puede discriminar el sensor. En este sentido, un sensor tendrá una resolución espectral más grande cuanto mayor sea el número de bandas proporcione. A la vez conviene que estas bandas sean suficientemente estrechas con objeto de recoger el serial sobre regiones coherentes del espectro. Bandas muy amplias suponen registrar un valor promedio que puede encubrir la diferenciación espectral entre cubiertas de interés. (Pérez, C et al 2006).

2.14.4. Resolución temporal

Mide el tiempo de paso del satélite sobre el mismo punto. Con ello se determina la periodicidad de adquisición de imágenes de una misma zona. De este modo podemos cuantificar la capacidad que tiene un sistema sensor para registrar los cambios temporales acaecidos sobre una determinada cubierta, lo cual es de vital importancia a la hora de abordar estudios evolutivos. La resolución temporal está condicionada por el tipo de órbita, el ángulo de barrido y la velocidad del satélite. (Pérez, C et al 2006).

2.14.5. Resolución angular

Por ella se entiende la capacidad que tiene un sensor para tomar imágenes oblicuas. Esta propiedad permite no solamente acortar los ciclos temporales de recubrimiento, sino que posibilita la generación de imágenes estereoscópicas y por tanto la reconstrucción del relieve. En un análisis conjunto de las diferentes resoluciones de los satélites llegaríamos a la conclusión de que un satélite no es mejor ni peor que otro debido a su resolución. Cada misión espacial ha concebido unos sensores adaptados a unos determinados usos y eso es lo importante. (Pérez, C et al 2006).

2.15. Realce y mejoramiento visual de imagen satelital

Las primeras manipulaciones que han de llevarse a cabo tienen como finalidad restaurar la imagen reestableciendo, en la medida de lo posible, las condiciones de la toma. Ello implica el desarrollo de dos tipos de correcciones: unas de índole geométrica y otras de carácter radiométrico. (Pérez, C et al 2006).

Las correcciones geométricas tienen como finalidad reconstruir la geometría de la imagen, adaptándola a una determinada Proyección cartográfica y a su sistema de coordenadas asociado. Para denominar este tipo de operaciones se ha consolidado el nombre de georreferenciación. Los procedimientos matemáticos que resuelven este problema y las metodologías usadas para su implementación mediante algoritmos en las aplicaciones informáticas de Teledetección son muy variados. (Pérez, C et al 2006).

Las correcciones radiométricas, pretenden reestablecer los valores de los niveles digitales de la imagen depurando cualquier anomalía en su registro achacable, bien a defectos en el sistema sensor, bien a las condiciones ambientales de la toma.

2.16. Pre procesamiento de imágenes satelitales.

El pre procesamiento de las imágenes, consiste en hacer las correcciones de las imágenes, con el fin de eliminar cualquier anomalía detectada en la imagen, ya sea en su localización o radiometría de los píxeles que la componen. Cualquier imagen adquirida por un sensor remoto, presenta una serie de alteraciones radiométricas y geométricas debidas a muy variados factores, en el caso concreto de las imágenes espaciales. (Chuvieco, 2008).

Estas distorsiones, deben ser comprendidas para procesar los datos adecuadamente para posteriores análisis e interpretaciones. Consecuentemente la radiancia registrada por el sensor no es una representación exacta de la radiancia efectivamente reflejada por las coberturas. Esto significa que la imagen adquirida en formato numérico presenta una serie de anomalías con respecto a la escena real detectada. Estas anomalías están en la localización de los píxeles que componen la matriz de datos. Las operaciones de corrección pretenden minimizar estas alteraciones. Como producto se obtiene una imagen corregida que es lo más próximo posible, geométrica y radiométricamente, a la verdadera energía radiante y características espaciales del área de estudio (APN, 2005).

2.16.1. Correcciones geométricas – georreferenciación

La corrección geométrica es la modificación de la geometría de la imagen respecto de la geometría de la superficie terrestre. La georreferenciación es su adaptación a un sistema geodésico de referencia (por ejemplo ED50 ó ETRF 89) y una proyección geográfica determinada (ejemplo la UTM Universal Transversal Mercator). Los procedimientos matemáticos que resuelven este problema y las metodologías usadas para su implementación, mediante algoritmos en las aplicaciones informáticas de teledetección son muy variados (Pérez, 2006).

2.16.2. Correcciones radiométricas

Una vez que la radiación electromagnética es generada y se propaga, interactúa con la atmósfera afectando a la radiación en su longitud de onda, intensidad, distribución espectral y/o su dirección. Hay dos tipos de efectos que produce la atmósfera: absorción y dispersión. El objetivo general de las correcciones atmosféricas es convertir los valores obtenidos por el sensor remoto en valores de reflectancia en superficie, que es la magnitud física de interés. Estos valores son necesarios cuando se utilizan datos satelitales para el análisis cuantitativo de las propiedades biofísicas de los elementos de la superficie terrestre, identificar y evaluar los procesos que en ella ocurren mediante la comparación de diferentes escenas en estudios temporales (APN, 2005) y cuando se deriven índices a partir de bandas ubicadas en diferentes regiones del espectro electromagnético.

2.16.3. Correcciones atmosféricas.

El cálculo del valor de la reflectancia en superficie implica introducir algún tipo de corrección sobre el efecto que imprime la atmósfera sobre la señal recibida por el sensor (APN, 2005).

Los procedimientos para abordar las correcciones atmosféricas con exactitud son muy laboriosos y requieren datos sobre las condiciones de la atmósfera en el momento de tomar la imagen, que no suelen estar disponibles. Además, el efecto de la atmósfera no es constante en la imagen, algunas zonas pueden estar afectadas más que otras, en función de la diversa presencia de aerosoles o vapor de agua (Chuvieco, 2002).

2.17. Análisis de las imágenes.

El análisis visual de imágenes se realiza empleando tres bandas del sensor, coincidiendo con la capacidad de los monitores, empleados en informática, monitores RGB. Los monitores poseen en total tres cañones, RGB, red, Green y blue - Rojo/Verde/Azul, con los que, por

combinación de estos tres colores básicos, se construyen el resto de los colores.

Empleando estos tres Cañones tenemos la posibilidad de enviar en cada uno de ellos una de las bandas del sensor, combinándose en nuestra pantalla y dando distintos colores y tonos. Estos colores y tonos se emplean para analizar visualmente la imagen, combinando las bandas, de manera que se da un primer acercamiento al contenido de la imagen. Las combinaciones de colores se emplean para discriminar Geología de la imagen, Usos del suelo de la imagen, Morfología Urbana, etc. (Pérez, C et al 2006).

2.18. Combinación de bandas

Las imágenes de satélite se distribuyen en bandas espectrales separadas, las cuales se pueden combinar para crear otras imágenes. Para realizar este procedimiento, los programas de interpretación de imágenes traen comandos especiales que permiten combinar bandas y asignar a cada una un color de visualización específico. La combinación de las bandas espectrales correspondientes al azul, verde y rojo permiten preparar una imagen en color verdadero, la cual es semejante a una fotografía aérea en colores. En el caso de las imágenes Landsat para construir esta imagen se combinan las bandas 1-2-3 y se asigna a cada banda su correspondiente color; esto es, azul, verde y rojo, respectivamente. (Orozco, L et al. 2002)

En una imagen de falso color no se sigue este patrón, sino que los colores azul, verde y rojo se asignan a diferentes bandas espectrales. Una imagen de falso color muy utilizada en interpretación de imágenes de satélite se obtiene al combinar las bandas Landsat 2-3-4. y asignando a cada una un color. El color azul se asigna a la banda 2 (la que registra la radiación verde), el color verde a la banda 3 (la que registra la radiación roja), y el color rojo a la banda espectral 4 (la que registra la radiación infrarroja cercana). El resultado es una imagen de falso color, en donde la vegetación en áreas boscosas se verá de color rojo intenso, dado que la vegetación activa refleja una gran proporción de la

radiación infrarroja cercana incidente, y en donde la vegetación bajo estrés (por enfermedad o sequía) se verá de color amarillo claro. Asimismo, los ríos de agua limpia se verán negros, y los ríos con alto contenido de sedimentos se verán de color azul. Finalmente, en esta imagen los terrenos sin cobertura vegetal se verán de color gris-azulado, mientras que los pastos y terrenos con cultivos agrícolas se mostrarán de color rojo claro. (Orozco, L et al. 2002)

2.19. Índice de vegetación de diferencia normalizada

El Índice de vegetación de diferencia normalizada, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición, por medio de sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma espacial, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

2.20. Modelo de elevación digital

Los Modelos Digitales de Elevación (DEM) son definidos como una estructura numérica de datos que representan la distribución espacial de la altitud en la superficie terrestre, almacenados en una base de datos digital, georreferenciada en un sistema de proyección cartográfica (Felicísimo, 1994). Es llamado modelo porque, a través de algoritmos matemáticos, los datos altitudinales pueden ser modelados automáticamente en una computadora y así lograr analizar la superficie terrestre en un modelo en tres dimensiones (Maune, 2001).

2.21. Random Forest

Es un algoritmo de clasificación no lineal que permite identificar patrones en los datos que se incorporan como entrada de información. Dicho algoritmo construye cientos de árboles de regresión y emplea un sistema de “votos” entre el conjunto de árboles para “decidir” la clase –cada árbol calibrado es un voto, y se asigna la clase en función de cuántos votos obtiene cada una de las unidades a ser clasificadas (Breiman, L. 2001 citado por ARNILLAS, C.A; et al. 2012).

2.22. Índice kappa

El Índice kappa de Cohen es una medida estadística que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada para elementos cualitativos (variables categóricas). En general se cree que es una medida más robusta que el simple cálculo del porcentaje de concordancia, ya que Kappa tiene en cuenta el acuerdo que ocurre por azar. (Carletta, 1996).

Cuadro 5: Escala de valores Índice Kappa

Kappa	Grado de acuerdo
< 0.00	Sin acuerdo
>0.00 – 0.20	Insignificante
0.21 – 0.40	Discreto
>0.41 – 0.60	Moderado
0.61 – 0.80	Sustancial
0.81 – 1.00	Casi perfecto

Fuente: Cohen, 1960

2.23. Matriz de confusión

La matriz, de confusión es una tabla en la que se contabilizan los píxeles de cada clase (reconocida en la imagen) que han sido clasificados dentro de su propia clase o en otra diferente. La matriz tiene tantas filas y columnas como clases se hayan definido en la escena y las celdas de esa matriz contienen el número de píxeles que, siendo de una clase, dada por la fila (según el conocimiento a priori de la zona de estudio o según comprobaciones hechas a posteriori), han sido clasificados como otra clase, dada por la columna. La clasificación perfecta sería una matriz en la que el 100% de los píxeles clasificados estuviesen contabilizados en las celdas de la diagonal de esa matriz; en ese caso, todos los píxeles estarían correctamente clasificados. (Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=tXxxCgAAQBAJ&pg=PA269&datrix+de+confusi%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjyhciOxdHUAhVDJCYKHRurDY4Q6AEIQDAG#v=onepage&q&f=false>)

2.24. Porcentaje correctamente clasificado

Se calcula dividiendo el número total de píxeles correctamente clasificados por el número total de píxeles de referencia y expresándolo como porcentaje.

2.25. Antecedentes

2.25.1. Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satelitales en Piura – Perú.

Zorogastúa et al, 2011, realizó el estudio del bosque seco localizado en la región Piura, Perú con el objetivo de evaluar el cambio de la cobertura y el uso de la tierra. Se utilizó el procesamiento digital de imágenes del satélite LANDSAT 5 registradas entre 1999 y el 2001, a través de una clasificación supervisada, usando el algoritmo de máxima verosimilitud. Los resultados se compararon con el mapa de bosques secos elaborado por INRENA con interpretación visual de imágenes LANDSAT 5 registradas entre 1986 y 1994.

2.25.2. Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra.

