

**SIG DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS
REALIZADOS EN PROCESOS PROPIOS DE LA ANT DEL
2016 AL 2018**

NELSON ALFONSO BOHÓRQUEZ ORTEGA



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES
2019**

**SIG DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS
REALIZADOS EN PROCESOS PROPIOS DE LA ANT DEL
2016 AL 2018**

NELSON ALFONSO BOHÓRQUEZ ORTEGA

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar
al título de Especialista en Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES
2019**

Agradecimientos

El autor expresa sus agradecimientos a:

A mi esposa y mi mamá por su amor, el apoyo y la continua motivación para alcanzar los objetivos trazados.

Al ingeniero Rafael Enrique Hurtado Camacho, experto Código G3, Grado 8, Dirección General, Asesor en asunto de geografía y topografía, por su labor incansable de hacer visible y resaltar la importancia de la topografía como labor transversal en los procesos misionales de ANT, su guía y motivación para que desde el grupo de topografía se generen soluciones.

Al grupo de topografía que siempre estuvo dispuesto a trabajar, apoyar y mejorar el objetivo trazado, profesionales que trabajan incansablemente por y para el grupo.

Contenido

Lista de Figuras	6
Lista de Tablas	7
Lista de Cuadros	8
Lista de Anexos	9
Glosario	10
Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
1. Área Problemática	14
2. Objetivos	15
2.1 Objetivo General	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3. Justificación	16
4. Marco Teórico	17
4.1 Bases de Datos	17
4.1.1 Tipos de Bases de Datos	18
4.2 Sistema de Información Geográfica (SIG)	19
4.2.1 Modelos de diseño de un SIG	19
4.2.2 Arquitectura y diseño de un SIG	20
4.3 Levantamiento Topográfico	21
4.3.1 Tipos de levantamientos topográficos	22
4.4 Antecedentes	23
5. Metodología	28
5.1 Tipo de trabajo	28
5.2 Procedimiento	30
5.2.1 Fase 1. Recopilación de información.	30
5.2.2 Fase 2. Estructuración y almacenamiento de la información.	31
5.2.3 Fase 3. Geodatabase.	32
5.2.4 Fase 4. Cargar Geodatabase	32
6. Resultados	34
6.1 Fase 1. Recopilación de información	34

6.2 Fase 2. Estructuración y almacenamiento de la información	38
6.3 Fase 3. Geodatabase	42
6.4 Fase 4. Cargar Geodatabase.....	48
7. Conclusiones.....	52
8. Recomendaciones.....	53
Referencias Bibliográficas	54
Anexos.....	57

Lista de Figuras

Figura 1. Modelo de diseño y proceso de modelamiento de un SIG.....	28
Figura 2. Repositorio información recolectada (Z: TOPOGRAFIA).....	35
Figura 3. Repositorio información por año (Z: TOPOGRAFIA).....	36
Figura 4. Estructuración y almacenamiento de la información por departamentos.	36
Figura 5. Estructuración y almacenamiento de la información por municipios.....	37
Figura 6. Estructuración y almacenamiento de la información por predios.....	37
Figura 7. Estructura digital de información topográfica ANT.....	38
Figura 8. Resultados de procedimientos topografía ANT.....	39
Figura 9. Contenido carpetas estructura digital topografía ANT.....	39
Figura 10. Guía digitalización información geográfica análoga.....	40
Figura 11. Tabla validación información topográfica.....	41
Figura 12. Modelo de datos GDB propuesta.....	46
Figura 13. Tabla Lindero predio sin datos.....	49
Figura 14. Tabla Lindero predio, con 1079 datos validados.....	49
Figura 15. Tabla errores de topología.....	50
Figura 16. Salida gráfica Lindero predio.....	51

Lista de Tablas

Tabla 1. Formas, base para validación información topográfica.....	40
Tabla 2. Diccionario de datos de la tabla LINDERO	47
Tabla 3. Estadísticas predio cargados.....	48

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Estructura GBD predio	42
Cuadro 2. Estructura tabla Áreas	43
Cuadro 3. Estructura tabla edificación obra civil	43
Cuadro 4. Estructura tabla impresión	44
Cuadro 5. Estructura tabla predio	44
Cuadro 6. Estructura tabla puntos de control	45
Cuadro 7. Estructura tabla superficies de agua.....	45

Lista de Anexos

Anexo A. Formas, guía, procedimientos y manuales topografía.....	57
Anexo B. Modelo de datos.	69
Anexo C. Salidas gráficas.....	71

Glosario

ArcGIS: es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como ArcGIS Server, para la publicación y gestión web, o ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo.

