



UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS E
INFORMATICA**

TESIS

**APLICACIÓN INFORMÁTICA EN EL ANÁLISIS DE
IMÁGENES DE SUPERFICIE TERRESTRE**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

AUTOR:

Bach. LUIS ANGEL RAYMUNDO ARELLANO

LIMA – PERÚ

2019

ASESOR DE TESIS

.....

ING. WILVER AUCCAHUASI AIQUIPA

JURADO EXAMINADOR

MG. EDMUNDO JOSE BARRANTES RIOS

Presidente

MG. DENIS CHRISTIAN, OVALLE PAULINO

Secretario

MG. EDWIN HUGO BENAVENTE ORELLANA

Vocal

DEDICATORIA

Con todo mi amor a mí querida Madre, que está siempre a mi lado, quiero dedicarle todos mis méritos, mis esfuerzos, mis luchas inacabables.

AGRADECIMIENTO

Al asesor de tesis, por la paciencia y dedicación además a todos los profesores que siempre imparten que el conocimiento es poder.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de determinar la influencia existente entre la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre.

El problema general refiere a la interrogante ¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre?, cuya hipótesis general es: Influirá la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre. Las variables de estudio: Variable Independiente “Aplicación Informática” y la Variable Dependiente “Análisis de Imágenes de Superficie Terrestre”. Se utilizó el diseño No Experimental de corte transversal, de tipo Explicativo y método Cuantitativo.

De la imagen original capturada por el satélite, se busca detectar las zonas vegetales y no vegetales (zonas dañadas por acción de la mano del humano), a través de características y valores cromáticos, para la interpretación de una imagen trabajamos con la reflectancia, a la energía que reflejan estas coberturas del total de energía que reciben del sol, este análisis de textura corresponde a una imagen satelital, y visualizada a través de un software para combinar las bandas según criterio para luego realizar un Dataset, estas imágenes son de 25 x 25 pixeles, las imágenes se trabajan en falso color compuesto, y aplicar funciones de algoritmo de Entropía, Contraste Mínimo, Contraste Máximo, Homogeneidad Mínimo, Homogeneidad Máximo, Energía Mínimo y Energía Máximo.

Los resultados obtenidos indican que existe una mayor distancia en valores de Entropía, Contraste, mientras que en valores de homogeneidad y Energía existen una menor distancia en valores. Los mejores índices del análisis resultan en Entropía y Contraste, y los de Homogeneidad y Energía en menores índices.

Palabras Claves: imagen, características, reflectancia, Dataset, cromáticos, bandas.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the purpose of determining the influence existing between the computer applications in the analysis of images of terrestrial surface.

The general problem refers to the question ¿How does the computer application influence the analysis of images of the terrestrial surface? Whose general hypothesis is: There will be influence of the computer application in the analysis of images of terrestrial surface. The study variables: Independent Variable "Computer Application" and the Dependent Variable "Earth Surface Image Analysis". The non-experimental cross-sectional design, Explanatory type and Quantitative method was used.

From the original image captured by the satellite, it is sought to detect plant and non-plant zones (areas damaged by human hand action), through characteristics and chromatic values, for the interpretation of an image we work with reflectance, the energy reflected by these coverage's of the total energy they receive from the sun, this texture analysis corresponds to a satellite image, and visualized through software to combine the bands according to criteria and then perform a Dataset, these images are 25 x 25 pixels, the images are worked in false composite color, and apply algorithm functions of Entropy, Minimum Contrast, Maximum Contrast, Minimum Homogeneity, Maximum Homogeneity, Minimum Energy and Maximum Energy.

The obtained results indicate that there is a greater distance in values of Entropy, Contrast, while in values of homogeneity and Energy existence a smaller distance in values. The best indices of the analysis turn out to be in Entropy and Contrast, and those of Homogeneity and Energy in lower indices.

Reserved words: image, characteristics, reflectance, dataset, chromatic, bands.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	i
Asesor de tesis.....	ii
Jurado examinador.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Índice de contenido.....	viii
Índice de tablas.....	xii
Índice de gráficos.....	xiv
Índice de figuras.....	xv
Introducción.....	xvi
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	19
1.1. Planteamiento de la investigación.....	19
1.2. Formulación del problema.....	23
1.2.1. Problema general.....	23
1.2.2. Problemas específicos.....	23
1.3. Justificación del estudio.....	24
1.4. Objetivo de la investigación.....	25
1.4.1. Objetivo general.....	25
1.4.2. Objetivos específicos.....	26

II. MARCO TEÓRICO.....	27
2.1. Antecedentes de la investigación.....	27
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	27
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	36
2.2. Bases teóricas de las variables.....	42
2.2.1. Bases teóricas de la variable independiente.....	42
2.2.1.1. Definición de Aplicación Informática.....	42
2.2.1.2. La teoría de los lenguajes.....	43
2.2.1.3. Traductores de lenguajes.....	43
2.2.1.4. Evolución de los lenguajes de programación.....	44
2.2.1.5. Breve historia de los lenguajes de programación.....	45
2.2.1.6. Dimensiones de la variable independiente.....	46
2.2.1.7. Indicadores de la variable independiente.....	48
2.2.2. Bases teóricas de la variable dependiente.....	50
2.2.2.1. Definición de la variable dependiente.....	50
2.2.2.2. Elementos de la percepción visual y remota.....	52
2.2.2.3. La luz y el espectro electromagnético.....	54
2.2.2.4. Procesamiento de imagen color.....	57
2.2.2.5. Fundamentos del color.....	63
2.2.2.6. Modelos de color.....	64
2.2.2.7. Procesamiento de imagen pseudocolor.....	68
2.2.2.8. Dimensión de la variable dependiente.....	69

2.2.2.9. Indicadores de la variable dependiente.....	70
2.3. Definición de términos básicos.....	71
III. MÉTODOS Y MATERIALES.....	74
3.1. Hipótesis de la investigación	74
3.1.1. Hipótesis general.....	74
3.1.2. Hipótesis específicas.....	74
3.2. Variable del estudio.....	75
3.2.1. Definición conceptual.....	75
3.2.2. Definición operacional.....	78
3.3. Tipo y nivel de investigación.....	79
3.4. Diseño de la investigación.....	80
3.5. Población y muestra del estudio.....	81
3.5.1. Población.....	81
3.5.2. Muestra.....	82
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	82
3.6.1. Técnica de recolección de datos.....	82
3.6.2. Instrumento de recolección de datos.....	83
3.6.2.1. Confiabilidad del instrumento.....	84
3.6.2.2. Validación de instrumento.....	85
3.7. Métodos de análisis de datos.....	85
3.8. Aspectos éticos.....	86

IV. RESULTADOS.....	87
4.1. Resultados.....	87
V. DISCUSION.....	109
5.1. Análisis de discusión de resultados.....	109
VI. CONCLUSIONES.....	113
6.1. Conclusiones.....	113
VII. RECOMENDACIONES.....	117
7.1. Recomendaciones.....	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
ANEXOS.....	125
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	126
Anexo 2: Matriz de operacionalización.....	129
Anexo 3: Instrumento.....	130
Anexo 4: Validación de instrumentos.....	131
Anexo 5: Matriz de datos.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lenguajes más populares y los años que aparecieron.....	45
Tabla 2: Satélites de observación terrestres.....	53
Tabla 3: Principales combinaciones y uso.....	58
Tabla 4: Descripción técnica satélite Landsat 8.....	59
Tabla 5: Inicio hasta la actualidad programa Landsat.....	60
Tabla 6: Bandas, ancho, resolución y uso.....	61
Tabla 7: Definición operacional.....	78
Tabla 8: Instrumento.....	84
Tabla 9: Validación de expertos.....	85
Tabla 10: Característica entropía: cobertura vegetal.....	88
Tabla 11: Característica entropía: cobertura no vegetal.....	89
Tabla 12: Característica contraste mínimo: cobertura vegetal.....	91
Tabla 13: Característica contraste mínimo: cobertura no vegetal.....	92
Tabla 14: Característica contraste máxima: cobertura vegetal.....	94
Tabla 15: Característica contraste máxima: cobertura no vegetal.....	95
Tabla 16: Característica homogeneidad mínimo: cobertura vegetal.....	97
Tabla 17: Característica homogeneidad mínimo: cobertura no vegetal.....	98
Tabla 18: Característica homogeneidad máximo: cobertura vegetal.....	100
Tabla 19: Característica homogeneidad máximo: cobertura no vegetal.....	101
Tabla 20: Característica energía mínimo: cobertura vegetal.....	103
Tabla 21: Característica energía mínimo: cobertura no vegetal.....	104

Tabla 22: Característica energía máximo: cobertura vegetal.....	106
Tabla 23: Característica energía máximo: cobertura no vegetal.....	107

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Característica Entropía.....	90
Gráfico 2: Característica Contraste mínimo.....	93
Gráfico 3: Característica Contraste máximo.....	96
Gráfico 4: Característica Homogeneidad mínimo.....	99
Gráfico 5: Característica Homogeneidad máximo.....	102
Gráfico 6: Característica Energía mínimo.....	105
Gráfico 7: Característica Energía máximo.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagen obtenida de un sensor multiespectral de 4 bandas.....	51
Figura 2: Percepción remota con fuentes de radiación solar.....	53
Figura 3: Espectro electromagnético.....	55
Figura 4: Sensibilidad a la luz de un sensor.....	56
Figura 5: Línea del tiempo de la serie Landsat.....	61
Figura 6: Matriz RGB.....	65
Figura 7: Cubo de color RGB esquemático.....	65
Figura 8: Modelos del color CMYK.....	66
Figura 9: Atributos perceptuales básicos del color.....	67
Figura 10: Proceso de cálculo de falso color.....	68

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las imágenes satelitales capturadas por los satélites es una de las opciones más interesante para poder discriminar imágenes, para esto la ciencia de la Teledetección, está brindando sus mejores condiciones, ya sea en características, resoluciones, tamaño, dimensiones de imágenes, altura de imágenes desde el satélite, además teniendo en cuentas las condiciones atmosféricas y el número de sensores que son utilizados.

La era digital, hace que podamos apreciar mejor una imagen satelital, capturado a través de un equipo espacial, para que cada una de las personas puedan observar cada una de sus características, más cuando es a colores donde sobresale las intensidades y su evaluación para su interpretación es cada día más aceptado usando equipos de tecnologías.

El análisis de imágenes satelitales, en la actualidad es muy conocido debido a las diferentes formas y equipos quienes capturan estas imágenes de lugares con poca accesibilidad y desde una altura donde la única barrera es la atmósfera. Diferentes instituciones públicas y privadas realizan dichas capturas de imágenes, algunos cuidando su territorio y sus recursos naturales, otros violando el espacio para fines diferentes para lo que han sido creados, muchas veces invadiendo la privacidad, también son usados para fines comerciales como las películas, en especial para el estudio tanto en universidades como en instituciones públicas y privadas.

Las imágenes satelitales son en este caso cromáticos donde se analizarán los diferentes colores, todo basado en la luz, de donde nacen y son conocidos por todos, tenemos los colores primarios (rojo, verde, azul) y los secundarios (cian, magenta, amarillo), estas combinaciones de color, hace que el ojo humano pueda apreciar de la mejor manera posible, hay que tener en cuenta que los colores son continuos. A partir de la luz blanca que se emite, tiene todos los colores, estos colores son los que discriminan los diferentes eventos que se pueden encontrar en las imágenes tales como áreas verdes, ríos, lagos, lagunas, suelos, edificaciones, etc.

El ojo humano está adaptado para ver los diferentes tipos de colores que la luz emite, los colores tienen un número continuo y es por eso su análisis, y la utilización de una aplicación informática para un cálculo rápido, de otro lado las segmentaciones de las imágenes tienen patrones para determinar los colores a que pertenecen.

Las imágenes satelitales de recursos naturales son conocidos a nivel mundial, y son las que más captura realizan para ser analizados y estudiadas, actualmente, debido a su importancia en los cambios climáticos en estos últimos años, la contaminación ambiental, la preservación del planeta, el cuidado de reservas de oxígeno, y muchos temas importantes que son temas a diario de información en todo el mundo.

Los equipos a usar para el análisis de imágenes en sus diferentes cálculos estarán realizados por el software Matlab versión 6.5, del año 2017, el cual es una herramienta matemática con entorno de desarrollo integrado, con programación propia, donde realizaremos el análisis de los indicadores como son la entropía, contraste mínimo y máximo, homogeneidad mínima y máxima, energía mínima y máxima.

Las partes de la presente investigación es como se indica:

En el capítulo I: Problema de la investigación, planteamiento del problema, formulación del problema, justificación y aportes de estudio, objetivos de la investigación.

En el capítulo II: Marco teórico, antecedentes de la investigación, nacionales e internacionales, bases teóricas de las variables.

En el capítulo III: Métodos y materiales, hipótesis, definición de las variables, nivel de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de la recolección de datos, validación y confiabilidad de instrumentos, métodos del análisis de datos, aspectos éticos.

En el capítulo IV: Resultados, análisis de característica entropía, análisis características contraste mínimo, análisis de características contraste máximo, análisis

de característica homogeneidad mínimo, análisis de característica homogeneidad máximo, análisis energía mínima, análisis energía máxima.

En el capítulo V: Discusión, el propósito es presentar la relación de causa-efecto de la aplicación informática sobre el análisis de imágenes de superficie terrestre, describiendo sus impactos. También se discutirá los principales hallazgos.

En el capítulo VI: Conclusión, se basa con respecto al objetivo general y los objetivos específicos.

En el capítulo VII: Recomendaciones, se realiza en función al objetivo general y los objetivos específicos.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento de problema

A nivel internacional la teledetección ambiental es la ciencia que interactúa con muchas especialidades y una de ellas es la ingeniería de sistemas, la teledetección ha evolucionado mucho desde las primeras imágenes capturadas y emitidas desde 1972 cuando se inició la era de la constelación Landsat, ha ido evolucionando con el tiempo hasta que en la actualidad posee satélites muy complejos con mayor cantidad de resolución, más píxeles, números de sensores para cada captura, infrarrojo medio, infrarrojo térmico o lejano, las micro - ondas. (Chuvieco, 2008)

Las imágenes satelitales a colores capturadas por satélites de recursos ambientales son en estos momentos de gran ayuda para la humanidad, porque muestran que cada día la vegetación es devastada, por acción de la humanidad, cada imagen obtenida en un tiempo de 16 días, muestran la diferencia de la cubierta vegetal, este libro muestra algunas técnicas para analizar cada imagen satelital, como el sistema sig (sistema de información geográfico), en este caso me dedico a usar otra técnica de análisis de imágenes satelitales a través de las texturas cromáticas.

El análisis de imágenes satelitales para distinguir las áreas urbanas y rurales de diferentes fechas de la ciudad de Madrid, para analizar los suelos fértiles en su tiempo, ahora invadido por la urbanización, que está expone a un riesgo de inundaciones en poblaciones. Para tal efecto el uso de la ciencia de la teledetección es importante. La desaparición e invasión de suelos agrícolas por las áreas urbanas sigue causando problemas, muchos de estas áreas están ubicadas a la ribera del rio, Madrid es una ciudad con record de inundaciones históricas donde los más afectados son los fluvisoles y el sellado del suelo. La utilización de imágenes del sensor TM del satélite Landsat 5 son adecuadas para este análisis, son imágenes georreferidas y corregidas atmosféricamente, se usa el software ERDAS imagine 2010. (García Rodriguez & Perez Gonzales, 2011)

En este informe proponen analizar la desaparición de los mejores suelos agrícolas de la ciudad de Madrid usando imágenes satelitales medioambientales, las

cuales se encuentran disponibles desde hace mucho tiempo hasta la actualidad, utilizan imágenes del satélite Landsat 5, un software de tratamiento de imágenes ERDAS imagen 2010, mapas de las ciudades del análisis desde 1989 al 2009. En los resultados manifiestan que la cartografía muestra resultados, y que el análisis de imágenes satelitales y la cartografía en conjunto pueden mejora resultados.

El uso de imágenes satelitales Landsat TM. Uso de sensores remotos, que generan imágenes satelitales para ser analizadas. La conservación de pastizales Cuchillas de la Zarca, México; que son amenazados constantemente por usos agrícolas por la demanda de alimentos, la cobertura vegetal, fragmentación de los ecosistemas terrestre, los cambios progresivos de la cubierta vegetal, análisis de mapas de diferentes tiempos. Datos históricos de la existencia de imágenes satelitales desde los años ochenta, estudio realizado en un periodo de tiempo de cuatro años, se construye un mosaico de cada escena del área, el uso de imágenes a colores hace que se pueda distinguir diferentes clases de vegetación, se trabaja con grandes extensiones de terreno de superficie terrestre. (León Mata, Pinedo Alvarez, & Martinez Guerrero, 2014)

En este informen proponen usar para el análisis, imágenes de cobertura vegetal medio ambiental, usan imágenes satelitales por ser de menos costo, además representan grandes extensiones, con estas imágenes visualizan la disminución de la cobertura vegetal a través de la observación, trabajan con la calibración de la reflectancia mínima y máxima, para el procesamiento de datos usan software ArcGis, para el análisis e interpretación de imágenes usan varios indicadores con buenos resultados.

Las imágenes satelitales para analizar la perdida de coberturas vegetales, en el valle de Santiago, Guanajuato, México; debido al incremento de la población humana y animal, los cambios de suelos para usos agrícolas y pecuarias, que afectan al cambio climático, alterando el ecosistema. Es oportuno realizar es uso de estas imágenes satelitales y las técnicas de percepción remota, consultando datos desde hace treinta años, la medición tanto vegetal y no vegetal, para entender las causas, factores

medioambientales y socioeconómicos que afectan su uso. La humanidad en su afán de progresar, buscando prosperidad, con el esfuerzo de toda la población, para adquirir riquezas, pero a la vez destruyendo nuestra única casa que tenemos. La percepción de la tierra vista desde el satélite, es útil para analizar el objetivo, las ondas de la reflectancia hacen que el sensor pueda medir la energía reflejada, usando cuatro tipos de información: la diferenciación espectral, la diferenciación espacial, la diferenciación radiométrica, la diferenciación temporal. (Pineda Pastrana, 2011)

Acá utilizan imágenes satelitales para el análisis del cambio del uso del suelo, usan también el sistema de información geográfica sig, sensores remotos, se utiliza el método post comparación, clasificación por método supervisado, máxima verosimilitud, software ERDAS 8.7, los cuales muestran los cambios de suelos.

Las imágenes satelitales cromáticas pueden ser analizadas por sus colores, pues existe una interacción luz-materia-ojo, el humano tiene límites para ver los colores, se utiliza modelos de color CIECAM02, la observación estándar de la CIE, la reproducción del color a través de la tecnología, que contribuya a la interpretación e información final al usuario, a través de descriptores que son tres: tono, luminosidad y color. El color óptimo no existe en la naturaleza, podemos encontrarlos a través de visión por computadora para que la percepción humana pueda interpretarla, el uso de algoritmos para buscar los colores más óptimos en el rango espectral seleccionado. Usan para este cálculo algoritmos de MATLAB. (Perales Romero, 2009)

En este informe sobre colores óptimos, trabaja con imágenes cromáticas, el modelo de color CIECAM02, basada el color en la fuente de luz, muestra la deficiencia de la visión humana, emplea diferentes aplicaciones tecnológicas para su análisis, son buenas opciones de análisis de imágenes satelitales.

La utilización de imágenes satelitales, lugar de desarrollo fue en Córdoba Argentina, uso de satélite Landsat, tres imágenes, menciona que mejoraron las condiciones de laboreo y producción de soja y maíz, productos banderas de Argentina, mejorando con respecto a cultivos tradicionales y con técnicas sin imágenes, utilizando las bandas del 1 al 7 para una lectura adecuada, hace que mejore los resultados y

sirva como garantía de mejor produce una área determinada y con datos más precisos, que mejoran las ganancias y disminuye los costos. (Nolasco, Willington, & Bocco, 2014)

Usamos imágenes satelitales por su bajo costo, existen gran cantidad de imágenes, pero utiliza un método diferente como es el da Máxima Verosimilitud, para el análisis estadístico utiliza el análisis de matrices por confusión, además utiliza el coeficiente Kappa, para diferenciar la imagen satelital y el verdadero terreno, la cual son métodos buenos pero diferente a los presentados en este informe.

A nivel nacional, el uso de imágenes satelitales, en este caso dos imágenes para analizar los Humedales Altos Andinos (HAA) de la zona del Santa en la Región Ancash, fue importante para determinar la cantidad más aproximada de extensión, como que el 25% son HAA de los cuales un 66% son perennes y el 34% son temporales, teniendo en cuenta la mayor cantidad de precipitaciones fluviales que se da en esta región, a diferencia de otros estudios y herramientas utilizadas, las imágenes del satélite, hacen más real la información, la investigación sólo se da en esta región como un prototipo, teniendo en cuenta que dichos HAA son fuentes de vida y su control influye en el cambio climático actual. (Garcia & Otto, 2015)

Para el análisis usan imágenes satelitales Landsat ETM, como yo lo hago en este análisis, que fueron adquiridas de la U.S.G.S., utiliza información meteorológica, y trabajo de campo con el uso de un GPS, para delimitar área usa el producto MODIS MOD13Q1, todos son alternativas como analizar imágenes satelitales de superficie terrestre.

La desertificación de suelos en la región Apurímac, es un caso tan complejo que involucra temas sociales, el uso de la teledetección realizado en 2007 identifica nueve tipos de suelos, catorce tipos de vegetación, numerosos casos socioeconómicos en las siete provincias y cerca de los 80 distritos analizados, el paisaje como muestra de los cambios hace un llamado de atención a la situación de ese momento. (Ibañez & Damman, 2010)

Combatir la desertificación, usan imágenes satelitales, además de programas de procesamiento de la información como SPSS y STAT, análisis de componentes principales, otra forma de analizar imágenes, por el historial y la comparación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Entropía?

¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Contraste Mínimo?

¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Contraste Máximo?

¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Homogeneidad Mínimo?

¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Homogeneidad Máximo?

¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de las características cromáticas de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Energía Mínimo?

¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de las características cromáticas de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Energía Máximo?

1.3. Justificación del estudio

En la justificación técnica: si es necesario la realización de la presente investigación por la siguientes razones, en la actualidad es muchas zonas de diferentes lugares de nuestro territorio está en constante cambios, debido a la expansión colonizadora por explotar los diferentes recursos de la naturaleza hecha por la mano del hombre (daño humano), y por lo tanto se necesita imágenes a diario y estas tienen que ser analizadas para una interpretación acertada la cual sirva como información precisas para la toma de decisiones, muchas zonas que se encuentran alejadas de las zonas urbanas, es de difícil control, ahora con el avance de la tecnología y la existencia de los satélites de recursos naturales hace posible capturar imágenes de inmensa coberturas casi mensualmente, la razón de saber cuánto daño a diario nosotros los humanos hacemos en contra de la naturaleza, otra razón usar los colores que proporciona la naturaleza para realizar su análisis, yo creo que una razón importante es la afectación a la naturaleza a nuestro planeta y por ende a la raza humana, que al final es la más afectada. Con todos estos argumentos y quizás existan otros más, se justifica técnicamente el objetivo del a presente investigación, teniendo en cuenta que puede ser de gran ayuda para nuestras autoridades actuales. Además, motiva a seguir investigando fundamentalmente para proteger la vida humana y la naturaleza en general.

En la justificación operativa la forma como se realizará la presente investigación, es a través del uso del satélite Landsat, que es un satélite dedicado a tomar imágenes de recursos naturales y que es administrado por la U.S.G.S de los Estados Unidos de América, los sensores de estos satélites reciben información a través de la energía electromagnética y todos los materiales de la tierra reflejan o emiten energía electromagnética y los sensores miden esa intensidad de energía reflejada, la acción del rebote. Estas imágenes son capturadas desde el espacio aproximadamente desde

705 kilómetros de distancia, recubriendo la tierra en 16 días, utilizando la potencia de sus sensores TM y ETM+, además de utilizar la herramienta sofisticada de computación para resolver problemas matemáticos conocido como Matlab y para su visualización se usará un software Sopi, que trabaja bien con las imágenes satelitales que se capturan.

En la justificación metodológica se va a seguir los siguientes pasos: se usa una imagen de una zona determinada cuya cobertura es amplia se trabaja con imágenes capturadas desde el espacio con dimensiones de 180 kilómetros de largo por 190 kilómetros de ancho. Acá no se pretende observar hojas de las plantas o el tamaño de una piedra, porque un pixel tiene una distancia de treinta metros de la superficie terrestre, por lo tanto, se trabaja con la cobertura del área. Con el uso del visualizador Sopi, se carga la imagen para luego hacer su combinación según las necesidades y criterios a trabajar, después de combinar dicha imagen para después ser recortada en pequeñas imágenes para su lectura, interpretación y análisis, todo esto se almacena en un Dataset y de ahí se realiza el análisis de cada imagen con una medida de 25 x 25 pixeles para su análisis. Una vez ya guardada todas las imágenes en un Dataset se procede a uso del software Matlab, en donde se realiza una programación para definir los objetivos de la presente investigación usando los indicadores se realiza el análisis, todo esto es analizado en una tabla para luego ser comparadas y su respectivo cálculo tabulando y verificando si están dentro de las condiciones planteadas.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Analizar la influencia de la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre

1.4.2. Objetivos específicos

Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Entropía.

Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Contraste Mínimo.

Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Contraste Máximo.

Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Homogeneidad Mínimo.

Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Homogeneidad Máximo.

Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Energía Mínimo.

Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Energía Máximo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

Viera-Maza G. (2017), muestra los siguientes datos de su informe de tesis: “Procesamiento de imágenes usando OpenCV aplicado en Raspberry pi para la clasificación del cacao”; Universidad de Piura, Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico – Eléctrico, variables: variable dependiente “procesamiento de imágenes”, variable independiente “usando OpenCV aplicado en Raspberry Pi”; dimensión, características externas; indicadores, textura, color, promedio de granos, color de cotiledones; resultados, en el color interno del grano, se distinguen dos clases blanco y morado, en el fermentado tres clases: grano bien fermentado, grano parcialmente fermentado, grano mal fermentado; conclusiones: 1) En el Perú no existen muchos sistemas de visión artificial para la evaluación de calidad y clasificación de productos agrícolas. Generalmente, la inspección se realiza de manera manual, siendo esto una limitante para el desarrollo de la agroindustria. 2) La visión artificial cumple un rol muy importante en el desarrollo de nuevas aplicaciones en la industria agroalimentaria, como la evaluación de calidad y selección de un producto respetando ciertos parámetros impuestos por el consumidor. Con las opciones baratas y rápidas tanto en software como hardware, se utilizarán más sistemas de visión artificial para la evaluación de la calidad de los alimentos, y así, aumentarán las posibilidades de comercialización 3) En los últimos años, con el aumento del uso de técnicas de procesamiento de imágenes, que es el núcleo de la visión por computador, se ha logrado que la inspección de productos sea automatizada, objetiva, rápida e higiénica. Sobre la base de la visión por ordenador, es factible aumentar el rendimiento de la producción, disminuir los costes de producción, y mejorar la confiabilidad de la calidad de los productos. 4) La iluminación juega un papel muy importante en los sistemas de visión artificial, se debe tener en cuenta la disposición e intensidad de la iluminación, pues influye en el procesamiento de la imagen. El sistema desarrollado se basa en la extracción de las características externas de los granos de cacao como el tamaño y

color, entonces durante la adquisición se deben evitar en las imágenes dos defectos: las sombras y los brillos. Las sombras aparecen cuando no se ubican adecuadamente la fuente de iluminación, o existe una escasez de fuentes de iluminación, y los brillos aparecen cuando la dirección de la iluminación no es la adecuada. 5) El diseño de un prototipo sencillo y práctico para la clasificación de granos de cacao según características externas, sirve para saber que mejorar para su implementación en la industria. Además, permite abordar proyectos aplicando el conocimiento sobre visión artificial adquirido en esta tesis, pues las mismas técnicas de procesamiento de imágenes para el grano de cacao se puede adaptar para evaluar y seleccionar automáticamente otros productos como café, bananos, mango, etc. 6) El sistema desarrollado implica una solución del cuerpo de selección con respecto al manera artesanal, y una mayor precisión en la evaluación. Sería importante utilizar nuevas características específicas que complementan a las anteriormente utilizadas para determinar otras cualidades como el grado de fermentación durante la producción. 7) El resultado de esta tesis es un sistema para la clasificación de granos de cacao según su tamaño utilizando técnicas de procesamiento de imágenes con un porcentaje de aciertos de 89 % en un total de 300 imágenes evaluadas. La diferencia entre el valor real y experimental se debe principalmente a que las medidas se realizaron con un pie de rey como sabemos los granos tienen un volumen deforme entonces en ciertos casos había que hacer algunas aproximaciones. 8) Actualmente los sistemas existentes de visión artificial no tienen la suficiente flexibilidad para manejar las variaciones biológicas en distintos productos. Se debe tener en cuenta que los productos agrícolas tienen una forma incierta, tamaño y colores diferentes incluso si son de la misma variedad. Por ello, la inspección de calidad de estos productos presenta desafíos específicos debido a que algunas de las características representativas de calidad no se pueden definir fácilmente. Por ejemplo, existen ciertas irregularidades en la apariencia del producto que son aceptable para ciertos clientes y para otros no. 9) Si se utiliza una cámara web para capturar imágenes del perfil del grano de cacao se puede hallar una relación entre la altura y el ancho de los granos, con el grado de fermentación de estos. Una mala fermentación puede causar un achatamiento considerable del grano y no se forma el porcentaje adecuado de estrías.

10) A medida que se lleva a cabo el proceso de fermentación, el color externo de los granos de cacao varía gradualmente. Se puede monitorear y relacionar el cambio de color externo y la variación de temperatura en la fermentación, y así determinar si las condiciones de fermentación son las adecuadas: condiciones ambientales, técnicas de fermentación (monte, caja, cesta o bandeja de fermentación), tiempo de fermentación, cantidad y tipo de granos de cacao, etc. 11) Una posibilidad de trabajo futuro es modificar el sistema de adquisición para que se pueda trabajar en otros rangos del espectro. Por ejemplo, el sistema desarrollado en el rango visible podría combinarse con un sistema hiperespectrales, con lo cual se podría analizar características internas y externas de los granos de cacao y la relación entre ellas". (Viera-Maza, 2017)

Rojas F. (2017), muestra los siguientes datos de su informe de tesis: "Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos, Cajamarca, periodo 1989-2015"; Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título profesional de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos; variable independiente: cambios de la cobertura y uso del suelo, variable dependiente: pérdida de la cobertura y uso del suelo; dimensiones: a) bosque húmedo montano tropical, b) bosque seco montano bajo tropical, c) bosque seco premontaña tropical; indicadores: A) vegetación conservada, B) vegetación primaria, C) vegetación natural; resultados: se obtuvieron 6 tipos de cobertura distinta para el año 1989 y 2015 (áreas artificiales, áreas agrícolas, bosques y áreas mayormente naturales, superficie de agua,); conclusiones: 1) Se logró discriminar los diferentes tipos de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, a través de la fotointerpretación de imágenes satelitales Landsat para los años 1989 y 2015, mediante el Sistema de clasificación CORINE LAND COVER (CLC), se realizó la clasificación de la cobertura y uso del suelo, encontrando 7 de las 74 categorías propuestas para el país, correspondientes a: tejido urbano continuo, pastos, áreas agrícolas heterogéneas, bosques plantados, arbustal, vegetación arbustiva/herbáceas y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes. 2) A través del análisis espacial, estadísticas básicas y trabajos de campo, se identificó que: - El aumento de un casco urbano no determina el incremento

de la población, pues en la zona de estudio el área urbana ha aumentado por diversos factores encontrados a pesar del crecimiento poblacional. – Los pastos han aumentado por la cantidad de áreas agrícolas destinadas bajo riego tecnificado y otras áreas de pastura cercana a fuentes naturales de agua como quebradas y manantiales, el aumento de ganado contrasta este rasgo, sin embargo, a causa de la sequía los pobladores producen heno para no dejar sin alimento a sus animales. – La cobertura de áreas agrícolas heterogéneas ha aumentado debido al aumento de los productores agropecuarios que fraccionan sus tierras rurales a causa de la migración a otros lugares que brindan mejores oportunidades, causando la venta de varias porciones de terreno a diferentes productores que se convierten en estacionarios. Esto genera la intensificación de la agricultura de subsistencia que reduce la vegetación natural como los arbustos y vegetación herbácea, e invade laderas, sumando a las malas técnicas agrícolas que trae el deterioro continuo del suelo y la aceleran los procesos de geodinámica externa. – La aparición de Bosques plantados para el año 2015 se debió por la necesidad de los pobladores de forestar áreas para solucionar sus necesidades de madera para diferentes usos, logrando sembrar especies exóticas como pino y eucalipto, que ahora brindan una infinidad de servicios eco-sistémicos, convirtiéndose en ecosistemas altamente frágiles, por lo que su explotación debe ser sostenible. – Gracias a la fotointerpretación de la imagen satelital del año 1989, se visualizó una pequeña laguna, que, según experiencias recolectadas a campo, tenía permanecía total en el distrito, pues sostuvo una importancia turística, albergaba diversas especies y era una reserva de agua para regar sembríos aledaños. En la actualidad esta fuente natural de agua no existe hace más de tres años. 3) Se generaron mapas temáticos de la cobertura y uso del suelo para el año 1989 y año 2015, además el mapa de cambios de cobertura y uso del suelo encontró 17 tipos de cambios por cobertura, en los que el más resaltante es el cambio de la vegetación natural a áreas destinadas a la agricultura, se ha evidenciado que existe una agricultura intensiva, pues los suelos no tienen vocación agrícola y los cultivos no logran ser sostenible a largo plazo, quedando desnudos y abandonado para luego ir en busca de más tierras, esta factor va generando la desaparición del paisaje natural que ha sido transformado por la constante intervención del hombre y una gran cantidad de problemas y peligros

ambientales. 4) El 25.98% de cambio se ha dado porque en el distrito de Ichocán no existen un sector o rama productiva que haga que la población logre una estabilidad económica en su tierra por lo que se ven obligados a dejarla para ir buscar mejores oportunidades, generando pobreza en la población, elevada tasa de analfabetismo y elevado índice de carencia familiar. Esto contrasta fuertemente que la actividad más dinámica del distrito sea la agricultura. 5) Se propusieron medidas de gestión, dirigidas a frenar la constante intervención del hombre que transforma áreas con vegetación natural a áreas destinadas a la agricultura intensiva en laderas, logrando plasmar recomendaciones sostenibles destinadas al inadecuado cambio de la cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán”. (Rojas Cabrera, 2017)

Román T. (2013), muestra los siguientes datos de su informe de tesis: “Clasificación de bosque utilizando imágenes de satélite Landsat, con criterio fisiográfico, en la provincia de Maynas, departamento de Loreto – Perú”, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosque Tropicales; variables: unidades fisiográficas; dimensión; indicadores: a) superficie total de área de estudio, b) superficie de las unidades fisiográficas c) superficie total de las áreas deforestadas; resultado: de acuerdo al nivel de estudio, con el apoyo de la interpretación del mapa fisiográfico y los criterios empleados se determinaron 09 unidades de cobertura arbórea latifoliadas, una de palmera (aguajal), una de pantano herbáceo/arbustivo, uno de vainilla, y uno en calidad de áreas deforestadas; conclusiones: 1) se identificaron 06 unidades de cobertura arbórea: bosque húmedo de llanuras meándricas, bosque húmedo de terrazas bajas inundables, bosque húmedo de terrazas medias, bosque húmedo de terrazas altas, bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectada, bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectada, bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectada, una de palmera (aguajal), una de pantano herbáceo/arbustivo, una de varillal, y áreas deforestadas. 2) los tipos de bosque que presentan mayor superficie en el área de trabajo son: bosque húmedo de terrazas altas 5 627 916 ha (43,85%), bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectada 2 735 568 ha (21.32%) bosque

húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectada 1 255 815 ha (9.79%). 3) Mientras que los tipos de bosque que menor superficie presentan son: varillal 8 423 ha (0.07%) y pantano de herbáceo/arbustivo 62 319 ha (0.49%). 4) Los aguajales y pantano herbáceo/arbustivo presentan una superficie de 1 023 404 (8.19%). 5) Se incluye también en el mapa de tipos de bosque la clase áreas deforestada ocupan una superficie de 262 458 ha (2.05%) del área total de trabajo. 6) La zona de estudio tiene una superficie aproximada de 12 833 304 ha repartida en formaciones vegetales de zonas húmedas pluviales, y otras áreas con varillal, aguajal, pantano herbáceo/arbustivo, áreas deforestadas y cuerpos de agua. 7) Los bosques, además de albergar una rica fauna y flora y ser la fuente de recursos importantes para las comunidades locales cercanas, proveen importantes servicios ambientales, especiales capturas de carbono y protección de fuente de agua". (Román Ruiz, 2013)

Balcázar M. (2011), muestra los siguientes datos de su informe de tesis: "Desarrollo de un módulo sig para el manejo de imágenes multiespectrales orientado a la agricultura de precisión"; Pontificia Universidad Católica del Perú; Tesis para optar el título de Ingeniero Electrónico; variables: desarrollo de un módulo sig y agricultura de precisión; dimensión: sig Grass; indicador: índice vegetativo NDVI; resultado: los resultados no son satisfactorio al 100% por los errores que se encuentran en cada proceso; conclusión: 1) El software SIG GRASS permite procesar las imágenes adquiridas tanto del censado remoto como las imágenes adquiridas desde un satélite. Lo que lo convierte en un software lo suficientemente potente para cumplir con los requerimientos de la tesis: es decir, la manipulación de imágenes multiespectrales, el cálculo en base a estas de un índice vegetativo llamado NDVI y su posterior visualización. 2) El método por el cual se crea una imagen Geo TIFF que integra la información de las imágenes multiespectrales adquiridas con sus respectivos datos GPS, permite ingresar ambos datos al sistema de información para su posterior manipulación. 3) El factor NDVI permite diferenciar entre la vegetación sana y otros elementos presentes en las imágenes adquiridas, tales como suelo árido o incluso la presencia de zonas cubiertas de agua. 4) A través de los comandos y los módulos de

GRASS se obtiene la información de interés; es decir, los valores NDVI y las coordenadas geográficas asociadas a las imágenes analizadas en dicho sistema de manera visual". (Balcàzar Guerrero, 2011)

Moschella P. (2011), muestra los siguientes datos de su informe de tesis: "Impactos ambientales de la minería aurífera y percepción local de la micro cuenca Huacamayo, Madre de Dios"; Pontificia Universidad Católica del Perú; Tesis para optar el título de Licenciada en Geografía y Medio Ambiente; variables: Impactos ambientales de la minería aurífera y percepción local de la micro cuenca; dimensión: Impactos de la minería; indicadores: deforestación, remoción de suelos, alteración de la morfología y del caudal, contaminación por hidrocarburos, emisión de ruido; resultados: como medio de control y aviso de los riesgos que se cometen a diario en el uso acelerado de explotación de los recursos mineros auríferos, alerta de resultados extremos tanto para el humano como todo lo que le rodea, incluyendo el suelo; conclusiones: Entre los años 2007 y 2010 ha ocurrido un acelerado proceso de expansión de la explotación aurífera en la microcuenca Huacamayo, el cual provoca profundas alteraciones en el medio biofísico y social. En la fase de exploración minera los impactos directos; que, a su vez, generan otros sobre el medio físico, biológico y social, son: deforestaciones, remoción del suelo, alteraciones de morfología y cauces, alteración del caudal superficial y subterráneo, contaminación por hidrocarburos y emisión de ruido. Entre ellos, la deforestación es el que más impactos indirectos genera, siendo el impacto indirecto más grave la destrucción y degradación del ecosistema. La deforestación del área intervenida en la microcuenca Huacamayo alcanza un área de 2077 ha. Hasta agosto de 2010, es decir, el 31% de la superficie de la microcuenca. Esta área abarca en mayor proporción zonas de vegetación de pantano arbóreo y en segundo lugar, bosques semicaducifolios densos. Durante la fase de beneficio del mineral, se emite mercurio al ambiente por evaporación durante su uso quema; así como por vertidos y derrames accidentales del suelo y agua. Se estima que la actividad minera en Huacamayo hasta agosto del 2010 ha emitido al ambiente 162.29 ton de mercurio. Las consecuencias directas más graves en la etapa de beneficio son la contaminación al aire y agua por mercurio, y de manera indirecta

la afectación de la flora, fauna y la salud humana. Siendo la principal vía de intoxicación humana el consumo de pescado contaminado, donde se bioacumula el metil-mercurio, la forma más toxica de este metal. La contaminación por mercurios abarca un área mucho mayor a la microcuenca; debido a la dispersión por el viento, la lluvia, la escorrentía y la migración de individuos contaminados. Respecto a la percepción local de los impactos ambientales en la fase de explotación, se ha incrementado un buen nivel de percepción de los impactos. Sin embargo, la mayoría no comprende a profundidad los impactos indirectos. Asimismo, se observa una débil apreciación del bosque y los servicios que ofrece; en ese sentido, resalta que un tercio de los encuestados considera la deforestación es un problema leve o ni si quiera es un problema. Además, el análisis de la percepción permite inferir la predominancia de un razonamiento extractivista y antropocéntrico respecto a los recursos naturales. En cuanto a la percepción local de los impactos ambientales en la fase de beneficio, se observa que la mayoría identifica los principales impactos a la salud y al ambiente, en ese sentido, se obtuvo que dos tercios de los encuestados reconozcan que el uso del mercurio es un problema. Aunque se evidencia un nivel limitado de comprensión de los impactos. Se aprecia que la población posee una percepción confusa e imprecisa, basada en una deficiente disponibilidad y calidad de la información, adema de la ausencia de posibilidades de observación directa de los efectos. Por lo que, en este caso, predomina el conocimiento ambiental deductivo a partir de la experiencia, como se demuestra en la elaboración de suposiciones sobre el comportamiento del mercurio en el ambiente a partir del conocimiento de las características físicas básicas del mercurio metálico, sin considerar su transformación química en otras formas y compuestos. De manera que, el nivel de percepción de los impactos va a depender en gran parte de la posibilidad de percibir directamente el impacto; así como de la capacidad de compresión de las cusas y procesos que interviene en el impacto, la posibilidad de medir sus características, la disponibilidad de información y las condiciones ambientales a las que las personas están acostumbradas. El nivel de identificación con la causa del problema no ejerce tanta influencia en la percepción de los impactos de la minería en Huacamayo, de modo que no es estricta la tendencia a minimizar los impactos autogenerados. Otros factores que influyen en el nivel de

percepción de los impactos y merecen ser analizados a profundidad en posteriores investigaciones son el género y el lugar de origen. Puesto que, se observa una mayor valoración de los problemas de la deforestación y uso del mercurio entre las mujeres y la población inmigrante. En síntesis, bajo la consideración de que la percepción ambiental de las personas es la base para la toma de decisiones se concluye, que la débil apreciación del bosque y los servicios que ofrece, sumando a la predominancia de la lógica extractivista, han permitido la toma de acciones que han degradado el ambiente de la microcuenca Huacamayo. Por lo cual, es importante promover la revaloración de los servicios ecosistémicos. No obstante, la mayoría de la población identifica los principales impactos de la actividad minera y manifiesta su disposición a adoptar medidas para reducir los impactos ambientales mientras no impliquen la privación de su principal medio de sustento. De manera que, se debería aprovechar esta disposición mediante la orientación técnica e incentivos económicos o instrumentos de control. Finalmente, la percepción de un segmento minoritario de la población que ignora o rechaza los impactos de la minería sustenta actitudes negativas para el aprovechamiento sostenible de los recursos de la región. Por lo que necesario una mayor difusión de los impactos de esta actividad, especialmente, de las evidencias de la contaminación por mercurio y sus consecuencias sobre la salud humana y el ambiente". (Moschella Miloslavich, 2011)

Gómez M. (2005), muestra los siguientes datos de su informe de tesis "Índice de vegetación en áreas del bosque seco del noroeste del Perú a partir de imágenes satelitales"; Universidad de Piura; Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas; variables: índices de vegetación, imágenes satelitales; dimensión: variaciones de vegetación; indicador: índice de vegetación por Diferencia Normalizada; resultado: han sido alcanzados dentro de los límites de error permitido; conclusión: 1) Los tipos de cobertura A, B y C se ven favorecidas por la presencia del lluvias, así su extensión aumenta durante los periodos de Fenómeno El Niño; con tendencia a crecer durante los primeros meses del año. Este crecimiento estaría asociado a una rápida germinación de hierbas tan pronto como se inicia la temporada de lluvias o durante un

ENOS. 2) En el caso de las coberturas tipo D, E, F y G, existe un aumento en su extensión durante los periodos finales a Fenómeno El Niño. También se observa una tendencia muy marcada de crecimiento durante el último trimestre del año. Este crecimiento se debe a la aparición de hojas en los árboles caducifolios que conforma el bosque. 3) Para las coberturas tipo H e I, se observa una disminución del área de extensión durante los periodos del Niño. Es aquí donde se puede notar claramente las épocas de sequía, en las cuales se presenta mayor extensión de estas áreas. 4) Durante el primer trimestre del año (periodo lluvioso), las lluvias favorecen inicialmente las coberturas del tipo A, B, y C, luego estas favorecen el crecimiento de las coberturas tipo D, E, F y G. Durante los meses de sequía aumenta la extensión de las coberturas tipo H e I. 5) A lo largo de los 22 años analizados, los tipos de cobertura A, B y C tienen una tendencia a disminuir, mientras que el tipo D permanece casi constante, en tanto que los tipos E, F, G, H, e I tienen a aumentar. Estas tendencias pueden ser los efectos que a nivel regional tiene el actual cambio climático. Esta hipótesis puede ser comprobada haciendo este mismo análisis dentro de algunos años". (Gòmez Almonte, 2005)

2.1.2. Antecedentes internacionales

Barrera R. García D. (2015), muestran los siguientes datos de su informe de tesis: "Procesamiento, interpretación y análisis de imágenes satelitales en la banda de los 400 a 700 nanómetros para aplicaciones de percepción remota", Instituto Politécnico Nacional México DF, Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, variables: variable dependiente, "Procesamiento, interpretación y análisis de imágenes", variable independiente, "banda de los 400 a 700 nanómetros"; dimensión, análisis visual de las imágenes; indicadores, combinaciones de bandas espectrales 4,5,3 y 7,4,1; los resultados obtenidos son confiables ya que para la localización de los ayuntamientos a evaluar, se tuvo como fuente referenciada las bases de datos de INEGI, y la ubicación espacial de Google Earth presentando una precisión en el mapeo del 95.0%, esto para poder supeditar las informaciones obtenidas de la clasificación que se hizo de los diferentes tipos de cultivos, obteniendo un rango de mejoría de la imagen en un 10%; conclusiones: 1) El

objetivo de este trabajo el cual era la utilización de imágenes para clasificar áreas agrícolas y así poder realizar una clasificación supervisada fue realizado satisfactoriamente; esto debido a que para poder realizar dicha clasificación se tuvo que llevar a cabo un pre-procesamiento de las imágenes tomadas desde un repositorio de ERIS CHETUMAL, y a pesar de que algunas imágenes se encontraban dañadas de origen, las afectaciones climáticas que éstas tenían y falta de algunas tomas, se pudo comparar las tomas originales junto a las imágenes corregidas; y así poder obtener un criterio para dicha clasificación. 2) Las contribuciones de este estudio no permite realizar una clasificación supervisada, que tiene como base los registros de INEGI precisamente el tipo de cultivo y ubicación que este tiene. 3) Los resultados obtenidos son confiables ya que, para la localización de los ayuntamientos a evaluar, se tuvo como fuente referenciado las bases de datos de INEGI, y la ubicación espacial de Google Earth presentando una presión en el mapeo de 95%; esto para poder supeditar las informaciones obtenidas de la clasificación que se hizo de los diferentes tipos de cultivos, obteniendo un rango de mejora de la imagen en un 10%". (Barrera Zuñiga & García Orduña, 2015)

Valdez B. (2015), muestran los siguientes datos de su informe de tesis: "Identificación de lineamientos y minerales asociados a alteraciones Hidrotermales en la bahía de la Paz, baja California Sur, México, mediante imágenes satelitales Landsat ETM"; Universidad Nacional Autónoma de México; Tesis para obtener el título de Ingeniera Geofísica; variables dependiente, identificación de lineamientos y minerales asociados a alteraciones hidrotermales, variable independiente, imágenes satelitales; dimensión: características utilizadas para la identificación de sistemas hidrotermales; indicador: alteraciones hidrotermales, estructuras geológicas; resultado: con imágenes satelitales sensor remoto Landsat 7 y el modelo digital de elevación del terreno, se ha identificado al menos dos zonas con presencia características geológicas y geoquímicas según indicadores de actividad hidrotermal; conclusión: 1) El uso de imágenes satelitales y el modelo digital de elevación en la exploración de recursos potenciales geotérmicos y mineros se ha incrementado actualmente, puede permite

realizar una exploración con bajo costo económico en áreas con grandes extensiones, delimitado la exploración a zonas que cumplan con las características estructurales, geológicas y geoquímicas para realizar exploraciones detalladas de trabajo de campo. 2) En el presente trabajo se identificaron al menos dos zonas que presentan alteraciones hidrotermales que se habían reportado anteriormente ya algunos lineamientos que tampoco se observan en las cartas geológicas utilizadas para este estudio. 3) En la exploración de recursos geotérmicos, además de los estudios de alteraciones hidrotermales, es necesario realizar análisis termales superficiales, para determinar si la zona presenta potencial geotérmico. Posteriormente, corroborar la prospección con trabajos de campo (estudio geológico, geofísico y geoquímico) a detalle y así determinar su potencial de exploración. 4) En la exploración de recursos mineros, adema del procesamiento de imágenes satelitales, que permiten identificar de manera económica y extensiva zonas con probable potencial minero, es necesario realizar trabajos de campo, geofísicos y geoquímicos a detalle para determinar si los recursos descubiertos son económicamente viables. 5) Actualmente gran parte de la economía de la bahía de La Paz se centra en la minería, sin embargo, el potencial geotérmico que tiene la península de Baja California puede permitir, la producción de energía eléctrica para el abastecimiento propio de la región y la exportación además puede resolver algunos de los problemas que se presentan por la falta de agua dulce mediante la implementación de procesos que permitan la desalinización de aguas salobres con energía geotérmica”. (Valdès Moreno, 2015)

Gonzaga C. (2014), muestra los siguientes datos de su informe de tesis: “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”; Universidad Nacional de la Plata (Ecuador); Tesis de Maestría para optar el grado académico de Magister en Geomática; variables dependiente, caracterización de la cobertura vegetal, variable independiente, aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales; dimensión: índice de vegetación; indicador: índice de vegetación de diferencia normalizada, índice

de estrés hídrico, índice de vegetación ajustado al suelo; resultado: los resultados alcanzados fueron los planeados, cada índice menciona información diferente con respecto a las coberturas vegetales y sus variaciones; conclusión: 1) Los índices de vegetación evaluados, NDVI, MSI y SAVI derivados de imágenes Landsat 7 ETM+ y ASTER permitieron estimar el estado o vigor vegetal de las coberturas vegetales presentes en el área de estudio, los tres índices presentan diferencias para cada cobertura vegetal 2) Los tres índices de vegetación permitieron caracterizar y discriminar los diferentes tipos de cobertura vegetal analizados, aunque el SAVI en cuberturas menos densas, a pesar de ser un índice que incorpora un coeficiente de corrección del efecto suelo, no discriminó menor las coberturas que el NDVI. 3) La variación de los índices con respecto a los dos tipos de imágenes utilizadas es mínima, su comportamiento es similar en cuanto a los valores de los índices. La diferencia que resalta es que en las imágenes ASTER se obtienen muestra de coberturas vegetales más homogéneas. 4) No existe una correlación significativa entre los valores de los índices de vegetación y los de las superficies de precipitación y temperatura obtenidas con el método de kriging a partir de datos registrados en un periodo acotado previo a la adquisición de la imagen Landsat 7 ETM+”. (Gonzaga Aguilar, 2014)

