

ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN  
MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

VOLUMEN I  
ASPECTOS GENERALES

ELABORADO POR:



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

GEOMÁTICA

Gestión y optimización de sistemas

PRESENTADO A:



Municipio de Vélez

AGOSTO DE 2015

BUCARAMANGA

**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO:**

**No. 9677-04-1127-2013**

**OBJETO:** Aunar esfuerzos administrativos, financieros y técnicos para contratar y desarrollar el estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa del Municipio de Vélez, Departamento de Santander

**INFORME:** Volumen I – Aspectos generales

**ELABORADO POR:** UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER



Grupo de investigación:  
GEOMATICA, Gestión y optimización de sistemas



**Coordinación técnica**

Hebenly Celis Leguizamo  
Ingeniera Civil  
Especialista en Asfaltos y Pavimentos  
Magíster en ingeniería Civil

Wilfredo Del Toro Rodríguez  
Ingeniero Civil  
Magíster en ingeniería Civil-Área Geotecnia  
Especialista en preservación de recursos hídricos y de suelos

**Director general**

Hernán Porras Díaz  
Ingeniero Civil  
Magíster en Informática  
Magíster en Gestión Tecnológica  
Doctor Ingeniero en Telecomunicaciones

Bucaramanga, Agosto de 2015

**Equipo técnico**

Darío Villamizar  
Ingeniero Forestal  
Magíster en Geografía física  
Especialista políticas ambientales en la conducción de proyectos

German Alfonso Reyes Mendoza  
Geólogo  
Especialista en Riesgos Geológicos y Prevención de Desastres  
Especialista en Derecho Ambiental  
Magíster en Geología  
Estudiante de Doctorado

Gustavo Chio Cho  
Ingeniero Civil  
Especialista en Docencia Universitaria  
Doctor en Ingeniería de caminos, Canales y puertos

Wilfredo Del Toro Rodríguez  
Ingeniero Civil  
Magíster en ingeniería Civil-Área Geotecnia  
Especialista en preservación de recursos hídricos y de suelos

Luis Eduardo Moreno Torres  
Ingeniero civil  
Especialista en Ingeniería Ambiental  
Especialista en Alta Gerencia  
Especialista en Docencia Universitaria

Héctor Torres Ortiz  
Ingeniero civil  
Estudiante de Maestría en Geotecnia

Silvia Ruggeri  
Bióloga  
Especialista en Monitoreo Biológico

**Equipo de apoyo técnico**

Johanna Lucia Pimiento Ardila  
Ingeniera civil

Andrea Marcela Vera Guarín  
Ingeniera civil

Yuseth Sebastián Gómez Neira  
Ingeniero civil

Andrés Julián Ulloa Moreno  
Ingeniero civil

John Jairo Báez Lizarazo  
Ingeniero civil

Sandy Jair Yanes Sánchez  
Ingeniero Civil  
Especialista en Sistemas de información Geográfica

Jesús Orlando Escalante Torrado  
Ingeniero civil  
Estudiante de Maestría En Ingeniería Civil

Dewin Aguilera Lizarazo  
Geólogo  
Estudiante de Maestría en Geotecnia

Duvan Yahir Sanabria Echeverry  
MSc. Ing. Sistemas e Informática

Elver Omar Gallo Lancheros  
MSc. Ing. Sistemas e Informática





### TABLA DE CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN..... 8**
- 2. GENERALIDADES..... 9**
  - 2.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO..... 9
  - 2.2. FISIOGRAFÍA, CLIMA Y VEGETACIÓN ..... 10
  - 2.3. ESTUDIOS ANTERIORES ..... 11
  - 2.4. ANTECEDENTES ..... 11
- 3. DEFINICIÓN Y RECOPIACIÓN DE FUENTES DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA ..... 14**
  - 3.1. MUNICIPIO DE VÉLEZ ..... 15
  - 3.2. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI ..... 16
  - 3.3. DEPARTAMENTO DE SANTANDER ..... 19
  - 3.4. GEOMÁTICA – UIS ..... 20
  - 3.5. INFORMACIÓN LIBRE EN LA WEB..... 22
- 4. INFORMACION CARTOGRÁFICA Y DE SENSORES REMOTOS DEL COMPONENTE URBANO Y SUBURBANO ..... 23**
  - 4.1. FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS ..... 23
    - 4.1.1. IGAC ..... 23
    - 4.1.2. Esquema de ordenamiento territorial EOT ..... 26
    - 4.1.3. Imágenes aéreas uav – geomática..... 29
  - 4.2. DEFINICIÓN DE LA FUENTE DE INFORMACIÓN PARA RESTITUCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA BÁSICA SUBURBANA ..... 31
    - 4.2.1. Proceso de restitución de las capas básicas ..... 31
    - 4.2.2. Proceso de generación de curvas de nivel a partir de la nube de puntos UAV  
33
  - 4.3. GENERACIÓN DE MAPAS BÁSICOS SUBURBANOS ..... 40
  - 4.4. FORMATO DE PRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA..... 44

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Localización del municipio de Vélez.....	9
<b>Figura 2.</b>	Registro fotográfico.....	12
<b>Figura 3.</b>	Ejemplo de mapa de Áreas de actividad contenido en el EOT de Vélez suministrado por el Municipio.....	16
<b>Figura 4.</b>	Ejemplo de mapa de Amenaza contenido en la revisión el EOT de Vélez suministrado por el Municipio.....	16
<b>Figura 5.</b>	Ejemplo de fotografía aérea.....	17
<b>Figura 6.</b>	Ejemplo de cartografía básica digital escala 1:2.000 del casco urbano de Vélez	17
<b>Figura 7.</b>	Ejemplo de imagen satelital Rapideye resaltando el perímetro del Municipio de Vélez.....	18
<b>Figura 8.</b>	Mosaico de imágenes Spot resaltando el perímetro del Municipio de Vélez	18
<b>Figura 9.</b>	Ejemplo de imagen satelital de sensor SAR (Radar) resaltando el perímetro del Municipio de Vélez.....	19
<b>Figura 10.</b>	Ejemplo de imagen UAV del casco urbano de Vélez.....	21
<b>Figura 11.</b>	Ejemplo de imagen de sensor Landsat resaltando el Municipio de Vélez....	22
<b>Figura 12.</b>	Ejemplo de capas de cartografía básica del casco urbano de Vélez.....	25
<b>Figura 13.</b>	Proyecciones y transformaciones entre sistemas de coordenadas.....	26
<b>Figura 14.</b>	En azul la cartografía IGAC georreferenciada y en rojo la cartografía del EOT mostrando diferencias en escala y orientación.....	27
<b>Figura 15.</b>	Detalle de zonas sin concordancia.....	28
<b>Figura 16.</b>	Imágenes UAV de los cascos urbanos del Municipio de Vélez.....	29
<b>Figura 17.</b>	Restitución de capa de borde de vía en el corregimiento de Gualilo.....	32
<b>Figura 18.</b>	Restitución de capa de construcciones en el corregimiento de Gualilo.....	32
<b>Figura 19.</b>	Restitución de capa de eje de vía en el corregimiento de Gualilo.....	33
<b>Figura 20.</b>	Líneas sobre la superficie del terreno.....	34
<b>Figura 21.</b>	Nube de Puntos del centro poblado Alto Jordán.....	35
<b>Figura 22.</b>	DEM en 2.5D de los puntos que se encuentran hasta una altura de 4m.....	36
<b>Figura 23.</b>	Puntos detectados a una altura de 4m del suelo.....	37
<b>Figura 24.</b>	Puntos detectados a una distancia de 2m por encima del suelo.....	37
<b>Figura 25.</b>	Puntos detectados a una distancia de 0.5m por encima del suelo.....	38
<b>Figura 26.</b>	Nube de puntos filtrada del centro poblado Alto Jordán.....	38
<b>Figura 27.</b>	Configuración de parámetros para la generación del DTM.....	39
<b>Figura 28.</b>	DTM del centro poblado Alto Jordán.....	39
<b>Figura 29.</b>	Configuración de los parámetros para la generación de las curvas de nivel	40
<b>Figura 30.</b>	Curvas de nivel del centro poblado Alto Jordán.....	40



**Figura 31.** Mapa base de Alto Jordán..... 41

**Figura 32.** Mapa base de Gualilo. .... 42

**Figura 33.** Mapa base de Palo Blanco..... 43

**Figura 34.** Rotulo de información cartográfica. .... 44

**Figura 35.** Información del convenio en el rotulo. .... 44

**Figura 36.** Información de elaboración en el rotulo..... 45

**Figura 37.** Información de referencia, en el rotulo. .... 46

**Figura 38.** Mapa Base Casco Urbano de Vélez..... 47



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene las actividades realizadas y los resultados del ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER, dentro del Convenio Interadministrativo No. 9677-04-1127-2013, con el Municipio de Vélez, el Departamento de Santander y la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, cuyos objetivos son elaborar los estudios para la determinación y zonificación de la amenaza por remoción en masa, la vulnerabilidad relativa y el riesgo indicativo en el área urbana del casco urbano del Municipio y la zonificación de amenaza del área rural del Municipio de Vélez, así como la identificación y valoración de las principales obras de mitigación del riesgo en los sectores críticos del casco urbano y del Corregimiento de Alto Jordán.

La Universidad Industrial de Santander, cuenta con equipos especializados para realizar fotografías aéreas digitales y levantamientos de Scanner Laser en tres dimensiones, que permitieron realizar la cartografía y modelado indispensables para la ejecución del estudio.

Este Documento tiene como propósito mostrar una descripción general y la información recopilada de las diferentes fuentes.

## 2. GENERALIDADES

### 2.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El municipio de Vélez está constituido como un centro regional administrativo, prestador de servicios de educación superior, salud, comercio, y trasbordo de productos agropecuarios. Es un punto importante de desarrollo social y económico de Santander, conectando todo el costado suroccidental del departamento con la Troncal del Magdalena Medio (ver figura 1).

**Figura 1.** Localización del municipio de Vélez.



Fuente: Elaboración Propia



Está localizado entre las coordenadas planas:  $x = 1'147.000 \text{ m.N} - x = 1'217.000 \text{ m.N}$  y las coordenadas  $y = 1'030.000 \text{ m.E} - y = 1'055.000 \text{ m.E}$ , con su cabecera municipal ubicada geográficamente a  $6^{\circ}01'$  latitud norte y  $73^{\circ}41'$  longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich, limitando territorialmente con Puerto Parra y Simacota, sobre el sector norte, Santa Helena del Opón, La Paz, Chipatá y Güepesa hacia el costado oriental, al suroccidente con el municipio de Barbosa y al suroriente con el municipio de Guavatá, y sobre el costado occidental con los municipios de Bolívar y Landázuri.

La cabecera municipal de Vélez se encuentra ubicada al suroccidente del departamento de Santander, a 231 Kilómetros de la ciudad de Bucaramanga. Se ubica en las planchas 170-II-A y 170-II-B (escala 1:25.000) del IGAC. La altura promedio de la zona urbana es de 2.050 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m).