Base de Datos Espacial: es una base de datos que se ha optimizado para almacenar y consultar datos que representa los objetos definidos en un espacio geométrico.

Geodatabase: es el almacenamiento físico de la información geográfica, que principalmente utiliza un sistema de administración de bases de datos (DBMS) o un sistema de archivos. Puede acceder y trabajar con esta instancia física del conjunto de *datasets* a través de ArcGIS o mediante un sistema de administración de bases de datos utilizando SQL.

Georreferenciación: es la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y *datum* específicos. Es una operación habitual dentro de los sistemas de información geográfica (SIG) tanto para objetos ráster (imágenes de mapa de píxeles) como para objetos vectoriales (puntos, líneas, polilíneas y polígonos que representan objetos físicos).

SIG (Sistema de información Geográfica): es una integración organizada de *hardware*, *software* y *datos geográficos* diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión.

Topografía: es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de «geodesia» para áreas mayores.

Resumen

La información geográfica es esencial y transversal a los procesos misionales de la Agencia, no poder tener acceso eficiente a ella genera problemas al momento de trabajar, analizar y hasta en la toma de decisiones efectivas y certeras. Los sistemas de información geográfica se han perfilado como la mejor solución en el manejo de datos geográficos, ya que permiten recolectar, procesar y almacenar la información, de los resultados obtenidos. El apoyo en ARGIS como herramienta informática permitió dar solución a la problemática evidenciada, en lo que hace referencia a información topográfica y geográfica tomada en campo. Un repositorio de información con una estructura digital establecida, una Geodatabase, dio como resultado un SIG que permite integrar, consultar, analizar y tomar decisiones con la información y resultados del trabajo realizado por parte del grupo de topografía ANT.

Palabras clave: Topografía, información geográfica, Geodatabase, SIG.

Abstract

Geographic information is essential and transversal to the missionary processes of the agency, generating problems when working, analyzing and even making effective and accurate decisions when it is not being able to have efficient access to it. Geographic information systems emerged as the best solution in the management of geographic data, since it allow collecting, processing and storing information, of the results obtained. The support of ARGIS as a computer tool allowed us to solve the problems highlighted, regarding to topographic and geographic information taken in the field. A repository of information with an established digital structure, a Geodatabase, resulted in a GIS that allows integrating, consulting, analyzing and making decisions with the information and results of the work carried out by the ANT topography group.

Keywords: Topography, geographic information, Geodatabase, GIS.

Introducción

Cuando comienzas a intentar resolver un problema, las primeras soluciones que se te vienen a la cabeza son muy complejas y por eso la mayor parte de la gente se queda parada cuando llega a este punto. Pero si sigues, vives con el problema y pelas más capas de la cebolla, llegas a menudo a soluciones muy elegantes y muy simples. (Jobs S, s.f.)

La información es uno de los más importantes activos no tangibles que puede tener una persona o entidad y con mayor razón si esta proviene de las labores cotidianas. Para este caso específico es información geográfica. Al momento de ser creada la Agencia Nacional de Tierras el 7 de diciembre de 2015 con el Decreto 2363 hereda procedimientos, metodologías y manejos de los resultados obtenidos de levantamientos topográficos que no permiten el acceso a estos de una manera fácil ni con la confianza necesaria para garantizar la calidad de los resultados.

Los datos, documentos y la información de carácter geográfico se encuentran dispersos en las distintas direcciones y subdirecciones, no contar con un repositorio de información, ni una base de datos de los predios o áreas georreferenciadas, deja al descubierto el problema que se tiene con el manejo y acceso a datos y resultados obtenidos de los trabajos en campo por parte del personal de topografía, lo cual se derivaba en dificultades al dar respuestas a consultas, que procesos propios de la entidad se alarguen más de lo necesario, que inclusive se llegue a procesos y tener que volver a campo a realizar nuevamente las labores.

El propósito de este trabajo es dar una solución a la problemática establecida, un SIG es el medio para este propósito, pero, para ello es necesario compilar la información existente, lo cual implica una búsqueda detallada; identificar cual es útil para el fin y clasificarla, continuando con el acondicionamiento de la información es indispensable establecer una estructura digital de almacenamiento, de igual forma digitalizar documentos análogos, el diseño de una GDB que cumpla con los parámetros de la entidad y finalmente cargar la información validada y aprobada.