Alcántara, 2014, estudio fue conocer la dinámica y los principales efectos generados por los cambios en la cobertura y uso de la tierra, en el ámbito del departamento Cajamarca para el periodo 2001 - 2013 a partir de la generación de mapas temáticos de los referidos años; los específicos fueron: analizar factores que inciden en los cambios de la cobertura y uso de la tierra, analizar los principales efectos generados por los cambios de cobertura y uso, delimitar y caracterizar zonas de tratamiento especial e identificar medidas de gestión que permitan promover dinámicas convenientes de cobertura y uso sostenible de la tierra.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción general de la zona

3.1.1. Ubicación

El estudio se realizó en el distrito de Matara, provincia y departamento de Cajamarca, limita al norte con el distrito de Namora y al oeste con Jesús, mientras que al sur limita con el distrito de Pedro Gálvez y al este con el distrito de Gregorio Pita. Geográficamente la zona de estudio se ubica en la vertiente del Atlántico, entre las coordenadas UTM 797740 y 807373 m Este y entre 9190168 y 9199687 m Norte, los límites altitudinales oscilan entre 2255 msnm en el río Cajamarquino y 3020 msnm en el centro poblado de Churgap, tiene una extensión de 5790.74 ha.

3.1.2. Regiones naturales del distrito de Matara

De acuerdo a la clasificación de las regiones naturales del Perú presentado por Javier Pulgar Vidal, el distrito de Matara presenta dos regiones naturales.

a. Yunga fluvial

Comprende los niveles altitudinales de 1500 a 2300 msnm. Esta región natural, está representada por una gran parte del caserío de Collambay, en donde encontramos pendientes nulas o casi a nivel, ligeramente inclinada, ligeramente inclinada a moderadamente empinada, empinada, muy empinada, extremadamente empinada, predominando la pendiente empinada y en menor dimensión la pendiente ligeramente inclinada a moderadamente empinada.

b. Quechua

Comprende los niveles altitudinales de 2300 a 3500 msnm. Esta región natural, está representada por los caseríos Dos de Mayo, Higos Pata, Churgap, Condomarca, San Lorenzo, Jocos, Matarita, Pachamango, Tinajones, Chim Chim, San Juan, Matara, Casa Loma, Choramarca, Ciruc, Chusen, Pampa Larga y una parte del caserío Collambay, en donde podemos encontrar los siete rangos de pendiente pero de forma predominante la pendiente ligeramente inclinada a moderadamente empinada, en menor dimensión la pendiente extremadamente empinada.

3.1.3. Hidrografía

La hidrografía del distrito de Matara está conformada por los ríos Chucsen que sirve como límite por el norte con el distrito de Namora, tiene como afluente a la quebrada Matara que posteriormente se une al río Namora el cual sirve como límite por el Oeste con el distrito de Jesús, al unirse el río Namora con el río Sarsa conforman el río Cajamarquino que sirve como límite por el sur con el distrito de Pedro Gálvez.

3.1.4. Geología general

Según el mapa geológico nacional, el distrito de Matara abarca las siguientes formaciones:

a. Formación Carhuaz (Ki - ca)

La formación Carhuaz está conformada por rocas sedimentarias y una litología conformada por areniscas y lutitas, se encuentra ocupando una área de 244.36 ha equivalente al 4.22 %, se puede observar en los caseríos de San Antonio, Chucsen, Dos De Mayo y Cochamarca

b. Formación Farrat (Ki - f)

La formación Farrat está conformada por rocas sedimentarias y una litología conformada por cuarcitas y areniscas, se encuentra ocupando una área de 1162.88 ha equivalente al 20.08 %, se puede observar en mayor área en los caseríos de Seru, Santa Rosa de Lacas y en una menor extensión en los casorios de Casa Loma, San Juan, Chim Chim, San Lorenzo, Dos De Mayo.

c. Formación Santa (Ki - sa)

La formación Santa está conformada por rocas sedimentarias y una litología conformada por calizas, lutitas, margas, se encuentra ocupando una área de 62.17 ha equivalente al 1.07 %, se puede observar en los caseríos de Dos de Mayo y Cochamarca. Es la formación más pequeña que se encuentra en el distrito de Matara.

d. Formación Chimú (Ki - chim)

La formación Chimú está conformada por rocas sedimentarias y una litología conformada por areniscas y lutitas, se encuentra ocupando una área de 597.79 ha equivalente al 10.32 %, se puede observar en mayor área en

los caseríos de Collambay y en una menor extensión en el caserío de Cochamarca.

e. Formación Chulec (Ki - chu)

La formación Chulec está conformada por rocas sedimentarias y una litología conformada por calizas, lutitas, margas, se encuentra ocupando una área de 2135.37 ha equivalente al 36.88 %, se puede observar en mayor área en los caseríos de Coromarca, Casa Loma, San Juan, Condomarca, Churgap, Higos Pata y en una menor extensión en los caseríos de Jocos, Matarita, Pachamango, San Lorenzo, Lanacones. Es la formación con más extensión.

f. Formación Pariatambo (Ki - pa)

La formación Pariatambo está conformada por rocas sedimentarias y una litología conformada por dolomitas bituminosas, margas y calizas, se encuentra ocupando una área de 812.31 ha equivalente al 14.03 %, se puede observar en mayor área en los caseríos de Pachamango, Jocos y en una menor extensión en los caseríos de Matarita, Condomarca, Higos pata, Coromarca.

g. Formación Yumagual (Ki - yu)

La formación Yumagual está conformada por rocas sedimentarias y una litología conformada por calizas, lutitas y margas, se encuentra ocupando una área de 298.60 ha equivalente al 5.16 %, se puede observar en los caseríos de Jocos, Matarita.

h. Depósitos fluviales (Qp-fa)

Los depósitos fluviales está conformada por rocas sedimentarias y una litología conformada por gravas, arenas, arcillas, limos, se encuentra ocupando una área de 109.51 ha equivalente al 1.89 %, se puede observar en los caseríos

de Santa Rosa de Lacas, Collambay limitando con los distritos de Jesús y San Marcos.

i. Formación Condebamba (Np-co)

La formación condebamba está conformada por rocas sedimentarias y una litología conformada por areniscas, arcillas y conglomerados, se encuentra ocupando una área de 367.75 ha equivalente al 6.35 %, se puede observar en mayor área en los caseríos de Pachamango, Matarita, Jocos y en menor área en los caseríos de Higos Pata, Condormarca

3.1.5. Zonas de vida natural

Las zonas de vida para el área de estudio se han definido teniendo en cuenta el Mapa Ecológico del Perú conjuntamente con la Guía explicativa del Mapa Ecológico del Perú. (INRENA, 1995).

a. Bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT)

Ocupa los valles mesoandinos, entre los 2500 y 3200 metros de altura, Siendo Cajamarca el centro geográfico más importante. La biotemperatura anual máxima es de 16.5 °C y la media anual mínima de 10.9 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 972.9 mm y el promedio mínimo de 449.3 mm.

b. Bosque seco Premontano Tropical (bs - PT)

Ocupa parte de los valles interandinos del río Cajamarca, altitudinalmente se distribuye entre los 1000 y 2500 metros de altura, la biotemperatura media anual máxima es de 25.1 °C y la media anual mínima es de 17.4 °C.

3.2. Materiales y equipos de campo

3.2.1. Materiales

Libreta de apuntes, formatos de campo, lápices y lapiceros, wincha, botiquín de primeros auxilios.

3.2.2. Herramientas

Machete, linternas, botas de jebe, poncho impermeable, bolsa de dormir.

3.2.3. Instrumentos y equipos

Sistema de posicionamiento global-GPS

Binoculares de largo alcance

Cámara fotográfica semi profesional

3.3. Materiales y equipos de gabinete

3.3.1. Materiales

Papel bond A4 de 80 gramos, lapiceros y lápices

3.3.2. Equipos

Laptop, impresora y escáner

3.3.3. Material cartográfico

Carta nacional del Perú 1: 100 000.

Shapefile del distrito obtenido del gobierno regional de Cajamarca.

Base de datos ZEE Cajamarca

3.3.4. Software

Microsoft Windows 10

Microsoft office 2013

ArcGIS 10.3.1.

Envi 5.3.

RGui 2.15

3.4. Metodología

El análisis de los cambios de cobertura y uso de la tierra, periodos 1991 - 2003 – 2016 se realizó en el ámbito del distrito de Matara, provincia y departamento de Cajamarca. La metodología se basó en la obtención de imágenes satelitales de landsat5, landsat7 y landsat8, luego se trabajó en cinco etapas de clasificación como se describe en el esquema número uno (1), la clasificación se realizó con la leyenda Corine Land Cover-CLC en un nivel III, desarrollado por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

Para la generación de los mapas temáticos de cobertura y uso de la tierra, se utilizó la metodología del Ministerio del Ambiente MINAM.

3.4.1. Fase inicial de gabinete

a. Recopilación, selección de información bibliográfica, cartográfica y elaboración de mapas base de los años 1991-2003-2016

Consistió en la recopilación y análisis del mayor número de información relacionada con el uso de las tierras en el distrito de Matara

Instituciones visitadas

Gobierno regional de Cajamarca – Sub gerencia de acondicionamiento territorial (ZEE – OT)

Autoridad Nacional del Agua (ANA).

El Ministerio del Ambiente – MINAM, del cual se obtuvo la información temática y cartográfica.

Descarga del modelo de elevación digital DEM

Se realizó a través del geo servidor del Ministerio del Ambiente de la zona 17 S.

Selección y descarga de imágenes Landsat

Imágenes Landsat del distrito de Matara, estas fueron adquiridas del servidor de www.glovis.usgs.gov vía internet

lo cual constituyo la base para el análisis de los cambios de cobertura y uso actual de la tierra, cuyas especificaciones son las siguientes:

Cuadro 6: Datos de las imágenes descargadas

ID	Satélite	Fecha
LT50090651991185CUB00	Landsat5	04/07/1991
LE70090652003210EDC03	Landsat7	29/07/2003
LC80090652016206LGN00	Landsat8	24/07/2016

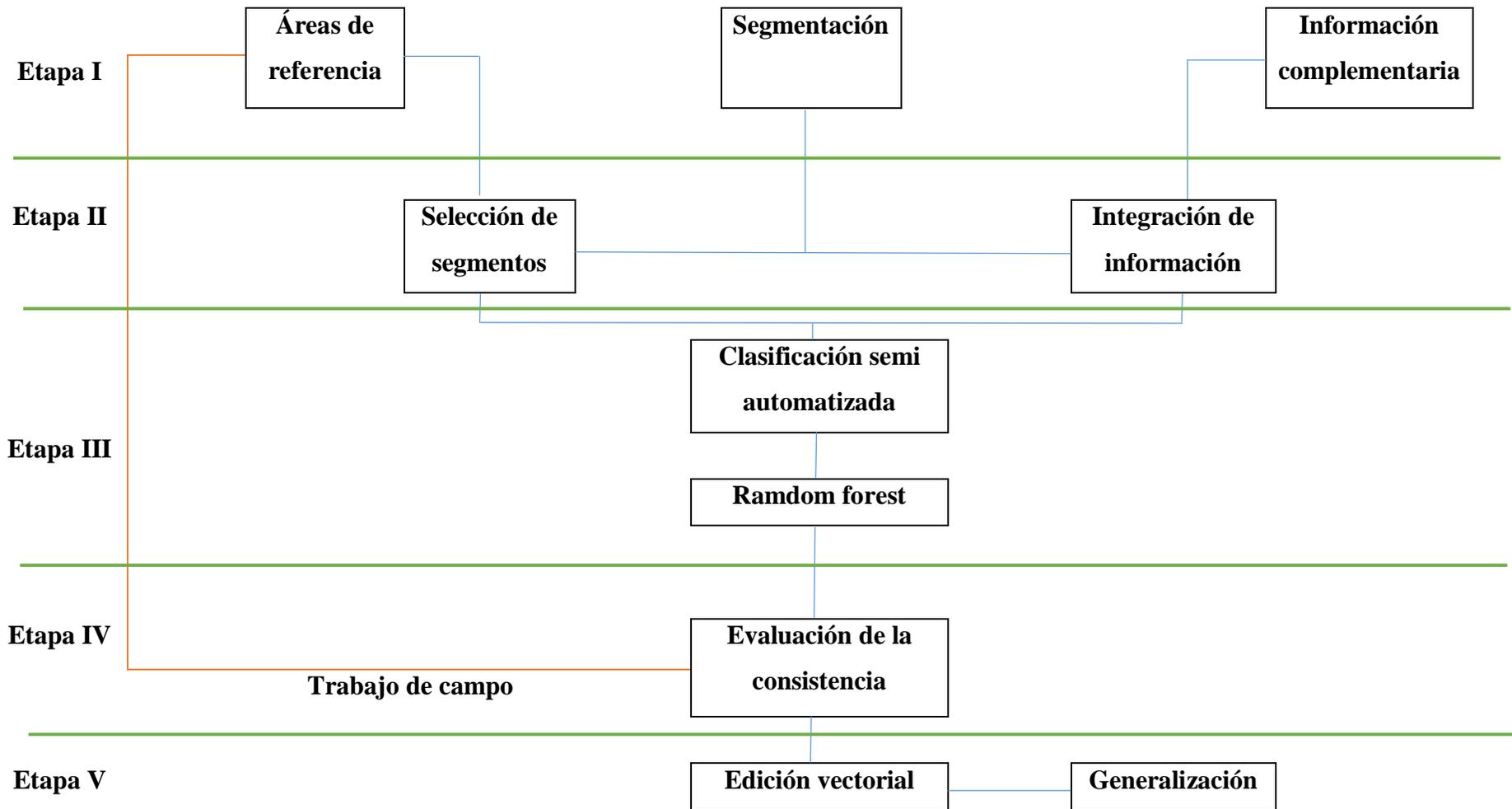
Fuente: Elaboración propia.