Torres J. (2011), muestra los siguientes datos de su informe de tesis: “Procesamiento y análisis de imágenes satelitales utilizando lógica difusa para apoyar en el estudio de casos de dengue”; Universidad de Colima (México); Tesis que para obtener el grado de Maestra en Computación; variable dependiente: identificación de zonas del estado de Colima consideradas probables zonas de riesgo para la reproducción del mosquito *Aedes aegypti* causante del dengue hemorrágico, variable independiente: programa de procesamiento digital de imágenes satelitales con análisis de lógica difusa para la detección de vectores del dengue; dimensión: características de imágenes satelitales; indicador: lógica difusa, falso color; resultado: menciona que se cumplieron en un 80% los objetivos, usando las imágenes en agua y vegetación, resaltando estos hallazgos por un color predefinido utilizando una tabla de falso color; conclusión: menciona que se cumplió en un 95% la hipótesis, ya que el algoritmo difuso

puede identificar zonas consideradas focos de infección, el programa Python no se desarrolló al 100%; recomendaciones: 1) Se considera como trabajo futuro la implantación del algoritmo difuso en el sistema SIDAIS. Adaptando a él. La programación de módulos y componentes; así como la implementación de bases de datos, e interfaces, descritas con anterioridad. 2) Se menciona con anterioridad que el algoritmo no es perfecto, ya que colorea cuerpos de agua que no estén consideradas, se recomienda de igual forma como trabajo futuro mejorar el algoritmo para que segmente solamente los cuerpos de agua específicas (lagos, lagunas, esteros, ríos y arroyos). 3) Se puede trabajar a futuro para relacionar el procesamiento de imágenes con base de datos de temperaturas. 4) Se considera de igual forma como trabajo a futuro completar el algoritmo para que realice el análisis comparativo entre las variables del clima, cuerpos de agua y vegetación, requeridas para obtener un mejor resultado del proceso de la imagen zonas consideradas de riesgo. 5) Se recomienda utilizar imágenes con mejor resolución que permitan una clasificación o segmentación más eficiente. 6) Se pueden programar módulos que gratifiquen los porcentajes de riesgo a través del tiempo. 7) Se puede agregar un módulo de impresión de la base de datos que sirve como almacén. 8) Se puede utilizar un sistema de información geográfica comercial por su facilidad de uso, pero primordialmente por la variedad de funciones que incluye: además de proporcionar de cualquier parte del mundo”. (Torres Alonso, 2011)

Ortiz F. (2002), muestra los siguientes datos de su informe de tesis: “Procesamiento morfológico de imágenes en color. Aplicación a la reconstrucción geodésica”; Universidad de Alicante (España); Tesis Doctoral, variables: dependiente, procesamiento morfológico de imágenes en color, independiente, reconstrucción geodésica; dimensión: espacio HSI; indicadores: morfología matemática en color para el análisis de imágenes neuronales, geodesia en color para la segmentación de imágenes aéreas, eliminación de brillos en imágenes cromáticas, eliminación de brillos evitando sobre simplificación, eliminación de ruido gaussiano; resultados: se ha demostrado la utilidad de las transformaciones geodésicas en diferentes útiles de la

visión artificial. La extensión de las transformaciones geodésicas a imágenes en color ha demostrado su eficacia en la segmentación de imágenes aéreas. Se ha comprobado como la apertura geodésica vectorial atenúa considerablemente las zonas de terreno cuyo matiz es opuesto al ínfimo previamente seleccionado. Con la atenuación, solo los objetos de interés permanecen en la imagen con un valor de saturación elevado. Se emplea esta señal para identificarlos del resto de la imagen; conclusión: En este capítulo se ha presentado la extensión de la morfología matemática a imágenes en color empleando información cromática de la familia de modelos HSI. Se han comentado particularidades de este espacio cromáticos en procesamiento de imágenes, tratándose adecuadamente el problema del orden e indefinición del matiz. En cuanto a las estrategias de ordenación vectorial se ha realizado un amplio estudio sobre cada una de ellas, situándose el método lexicográfico como el que mejor interacciona con el espacio HSI. Sobre esta estrategia se han presentado los conceptos de retículo orientado a matiz y de retículo orientado a intensidad, como las permutaciones más idóneas de todas las combinaciones posibles de las señales de modelo cromático. Para reducir la alta dependencia del método lexicográfico con la señal definida como prioritaria se ha desarrollado una nueva versión de ordenación, conocida como a-lex, en donde el factor de peso permite reducir la alta dependencia del orden con la componente prioritaria y consigue la transformación de un retículo lexicográfico orientado a matiz a un retículo lexicográfico orientado a intensidad y viceversa. Por último, y una vez expuesta la metodología a emplear en las opresiones morfológicas en color, se han comprobado las propiedades de las opresiones. Asimismo, se han definido los filtros morfológicos vectoriales básicos y se han presentado los primeros residuos cromáticos". (Ortiz Zamora, 2002)

2.2. Bases teóricas de las variables

2.2.1. Base teórica de la variable independiente

2.2.1.1. Definición de Aplicación Informática

Según Ruiz Cristina y otros, página 8, indican: "La repercusión de la informática en todos los aspectos de nuestra sociedad es tan grande que a veces nos

preguntamos cómo podíamos vivir antes sin ellas; sin embargo, lo cierto es que hasta hace poco más de cincuenta años los ordenadores eran maquinas desconocidas, muy costosas, que ocupaban una sala entera y requerían de varios operarios para funcionar”. (Ruiz Cristina , Rubio Campal , & Sàncchez Alonso , 2013)

Según Joyanes Aguilar, página 29, escribe: “En el interior de la computadora los diferentes componentes del hardware se comunican entre sí utilizando el bus interno. Hoy en día es práctica común que las computadoras se comuniquen unas con otras compartiendo recursos e información. Esta actividad es posible a través del uso de redes, con cable físicos (normalmente teléfonos alámbricos), junto con transmisiones electrónicas, sin cables (inalámbricas) mediante teléfonos móviles o celulares, redes inalámbricas o tecnología Bluetooth”. (Joyanes Aguilar, 2008)

Según Joyanes Aguilar, página 33, indica “El software de aplicación tiene como función principal asistir y ayudar a un usuario de una computadora para ejecutar tareas específicas. Los programas de aplicación se pueden desarrollar con diferentes lenguajes y herramientas de software”. (Joyanes Aguilar, 2008)

Si bien es cierto que las aplicaciones nos hacen cada día la vida más sencilla, en diferentes áreas como en la comunicación, para resolver problemas complejos, para ordenar datos, pero hoy en día los videojuegos son los que dan la motivación para crear más aplicaciones, donde hay más expectativa de clientes exigentes.

Según Fernández y Sáez Vacas, página 425, indican: “La importancia de la teoría de lenguajes en informática radica en la correspondencia biunívoca que existe entre maquinas programables y lenguajes. A cada máquina corresponde un lenguaje en el que se escriben sus programas; a la inversa, a cada lenguaje de programación le corresponde una máquina que interpreta los programas escritos con él. La teoría de lenguajes permite desarrollar de manera científica tanto la creación y la producción de programas como los diseños de máquinas y lenguajes de programación”. (Fernandez & Saez Bacas, 1987)

2.2.1.2. La teoría de los lenguajes

Según Fernández y Sáez Vacas, página 438, indican: “La teoría de lenguajes tiene su origen en un campo inicialmente bastante alejado de la informática: la lingüística. Los lingüistas distinguen, tradicionalmente, entre gramática particular (propiedades de lenguajes concretos, como frecuencia de vocablos, reglas sintácticas, etc.) y gramática universal (propiedades generales que puedan aplicarse a cualquier lenguaje humano) (Chomsky, 1967)”. (Fernandez & Saez Bacas, 1987)

Según Fernández y Sáez Vacas, página 439, indican: “En el campo de la informática, poco después de la aparición de las primeras publicaciones de Chomsky, el concepto de gramática formal adquirió gran importancia para la especificación de los lenguajes de programación; correctamente, se definió formalmente las sintaxis del lenguaje ALGOL 60 (con ligeras modificaciones sobre su versión primitiva) mediante una gramática libre de contexto (Naur, 1963). Ello condujo rápidamente, de una manera natural, al diseño riguroso de algoritmos de compilación (cf., p. ej., Randell y Russell, 1964)”. (Fernandez & Saez Bacas, 1987)

2.2.1.3. Traductores de lenguaje

Intérpretes

Según Joyanes Aguilar, página 37, indica: “Un intérprete es un traductor que toma un programa fuente, lo traduce y a continuación lo ejecuta. Los programas intérpretes clásicos como BASIC, prácticamente ya no se utilizan, más que en circunstancias especiales. Sin embargo, está muy extendida la versión interpretada del lenguaje Smalltalk, un lenguaje orientado a objetos puro. El sistema de traducción consiste en: traducir la primera sentencia del programa a lenguaje máquina, se detiene la traducción, se ejecuta la sentencia; a continuación, se traduce la siguiente sentencia, se detiene la traducción, se ejecuta la sentencia y así sucesivamente hasta terminar el programa”. (Joyanes Aguilar, 2008)

Compiladores

Según Joyanes Aguilar, página 38, indica: “Un compilador es un programa que traduce los programas fuentes escritos en lenguaje de alto nivel a lenguaje máquina. La traducción del programa completo se realiza en una sola operación denominada compilación del programa; es decir, se traducen todas las instrucciones del programa en un solo bloque. El programa compilado y depurado (eliminados los errores del código fuente) se denomina programa ejecutable porque ya se puede ejecutar directamente y cuantas veces desee; solo deberá volver a compilarse de nuevo en el caso de que se modifique algunas instrucciones del programa. De este modo el programa ejecutable no necesita del compilador para su ejecución. Los traductores de lenguaje típico más utilizados son: C, C++, Java, C#, Pascal, FORTRAN y COBOL”. (Joyanes Aguilar, 2008)

2.2.1.4. Evolución de los lenguajes de programación

Según Joyanes Aguilar, página 40, indica: “En la década de los cincuenta y sesenta comenzaron a desarrollarse lenguajes de programación de tercera generación que diferían de las generaciones anteriores en que sus instrucciones o primitivas eran de alto nivel (comprensibles por el programador, como si fueran lenguajes naturales) e independiente de la máquina. Estos lenguajes se llamaron lenguajes de alto nivel. Los ejemplos más conocidos son FORTRAN (FORMula TRANslator) que fue desarrollando para aplicaciones científicas y de ingeniería, y COBOL (COMmon Business-Oriented Language), que fue desarrollado por la U.S. Navy de Estados Unidos, para aplicaciones de gestión o administración. Con el paso de los años aparecieron nuevos lenguajes tales como Pascal, BASIC, C, C++, Ada, Java, C#, HTML, XML...” (Joyanes Aguilar, 2008)

2.2.1.5. Breve historia de los lenguajes de programación

Según Joyanes Aguilar, página 42, indica: “La historia de la computación ha estado asociada indisolublemente a la aparición y a la historia de lenguajes de programación de computadoras. La Biblia de los lenguajes ha sido una constante en el desarrollo de la industria del software y en los avances científicos y tecnológicos. Desde el año 1642

en que Blaise Pascal, inventó La Pascalina, una máquina que ayudaba a contar mediante unos dispositivos de ruedas, se han sucedido numerosos inventos que han ido evolucionando, a medida que se programaban mediante códigos de máquinas, lenguajes ensambladores, hasta llegar a los lenguajes de programación de alto nivel en los que ya dependía del hardware de la maquina sino de la capacidad de abstracción del programador y de la sintaxis, semántica y potencia del lenguaje. En la década de los cincuenta, IBM diseño el primer lenguaje de programación comercial de alto nivel y concebido para resolver problemas científicos y de ingeniería (FORTRAN, 1954). Todavía hoy, muchos científicos e ingenieros siguen utilizando FORTRAN en su versión más reciente FORTRAN 77 y FORTRAN 90. En 1959, la doctora y almirante, Grace Hopper, lideró el equipo que desarrolló COBOL, el lenguaje por excelencia del mundo de la gestión y de los negocios hasta hace muy poco tiempo; aunque todavía el mercado sigue demandando programadores de COBOL ya que numerosas aplicaciones comerciales siguen corriendo en este lenguaje”. (Joyanes Aguilar, 2008)

Tabla 1: Lenguajes más populares y los años que aparecieron

Década 50	Década 60	Década 70	Década 80	Década 90	Década 00
FORTRAN (1954)	BASIC (1964)	Pascal (1970)	C++ (1983)	Python (1991)	C# (2000)
ALGOL 58 (1958)	LOGO (1968)	C (1971)	Eiffel (1986)		
LISP (1958)	Simula 67 (1967)	Modula 2 (1975)	Perl (1987)		
COBOL (1959)	Smalltalk (1969)	Ada (1979)			

Fuente: (Joyanes Aguilar, 2008) página 42.

2.2.1.6. Dimensiones de la variable independiente

Dimensión 1: Lenguaje de programación

Según Joyanes Aguilar, página 36, indica: “Los lenguajes de programación se utilizan para escribir programas. Los programas de las computadoras modernas constan de secuencias de instrucciones que se codifican como secuencias de dígitos

numéricos que podrán entender dichas computadoras. El sistema de codificación se conoce como lenguaje máquina que es el lenguaje nativo de una computadora. Desgraciadamente la escritura de programas en lenguaje maquina es una tarea tediosa y difícil ya que sus instrucciones son secuencias de 0 y 1 (patrones de bit, tales como 11110000, 01110011...) que son muy difíciles de recordar y manipular por las personas. En consecuencia, se necesitan lenguajes de programación “amigables con el programador” que permitan escribir los programas para poder “charlar” con facilidad con la computadora. Sin embargo, las computadoras solo entienden las instrucciones en lenguaje máquina, por lo que será preciso traducir los programas resultantes a lenguajes de maquina antes de que puedan ser ejecutadas por ellas”. (Joyanes Aguilar, 2008)

Dimensión 2: Metodología de desarrollo de software

Desarrollo ágil

Según Roger S. Pressman, página 55, indica: “En 2001, Kent Beck y otros 16 notables desarrolladores de software, escritores y consultores (grupo conocido como la “Alianza Ágil”) firmaron el “Manifiesto por el desarrollo ágil de software”. En el que se establece lo siguiente:

Estamos describiendo formas mejores de desarrollar software, por medio de hacerlo y de dar ayuda a otros para que lo hagan. Ese trabajo nos ha hecho valorar:

- Los individuos y sus interacciones, sobre los procesos y herramientas.
- El software que funciona más que la documentación exhaustiva.
- La colaboración con el cliente, y no tanto la negociación del contrato.
- Responder al cambio, mejor que apegarse a un plan.

Es decir, si bien son valiosos los conceptos que aparecen en segundo lugar, valoramos más lo que aparecen en primer sitio”. (Pressman, 2010)

Según Roger S. Pressman, página 56, indica: “Para funcionar, los modelos de procesos deben proveer un mecanismo realista que estimule la disciplina necesaria, o deben caracterizarse por la “tolerancia” con las personas que hacen el trabajo de ingeniería de software”. (Pressman, 2010)

¿Qué es agilidad?

Según Roger S. Pressman, página 56, indica: “La agilidad se ha convertido en la palabra mágica de hoy para describir un proceso del software moderno. Todos son ágiles. Un equipo ágil es diestro y capaz de responder de manera apropiada a los cambios. El cambio es lo que se trata el software en gran medida. Hay cambios en el software que se construyen, en los miembros del equipo, debido a las nuevas tecnologías, de todas las clases y que tienen un efecto en el producto que se elabora o en el proyecto que lo crea”. (Pressman, 2010)

Según Roger Pressman, página 58, indica: “Cualquier proceso de software ágil se caracteriza por la forma en la que aborda cierto número de suposiciones claves.

1. Es difícil predecir que requerimientos de software persistirán y cuales cambiarán. También es difícil pronosticar como cambiarán las prioridades del cliente a medida que avanza el proyecto.
2. Para muchos tipos de software, el diseño y la construcción están imbricados. Es decir, ambas actividades deben ejecutarse en forma simultánea, de modo que los modelos de diseño se prueben a medida que se crean. Es difícil predecir cuanto diseño se necesita antes de que se use la construcción para probar el diseño.
3. El análisis de diseño, la construcción y las pruebas no son tan predecibles como nos gustaría (desde el punto de vista de la planeación)

Dada estas tres suposiciones surge una pregunta importante ¿Cómo crear un proceso que pueda manejar lo imprescindible? La respuesta, como ya se dijo, está en la adaptabilidad del proceso (al cambio rápido del proyecto y a las condiciones técnicas). Por tanto, un proceso ágil debe ser adaptable”. (Pressman, 2010)

Modelos del proceso ágil

- La programación extrema (XP) es el proceso ágil de más uso. Organizada con cuatro actividades estructurales: planeación, diseño, codificación y pruebas, la XP sugiere ciertos números de técnicas innovadoras y poderosas que permiten a un equipo ágil generar entregas frecuentes de software que posee

características y funcionalidad que han sido descritas y clasificadas según su prioridad por los participantes. (autor, página 61)

- Desarrollo adaptativo de software (DAS).
- Scrum.
- Métodos de desarrollo de sistemas dinámicos (MDSD).
- Cristal.
- Desarrollo impulsado por las características (DIC).
- Desarrollo esbelto de software (DES).
- Modelado ágil (MA).

Proceso unificado ágil (PUA). (Pressman, 2010).

2.2.1.7. Indicadores de la variable independiente

Indicador 1: Matlab

Según Rafael C. González, Richard E. Woods y Steven L. Eddins, página 4, indica: “Matlab es un lenguaje de alto rendimiento para la informática técnica. Integra computación, visualización y programación en un entorno fácil de usar donde los problemas y soluciones se expresan en matemática familiar notación. Los usos típicos incluyen los siguientes:

- Matemáticas y computación.
- Desarrollo de algoritmo.
- Adquisición de datos.
- Modelado, simulación y creación de prototipos.
- Análisis, exploración y visualización de datos.
- Gráficos científicos y de ingeniería.

Desarrollo de aplicaciones, incluida la construcción gráfica de interfaces de usuario”. (Gonzalez , Woods, & Eddins, Digital Image Processing using MATLAB, Second Edition , 2009)

Indicador 2: Scrum

Según Roger S. Pressman, página 69, indica: “Scrum (nombre que proviene de cierta jugada que tiene lugar durante un partido de rugby) es un método de desarrollo ágil de software concebido por Jeff Sutherland y su equipo de desarrollo a principios de la década de 1990. En años recientes, Schwaber y Beedle han desarrollado más los métodos Scrum”. (Pressman, 2010)

Según Roger S. Pressman, páginas 70 y 71, indica: “Los principios Scrum son congruentes con el manifiesto ágil y se utilizan para guiar actividades de desarrollo dentro de un proceso de análisis que incorpora las siguientes actividades estructurales: requerimientos, análisis, diseño, evolución y entrega.

Scrum acentúa el uso de un conjunto de patrones de proceso del software que han demostrado ser eficaces para proyectos con plazos de entrega muy apretados, requerimientos cambiantes y negocios críticos. Cada uno de estos patrones de proceso define un grupo de acciones de desarrollo:

- Retraso: lista de prioridades de los requerimientos o características del proyecto que dan al cliente un valor del negocio. Es posible agregar en cualquier momento otros aspectos al retraso (ésta es la forma en la que se introducen los cambios).
- Sprints: consiste en unidades de trabajo que se necesitan para alcanzar un requerimiento definido en el retraso que debe ajustarse en una caja de tiempo predefinida (lo común son 30 días). Durante el sprints no se introducen cambios.
- Reuniones Scrum: son reuniones breves (de quince minutos, por lo general) que el equipo Scrum efectúa a diario.

Demostraciones preliminares: entregar el incremento de software al cliente de modo que la funcionalidad que se haya implementado pueda demostrarse al cliente y éste pueda evaluarla”. (Pressman, 2010)

2.2.2. Bases teóricas de la variable dependiente

2.2.2.1. Definición de la variable dependiente

Análisis de imágenes

Podemos decir que el análisis de imágenes es la extracción de información que se realiza tanto visual como digital de un formato (fotografía), ya sea en blanco y negro o cromáticas. La presente investigación se centrará en la extracción de información de una imagen a través de un procesamiento digital.

Según Rafael González, Richard Woods, Steven Eddins, pagina 1, indican: “Una característica importante que subyace al diseño de los sistemas de procesamiento de imágenes es el nivel significativo de prueba y experimentación que normalmente requiere antes de llegar a una solución aceptable. Esta característica implica que la capacidad de formular enfoques y prototipar rápidamente las soluciones candidatas, generalmente juega un papel importante en la reducción del costo y el tiempo requerido para llegar a una implementación de sistema viable”. (Gonzalez , Woods, & Eddins, Digital Image Processing using MATLAB, Second Edition , 2009)

Según Rafael González y Richard Woods, página 1, indican: “El interés en los métodos de procesamiento de imágenes digitales proviene de dos áreas principales de aplicación; mejora de la información pictórica para la interpretación humana; y procesamiento de datos de imagen para almacenamiento, transmisión y representación para la percepción autónoma de la máquina. Este capítulo tiene varios objetivos: (1) definir el alcance del campo que llamamos procesamiento de imágenes (2) para dar una perspectiva histórica de los orígenes de este campo (3) para dar una idea del estado del arte en la imagen procesando al examinar algunas de las áreas principales en las que se aplica, (4) discutir brevemente los enfoques principales utilizados en el procesamiento de imágenes digitales, (5) para dar una visión general de los componentes contenidos en un sistema típico de procesamiento de imágenes de propósito general y (6) para proporcionar dirección a los libros y otra literatura donde normalmente se informa el trabajo de procesamiento de imágenes”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

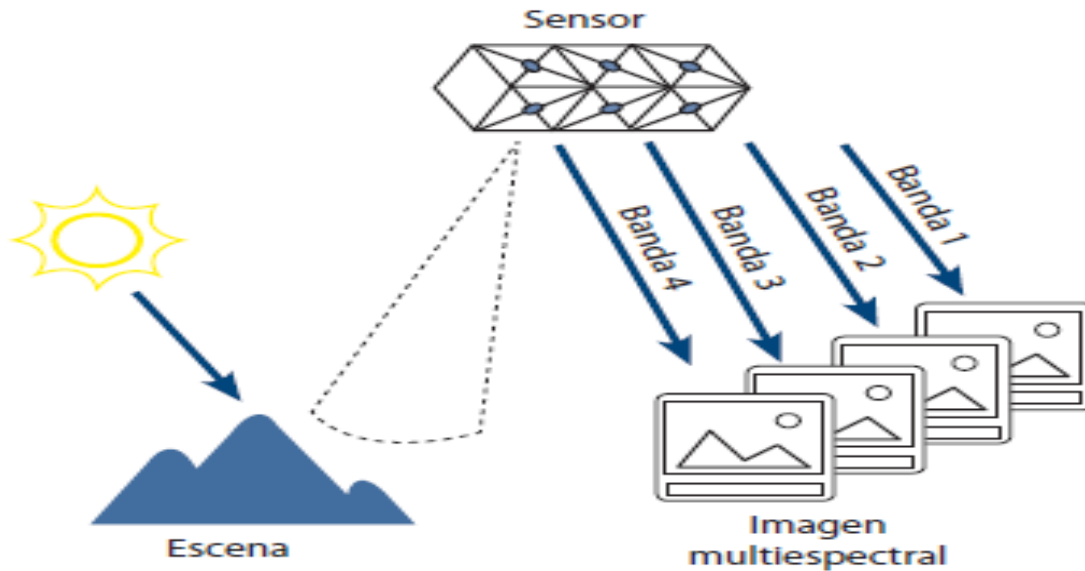


Figura 1. Imagen obtenida de un sensor multispectral de cuatro bandas

Fuente: (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014), página 19.

Imagen

Según Rafael González y Richard Woods, página 1, indican: *“Una imagen se puede definir como una función bidimensional $f(x, y)$, donde x e y son coordenadas espaciales (planas) y la amplitud de f en cualquier par de coordenadas (x, y) se denomina intensidad o gris nivel de la imagen en ese punto. Cuando x, y , y los valores de amplitud de f son cantidades finitas y discretas, llamamos imagen a una imagen digital”*. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

Las imágenes que se realizarán los análisis son capturadas por sensores de los satélites, dichas imágenes están en la computadora, y es ahí donde se realizarán el procesamiento.

Ahora los elementos de una imagen más pequeña son los pixeles, recuerden que nuestra visión humana es limitada a la banda visual del espectro electromagnético. Nosotros usamos emuladores computarizados con capacidad de aprendizajes, de hacer inferencias y dar resultados basados en cálculos.

Para realizar los análisis de las imágenes, son procesos automatizados, en algunas son rutinarias dependiendo del nivel de complejidad. Dentro de los campos de aplicación tenemos en: imágenes rayos gamma, imágenes de rayos x, imágenes en la banda ultravioleta, imágenes en las bandas visibles e infrarrojas, imágenes en las bandas de microondas, imágenes en la banda de radio.

2.2.2.2. Elementos de la percepción visual y remota

Según Rafael González y Richard Woods, página 35: indican: “Dada la complejidad y amplitud de este tema, solo podemos aspirar a cubrir los aspectos más rudimentarios de la visión humana. En particular, nuestro interés radica en la mecánica y los parámetros relacionados con la forma en que se forman las imágenes en el ojo. Estamos interesados en conocer las limitaciones físicas de la visión humana en términos de factores que también se utilizan en nuestro trabajo con imágenes digitales. Por lo tanto, factores como la comparación de imágenes humanas y electrónicas en términos de resolución y capacidad de adaptación a los cambios en la iluminación no es solo interesante, también son importantes desde un punto de vista práctico”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

Según Rafael Gonzales y Richard Woods, página 38, indican: “Debido a que las imágenes digitales se muestran como un conjunto discreto de intensidades, la capacidad del ojo para discriminar entre diferentes niveles de intensidad es una consideración importante al presentar los resultados del procesamiento de imágenes. El rango de niveles de intensidad de la luz a los que el sistema visual humano puede adaptarse es enorme, del orden de 10^6 desde el umbral escotópica hasta el límite de la llamada. La evidencia experimental indica que el brillo subjetivo (intensidad percibida por el sistema visual humano) es una función logarítmica de la intensidad de la luz incidente en el ojo”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

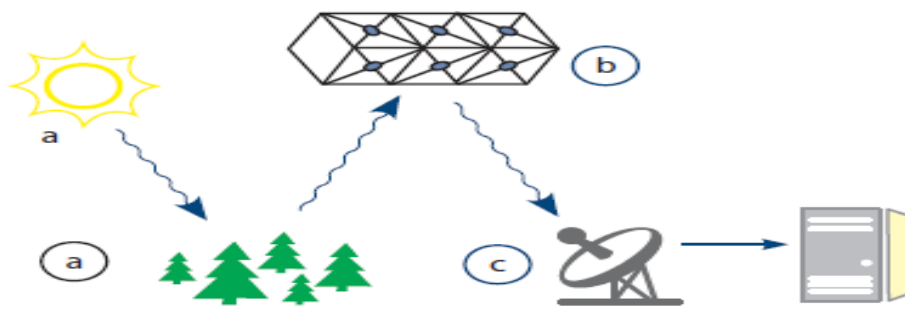


Figura 2. Percepción remota con fuentes de radiación solar

Fuente: (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014), página 11.