El limite escogido será temporal del 2016 al 2018, ya que la influencia de la entidad es de nivel nacional, lo que implica que nuestra área de influencia es toda Colombia, contar con los medios tecnológicos *software* y *hardware*, el personal profesional capacitado permite que la solución sea más sencilla de lo que parece.

1. Área Problemática

No contar con un sistema de información geográfica (SIG) de los predios intervenidos por la institución, es consecuencia, de la falta de unas directrices claras y específicas respecto al manejo de la información, además de la estructuración y aplicación de una Geodatabase con los polígonos levantados.

El archivo y manejo de la información es un problema que afecta a todas las personas, instituciones y empresas; el área de topografía y geografía no es ajena a esta problemática. Se ha podido determinar que no hay un archivo o repositorio de la información geográfica tomada en campo, lo cual implica que sea imposible la consulta de datos o información previa.

Heredar el trabajo realizado por otra institución y/o personal dejó al descubierto que la información, en especial la tomada en campo con métodos topográficos, era dispersa y manejada únicamente por la persona que la generó. Al momento que se empieza a estructurar un cronograma y jerarquía para la evacuación de procesos, se hace más evidente esta problemática, ya que la topografía es fundamental y transversal para el desarrollo de todos los procesos en la entidad.

No conocer que datos geográficos se poseen, hace que las actividades en procesos propios de la entidad se alarguen, se retrasen o inclusive que se cancelen; dado que en la mayoría de los casos se tiene que hacer nuevamente las actividades de topografía o generar nueva documentación de soporte. Los requerimientos y consultas de terceros en temas como baldíos o resguardos indígenas se tornan dispendiosos considerando que implica una investigación por cada uno, lo cual alarga las respuestas que en algunos casos tiene que ser casi inmediata.

Con este trabajo se pretende realizar un sistema de información geográfica SIG que permita almacenar, procesar analizar y consultar los resultados de las labores topográficas de la Agencia.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Modelar e implementar un sistema de información geográfico de los resultados de los levantamientos topográficos realizados en procesos propios de la Agencia Nacional de Tierras (ANT) del 2016 al 2018.

2.2 Objetivos Específicos

- Recopilar y analizar la información topográfica producida de los distintos procesos.
- Diseñar y establecer una estructura digital de los datos recopilados en campo para su almacenamiento.
- Diseñar y crear base de datos espacial GDB que permita almacenar cada una de las variables que se van a considerar en cuanto a la información del predio, del proceso, de la dirección y sub dirección a la cual pertenece, el caso, con el fin de constituir un sistema estructurado y consolidado de datos.
- Cargar la información geográfica validada y aprobada de los predios en GBD diseñada para su visualización y consulta.

3. Justificación

La aplicación de un sistema de información como una herramienta de manejo, almacenamiento y consulta de la información geográfica que se obtuvo, se adquiere y se conseguirá en el área de topografía y geografía, da un avance significativo en procedimientos de gestión, manejo responsable, ciclo de vida y calidad de la información y datos.

La etapa de los levantamientos topográficos es actividad considerada transversal a todos los procesos que se llevan a cabo en la entidad, por cual no tener los resultados de los trabajos de campo retrasa, genera estancamiento o peor aún puede llegar a que se frene un proceso, lo cual causaría un gran impacto negativo a los posibles beneficiarios. Poder conocer la realidad de la información geográfica, evita que se generen reprocesos y costos innecesarios en actividades que se realizaron, no solo una sino en varias ocasiones como se ha detectado, además de poder dar una respuesta rápida y de calidad a las solicitudes internas y externas, incluyendo sentencias judiciales.

Finalmente, poder consultar la posición geográfica de los predios intervenidos por entidades que han manejado el tema de tierras, daría claridad en planificación y tiempos de los trabajos de campo, ya que se tendría certeza de que información se posee o no.

4. Marco Teórico

Comprender la importancia de realizar consultas, conocer cuanta información geográfica predial se posee, cual de esa información cumple con los parámetros establecidos respecto a georreferenciación y poder brindar información geográfica valida, en algunos casos pasar de lo teórico a lo tangible especialmente en lo visual. Debe ser el objetivo del grupo de topografía en la Agencia Nacional de Tierras, por esto es de suma importancia poder entender algunos temas que son de gran relevancia para el desarrollo de la temática escogida para este trabajo.