Corrección atmosférica de las imágenes descargadas

La corrección atmosférica se realizó con el software Erdas 2014, en donde se corrigió el ángulo de toma de imagen.

En la fase inicial se trabajó en las etapas I, II y III del Esquema 1, como se detalla a continuación

ESQUEMA 1: Proceso de clasificación para la representación cartográfica



b. Etapa I

Áreas de referencia

Se creó un shapefile en el software ArcGIS de forma geométrica (polígono) para poder delimitar el área de trabajo y posteriormente cortar las imágenes de Landsat5, Landsat7 y Landsat8 obteniendo como resultado un archivo con formato raster.

Segmentación

Para realizar el proceso de segmentación se utilizó el software Envi Zoom 4.8, con la finalidad de dividir en segmentos por medio de una agrupación de pixeles vecinos cuyas características (Brillo, textura, color) tienen valores similares, se consideró los siguientes parámetros

- **Escale:**

Para segmentar las imágenes se requiere solo un parámetro (scale level), este parámetro puede variar entre 0 y 100, valores altos generan pocos segmentos.

- **Merge:**

Es un parámetro opcional, tiene un rango de 0 a 100 se utiliza para integrar segmentos muy pequeños a segmentos más grandes, elementos como árboles y nubes pueden generar segmentos no deseados.

Cuadro 7: Valores obtenidos de la segmentación

Segmentación	Landsat5	Landsat7	Landsat8
Escale	10	20	20
Merge	40	40	30

Fuente: Elaboración propia

Información complementaria

Se utilizó el ModelBuilder “Coberturas_tablas para R” obtenido del Ministerio del Ambiente (MINAM), que nos permite la generalización de la selección de segmentos que posteriormente son utilizados como análisis en el proceso de clasificación, proceso mediante el cual se selecciona los segmentos que se intersectan con las áreas de entrenamiento haciendo una interrelación entre ambos asignando así las clases ya definidas en las áreas de entrenamiento digitalizadas.

c. Etapa II

Selección de segmentos (áreas de entrenamiento)

Se creó un shapefile con el nombre de aeita_1 con el software ArcGIS, que nos permite reconocer los segmentos que se muestran consistentes, constituye el conjunto de información de entrada que alimentara el proceso de clasificación automática.

Integración de información

La información complementaria se obtuvo con el software RGui 2.15 y el algoritmo “recogiendoInfoRaster” obtenido del Ministerio del Ambiente, consiste en unir la información obtenida del Modelo de Elevación Digital (DEM) y las imágenes satelitales como son:

- **Brightness**

Archivos en formato ráster que contiene datos sobre índice de brillo generado a partir de las imágenes satelitales de Landsat5, 7 y 8.

- **Greenness**

Archivos en formato ráster que contiene datos sobre índice de verdor generado a partir de las imágenes satelitales de Landsat 5, 7 y 8.

- **Slope**

Archivo en formato ráster que contiene datos sobre altitud, generados a partir del Modelo de Elevación digital (DEM).

- **Curvatura**

Describe las características físicas de una cuenca de drenaje para intentar entender los procesos de erosión y escorrentía. La pendiente afecta la tasa general de movimiento descendente. La orientación define la dirección del flujo. La curvatura del perfil afecta la aceleración y desaceleración del flujo y, por lo tanto, influye en la erosión y la sedimentación. La curvatura de la plataforma influye en la convergencia y divergencia del flujo.

En donde se nos genera una tabla llamada “Todo seg” en formato .dbf y .Rdata.

d. Etapa III

Clasificación semi automatizada

La clasificación semi automatizada se obtuvo con el software RGui 2.15 y el algoritmo “filtrar.tabla.todo.rf.2” obtenido del Ministerio del Ambiente, consiste en procesar los archivos “Todo seg, aeita_1, y el archivo obtenido de la información complementaria”, en donde se obtiene un mapa preliminar de las coberturas en un formato ráster.

Random forest

Es un algoritmo de clasificación no lineal que permite evaluar la veracidad del mapa obtenido en la fase inicial de gabinete.

3.4.2. Fase de campo

En esta fase se trabajó la etapa IV del esquema N° 1.

Evaluación de la consistencia

Los mapas obtenidos en la fase inicial fueron contrastados y validados In Situ y con una distribución al azar de puntos GPS, con los actores directos; es decir, sobre el mapa y la imagen satelital se realizaron las correcciones que eran necesarias, paralelamente se hizo anotaciones sobre el tipo de vegetación más importante, altitud, erosión, y datos referentes al uso actual de la tierra como cultivos, herbazales, arbustales, etc.

3.4.3. Fase Final de gabinete

En esta fase se trabajó la etapa IV del esquema N° 1.

Edición vectorial

Procesamiento que consistió en efectuar mediante el programa ArcGIS 10.3 sobre las imágenes satelitales, todos los ajustes espaciales corregidos a nivel de campo.

Generalización

La generalización se ha desarrollado luego de haber validado en campo los mapas obtenidos utilizando como simbología una tonalidad de color para cada una de las clasificaciones.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Categorías identificadas de cobertura y uso de la tierra bajo la clasificación Corine Land Cover.

Del análisis de las 3 imágenes utilizadas para la presente investigación, se obtuvieron 7 categorías, las cuales han sido clasificadas en el Nivel III de Corine Land Cover adaptada para Perú. Cada una de estas categorías sirvió para el análisis cuantitativo y cualitativo (análisis multi temporal) en el distrito de Matara. A continuación se muestra las categorías obtenidas de la clasificación:

Cuadro 8: Categorías del uso actual de la tierra identificadas en el distrito de Matara

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	Tu
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		Ct
	2.3. Pastos		Pa
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	He
		3.3.2. Arbustal	Ar
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.3. Tierras desnudas	Td
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	La

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. “1. Áreas artificializadas”

a. “1.1. Áreas urbanizadas”

“1.1.1 Tejido urbano continuo (Tu)”

Las áreas urbanizadas incluyen los espacios cubiertos por infraestructura urbana y todas aquellas áreas verdes y redes de comunicación asociadas con ellas, que configuran un tejido urbano.

Fotografía 1: Tejido urbano continuo distrito de Matara



4.1.2. “2. Áreas agrícolas”

a. “2.1. Cultivos transitorios (Ct)”

Tienen como característica fundamental, que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo. Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es generalmente corto (hasta 2 años), llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, como por ejemplo los cereales (maíz, trigo, cebada y arroz), los tubérculos (papa y yuca), las oleaginosas (el ajonjolí y el algodón), la mayor parte de las

hortalizas, algunas especies de flores a cielo abierto. En el distrito de Matara se pueden encontrar los siguientes cultivos maíz (*Zea mays*), trigo (*triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*), papa (*Solanum tuberosum*), chocho (*Lupinus mutabilis*), avena (*Avena sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Fotografía 2: Cultivos transitorios centro poblado Jocos



b. “2.3. Pastos (Pa)”

Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace. En el distrito de Matara podemos encontrar pastos naturales grama (*Cynodon dactylon*) y pastos cultivados como Rye gras (*Lolium multiflorum*), Trébol rojo (*Trifolium pratense*), trébol blanco (*Trifolium repens*), Alfalfa (*Medicago sativa*).

Fotografía 3: Categoría de pastos centro poblado Chucsen.



4.1.3. “3. Bosques y áreas mayormente naturales”

a. “3.3. Áreas con vegetación Herbácea y/o arbustivo ”

“3.3.1. Herbazal (He)”

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa o abierta. En el distrito de Matara se encontró las especies de herbazal como son *Schizachyrium sanguineum*, *baccharis hutchisonii*

Fotografía 4: Categoría de herbazales centro poblado San Juan



“3.3.2. Arbustal (Ar)”

Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 2 m, fuertemente ramificado en la base y sin una copa definida. En el distrito de Matara se encontró arbustales como Tres hojas (*Mauria heterophylla*), *lycianthes lycioides*, Tomatillo de perro (*solanum zahlbruckner*), *Hesperomelos cuneata*, *Chroquis fionthus niveus*, *baccharis alaternoides*, Ada (*tecoma sambucifolia*), Malmal (*Monnina conferta*), Tallanco (*Bacharis obtusifolia*).

Fotografía 5: Categoría de Arbustales centro poblado San Juan



b. “3.4. Áreas sin o con poca vegetación”

“3.4.3. Tierras desnudas (Td)”

Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos, algunos de los cuales pueden estar cubiertos por hielo y nieve.

Fotografía 6: Categoría de tierras desnudas centro poblado Choromarca.



4.1.4. “5. Superficies de agua”

“5.1. Aguas continentales”

“5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes”

En el distrito de Matara se encuentra la Laguna de Huaysaco a una distancia aproximada de 2.5 km de la ciudad.

Fotografía 7: Laguna Huysaco centro poblado San Juan.



4.2. Análisis de los cambios de cobertura y uso de la tierra ocurridos en los periodos 1991 - 2003 – 2016.

Del procesamiento de las imágenes satelitales, se obtuvieron los mapas de cobertura y uso actual de la tierra de cada periodo como se describe a continuación.

4.2.1. Cobertura y uso de la tierra año 1991.

a. Matriz de confusión

Se realizó la matriz de confusión para el año 1991 en dicha matriz se obtuvo la Fiabilidad del productor y la Fiabilidad del usuario como se muestra a continuación:

Cuadro 9: Matriz de confusión año 1991.

Resultados de la clasificación	Categorías asignadas en la imagen.							F. Usuario %
	Categorías	21	23	331	332	343	Total	
	21	38	0	0	0	0	38	100.00
	23	0	19	0	0	0	19	100.00
	331	0	0	13	0	1	14	92.86
	332	3	0	0	28	0	31	90.32
	343	0	0	0	0	12	12	100.00
	Total	41	19	13	28	13	115	F. global 96.64 %
	F. Productor %	92.68	100.00	100.00	100.00	92.31		

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

- ✚ En las filas se muestra la fiabilidad de las áreas de entrenamiento digitalizadas por el usuario

En la primera fila se digitalizaron 38 áreas de entrenamiento que pertenecen a Cultivos transitorios (21), de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

En la segunda fila se digitalizaron 19 áreas de entrenamiento que pertenecen a Pastos (23), de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

En la tercera fila se digitalizaron 14 áreas de entrenamiento que pertenecen a Herbazales (331), de las cuales 13 fueron correctamente digitalizadas y 1 fue confundida con Tierras desnudas (343). Equivalente a una fiabilidad del usuario de 92.86 %.

En la cuarta fila se digitalizaron 31 áreas de entrenamiento que pertenecen a Arbustales (332), de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

En la quinta fila se digitalizaron 12 áreas de entrenamiento que pertenecen a Tierras desnudas (343), de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

 **En la columna se muestra el acierto de la clasificación en el terreno por categoría:**

En la primera columna se obtuvieron 41 clasificaciones de las cuales 38 fueron clasificadas correctamente representando a Cultivos transitorios (21) y 3 fueron confundidas con Arbustal (332). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 92.68 %.

En la segunda columna se obtuvieron 19 clasificaciones de las cuales todas fueron clasificadas correctamente representando a Pastos (23). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 100.00 %.

En la tercera columna se obtuvieron 13 clasificaciones de las cuales todas fueron clasificadas correctamente representando a Herbazales (331). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 100.00 %.

En la cuarta columna se obtuvieron 28 clasificaciones de las cuales todas fueron clasificadas correctamente representando a Arbustales (332). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 100.00 %.