Percepción remota (RS, por su sigla en inglés)

Según Freddy Díaz, y otros, página 11, indican: “Un sistema RS está compuesto por varios elementos que interactúan entre sí, la base del sistema es una fuente que genera una radiación electromagnética, que puede ser natural como el Sol o artificial como una antena emisora de ondas de radio. Esta fuente es necesaria para captar por medio de sensores, la señal reflejada de los objetos de los que se desea información; es importante resaltar que los sensores del sistema se encuentran en plataformas espaciales, como los satélites artificiales”. (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014)

Tabla 2: Satélites de observación terrestre

Satélite	País	Fabricante
Landsat	Estados Unidos	National Aeronautics and Space Administration
Terra	Estados Unidos	Nasa
Aqua	Estados Unidos	Nasa
QuickBird	Estados Unidos	Digital Globe
HyspIRI	Estados Unidos	Nasa

Spot	Francia	Centre National d'Etudes Spatiales CNES
Radarsat	Canadá	Canadian Space Agency
RapidEye	Alemania	RapidEye AG
HJ-1	China	China Centre for Resources Satellite Data and Application (Cresda)
Ikonos	Estados Unidos	Digital Globe
TerraSAR	Alemania	German Aerospace Center (DLR) y EADS Astrium

Fuente: (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014) página 12.

2.2.2.3. La luz y el espectro electromagnético

Según Rafael González y Richard Woods, páginas 42, 43: indican: “Ahora consideramos este tema con más detalle. En 1666, Sir Isaac Newton descubrió que cuando un haz de luz solar pasa a través de un prisma de vidrio, el rayo de luz emergente no es blanco, sino que consiste en un espectro continuo de colores que van desde violeta en un extremo al rojo en el otro. En un extremo del espectro están las ondas de radio con longitudes de onda miles de millones de veces más largas que las de la luz visible. En el otro extremo del espectro se encuentran los rayos gamma con longitudes de onda millones de veces más pequeñas que las de la luz visible. El espectro electromagnético se puede expresar en términos de longitud de onda, frecuencia o energía. La longitud de onda (λ) y la frecuencia (f) están relacionadas por la expresión $\lambda = c / f$ ”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

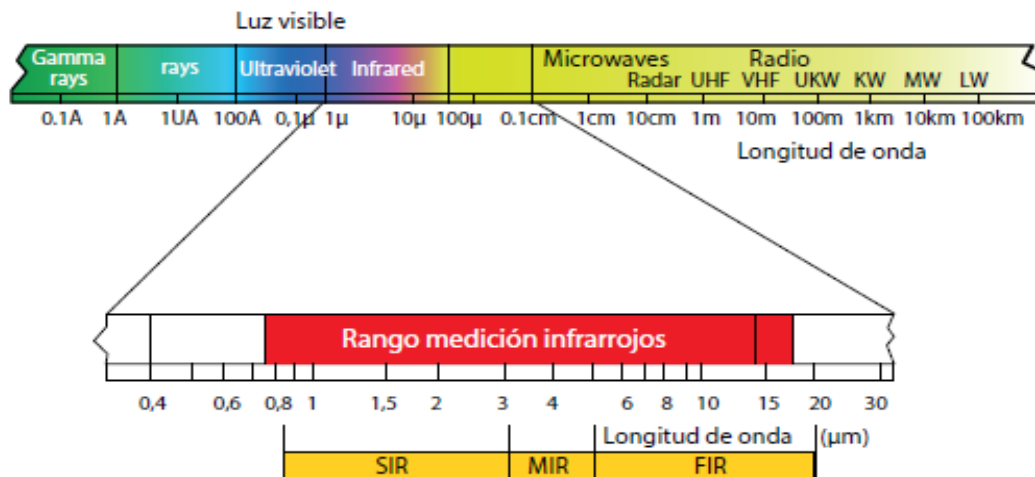


Figura Nro. 3. Espectro electromagnético

Fuente: (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014), página 14.

Espectro de los sensores remotos

Según Díaz Freddy y otros, página, 15, indican: “Cada sensor pasivo capta una cierta parte del espectro electromagnético, según los filtros que tenga o la sensibilidad de cada celda receptora. Por lo cual estos sensores se pueden dividir en:

A) Sensores pancromáticos

Este tipo de sensores pasivo mide una amplia parte del espectro electromagnético. Su respuesta espectral está en un rango de 450 nm hasta 900 nm, lo que corresponde a la suma del espectro visible (de 450 nm a 750 nm), con el infrarrojo cercano (750 nm a 900 nm). Las imágenes que entregan los sensores pancromáticos se conocen como monocromáticos y por lo general se visualizan en escala de grises.

B) Sensores de varios espectros

Estos sensores pasivos pueden captar información en varias bandas del espectro electromagnético y se dividen en: multiespectrales que tiene menos de diez bandas e hiperespectrales que tienen más de 100 bandas

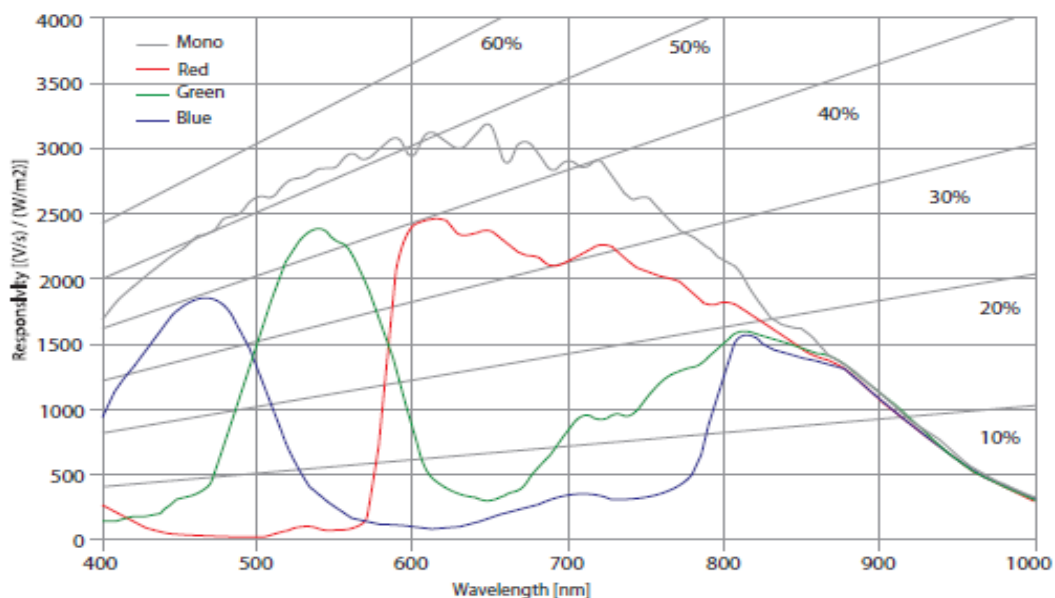


Figura Nro. 4: Sensibilidad a la luz de un sensor

Fuente: (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014), página 44.

Multiespectrales

Estas clases de sensores pasivos son capaces de dividir el espectro electromagnético, en varias bandas del espectro visible y del infrarrojo, permitiendo obtener mediante la combinación de diferentes bandas imágenes a color e imágenes térmicas (Muñoz & Ponce, 2005)

Hiperespectrales

Mientras un sensor multispectral es capaz de dividir el espectro electromagnético en unas pocas bandas espectrales, los sensores hiperespectrales pueden registrar cientos de bandas contiguas a través de diversas dimensiones del espectro electromagnético, haciendo posible contar con una curva detallada del comportamiento espectral de una gran cantidad de objetos o elementos de la superficie terrestre y facilitando su identificación y discriminación con gran precisión. Dichos

sensores se basan en la tecnología de los espectroscopios”. (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014)

2.2.2.4. Procesamiento de imagen color

Según Rafael González y Richard Woods, página 282, indican: “El uso del color en el procesamiento de imágenes está motivado por dos factores principales. Primero, el color es un poderoso descriptor que a menudo simplifica la identificación y extracción de objetos de una escena. En segundo lugar, los seres humanos pueden discernir miles de tonos de colores e intensidades, en comparación con aproximadamente dos docenas de tonos de gris. Este segundo factor es particularmente importante en el análisis de imágenes manual (es decir, cuando se realiza por humanos)”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

Según Rafael González y Richard Woods, pagina 282, indican: “El procesamiento de imágenes en color se divide en dos áreas principales: procesamiento a todo color y pseudocolor. En la primera categoría, las imágenes en cuestión normalmente se adquieren con un sensor a todo color, como una cámara de TV a color o un escáner a color. En la segunda categoría, el problema es asignar un color a una intensidad monocromática o rango de intensidades particular. Hasta hace poco, la mayoría del procesamiento digital de imágenes en color se realizaba a nivel de pseudocolor. Sin embargo, en la última década, los sensores de color y el hardware para procesar imágenes en color están disponibles en procesos razonables. El resultado es que las técnicas de procesamiento de imágenes a todo color ahora se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, incluida la publicación, la visualización e Internet”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

Imágenes satelitales

Según Freddy Díaz y otros, página 19, indican: “Una imagen satelital se puede definir como la representación visual de la información captada por un sensor instalado a bordo de un satélite artificial. Una imagen satelital está compuesta por un conjunto de elementos de igual tamaño, denominado píxeles, los cuales se encuentran organizados en filas y columnas. Los píxeles contienen un valor numérico o número

digital, obtenido de los sensores al captar la cantidad de energía reflejada por los objetos en la superficie terrestre”. (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014)

Combinaciones con las bandas de sensor

Tabla 3: Principales combinaciones y uso

Combinación RGB L-8	Aplicación principal / Descripción
4.3.1	Batimetría. Conjunto de técnicas para la medición de las profundidades del mar, los ríos, etc., y el estudio de la distribución de las plantas y animales en sus diversas capas o zonas. Permite destacar objetos en cuerpos de agua
4.3.2	Color natural. Es una composición que se aproxima al color real de coberturas ante la vista humana. Su equivalente en Landsat 7 es la combinación 321.
5.4.3	Infrarrojo color. Esta combinación da como resultado una imagen muy similar a la tradicional fotografía aérea infrarrojo color. Es útil para estudios de vegetación, patrones de suelos, crecimiento de cultivos y monitoreo de drenajes. La vegetación saludable tiende a una apariencia rojo brillante.
5.6.2.	Combinación útil para distinguir vegetación saludable
5.6.4	Combinación útil para diferenciar tierra / agua y para destacar áreas de bosque.
6.5.2	Agricultura
6.5.4	Análisis de vegetación
7.4.2	Geología. Permite destacar elementos geológicos

7.5.3	Natural con remoción atmosférica
7.5.4	Combinación de infrarrojos
7.6.4	Permite destacar formaciones rocosas. También útil para distinguir áreas urbanas.
7.6.5	Penetración Atmosférica. Debido a que no incorpora bandas del espectro visible esta combinación reduce las influencias atmosféricas en la imagen. Es útil para estudios geológicos, así como para análisis de humedad en suelos.

Fuente: (Franco, 2017) página 17.

El programa Landsat

Tabla 4: Descripción técnica satélite Landsat 8

Datos	Descripción
Masa	6,133 libras (2,782 kg)
Paneles solares	Arseniuro de galio de triple unión (GaAs), las células 3750 W EOL
Orbita	705 km circular @98.2°
Estabilización	3 ejes, el sesgo de impulso cero, apuntando a nadir
Almacenamiento de datos	Grabadora de estado sólido de 3,14 terabits
Transmisión de datos	X band, 384 Mbps (más de dos canales)
Propulsión	870 libras. (395 kg) de mono propelente hidracina con ocho propulsores de 22 Newton
Vida útil	Cinco años

Fuente. (Ariza, 2013) Página 19

Tabla 5: Inicio hasta la actualidad Programa Landsat.

Satélite	Año	Notas
Landsat 1	1972	Primero de la serie, se llamó originalmente Earth Resources Technology Satellite 1. Estuvo activo durante casi tres años y fue operado por la NASA. Incorporaba un escáner multiespectral MSS de cuatro canales.
Landsat 2	1975	De característica similares a Landsat 1 y estuvo activo por cerca de 7 años. Operado por la NASA.
Landsat 3	1978	Tenía el mismo diseño de Landsat 2, estuvo activo por unos 5 años y fue operado por la NASA. A diferencia de sus antecesores incluyó además un sensor en una banda térmica pero este instrumento falló al poco tiempo de despliegue del satélite.
Landsat 4	1982	Operado por Earth Observation Satellite Company EOSAT. Fue el primero en incluir un sensor Thematic Mapper TM de 7 bandas, una de estas termal.
Landsat 5	1984	Idéntico a Landsat 4. Fue operado por EOSAT y posee el record como el satélite de observación terrestre de mayor tiempo de actividad en la historia con 29 años de servicio. Transmitió más de 2,5 millones de imágenes.
Landsat 6	1993	Fue lanzado el 5 de octubre de 1993 pero no alcanzó su órbita.
Landsat 7	1999	Incluye una banda en pancromático con 15m de resolución espacial. Aún está activo pero la calidad de sus imágenes bajó al ocurrir una falla en el Scan Line Corrector SLC en mayo de 2003 que provoca que se pierdan líneas de escaneo que suman un 22% de cada escena. Es operado por el USGS.

Landsat 8	2013	Activo desde febrero de 2013. Incorpora dos sensores: por una parte, el Operational Land Imager OLI con 9 bandas que incluyen una pancromática y, por otro, el Thermal Infrared Sensor TIRS con dos bandas. Es operado por el USGS.
Landsat 9	2020	Lanzamiento tentativo para diciembre de 2020. Lo construirá la NASA y sus datos serán administrados por el USGS.

Fuente: (Franco, 2017) Página 5

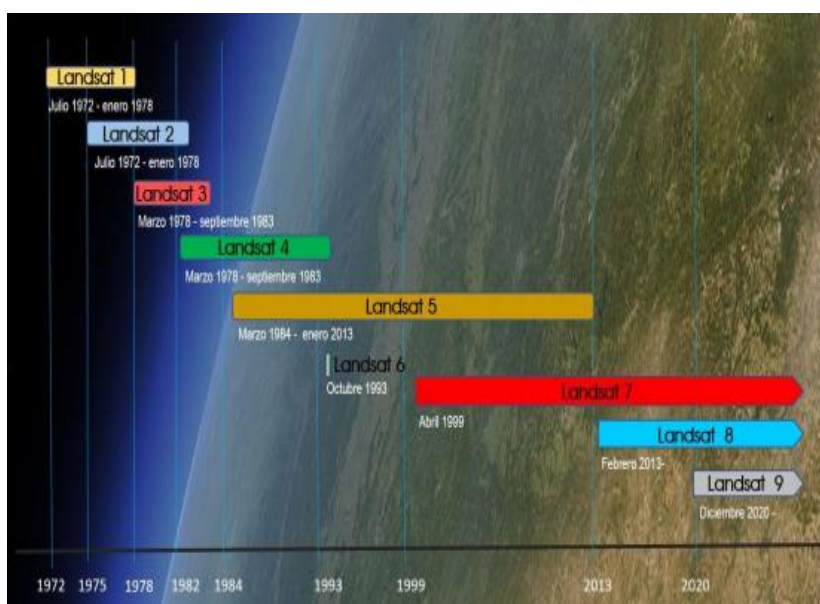


Figura 5: Línea del tiempo de la serie satelital Landsat

Fuente: (Franco, 2017) Página 6

Bandas Landsat

Tabla 6: Bandas satélite Landsat 8, ancho, resolución y uso

Banda	Ancho μm	Resol.	Uso
1-Aerosol costero	0.43 – 0.45	30 m	Para mapeo de costas y estudios de aerosol.

2 Azul	0.45 – 0.51	30 m	Útil para mapeo batimétrico, delimitar costas, diferenciar suelo de vegetación, diferenciar coníferas de latifoliadas, detección de rasgos urbanos, vías y construcciones.
3 Verde	0.53 – 0.59	30 m	Empleada para discriminar sedimentos en suspensión, evaluar vigor de las plantas por la alta reflectancia de la vegetación verde y sana, delinear agua poco profundas, rasgos urbanos y de infraestructura.
4 Rojo	0.64 – 0.67	30 m	Permite un mayor contraste de áreas con y sin vegetación, discriminar gradientes de vegetación, delimitar áreas urbanas y áreas agrícolas.
5-Infrarrojo cercano NIR	0.85 – 0.88	30 m	Útil para el cálculo de biomasa de vegetación, delimitar costas, para diferenciación suelos-cultivos y suelos-agua, para geomorfología, suelos y geología.
6 SWIR 1	1.57 – 1.65	30 m	Se alcanzan a penetrar nubes delgadas. Es útil para discriminar contenido de humedad en los suelos y la vegetación, diferenciar entre nubes, nieve y hielo.
7 SWIR 2	2.11 – 2.29	30 m	Útil para discriminar tipos de rocas, para estudio de suelos y mejora de determinación de contenidos de humedad en suelos y vegetación.
8 Pancromático	0.50 – 0.68	15 m	Ofrece una mejora en la detección de nubes cirrus.

9 Cirrus	1.36 - 1.38	30 m	Es una imagen sensible a todo el espectro visible y más afinada en tanto su resolución es de 15m.
10-Infrarrojo térmico TIRS1	10.60 - 11.19	100 m	Útil par mapeo termal y estimación de humedad de suelo.
11-Infrarrojo térmico TIRS2	11.50 - 12.51	100 m	Mapeo termal mejorado y estimación de humedad del suelo.

Fuente. (Franco, 2017) Pàgina 12.

2.2.2.5. Fundamentos del color

Según Rafael González y Richard Woods, página 283, indican: “Aunque el proceso seguido por el cerebro humano para percibir e interpretar el color es un fenómeno físico psicológico que todavía no se ha entendido del todo, la naturaleza física del color se puede expresar de manera formal, respaldada por resultados experimentales y teóricos. En 1666, Sir Isaac Newton descubrió que cuando un haz de luz solar pasa a través de un prisma de vidrio, el rayo de luz emergente no es blanco, sino que consiste en un espectro continuo de colores que van desde violeta en un extremo al rojo en el otro. El espectro de color se puede dividir en seis regiones: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo. Ningún color en el espectro termina abruptamente, sino que cada color se mezcla suavemente con el siguiente”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

Según Rafael González y Richard Woods, páginas 283 y 284, indican: “La caracterización de la luz es fundamental para la ciencia del color. Si la luz es acromática (vacío de color), su único atributo es su intensidad o cantidad. La luz acromática es lo que los espectadores ven en un televisor en blanco y negro, y ha sido un componente implícito de nuestra discusión sobre el procesamiento de imágenes hasta el momento. El término nivel de gris se refiere a una medida escalar de intensidad que va desde negro, a grises y finalmente a blanco. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

Según Rafael González y Richard Woods, páginas 283 y 284, indican: “La luz cromática abarca el espectro electromagnético desde aproximadamente 400 a 700 nm. Se usan tres cantidades básicas para describir la calidad de una fuente de luz cromática: radiancia, luminosidad y brillo. El resplandor es la cantidad total de energía que fluye desde la fuente de luz, y generalmente se mide en vatios (W). La luminancia, medida en lúmenes (lm), da una medida de la cantidad de energía que un observador percibe desde una fuente luminosa. Por ejemplo, la luz emitida por una fuente que opera en la región del infrarrojo lejano del espectro podría tener una energía significativa (radiancia), pero un observador apenas la percibiría; su luminancia sería casi cero. Finalmente, el brillo es un descriptor subjetivo que es prácticamente imposible de medir. Encarna la noción acromática de intensidad y es uno de los factores clave para describir la sensación de color”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

2.2.2.6. Modelos de color

Según Rafael González y Richard Woods, páginas 289 y 290, indican: “El propósito de un modelo de color (también llamado espacio de color o sistema de color) es facilitar la especificación de colores de alguna manera estándar, generalmente aceptada. En esencia, un modelo de color es una especificación de un sistema de coordenadas y un subespacio dentro de ese sistema donde cada color está representado por un solo punto.

A) El modelo color RGB

En el modelo RGB, cada color aparece en sus componentes espectrales primarios de rojo, verde y azul. Este modelo se basa en un sistema de coordenadas cartesianas. El subespacio de color de interés es el cubo que se muestra los valores RGB están en tres esquinas; cian, magenta y amarillo están en otras tres esquinas: el negro está en el origen y el blanco en la esquina más alejada del origen. En este modelo, la escala de grises (puntos con valores RGB iguales se extiende desde el negro al blanco hasta la línea que une estos dos puntos. Los diferentes colores en este modelo son puntos sobre el cubo o dentro de él y están definidos por vectores que se extienden desde el

origen. Se supone que todos los valores de RGB están en el rango $[0,1]$ ". (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

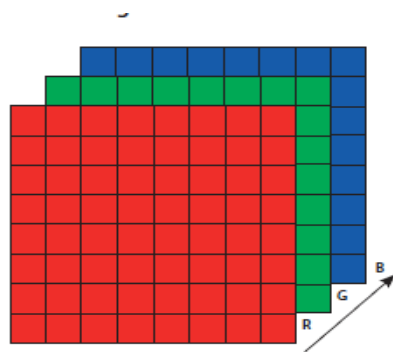


Figura 6: Matriz RGB

Fuente: (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014), página 38.

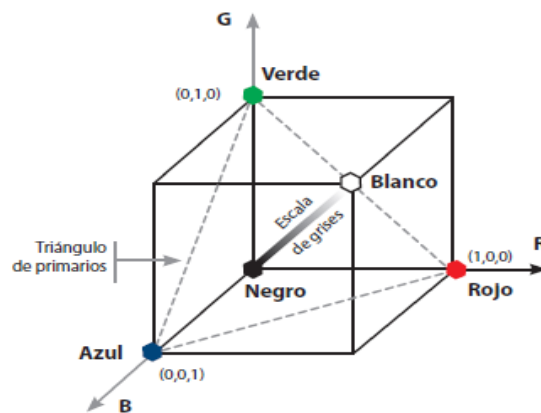


Figura 7: Cubo de color RGB esquemático

Fuente. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002) página 290.

Según Rafael González y Richard Woods, página 291, indican: “Las imágenes representadas en el modelo de color RGB consisten en tres imágenes componentes, una para cada color primario. Cuando se alimenta a un monitor RGB, estas tres imágenes se combinan en la pantalla de fósforo para producir una imagen en color compuesta. El número de bits utilizados para representar cada píxel en el espacio RGB

se suma a la profundidad del píxel. Considere una imagen RGB en la que cada una de las imágenes rojas, verdes y azul es de 8 bits por plano. El término imagen a todo color se usa a menudo para designar una imagen en color RGB de 24 bits. El número total de colores en una imagen RGB de 24 bits es $(2^8)^3 = 16,777,216$ ". (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

B) Los modelos de color CMY y CMYK

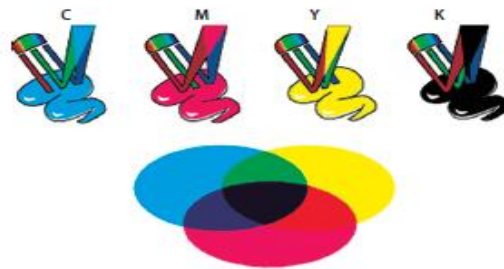


Figura Nro. 8: Modelos del color CMYK

Fuente: (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014), página 40.

Según Rafael González y Richard Woods, página 294, indican: "El cian, magenta y amarillo son los colores secundarios de la luz o, como alternativa, los colores primarios de los pigmentos. Por ejemplo, cuando una superficie revestida con prisma cian se ilumina con luz blanca, no se refleja luz roja desde la superficie. Es decir, la cian resta luz roja de la luz blanca reflejada, que a su vez se compone de cantidades iguales de luz roja, verde y azul. Los dispositivos que depositan pigmentos de color en papel, como impresoras de color y copiadoras, requieren entrada de datos CMY o realizan una conversión de RGB a CMY internamente. Esta conversión se realiza usando la operación simple. Donde, una vez más, la suposición es que todos los valores de color se han normalizado en el rango $[0,1]$ La ecuación demuestra que la luz reflejada desde una superficie recubierta con cian puro no contiene rojo (es decir, $C = 1 - R$ en la ecuación)". (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

C) El modelo de color HSI

Según Rafael González y Richard Woods, página 295, indican: “Desafortunadamente, los modelos de color RGB, CMY y otros similares no son adecuados para describir colores en términos prácticos para la interpretación humana. Por ejemplo, uno no se refiere al color de un automóvil dando el porcentaje de cada una de las primarias que componen su color. Además, no pensamos en las imágenes en color como va compuesta por tres imágenes primarias que se combinan para formar esa única imagen”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)



Figura Nro. 9: Atributos perceptuales básicos del color

Fuente: (Perales Romero, 2009), página 14.