4.1 Bases de Datos

Con los desarrollos en la tecnología y sistematización de los datos, cada vez se hace más necesario que la gestión de la información sea confiable, rápida y segura, es así que surgen los gestores de bases de datos, los cuales son una aplicación que permite construir y gestionar bases de datos, proporcionando al usuario de la base de datos las herramientas necesarias para definir las estructuras de los datos, manipularlos, insertar nuevos datos, modificar, borrar y consultar los datos existentes.

Mantener la integridad de la información proporciona control de la privacidad y seguridad de la información en la base de datos, permitiendo sólo el acceso a los usuarios autorizados. Dicha colección de datos o base de datos, por lo general contiene la información relevante para una entidad o persona. Por tal motivo su manejo requiere que se pueda almacenar y recuperar de manera práctica y eficiente. Según Silberschatz, Korth y Sudarshan (2002), algunos de los productos comerciales más difundidos son:

- ORACLE de Oracle Corporation.
- PostgreSQL DB2 de I.B.M.
- Corporation SYBASE de Sybase Inc.
- Informix de Informix Software Inc.
- SQL Server de Microsoft Corporation.

Las bases de datos son diseñadas con el fin de gestionar grandes volúmenes de información, ayudando a disminuir las pérdidas y mejorando el acceso a las mismas, reduciendo los riesgos financieros y de seguridad. Son de gran importancia puesto que los datos para la mayoría de las empresas o entidades son uno de sus mayores recursos, pues su recolección implica tiempo y altos gastos financieros. Actualmente, son usadas en diversas áreas como: entidades financieras, empresas de transporte, centros educativos, telecomunicaciones, publicidad, mercadeo, producción, recursos humanos, catastro y por supuesto en los SIG.

4.1.1 Tipos de Bases de Datos.

Estos son los tres tipos principales de bases de datos:

- Bases de datos jerárquicas.
- Bases de datos en red.
- Bases de datos relacionales.

Últimamente son las más utilizadas debido a su potencia, versatilidad y facilidad de manejo. Se fundamentan en dos modelos de datos, el modelo entidad-relación y el modelo relacional.

El modelo entidad-relación (E-R), es un modelo de datos basado en una percepción del mundo real, que consiste en una colección de objetos básicos, denominados entidades y de relaciones entre estos objetos. El modelo relacional usa una colección de tablas para representar tanto los datos como las relaciones entre los datos. Su facilidad conceptual ha llevado a una gran acogida, generalmente el diseño del esquema de la base de datos se realiza usando primero el modelo E-R y después traduciéndolo al modelo relacional.

En un modelo entidad-relación, se consideran tres elementos:

- Las entidades, que son los objetos principales para la base de datos que se va a elaborar, corresponden a los rasgos que puedan ser localizados espacialmente.
- Los atributos o características asociadas a cada entidad, en los cuales cada atributo tiene un dominio de valores posibles, por ejemplo, malo, regular, bueno, o muy bueno.
- Las relaciones o mecanismos que permiten relacionar unas entidades con otras como, por ejemplo: localizado en, incluido en, cruzado con, etc.

A su vez, las bases de datos espaciales permiten la gestión y procesamiento de datos geográficamente referenciados. Los sistemas de bases de datos espaciales difieren de los sistemas de bases de datos convencionales en dos aspectos importantes. (Silberschatz, et al., 2002, p. 5)

En primer lugar, es el requisito de almacenar tipos de datos complejos como puntos, líneas y polígonos. El segundo aspecto, es la funcionalidad necesaria para procesar tales tipos de datos complejos utilizando operadores espaciales que son considerablemente más sofisticados que los operadores de bases de datos convencionales para el procesamiento de tipos de datos alfanuméricos (Yeung y Brent, 2007, p. 22).

Para este tipo de bases de datos es imprescindible establecer un sistema de referencia espacial, definir la localización y relación entre objetos, puesto que los datos manejados en estas bases de datos tienen un valor relativo.

