

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**



**CLASIFICACIÓN ORIENTADA A OBJETOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE  
ÁREAS DE PÁRAMO.**

**Autor:**

**Ing. William Alexander Peña Ocampo  
Cód. 3101192**

**Tipo de Publicación:  
Artículo**

**Director:**

**Jorge Luis Corredor Rivera  
Ing. Civil, Esp., Profesor Asistente, Facultad de Ingeniería  
Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN GEOMÁTICA  
BOGOTÁ D. C  
2014**

# CLASIFICACIÓN ORIENTADA A OBJETOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE PÁRAMO

## OBJECT-BASED IMAGE ANALYSIS – OBIA TO IDENTIFY AREAS PARAMO

William Alexander Peña Ocampo  
Ing. Catastral y Geodesta  
lcg\_william@outlook.com

### 1 RESUMEN

Las técnicas de clasificación tradicionales, basadas en rasgos de la imagen a nivel de pixel presentan ciertas limitaciones, como lo son la aparición de un característico efecto “sal y pimienta” o su reducida capacidad para extraer objetos de interés. Éstas resultan especialmente problemáticas al aplicarse en imágenes de moderada o alta resolución. Una alternativa a dichos sistemas de clasificación pasa por un proceso previo de segmentación de la imagen. De esta forma se permite el trabajo con la imagen a nivel de objeto, lo cual amplía notablemente la cantidad de información que se puede extraer de la misma.

En el presente estudio, el objetivo principal es obtener una clasificación digital del páramo de guerrero en el departamento de Cundinamarca, para ello se segmenta y clasifica una imagen digital del sensor 8 utilizando el software ENVI.

**Palabras clave:** Páramo, ENVI, OBIA.

### 2 ABSTRACT

Traditional classification techniques based on features of the image pixel level have certain limitations, such as the appearance of a characteristic effect "salt and pepper" or reduced capacity to extract objects of interest. These are particularly problematic when applied to images of moderate or high resolution. An alternative to these classification systems goes through a prior process of image segmentation. This work with the image object-level is allowed, which greatly expands the amount of information that can be extracted from it.

In the present study, the main objective is to obtain a classification of digital wasteland warrior in the department of Cundinamarca, for it is segmented and classified a digital image sensor 8 using the ENVI software.

**Keywords:** Páramo, ENVI, OBIA.

### 3 INTRODUCCIÓN

El lanzamiento del primer satélite Landsat en los inicios de la década de los 70 señaló el comienzo de la era de la teledetección espacial. Hasta finales de los 90, los satélites de media resolución espacial como este eran la fuente de información de mayor resolución espacial para la comunidad científica dedicada a la teledetección. Todo cambió en 1999 con el lanzamiento del satélite IKONOS-2, de un metro de resolución, lo que supuso la disponibilidad de imágenes de satélite de alta resolución espacial para aplicaciones civiles. En poco tiempo al IKONOS-2 le siguió el QuickBird, el OrbView-3, etc. Con estos la resolución de las imágenes se acerca a la de las fotografías aéreas, de algunas decenas de centímetros a un metro.

En este contexto surge el análisis de imágenes basado en objetos (OBIA por sus siglas en inglés), esta técnica permite explotar gran parte de las dimensiones contenidas en las imágenes de teledetección, incluyendo aspectos espectrales, espaciales, contextuales, morfológicos y temporales; superando algunos de los inconvenientes asociados a los clasificadores estadísticos basados únicamente en la respuesta espectral de los píxeles.

Una clasificación basada en objetos se compone siempre de dos etapas: la segmentación de la imagen y la clasificación. La primera consiste en la formación de objetos mediante la unión de píxeles, posteriormente la clasificación se realiza utilizando las características de los objetos. Se ha comprobado que este enfoque es capaz de ofrecer mejores resultados que los obtenidos por un enfoque tradicional basado en píxeles, muy especialmente cuando se trata con imágenes de alta resolución espacial.

Colombia es un país rico en biodiversidad y recursos naturales, recursos que no son renovables una vez fueron aprovechados o transformados, Colombia posee la mayor cantidad de área de páramos del

Planeta con 2'906.137 Ha de ecosistemas paramunos (Morales & Otero, 2013) que se considera estratégico y que de acuerdo a esta línea de pensamiento la ley 79 de 1986 declaró como área de reserva forestal protectora para la conservación y preservación de las aguas "Todos los bosques y la vegetación natural, existentes en el territorio nacional, que se encuentren sobre la cota de los tres mil (3.000) metros sobre el nivel del mar" (art. 1, literal c). así como la ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones, ha establecido, en el Art. 1 los principios ambientales generales que deben guiar la gestión ambiental en el país. Entre ellos están:

"4. Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial.