Según Rafael González y Richard Woods, página 295, indican: “Cuando los humanos ven un objeto de color, lo describimos por su tono, saturación y brillo. Recuérdese de una discusión en que el tono es un atributo de color que describe un color puro (amarillo puro, naranja o rojo), mientras que la saturación da una medida del grado en que un color puro se diluye con luz blanca. El brillo es un descriptor subjetivo que es prácticamente imposible de medir. Encarna la noción acromática de intensidad y es uno de los factores clave para describir la sensación de color. Sabemos que la intensidad (nivel de gris) es un descriptor útil de las imágenes monocromáticas. Esta cantidad definitivamente es medible y fácilmente interpretable. El modelo que estamos a punto de presentar, denominado modelo de color HSI (matiz, saturación, intensidad), desacopla el componente de intensidad de la información que transporta el color (matiz y saturación) en una imagen en color. Como resultado, el modelo HSI es una herramienta ideal para desarrollar algoritmos de procesamiento de imágenes

basados en descripciones de color que son naturales e intuitivas para los humanos, quienes, después de todo, son los desarrolladores y usuarios de estos algoritmos. Podemos resumir diciendo que RGB es ideal para la generación de color de imagen (como en la captura de imágenes mediante una cámara a color o visualización de imágenes en una pantalla de monitor), pero su descripción del color de la forma es mucho más limitada. El material que sigue proporciona una forma muy efectiva de hacer esto”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

Según Rafael González y Richard Woods, página 295, indican: “Una imagen en color RGB puede verse como tres imágenes de intensidad monocromáticas (que representan rojo, verde y azul), por lo que no debe sorprendernos que podamos extraer la intensidad de una imagen RGB. La intersección del plano con el eje de intensidad nos daría un punto con un valor de intensidad en el rango $[0,1]$ También observamos con un poco de reflexión que la saturación (pureza) de un color aumenta como una función de distancia de la intensidad eje. De hecho, la saturación de puntos en el eje de intensidad es cero, como lo demuestra el hecho de que todos los puntos a lo largo de este eje son grises”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

2.2.2.7. Procesamiento de imagen pseudocolor

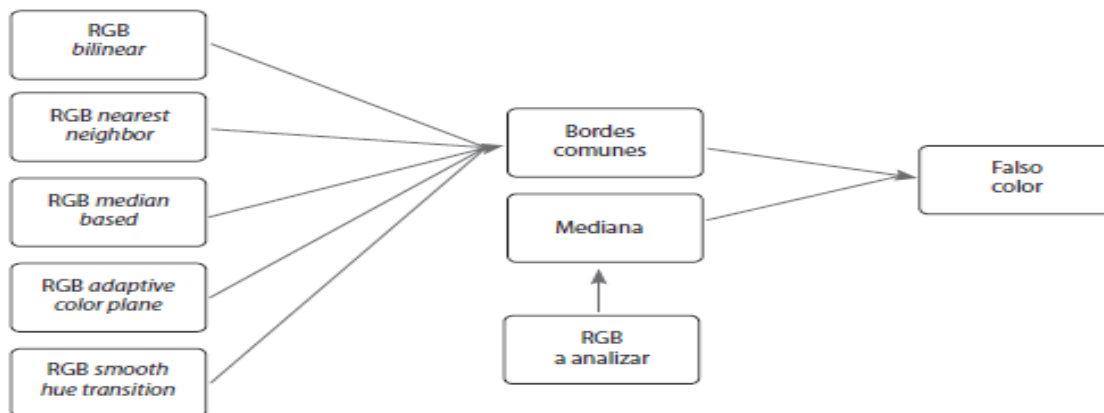


Figura 10: Proceso de cálculo de falso color

Fuente: (Díaz González, Quintero Torres, Triana Correa, & Morón Hernández, 2014), página 106.

Según Rafael González y Richard Woods, página 302, indican: “El procesamiento de imágenes pseudo color (también denominado color falso) consiste en asignar color a los valores de gris en función de un criterio especificado. El término pseudo o falso color se usa para diferenciar el proceso de asignación de colores a imágenes monocromáticas de los procesos asociados con imágenes de color verdadero. El uso principal de pseudo color es para la visualización e interpretación humana de eventos de escala de grises en una imagen o secuencia de imágenes. Como se señaló al principio de este capítulo, una de las principales motivaciones para usar el color es el hecho de que los humanos pueden discernir miles de tonos de colores e intensidades, en comparación con solo dos docenas de tonos de gris”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

2.2.2.8. Dimensión de la variable dependiente

Dimensión: Característica de textura

Según Rafael González y Richard Woods, pagina 665, indican: “Un enfoque importante para la descripción de la región es cuantificar su contenido de textura. Aunque no existe una definición formal de textura. Intuitivamente este descriptor proporciona medidas de propiedades tales como suavidad, aspereza y regularidad. Los tres enfoques principales utilizados en la imagen granulada, y así sucesivamente. Las técnicas estructurales se ocupan de la disposición de las primitivas de imagen, como la descripción de la textura basada en líneas paralelas espaciadas regularmente. Las técnicas espectrales se basan en las propiedades del espectro de Fourier y se usan principalmente para detectar la periodicidad global en una imagen mediante la identificación de picos angostos de alta energía en el espectro”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

Definición de Textura

Según Emilio Chuvienco, página 163, indica: “Esa cualidad se refiere a la aparente rugosidad o suavidad de una región de la imagen; en definitiva, al contraste espacial entre los elementos que la componen. La textura de la imagen procede de la relación entre el tamaño de los objetos y la resolución del sensor. Cuando un objeto ocupa una superficie inferior a 1 mm² en la imagen no puede identificarse individualmente, sino sólo a través de la variabilidad espacial que provoca”. (Chuvienco, 2008)

2.2.2.9. Indicadores de la variable dependiente

Indicador 1: Entropía.

Según Alejandra Pinto, página 21, indica: “La entropía se utiliza en medidas aleatorias (random) de los elementos de una matriz, que para este caso será una imagen. Es la entropía la encargada de medir precisamente la aleatoriedad de los píxeles en la matriz de co - ocurrencia”. (Pinto Leal, 2006)

$$\sum_{i,j}^{N-1} -P_{i,j} \ln(P_{i,j})$$

Indicador 2: Contraste Mínimo.

Indicador 3: Contraste Máximo.

Según Alejandra Pinto, página 19, indica: “Este concepto es totalmente opuesto a la homogeneidad donde el contraste tendrá un valor alto si los valores altos están concentrados lejos de la diagonal principal y el peso de la probabilidad aumenta, pero en forma cuadrática”. (Pinto Leal, 2006)

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} \cdot (i - j)^2$$

Indicador 4: Homogeneidad Mínima.

Indicador 5: Homogeneidad Máximo,

Según Alejandra Pinto, página 19, indica: “Una imagen resulta homogénea si los valores de la diagonal principal de matriz de co - ocurrencia son altos, esto porque al observar la ecuación de homogeneidad los valores de probabilidad en la matriz son mayores en la diagonal principal y su peso decae exponencialmente al alejarse de la diagonal”. (Pinto Leal, 2006)

$$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j}/1 + (i - j)^2$$

Indicador 6: Energía Mínima.

Indicador 7: Energía Máximo.

Según Alejandra Pinto, página 22, indica: “Los valores de la matriz de co - ocurrencia son de probabilidades por lo que la ecuación de energía lo que hace es maximizar los valores grandes y minimizar los valores más pequeños”. (Pinto Leal, 2006)

$$\sum_{i,j}^{N-1} P_{i,j}^2$$

2.3. Definición de términos básicos

ABSORCIÓN ATMOSFÉRICA. Indica la eliminación que realiza la atmósfera de distintos tipos de energía en razón de sus propios componentes, y principalmente del ozono, oxígeno atómico y vapor de agua. *ABSORPTION*. (Chuvieco, 2008) *Página 423*.

BANDAS ESPECTRALES. Se refiere este término a una selección de longitudes de onda con comportamiento electro - magnético similares *SPECTRAL BAND*. (Chuvieco, 2008) *Página 423*.

BYTE. Un grupo de ocho bits de datos continuos. (Chuvieco, 2008) *Página 424*.

CAMARA MULTIBANDA. Cámara que expone diferentes áreas de un film o más de un film, a través de un lente. Incluye diferentes objetivos, cada uno de los cuales presenta diversos filtros o tipos de película, de tal forma que puede obtenerse la misma porción del terreno en diferentes bandas espectrales. *MULTIBAND CAMERA*. (Chuvieco, 2008) *Página 424*.

CONTRASTE. Diferencia de valor o tono entre las áreas más claras y más oscuras de una imagen. *CONTRAST*. (Chuvieco, 2008) *Página 424*.

ELECTRO-MAGNETICA, Energía. Energía propagada a través del espacio o de otro medio material en un modelo armónico ondulatorio con un componente magnético y otro eléctrico. *ELECTRO-MAGNETIC ENERGY*. (Chuvieco, 2008) *Página 425*.

ESPECTRO ELECTRO-MAGNETICO. Este término hace referencia a la localización de las distintas radiaciones según su longitud de onda y frecuencia. *ELECTRO-MAGNETICO SPECTRUM*. (Chuvieco, 2008) *Página 426*.

FRECUENCIA. Número de ciclos por segundo que pasan por un punto fijo. *FREQUENCY*. (Chuvieco, 2008) *Página 426*.

IMAGEN. Cualquier forma de representación pictórica de los datos no obtenidos por medios fotográficos. *IMAGE*. (Chuvieco, 2008) *Página 426*.

INFRARROJO. Porción del espacio comprendida entre 0 y 100 micras, que tiene gran importancia para estudios de teledetección. Normalmente suele dividirse en infrarrojo cercano (0,7 - 1,3 micras), medio (1,3 – 3,0 micras) y lejano (3,0 – 15,0 micras). Este

último también se conoce como infrarrojo térmico. *INFRARED*. (Chuvieco, 2008) *Página 426*.

INFRARROJO COLOR. Se trata de una composición coloreada en la cual se aplican a las bandas espectrales verde, rojo e infrarrojo próximo, los colores naturales azul, verde y rojo, respectivamente. Resulta muy útil para detectar cambios en las condiciones de las superficies vegetales. *COLOR INFRARED*. (Chuvieco, 2008) *Página 427*.

LANDSAT. Serie de satélites construida por NASA dedicados específicamente a la detección de recursos naturales. (Chuvieco, 2008) *Página 427*.

MICROMETRO. Unidad de longitud empleada para medir longitud de onda de alta frecuencia. Equivale a la millonésima parte de un metro. *MICROMETER*. (Chuvieco, 2008) *Página 427*.

PIXEL. Derivado del inglés “picture element”. Es el elemento pictórico más pequeño de las imágenes que es susceptible a ser procesado. (Chuvieco, 2008) *Página 428*.

RESOLUCIÓN. La resolución es la medida de la habilidad de un sistema sensor para discriminar información dentro de la imagen. *RESOLUTION*. (Chuvieco, 2008) *Página 429*.

SENSOR. Cualquier instrumento que detecta energía (principalmente electromagnética), la convierte en una señal y la presenta en forma susceptible a ser aprovechada para el estudio del medio ambiente. (Chuvieco, 2008) *Página 429*.

TELEDETECCIÓN. Es la técnica que permite obtener información sobre un objeto, área o fenómeno a través del análisis de datos adquiridos por un instrumento que no está en contacto con el objeto, área o fenómeno bajo investigación. *REMOTE SENSING*. (Chuvieco, 2008) *Página 429*.

THEMATIC MAPPER (TM). Se trata de un equipo de barrido multispectral bastante sofisticado, que se incorpora a los satélites de recursos naturales Landsat. (Chuvieco, 2008) *Página 430*.

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1. Hipótesis de la investigación

3.1.1. Hipótesis general

Influirá la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre.

3.1.2. Hipótesis específicas

Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Entropía.

Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Contraste Mínimo.

Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Contraste Máximo.

Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Homogeneidad Mínimo.

Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Homogeneidad Máximo.

Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Energía Mínimo.

Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Energía Máximo.

3.2. Variable del estudio

3.2.1. Definición conceptual

Variable independiente: Aplicación informática

Según Ruiz Cristina y otros, página 8, indican: “La repercusión de la informática en todos los aspectos de nuestra sociedad es tan grande que a veces nos preguntamos cómo podíamos vivir antes sin ellas; sin embargo, lo cierto es que hasta hace poco más de cincuenta años los ordenadores eran maquinas desconocidas, muy costosas, que ocupaban una sala entera y requerían de varios operarios para funcionar”. (Ruiz Cristina , Rubio Campal , & Sàñchez Alonso , 2013)

Según Joyanes Aguilar, página 29, escribe: “En el interior de la computadora los diferentes componentes del hardware se comunican entre sí utilizando el bus interno. Hoy en día es práctica común que las computadoras se comuniquen unas con otras compartiendo recursos e información. Esta actividad es posible a través del uso de redes, con cable físicos (normalmente teléfonos alámbricos), junto con transmisiones electrónicas, sin cables (inalámbricas) mediante teléfonos móviles o celulares, redes inalámbricas o tecnología Bluetooth”. (Joyanes Aguilar, 2008)

Según Joyanes Aguilar, página 33, indica: “El software de aplicación tiene como función principal asistir y ayudar a un usuario de una computadora para ejecutar tareas específicas. Los programas de aplicación se pueden desarrollar con diferentes lenguajes y herramientas de software”. (Joyanes Aguilar, 2008)

Si bien es cierto que las aplicaciones nos hacen cada día la vida más sencilla, en diferentes áreas como en la comunicación, para resolver problemas complejos, para ordenar datos, pero hoy en día los videojuegos son los que dan la motivación para crear más aplicaciones, donde hay más expectativa de clientes exigentes.

Según Fernández y Sáez Vacas, página 425, indican: “La importancia de la teoría de lenguajes en informática radica en la correspondencia biunívoca que existe entre maquinas programables y lenguajes. A cada máquina corresponde un lenguaje en el que se escriben sus programas; a la inversa, a cada lenguaje de programación

le corresponde una máquina que interpreta los programas escritos con él. La teoría de lenguajes permite desarrollar de manera científica tanto la creación y la producción de programas como los diseños de máquinas y lenguajes de programación”. (Fernandez & Saez Bacas, 1987)

Variable dependiente: Análisis de imágenes

Podemos decir que el análisis de imágenes es la extracción de información que se realiza tanto visual como digital de un formato (fotografía), ya sea en blanco y negro o cromáticas. La presente investigación se centrará en la extracción de información de una imagen a través de un procesamiento digital.

Según Rafael González, Richard Woods, Steven Eddins, página 1, indican: “Una característica importante que subyace al diseño de los sistemas de procesamiento de imágenes es el nivel significativo de prueba y experimentación que normalmente requiere antes de llegar a una solución aceptable. Esta característica implica que la capacidad de formular enfoques y prototipar rápidamente las soluciones candidatas generalmente juega un papel importante en la reducción del costo y el tiempo requerido para llegar a una implementación de sistema viable”. (Gonzalez , Woods, & Eddins, Digital Image Processing using MATLAB, Second Edition , 2009)

Según Rafael González y Richard Woods, página 1, indican: “El interés en los métodos de procesamiento de imágenes digitales proviene de dos áreas principales de aplicación; mejora de la información pictórica para la interpretación humana; y procesamiento de datos de imagen para almacenamiento, transmisión y representación para la percepción autónoma de la máquina. Este capítulo tiene varios objetivos: (1) definir el alcance del campo que llamamos procesamiento de imágenes (2) para dar una perspectiva histórica de los orígenes de este campo (3) para dar una idea del estado del arte en la imagen procesando al examinar algunas de las áreas principales en las que se aplica, (4) discutir brevemente los enfoques principales utilizados en el procesamiento de imágenes digitales, (5) para dar una visión general de los componentes contenidos en un sistema típico de procesamiento de imágenes de propósito general y (6) para proporcionar dirección a los libros y otra literatura donde

normalmente se informa el trabajo de procesamiento de imágenes”. (Gonzalez & Woods , Digital Image Processing, 2nd Edition , 2002)

Imagen.

Según Rafael González, Richard Woods, Steven Eddins, página 2, indican: “Una imagen se puede definir como una función bidimensional $f(x, y)$, donde x e y son coordenadas espaciales (planas) y la amplitud de f en cualquier par de coordenadas (x, y) se denomina intensidad o gris nivel de la imagen en ese punto. Cuando x , y , y los valores de amplitud de f son cantidades finitas y discretas, llamamos imagen a una imagen digital”. (Gonzalez , Woods, & Eddins, Digital Image Processing using MATLAB, Second Edition , 2009)

Las imágenes que se realizarán los análisis son capturadas por sensores de los satélites, dichas imágenes están en la computadora, y es ahí donde se realizarán el procesamiento.

Ahora los elementos de una imagen más pequeña son los pixeles, recuerden que nuestra visión humana es limitada a la banda visual del espectro electromagnético. Nosotros usamos emuladores computarizados con capacidad de aprendizajes, de hacer inferencias y dar resultados basados en cálculos.

Para realizar los análisis de las imágenes, son procesos automatizados, en algunas son rutinarias dependiendo del nivel de complejidad. Dentro de los campos de aplicación tenemos en: imágenes rayos gamma, imágenes de rayos x, imágenes en la banda ultravioleta, imágenes en las bandas visibles e infrarrojas, imágenes en las bandas de microondas, imágenes en la banda de radio.

3.2.2. Definición operacional

Tabla 7: Definición operacional

Variables	Dimensiones	Indicadores	Operacionalización
INDEPENDIENTE Aplicación Informática	Lenguajes de programación	MATLAB	Diseño de una aplicación para el visualización y análisis de imágenes
	Metodología de desarrollo de software	Scrum	Segmentar imagen satelital Operación de bandas Construcción de un Dataset de imágenes Evaluar imágenes de coberturas: 400 imágenes vegetales 290 imágenes no vegetal Desarrollo tecnológico
DEPENDIENTE Análisis de Imágenes de superficie terrestre	Características de textura	Entropía	$\sum_{i,j}^{N-1} -P_{i,j} \ln(P_{i,j})$
		Contraste Mínimo	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} \cdot (i-j)^2$
		Contraste Máximo	
		Homogeneidad Mínima	$\sum_{i,j=0}^{N-1} i \cdot P_{i,j}$
		Homogeneidad Máximo	
		Energía Mínima	$\sum_{i,j}^{N-1} P_{i,j}^2$
		Energía Máximo	

Fuente propia del autor.

3.3. Tipo y nivel de la investigación

El tipo de la investigación es Aplicada

Según Panaque (1998), página 23, dice: “si el problema surge directamente de la práctica social y genera resultados que pueden aplicarse (son aplicables y tienen aplicación en el ámbito donde se realizan) la investigación se considera aplicada. Es obvio que la aplicación no tiene forzosamente que ser directa en la producción o en los servicios, pero sus resultados se consideran de utilidad para aplicaciones *prácticas*”. (Jiménez Panaque, 1998)

La aplicación se realizará en esta investigación a través del conocimiento que se adquiere, para enriquecer el análisis de las imágenes, para ello se usa un marco teórico para el análisis y solución para garantizar los resultados. Estos resultados servirán para comparar el estado de la vegetación y no vegetación, que indique valores que puedan definir la toma de decisiones.

Según Hernández Sampieri, y otros 2014, página 95, dice: “Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. Pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

La intención de la presente investigación es explicar el análisis de una imagen satélite, usando las características como la textura, con el apoyo de herramientas computacionales tanto para el cálculo como para la visualización. La obtención de la imagen es a través de la agencia USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos), esta imagen es visualizada, usando Paint, el cual es un programa editor de imágenes, para luego usar el software de procesamiento de imágenes Sopi, donde realizaremos las combinaciones respectivas y obtener la combinación ideal en falso color compuesto. La variable independiente como es la aplicación informática, a través de usos de algoritmos identificará las características, que se obtienen de la reflectancia de los recursos que el sol ilumina a diario, interpretar una imagen según la energía que

irradia influye en la variable dependiente del análisis de imágenes, estas imágenes contienen información de acuerdo a su cromaticidad o color en un lugar y momento dado.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es No Experimental:

Según Hernández Sampieri y otros, (2014), página 152, dice: “Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, que se trata de estudios en los que NO hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación No experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural analizarlos”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, capítulo 7 concepción o elección del diseño de investigación, 2014)

En este diseño de investigación de trabajará con imágenes ya capturadas y obtenidas por los sensores de los satélites de superficie terrestre, las cuales se encuentran en una base de archivos, que son administrados por la USGS, que es el servicio geológico de los Estados Unidos, es una agencia científica del gobierno federal, estudian el terreno, los recursos naturales y los riesgos naturales, desde ahí hay que buscar las mejores imágenes, libres de nubes, que sean de interés del análisis, como son las texturas, luego poderlos descargar, para realizar la respectiva segmentación, donde se guardaran en un Dataset, para desde ahí poder usarlas para el análisis respectivo.

Investigación transeccional o transversal

Según Hernández Sampieri y otros, (2014), página 154, dicen: “Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único (Liu, 2008 y Tucker, 2004). Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, capítulo 7: concepción o elección del diseño de investigación, 2014)

Las imágenes las cuales van a ser trabajadas son imágenes ya capturadas en un lugar y a una hora fija, luego estas imágenes nos sirven para el análisis de diferentes características, así poder obtener resultados de su interpretación, por eso se trabajará con la investigación transeccional, para recolectar datos en un momento o tiempo único.

3.5. Población y muestra del estudio

3.5.1. Población

Según Hernández Sampieri y otros (2014), página 174, dicen: “Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Nuestra población está formada por una imagen satelital de superficie terrestre, que contiene las coberturas vegetales y las coberturas no vegetales para su análisis según corresponda a cada criterio de nuestros indicadores. Es una imagen limpia, lista para ser segmentada.

Según Hernández Sampieri y otros (2014), página 174, dicen: “Una vez que se ha definido cuál será la unidad de muestreo/análisis se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Con las imágenes que han sido segmentadas con dimensiones de 25 pixeles por 25 pixeles, se procederá a realizar el análisis para obtener los resultados.

Hernández Sampieri y otros (2014), página 174, dicen: “Las poblaciones deben situarse claramente por sus características de contenido, lugar y tiempo”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Las características de la población recursos naturales en las coberturas vegetales y las no vegetales de un lugar y en un tiempo determinado.

Se usará una imagen satelital, la cual ha sido seleccionada de muchas imágenes satelitales, por ser la que es más limpia, con menos cantidad de nubes y

que muestra de forma clara nuestro objetivo de estudio, esta imagen superficie terrestre, una vez corregida y georreferenciada es obtenidas de la agencia USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos) de la zona correspondiente a Perú, de fecha 19.09.2017, de la zona del departamento de Madre de Dios, provincia de Manu, Distrito de Huapetuhe, serán segmentadas para poder analizarla y luego serán almacenadas en un Dataset, la cantidad de imágenes obtenidas luego de la segmentación es: cobertura vegetal 400 imágenes y para la cobertura no vegetal 290 imágenes.

3.5.2. Muestra

Según Hernández Sampieri y otros (2014), página 175, dicen: *“La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”*. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Las muestras para la presente investigación serán obtenidas del Dataset, de donde se usarán las imágenes para su análisis, para esta investigación se usarán de la cobertura vegetales (100 imágenes) y de la cobertura no vegetales (100 imágenes), serán nuestras muestras en el análisis respectivo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnica de recolección de datos

Según Hernández Sampieri y otros (2014), página 42, dicen: Observación: *“Esta técnica de recolección de datos consiste en registrar de manera sistemática, válida y confiable los comportamientos o conductas que se manifiestan de acuerdo a un conjunto de reglas y procedimientos predeterminados derivados del planteamiento del problema de investigación. Puede utilizarse como instrumento de medición en muy diversas circunstancias”*. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Se va a utilizar esta técnica de recolección de datos como la observación, porque se registrará lo que vamos a percibir, son datos visuales que se desarrollará, a la cual le aplicaremos un procedimiento informático, con algoritmos para identificar las características de nuestro criterio, a cada imagen, las cuales ayudarán. Los humanos somos selectivos en nuestras observaciones. Se utiliza esta técnica por ser práctica para trabajar, costos mínimos, y de rápido manejo, la cual se tendrá información, esta información será obtenida después de realizar los análisis en el software.

3.6.2. Instrumento de recolección de datos

Según Hernández Sampieri y otros (2014), página 199, dicen: Ficha de observación *“Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representen verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente”*. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

En este instrumento, la ficha de observación se registrará los datos de cada imagen segmentada, de acuerdo a las texturas de cada indicador. Después de obtener los resultados de los algoritmos de cada característica de cada imagen, son registrados en una tabla Excel que es una aplicación de hojas de cálculo, para luego usar el Word que es un procesador de texto, junto con la imagen que es analizada.

Tabla 8: Instrumento

Instrumento de recolección de datos							
Título: Aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre							
Dimensión: Características de textura							
Nro. De Imagen	Indicadores						
	Entropía	Contraste Mínimo	Contraste Máximo	Homogeneidad Mínimo	Homogeneidad Máximo	Energía Mínimo	Energía Máximo
01							
02							
03							
04							
05							
06							

Fuente: propia del autor.

3.6.2.1. Confiabilidad del instrumento

Según Hernández Sampieri y otros (2014), página 200, dicen: *“La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales”*. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Para la confiabilidad del instrumento se usará fórmulas para indicador, además de procesos computacionales y de visualización. Cada imagen será analizada con todas las características requeridas.

3.6.2.2. Validación de instrumento

Según Hernández Sampieri y otros (2014), página 200, dicen: *“La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir”*. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Tabla 9: Validación de Expertos

Mg. Ing. Barrantes Ríos Edmundo José	Experto Metodológico
Mg. Ing. Ovalle Paulino, Christian	Experto Temático

Fuente: Elaboración propia

validación de los instrumentos es realizada por miembros de la universidad, que son los expertos en temas de tesis, como se indica en la tabla de arriba.

3.7. Métodos de análisis de datos

Hernández Sampieri y otros (2014), página 270, dicen: “Al analizar los datos cuantitativos debemos recordar dos cuestiones primero, que los modelos estadísticos son representaciones de la realidad, no la realidad misma; y segundo, los resultados numéricos siempre se interpretan en contexto, por ejemplo, un mismo valor de presión arterial no es igual en un bebé que en una persona de la tercera edad”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014)

El análisis de los datos se lleva a cabo por computadoras u ordenadores, en la actualidad existen muchos programas para realizar este trabajo, la cual facilita ahorro de tiempo, resultados más precisos, y en el momento. Esta investigación es desarrollada usando Matlab, para cada imagen analizadas, para obtener resultados y la aplicación de hojas de cálculo Excel para realizar los modelos estadísticos.

Estructural

Porque sigue una serie de procesos planteados desde la obtención de las imágenes, luego descomprimir, visualizarlos para saber si cumple con los requisitos

que se necesita para la investigación, luego seleccionárlas, convertir las imágenes para poder trabajarlas, realizar un Dataset para poder analizar cada imagen desde un Dataset de imágenes realizados con ciertos requisitos.

El análisis de datos se llevará a cabo con los valores que se obtendrán mediante la aplicación del instrumento elegido para la recolección de datos, como es la ficha de registro de observación elaborado para la variable dependiente.