Al municipio de Vélez se accede por la vía Nacional Ruta A 45 Bogotá- Bucaramanga, tomando después de Barbosa, la transversal del carare que conduce al casco urbano del municipio.

## 2.2. FISIOGRAFÍA, CLIMA Y VEGETACIÓN

El casco urbano del municipio de Vélez, se encuentra localizado en la cordillera oriental, sobre laderas onduladas de pendientes que varían de suaves a escarpadas, disectadas moderadamente por algunas quebradas que drenan de NW a SE, como la quebrada Palenque, Las Lajitas, Puente Tabla, La peña y Las Flores, entre otras. Estas quebradas forman microcuencas en las que se concentran tanto el agua superficial como la subterránea. El drenaje que desarrollan es subdendrítico a subparalelo.

En el área urbana se presenta un clima templado a frío, con temperaturas que oscilan entre  $17^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ , cuyas alturas se localizan entre los 2050 y 2250 m.s.n.m. La pluviosidad es del orden de 2000 mm/año y se presenta en un régimen bi-modal, con épocas de lluvias entre los meses de marzo a junio y de septiembre a noviembre. La vegetación consiste de pastos, árboles y arbustos de diferentes especies, rastrojo, así como relictos de bosques primarios. En la zona se cultiva cacao, maíz, plátano, café, caña de azúcar, yuca, millo, frijol, árboles frutales y legumbres, sin embargo se observa un uso preferente por la ganadería, al menos en la parte alta del casco urbano que constituye el costado occidental.



## 2.3. ESTUDIOS ANTERIORES

Para la realización del presente estudio, se tomaron como referencia algunos estudios e informes de visitas técnicas realizados con anterioridad por Ingeominas, entre los cuales pueden citarse los siguientes:

- Cartografía geológica regional, a escala 1:100.000, Plancha 170 – Vélez (INGEOMINAS, 1978), en el que describe de manera detallada las formaciones geológicas aflorantes en la zona, así como la deformación y las fallas geológicas que atraviesan la región.
- Reporte Técnico: Evaluación de los problemas geológicos presentados en los barrios El Palenque, Santa Teresita y Ricaurte del municipio de Vélez (INGEOMINAS 1988).
- Reporte Técnico: Fenómenos de Remoción en Masa en el barrio Ricaurte del municipio de Vélez, departamento de Santander (INGEOMINAS, 2000).
- Concepto Técnico sobre Agrietamientos que afectan el casco urbano del municipio de Vélez (Barrios Las ferias, La Esperanza y San Luis), departamento de Santander (INGEOMINAS, 2008).
- Concepto técnico sobre movimientos de remoción en masa en la cabecera municipal de Vélez, departamento de Santander (INGEOMINAS, 2011).

## 2.4. ANTECEDENTES

El casco urbano de Vélez presenta amenaza por movimientos de remoción en masa, cuyas causas principales se pueden resumir en unas del tipo geológico, geomorfológico e hídrica, debido a la alta pluviosidad de la zona. El problema es acrecentado por el mal manejo de las aguas de escorrentía y de aguas servidas y por el deterioro natural de las conducciones de los sistemas de acueducto y alcantarillado. Es así como tal amenaza ha generado movimientos de remoción en masa del tipo lento o reptación, los cuales han causado a lo largo del tiempo efectos adversos, especialmente en las poblaciones concentradas en los barrios Kennedy, Las Ferias, La Esperanza, San Luis, Santa Teresita, Ricaurte, San Andresito y otros de la zona urbana y suburbana del municipio. El corregimiento de Alto Jordán también presenta fenómenos de remoción en masa que afectan especialmente al sector central del casco urbano. En la figura 2 se presentan daños relacionados con los movimientos de remoción en masa en algunos de los sectores mencionados.



Figura 2. Registro fotográfico.



Fuente: Elaboración Propia



Estos sectores requieren atención urgente en lo que se relaciona con la definición de la amenaza y evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de las viviendas que en ellos se encuentran, a fin de que puedan ser atendidas mediante una adecuada Gestión del Riesgo, lo cual solo es posible lograrlo con un conocimiento pleno de las causas que lo producen, una distribución espacial de la posibilidad de ocurrencia de los eventos y sus consecuencias.

De acuerdo con lo anterior, para la elaboración del estudio se trazaron los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

Elaborar los estudios para la determinación y zonificación de la amenaza por remoción en masa, la vulnerabilidad relativa y el riesgo indicativo en el área urbana, suburbana y rural del Municipio de Vélez, y la identificación y valoración de las principales obras de mitigación del riesgo en los sectores críticos del casco urbano, y del Corregimiento de Alto Jordán.

**Objetivos específicos:**

- Estructurar una cartografía básica digital del área rural, urbana y suburbana del Municipio de Vélez, de acuerdo a los niveles de precisión requeridos para el estudio.
- Elaborar los estudios de Geología, Geomorfología, Geofísica, Hidrología, Hidrogeología y Geotecnia, para la determinación y zonificación de la amenaza por remoción en masa, de acuerdo a las escalas requeridas en el área urbana y rural.
- Desarrollar la caracterización de la infraestructura de vivienda, redes de servicios públicos y red vial, para la determinación de la zonificación de vulnerabilidad relativa, de acuerdo a las escalas requeridas en el área urbana y del centro poblado de Alto Jordán.
- Determinar la amenaza por movimientos en masa del área urbana, del centro poblado de Alto Jordán y del área rural, con sus respectivas escalas.
- Determinar y zonificar el riesgo indicativo por movimientos en masa del área urbana y del centro poblado de Alto Jordán.
- Identificar, dimensionar y valorar las principales obras para la mitigación del riesgo en el área urbana, de expansión urbana y centro poblado de Alto Jordán.



El presente informe recoge todas las actividades desarrolladas durante la elaboración del estudio y presenta los resultados distribuidos de manera espacial, en mapas de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo. Se incluye además, un plan sectorial para la mitigación de la amenaza, consistente en programas y proyectos recomendados, tanto físicos como de tipo administrativo.

Se distribuye en nueve volúmenes, los cuales contienen los siguientes aspectos:

Volumen I: Aspectos Generales.

Volumen II-A: Determinación de la susceptibilidad del Casco Urbano de Vélez.

Volumen II-B: Estudio de susceptibilidad geotécnica y evaluación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa del Casco Urbano de Vélez.

Volumen II-C: Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo indicativo del Casco Urbano de Vélez.

Volumen III: Determinación de la susceptibilidad, Amenaza, Riesgo y Vulnerabilidad del centro poblado de Alto Jordán.

Volumen IV: Determinación de la amenaza Rural del municipio de Vélez.

Volumen V: Plan para la prevención y mitigación de los fenómenos de remoción en masa en el municipio de Vélez.

Volumen VI: Anexos.

Volumen VII: Planos.

### **3. DEFINICIÓN Y RECOPIACIÓN DE FUENTES DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA**

De acuerdo a los alcances de la propuesta, inicialmente se estructurará la cartografía básica digital a escala 1:25.000 y 1:5.000, de modo que inicialmente se enlistaron aquellas capas o información para solicitar posteriormente. Una vez enlistada la principal información básica, se hizo una revisión para identificar las posibles entidades que pudieran suministrar la información, bien sea privada mediante compra de datos, o pública, así mismo, aquella que pudiera ser propiedad del grupo de investigación Geomática, realizando posteriormente las respectivas solicitudes a las entidades correspondientes y obteniendo así la siguiente información.



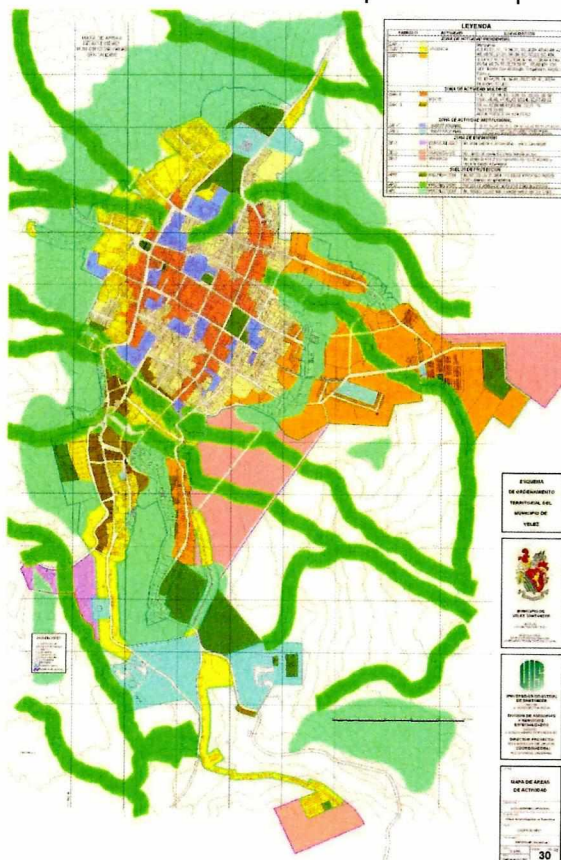
### 3.1. MUNICIPIO DE VÉLEZ

El Municipio de Vélez, por medio de la secretaría de Planeación colaboró en la gestión y entrega de la información en apoyo al respectivo convenio, ver figuras 3 y 4. De modo que tras una revisión de la información secundaria, hizo entrega de:

- Cartografía y documentos con información del Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Vélez.
- Cartografía y documentos con información de la revisión del Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Vélez, la cual se adelantó pero no fue adoptada finalmente.
- Estudios y diseños para el plan maestro de acueducto y alcantarillado, cabecera municipal de Vélez.
- Plan de Saneamiento y manejo de vertimientos.
- Inventario de Aljibes adelantado por la CAS.
- Formato de “Diagnóstico de la Vivienda”, según censo realizado en la ejecución del proyecto: “Censo en los barrios Pablo VI, Reino Unido, Santander, San Andresito, centro y otros del Municipio de Vélez Santander, comité local para la prevención y atención de desastres CLOPAD Municipio Vélez”, así como el listado de las casas censadas a la fecha. Esta información se tiene como documento, pero no se encuentra especializada.