6. La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente."

El Art. 16 de la Ley 373 de 1997, modificado por el Art. 89 de la Ley 812 de 2003, establece que:

"...las zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridos o protegidos con carácter prioritario por las autoridades ambientales, entidades territoriales y entidades administrativas de la jurisdicción correspondiente..."

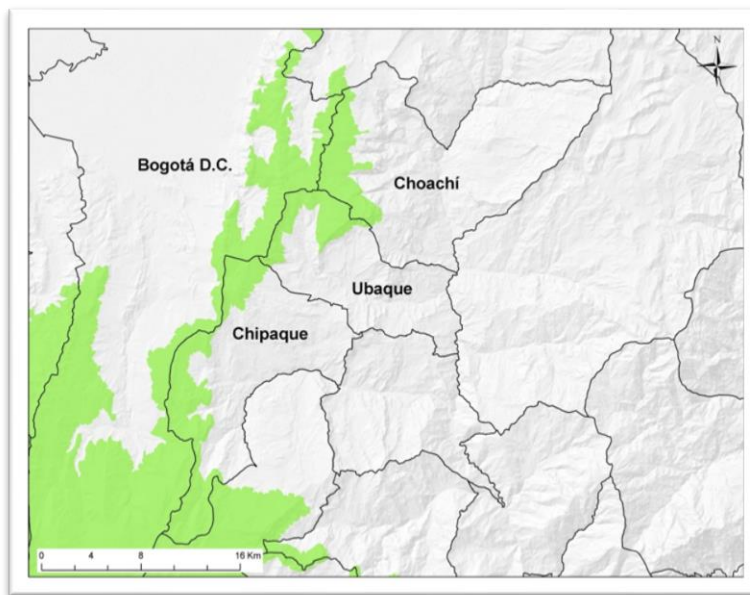
Sin embargo y a pesar de los reconocimientos de la ley como un ecosistema estratégico para el desarrollo del país, los colombianos no poseemos conciencia de la riqueza ambiental de nuestro país y seguimos transformándola sin necesidad por causas como el narcotráfico, el desplazamiento forzado, la ampliación de la frontera agrícola entre otras debido a esto se busca dimensionar la transformación que han sufrido estos ecosistemas en los últimos años y determinar las causas.

Por lo que se busca determinar los cambios sufridos por el ecosistema paramuno en un lapso de tiempo determinado y verificar las bondades de OBIA para la determinación de coberturas vegetales propias del ecosistema paramuno.

## 1 ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio objeto de este trabajo es el complejo de páramo de Cruz Verde - Sumapaz ubicado en el distrito de paramos de Cundinamarca sector Cordillera Oriental en jurisdicción de los municipios de Choachí, Chipaque y Ubaque en el departamento de Cundinamarca con un área de 9080 Ha un 2.8 % del Complejo de páramo, **Figura 1**.

**Figura 1. Complejo de páramos de Cruz Verde – Sumapaz área de estudio**



**Fuente:** Propia, 2014

A pesar de que el área del complejo de páramo de Cruz Verde – Sumapaz en estos tres municipios no es muy amplia teniendo en cuenta que no alcanza a ser el 3 % del área total del complejo (

**Tabla 1**), sin embargo es una zona de gran actividad agropecuaria con el cultivo de papa y ganadera lo que hace que el complejo de páramo sea intervenido de una forma drástica y presente alto contraste con las demás coberturas.