4.2 Sistema de Información Geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica, surgen a partir de la necesidad de espacializar datos de interés de diferentes temas, el primer acercamiento a estos se realizó por la superposición de capas; es así como en 1854 el doctor John Snow ubicó en un mapa los casos de cólera y por ende su distribución espacial ayudó a identificar la fuente de agua contaminada que estaba generando la epidemia. Posteriormente en los años 60's se utiliza el término SIG por Roger Tomlinson quien creó el CGIS, diseñado para identificar y explotar los recursos existentes en el territorio canadiense. También, en esa década se empezaron a desarrollar, en la agencia del censo de los Estados Unidos, algunas herramientas automatizadas mediante SIG. (Sitjar, 2009, p.3)

Existen diferentes definiciones de los Sistemas de Información Geográfica, dependiendo del contexto y conforme ha avanzado la tecnología, recopilando dichas definiciones se puede concluir que un SIG es una herramienta compuesta por un conjunto de metodologías, procedimientos y programas informáticos especialmente diseñados para manejar información geográfica y datos temáticos asociados.

4.2.1 Modelos de diseño de un SIG.

Como lo ha mostrado Martínez (2010), a principios de la década de 50's fue cuando empezó a usarse extensamente en ciencia como una "simplificación" más que una imagen de la realidad, (Lowry, 1965).

[...] En los 1970's el término es usado para describir diversos tipos de procesos humanos y de operación, desde el más abstracto al más rutinario; Echenique (1972) dice: "un modelo es una representación de la realidad, en la cual está hecha por la expresión de ciertas características relevantes de la realidad observada y donde ésta consiste de objetos o sistemas que existen, que tiene que existir o pueden existir".

De esta forma para Martínez (2010), [una definición más moderna fue], un modelo representa la simplificación de la realidad compleja y fragmentada, siendo su nivel de detalle consecuente con los objetivos y la precisión del estudio, la disponibilidad de datos básicos y el conocimiento disponible para establecer las reglas necesarias de representación. (Dumanski y Onofrei, 1989).

Un "modelo de datos" proporciona a los diferentes usuarios un mayor entendimiento y punto de referencia de la realidad. Para desarrolladores, un modelo de datos es el medio para representar el campo de aplicación en términos que puede ser trasladado al diseño y la implementación de un sistema. Para los usuarios esto proporciona la descripción de la

estructura del sistema independiente de los ítems específicos de datos y detalles de una aplicación en particular (worboys 1995, citado por Longley 2001).

Un modelo es una abstracción de la realidad. Es una descripción formal de los elementos constituyen un sistema, el modelo se puede considerar como una descripción formal de un sistema de interés. (Grant, 2001). (Martínez, 2010, p.32)

Algunos tipos de modelos son:

- Modelos físicos vs. Abstractos
- Modelos Estáticos vs. Dinámicos.
- Modelos Determinísticos vs. Estocásticos.
- Modelos de Simulación vs. Analíticos
- Modelos espaciales.
- Modelos espaciales y SIG
- Modelos de datos simples: CAD
- Modelos de datos tipo ráster.
- Modelo de datos tipo Vector.
- Modelo de datos tipo red.
- Modelo de datos tipo TIN

4.2.2 Arquitectura y diseño de un SIG.

El diseño de la arquitectura del sistema es un proceso fundamental para garantizar el correcto desarrollo del sistema de información geográfico SIG y requiere de un buen nivel técnico para garantizar su éxito. Sin embargo, las herramientas tecnológicas y los desarrollos comerciales en esta área del conocimiento facilitan la implementación de proyectos bajo un entorno geográfico. Como caso puntual se presentan las diferentes opciones de ESRI (2017), basado en la tecnología de información existente TI que ofrece soluciones específicas a cada usuario.

El desarrollo de un proyecto SIG está dividido en 4 grandes etapas:

Levantamiento de requerimientos.

En esta etapa del desarrollo se especifican las necesidades o la motivación del proyecto de implementación. Se contextualiza el medio en que se desarrollará el sistema y se planean las actividades y costos dependiendo el presupuesto para el desarrollo. Las principales actividades de esta etapa del proyecto son: definir el tipo de información, determinar la escala de trabajo, localización geográfica del proyecto y sistema de proyección.

Diseño del sistema.

En esta etapa se identifica la infraestructura y los alcances en función de lo acordado en la fase de requerimientos. Se definen los requisitos de *hardware* y *software*.

Construcción.