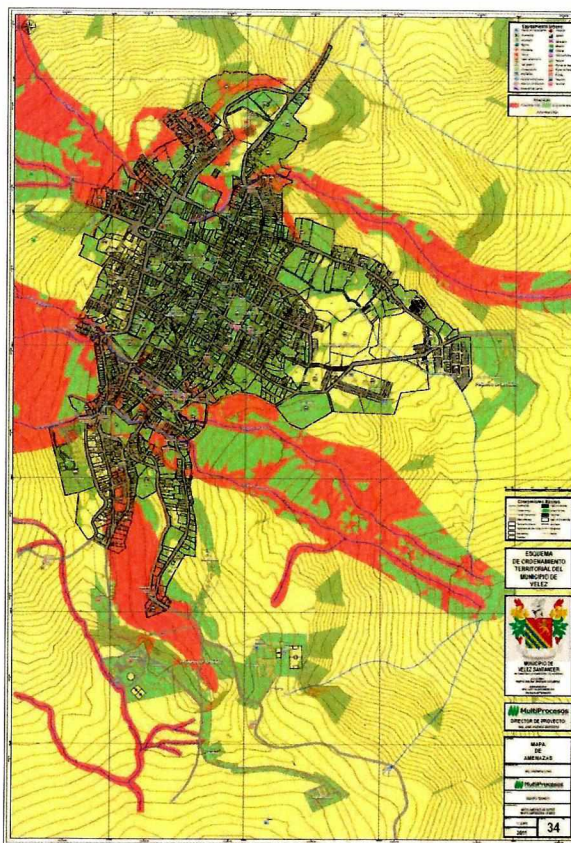


**Figura 3.** Ejemplo de mapa de Áreas de actividad contenido en el EOT de Vélez suministrado por el Municipio



Fuente: EOT Municipio de Vélez

**Figura 4.** Ejemplo de mapa de Amenaza contenido en la revisión el EOT de Vélez suministrado por el Municipio



Fuente: Revisión del EOT Municipio de Vélez

### 3.2. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

El día 24 de febrero de 2014, se radicó en la correspondencia de la Universidad, un oficio con código 8002014EE1511-O1 de fecha 19 de febrero de 2014, donde el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, subdirección de geografía y cartografía daba respuesta a la solicitud de información, haciendo entrega de la siguiente información:

- Cartografía urbana a escala 1:2.000 en formato GeoDataBase del Municipio de Vélez – Santander con ficha técnica (ver figura 6).
- Aerofotografías pancromáticas de los vuelos C-2222 (27), C-2588 (14) y C-2744 (3) en formato tiff (figura 5).



- Imágenes satelitales de los sensores RapidEye (5) y Spot (3) en formato img. Como se observa en las figuras 7 y 8.

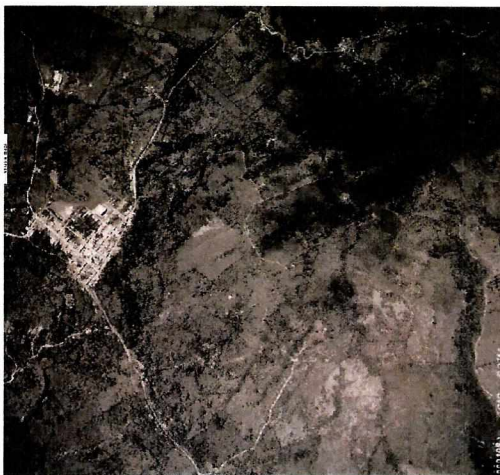
Así mismo, se hizo entrega de Licencias de Uso de la información suministrada para que fuera firmada y regresada al IGAC. Dicha licencia fue firmada por el Rector de la Universidad Industrial de Santander y regresadas al IGAC vía fax el día 31 de marzo de 2014.

Cabe aclarar que el IGAC, dada la cantidad de información solicitada y el fin de la misma, hizo una revisión para facilitar la información, es por ello que de las imágenes satelitales fueron entregadas aquellas con mejor resolución, como lo son las imágenes RapidEye y Spot, en cuanto a las fotografías aéreas, dado que se trata de un producto predominante en su formato físico, solo se suministraron aquellas que se tuvieran en formato digital, y la geodatabase con cartografía urbana fue compartida en su totalidad.

Igualmente, el IGAC solicitó enviar los resultados del proyecto de acuerdo con los datos entregados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

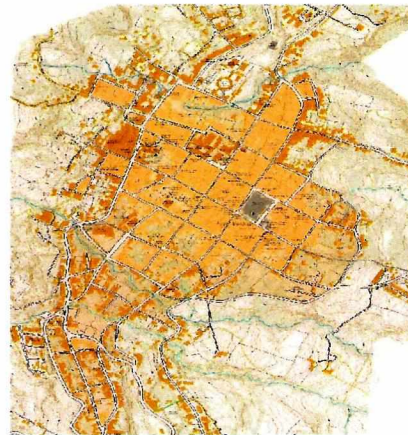
Se resalta la gran utilidad de la información recibida por parte del IGAC y la gratuidad de la misma colaborando enormemente al proyecto.

**Figura 5.** Ejemplo de fotografía aérea



Fuente: IGAC

**Figura 6.** Ejemplo de cartografía básica digital escala 1:2.000 del casco urbano de Vélez



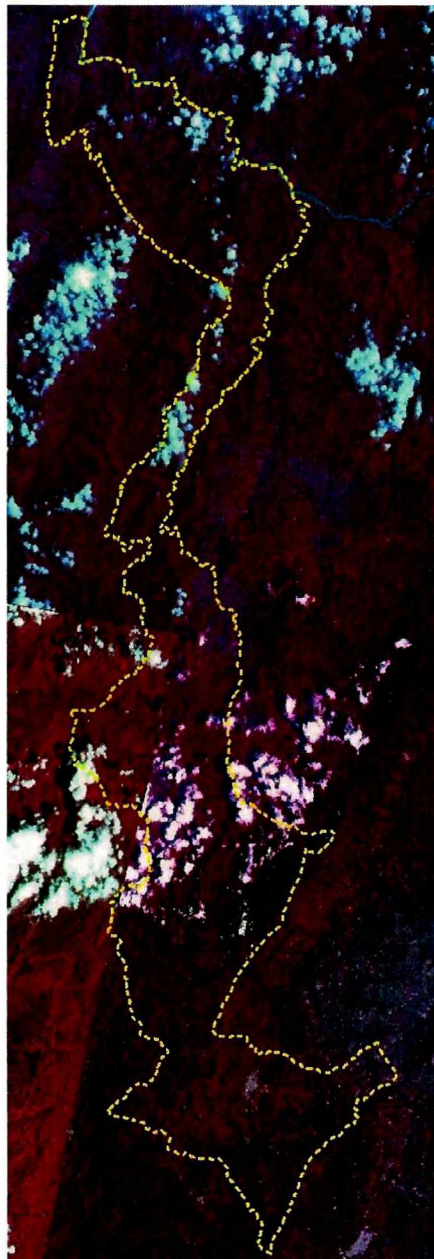
Fuente: IGAC

**Figura 7.** Ejemplo de imagen satelital Rapideye resaltando el perímetro del Municipio de Vélez



Fuente: Elaborado a partir de imagen satelital suministrada por el IGAC

**Figura 8.** Mosaico de imágenes Spot resaltando el perímetro del Municipio de Vélez



Fuente: Elaborado a partir de imagen satelital suministrada por el IGAC



### 3.3. DEPARTAMENTO DE SANTANDER

El día 20 de marzo de 2014, el geólogo Edwin Mendoza, hizo entrega a la Universidad de los CDs que contenían las imágenes de sensor remoto tipo radar ver figura 9, para que la información fuera revisada y devuelta al departamento, permitiendo la copia de aquellas imágenes con cobertura dentro del perímetro rural del municipio de Vélez, una vez revisada la información, se conservó cinco (5) imágenes satelitales Jers-1 de sensor SAR con cobertura del Municipio de Vélez en formato .img.

**Figura 9.** Ejemplo de imagen satelital de sensor SAR (Radar) resaltando el perímetro del Municipio de Vélez.



Fuente: Elaborado a partir de imagen satelital suministrada por el Departamento de Santander



### 3.4. GEOMÁTICA - UIS

Dentro del banco de información cartográfica con que cuenta el grupo de investigación Geomática, de la Universidad Industrial de Santander en el desarrollo de diferentes proyectos e investigaciones, se cuenta con información tal como:

- Cartografía básica escala 1:25.000 de planchas IGAC.
- Ortomosaicos UAV de las zonas de estudio (figura 10)
- Información DANE (Divipola)
- Modelo digital de Elevación del departamento de Santander y mapa de sombras – resolución de 30 metros.
- Fotografías aéreas del casco urbano del Municipio de Vélez.
- Resultado de proyectos de grado desarrollados por estudiantes de pregrado en el área de estudio del proyecto, como lo son: Mapa Geológico general y detallado del caso urbano de Vélez y amenaza en el caso urbano de Vélez.

Entre otra, que servirán como insumos para la ejecución de las actividades del proyecto.



**Figura 10.** Ejemplo de imagen UAV del casco urbano de Vélez.



Fuente: Grupo de investigación Geomática – UIS

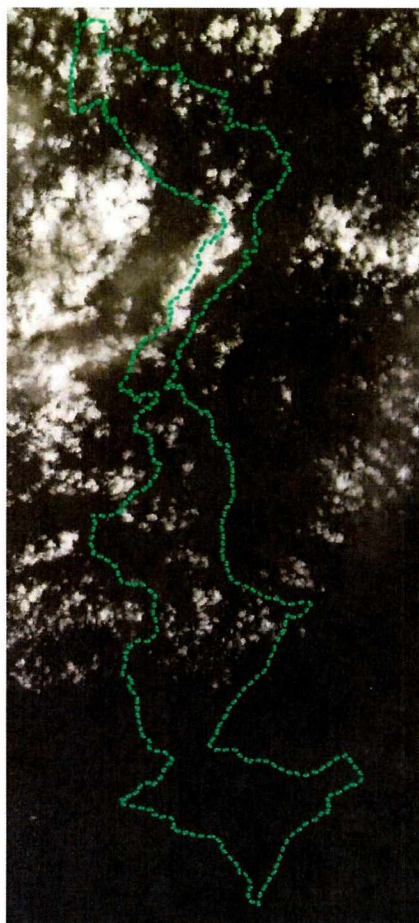


### 3.5. INFORMACIÓN LIBRE EN LA WEB

Con el fin de hacer un análisis multitemporal de la cobertura en la zona rural del Municipio de Vélez, como revisión adicional a los alcances del estudio, se hizo una consulta en la web <http://earthexplorer.usgs.gov/> del servicio geológico de Estados Unidos (U.S. Geological Survey), el cual brinda de forma gratuita la siguiente información:

- Imágenes satelitales de sensor Landsat con resolución de 30 metros para diferentes periodos de tiempo, con actualización al año 2014, ver figura 11.

**Figura 11.** Ejemplo de imagen de sensor Landsat resaltando el Municipio de Vélez.



Fuente: U.S. Geological Survey, <http://earthexplorer.usgs.gov/>

## 4. INFORMACION CARTOGRÁFICA Y DE SENSORES REMOTOS DEL COMPONENTE URBANO Y SUBURBANO

Para el presente estudio, la estructuración de la cartografía urbana, obedece a una escala de trabajo diferente a la rural. Si bien, la cartografía de todo el Municipio se trabajará a escala 1:25.000, la cartografía urbana del casco urbano de Vélez, así como de los demás corregimientos como Alto Jordán, Gualilo, Palo Blanco, Los Guayabos, se estructurará para tener una precisión de escala 1:2.000.