**Tabla 1. Área complejo Cruz Verde - Sumapaz**

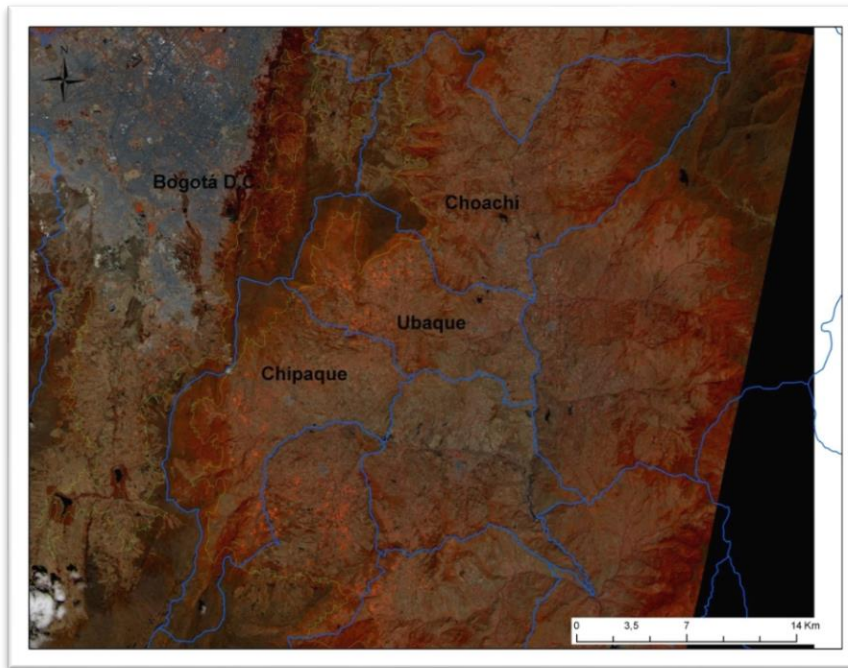
Departamento	Municipio	Área	% Municipio	% Dpto
Cundinamarca	Bogotá, D.C.	90931	27,3	53,8
	Arbeláez	1695	0,5	
	Cabrera	17216	5,2	
	Chipaque	4869	1,5	
	Choachí	2305	0,7	
	Fosca	658	0,2	
	Fusagasugá	153	0,0	
	Guayabetal	528	0,2	
	Gutiérrez	18574	5,6	
	La Calera	411	0,1	
	Pasca	11436	3,4	
	San Bernardo	10833	3,2	
	Sibaté	1477	0,4	
	Soacha	3728	1,1	
	Ubaque	1906	0,6	
		Une	11732	
Venecia		1059	0,3	
Huila	Colombia	27816	8,3	8,3
Meta	Acacías	5903	1,8	37,8
	El Castillo	947	0,3	
	Guamal	23619	7,1	
	Uribe	35622	10,7	
	Lejanías	12220	3,7	
	Mesetas	4146	1,2	
	Cubarral	43635	13,1	

**Fuente:** Cartografía 2013 de los Páramos de Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia

### 1.1 DATOS

La imagen utilizada es una imagen multiespectral RapiEye adquirida en 2010 en cinco bandas: azul (440 - 510 nm), verde (520 - 590 nm), rojo (630 -685 nm), Red-Edge (690 - 730 nm) e InfraRojo cercano (760 - 850 nm). La resolución espacial es de 7 m y la resolución radiométrica es de 16 bits. La **Figura 2** muestra la imagen RapiEye de la zona de estudio en una combinación 542 donde las zonas mas oscuras corresponden con la zona de páramo.

**Figura 2. Imagen RapidEye.**



**Fuente:** Propia, 2014

## **2 CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES BASADO EN OBJETOS**

Las imágenes digitales están compuestas de píxeles que registran la cantidad de radiación reflejada desde una parte del espectro electromagnético. Generalmente algunos píxeles no son visibles si no algunos niveles de zoom en el que aparecen por lo general como una serie de manchas para el ojo humano.

El análisis de imágenes basado en objetos (OBIA por sus siglas en inglés) es una técnica para analizar imágenes digitales que se desarrolló hace relativamente poco tiempo en comparación con el análisis de imágenes tradicional basado en píxeles (Burnett & Blaschke, 2003). Mientras que el análisis de imágenes basado en píxeles se basa en la información de cada píxel, mientras que el análisis basado en objetos se basa en información de un conjunto de píxeles similares llamados objetos de la imagen. Más específicamente los objetos de imagen son grupos de píxeles similares entre si

sobre la base de una medida de sus propiedades espectrales, tamaño, forma, textura y el contexto es decir los pixeles que rodean al objeto de la imagen.

### **3 SEGMENTACIÓN**

Una imagen es un arreglo matricial de pixeles con un nivel digital que dispuestos de la forma adecuada transmiten y representan la superficie terrestre, el trabajar con objetos sobre la imagen implica el generar regiones que agrupan los pixeles de acuerdo a ciertos parámetros este proceso se conoce con el nombre de segmentación el cual divide una imagen en objetos no clasificados o primitivos que forman la base para los objetos de imagen o clasificados y para el resto del análisis de la imagen.

La segmentación y las características de los objetos primitivos y eventualmente de los objetos de imagen se basan en la forma, el tamaño, el color y la topología entre pixeles, dichas características son controladas a través de parámetros establecidos por el usuario.