En la quinta columna se obtuvieron 13 clasificaciones de las cuales 12 fueron clasificadas correctamente representando a Tierras desnudas (343) y 1 fue confundida con Herbazal (331). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 92.31 %.

b. Índice kappa

Cálculo del índice kappa para el año 1991

$$P_o = \frac{38 + 19 + 13 + 28 + 12}{114} = 0.96$$

$$P_e = \frac{(41 \times 38) + (19 \times 19) + (13 \times 14) + (28 \times 31) + (13 \times 12)}{114} = 0.24$$

$$k = \frac{0.96 - 0.24}{1 - 0.24} = 0.95$$

Se obtuvo como resultado del cálculo de índice kappa 0.95 que según la fuerza de concordancia es Casi perfecto.

c. Porcentaje correctamente clasificado

El porcentaje correctamente clasificado para el año 1991 es 96.64 %

d. Categorías encontradas en el año 1991

Las principales categorías de cobertura vegetal encontrados en julio de 1991 fueron:

Cuadro 10: Categorías obtenidas para el año 1991.

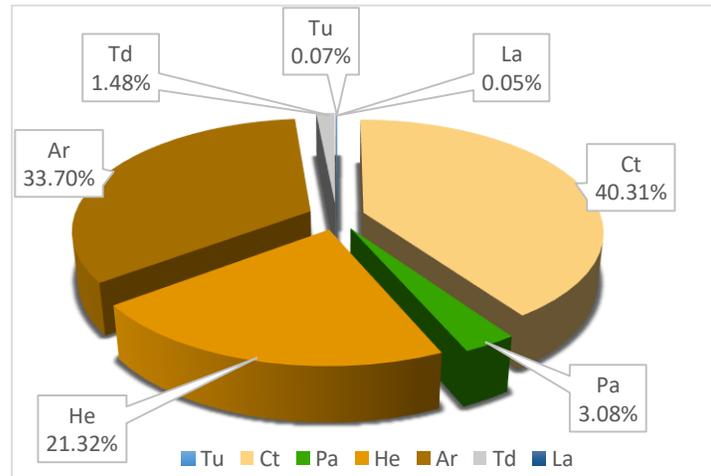
Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código	Área ha	%
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	Tu	3.81	0.07
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		Ct	2334.07	40.31
	2.3. Pastos		Pa	178.24	3.08
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	He	1234.67	21.32
		3.3.2. Arbustal	Ar	1951.62	33.70
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.3. Tierras desnudas	Td	85.45	1.48
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	La	2.88	0.05
TOTAL				5790.74	100.00

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 10

Observamos la superficie en hectáreas y porcentaje de las diferentes categorías en un nivel III del distrito de Matara

Grafico N° 1: Distribución porcentual de cobertura año 1991



Fuente: Elaboración propia

Según el grafico N° 1

- ✚ El 0.07 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Tejido urbano continuo (Tu).
- ✚ El 40.31 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Cultivos transitorios (Ct).
- ✚ El 3.08 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Pastos (Pa).
- ✚ El 21.32 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Herbazal (He).
- ✚ El 33.70 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Arbustal (Ar).
- ✚ El 1.48 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Tierras desnudas (Td).
- ✚ El 0.05 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Laguna (La).

4.2.2. Cobertura y uso de la tierra año 2003

a. Matriz de confusión

Se realizó la matriz de confusión para el año 2003 en dicha matriz se obtuvo la Fiabilidad del productor y la Fiabilidad del usuario como se muestra a continuación:

Cuadro 11: Matriz de confusión año 2003

Resultados de la clasificación	Categorías asignadas en la imagen							F. Usuario %
	Categorías	21	23	331	332	343	Total	
21	16	0	2	0	0	0	18	88.89
23	0	21	0	0	0	0	21	100.00
331	1	0	29	0	0	0	30	96.67
332	0	0	0	19	0	0	19	100.00
343	0	0	0	0	12	0	12	100.00
Total	17	21	31	19	12	0	100.00	F. Global 97.11 %
F. Productor %	94.12	100.00	93.55	100.00	100.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

✚ En las filas se muestra la fiabilidad de las áreas de entrenamiento digitalizadas por el usuario

En la primera fila se digitalizaron 18 áreas de entrenamiento que pertenecen a Cultivos transitorios (21), de las cuales 16 fueron correctamente digitalizadas y 2 fueron confundidas con Herbazales (He). Equivalente a una fiabilidad del usuario de 88.89 %.

En la segunda fila se digitalizaron 21 áreas de entrenamiento que pertenecen a Pastos (23), de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

En la tercera fila se digitalizaron 30 áreas de entrenamiento que pertenecen a Herbazales (331), de las cuales 13 fueron correctamente digitalizadas y 1 fue confundida con Cultivos

transitorios (21). Equivalente a una fiabilidad del usuario de 96.67 %.

En la cuarta fila se digitalizaron 19 áreas de entrenamiento que pertenecen a Arbustales (332), de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

En la quinta fila se digitalizaron 12 áreas de entrenamiento que pertenecen a Tierras desnudas (343), de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

 **En la columna se muestra el acierto de la clasificación en el terreno por categoría:**

En la primera columna se obtuvieron 17 clasificaciones de las cuales 16 fueron clasificadas correctamente representando a Cultivos transitorios (21) y 1 fue confundida con Herbazal (332). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 94.12 %.

En la segunda columna se obtuvieron 21 clasificaciones de las cuales todas fueron clasificadas correctamente representando a Pastos (23). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 100.00 %.

En la tercera columna se obtuvieron 31 clasificaciones de las cuales 29 fueron clasificadas correctamente representando a Herbazales (331) y 2 fueron confundidas con Cultivos transitorios (21). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 93.55 %.

En la cuarta columna se obtuvieron 19 clasificaciones de las cuales todas fueron clasificadas correctamente representando a Arbustales (332). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 100.00 %.

En la quinta columna se obtuvieron 12 clasificaciones de las cuales todas fueron clasificadas correctamente representando a Tierras desnudas (343). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 100.00 %

b. Índice kappa

Cálculo del índice kappa para el año 2003

$$P_o = \frac{16 + 21 + 29 + 19 + 12}{100} = 0.97$$

$$P_e = \frac{(17 \times 18) + (21 \times 21) + (31 \times 30) + (19 \times 19) + (12 \times 12)}{100} = 0.22$$

$$k = \frac{0.97 - 0.22}{1 - 0.22} = 0.96$$

c. Porcentaje correctamente clasificado

El porcentaje correctamente clasificado para el año 2003 es 97.11 %

d. Categorías encontradas en el año 2003

Las principales categorías de cobertura vegetal encontrados en julio de 2003 fueron:

Cuadro 12: Categorías obtenidas para el año 2003

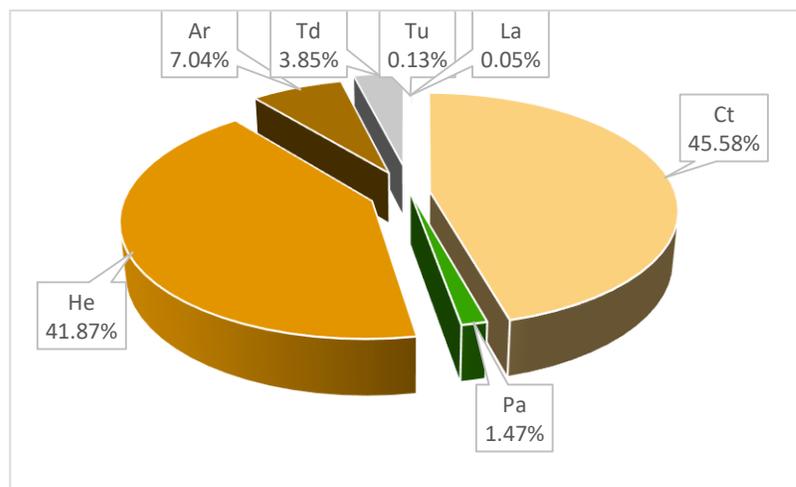
Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código	Área ha	%
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	Tu	7.69	0.13
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		Ct	2639.64	45.58
	2.3. Pastos		Pa	84.91	1.47
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	He	2424.66	41.87
		3.3.2. Arbustal	Ar	407.67	7.04
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.3. Tierras desnudas	Td	223.03	3.85
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	La	3.14	0.05
TOTAL				5790.74	100.00

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 12

Observamos la superficie en hectáreas y porcentaje de las diferentes categorías en un nivel III del distrito de Matara

Grafico N° 2: Distribución porcentual de cobertura año 2003



Fuente: Elaboración propia

Según el grafico N° 2

- ✚ El 0.13 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Tejido urbano continuo (Tu).
- ✚ El 45.58 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Cultivos transitorios (Ct).
- ✚ El 1.47 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Pastos (Pa).
- ✚ El 41.87 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Herbazal (He).
- ✚ El 7.04 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Arbustal (Ar).
- ✚ El 3.85 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Tierras desnudas (Td).
- ✚ El 0.05 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Laguna (La).

4.2.3. Cobertura y uso de la tierra año 2016

a. Matriz de confusión

Se realizó la matriz de confusión para el año 2016 en dicha matriz se obtuvo la Fiabilidad del productor y la Fiabilidad del usuario como se muestra a continuación:

Cuadro 13: Matriz de confusión año 2016

Resultados de la clasificación	Categorías asignadas en la imagen						
	21	23	331	332	343	Total	F. Usuario %
21	45	1	0	0	0	46	97.83
23	0	28	0	0	0	28	100.00
331	2	0	21	1	0	24	87.50
332	0	0	1	16	0	17	94.12
343	0	0	1	0	15	16	93.75
Total	47	29	23	17	15	131	F. global 95.42 %
F. Productor %	95.74	96.55	91.30	94.12	100.00		

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

✚ En las filas se muestra la fiabilidad de las áreas de entrenamiento digitalizadas por el usuario

En la primera fila se digitalizaron 46 áreas de entrenamiento que pertenecen a Cultivos transitorios (21), de las cuales 45 fueron correctamente digitalizadas y 1 fue confundida con Pastos (23). Equivalente a una fiabilidad del usuario de 97.83 %.

En la segunda fila se digitalizaron 28 áreas de entrenamiento que pertenecen a Pastos (23), de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

En la tercera fila se digitalizaron 24 áreas de entrenamiento que pertenecen a Herbazales (331), de las cuales 21 fueron

correctamente digitalizadas, 2 fueron confundidas con Cultivos transitorios (21) y 1 fue confundida con Arbustales. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 87.50 %.

En la cuarta fila se digitalizaron 17 áreas de entrenamiento que pertenecen a Arbustales (332) de las cuales 16 fueron correctamente digitalizadas y 1 fue confundida con Herbazales (331). Equivalente a una fiabilidad del usuario de 94.12 %.

En la quinta fila se digitalizaron 16 áreas de entrenamiento que pertenecen a Tierras desnudas (343), de las cuales 15 fueron correctamente digitalizadas y 1 fue confundida con Herbazales (331). Equivalente a una fiabilidad del usuario de 93.75 %.

 **En la columna se muestra el acierto de la clasificación en el terreno por categoría:**

En la primera columna se obtuvieron 47 clasificaciones de las cuales 45 fueron clasificadas correctamente representando a Cultivos transitorios (21) y 2 fueron confundida con Herbazal (332). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 95.74 %.

En la segunda columna se obtuvieron 29 clasificaciones de las cuales 28 fueron clasificadas correctamente representando a Pastos (23) y 1 fue confundida con Cultivos transitorios (21). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 96.55 %.

En la tercera columna se obtuvieron 23 clasificaciones de las cuales 21 fueron clasificadas correctamente representando a Herbazales (331), 1 fue confundida con Herbazales (331) y 1 fue confundida con Arbustal (332). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 91.30 %.

En la cuarta columna se obtuvieron 17 clasificaciones de las cuales 16 fueron clasificadas correctamente representando a Arbustales (332) y 1 fue confundida con Herbazales (331). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 94.12 %.