El casco urbano de Vélez, es el principal centro poblado que tiene el Municipio, su extensión es mucho mayor que las otras zonas urbanizadas, con un área de aproximadamente 3 Km<sup>2</sup>. Para la estructuración de la cartografía, se consultaron las diferentes fuentes de información con el fin de consolidar aquella que fuera más exacta, precisa y actualizada.

### 4.1. FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS

#### 4.1.1. IGAC

La primera fuente de información consultada, fue aquella de carácter oficial como lo es la recibida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la cual fue elaborada con restitución 3D y a escala 1:2.000. La información se encontraba en el sistema de referencia Vélez, propio de la Zona al momento de hacer el levantamiento por parte de la comisión IGAC y fue necesario su procesamiento.

Las principales capas contenidas dentro de la cartografía del IGAC (Tabla 1. ) son las siguientes:

**Tabla 1.** Capas de la cartografía IGAC.

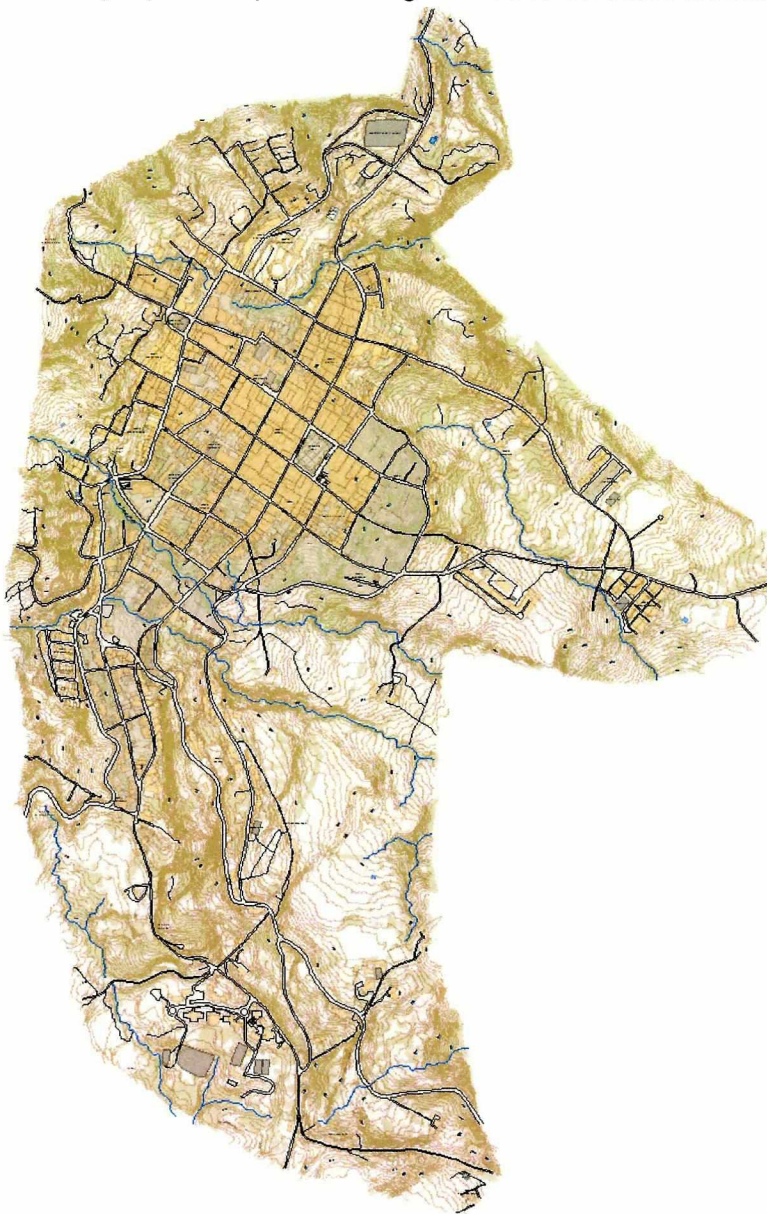
Feature Dataset	Feature Class
Cobertura_vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Árbol</li> <li>Grupo_arboles</li> </ul>
Edificacion_ObraCivil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cerca</li> <li>Construcción_P</li> <li>Construcción_R</li> <li>Limite_Manzana</li> <li>Limite_Manzana_Aproximado</li> <li>Lote_L</li> <li>Muro</li> <li>Paramento</li> <li>Parque</li> <li>Piscina</li> <li>Zona deportiva</li> </ul>
Entidades territoriales y unidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Administrativo_P</li> </ul>
Indice_Mapas	<ul style="list-style-type: none"> <li>IndEscalas</li> </ul>
Instalaciones_Construcciones_Para_Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antena</li> <li>Poste</li> <li>Puente_L</li> <li>Puente_P</li> <li>Red_Alta_Tension</li> <li>Torre</li> </ul>
Relieve	<ul style="list-style-type: none"> <li>Curva_Nivel</li> </ul>
Superficie_Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Canal_Sencillo</li> <li>Drenaje Sencillo</li> <li>Laguna</li> </ul>
Toponimios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nomenclatura</li> </ul>
Transporte Terrestre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limite_Via</li> <li>Separador</li> <li>Via</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

La figura 12 muestra un ejemplo de la cobertura de las capas anteriormente mencionadas.



**Figura 12.** Ejemplo de capas de cartografía básica del casco urbano de Vélez.



Fuente: IGAC

Como se aprecia en la anterior imagen, la cartografía tiene una cobertura limitada al área urbana de Vélez, y debido a que el estudio contempla un área mucho mayor, se complementó la información posteriormente.



Para efectos de publicación en la WEB y creación de aplicaciones móviles con uso de la cartografía base, se requiere que la información se estructure en el sistema de coordenadas WGS84, y de igual forma, para la ejecución del convenio y la creación de productos, se deberá adoptar el sistema proyectado Magna Colombia origen Bogotá. Por lo anterior, se hizo el siguiente ejercicio de proyección de todas las capas como se indica en la figura 13:

**Figura 13.** Proyecciones y transformaciones entre sistemas de coordenadas.



Fuente: Elaboración Propia

Como producto. Se crearon dos Geodatabase en el sistema coordinado Magna Colombia Bogotá y WGS84 con la misma información.

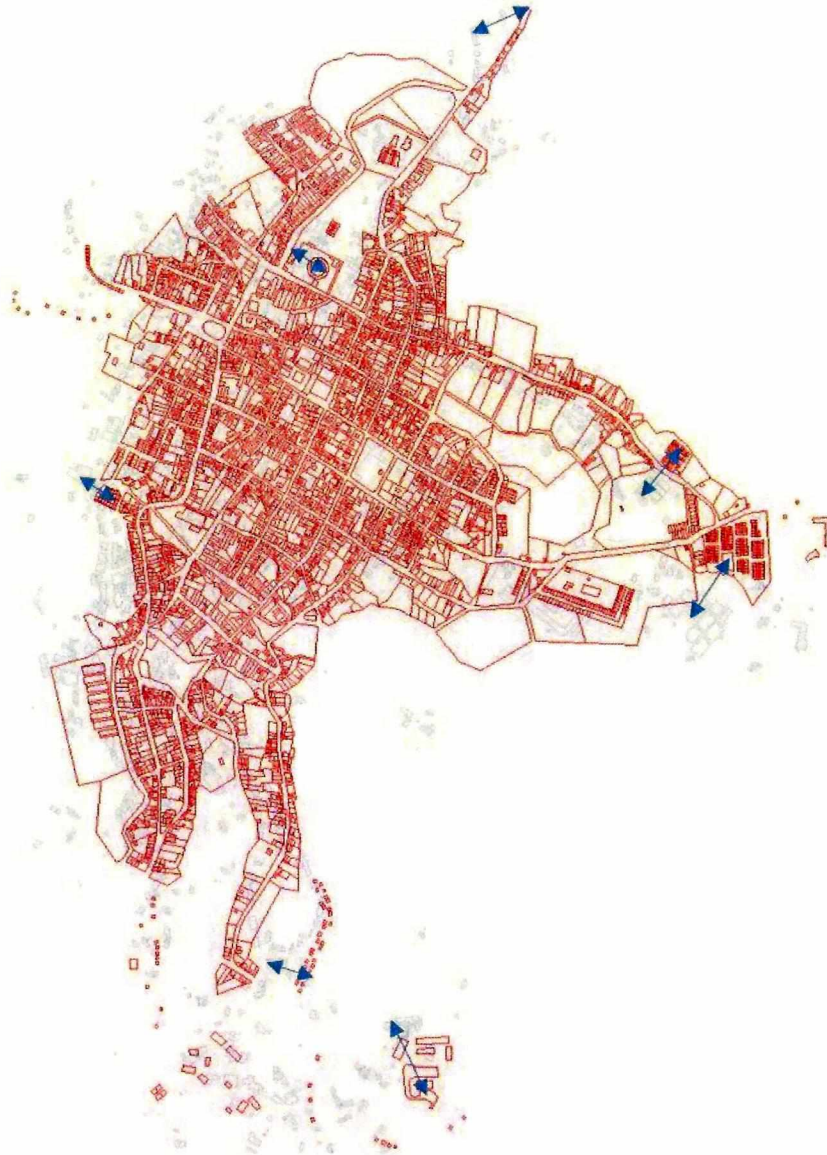
#### 4.1.2. Esquema de ordenamiento territorial EOT

El EOT vigente, tanto como su revisión (no implementada), contienen importante cartografía básica y temática urbana. Si bien la cartografía a nivel rural era precisa y coincidía con la información básica de las planchas 1:25.000, fue necesario hacer una validación de la cartografía básica del EOT y de las capas allí contenidas.