Los valores de los parámetros influyen en las características espectrales y espaciales de la imagen para definir la forma y el tamaño de los objetos de imagen, estos parámetros se ajustan en función de los objetivos, la calidad de la imagen, las bandas disponibles y la resolución de la imagen, por regla general los buenos objetos de imagen deben ser lo más grandes posibles pero a su vez lo suficientemente pequeños para mostrar para discriminar las áreas de interés y que sirvan como bloques de construcción para los objetos de interés aun no identificados por ejemplo si el objetivo es clasificar arbustos grandes cada objeto debe contener solo uno o un grupo de arbustos, si un solo arbusto se compone de muchos pequeños objetos, los objetos son demasiado pequeños. Los mejores parámetros para la configuración de la segmentación varían ampliamente y se determinan a través de una combinación de ensayo y error y experiencia, los ajustes que funcionan bien para una imagen pueden no funcionar en absoluto para otra incluso si estas son similares.

### **4 COMBINACIÓN DE FRAGMENTOS**

Es un proceso opcional y adicional para dar referencia a la escala, consiste en combinar aquellas agrupaciones que fueron fraccionados debido a la subestimación del rango seleccionado, con un rango de combinación de 0 a 100,



entre más alto es el rango de la escala, las fracciones nuevas serán más grandes que las del paso anterior.

## **5 FILTRACIÓN DE SEGMENTOS**

Es opcional para la extracción de los objetos, se utiliza cuando se desea diferenciar objetos en particular (ejemplo: nubes, lagos, carreteras), que tienen un alto contraste referente a toda la imagen, teniendo en cuenta los umbrales del nivel digital, en una banda en particular.

## **6 ATRIBUTOS**

Es el proceso en el cual se tienen en cuenta las características intrínsecas de los objetos para la clasificación, los atributos se diferencian en 3 grupos: espaciales., espectrales y de textura.

Los atributos espaciales son las variables que miden y se relacionan con la forma, la geometría, el tamaño y la relación que puede existir entre ellas, concernidas directamente con el objeto a estudiar (SANTOS, 2007).

Los atributos espectrales son las variables definidas en estadísticas básicas (máximo, mínimo, promedio y desviación estándar) computadas a los valores del nivel digital de la banda de una imagen, para el objeto a identificar.

### **Color – forma**

Los parámetros de color y forma afectan como se crean los objetos durante una segmentación. Cuanto más alto el valor de los criterios de color o forma los objetos resultantes serán más homogéneos espectral y espacialmente.

En el criterio de forma el usuario también puede afectar el grado de suavidad del objeto (límite del objeto) y la compacidad de los objetos los parámetros de color y la forma se equilibran entre sí es decir si el color tiene un valor alto (alta influencia en la segmentación), la forma debe tener un valor bajo con menos influencia. Si los valores de color y forma son iguales cada uno tendrá una influencia aproximadamente igual en el resultado de la segmentación.

### **Escala**

El valor de este parámetro afecta la segmentación de la imagen mediante la determinación del tamaño de los objetos de la misma. Si el valor de la escala es muy alto la variabilidad permitida en cada objeto es alta y los objetos de imagen son relativamente grandes, por el contrario los valores pequeños en la escala permiten una menor variabilidad dentro de cada segmento creando segmentos relativamente más pequeños.

### Atributos espectrales

Atributos espectrales se calculan en cada banda de la imagen de entrada. El valor del atributo para un clúster pixel en particular se calcula a partir de banda de datos de entrada donde la imagen de la etiqueta de segmentación tiene el mismo valor (es decir, todos los píxeles en el mismo grupo de píxeles contribuyen al cálculo de atributo).

Atributo	Descripción
Spectral_Mean	Valor de los píxeles que comprenden la región en la banda media de x
Spectral_Max	El valor máximo de los píxeles que comprenden la región en la banda de x
Spectral_Min	El valor mínimo de los píxeles que componen la región en la banda x
Spectral_STD	Valor de la desviación estándar de los píxeles que componen la región en la banda x

### Atributos de textura

Atributos de textura se calculan en cada banda de la imagen de entrada. Cálculo atributo textura es un proceso de dos pasos en el que el primer paso se aplica un núcleo cuadrado de tamaño predefinido a la banda de imagen de entrada. Los atributos se calculan para todos los píxeles en la ventana del núcleo y el resultado se refiere al pixel del núcleo central. A continuación, los resultados de atributo se promedian a través de cada pixel en el grupo de pixel para crear el valor del atributo para la etiqueta de la segmentación de esa banda.