En la quinta columna se obtuvieron 15 clasificaciones de las cuales todas fueron clasificadas correctamente representando a Tierras desnudas (343). Equivalente a una fiabilidad de usuario de 100.00 %.

b. Índice kappa

Cálculo del índice kappa para el año 2003

$$P_o = \frac{45 + 28 + 21 + 16 + 15}{131} = 0.95$$

$$P_e = \frac{(47 \times 46) + (29 \times 28) + (23 \times 24) + (17 \times 17) + (15 \times 16)}{131} = 0.24$$

$$k = \frac{0.95 - 0.24}{1 - 0.24} = 0.94$$

c. Porcentaje correctamente clasificado

El porcentaje correctamente clasificado para el año 2016 es 95.42 %

d. Categorías encontradas en el año 2016

Las principales categorías de cobertura vegetal encontrados en julio de 2016 fueron:

Cuadro 14: Categorías obtenidas para el año 2016

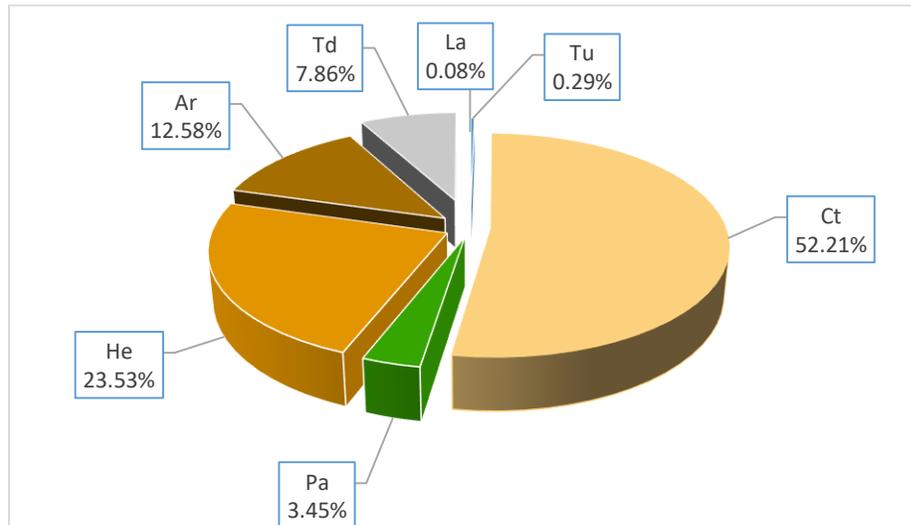
Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código	Area ha	%
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	Tu	17.06	0.29
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		Ct	3023.15	52.21
	2.3. Pastos		Pa	199.6	3.45
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	He	1362.57	23.53
		3.3.2. Arbustal	Ar	728.5	12.58
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.3. Tierras desnudas	Td	455.13	7.86
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	La	4.73	0.08
TOTAL				5790.74	100.00

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 14

Observamos la superficie en hectáreas y porcentaje de las diferentes categorías en un nivel III del distrito de Matara

Grafico N° 3: Distribución porcentual de cobertura año 2016



Fuente: Elaboración propia

Según el grafico N° 3

- ✚ El 0.29 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Tejido urbano continuo (Tu).
- ✚ El 52.21 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Cultivos transitorios (Ct).
- ✚ El 3.45 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Pastos (Pa).
- ✚ El 23.53 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Herbazal (He).
- ✚ El 12.58 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Arbustal (Ar).
- ✚ El 7.86 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Tierras desnudas (Td).
- ✚ El 0.08 % de la superficie del distrito de Matara está cubierta por Laguna (La).

4.3. Análisis de cambio y no cambio del uso de la tierra

Para determinar el cambio y no cambio de cobertura, se evaluó la variación de los polígonos de forma global entre cada periodo de evaluación (1991-2003, 2003-2016 y 1991-2016), sin importar los motivos o a que categorías de cobertura vegetal cambiaron dichos polígonos. A continuación se muestra los resultados del análisis:

4.3.1. Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1991 – 2003.

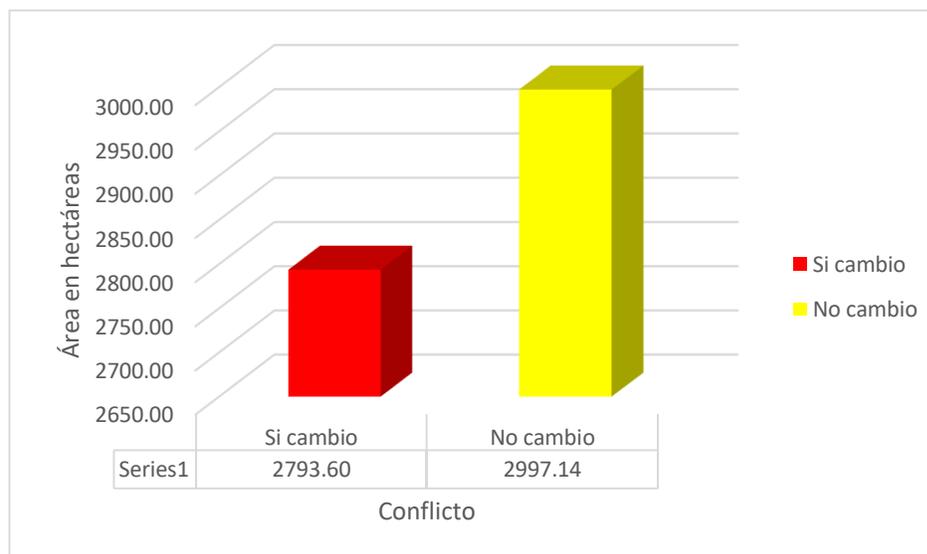
En el periodo 1991 -2003, se puede observar ganancia de área (+) como también pérdida (-) en las categorías obtenidas, el cambio en mayor proporción se dio en las categorías, Herbazal (He) con +1189.99 ha, Cultivos transitorios (Ct) +305.57 ha, tierras desnudas (Td) +137.58 ha, Tejido urbano continuo (Tu) +3.88 ha, Lagunas (La) +0.26 ha, mostrando un cambio positivo; por otro lado las categorías Arbustal (Ar) -1543.95 ha, Pastos (Pa) -93.33 ha, mostraron un cambio negativo. A continuación se detalla los resultados obtenidos en el cuadro y el mapa siguiente:

Cuadro N° 15: Perdida o ganancia de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1991 – 2003.

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código	superficie 1991		superficie 2003		1991 – 2003	
				Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	Tu	3.81	0.07	7.69	0.13	3.88	+0.07
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		Ct	2334.07	40.31	2639.64	45.58	305.57	+5.28
	2.3. Pastos		Pa	178.24	3.08	84.91	1.47	-93.33	-1.61
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	He	1234.67	21.32	2424.66	41.87	1189.99	+20.55
		3.3.2 Arbustal	Ar	1951.62	33.70	407.67	7.04	-1543.95	-26.66
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.3. Tierras desnudas	Td	85.45	1.48	223.03	3.85	137.58	+2.38
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	La	2.88	0.05	3.14	0.05	0.26	+0.00
TOTAL				5790.74	100.00	5790.74	100.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 4: Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1991 – 2003.



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 4

Se puede apreciar el cambio y no cambio de la superficie del distrito de Matara en hectáreas, de un total de 5794.70 ha sufrieron cambios 2797.18 ha equivalente al 48.30% y no cambio 2997.14 ha equivalente al 51,76 %.

4.3.2. Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 2003 – 2016.

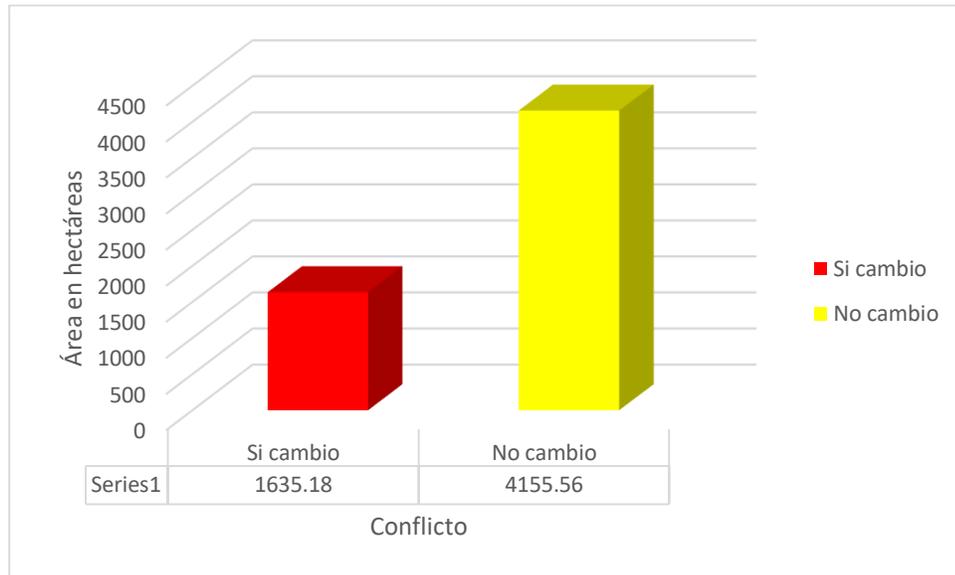
En el periodo 2003 -2016, se puede observar ganancia de área (+) como también pérdida (-) en las categorías obtenidas, el cambio en mayor proporción se dio en las categorías Cultivos transitorios (Ct) con +383.51 ha, Arbustal +320.83 ha, tierras desnudas +232.1, Pastos (Pa) +114.69 ha, Tejido urbano continuo (Tu) +9.37 ha, Lagunas (La) +1.59 mostrando un cambio positivo; por otro lado la categoría herbazal (He) - 1062.09 ha mostrado un cambio negativo. A continuación se detalla los resultados obtenidos en el cuadro y el mapa siguiente:

Cuadro N° 16: Pérdida o ganancia de la cobertura y uso de la tierra, periodo 2003 – 2016.

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código	superficie 2003		superficie 2016		2003 - 2016	
				Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	Tu	7.69	0.13	17.06	0.29	9.37	+0.16
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		Ct	2639.64	45.58	3023.15	52.21	383.51	+6.62
	2.3. Pastos		Pa	84.91	1.47	199.6	3.45	114.69	+1.98
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	He	2424.66	41.87	1362.57	23.53	-1062.09	-18.34
		3.3.2. Arbustal	Ar	407.67	7.04	728.5	12.58	320.83	+5.54
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.3. Tierras desnudas	Td	223.03	3.85	455.13	7.86	232.1	+4.01
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	La	3.14	0.05	4.73	0.08	1.59	+0.03
TOTAL				5790.74	100.00	5790.74	100.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 5: Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 2003 – 2016.



Fuente: Elaboración propia

En el grafico N° 5

Se puede apreciar el cambio y no cambio de la superficie del distrito de Matara en hectáreas, de un total de 5794.70 ha sufrieron cambios 1635.18 ha equivalente al 28.24% y no cambio 4155.56 ha equivalente al 71,76 %.

4.3.3. Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1991 – 2016.

En el periodo 1991 -2016, se puede observar ganancia de área (+) como también pérdida (-) en las categorías obtenidas, el cambio en mayor proporción se dio en las categorías Cultivos transitorios (Ct) con +689.08 ha, Tierras desnudas +369.68 ha, Herbazal (He) +127.90 ha, Pastos (Pa) +21.36 ha, Tejido urbano continuo (Tu) +13.25 Ha, Lagunas (La) +1.85 ha mostrado un cambio positivo; por otro lado la categoría Arbustal (Ar) -1223.12 ha mostrado un cambio negativo. A continuación se detalla los resultados obtenidos en el cuadro y el mapa siguiente:

Cuadro 17: Pérdida o ganancia de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1991 – 2016.