Se concibe como la materialización de la fase de diseño y en los tiempos acordados en el cronograma. En esta etapa se concentra esfuerzos en la estructuración de la información, toma de datos y el desarrollo de la aplicación bajo las condiciones de diseño. Además, se planea la prueba de la versión demo con el fin de validar la entrega según los requerimientos del proyecto. Durante esta etapa se realiza el análisis de información disponible y necesaria para responder las preguntas del nivel de usuario. También, se realiza la estructuración de las tablas de atributos con su respectiva organización de la información tabular ligada a las coberturas y finalmente se hace la modificación del entorno donde se considera la programación de la interfaz gráfica o el entorno SIG, con el fin de hacerlo más amigable para el usuario.

Implementación.

Es la etapa final del desarrollo de un proyecto y se enfoca en el despliegue de información, el funcionamiento correcto según el diseño planteado para el sistema y en la adaptación del sistema a los usuarios finales con su respectivo mantenimiento.

4.3 Levantamiento Topográfico

Este es el principal procedimiento técnico para obtener información geográfica-catastral en la entidad por tal motivo cobra importancia y se hace necesario darlo a conocer, así como las distintas metodologías que están inmersas en esta técnica. Para empezar, la etimología de la palabra topográfico, nos pone plenamente en situación. *Topos* significa lugar en griego y *gráphein* escritura, descripción o incluso representación gráfica. El levantamiento topográfico consiste, pues, en realizar una topografía de un lugar determinado.

Digamos que el levantamiento topográfico es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno. Se trata de examinar la superficie cuidadosamente teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también las alteraciones existentes en el terreno y que se deban a la intervención del hombre construcción, de taludes, excavaciones, canteras.

En realidad, un levantamiento topográfico consiste en un acopio de datos para poder realizar, con posterioridad, un plano que refleje el mayor detalle y exactitud posible del terreno en cuestión. Además de ser vital para la elaboración del plano del terreno, el levantamiento topográfico es una herramienta muy importante durante los trabajos de

edificación porque con ellos se van poniendo las marcas en el terreno que sirven como guía la construcción.

Por eso, si va a realizar cualquier tipo de obra en un terreno, es fundamental contar con un buen levantamiento topográfico. No solo necesita un levantamiento topográfico para en el caso de edificaciones, los levantamientos topográficos también son necesarios para marcar los lindes de las parcelas, o señalar los puntos de amojonamiento, por ejemplo:

4.3.1 Tipos de levantamientos topográficos.

Lo que se relaciona a continuación fue tomado de la Guía de Levantamientos ANT 2018. La principal misión en un levantamiento topográfico es, como se ha dicho, llevar a cabo una representación gráfica de un terreno lo más fielmente posible. Para ello, hay que establecer cuáles son las posiciones relativas de varios puntos tanto en el plano horizontal, es decir, lo que se conoce como planimetría, por un lado y por otro determinar la altura entre varios puntos tomando como referencia el plano horizontal, la nivelación directa.

Según sea el terreno donde se realice el levantamiento topográfico se pueden distinguir:

- Levantamientos topográficos urbanos.
- Levantamientos topográficos catastrales.
- Levantamientos topográficos de construcción.
- Levantamientos topográficos hidrográficos.
- Levantamientos topográficos forestales.
- Instrumentación utilizada en los levantamientos topográficos.

La instrumentación necesaria para realizar levantamientos topográficos consta de equipos que miden ángulos, desniveles, distancias y coordenadas. Existen instrumentos óptico-mecánicos como las brújulas taquimétricas, los teodolitos y los taquímetros.

Con el avance de la tecnología y la introducción del GPS ha surgido un instrumento electro-óptico con el que se pueden llevar a cabo los distintos tipos de medidas que antes necesitaban equipos diferentes. Se trata de las estaciones totales. Las estaciones totales son el resultado de incorporar un distanciómetro, medidor de distancias a un teodolito electrónico. Con la estación total se puede calcular a tiempo real distancias, elevaciones o desniveles de distintos puntos.

Además, de la estación total, los receptores con GPS también se han convertido en un instrumento de gran utilidad en los trabajos relacionados con el levantamiento topográfico.

Son especialmente útiles para determinar de manera precisa y exacta las coordenadas de los terrenos reduciendo al mínimo los márgenes de error.

4.3.1.1 GPS diferencial.

Este ítem es muy relevante, ya que es la principal herramienta utilizada en la toma de datos geográficos, para utilización de este método se realizó el instructivo ACCTI-I-004-Levantamientos-topograficos, el cual define los parámetros básicos para garantizar la toma de información en campo a continuación la definición técnica del procedimiento.