- **Validación espacial de las capas del EOT**

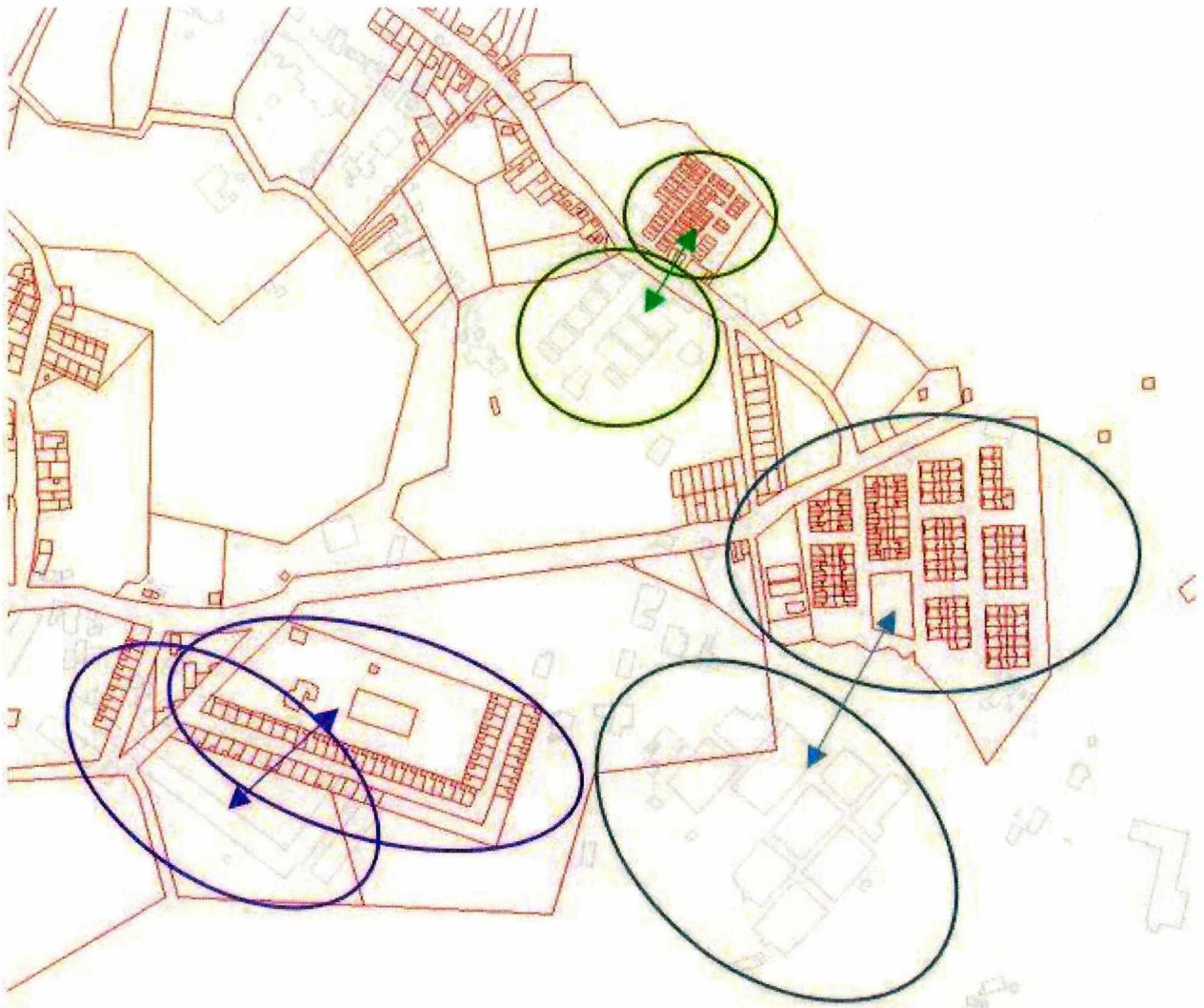
Debido a que la información ya se encontraba estructurada en formato shape (.shp), fue posible hacer una validación espacial de las capas. Esto se hizo comparando con la información del IGAC la cual esta georreferenciada como se muestra en la figura 14.

**Figura 14.** En azul la cartografía IGAC georreferenciada y en rojo la cartografía del EOT mostrando diferencias en escala y orientación.



Fuente: Elaboración Propia basado en información IGAC y del EOT de Vélez.



**Figura 15.** Detalle de zonas sin concordancia.

Fuente: Elaboración Propia basado en información IGAC y del EOT de Vélez.

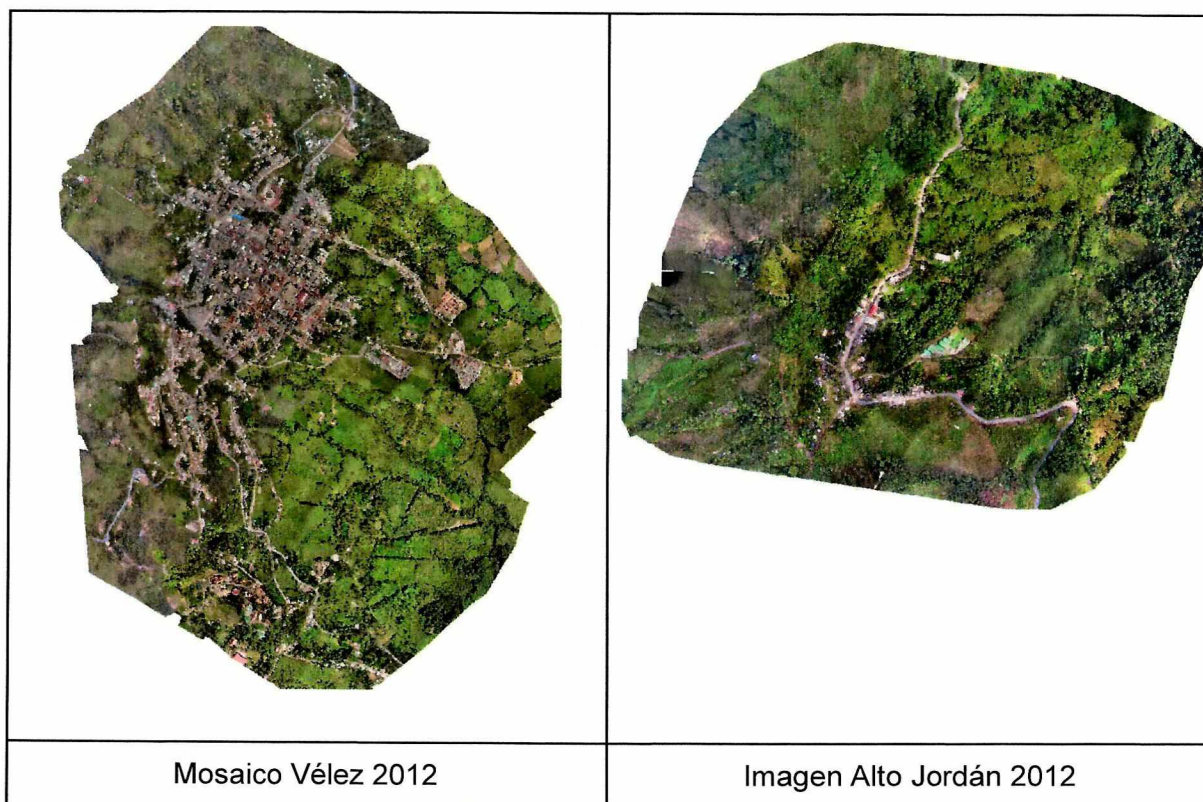
Con el fin de poder aprovechar dicha información, se hizo un ejercicio de georreferenciar la cartografía IGAC basado en la cartografía IGAC e imágenes de sensores remotos. Sin embargo, no fue posible lograr coincidencias que permitieran aprovechar directamente la información. Se presume que la cartografía del EOT no se hizo por restitución de imágenes satelitales o de sensor remoto y es por ello, que al usar levantamientos terrestres predio a predio se pueden dar estas diferencias, ver figura 15.

Se recomienda que la información a escala urbana del EOT tanto básica como temática sea usada a nivel de consulta, y de requerirse, se deberá digitalizar nuevamente a partir de la cartografía base IGAC o de fotografías aéreas.





#### 4.1.3. Imágenes aéreas uav – geomática

El grupo de investigación Geomática, cuenta con un equipo UAV que permite el levantamiento de ortomosaicos mediante el procesamiento de fotografías aéreas, con sobrevuelos en diferentes escalas de tiempo para el casco urbano del Municipio de Vélez. Dentro del banco de imágenes, se cuenta con la siguiente cartografía ver figura 16. Su desarrollo se observa en el *Anexo I*, esta Información primaria fue producida para este proyecto, en el anexo se encuentra una descripción de la tecnología implementada, de la planificación de Vuelos, del procesamiento y Gestión de la información.

**Figura 16.** Imágenes UAV de los cascos urbanos del Municipio de Vélez.





	
<p>Mosaico Vélez 2014</p>	<p>Imagen Alto Jordán 2014</p>
	
<p>Imagen Gualilo 2014</p>	<p>Imagen Palo Blanco 2014</p>

Fuente: Elaboración Propia

Las anteriores imágenes son de mucha utilidad pues permiten tener de primera mano, una fuente de información básica en aquellos centros suburbanos donde no se cuenta con ningún tipo de capa básica, y es posible hacer una primera restitución de cartografía (Construcciones, bordes de vía, ejes de vía), además, a cada imagen corresponde su respectivo modelo digital de elevaciones para conocer la topografía de la zona. Las imágenes fueron generadas y almacenadas en los sistemas de referencia geográfico (WGS84) y plano Magna Colombia Bogotá.

## **4.2. DEFINICIÓN DE LA FUENTE DE INFORMACIÓN PARA RESTITUCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA BÁSICA SUBURBANA**

Para la restitución de la cartografía básica suburbana, se decidió trabajar con las imágenes aéreas que la Universidad levantó mediante el uso de dispositivo UAV, ya que las mismas presentan una resolución suficiente para adelantar esta actividad a la escala adecuada.

### **4.2.1. Proceso de restitución de las capas básicas**

Una vez definidas las capas cartográficas mínimas a restituir para conformar la cartografía básica y teniendo como insumo las imágenes georreferencias UAV de cada centro suburbano, se procedió a restituir las capas de la siguiente forma (Ver figuras 17, 18 y 19):

1. En el software ArcMap, se carga la imagen UAV georreferenciada en el sistema coordinado Magna Colombia origen Bogotá.
2. Se ubica a una escala de trabajo aproximada de 1:500 para iniciar el proceso de restitución para poder generar una densidad de nodos cada 5 metros a 50 metros aproximadamente, dependiendo de la homogeneidad del tramo.
3. Se hace el proceso de restitución a la escala establecida para los bordes de vía como polilínea, eje de vía como polilínea y construcciones como polígono.
4. Una vez restituidas las capas, se asignan los atributos a cada elemento de acuerdo a la clasificación dada.



**Figura 17.** Restitución de capa de borde de vía en el corregimiento de Gualilo.



Fuente: Elaboración Propia

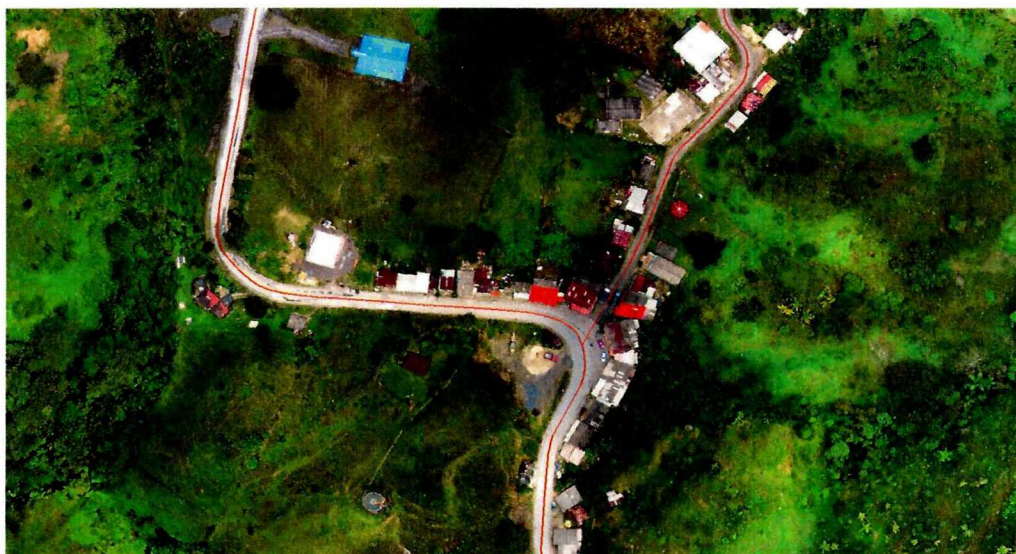
**Figura 18.** Restitución de capa de construcciones en el corregimiento de Gualilo.