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Código	Superficie 1991		Superficie 2016		1991 - 2016	
				Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
1. Áreas artificializadas	1.1. Áreas urbanizadas	1.1.1 Tejido urbano continuo	Tu	3.81	0.07	17.06	0.29	13.25	+0.23
2. Áreas agrícolas	2.1. Cultivos transitorios		Ct	2334.07	40.31	3023.15	52.21	689.08	+11.90
	2.3. Pastos		Pa	178.24	3.08	199.6	3.45	21.36	+0.37
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	He	1234.67	21.32	1362.57	23.53	127.9	+2.21
		3.3.2. Arbustal	Ar	1951.62	33.70	728.5	12.58	-1223.12	-21.12
	3.4. Áreas sin o con poca vegetación	3.4.3. Tierras desnudas	Td	85.45	1.48	455.13	7.86	369.68	+6.38
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	La	2.88	0.05	4.73	0.08	1.85	+0.03
TOTAL				5790.74	100.00	5790.74	100.00	0.00	0.00

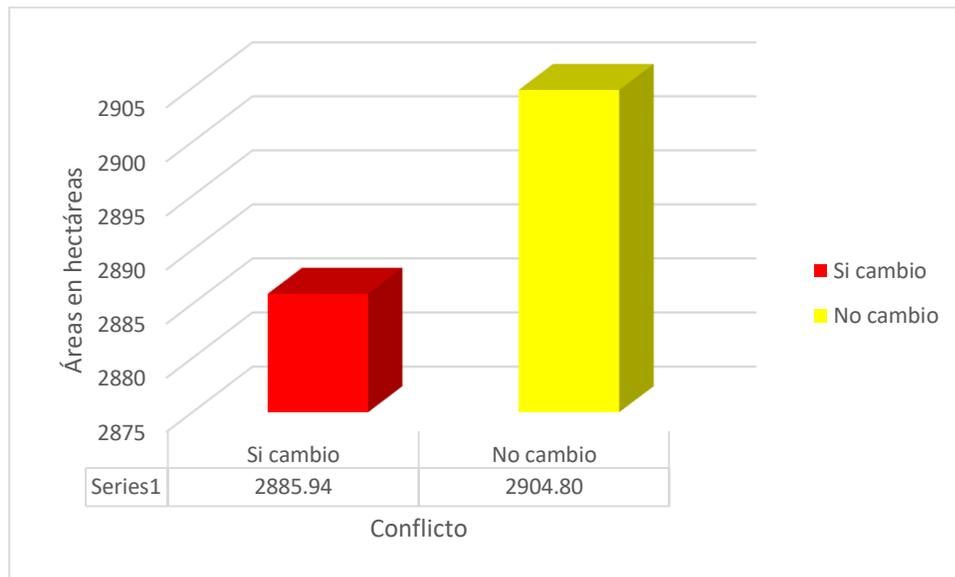
Fuente: Elaboración propia

Mapa cambio y no cambio 1991 - 2016

En el grafico N° 6

Se puede apreciar el cambio y no cambio de la superficie del distrito de Matara en hectáreas, de un total de 5794.70 ha sufrieron cambios 2885.94 ha equivalente al 49.84% y no cambio 2904.80 ha equivalente al 50,16 %.

Grafico N° 6: Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1991 – 2016.



Fuente: Elaboración propia

4.4. Análisis de transición de cobertura y uso de la tierra

4.4.1. Análisis de cambios por cobertura

El análisis de cambio por cobertura, consta en la evaluación del cambio por cobertura es decir de una cobertura inicial a una actual entre cada periodo de evaluación. En este proceso, solo se evalúa las áreas en las que hubo cambio, dejándose de lado los de no cambio. A continuación se muestran los resultados de este análisis.

a. Cambios de cobertura del periodo 1991 – 2003.

En cuanto a los cambios de cobertura del periodo 1991 – 2003 en el distrito de Matara, se determinó que los principales cambios de cobertura son:

- ✚ La categoría Cultivos transitorios (Ct) fue reemplazada por Tejido urbano continuo (Tu) con una área de 3.51 ha, Pastos (Pa) con una área de 98.95 ha, Herbazal (He) con una área de 354.58 ha y Lagunas (La) con un área de 0.36 ha. La categoría Cultivos transitorios (Ct) tuvo una pérdida total de 367.39 ha.

- ✚ La categoría Pastos (Pa) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 6.18 ha y Herbazal (He) con una área de 99.59 ha. La categoría Pastos (Pa) tuvo una pérdida total de 105.78 ha.

- ✚ La categoría Herbazal (He) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 640.55 ha y Tierras desnudas (Td) con una área de 135.54 ha. La categoría Herbazal (He) tuvo una pérdida de 776.09 ha.

- ✚ La categoría Arbustal (Ar) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 18.16 ha, Pastos (Pa) con una área de 10.14 ha y Herbazal (He) con una área de 1515.74 ha. La categoría Arbustal (Ar) tuvo una pérdida de 1544.05 ha.
- ✚ La categoría Laguna (La) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 0.29 ha.
- ✚ En conclusión en el periodo 1991 – 2003 la categoría Tejido Urbano continuo gano una área de 3.51 ha, Cultivos transitorios gano una área de 297.79 ha, Pastos (Pa) perdió 86.69 ha, Herbazal (He) gano una área de 1094.23 ha, Arbustal (Ar) perdió 1544.05 ha y Laguna (La) perdió 0.29 ha.

A continuación se presenta los resultados:

Cuadro N° 18: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1991 – 2003.

Código	Simbología	CUT_1991	CUT_2003	Área ha	%
1	Ct - Tu	Cultivos transitorios	Tejido urbano continuo	3.51	0.06
2	Ct - Pa	Cultivos transitorios	Pastos	8.95	0.15
3	Ct - He	Cultivos transitorios	Herbazal	354.58	6.12
4	Ct - La	Cultivos transitorios	Laguna	0.36	0.01
5	Pa - Ct	Pastos	Cultivos transitorios	6.18	0.11
6	Pa - He	Pastos	Herbazal	99.59	1.72
7	He - Ct	Herbazal	Cultivos transitorios	640.55	11.06
8	He - Td	Herbazal	Tierras desnudas	135.54	2.34
9	Ar - Ct	Arbustal	Cultivos transitorios	18.16	0.31
10	Ar - Pa	Arbustal	Pastos	10.14	0.18
11	Ar - He	Arbustal	Herbazal	1515.74	26.18
12	La - Ct	Laguna	Cultivos transitorios	0.29	0.01
13	No cambio			2997.14	51.76
Total				5790.74	100.00

Fuente: Elaboración propia

b. Cambios de cobertura del periodo 2003 - 2016.

En cuanto a los cambios de cobertura del periodo 2003 - 2016 en el distrito de Matara, se determinó que los principales cambios de cobertura son:

- ✚ La categoría Cultivos transitorios (Ct) fue reemplazada por Tejido urbano continuo (Tu) con una área de 8.56 ha, Pastos (Pa) con una área de 36.91 ha, Herbazal (He) con una área de 54.62 ha, Tierras desnudas (Td) con una área de 228.39 ha y Lagunas (La) con un área de 2.14 ha. La categoría Cultivos transitorios (Ct) tuvo una pérdida total de 330.62 ha.

- ✚ La categoría Pastos (Pa) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 6.26 ha y Arbustal (Ar) con una área de 6.96 ha. La categoría Pastos (Pa) tuvo una pérdida total de 13.22 ha.

- ✚ La categoría Herbazal (He) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 626.98 ha y Tierras desnudas (Td) con una área de 108.74 ha, Pastos (Pa) con una área de 90.91 ha y Arbustal (Ar) con una área de 8.73 ha. La categoría Herbazal (He) tuvo una pérdida de 1168.99 ha.

- ✚ La categoría Arbustal (Ar) fue reemplazada por Herbazal (He) con una área de 8.73 ha. La categoría Arbustal (Ar) tuvo una pérdida de 8.73 ha.

- ✚ La categoría Laguna (La) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 0.60 ha.

- ✚ La categoría Tierras desnudas (Td) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 113.02 ha.
- ✚ En conclusión en el periodo 2003 – 2016 la categoría Tejido urbano continuo (Tu) gano una área de 8.56 ha, Cultivos transitorios gano una área de 416.24 ha, Pastos (Pa) gano una área de 114.61 ha, Herbazal (He) perdio una área de 1105.64 ha, Arbustal (Ar) gano 340.59 ha, Laguna (La) gano una área de 1.54 ha y Tierras desnudas gano una área de 224.11 ha.

A continuación se presenta los resultados:

Cuadro N° 19: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 2003 – 2016.

Código	Simbología	CUT 2003	CUT 2016	Área ha	%
1	Ct - Tu	Cultivos transitorios	Tejido urbano continuo	8.56	0.13
2	Ct - Pa	Cultivos transitorios	Pastos	36.91	0.54
3	Ct - He	Cultivos transitorios	Herbazal	54.62	0.80
4	Ct - La	Cultivos transitorios	Laguna	2.14	0.03
5	Pa - Ct	Pastos	Cultivos transitorios	6.26	0.09
6	Pa - Ar	Pastos	Arbustal	6.96	0.10
7	He - Ct	Herbazal	Cultivos transitorios	626.98	9.23
8	He - Td	Herbazal	Tierras desnudas	108.74	1.60
9	He - Pa	Herbazal	Pastos	90.91	1.34
10	He - Ar	Herbazal	Arbustal	342.36	5.04
11	Ar - He	Arbustal	Herbazal	8.73	0.13
12	La - Ct	Laguna	Cultivos transitorios	0.60	0.01
13	Ct - Td	Cultivos transitorios	Tierras desnudas	228.39	3.36
14	Td - Ct	Tierras desnudas	Cultivos transitorios	113.02	1.66
15	No cambio			5155.56	75.92
TOTAL				5790.74	100.00

Fuente: Elaboración propia

c. Cambios de cobertura del periodo 1991 - 2016.

En cuanto a los cambios de cobertura del periodo 1991 - 2016 en el distrito de Matara, se determinó que los principales cambios de cobertura son:

- ✚ La categoría Cultivos transitorios (Ct) fue reemplazada por Tejido urbano continuo (Tu) con una área de 9.51 ha, Pastos (Pa) con una área de 85.71 ha, Herbazal (He) con una área de 173.49 ha, Tierras desnudas (Td) con una área de 91.46 ha, Arbustales (Ar) con una área de 9.88 ha y Lagunas (La) con un área de 2.15 ha. La categoría Cultivos transitorios (Ct) tuvo una pérdida total de 372.21 ha.

- ✚ La categoría Pastos (Pa) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 35.00 ha, Arbustal (Ar) con una área de 21.54 ha, Tejido Urbano continuo 1.89 ha y herbazal (He) con una área de 26.36 ha. La categoría Pastos (Pa) tuvo una pérdida total de 84.78 ha.

- ✚ La categoría Herbazal (He) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 822.53 ha, Tierras desnudas (Td) con una área de 305.68 ha y Arbustal (Ar) con una área de 4.73 ha. La categoría Herbazal (He) tuvo una pérdida de 1132.94 ha.

- ✚ La categoría Arbustal (Ar) fue reemplazada por Herbazal (He) con una área de 1058.60 ha, Cultivos transitorios (Ct) con una área de 167.85 ha, Tejido urbano continuo con una área de 1.90 ha, Pastos (Pa) con una área de 22.21 ha y Tierras desnudas (Td) con una área de 12.10 ha. La categoría Arbustal (Ar) tuvo una pérdida de 1262.66 ha.

- ✚ La categoría Laguna (La) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 0.31 ha.

- ✚ La categoría Tierras desnudas (Td) fue reemplazada por Cultivos transitorios (Ct) con una área de 33.04 ha.

- ✚ En conclusión en el periodo 1991 – 2016 la categoría Tejido urbano continuo (Tu) ganó una área de 13.30 ha, Cultivos transitorios ganó una área de 686.52 ha, Pastos (Pa) ganó una área de 23.14 ha, Herbazal (He) perdió una área de 1096.78 ha, Arbustal (Ar) perdió una área de 1226.51 ha, Laguna (La) ganó una área de 1.84 ha y Tierras desnudas ganó una área de 376.21 ha.

A continuación se presenta los resultados:

Cuadro N° 20: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1991 – 2016.