Atributo	Descripción
Texture_Range	Rango de datos promedio de los píxeles que componen la región dentro del kernel (cuyo tamaño se especifica con el parámetro Tamaño Textura Kernel en la segmentación)
Texture_Mean	El valor medio de los píxeles que componen la región dentro del núcleo

Texture_Variance	Variación media de los píxeles que componen la región dentro del núcleo
Texture_Entropy	Valor promedio de la entropía de los píxeles que componen la región dentro del núcleo

### Atributos espaciales

Los atributos espaciales se calculan a partir del polígono que define el límite de la agrupación de píxeles.

Atributo	Descripción
zona	<p>El área total del polígono, menos el área de los agujeros.</p> <p>Si la imagen de entrada es basada en píxeles, el área es el número de píxeles en el objeto segmentado. Para un objeto segmentado con 20 x 20 píxeles de la zona es de 400 píxeles.</p> <p>Si está georreferenciada la imagen de entrada, el área está en las unidades de mapeo de la imagen de entrada. Para un objeto segmentado con 20 x 20 píxeles, en la resolución de píxeles de imagen de entrada es de 2 metros, la superficie total es de 1.600 metros cuadrados (400 píxeles x 2 metros x 2 metros).</p>
longitud	<p>La longitud combinada de todos los límites del polígono, incluyendo los límites de los agujeros. Esto es diferente que el atributo de Major_Length.</p> <p>Si la imagen de entrada es a base de pixel, la longitud es el número de píxeles. Para un objeto segmentado con 20 x 20 píxeles, la longitud es de 80 píxeles.</p> <p>Si está georreferenciada la imagen de entrada, la longitud es en las unidades de mapa de la imagen de entrada. Para un objeto segmentado con 20 x 20 pixels, donde la resolución de píxeles de imagen de entrada es de 2 metros, la longitud es de 160 metros (80 píxeles x 2 metros).</p>
compacidad	Una medida la forma que indica la compacidad del polígono. Un círculo es la

	<p>forma más compacta con un valor de <math>1 / \pi</math>. El valor de la compacidad de un cuadrado es <math>1/2 (\sqrt{\pi})</math>.</p> <p>Compacidad = <math>\sqrt{4 * \text{Area} / \pi} / \text{longitud de contorno exterior}</math></p>
convexidad	<p>Los polígonos son ya sea convexa o cóncava. Este atributo mide la convexidad del polígono. El valor de la convexidad de un polígono convexo sin agujeros es de 1,0, mientras que el valor para un polígono cóncavo es menor que 1,0.</p> <p>Convexidad = longitud del casco convexo / Longitud</p>
solidez	<p>Una medida de forma que compara el área del polígono a la zona de un casco convexo que rodea el polígono. El valor solidez de un polígono convexo sin huecos es 1,0, y el valor para un polígono cóncavo es menor que 1,0.</p> <p>Solidez = <math>\text{Area} / \text{zona de casco convexo}</math></p>
redondez	<p>Una medida de forma que compara el área del polígono al cuadrado del diámetro máximo del polígono. El "diámetro máximo" es la longitud del eje mayor de un cuadro delimitador orientado encierra el polígono. El valor de la redondez de un círculo es 1, y el valor de un cuadrado es <math>4 / \pi</math>.</p> <p>Redondez = <math>4 * (\text{Zona}) / (\pi * \text{Major\_Length}^2)</math></p>
Form_Factor	<p>Una medida de forma que compara el área del polígono a la plaza del perímetro total. El valor del factor de forma de un círculo es 1, y el valor de un cuadrado es <math>\pi / 4</math>.</p> <p>Form_Factor = <math>4 * \pi * (\text{Zona}) / (\text{perímetro total})^2</math></p>
elongación	<p>Una medida la forma que indica la relación del eje mayor del polígono al eje menor del polígono. Los ejes mayor y menor se derivan de un cuadro delimitador orientado que contiene el polígono. El valor de alargamiento de un cuadrado es 1,0, y el valor para un rectángulo es mayor que 1,0.</p>