Los datos obtenidos son de la dimensión de textura de imágenes y cromaticidad de imágenes, quienes poseen sus propios indicadores. El análisis cuantitativo se realizará tomando en cuenta el nivel de medición de la variable, que permitió describir y poner de manifiesto las principales características.

3.8. Aspectos éticos

Para el desarrollo de la presente investigación se hicieron consultas a diversos medios de conocimiento, como libros e internet, realizando las respectivas menciones al momento de citarlos, y todo lo desarrollado en este trabajo debe ser respetado. Parte ética:

1. Usos de software licenciado Matlab R2017a (versión de prueba)
2. Uso de acceso de imágenes portal U.S.G.S. gratuito, previa suscripción
3. Uso de software procesamiento de imágenes Sopi gratuito, previa suscripción
4. Uso de paquete Microsoft Office 2010 con licencia
5. Laptop HP Elite Book 8460p, procesador Intel(R) Core (TM) i5-250M @ 2.50 GHz, sistema operativo de 64 bits, RAM 8.00 GB.
6. Sistema operativo Windows 7 profesional.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultado

Después de realizar todo el proceso que consta desde la captura de la imagen satelital descargada de la agencia geológica USGS, para después usar el software de procesamiento de imágenes SOPI para la combinación de bandas, luego segmentar la imagen satelital usando PAINT, creando un DATASET de imágenes, y usar Matlab para el procesamiento de las imágenes segmentadas.

Después de hallar los resultados utilizando como interfaz un software flexible, completo y bien documentado, con implicación en el costo, tiempo de desarrollo y portabilidad se soluciones de procesamiento de imágenes, Matlab. Y una imagen satelital segmentada definido como una función bidimensional (x, y) formado por un número finito de pixeles y cada pixel tiene un valor.

Los resultados que el software Matlab, después de capturar cada uno de los valores por cada característica e indicador, usando su función vector para agrupar los resultados y entregarlos en forma de tabla.

Los resultados están en función de los indicadores y responden a las hipótesis específicos de la investigación. Se muestra a continuación estos resultados hallados, en forma de tablas, gráficos, estadística, con sus respectivos detalles.

Tabla 10:

Característica Entropía: Cobertura Vegetal

Imagen										
Resultados característica Entropía – Cobertura Vegetal										
1 al 10	4.0757	4.047	3.9884	3.9248	3.3376	3.1029	3.1991	3.6934	3.7527	3.5285
11 al 20	3.8204	3.492	3.6079	3.533	3.4209	3.5687	3.47	3.134	3.0472	3.4195
21 al 30	3.9745	3.9322	3.869	3.5917	3.5255	3.3047	3.4879	3.6995	3.6905	3.661
31 al 40	4.0241	3.5611	3.6265	3.8409	3.5132	3.557	3.4536	3.1637	3.3919	3.7844
41 al 50	3.9929	3.6183	3.7208	3.5931	3.6223	3.4825	3.6267	3.7018	3.7325	3.8487
51 al 60	3.5316	3.573	4.0125	3.7876	3.5616	3.4034	3.6022	3.2277	3.6875	3.8003
61 al 70	3.5855	3.4671	3.5948	3.5935	3.4287	3.5776	3.422	3.3788	3.6843	3.5436
71 al 80	3.509	3.6544	3.6919	3.3785	3.4566	3.4947	3.1634	4.0108	3.8134	3.4248
81 al 90	3.5411	3.3996	3.5511	3.699	3.6477	3.5947	3.645	3.565	3.6763	3.622
91 a 100	3.5468	3.7719	3.3112	3.0156	3.536	3.536	3.7731	3.7028	3.7654	3.6475

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 10, se muestra el resultado del análisis de 100 imágenes de característica entropía, cobertura vegetal. Con valores desde 3.0156 hasta 4.0757. La entropía valora la cantidad de desorden de los pixeles que conforman y que se puede encontrar en una imagen, hay que tener presente que estamos analizando zonas que tienen abundante vegetación. La variación de colores de diferentes vegetales en diferentes etapas de vida. Encontramos que la media es tiene un valor de 3.593648, el valor que más se repite tiene un valor de 3.536, el valor central de los datos encontrados como resultado después de ordenarlos es de 3.5924.

Tabla 11

Características Entropía: Cobertura No Vegetal

Imagen	Resultado característica Entropía – Cobertura No Vegetal									
01 al 10	5.3264	5.4023	5.4651	5.3872	5.3531	5.3082	5.1358	5.2777	5.3531	5.3082
11 al 20	5.2728	5.2914	5.0494	5.2975	5.143	4.6908	4.9643	5.2751	5.0856	5.1552
21 al 30	4.9426	5.126	5.2662	5.1751	4.6972	4.8933	5.2851	4.9966	5.0817	5.2419
31 al 40	5.181	5.2858	5.2542	5.0129	4.7984	5.2185	5.0517	5.1999	5.2238	5.1943
41 al 50	4.7907	5.2195	5.1596	4.831	5.1678	5.2725	5.1558	5.2859	5.1098	5.1591
51 al 60	5.1776	4.9642	5.207	5.3421	5.3543	5.2826	5.1589	5.1405	4.9793	4.873
61 al 70	4.7427	5.2238	5.2221	5.2343	5.27	5.0029	5.1873	5.2624	5.1209	5.07
71 al 80	5.0342	5.1273	5.1268	4.9529	5.0283	5.22	5.0121	5.0137	5.2641	5.0312
81 al 90	5.1109	5.2462	5.1383	5.2464	5.1018	5.2077	5.2777	5.011	5.1521	5.3071
91 a 100	5.1328	5.0386	5.2495	5.1254	5.0261	5.1223	4.9646	4.9688	5.2621	5.4401

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 11, se muestran resultado del análisis de 100 imágenes de característica entropía, de cobertura no vegetal. Con valores desde 4.6908 hasta 5.465. La entropía muestra la cantidad de desorden de los píxeles o puntos dentro de una imagen, y en esta tabla los resultados hacen referencia a zonas que tienen vegetación escasa y parte se suelo desnudo por la acción de la humanidad en sus actos de explotación. Encontramos que la media de los datos tiene un valor de 5.145761, mientras que la tabla muestra que el valor que más se repite es 5.3531, y la mediana después de ordenar los datos tiene un valor de 5.15935.

Coberturas vegetales y coberturas no vegetales

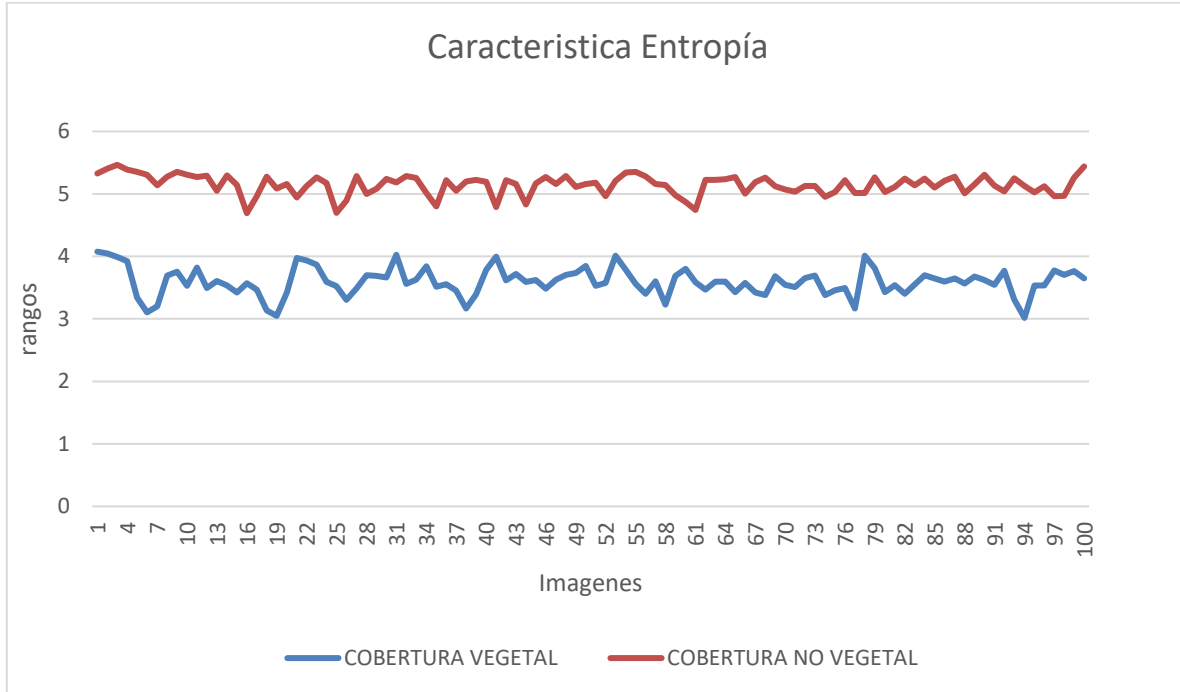


Gráfico 1: Característica Entropía

En el gráfico Nro.1, se hace la comparación de imágenes de las coberturas vegetal y de las coberturas no vegetal de la característica entropía, donde se muestra que existe una diferencia lineal, una distancia en valores desde el inicio al fin del gráfico.

Primera hipótesis “Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Entropía”.

Si influye en la entropía, en la discriminación de vegetación, los resultados obtenidos indican que en la cobertura vegetal existe una entropía (desorden) del 41% (3.593648) en promedio, y que en la cobertura no vegetal existe una entropía (desorden) del 59% (5.145761) en promedio, además los valores que existen en la cobertura vegetal varía de entre 3.0156 y 4.0757; mientras que, en la cobertura no vegetal sus valores están entre 4.6908 y 5.4651 respectivamente.

Tabla 12:

Característica Contraste Mínimo: cobertura vegetal

Imágenes		Resultados característica Contraste Mínimo – Cobertura Vegetal								
1 al 10	2.7723	2.7692	2.7692	2.7723	0.0101	0	0	0	0	0
11 al 20	2	0.0035	0.0139	0	0.0087	0.0017	0	0	0	0
21 al 30	0	0	0	0.0035	0	0	0	0	0	0
31 al 40	0	0.0035	0.0035	0.0191	0.0035	0	0	0	0	0.007
41 al 50	0	0	0	0	0.0104	0	0	0	0	0.0035
51 al 60	0	0.0035	0.0174	0.0087	0	0	0	0	0.0035	0.0174
61 al 70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71 al 80	0	0	0.0035	0	0	0.0035	0	0	0	0
81 al 90	0.0035	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91 al 100	0.0035	0.007	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 12 se muestran el análisis de 100 imágenes correspondiente a la característica contraste mínimo de cobertura vegetal. Con valores desde 0 hasta 2.7723. Los resultados de contraste mínimo hacen mención de los niveles mínimos de intensidad que muestran una imagen analizada segmentada de una zona conformada por vegetación en diferentes etapas de su vida. De la tabla de datos podemos hallar la media que tiene un valor de 0.112467, mientras que los valores encontrados que más se repiten es 0.

Tabla 13:

Característica Contraste Mínimo: cobertura no vegetal

Imágenes	Resultados característica Contraste Mínimo – Cobertura No Vegetal									
01 al 10	2.9108	2.8862	2.8	2.8585	2.8338	2.8123	2.8277	2.8585	2.8338	2.8123
11 al 20	2.8215	2.8338	2.5538	2.8523	2.7692	2.7708	2.6954	2.9138	2.7815	2.7569
21 al 30	2.7692	2.8323	2.78	2.7815	2.7692	2.7723	2.2677	2.8431	2.8185	5.8862
31 al 40	1.3908	2.8	2.7908	2.7692	2.7692	2.7754	2.7354	2.9769	2.7154	2.8169
41 al 50	2.7723	2.8123	2.7769	2.7692	2.7692	2.7723	2.7846	2.5277	2.9138	2.6338
51 al 60	2.7138	2.7846	2.7969	2.6646	2.7908	2.5877	2.8385	2.7923	2.8215	2.6815
61 al 70	2.7785	2.7169	2.8062	2.8338	3.0308	2.6615	2.68	2.8969	2.76	2.8308
71 al 80	2.8277	2.6892	2.8	2.8154	2.84	2.8369	2.8369	2.8677	2.7046	2.7492
81 al 90	2.9538	2.86	2.7985	2.7723	2.8123	2.7938	2.8585	2.8538	2.7831	2.7908
91 al 100	2.8231	2.8338	2.7692	2.8846	2.8138	2.8492	2.7785	2.8277	2.7646	2.8169

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 13 se muestra el análisis de 100 imágenes correspondiente a la característica contraste mínimo cobertura no vegetal. Con valores desde 1.3908 hasta 5.8862. El contraste mínimo hace referencia con los niveles de intensidad de una imagen, en esta tabla se muestra los niveles de zonas que están conformadas por vegetales escasos y suelos desnudos por acción de la labor humana dedicada a la explotación. Según los resultados de la tabla encontramos una media con un valor de 2.806485, mientras que en la tabla se muestra que el valor que más se repite es 2.7692, después de ordenar los datos hallados encontramos una mediana cuyo valor es 2.7977.

Coberturas vegetales y coberturas no vegetales



Gráfico 2: Característica Contraste Mínimo

En el gráfico 2, tanto en la cobertura vegetal como en la cobertura no vegetal de la característica contraste mínimo, las primeras imágenes muestran una mínima diferencia, pero en las siguientes se encuentra una distancia la cual nos indica que son imágenes optimas a ser analizadas en la discriminación vegetal.

Segunda Hipótesis “Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre en la dimensión textura e indicador Contraste mínimo”.

Si influye los resultados obtenidos en la característica contraste mínimo (intensidad mínima de una imagen), cuyos niveles de grises mínimos en la cobertura vegetal es del 4% (0.112467) en promedio, mientras que en la cobertura no vegetal es de 96% (2.806485) en promedio; los valores en la cobertura vegetal varían desde 0 hasta 2.7723 y en la cobertura no vegetal sus valores varían desde 1.3908 hasta 5.8862 respectivamente.

Tabla 14:

Característica Contraste Máximo: cobertura vegetal

Imágenes		Resultados característica Contraste Máximo – Cobertura Vegetal								
1 al 10	1.392	1.3889	1.3889	1.3904	0.0104	0	0	0	0	0
11 al 20	0	0.0017	0.0139	0	0.0104	0.0017	0	0	0	0
21 al 30	0	0	0	0.0035	0	0	0	0	0	0
31 al 40	0	0.0035	0.0035	0.0243	0.0035	0	0	0	0	0.007
41 al 50	0	0	0	0	0.0104	0	0	0	0	0.0035
51 al 60	0	0.007	0.0157	0.0087	0	0	0	0	0.0035	0.0174
61 al 70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71 al 80	0	0	0.0035	0	0	0.0035	0	0	0	0
81 al 90	0.0035	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91 a 100	0.0035	0.007	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 14 se muestran el análisis de 100 imágenes de la característica contraste máximo de la cobertura vegetal. Con valores desde 0 hasta 1.392. El análisis de la característica contraste máximo de una imagen segmentada se refiere al nivel de intensidad máxima que se puede encontrar, estas zonas están conformadas por vegetación en sus diferentes etapas de vida. Después de hallar los resultados encontramos que tiene una media cuyo valor es 0.057308, mientras que el valor que más se repite en la tabla es 0,

Tabla 15:

Característica contrastes máximo: cobertura no vegetal

Imagen	Resultados característica Contraste Máximo – Cobertura No Vegetal									
01 al 10	1.5278	1.4105	1.409	1.4213	1.3858	1.4383	1.4213	1.4213	1.3858	1.4383
11 al 20	1.4151	1.3519	1.4552	1.444	1.3889	1.392	1.3997	1.4676	1.4012	1.4105
21 al 30	1.3889	1.4475	1.4892	1.4028	1.3889	1.392	1.412	1.2731	1.3981	1.4738
31 al 40	1.4506	1.4228	1.4043	1.3889	1.3889	1.3951	1.4136	1.5216	1.4429	1.6466
41 al 50	1.3904	1.4198	1.3981	1.3889	1.3889	1.392	1.4522	1.4074	1.4336	1.3997
51 al 60	1.4491	1.3904	1.4167	1.463	1.4892	1.4182	1.5586	1.5247	1.4799	1.3843
61 al 70	1.3843	1.4352	1.5154	1.5093	1.5756	1.3256	1.4259	1.5185	1.5247	1.4892
71 al 80	1.409	2.8179	1.6034	1.4059	1.4352	1.4198	1.3426	1.5154	1.2531	1.6111
81 al 90	1.466	1.5895	1.4583	1.444	1.429	1.4228	1.4213	1.466	1.5077	1.4228
91/ 100	1.5293	1.483	1.3889	1.5586	1.4383	1.4352	1.3966	1.4475	1.3657	1.5031

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 15 se muestran el análisis de 100 imágenes de la característica contraste máximo de la cobertura no vegetal. Con valores desde 1.2531 hasta 2.8179. El análisis de la característica contraste máximo de una imagen segmentada hace referencia al nivel de intensidad que se puede encontrar en una zona que esta conformada por escasa vegetación y suelo desnudo por acción de la labor humana dedicada a su explotación. En la tabla se muestra los resultados donde podemos hallar la media cuyo valor es 1.452633, mientras que el valor que más se repite dentro de la tabla es 1.3889, después de ordenar los datos hallamos la mediana cuyo valor es de 1.4228.

Coberturas vegetales y coberturas no vegetales

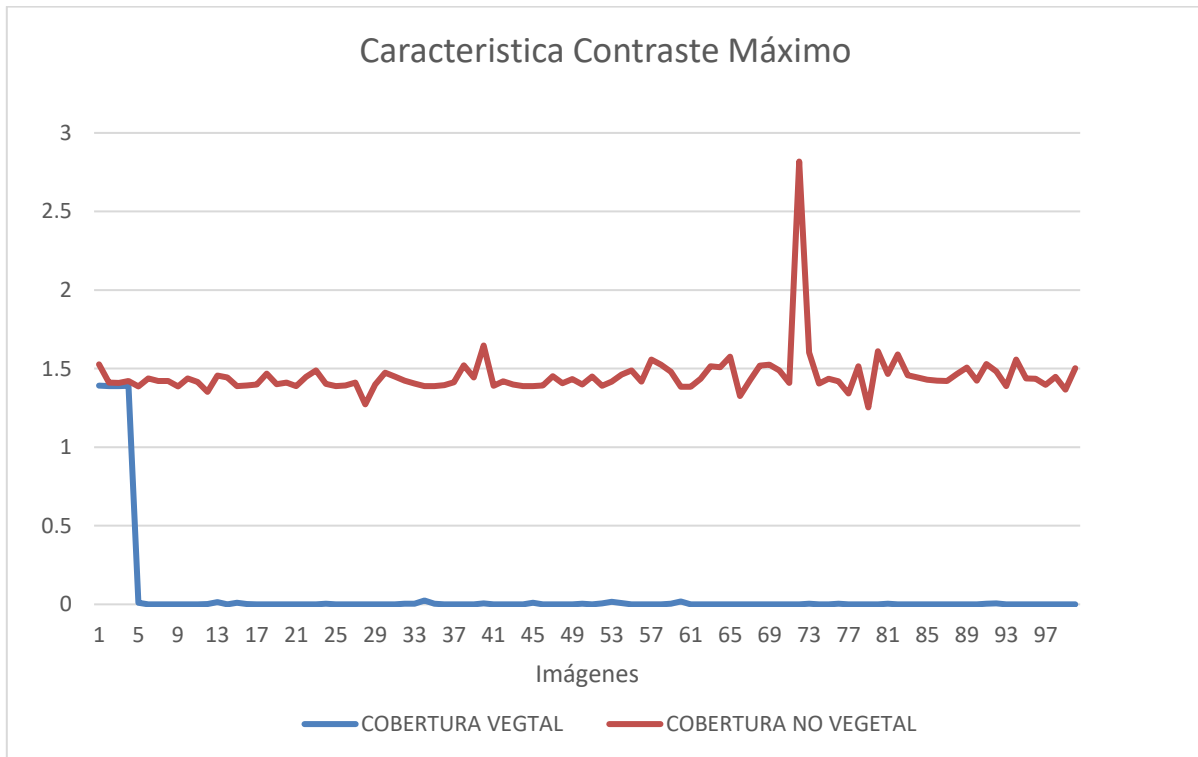


Gráfico 3: Característica Contraste Máximo

En el gráfico Nro. 3, se compara el resultado entre la cobertura vegetal y la cobertura no vegetal de la característica contraste máximo, en las primeras imágenes la distancia es mínima, pero en las siguientes imágenes se muestra una distancia lineal adecuada, la cual indica que son imágenes óptimas para ser analizadas.

Tercera Hipótesis “Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Contraste máximo”.

Con los resultados obtenidos si influye los resultados obtenidos en la característica contrastes máximo, los niveles de grises máximos (intensidad de una imagen) están en la cobertura no vegetal con un 96% (1.452633) en promedio con respecto a la cobertura vegetal que tiene un 4% (0.057308) en promedio; los valores de la cobertura vegetal varían entre 0 y 1.392, mientras que los valores de la cobertura no vegetal varían entre 1.2531 y 2.8179 respectivamente.

Tabla 16:

Característica Homogeneidad Mínima: cobertura vegetal

Imágenes										
Resultados característica Homogeneidad Mínima – Cobertura Vegetal										
1 al 10	0.9325	0.9341	0.9341	0.9325	0.9948	1	1	1	1	1
11 al 20	1	0.9983	0.993	1	0.9957	0.9991	1	1	1	1
21 al 30	1	1	1	0.9983	1	1	1	1	1	1
31 al 40	1	0.9983	0.9983	0.9904	0.9983	1	1	1	1	0.9965
41 al 50	1	1	1	1	0.9948	1	1	1	1	0.9983
51 al 60	1	0.9983	0.9913	0.9957	1	1	1	1	0.9983	0.9913
61 al 70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
71 al 80	1	1	0.9983	1	1	0.9983	1	1	1	1
81 al 90	0.9983	1	1	1	1	1	1	1	1	1
91 al 100	0.9983	0.9965	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 16 se muestran el análisis de 100 imágenes de la característica homogeneidad mínima de la cobertura vegetal. Con valores desde 0.9325 hasta 1. El análisis de la característica homogeneidad mínima de una cobertura vegetal hace referencia sobre los pixeles se encuentran mínimamente agrupadas, estas zonas están conformadas por vegetación en sus diferentes etapas de vida. Hallados los resultados podemos definir que la media tiene un valor de 0.996519, mientras que el valor que más se repite en la tabla es 1, una vez ordenado los datos el valor de la mediana es 1.

Tabla 17:

Característica Homogeneidad Mínimo: cobertura no vegetal

Imágenes	Resultados característica Homogeneidad Mínima – Cobertura No Vegetal									
01 al 10	0.838	0.8756	0.885	0.8895	0.8933	0.9041	0.9048	0.8895	0.8933	0.9041
11 al 20	0.9079	0.9018	0.8817	0.8925	0.9341	0.9333	0.9256	0.8365	0.9279	0.9234
21 al 30	0.9341	0.8941	0.8781	0.9279	0.9341	0.9325	0.89	0.8971	0.9095	0.8672
31 al 40	0.964	0.9187	0.9233	0.9341	0.9341	0.931	0.9257	0.8218	0.843	0.8597
41 al 50	0.9325	0.9125	0.9302	0.9341	0.9341	0.9325	0.8927	0.8105	0.8618	0.867
51 al 60	0.8607	0.9264	0.9202	0.9105	0.9064	0.8479	0.7984	0.8046	0.8742	0.9189
61 al 70	0.9295	0.9012	0.8903	0.9018	0.8033	0.8868	0.7933	0.8365	0.8966	0.9033
71 al 80	0.9048	0.9213	0.8344	0.911	0.8987	0.9002	0.8918	0.8764	0.9242	0.8093
81 al 90	0.8165	0.8297	0.9026	0.9157	0.9125	0.9218	0.8895	0.8496	0.8597	0.8812
91 al 100	0.8819	0.8933	0.9341	0.8511	0.9118	0.8772	0.9295	0.9048	0.9042	0.8765

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 17, se muestran el resultado del análisis de 100 imágenes de la característica homogeneidad mínima de la cobertura no vegetal. Con valores desde 0.7933 hasta 0.964. El análisis de la característica homogeneidad mínima de la cobertura vegetal hace referencia de los pixeles que se encuentran agrupadas en una imagen segmentada de zonas que se encuentran conformadas por escasa vegetación y suelos desnudos por acción de la labor humana dedicada a la explotación. En la tabla podemos hallar la media que tiene un valor de 0.891959, mientras que el valor que más se repite es 0.9341, después de ordenar los datos obtenemos que el valor central es 0.9007.

Coberturas vegetales y coberturas no vegetales

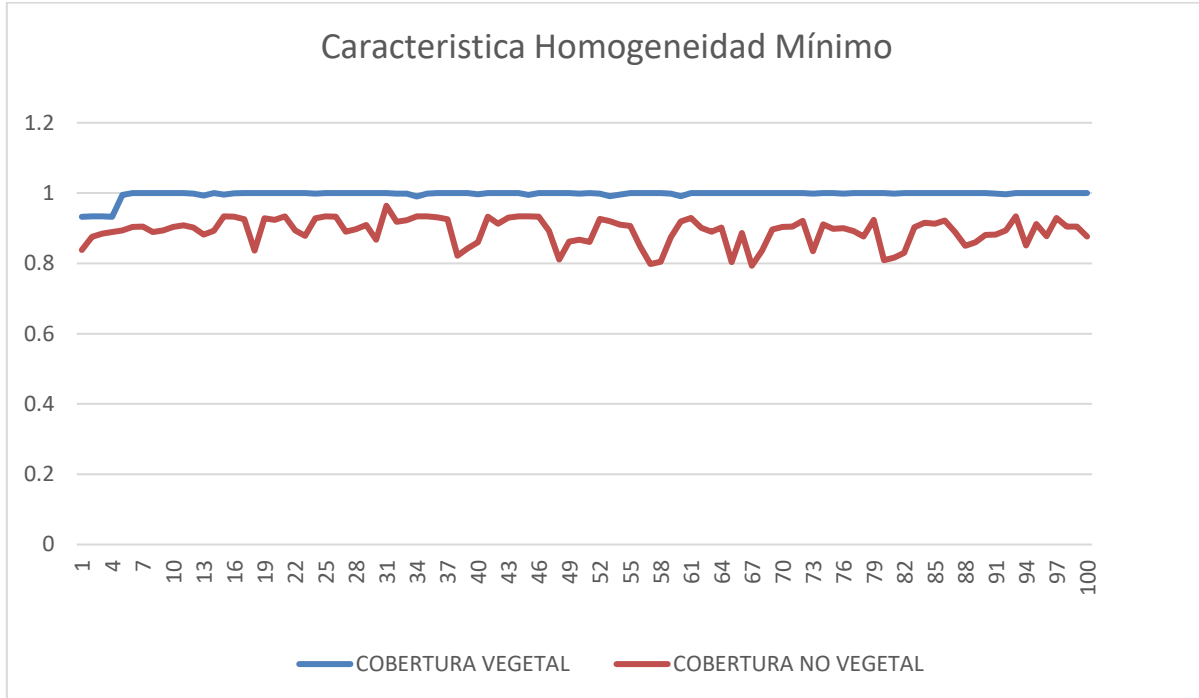


Gráfico 4: Característica Homogeneidad Mínimo

En el gráfico Nro. 4, se compara los valores de la cobertura vegetal y la cobertura no vegetal de la característica homogeneidad mínima, donde exista una distancia mínima entre ambas coberturas, pero ambas están distanciadas, y ningunas se mezclan; por lo tanto, estas imágenes son consideradas aptas para su análisis.