Fuente: Elaboración Propia



**Figura 19.** Restitución de capa de eje de vía en el corregimiento de Gualilo.



Fuente: Elaboración Propia

#### **4.2.2. Proceso de generación de curvas de nivel a partir de la nube de puntos UAV**

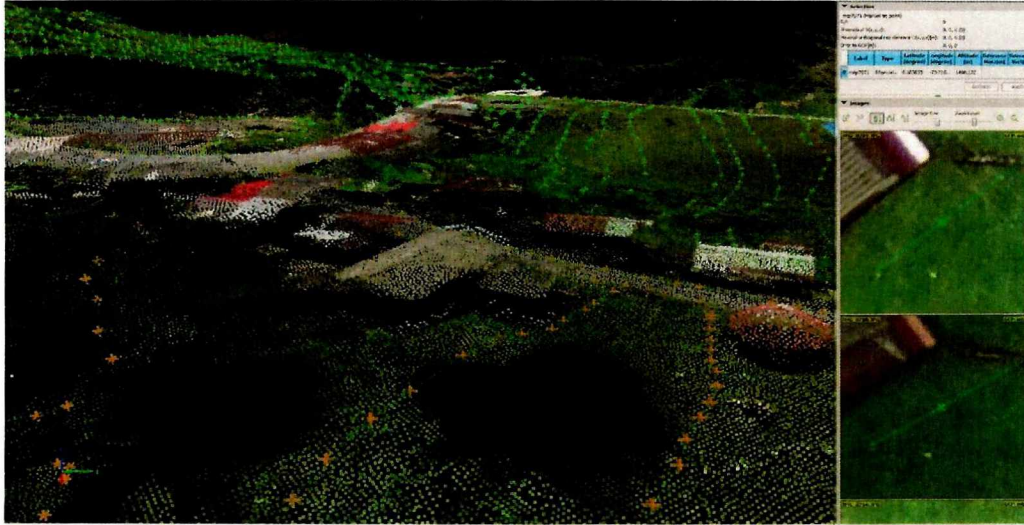
##### **4.2.2.1. Nube de Puntos UAV**

Los levantamientos de fotogrametría aérea consisten en realizar un registro fotográfico desde una plataforma aérea con el objetivo de obtener una secuencia de imágenes a lo largo de una ruta de vuelo sobre la zona de interés. La plataforma de trabajo utilizada en el área de estudio está soportada en un sistema UAV modelo eBee de la empresa suiza SenseFly (Anexo I).

De la plataforma se obtienen dos productos, un ortomosaico georreferenciado con resolución de 5 a 10 cm por píxel, y un modelo digital de elevaciones a través de nube de puntos o en formato ráster. Para la generación de curvas de nivel se utilizará el modelo digital de elevaciones en forma de nube de puntos, con el objetivo de tener en cuenta únicamente la superficie del terreno natural, excluyendo los grupos de árboles y las obras civiles.

Sobre la nube de puntos, utilizando el software Postflight Terra 3D, se trazan líneas sobre la superficie del terreno como se ve en la figura 20, utilizando la perspectiva en tercera dimensión para excluir viviendas, árboles, instalaciones eléctricas, automóviles, o cualquier otra cosa que a pesar de haber quedado registrada por la plataforma UAV en el modelo digital de elevaciones no sea parte de la geoforma.

Figura 20. Líneas sobre la superficie del terreno.



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.2.2. Nube de puntos Escáner Láser

El levantamiento topográfico del Escáner Laser se realizó en algunas Zonas de la periferia del casco Urbano De Vélez, y en los centros poblados de Alto Jordán, Palo Blanco y Gualilo, se utilizó la más reciente tecnología basada en los sensores remotos para este tipo de levantamientos de información llamado Escáner Láser Terrestre marca RIEGL VZ-400.

Este dispositivo emite millones de pulsos de rayo láser sobre la superficie de un objeto en forma de barrido tanto vertical como horizontal y de esta manera recolecta las coordenadas XYZ de cada punto de la superficie que fue escaneada y se visualiza en forma de nube de puntos (figura 21) con una precisión de hasta 3mm. Además, de las coordenadas también captura el valor de reflectancia del material del objeto escaneado, y la información de color en el formato RGB. Por cada posición de escaneo se recoge aproximadamente cinco millones de puntos en un tiempo promedio de 2 minutos. En el Anexo II, se encuentran, los equipos utilizados, las áreas en las que se realizó este levantamiento y el procesamiento de la información.



Figura 21. Nube de Puntos del centro poblado Alto Jordán.



Fuente: Elaboración Propia

**4.2.2.3. Proceso de generación de Curvas de Nivel**

El proceso de tratamiento de la información recolectada, de las nubes de puntos se lleva a cabo mediante el software RiSCAN PRO de la misma casa del fabricante del Escáner Láser Terrestre RIEGL, para este proyecto se usó la última versión existente de este software, la 1.8.0.

El objetivo final del procesamiento de la nube de puntos es llegar a generar las curvas de nivel de las áreas que fueron escaneadas, para esto, se lleva a cabo una serie de procesos con la nube de puntos que se inicia con el filtrado de la vegetación y demás objetos como vehículos, casas, personas, etc. Este filtrado se hace con el fin de dejar el suelo limpio para luego generar un modelo digital del terreno (DTM del inglés Data Model Terrain). A partir de este modelo generado se realizan una serie de cortes horizontales para posteriormente generar las curvas de nivel.

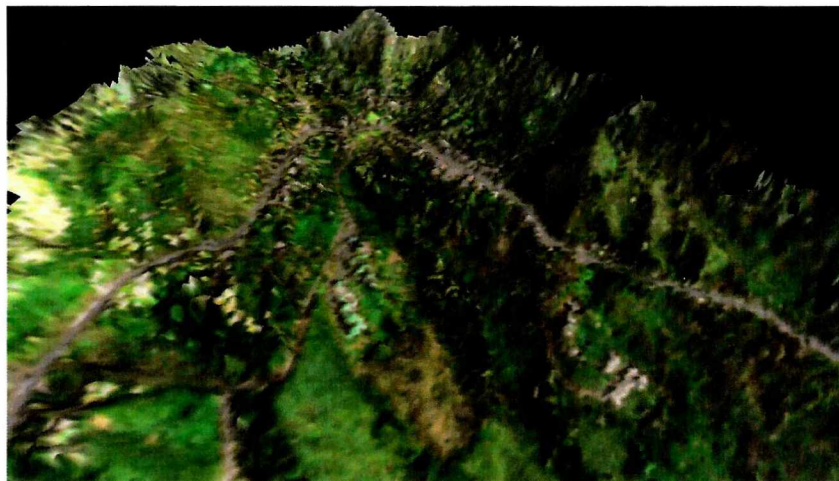
- **Filtrado de la vegetación y los objetos que están por encima del suelo**

Como se mencionó anteriormente, el filtrado de la vegetación y de los objetos se realiza con el fin de dejar el suelo “desnudo” para que a partir de esta información se pueda generar el DTM.

Para ilustrar este procedimiento se toma como ejemplo la nube de puntos del centro poblado Alto Jordán, entendiéndose que para las demás nubes de puntos de los otros centros poblados el procedimiento es el mismo.

El proceso de filtrado se realiza con una herramienta que viene incorporada en el software RiSCAN PRO y se inicia con el filtrado de la vegetación y objetos que se encuentran a una altura superior de 4m; para este proceso se genera un modelo digital de elevación en 2.5D de la nube de puntos con aquellos puntos que se encuentren hasta una altura de 4m como se muestra en la figura 22.

**Figura 22.** DEM en 2.5D de los puntos que se encuentran hasta una altura de 4m.

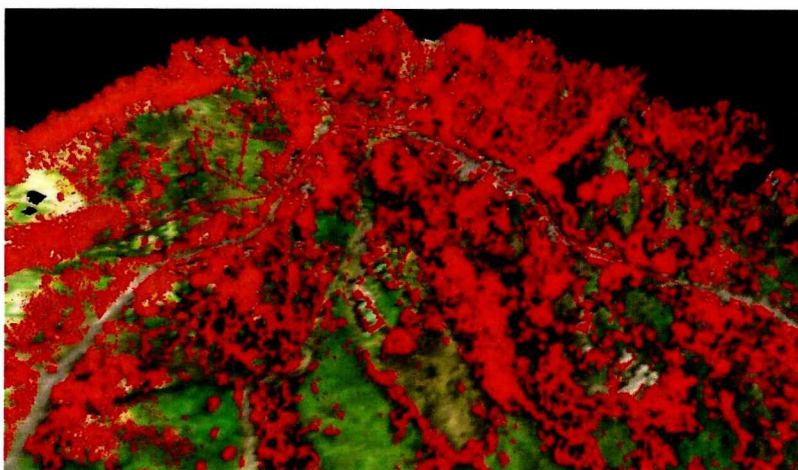


Fuente: Elaboración Propia

Luego, se hace la comparación de superficies entre el modelo DEM 2.5D y la nube de puntos con el fin de detectar aquellos puntos que se encuentran a 1m por encima y por debajo del modelo 2.5D tal como se muestra en la figura 23.



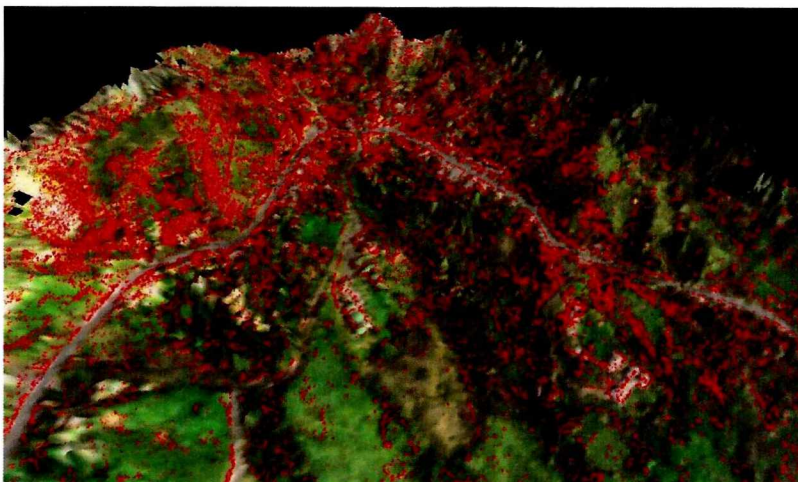
**Figura 23.** Puntos detectados a una altura de 4m del suelo.