	Alargamiento = Major_Length / Minor_Length
Rectangular_Fit	<p>Una medida de forma que indica lo bien que la forma es descrita por un rectángulo. Este atributo compara el área del polígono al área del cuadro delimitador orientado encierra el polígono. El valor de ajuste rectangular para un rectángulo es 1,0, y el valor de una forma no rectangular es menor que 1,0.</p> <p>Rectangular_Fit = Area / (Major_Length * Minor_Length)</p>
Main_Direction	<p>El ángulo subtendido por el eje mayor del polígono y el eje x en grados. El valor de la dirección principal varía de 0 a 180 grados. 90 grados es Norte / Sur, y de 0 a 180 grados es este / oeste.</p>
Major_Length	<p>La longitud del eje mayor de un cuadro delimitador orientado encierra el polígono. Los valores son las unidades de mapa del tamaño de píxel. Si la imagen no está georreferenciada, a continuación se presentan unidades de píxel.</p>
Minor_Length	<p>La longitud del eje menor de un cuadro delimitador orientado encierra el polígono. Los valores son las unidades de mapa del tamaño de píxel. Si la imagen no está georreferenciada, a continuación se presentan unidades de píxel.</p>
Number_of_Holes	<p>El número de agujeros en el polígono. Valor entero.</p>
Hole_Area / Solid_Area	<p>La proporción de la superficie total del polígono a la zona del contorno exterior del polígono. El valor de la relación sólida agujero para un polígono sin huecos es de 1.0.</p> <p>Hole_Area / Solid_Area = Area / zona de contorno exterior</p>

## 7 CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES DE ZONA DE PÁRAMO

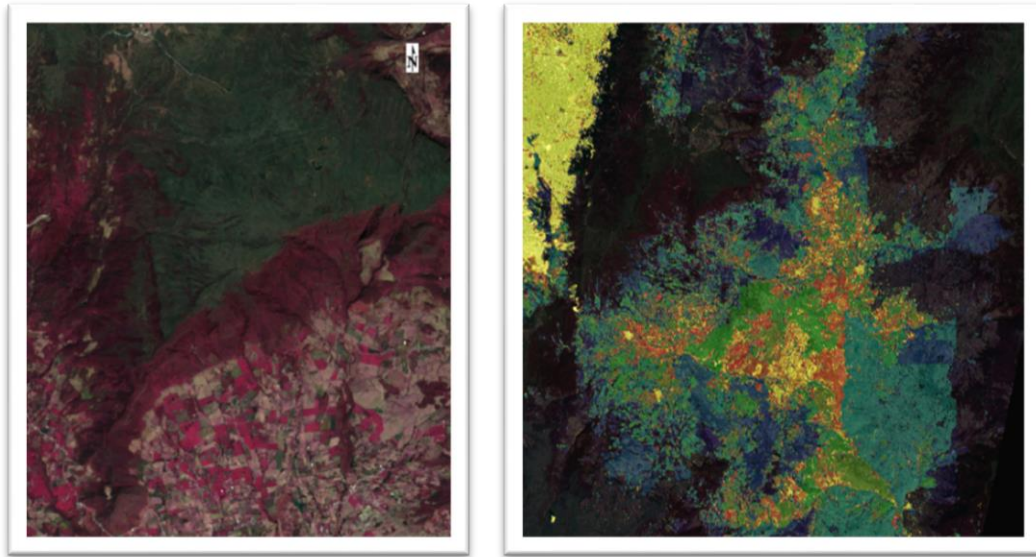
### 7.1 SEGMENTACIÓN Y FUSIÓN

La segmentación es el proceso de dividir una imagen en segmentos que tienen similares características espectrales, espaciales y/o textura. Los segmentos en la imagen ideal corresponden a las características del mundo real. Una segmentación eficaz asegura que los resultados de la clasificación sean más exactos.

En ENVI se presenta una segmentación inicial pero estas componen cada elemento del mundo real con demasiados segmentos muy pequeños. Por lo que se debe encontrar una combinación de segmentación y fusión para delinear los elementos con el menor número de segmentos como sea posible. Una regla general es disminuir el nivel de escala (creando así más segmentos) al tiempo que aumenta el nivel de fusión de los segmentos adyacentes. Se recomienda tener más segmentos para delimitar los elementos de interés, pero esto resulta en procesamiento más lento.

En la **Figura 3** se muestra el resultado de la segmentación de la imagen donde se ajustó el nivel de escala y el nivel de fusión hasta lograr la mejor representación de los objetos, el objetivo de esta etapa es lograr una segmentación que se acerque lo más posible a la distribución de los elementos en la imagen, dado que el objetivo del proyecto es verificar la eficacia del método para identificar coberturas de páramo la escala y el nivel de fusión de los segmentos se graduaron pensando en que dicha cobertura fuera muy bien identificada, la cobertura de páramo en la imagen de la izquierda sin segmentar se identifica por el tono verde y rojo intenso y en la imagen segmentada imagen de la derecha un tono negro.