Cuarta hipótesis “Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador homogeneidad mínima”.

Si influye la aplicación informática, en la característica de homogeneidad mínima (semejanza y uniformidad en los valores de la imagen), donde la cobertura vegetal tiene un 53% (0.996519) en promedio, mientras que la cobertura no vegetal tiene un 47% (0.891959) en promedio; los valores de la cobertura vegetal varían entre 0.9325 y 1, y en la cobertura no vegetal varían entre 0.7933 y 0.964 respectivamente.

Tabla 18:

Característica Homogeneidad Máxima: cobertura vegetal

Imágenes		Resultados característica Homogeneidad Máxima – Cobertura Vegetal								
1 al 10	0.9654	0.9669	0.9669	0.9662	0.9948	1	1	1	1	1
11 al 20	1	0.9991	0.993	1	0.9948	0.9991	1	1	1	1
21 al 30	1	1	1	0.9983	1	1	1	1	1	1
31 al 40	1	0.9983	0.9983	0.9878	0.9983	1	1	1	1	0.9965
41 al 50	1	1	1	1	0.9948	1	1	1	1	0.9983
51 al 60	1	0.9965	0.9922	0.9957	1	1	1	1	0.9983	0.9913
61 al 70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
71 al 80	1	1	0.9983	1	1	0.9983	1	1	1	1
81 al 90	0.9983	1	1	1	1	1	1	1	1	1
91 al 100	0.9983	0.9965	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 18 se muestran el resultado de análisis de 100 imágenes de la característica homogeneidad máxima de la cobertura vegetal. Con valores desde 0.9654 hasta 1. El análisis de la característica homogeneidad máxima de una imagen segmentada hace referencia de los pixeles que se encuentran agrupadas en zonas que están conformadas por vegetación en diferentes niveles de vida. De los resultados en la tabla podemos hallar la media que tiene un valor de 0.997805, mientras que el valor que más se repite en la tabla es 1, después de ordenar los datos encontramos que la mediana tiene un valor de 1.

Tabla 19:

Característica Homogeneidad Máxima: cobertura no vegetal

Imágenes	Resultados característica Homogeneidad Máxima – Cobertura No Vegetal									
01 al 10	0.8975	0.9392	0.94	0.9423	0.9347	0.9422	0.9423	0.9423	0.9347	0.9422
11 al 20	0.9454	0.9347	0.9338	0.9307	0.9669	0.9654	0.9615	0.9022	0.9608	0.9561
21 al 30	0.9669	0.9292	0.9168	0.96	0.9669	0.9654	0.9469	0.9403	0.9454	0.8991
31 al 40	0.9625	0.95	0.9592	0.9669	0.9669	0.9638	0.9546	0.8752	0.8723	0.8381
41 al 50	0.9662	0.9515	0.9623	0.9669	0.9669	0.9654	0.9353	0.8647	0.9323	0.8939
51 al 60	0.903	0.9577	0.953	0.9299	0.9168	0.91	0.8313	0.8483	0.9045	0.9523
61 al 70	0.9608	0.9353	0.9037	0.9067	0.8567	0.9141	0.8216	0.8599	0.899	0.9168
71 al 80	0.94	0.9138	0.8343	0.9415	0.9353	0.9343	0.9225	0.9037	0.9503	0.8474
81 al 90	0.8269	0.8497	0.9322	0.9392	0.9469	0.95	0.9423	0.8861	0.8906	0.8993
91 al 100	0.8967	0.9199	0.9669	0.8736	0.9422	0.91	0.9631	0.9376	0.9447	0.8929

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 19 se muestran el resultado del análisis de 100 imágenes de la característica homogeneidad máxima de la cobertura no vegetal. Con valores desde 0.8216 hasta 0.9669. El análisis de la característica homogeneidad máxima de una imagen segmentada hace referencia de los pixeles que se encuentran agrupadas teniendo en cuenta que esta zona se encuentra conformado por escasa vegetación y suelo desnudo por acción de la labor de la mano humana dedicada a su explotación. En la tabla de resultados podemos hallar la media que tiene un valor de 0.92482, mientras que el valor que más se repite en la tabla es 0.9669, después de ordenar los datos de la tabla hallamos el valor central de 0.9353.

Coberturas vegetales y coberturas no vegetales

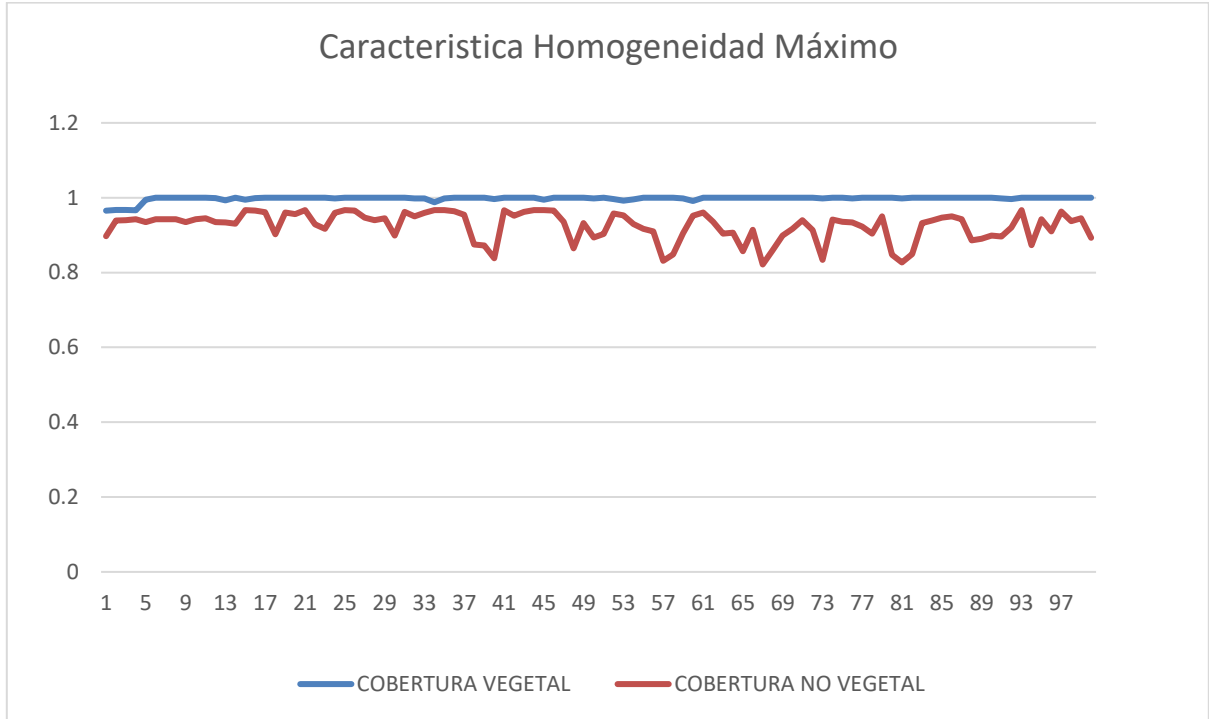


Gráfico 5: Característica Homogeneidad Máximo

En el gráfico Nro. 5, comparando la cobertura vegetal y la cobertura no vegetal de la característica homogeneidad máxima (la semejanza y uniformidad en la imagen), se muestra una distancia mínima en algunas imágenes mientras que en otras existe una distancia moderada, en todo caso ninguna se mezclan; por lo tanto, son consideradas aptas para ser analizadas dichas imágenes.

Quinta Hipótesis “Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador homogeneidad máxima”.

Si influye los resultados obtenidos, en la característica homogeneidad máxima, con resultados con respecto a la cobertura vegetal de un 52% en promedio, mientras que la cobertura no vegetal tiene un 48% en promedio, los valores varían en la cobertura vegetal entre 0.9654 y 1, mientras que en la cobertura no vegetal los valores varían entre 0.8216 y 0.9669.

Tabla 20:

Característica Energía Mínima: cobertura vegetal

Imágenes										
Resultados característica Energía Mínima – Cobertura Vegetal										
1 al 10	0.7845	0.7899	0.7899	0.7845	0.9793	1	1	1	1	1
11 al 20	1	0.9931	0.9725	1	0.9827	0.9965	1	1	1	1
21 al 30	1	1	1	0.9931	1	1	1	1	1	1
31 al 40	1	0.9931	0.9931	0.9623	0.9931	1	1	1	1	0.9862
41 al 50	1	1	1	1	0.9793	1	1	1	1	0.9931
51 al 60	1	0.9931	0.9657	0.9827	1	1	1	1	0.9931	0.9657
61 al 70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
71 al 80	1	1	0.9931	1	1	0.9931	1	1	1	1
81 al 90	0.9931	1	1	1	1	1	1	1	1	1
91 al 100	0.9931	0.9862	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 20 se muestran el resultado de análisis de 100 imágenes de la característica energía mínima de la cobertura vegetal. Con valores desde 0.7845 hasta 1. El análisis de característica energía mínima de una imagen segmentada hace referencia de los niveles de reflejo o la cantidad de energía emitida por el sol y que esta rebota en zonas que están conformados por vegetación en diferentes etapas de vida. En la tabla de resultados podemos hallar la media que tiene un valor de 0.988251, mientras que el valor que más se repite en la tabla es 1, después de ordenar los datos encontramos que el valor central es 1.

Tabla 21:

Característica energía mínima: cobertura no vegetal

Imágenes	Resultados característica Energía Mínima – Cobertura No Vegetal									
01 al 10	0.4736	0.5919	0.6198	0.6295	0.6265	0.6764	0.6866	0.6295	0.6265	0.6764
11 al 20	0.6964	0.638	0.5729	0.6293	0.7899	0.7872	0.77	0.4324	0.7684	0.7521
21 al 30	0.7899	0.6407	0.5902	0.7684	0.7899	0.7845	0.5444	0.5153	0.6912	0.5397
31 al 40	0.8437	0.7343	0.7499	0.7899	0.7899	0.7791	0.7492	0.345	0.3443	0.3985
41 al 50	0.7845	0.7165	0.7764	0.7899	0.7899	0.7845	0.6368	0.2385	0.4689	0.465
51 al 60	0.4975	0.9631	0.7395	0.687	0.6565	0.4485	0.342	0.2812	0.5425	0.7329
61 al 70	0.7738	0.6756	0.5764	0.6014	0.2982	0.5664	0.2446	0.3388	0.5848	0.6451
71 al 80	0.6816	0.6692	0.2668	0.6789	0.6574	0.6721	0.5812	0.5756	0.7003	0.3088
81 al 90	0.3026	0.381	0.6518	0.7158	0.7165	0.7368	0.6295	0.4804	0.5228	0.5654
91 al 100	0.5834	0.5856	0.7899	0.4542	0.7088	0.5576	0.7737	0.6766	0.6756	0.3326

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 21, se muestran los resultados obtenidos del análisis de 100 imágenes de la característica energía mínima de la cobertura no vegetal. Con valores desde 0.2385 hasta 0.8437. El análisis de la característica energía mínima de una imagen segmentada hace referencia del nivel de reflejo o rebote que energía que el sol emite y esto es reflejada en una zona que está conformado por escasa vegetación y suelo desnudo por acción de la labor humana dedicada a la explotación. En la tabla de resultados podemos hallar que la media tiene un valor de 0.613305, mientras que el valor que más se repite tiene un valor de 0.7899, después de ordenar los datos hallamos un valor central de 0.6429.

Coberturas vegetales y coberturas no vegetales

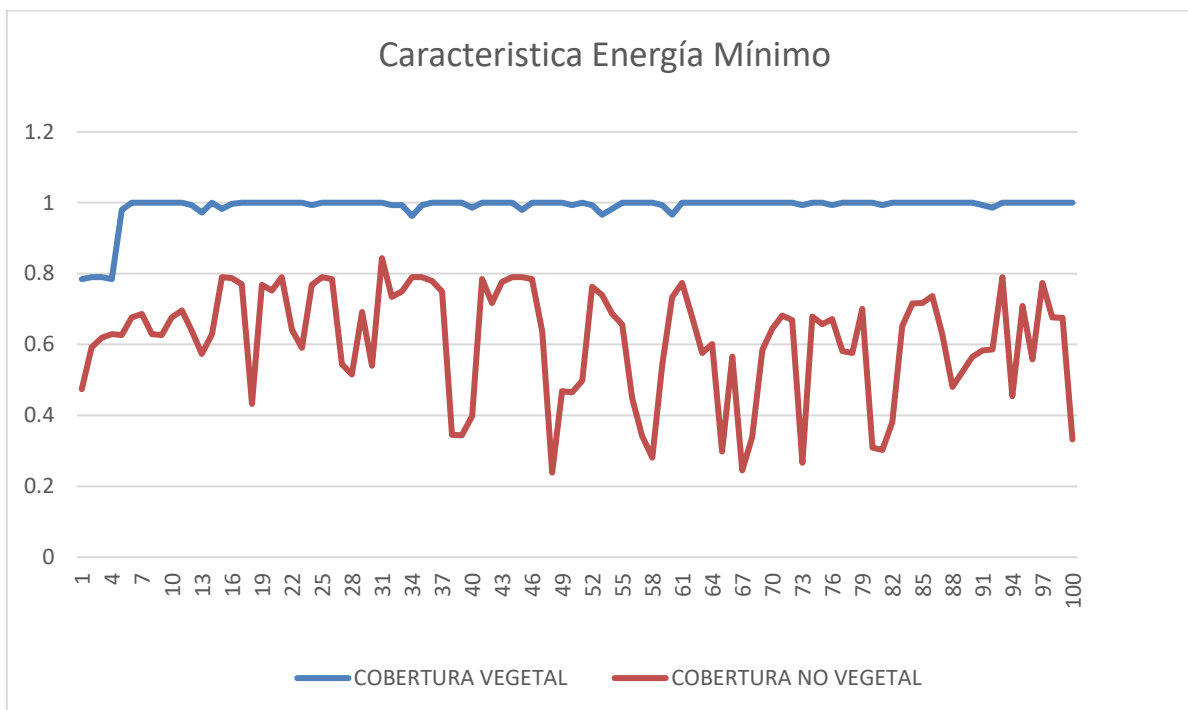


Gráfico 6: Característica Energía Mínima

En el gráfico Nro. 6, comparando la cobertura vegetal y la cobertura no vegetal de la característica energía mínima (niveles de reflexión mínima), se muestra que existe una distancia lineal, algunas imágenes tienen mayor distancia que otras imágenes, la cual nos indican que estas imágenes son aptas para ser analizadas según el criterio de nuestro objetivo.

Sexta Hipótesis "Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Energía mínima".

Si influye la aplicación informática, en la característica energía mínima, mostrando que en la cobertura vegetal hay un 62% (0.988251) en promedio, con respecto a la cobertura no vegetal con un 38% (0.613305) de promedio; los valores de la cobertura vegetal varían entre 0.7845 y 1, mientras que en la cobertura no vegetal los valores varían entre 0.2385 y 0.8437.

Tabla 22:

Característica Energía Máxima: cobertura vegetal

Imágenes										
Resultados característica Energía Máxima – Cobertura Vegetal										
1 al 10	0.7889	0.7944	0.7944	0.7916	0.9793	1	1	1	1	1
11 al 20	1	0.9965	0.9725	1	0.9793	0.9965	1	1	1	1
21 al 30	1	1	1	0.9931	1	1	1	1	1	1
31 al 40	1	0.9931	0.9931	0.9522	0.9931	1	1	1	1	0.9862
41 al 50	1	1	1	1	0.9793	1	1	1	1	0.9931
51 al 60	1	0.9862	0.9691	0.9827	1	1	1	1	0.9931	0.9657
61 al 70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
71 al 80	1	1	0.9931	1	1	0.9931	1	1	1	1
81 al 90	0.9931	1	1	1	1	1	1	1	1	1
91 al 100	0.9931	0.9862	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 22 se muestran el resultado de análisis de 100 imágenes de la característica energía máxima de la cobertura vegetal. Con valores desde 0.7889 hasta 1. En el análisis de la característica energía máxima de una imagen segmentada hacemos referencia a la cantidad máxima de energía que refleja o rebota, esta energía es emitida por el sol y cuando llega a la tierra esta rebota ese reflejo es capturada por el satélite que hace la lectura, esta zona está conformada por vegetación en sus diferentes etapas de vida. En la tabla de resultados podemos hallar que la media tiene un valor de 0.98832, mientras que el valor que más se repite en la tabla es 1, después de ordenar los datos de la tabla podemos hallar el valor central de 1.

Tabla 23:

Característica energía máxima: cobertura no vegetal

Imágenes	Resultados característica Energía Máxima – Cobertura No Vegetal									
01 al 10	0.5098	0.6437	0.6603	0.6775	0.6531	0.69	0.7077	0.6775	0.6531	0.69
11 al 20	0.7178	0.6554	0.5938	0.6274	0.7944	0.7889	0.77	0.4768	0.7727	0.754
21 al 30	0.7944	0.6563	0.5984	0.77	0.7944	0.7889	0.5659	0.5236	0.7048	0.5515
31 al 40	0.8433	0.7358	0.7674	0.7944	0.7944	0.7835	0.7515	0.3873	0.3469	0.3458
41 al 50	0.7916	0.7331	0.7781	0.7944	0.7944	0.7889	0.6599	0.2617	0.4915	0.4636
51 al 60	0.5091	0.7619	0.7462	0.6612	0.6315	0.4844	0.3526	0.2929	0.5442	0.7355
61 al 70	0.7726	0.6779	0.5487	0.5632	0.312	0.5691	0.2444	0.3222	0.561	0.6218
71 al 80	0.695	0.6612	0.2394	0.6825	0.6779	0.6804	0.5976	0.5708	0.7096	0.3156
81 al 90	0.3001	0.3747	0.6685	0.7004	0.723	0.7358	0.6775	0.4887	0.5337	0.5468
91 al 100	0.5588	0.6056	0.7944	0.4363	0.7078	0.5852	0.7808	0.6753	0.6997	0.3199

Fuente: Propia del autor

En la tabla Nro. 23 se muestran el resultado del análisis de 100 imágenes de la característica energía máxima de la cobertura no vegetal. Con valores desde 0.2394 hasta 0.8433. En análisis de la característica energía máxima de una imagen segmentada, hace referencia de la cantidad de energía que es reflejada, esta energía es emitida por el sol y cuando llega a la tierra esta rebota y el satélite hace la lectura de ese rebote de energía, estas zonas están conformado por escasa vegetación y suelos desnudos por acción de la labor de la mano humana dedicada a la explotación. En la tabla de resultados podemos hallar que la media tiene un valor de 0.62025, mientras que el valor que más se repite en la tabla es 0.7944, después de ordenar los datos de la tabla podemos hallar la mediana que tiene un valor de 0.6612.

Coberturas vegetales y coberturas no vegetales

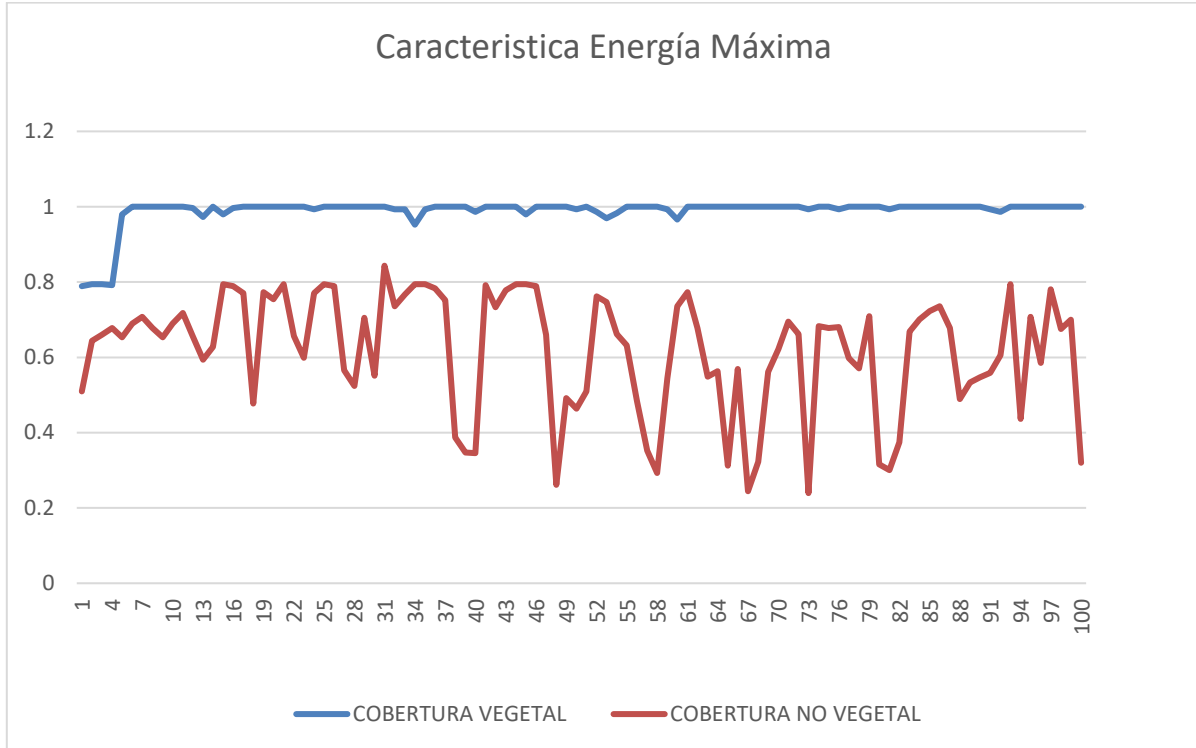


Gráfico 7: Característica Energía Máxima

En el gráfico Nro. 7, comparando la cobertura vegetal y la cobertura no vegetal de la característica energía máxima (niveles de energía reflejada), se muestra una distancia lineal en algunas más pronunciadas que en otras imágenes; por lo tanto, estas imágenes son aptas para ser analizadas.

Séptima Hipótesis “Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión de textura e indicador Energía máximo”.

Si influye la aplicación informática, en el análisis de la característica energía máxima, donde nos muestras que la cobertura vegetal tiene un 61% (0.98832) en promedio y la cobertura no vegetal tiene un 39% (0.62025) en promedio; los valores de la cobertura vegetal varían entre 0.7889 y 1; y los valores de la cobertura no vegetal varían entre 0.2394 y 0.8433 respectivamente.

V. DISCUSIÓN

5.1. Análisis de discusión de resultados

Para la realización de la presente discusión, se busca comparar los resultados obtenidos con otras investigaciones realizadas, o que tenga alguna relación con la investigación.

Para realizar la presente discusión, se opta comparar con la tesis *“Procesamiento de Imágenes usando OpenCV aplicado en Raspberry pi para la clasificación del cacao”*, realizada por Viera Maza, Gabriela Isamar.

Los resultados encontrados nos permiten tener una idea del comportamiento del color en las imágenes, para tal efecto se realiza la discusión de los resultados con la investigación realizada por Viera Maza, Gabriela Isamar, en su tesis *“Procesamiento de Imágenes usando OpenCV aplicado en Raspberry pi para la clasificación del cacao”*, se escoge la presente tesis, porque ambos desarrollamos descripción de imágenes, cromaticidad, usando un software, a continuación se presenta la discusión tomando como referencia los objetivos de la presente investigación:

Objetivo general:

El objetivo general de la presente investigación es *“Analizar la influencia de la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre”*, para su análisis se usa un solución tecnológica, se utiliza como un interfaz entre el software Matlab y la imagen satelital, dicha aplicación desarrollada en Matlab R2017a versión de prueba, muestra resultados inmediatos de las características de los indicadores, usando su función vector para agrupar los resultados y presentarlos en forma de tablas, con lectura de características cromáticas en imágenes de grandes cantidades de pixeles, siendo el proceso por cada imagen de un segundo.

Por otra parte, la investigación de Viera, Gabriela, *“El objetivo principal de este trabajo es desarrollar un sistema prototipo que realice la selección automática de grano de cacao orgánico según sus características externas por medio de un sistema de visión artificial”*. Siendo su propósito clasificar los granos de cacao, en función a sus

características externas seleccionadas, cromaticidad, implementación de un sistema de bajo costo con algoritmos para el procesamiento de imágenes.

Objetivo específico 1:

Con respecto al objetivo 1 *“Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de características cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador entropía”*, para la determinación del resultado se utiliza la luz solar, la aplicación muestra resultados donde los datos tienen separación lineal bien diferenciados que define la característica entropía (desorden), obteniéndose resultados para la cobertura vegetal en promedio de 3.593648 de entropía (desorden), con respecto a la cobertura no vegetal de 5.145761 de entropía (desorden).

Mientras que Viera, Gabriela, en su primer objetivo es *“Desarrollar un sistema de iluminación uniforme y eficiente”*, donde su propósito es mantener constante la intensidad y dirección de la luz, y optimizar el contraste para diferenciar los objetos presentes del fondo. La cual utiliza una técnica diferente a nuestra investigación para que pueda hallar sus resultados, aunque ambos utilizamos a la luz para realizar y encontrar la característica cromática en cada imagen.