Código	Simbología	CUT 1991	CUT 2016	Área ha	%
1	Ct - Tu	Cultivos transitorios	Tejido urbano continuo	9.51	0.16
2	Ct - Pa	Cultivos transitorios	Pastos	85.71	1.48
3	Ct - He	Cultivos transitorios	Herbazal	173.49	3.00
4	Ct - La	Cultivos transitorios	Laguna	2.15	0.04
5	Pa - Ct	Pastos	Cultivos transitorios	35.00	0.60
6	Pa - Ar	Pastos	Arbustal	21.54	0.37
7	He - Ct	Herbazal	Cultivos transitorios	822.53	14.20
8	He - Td	Herbazal	Tierras desnudas	305.68	5.28
9	Ar - Ct	Arbustal	Cultivos transitorios	167.85	2.90
10	He - Ar	Herbazal	Arbustal	4.73	0.08
11	Ar - He	Arbustal	Herbazal	1058.60	18.28
12	La - Ct	Laguna	Cultivos transitorios	0.31	0.01
13	Ct - Td	Cultivos transitorios	Tierras desnudas	91.46	1.58
14	Td - Ct	Tierras desnudas	Cultivos transitorios	33.04	0.57
15	Ct - Ar	Cultivos transitorios	Arbustal	9.88	0.17
16	Pa - Tu	Pastos	Tejido urbano continuo	1.89	0.03
17	Pa - He	Pastos	Herbazal	26.35	0.45
18	Ar - Tu	Arbustal	Tejido urbano continuo	1.90	0.03
19	Ar - Pa	Arbustal	Pastos	22.21	0.38
20	Ar - Tu	Arbustal	Tierras desnudas	12.10	0.21
21	No cambio			2904.80	50.16
Total				5790.74	100.00

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- ✚ Se generó los mapas temáticos de cobertura y uso actual de la tierra con la metodología Corine Land Cover del distrito de Matara para los periodos 1991 – 2003 – 2016, en un nivel III, obteniendo siete categorías las cuales son: Herbazal, Arbustal, Tejido Urbano Continuo, Laguna, Tierras desnudas, Cultivos transitorios, Pastos.
- ✚ Con el algoritmo de máxima verosimilitud se elaboró los mapas de cobertura y uso actual de la tierra para los periodos 1991 – 2003 – 2016, alcanzando una fiabilidad de 96.64 % de veracidad para el año 1991, 97.11 % de veracidad para el año 2003, 95.42 % para el año 2016 el cual fue validado in situ.
- ✚ La cobertura que más cambio sufrió en el periodo 1991 – 2003 fue Arbustal (Ar) con una pérdida de 1543.95 ha equivalente al 26.66%, la cobertura con menos cambio fue Lagunas con un aumento de área de 0.26 ha equivalente al 0.001 %. Para el periodo 2003 – 2016 la cobertura con más cambio fue herbazal (He) con una disminución de 1062.09 ha equivalente al 18.34 %, la cobertura con menos cambio fue Laguna con aumento de 1.59 ha equivalente al 0.03 %. En el periodo 1991 – 2016 la cobertura con más cambio fue Arbustal (Ar) con una disminución de 1223.12 ha equivalente al 21.12 %, la cobertura con menos cambio fue Laguna (La) que aumento 1.85 ha equivalente al 0.03 %.
- ✚ La cobertura que más cambio sufrió en el periodo 1991 – 2003 fue Arbustal con una pérdida de 1543.95 ha por motivos de perdida de fertilidad de suelos y busca de nuevas áreas de cultivo, la cobertura con menos cambio fue Laguna que aumento 0.26 ha el aumento se dio debido a que en la laguna se construyó un muro para poder almacenar más agua en tiempos de lluvia. En

el periodo 2003 – 2016 la categoría con más cambio fue Herbazal con una área de 1062.09 ha por motivos que los terrenos cultivados fueron abandonados por tierras nuevas y más fértiles, la categoría con menos cambio fue Laguna por motivos del estancamiento del agua. En el periodo 1991 – 2016 la categoría con más cambio fue Arbustal con una disminución de 1223.12 ha por motivos de pérdida de fertilidad de suelos y búsqueda de nuevos terrenos fértiles, la categoría con menos cambio fue Laguna que aumento 1.85 ha por motivos del estancamiento del agua de lluvia.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Acuña, H; Horna, J. 2012. Mapa de cobertura y uso actual de las tierras. Departamento de Lambayeque.

APN – SIB (Administración de Parques Nacionales - Sistema de Información de Biodiversidad). 2005. Protocolo para el pre procesamiento de imágenes satelitales Landsat para aplicaciones de la administración de parques nacionales. Buenos Aires – Argentina. (En línea). Consultad el 16 de ene. 2017.

Alcántara, G. 2014. Estudio Especializado Análisis de los Cambios de la Cobertura y Uso de la Tierra – Departamento de Cajamarca.

Ariza, A. 2013. Descripción y corrección de productos Landsat 8 LDCM. Bogotá – Colombia. 46 p.

Cohen J. (1960) A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas* **20**:37-46.

Carletta, Jean. (1996) Assessing agreement on classification tasks: The kappa statistic. *Computational Linguistics*, 22(2), pp. 249–254.

Felicísimo, A. Modelos Digitales de Terreno: Introducción y aplicación en las ciencias ambientales" (en línea). 122 pág. Consultado el 10 de diciembre 2016. Disponible en <http://www6.uniovi.es/~feli/pdf/libromdt.pdf>.

Chuvieco, E. 2002. Teledetección Ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio. Barcelona. Ariel Ciencia. 584 p.

Chuvieco, E. 2008. Teledetección Ambiental 3ra edición. Barcelona España: Editorial Ariel S.A. 595 p.

De la Rosa, D. 2008. Evaluación Agro-ecológica de suelos para un desarrollo rural sostenible (en línea). Mundi-prensa. Madrid 404 p. Consultado el 15 de dic. 2016. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=WZ4SAQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 1990. Aplicación de la tecnología de percepción remota a las pesquerías marinas: manual introductorio

Fernández, I.; Herrero, E. (2001). El Satélite Landsat Análisis Visual de Imágenes Obtenidas del Sensor ETM+ Satélite Landsat.

IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia). 2007. METODOLOGÍA CORINE LAND COVER. (En línea). Consultado el 11 de ene. 2017.

IICA (Instituto Inter Americano de las Ciencias Agrícolas de la O.E.A). Curso internacional de Reforma Agraria. Campinas - Sau Paulo – Brasil. (En línea). Consultado el 16 de ene. 2017.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2012. Aspectos técnicos de las imágenes Landsat. (En línea) consultado el 13 ene. 2017.

INEGI (Instituto nacional de estadística y geografía). 2017. Imágenes del territorio (En línea). Consultado 15 de ene, 2017.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas y Espaciais). 2011. Análisi multitemporal de uso y cobertura del suelo en el Municipio de Manaure – Guajira – Colombia, Implementando imágenes Landsat. (En línea) consultado el 8 de ene. 2017.

James Verdin, Diego Pedreros, Gary Eilerts (2003). "Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI)", *FEWS - Red de Alerta Temprana Contra la Inseguridad Alimentaria, Centroamérica*, USGS/EROS Data Center, 2003.

Jansen, L.; Di Gregorio, A. 1998. Parametric land cover and land-use classifications as tools for environmental change detection. *Agriculture, ecosystems & environment*, 91(1), 89-100.

Martínez, R et al. 2012. La cobertura vegetal en la cuenca del canal de Panamá. República de Panamá. Consultado 16 ene. 2017. Disponible en http://www.geoinstitutos.com/art_03.asp.

Maune, D. F. (ed.; 2001), *Digital Elevation Model Technologies and Applications: the DEM Users Manual*, The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, USA.

MINAM (Ministerio dei Ambiente).2014. Análisis de las Dinámicas de Cambio de Cobertura de la Tierra en la Comunidad Andina (en línea). Lima, Perú. Consultado 20 nov. 2016. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/18/2013/10/Informe-final-de-Proyecto-Dinamica-de-los-ambios-de-la-Tierra-CAN.pdf>

Orozco, L y Brumér, C. 2002. Inventario forestal para bosques Latifolia dos en América Central. Costa Rica. Cosude. 263 p.

Peña, J. 2006. Sistemas de información geográfica aplicadas a la gestión del territorio.

Peralvo, M. y Bastidas, L. 2014. Monitoreo de cambio de cobertura y uso de la tierra a escala de sitios. Protocolo 3 - Versión 1. CONDESAN/COSUDE: Quito, Ecuador.

Pérez, C; Muñoz, A. 2006. Teledetección: Nociones y aplicaciones. España. Universidad de Salamanca. 356 p.

Petraglia, C; Acosta, S; Acosta, L. 2015. Sistema de clasificación de cobertura de la ttietta – FAO. Uruguay.; 23 jul. Consultado en 18 ene. 2017. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2567871>.

Richters, E. 1995. Manejo del uso de la tierra en América Central: hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra (No. 28). Agroamerica.

Sánchez, R. 2001. Ordenamiento Territorial. Santiago – Chile. Artes Gráficas Sagrhel Ltda. Consultado 9 ene. 2017. Disponible en https://books.google.com.pe/books?id=cSPB_8jFVsAC&pg=PA76&dq=interpretaci%C3%B3n+de+imagenes+satelitales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi0y6HpgqXTAhUFNiYKHTgmD6cQ6AEILTAD#v=onepage&q&f=false.

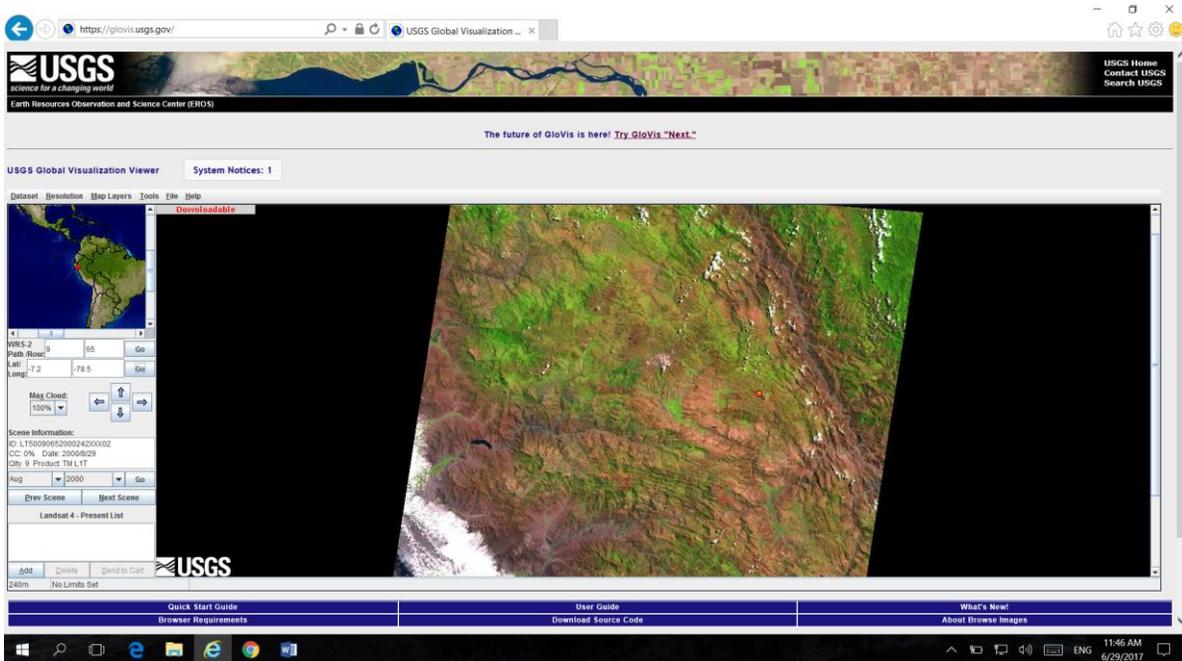
SEDICI (Repositorio Institucional de la UNLP). 2014. Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ y ASTER para la caracterización de la cobertura vegetal en la zona centro de la provincia de Loja, Ecuador. (En línea). Consultado el 10 ene, 2017.

UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia). 2015. Cuestiones de Teledetección. (En línea). Consultado el 8 de ene. 2017.