Fuente: Elaboración Propia

El mismo paso anterior se realiza para detectar los puntos que pertenecen a la vegetación y los objetos que se encuentren a una distancia de 2m del suelo, estos puntos detectados se muestran en la figura 24.

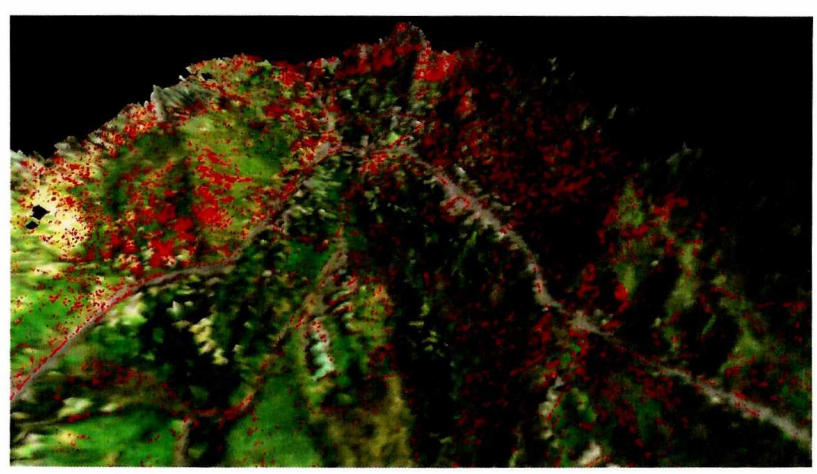
**Figura 24.** Puntos detectados a una distancia de 2m por encima del suelo.



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se realiza el mismo procedimiento anterior, pero esta vez se evalúan aquellos puntos que pertenecen a vegetación y objetos que se encuentran a una distancia de 0.5m por encima del suelo. En la figura 25 se visualizan los puntos que pertenecen a este filtro.

**Figura 25.** Puntos detectados a una distancia de 0.5m por encima del suelo.



Fuente: Elaboración Propia

El resultado de los filtros anteriores de cada una de las nubes de puntos de los sectores rurales del casco urbano de Vélez y de los centros poblados está en el *Anexo II*.

En la figura 26 se muestra la nube de puntos del centro poblado Alto Jordán después de aplicarse el filtrado de los puntos que pertenece a la vegetación y objetos que se encuentran por encima del suelo.

**Figura 26.** Nube de puntos filtrada del centro poblado Alto Jordán.



Fuente: Elaboración Propia



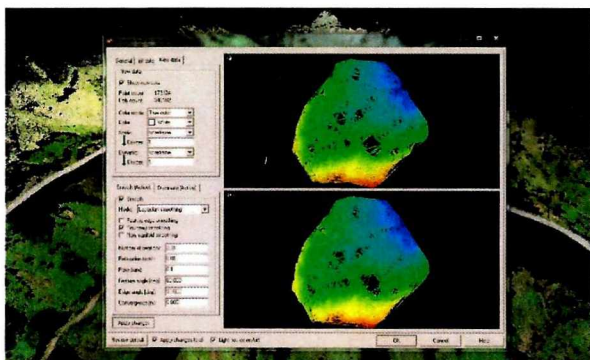
- **Generación de los modelos digitales del terreno**

Con las nubes de puntos filtradas se lleva a cabo la generación de modelos digitales del terreno – DTM mediante el software RiSCAN PRO. Para generar estos modelos el software realiza un renderizado con todos los puntos de la nube y en aquellas zonas en donde no existe información, es decir, donde existen vacíos se completan con puntos filtrados en ArcGIS, en las zonas donde sea posible encontrar la superficie del terreno.

En la figura 27 se visualiza los parámetros que se definen en el software RiSCAN PRO para la generación del DTM, el cual consiste en establecer un tipo de suavizado Laplaciano, con un número de 200 iteraciones, un factor de 0.1, un ángulo de Feature de 60° y un ángulo de borde de 60°.

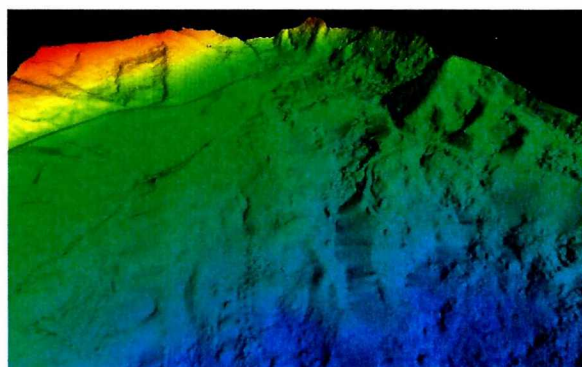
El resultado de dicho renderizado de cada uno de los sectores del casco urbano de Vélez y de los centros poblados se visualiza en la figura 28.

**Figura 27.** Configuración de parámetros para la generación del DTM



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 28.** DTM del centro poblado Alto Jordán



Fuente: Elaboración Propia

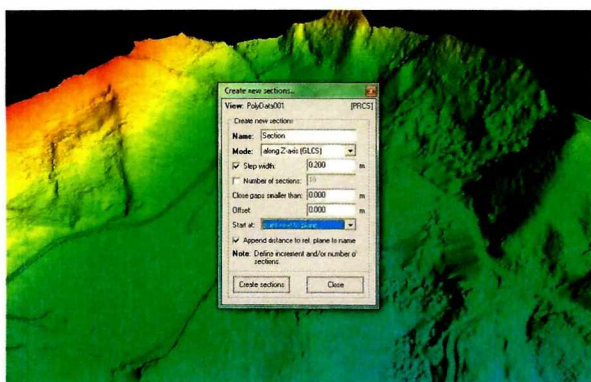
- **Generación de las curvas de nivel**

Una vez generado el DTM con base en la nube de puntos filtrada, se lleva a cabo la generación de las curvas de nivel. Este procedimiento se realiza también con un herramienta que viene incorporada en el software RiSCAN PRO, y el proceso consiste en generar una serie de planos horizontales consecutivos comenzando desde la parte más baja del DTM hasta su parte más alta con el fin de realizar una serie de cortes horizontales

al modelo que para este proyecto se configuró cada 2 metros, tal como se muestra en la figura 29.

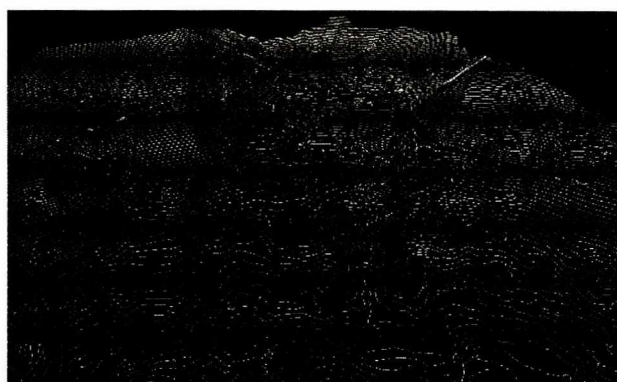
El resultado de la generación de las curvas de nivel de cada uno de los sectores del casco urbano de Vélez y de los centros poblados se muestra en la figura 30.

**Figura 29.** Configuración de los parámetros para la generación de las curvas de nivel



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 30.** Curvas de nivel del centro poblado Alto Jordán



Fuente: Elaboración Propia

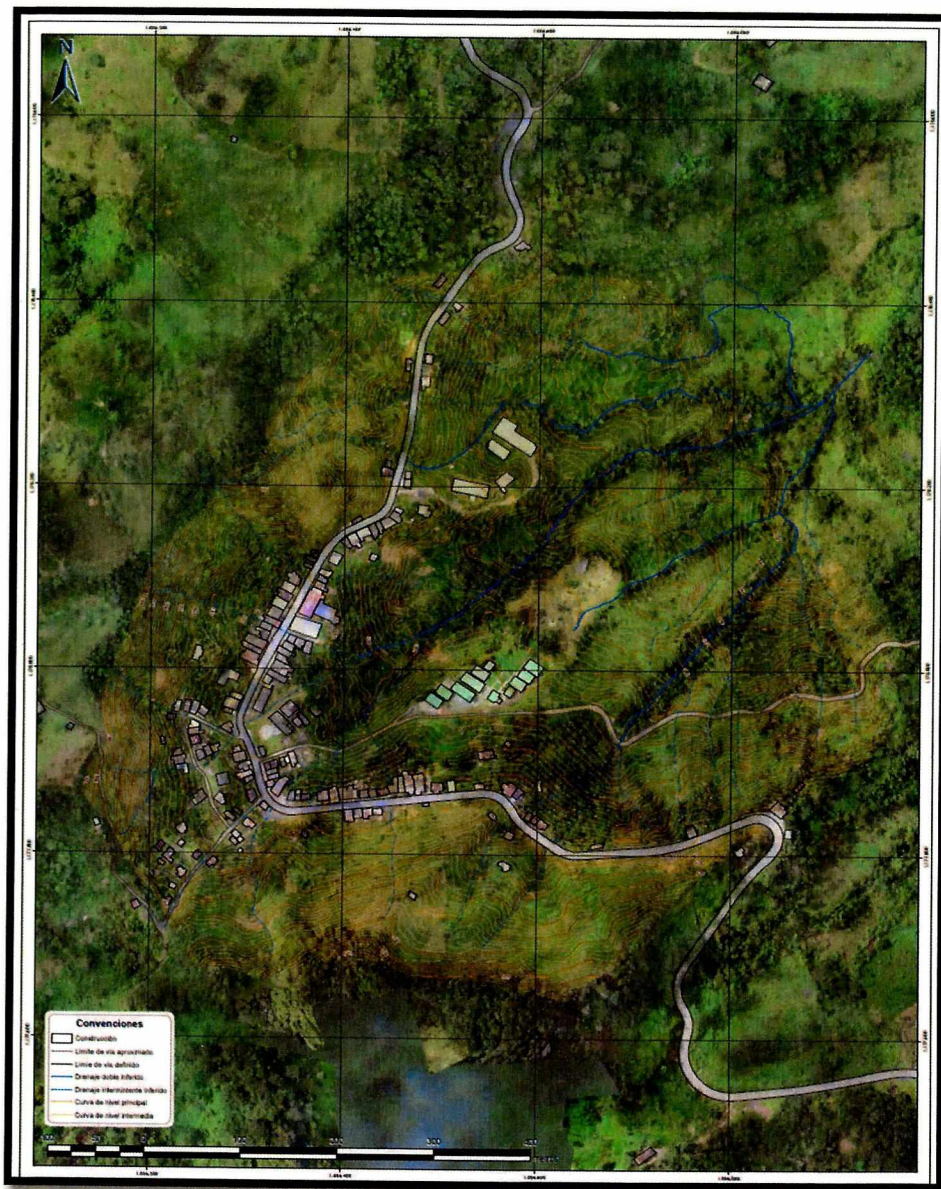
### 4.3.GENERACIÓN DE MAPAS BÁSICOS SUBURBANOS

Una vez almacenada la información, se procedió a elaborar los mapas físicos y digitales básicos de cada centro suburbano que sirvieran como insumo para la generación de los respectivos mapas temáticos. En ellos se incluye la imagen UAV así como las capas restituidas. El rótulo utilizado para la generación de los mapas corresponde en general a un tamaño Medio Pliego (500x700mm), se ha utilizado el rótulo propuesto asignado la información de elaboración y presentado en el sistema de referencia Magna Colombia origen Bogotá.