**Figura 3. Segmentación de la imagen para la zona de estudio**

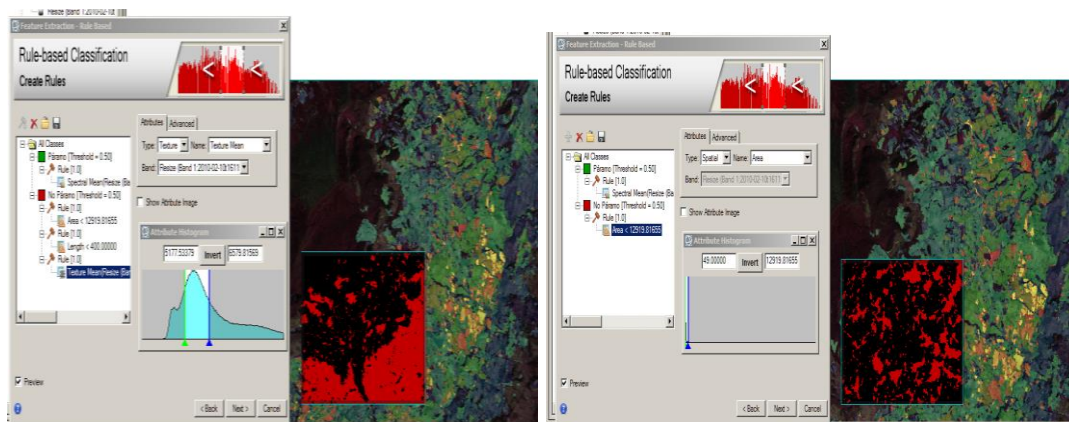


Fuente: Propia, 2014

## 7.2 SELECCIÓN DE ATRIBUTOS

ENVI calcula los atributos espaciales, espectrales y texturales para cada segmento resultado de la segmentación de la imagen, para el objetivo del proyecto se crearon 2 clases páramo y no páramo y para cada una de ellas se seleccionó los atributos que teóricamente representarían mejor la clase resultando seleccionados 4 de los 21 atributos de los que se dispone estos son:

Figura 4. Atributos de clasificación



Fuente Propia, 2014.

Con estos atributos y una vez identificados sus valores se procede a generar las reglas de clasificación

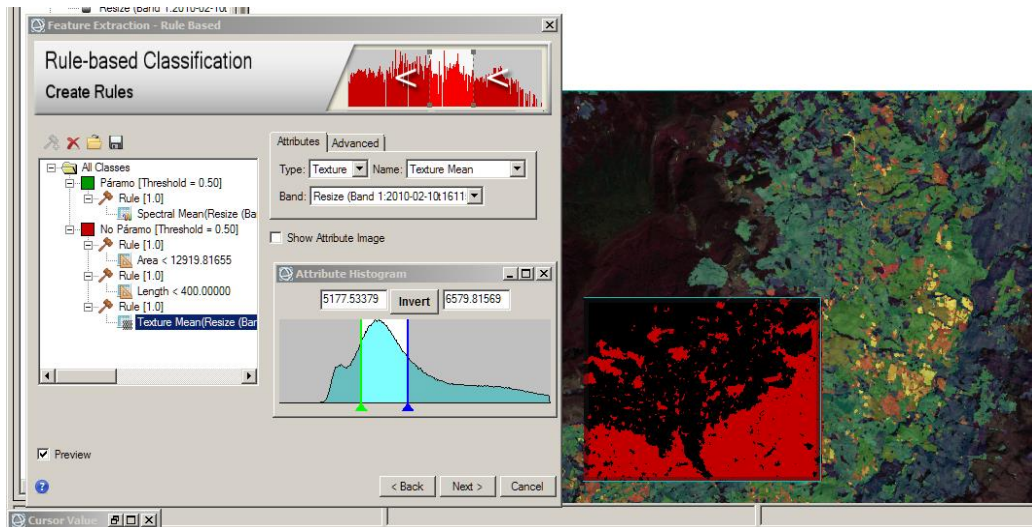
### 7.3 CONSTRUCCIÓN DE REGLAS

Una vez identificados lo atributos que generan una mejor representación de la cobertura de páramo y de no páramo se procede a definir las reglas, cada clase puede contener una o más reglas (para esto se utilizan los diversos atributos espaciales, espectrales, y de textura definidos anteriormente) que mejor definan la clase.

Cada regla contiene uno o más atributos tales como área, longitud, o la textura, que se restringen a un rango específico de valores.

En este caso la clase páramo estuvo compuesta de una sola regla que tuvo en cuenta un atributo espectral y la clase no páramo tuvo 3 reglas donde intervinieron el área, la longitud y la textura.