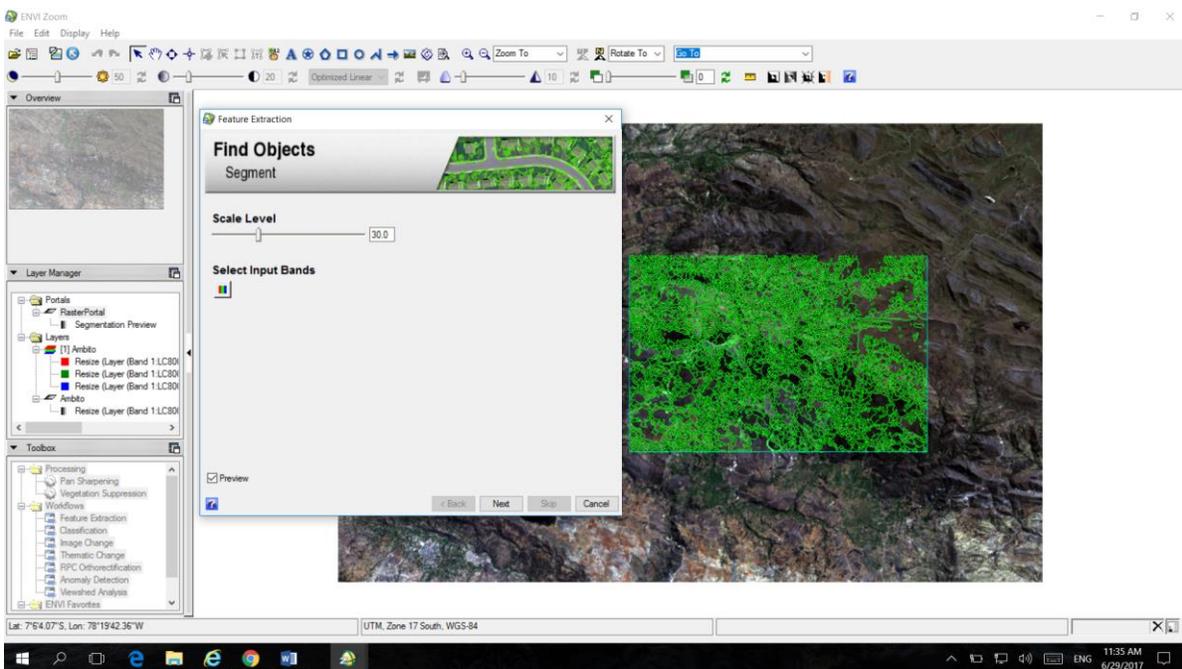
USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional). 2014. Informe final de la consultoría asistencia técnica para el análisis de la cobertura y uso de la tierra para el ordenamiento territorial en la provincia de picota. (En línea). Consultado 15 de ene, 2017.

Zorogastúa, P, Quiroz, R. 2011. Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura – Perú. 10ma edición. Lima – Perú.

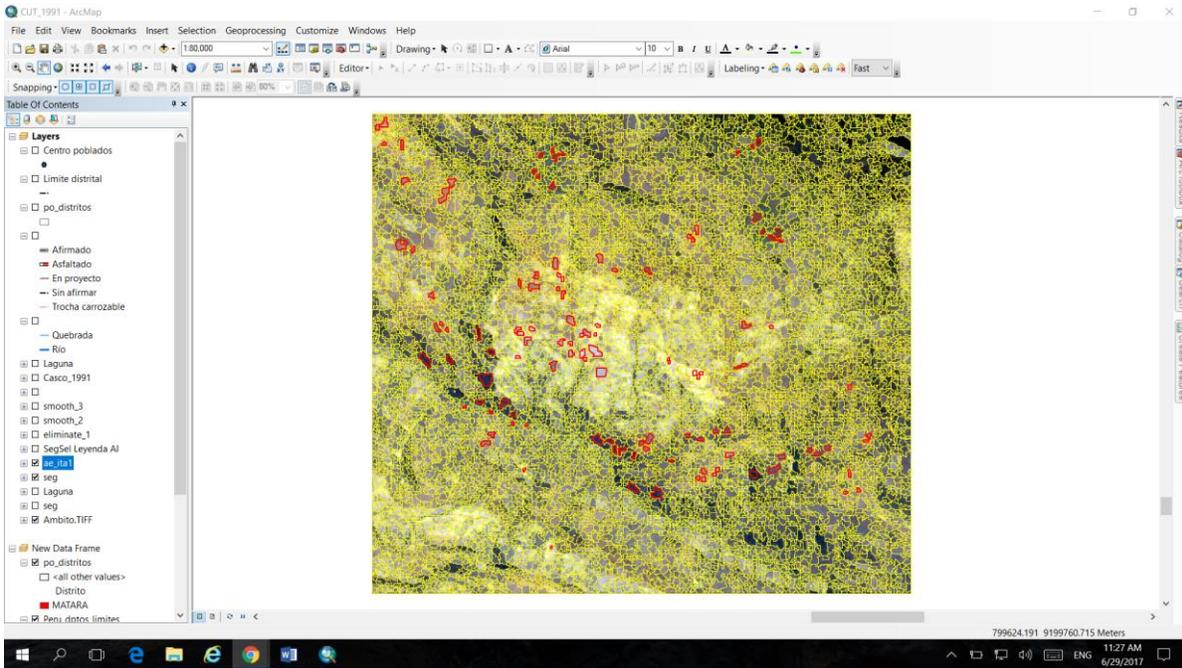
ANEXOS



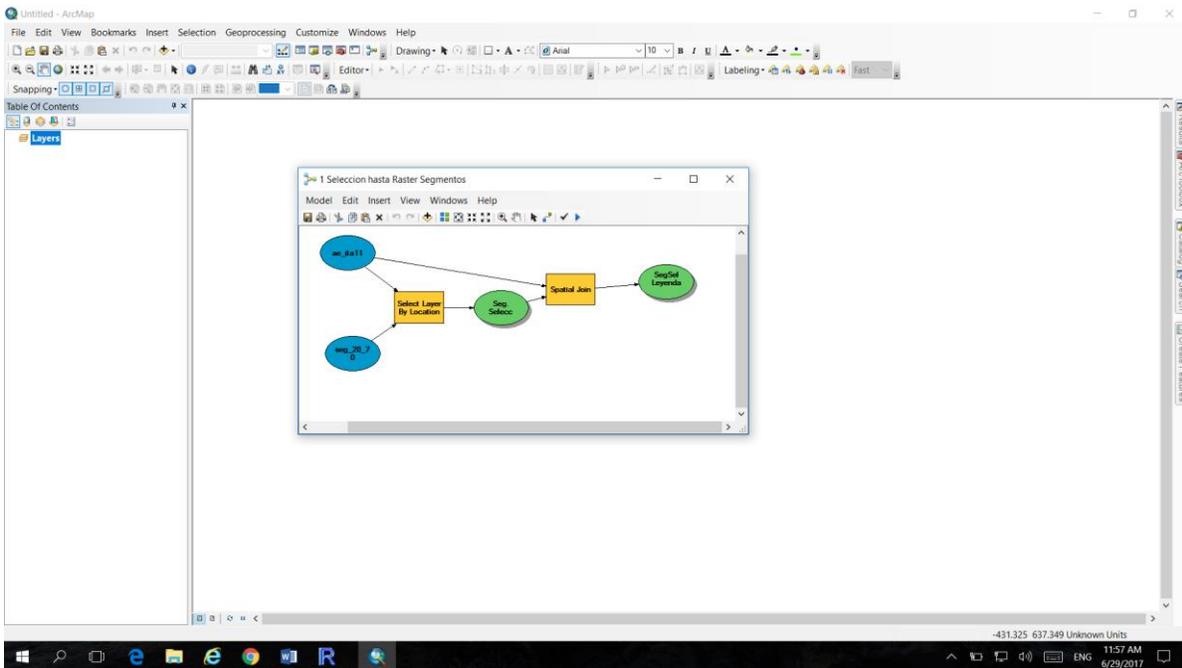
Fotografía 8: Selección de imagen para el área de estudio.



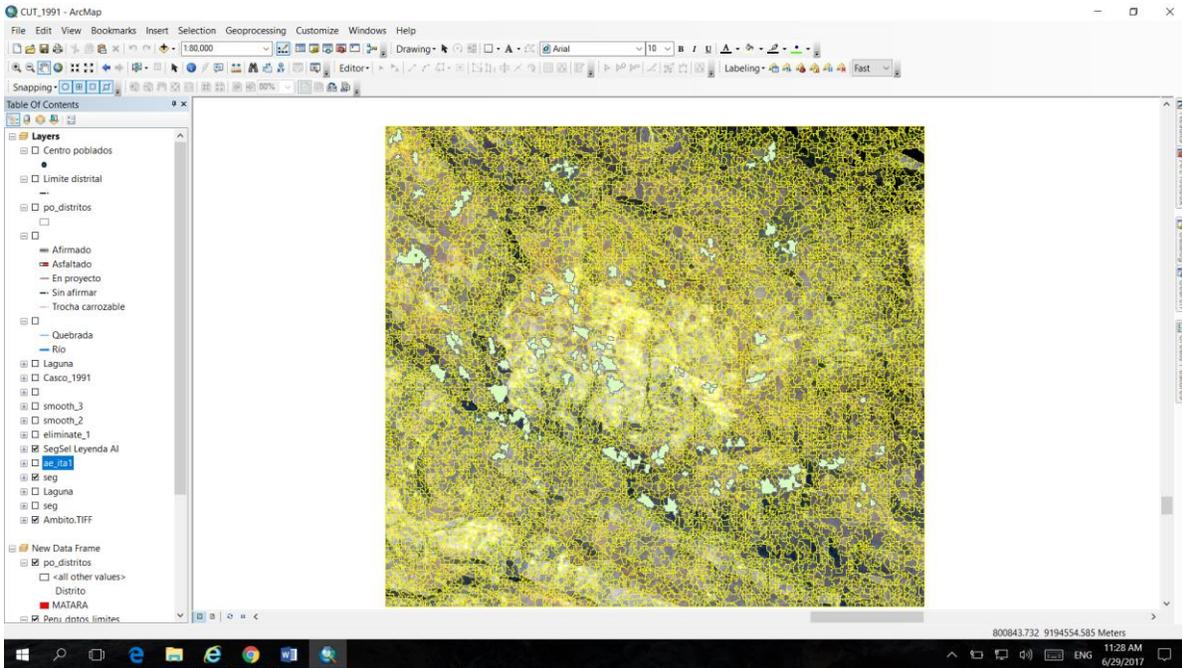
Fotografía 9: Segmentación del área de estudio



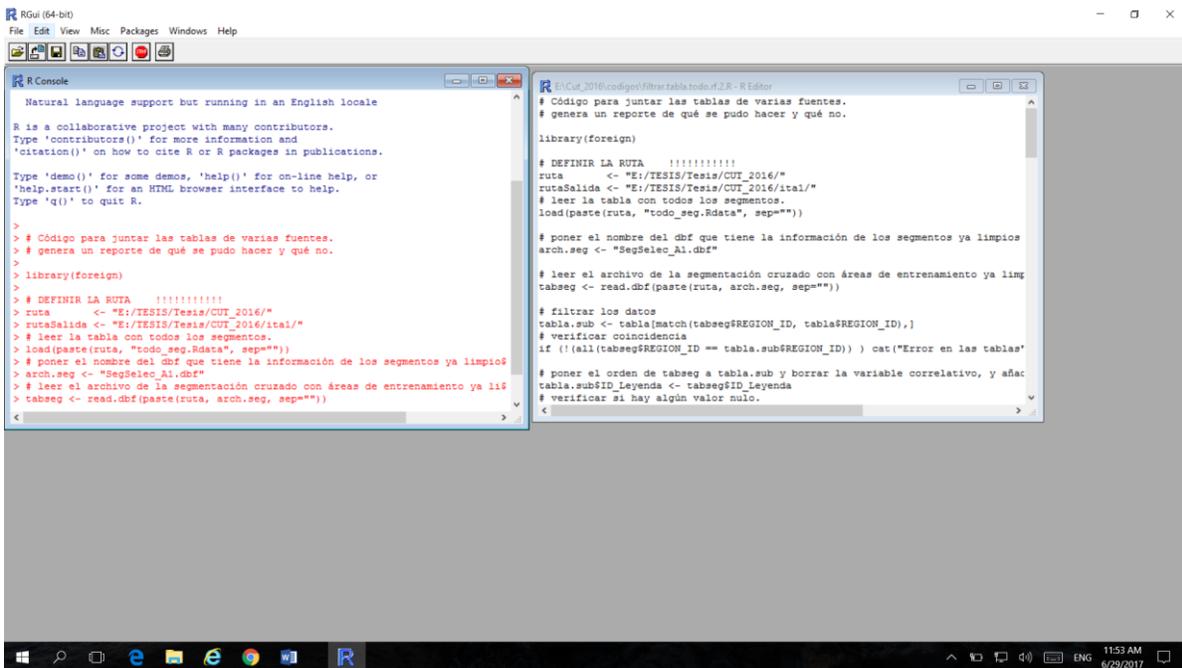
Fotografía 10: Digitalización de áreas de entrenamiento.



Fotografía 11: Aplicación de ModelBuilder para generar la información complementaria.



Fotografía 12: Resultados de la ejecución del ModelBuilder.





Fotografía 14: Entrada al Tejido Urbano de Matara



Fotografía 15: Estancamiento de la Laguna Huaysaco.



Fotografía 16: Verificación in situ del mapa CUT 2016.



Fotografía 17: Consulta a los pobladores.