En las figuras 31, 32 y 33 se muestran los mapas básicos generados de los centros suburbanos.



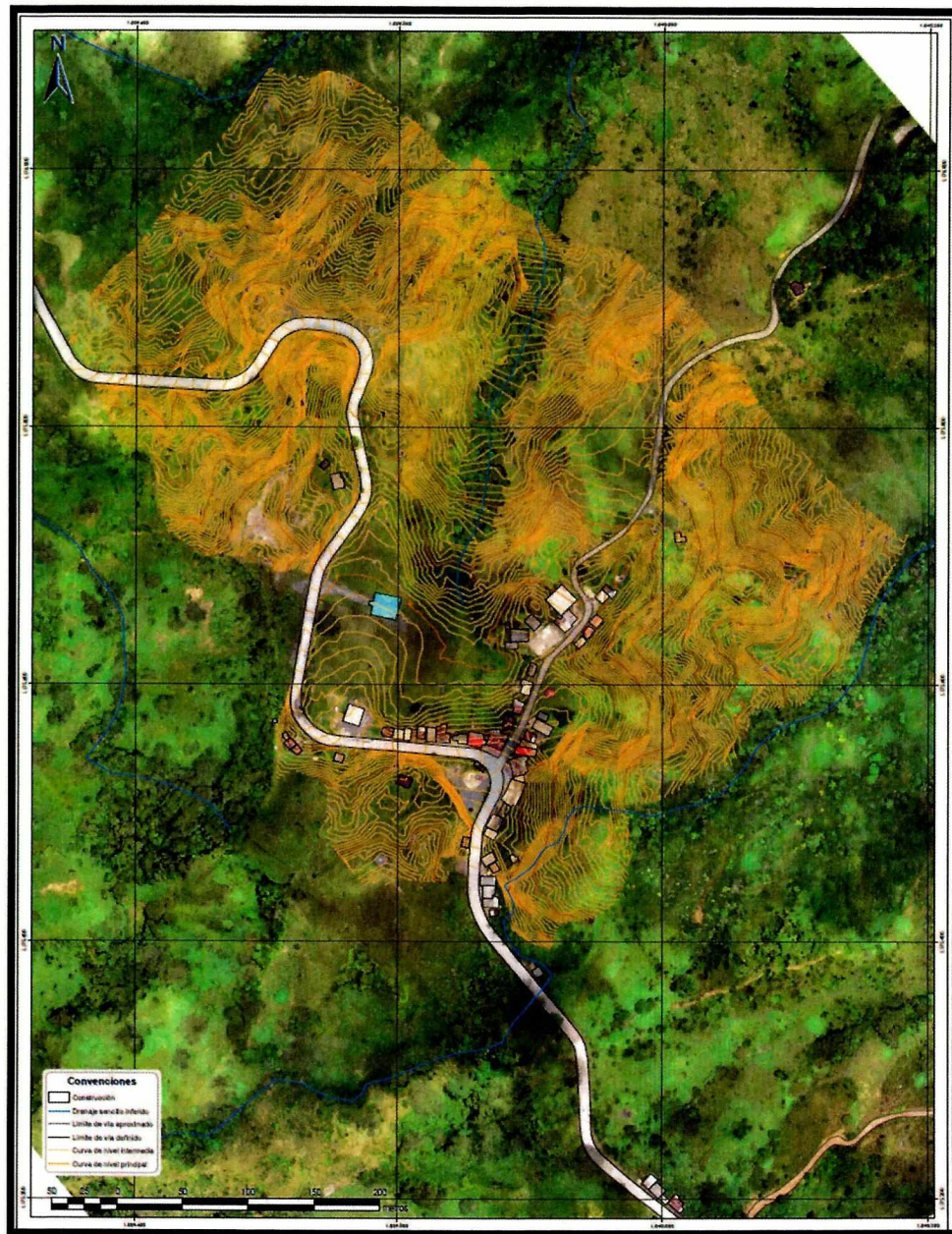
Figura 31. Mapa base de Alto Jordán.



Fuente: Elaboración Propia



Figura 32. Mapa base de Gualilo.



Fuente: Elaboración Propia



**Figura 33.** Mapa base de Palo Blanco.



Fuente: Elaboración Propia



#### 4.4. FORMATO DE PRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Basados en la experiencia se realizó un ejercicio para modelar diferentes rótulos para este proyecto en específico, y el formato definitivo se indica en la figura 34.

Figura 34. Rotulo de información cartográfica.

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO 9677-04-1127-2013 ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER				INFORMACIÓN DE ELABORACIÓN		INFORMACIÓN DE REFERENCIA		
	Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería Civil Geomática, gestión y optimización de sistemas		Contenido:		Contenido:	Plano:	Fuente de la información:	
	Elaborado por: Equipo Técnico UIC		BASE CASCO URBANO DE VÉLEZ		U-01	- Cartografía básica a escala 1:2500 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - Imágenes de satélite por la Universidad Nacional de Santander		
Aprobado por: Coordinador de área: Edwin Murillo Larios Analista de Ingeniería		Fecha elaboración: Jul. de 2015 Versión: 2.0 Escala: 1:3.000		Fecha elaboración: Jul. de 2015 Versión: 2.0 Escala: 1:3.000		Control de modificaciones: Oficina:                      Modificación:		
Digitalizado por: Edwin Murillo Larios Analista de Ingeniería		Archivo digital: U_01_BASE.mxd						

Fuente: Elaboración Propia

La información de rótulo que contiene esta versión, se resume a continuación.

##### a. Espacio de identificación del convenio

En el espacio mostrado en la figura 35, se da la información referente a las partes del convenio, así como la información del convenio, contiene la información del número del convenio y el nombre del mismo, localizado sobre los logos de las entidades.

Figura 35. Información del convenio en el rotulo.

**CONVENIO INTERADMINISTRATIVO 9677-04-1127-2013**  
**ESTUDIO DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL MUNICIPIO DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

  
 Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres

  
 Departamento de Santander

  
 Municipio de Vélez

  
 Universidad Industrial de Santander

Fuente: Elaboración Propia

##### b. Espacio para información de elaboración

En el espacio mostrado en la figura 36 se resume la información de quien elaboró el producto consignado en el mapa, en detalle son las siguientes:

- Entidad que elabora el mapa, encabezada por la Universidad Industrial de Santander, escuela de ingeniería Civil y Geomática, gestión y optimización de sistemas.



- Elaborado por: Nombre del profesional que elabora el mapa, iniciando por las siglas de su profesión, en su parte inferior la tarjeta o matrícula profesional.
- Apoyo técnico: Nombre del profesional segundo responsable a cargo del mapa elaborado iniciando por las siglas de su profesión, espacio destinado para cuando un producto se da en apoyo de dos o más personas, en su parte inferior la tarjeta o matrícula profesional.
- Aprobado por coordinador de área: Nombre del profesional que aprueba el mapa, corresponde al coordinador de una de las diferentes áreas temáticas dentro de las que se enmarca el producto, iniciando por las siglas de su profesión, en su parte inferior la tarjeta o matrícula profesional.
- Digitalizado por: Nombre de la o las personas encargadas de la digitalización del plano, generalmente son personas del componente de cartografía del convenio.

**Figura 36.** Información de elaboración en el rotulo.

<b>INFORMACIÓN DE ELABORACIÓN</b>	
Universidad Industrial de Santander Escuela de Ingeniería Civil Geomática, gestión y optimización de sistemas	
Elaborado por:	
Apoyo técnico:	
Aprobado por Coordinador de área:	
Digitalizado por:	

Fuente: Elaboración Propia

**c. Espacio para información de referencia**

En el espacio mostrado en la figura 37 se resume la información de contenido y técnica asociada al mapa, en detalle son:

- Contenido: Contenido del mapa, en mayúscula, en lo posible ubicando espacialmente el Municipio o zona de trabajo.
- Plano: Numero consecutivo del plano, con indicación del área de estudio a la cual hace referencia: U para el casco urbano de Vélez, AJ para el centro poblado de Alto Jordán, R para el área de estudio rural, G, LG y PB para los centros poblados de Gualilo, Los Guayabos y Palo Blanco respectivamente.
- Fecha elaboración: Mes y año de elaboración del mapa.
- Tamaño del papel: Medidas en milímetros del papel.

- Versión: Iniciado en 1.0, representa la versión del mismo desde que se hizo el mapa inicial, generalmente variaciones en la versión se dan por modificaciones consignadas en el control de modificaciones.
- Escala: Valor numérico de la escala de impresión del mapa.
- Sistema de referencia: Nombre resumido del sistema de referencia a utilizar, para todos los efectos se utilizará el sistema de referencia Magna Colombia origen Bogotá, definido por el IGAC.
- Archivo digital: Nombre del archivo digital editable con el que se generó el mapa, terminado en su extensión, normalmente si el mapa se hace con ArcGis será .MXD.
- Fuente de la información: Se resume a manera de texto con viñetas, la fuente principal de información, esto con el fin de mostrar diferentes fuentes.
- Control de modificaciones: Espacio destinado para citar el oficio y la modificación a que diera lugar para un mapa según sea solicitado. Las modificaciones en los mapas darán lugar a una modificación en la versión del mismo.

En la figura 38 se muestra un ejemplo de un mapa terminado con su respectivo rótulo en tamaño pliego:

**Figura 37.** Información de referencia, en el rotulo.

INFORMACIÓN DE REFERENCIA					
Contenido:		Plano:		Fuente de la información:	
		<b>U-01</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartografía básica a escala 1:2 000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.</li> <li>- Imágenes UAV tomadas por la Universidad Industrial de Santander</li> </ul>	
Fecha elaboración:	Jul. de 2015	Tamaño:	1.000x720mm	Control de modificaciones:	
Versión:	2.0	Escala:	1:3 500	Oficio:	Modificación:
Sist. de referencia:	Magna Colombia Origen Bogotá				
Archivo digital:	U_01_BASE.mxd				

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 38.** Mapa Base Casco Urbano de Vélez.



Fuente: Elaboración Propia