Figura 5. Reglas para la clasificación de la imagen



Fuente Propia, 2014.

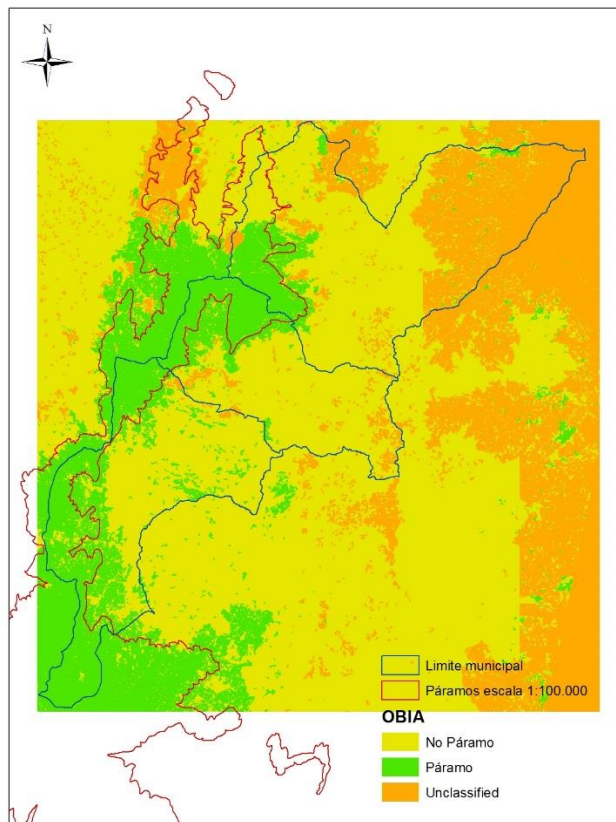
## 8 EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD O VALIDACIÓN

Para la comparación visual de los resultados obtenidos con la cartografía oficial de los páramos de Colombia producida por el Instituto de investigación de



recursos biológicos Alexander von Humboldt, la cartografía con que se conto fue la de escala 1:100.000 del año 2013.

**Figura 6. Comparación de resultados con la cartografía de páramos**



Fuente Propia, 2014.

## 8.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como se anotó al principio del artículo el área de páramo dentro de los tres municipios seleccionados como área de estudio y el resultado de la clasificación se muestran en la **Tabla 2**

**Tabla 2. Comparación de resultados OBIA**

Municipio	Área (Ha)	%	OBIA
Chipaque	4869	1,5	7202
Choachí	2305	0,7	2470
Ubaque	1906	0,6	3017

Fuente Propia, 2014.

En todos los casos el área de páramo aumento esto puede deberse a que la imagen utilizada es de alta resolución lo que permite identificar con mayor exactitud el límite del ecosistema, los resultados pueden ser mejorados con la introducción de nuevas reglas y generando una segmentación as acertada ya que de esta dependen en gran parte los resultados de la clasificación

Para la verificación se puede optar por la toma de puntos GPS en campo que permitan una comparación de los resultados con el terreno.

## 8.2 CONCLUSIONES

La principal contribución de este artículo es que demuestra que el método de clasificación basado en objetos permite resolver, hasta cierto punto, la ambigüedad espectral que caracteriza ambientes naturales. Su aplicación permite obtener exactitudes temáticas superiores a las obtenidas mediante técnicas de análisis basadas en objetos de imagen discretos o en píxeles individuales.

Aunque el método propuesto presenta ventajas respecto a la clasificación basada en la respuesta espectral de los objetos al tener en cuenta algunas otras características de los elementos sigue siendo necesaria la post-edición para corregir los errores que se generan.

Los algoritmos OBIA son relativamente nuevos por lo que aún es necesario refinarlos mucho más pero es una técnica prometedora que en un futuro generara grandes resultados y permitirá la automatización de procesos de interpretación con muy buenos resultados.

### 8.3 AGRADECIMIENTOS

A todos los que con sus aportes hicieron posible esto, a mis padres quienes han sacrificado gran parte de su vida para proporcionarme lo que se considera como la herencia más valiosa de un padre para su hijo, a mi hermana a quien le debo gran parte de lo que soy.

### 8.4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GREENPEACE Colombia. (2009). Cambio climático: Futuro negro para los páramos. Bogotá D.C.

GREENPEACE Colombia. (2009).  
*<http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/paramos-en-peligro>*.  
Recuperado el 11 de 12 de 2014

Morales, M., & Otero, J. (2013). *Atlas de Páramos de Colombia*. Bogotá D.C.: IAVH.