Objetivo específico 2:

Con respecto al objetivo 2 *“Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de características cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador contraste mínimo”*, la aplicación muestra resultados con respecto a los niveles de grises mínimos, en un principio con una mínima separación lineal, para luego manifestar una amplia separación lineal, para la cobertura vegetal en promedio de valores de 0.112467 de valores en cuanto a niveles de grises con respecto a la cobertura no vegetal con un promedio de valores de 2.806485 de niveles de grises como mínimo.

Con respecto a su segundo objetivo de Viera, Gabriela, manifiesta que es *“Definir las características del grano de cacao que determinan su clasificación”*, acá su

propósito es clasificar en función a sus características externas, la cual se realiza en menos tiempo cerca de 2 segundos por imagen.

Objetivo específico 3:

Con respecto al objetivo 3 *“Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de características cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador contraste máximo”*, para hallar los resultados se desarrolla en conjunto de otros software, la aplicación informática muestra resultados para su análisis de los pixeles en forma lineal distante, para la cobertura vegetal promedio de valores de 0.057308 de niveles de grises máximo, y para la cobertura no vegetal un promedio de valores de 0.452633 de niveles de grises máximo.

Mientras que Viera, Gabriela en su tercer objetivo *“Desarrollar un software para la adquisición y procesamiento de las imágenes de los granos de cacao en tiempo real, lo que incluye el desarrollo de algoritmos para la segmentación de las imágenes, extracción de características, selección de características y clasificación”*, propone crear un sistema integrado, tanto software como hardware con la capacidad de toma de decisiones, teniendo como objetivo la interpretación y análisis de los pixeles.

Objetivo específico 4:

Con respecto al objetivo 4 *“Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de características cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador homogeneidad mínima”*, se usa como interfaz para hallar los resultados el software Matlab y las imágenes satelitales, la aplicación informática muestra líneas distante entre la cobertura vegetal con un promedio de valores de 0.996519 de características comunes y uniformes, y para la cobertura no vegetal un promedio de valores de 0.891959 de características comunes y uniformes.

Mientras que Viera, Gabriela en su cuarto objetivo *“Para facilitar las pruebas de todo el sistema hay que desarrollar una interfaz amigable que permita a un operador tanto entrenar el sistema como también ajustar los parámetros del procesamiento de*

imágenes”, donde desarrolla un interfaz tanto en Matlab, Visual Studio y Qt Creator usando librerías OpenCV que logra un menor costo computacional.

Objetivo específico 5:

Con respecto al objetivo 5 “*Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de características cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador homogeneidad máxima*”, la aplicación informática muestra resultados lineales ligeramente distante, con valores para la cobertura vegetal promedio de 0.997805 de características comunes y uniforme máximo, y para la cobertura no vegetal de 0.92482 en promedio de característica comunes y uniformes.

En cuanto a Viera, Gabriela no muestra más objetivos para la discusión.

Objetivo específico 6:

Con respecto al objetivo 6 “*Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de características cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador energía mínima*”, la aplicación informática muestra valores linealmente distantes, con promedio para la cobertura vegetal de 0.988251 de reflectancia mínima y para la cobertura no vegetal de 0.613305 de reflectancia mínima.

Con respecto Viera, Gabriela no muestra más objetivos para la discusión.

Objetivo específico 7:

Con respecto al objetivo 7 “*Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de características cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador energía máxima*”, el grafico muestra una separación distante lineal, con valores promedios para la cobertura vegetal de 0.98832 de reflectancia máxima, y para la cobertura no vegetal de 0.62025 de reflectancia máxima.

Con respecto a Viera, Gabriela no existe más objetivo para la discusión.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

Las conclusiones de la presente investigación son los siguientes:

Objetivo general:

Con respecto al objetivo general, “Analizar la influencia de la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre”.

Se concluye que la aplicación informática si influye en el propósito de analizar grandes cantidades de datos de imágenes satelitales, el uso del software de cálculo matricial Matlab, el uso del software Sopi, para la combinación de bandas, hace que se obtengan resultados según la característica de cada imagen, con resultados representativos donde se puede diferenciar las dos clases de cobertura “vegetal y no vegetal”, linealmente distantes, consideradas aptas para su análisis.

Objetivo específico 1:

Con respecto al objetivo 1 “Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Entropía”.

La aplicación informática influye en el propósito de análisis de característica entropía (desorden), donde se muestra la entropía (desorden) entre la cobertura vegetal y la cobertura no vegetal, el grafico manifiesta que están linealmente distantes, imágenes aptas para ser analizadas, se logra distinguir la cobertura vegetal tiene una menor entropía (desorden) mayor vegetación, con respecto a la cobertura no vegetal que presenta una entropía (desorden) mayor con una vegetación menor mezclado con suelo. Por lo tanto, se logra obtener resultados satisfactorios.

Objetivo específico 2:

Con respecto al objetivo 2 “Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Contraste Mínimo”.

La aplicación informática influye en el propósito de análisis característica contraste mínimo (niveles de grises mínimo), para hallar resultados inmediatos como muestra los gráficos linealmente separables en la mayoría de las imágenes, las cuales son consideradas aptas para ser analizadas. El contraste mínimo es mayor en la cobertura no vegetal, por contener vegetación mezclado con suelo; que en la cobertura vegetal que contiene vegetación. Evaluamos el nivel de grises mínimo que pueden existir en una imagen para ser analizadas.

Objetivo específico 3:

Con respecto al objetivo 3 “Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Contraste Máximo”.

La aplicación informática influye en el propósito de análisis de característica contraste máximo (niveles de grises), el gráfico lineal distante entre ambas coberturas, logrando imágenes aptas para su análisis, se muestra que la cobertura vegetal tiene niveles de grises leves por la vegetación contenida, mientras que la cobertura no vegetal muestra niveles de grises mayores por la presencia de menos vegetación y más suelo (cubierta con mínima vegetación). Aquí evaluamos el grado de nivel de grises máximo de una imagen.

Objetivo específico 4:

Con respecto al objetivo 4 “Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Homogeneidad Mínimo”.

La aplicación informática influye en el propósito del análisis de característica homogeneidad mínimo (características comunes y uniformes), se muestra en el gráfico lineal moderadamente distante, donde los valores de la cobertura no vegetal son menos homogéneos (características comunes y uniformes) cubierta con vegetación y suelo; con respecto a la cobertura vegetal, las cuales se muestran más homogéneas (características comunes y uniformes) por la cantidad de vegetación ocupada, a pesar

que existe una moderada distancia se puede determinar que estas imágenes son consideradas aptas para ser analizadas.

Objetivo específico 5:

Con respecto al objetivo 5 “Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Homogeneidad Máximo”.

La aplicación informática influye en el propósito de análisis de característica homogeneidad máximo (características comunes y uniformes), se muestra en el gráfico lineal moderado distancia, donde la cobertura no vegetal se muestra un disminuido grado de características comunes y uniformes por la combinación de suelo y vegetación ocupada, mientras que en la cobertura vegetal se muestra un grado de característica comunes y uniforme mayor por la vegetación existente, por lo tanto estas imágenes son consideradas aptas para su análisis.

Objetivo específico 6:

Con respecto al objetivo 6 “Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Energía Mínimo”.

La aplicación informática influye en el propósito del análisis de característica energía mínimo (energía rebotada en los elementos mínimos), el gráfico lineal distante muestra que en la cobertura no vegetal existe menos rebote de energía por su contenido de suelo o mínima vegetación, mientras que en la cobertura vegetal existe un nivel mayor de rebote de energía por la cantidad de vegetación ocupada; por lo tanto, estas imágenes son consideradas aptas para su análisis. Acá evaluamos la cantidad de energía mínima que refleja en cada cobertura.

Objetivo específico 7:

Con respecto al objetivo 7 “Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador Energía Máximo”.

La aplicación informática influye en el análisis de característica energía máximo (energía rebotada en los elementos máximos), el gráfico muestra linealmente distante, se considera que la cobertura no vegetal tiene valores de energía de rebote menor porque existe suelos, mínima vegetación o vegetación con daños sufridos por diferentes motivos; mientras que en la cobertura vegetal existe una mayor valor de energía del sol rebotada en los elementos, esto es por la mayor cantidad de áreas vegetales ocupadas. Estas imágenes son consideradas aptas para su análisis. Se muestran la cantidad máxima de energía que refleja cada imagen en cada cobertura o la energía del sol rebotada en cada elemento o cobertura.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Recomendaciones

Con respecto a las recomendaciones de la presente investigación es:

Objetivo general

En el objetivo general se recomienda que si es útil la solución tecnológica como interfaz entre la aplicación informática Matlab para analizar las diferentes características cromáticas y la imagen satelital de superficie terrestre por la cantidad de datos que contiene. Con lo cual se puede diseñar clasificadores automáticos que utilicen las características de nuestra investigación en otras investigaciones.

Además, del uso de otro software gratuito como es el caso del software Sopi para la combinación de las diferentes bandas de la imagen satelital, para obtener una imagen en este caso de falso color; la descarga gratuita de imágenes satelitales del satélite Landsat 8 a través de la agencia U.S.G.S, servicio geológico de los Estados Unidos de América. Realizar un Dataset de imágenes segmentadas usando Paint.

Objetivo específico 1:

Con respecto al objetivo 1 se manifiesta que usar como un interfaz la aplicación informática para realizar el análisis de la característica cromática indicador entropía (desorden) y la imagen satelital, mostrando resultados linealmente separados por lo que su clasificación en forma automática puede resultar favorable e incluirse en otras investigaciones. Usar el software Matlab, hace que los resultados obtenidos se puedan definir como aptos o no aptas en imágenes en entropía.

Objetivo específico 2:

Con respecto al objetivo 2, se manifiesta que usar como un interfaz la aplicación informática para realizar el análisis de la característica cromática indicador contraste mínimo (niveles de grises de una imagen) y la imagen satelital, muestran resultados linealmente separados por lo que su clasificación en forma automática puede resultar

favorable e incluirse en otras investigaciones. Usa el software Matlab, hace que los resultados obtenidos se puedan definir como apta o no aptas para su análisis.

Objetivo específico 3:

Con respecto al objetivo 3, se manifiesta que usar como un interfaz la aplicación informática para realizar el análisis de la característica cromática indicador contraste máximo (niveles de grises) y la imagen satelital, mostrando resultados linealmente separados por lo que su clasificación en forma automática puede resultar favorable e incluirse en otras investigaciones. Usar el software Matlab, se puede definir si las imágenes son aptas o no son aptas las imágenes para su análisis.

Objetivo específico 4:

Con respecto al objetivo 4, se manifiesta que usar como interfaz la aplicación informática para realizar el análisis de la característica cromática indicador homogeneidad mínima (características comunes y uniformes) y la imagen satelital, mostrando resultados linealmente separados por lo que su clasificación en forma automática puede resultar favorable e incluirse en otras investigaciones. Usar el software Matlab, hace que se pueda definir si las imágenes son aptas y no son aptas para su análisis.

Objetivo específico 5:

Con respecto al objetivo 5, se manifiesta usar como interfaz la aplicación informática para realizar el análisis de la característica cromática indicador homogeneidad máxima (características comunes y uniformes) y la imagen satelital, mostrando resultados linealmente separados por lo que su clasificación en forma automática puede resultar favorable e incluirse en otras investigaciones. Usar el software Matlab, define si los resultados son aptos o no son aptas para su análisis.

Objetivo específico 6:

Con respecto al objetivo 6, se manifiesta usar como interfaz la aplicación informática para realizar el análisis de la característica cromática indicador energía

mínima (energía del sol rebotada en cada elemento) y la imagen satelital, mostrando resultados linealmente separados por lo que su clasificación en forma automática puede resultar favorable e incluirse en otras investigaciones. Usar el software Matlab, define si las imágenes son aptas o no para su análisis.

Objetivo específico 7:

Con respecto al objetivo 7, se manifiesta que usar como un interfaz la aplicación informática para realizar el análisis de la característica cromática indicador energía máxima (energía del sol rebotada en cada elemento) y la imagen satelital, mostrando resultados linealmente separados por lo que su clasificación en forma automática puede resultar favorable e incluirse en otras investigaciones. Usar el software Matlab para el definir si las imágenes son aptas o no son aptas para su análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ariza, A. (2013). *Descripción y corrección de productos Landsat 8*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Balcàzar Guerrero, M. (2011). *Desarrollo de un módulo sig para el manejo de imágenes multiespectrales orientado a la agricultura de precisión*. Lima : Universidad Pontificia Católica del Perú.
- Barrera Zuñiga, R. A., & García Orduña, D. (2015). *Procesamiento interpretación y análisis de imágenes satelitales en la banda de los 400 a 700 nanómetros para aplicaciones de percepción remota*. México D.F. : Instituto Politécnico Nacional.
- Chuvienco, E. (2008). *Teledetección ambiental la observación de la tierra desde el espacio*. Barcelona: Ariel.
- Collado, L. (2001). Los bosques de tierra de fuego: análisis de su estratificación mediante imágenes satelitales para el invierno forestal de la provincia. *Redalyc.org*, 1 - 15.
- Díaz González, F. A., Quintero Torres, S. V., Triana Correa, J. S., & Morón Hernández, D. C. (2014). *Aproximación a los sistemas de percepción remota en satélites pequeños*. Bogotá : Universidad Sergio Arboleda .
- Fernandez, G., & Saez Bacas, F. (1987). *Fundamentos de Informática*. Madrid: Alianza Editorial .
- Franco, R. (2017). *mixdyr.files.wordpress.com*. Recuperado el 20 de Setiembre de 2018, de *mixdyr.files.wordpress.com*: https://mixdyr.files.wordpress.com/2017/06/composiciones_landsat_en-arccgis.pdf
- García Rodríguez, M. d., & Perez Gonzales, M. E. (2011). Sellado de fluvisoles en la Comunidad de Madrid. Análisis a partir de imagenes landsat. *Anales de Geografía*, vol. 31, núm, 2, 125 - 137.

- Garcia, E., & Otto, M. (2015). Caracterización ecohidrológica de humedales alto andinos usando imágenes de satélite multitemporales en la cabecera de cuenca de río Santa, Ancash, Perú. *Ecología Aplicada* , 1 ss.
- Gómez Almonte, M. K. (2005). *Índice de vegetación en áreas del bosque seco del noroeste del Perú a partir de imágenes satelitales*. Piura: Universidad de Piura.
- Gonzaga Aguilar, C. (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*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Gonzalez , R. C., & Woods , R. E. (2002). *Digital Image Processing, 2nd Edition* . Estados Unidos de América: Prentice Hall.
- Gonzalez , R. C., Woods, R. E., & Eddins, S. L. (2009). *Digital Image Processing using MATLAB, Second Edition* . Estados Unidos de América : GateMark Publishing .
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). capítulo 7: concepción o elección del diseño de investigación. En R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, & M. d. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación* (pág. 154). México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. DE C.V.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación, sexta edición* . México D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). capítulo 7 concepción o elección del diseño de investigación. En R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, & M. d. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación* (pág. 152). México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana editores S.A. DE C.V.

- Ibañez, N., & Damman, G. (2010). Indicadores de desertificación en Apurímac relaciones espaciales entre degradación de suelos y presiones antrópicas. *Zonas Áridas* , 214 - 229.
- Jiménez Panaque, R. (1998). *Metodología de la Investigación, elementos básicos para la investigación clínica*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas .
- Jordan López, A. (2006). *infoagroconstanza.webnode.es*. Recuperado el 05 de Enero de 2018, de <http://files.infoagroconstanza.webnode.es/200000017-c2dccc3d62/edafologia%20del%suelo.pdf>
- Joyanes Aguilar, L. (2008). *Fundamentos de Programación Algoritmos estructura de datos y objetos*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España S.A.U.
- León Mata, G., Pinedo Álvarez, A., & Martínez Guerrero, J. (2014). Aplicación de sensores remotos en el análisis de la fragmentación del paisaje en Cuchillas de la Zarca, México. *Investigaciones geográficas, boletín del Instituto de Geografía UNAM*, 42 - 53.
- Moschella Miloslavich, P. (2011). *Impacto ambiental de la minería aurífera y percepción local en la microcuenca Huacamayo, Madre de Dios*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Nolasco, M., Willington, E. A., & Bocco, M. (2014). Clasificación del uso de suelo en agricultura a partir de series temporales de Imágenes LANDSAT . *SEDICI 6to. Congreso Argentino de Agroinformática* , 64 - 73.
- Ortiz Zamora, F. G. (2002). *Procesamiento morfológico de imágenes en color. Aplicación a la reconstrucción geodésica*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Ovalles A., F., Rodríguez, M. F., Espinoza, Y., Cortés, A., Pérez, M. J., Cabrera, E., . . . Obispo, N. E. (2007). Uso de imágenes satelitales de alta resolución para evaluar parcelas experimentales en ensayos silvopastoriles . *Researchgate*, 269 - 277.

- Perales Romero, E. (2009). *Sobre los colores óptimos y sus aplicaciones en visión y tecnología de color*. Alicante : Universidad de Alicante.
- Pineda Pastrana, O. (2011). *Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de valle de Santiago*. México DF, : Centro de investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo.
- Pinto Leal, A. C. (2006). *Segmentación de imágenes por textura*. Santiago: Universidad de Concepción.
- Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería de Software, un enfoque práctico* . México D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A. de C.V.
- Rikxoort, E. M. (14 de Abril de 2004). *citeseerx.ist.psu.edu*. Recuperado el 05 de Enero de 2018, de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.100.8806&rep=rep1&type=pdf>
- Rojas Cabrera, F. L. (2017). *Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos, Cajamarca, periodo 1989-2015*. Cajamarca : Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Román Ruiz, T. M. (2013). *Clasificación de bosque utilizando imágenes de satélite landsat, con criterio fisiográfico, en la provincia de Maynas, departamento de Loreto Perú*. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana .
- Ruiz Cristina , A., Rubio Campal , M., & Sánchez Alonso , A. (2013). *Aplicaciones ofimáticas*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España S.L.
- Torres Alonso, J. d. (2011). *Procesamiento y análisis de imágenes satelitales utilizando lógica difusa para apoyar en el estudio de casos de dengue*. Colima: Universidad de Colima.
- Valdès Moreno, B. (2015). *Identificación de lineamientos y minerales asociados a alteraciones hidrotermales en la Bahía de la Paz, Baja California Sur, México*,

mediante imágenes satelitales landsat ETM. México D.F. : Universidad Nacional Autónoma de México .

Valdez-Lazalde, J. R., Gonzalez Guillen, M. d., & De los Santos Posada, H. (2006). Estimación de cobertura arborea mediante imágenes satelitales multiespectrales de alta resolución. *Redalyc.org*, 383 - 394.

Viera-Maza, G. (2017). *Procesamiento de imágenes usando opencv aplicado en raspberry pi para la clasificación del cacao*. Piura: Universidad de Piura .

ANEXOS

Anexo 1:

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre

Tesis: Aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre.	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
	PROBLEMA GENERAL: ¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre?	OBJETIVO GENERAL: Analizar la influencia de la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre.	HIPÓTESIS GENERAL Influirá la aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre.	VARIABLE INDEPENDIENTE Aplicación informática.	INVESTIGACIÓN aplicada
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS: ¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador entropía?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador entropía.	HIPOTESIS ESPECÍFICAS: Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador entropía.	DIMENSIONES: lenguaje de programación. Metodología de desarrollo de software.	NIVEL: explicativa DISEÑO: No Experimental POBLACIÓN: Una imagen satelital.
	¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión	Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la	Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre,	INDICADORES: Matlab Scrum VARIABLE DEPENDIENTE:	MUESTRA: Dataset de imágenes segmentadas TECNICA: Observación.

	textura e indicador contraste mínimo? ¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador contraste máximo? ¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador homogeneidad mínima? ¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador homogeneidad máxima?	dimensión textura e indicador contraste mínimo. Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador contraste máximo. Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador homogeneidad mínima. Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e	en la dimensión textura e indicador contraste mínimo. Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador contraste máximo. Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador homogeneidad máxima. Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre,	imágenes de superficie terrestre DIMENSIONES: característica de Textura. INDICADORES: Entropía. Contraste mínimo Contraste máximo Homogeneidad mínima. Homogeneidad máxima. Energía mínima. Energía máxima.	INSTRUMENTO: Ficha de observación.
--	--	---	--	--	--

	¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador energía mínima? ¿Cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador energía máxima?	indicador homogeneidad máxima. Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador energía mínima. Analizar cómo influye la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador energía máxima.	en la dimensión textura e indicador homogeneidad máxima. Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador energía mínima. Influirá la aplicación informática en el análisis de la característica cromática de imágenes de superficie terrestre, en la dimensión textura e indicador energía máxima.		
--	---	---	---	--	--

Anexo 2:

Matriz de operacionalización

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	OPERACIONALIZACIÓN
V. INDEPENDIENTE: Aplicación Informática	Lenguaje de Programación	Matlab	Diseño de una aplicación para el visualización y análisis de imágenes
	Metodología de desarrollo de software	Scrum	Segmentar imagen satelital Construcción de un Dataset de imágenes Evaluar imágenes de coberturas: 400 imágenes vegetales/290 imágenes no vegetal Operación de bandas/Desarrollo tecnológico
V. DEPENDIENTE: Análisis de Imágenes de superficie terrestre	Característica de Textura	Entropía	$\sum_{i,j}^{N-1} - P_{i,j} \ln(P_{i,j})$
		Contraste Mínimo	$\sum_{i,j=0}^{N-1} P_{i,j} \cdot (i-j)^2$
		Contraste Máximo	
		Homogeneidad Mínimo	$\sum_{i,j=0}^{N-1} i \cdot P_{i,j}$
		Homogeneidad Máximo	
		Energía Mínimo	$\sum_{i,j}^{N-1} P_{i,j}^2$
		Energía Máximo	

Anexo 3:

Instrumentos

Instrumento de recolección de datos							
Título: Aplicación informática en el análisis de imágenes de superficie terrestre							
Dimensión: Características de textura							
Nro. De Imagen	Indicadores						
	Entropía	Contraste Mínimo	Contraste Máximo	Homogeneidad Mínimo	Homogeneidad Máximo	Energía Mínimo	Energía Máximo
01							
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							

Anexo 4:

Validación de instrumentos

ANEXO N° 03

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS

Nº	Dimensiones / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	I. Variable independiente: Aplicativo Informático	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Procesadores de texto	✓		✓		✓		
2	Hojas de cálculo	✓		✓		✓		
3	Gestores de bases de datos	✓		✓		✓		
4	Editores de imagen y video	✓		✓		✓		
5	Programas de presentación	✓		✓		✓		
6	Gestores de agenda y correo electrónicos	✓		✓		✓		
7								

II. Variable dependiente: Análisis de Imágenes

8	Homogeneidad	✓		✓		✓		
9	Contraste	✓		✓		✓		
10	Disimilaridad	✓		✓		✓		
11	Media	✓		✓		✓		
12	Desviación Estándar	✓		✓		✓		
13	Entropía	✓		✓		✓		
14	Energía	✓		✓		✓		
15								
16								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

OVALLE PAULINO CHRISTIAN

DNI: 40234321

Especialidad del validador: Docente Externo

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



ANEXO N° 03

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS

Nº	Dimensiones / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	I. Variable independiente: Aplicativo Informático							
1	Procesadores de texto	✓		✓		✓		
2	Hojas de cálculo	✓		✓		✓		
3	Gestores de bases de datos	✓		✓		✓		
4	Editores de imagen y video	✓		✓		✓		
5	Programas de presentación	✓		✓		✓		
6	Gestores de agenda y correo electrónicos	✓		✓		✓		
7								

II. Variable dependiente: Análisis de Imágenes

8	Homogeneidad	✓		✓		✓		
9	Contraste	✓		✓		✓		
10	Disimilaridad	✓		✓		✓		
11	Media	✓		✓		✓		
12	Desviación Estándar	✓		✓		✓		
13	Entropía	✓		✓		✓		
14	Energía	✓		✓		✓		
15	-----							
16	-----							
17	-----							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI EXISTE SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

BARRANTES RIOS EDMUNDO JOSÉDNI: 25651955Especialidad del validador: DOCENTE METODOLOGO¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Anexo 5:**Matriz de datos****Cobertura vegetal**

Imagen 1

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	4.0757	2.7723	1.392	0.9325	0.9654	0.7845	0.7889

Imagen 2

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	4.047	2.7692	1.3889	0.9341	0.9669	0.7899	0.7944

Imagen 3

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	3.9884	2.7692	1.3889	0.9341	0.9669	0.7899	0.7944

Imagen 4

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	3.9248	2.7723	1.3904	0.9325	0.9662	0.7845	0.7916

Imagen 5

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	3.3376	0.0104	0.0104	0.9948	0.9948	0.9793	0.9793

Imagen 6

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	3.1029	0	0	1	1	1	1

Imagen 7

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	3.1991	0	0	1	1	1	1

Imagen 8

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	3.6934	0	0	1	1	1	1

Imagen 9

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	3.7527	0	0	1	1	1	1

Imagen 10

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	0.5285	0	0	1	1	1	1

Matriz de datos

Cobertura no vegetal

Imagen 1

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	5.3264	2.9108	0.5278	0.838	0.8975	0.4736	0.5098

Imagen 2

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	5.4023	2.8862	1.4105	0.8756	0.9392	0.5919	0.6437

Imagen 3

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	5.4651	2.8	1.409	0.885	0.94	0.6198	0.6603

Imagen 4

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	5.3872	2.8585	1.4213	0.8895	0.9423	0.6295	0.6775

Imagen 5

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	5.3531	2.8338	1.3858	0.8933	0.9347	0.6265	0.6531

Imagen 6

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	5.3082	2.8123	1.4383	0.9041	0.9422	0.6764	0.69

Imagen 7

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	5.1358	2.8277	1.4213	0.9048	0.9423	0.6866	0.7077

Imagen 8

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	5.2777	2.8585	1.4213	0.8895	0.9423	0.6295	0.6775

Imagen 9

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	5.3531	2.8338	1.3858	0.8933	0.9347	0.6265	0.6531

Imagen 10

IMAGEN		CONTRASTE		HOMOGENEIDAD		ENERGIA	
	ENTROPIA	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	5.3082	2.8123	1.4383	0.9041	0.9422	0.6764	0.69