La metodología GNSS diferencial utiliza dos equipos GNSS trabajando simultáneamente. Cada uno de los equipos se situará en una posición, con la condición de que una de las posiciones sea conocida. De este modo se tienen dos equipos a los que se denominará:

- Estación de referencia o base: inmóvil, en un punto de coordenadas conocidas.
- Móvil o Rover: en movimiento, en puntos de coordenadas desconocidas.

Con esta metodología se consigue cuantificar algunos errores y corregirlos en tiempo real. En general, el receptor fijo GNSS estará en un punto de coordenadas conocidas y sus funciones serán:

- Analizar las señales de todos los satélites visibles.
- Calcular los errores recibidos en la recepción de la señal.
- Calcular los errores de forma individual, por satélite.
- Transmitir esta información al receptor móvil.
- El receptor móvil recibe las correcciones y corrige sus observables.

4.4 Antecedentes

Los sistemas de información geográficos (SIG), cada día toman más fuerza en este país, para poder tener este sistema es necesario organizar la información geográfica, compilada en base de datos. En Colombia, existen varias organizaciones de carácter gubernamental que no solo se han dado a la tarea de organizar y almacenar su información geográfica sino también a publicarla.

Diferentes entidades del Estado han creado bases de datos y sistemas de información geográfica con el fin de dar a conocer la influencia que tienen sus productos con otras entidades tanto públicas como privadas, es así como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) cuenta con dos plataformas en las cuales muestra sus resultados y productos obtenidos de levantamientos topográficos u otros métodos de captura, estos se pueden

visualizar, consultar y descargar en distintos formatos, esto se puede trabajar en el Geoportal ¹, y la página del SIG-OT ².

El Geoportal Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) es una herramienta web interactiva que dispone para la ciudadanía diferentes productos de información georreferenciada que produce el instituto. (Igac, s.f., Sección de geoportal, párr. 1)

En la sección de visores geográficos puede encontrar información como: Mapa de Cartografía básica; Mapa de Cartografía Básica con Relieve; Mapa de Sistema Nacional Catastral; Mapa dinámico de Líneas de Vuelo; Mapa de Emergencia Invernal; Mapa de la Subdirección de Agrología; Consulta de Planchas a nivel Nacional; Consulta de Planchas a escala 1:2.000 para Bogotá; Socios Internacionales del IGAC; Visor de Patrones Corine Land Cover y Consulta de Aerofotografías a Color. (Igac, s.f., Sección de geoportal, párr. 2)

A partir del 3 de Septiembre de 2018 está disponible un nuevo Geovisor para la consulta para la Información Catastral gestionada por el IGAC. Dicha herramienta está disponible en el Geoportal del IGAC en la sección "Mapas Interactivos / Consulta Catastral". (Igac, s.f., Sección de mapas interactivos. Consulta catastral, párr. 1)

Esta nueva versión de la aplicación permite la consulta interactiva de los datos catastrales a partir de diferentes criterios tales como: búsqueda por número catastral de 20 o 30 posiciones, consulta por selección en pantalla a través de línea, punto o polígono, búsqueda por coordenadas, búsqueda por dirección, conversión de número predial de 20 a 30 posiciones y viceversa y exportación de los polígonos de terreno en formatos geojson, shapefile y file geodatabase. Adicionalmente el nuevo geovisor se encuentra optimizado tanto para ser utilizado en navegadores web y dispositivos móviles. (Igac, s.f., Sección de mapas interactivos. Consulta catastral, párr. 2)

Otro ejemplo es el trabajo realizado en Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), para llegar a poner en servicio el geoportal y Geovisor. Según las evidencias mostradas:

[...] Para este proceso de mejoramiento el primer paso fue realizar un diagnóstico de la información existente con un inventario y análisis de la inmensa cantidad de datos estructurados y no estructurados que la ANH almacenaba en más de 350 GB y 4500 archivos espaciales. (Mpsig, 2014, Sección casos de éxito, Solución, párr. 1)

Posteriormente implementamos la plataforma ArcGIS Server junto con el diseño y desarrollo de estos componentes:

Geodatabase.

Diseñaron una Geodatabase sobre MS SQL Server que permite administrar centralizada y estandarizadamente los datos que produce y usa constantemente la ANH. Esta Geodatabase

¹ <https://geoportal.igac.gov.co/es/contenido>

² http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/frames_pagina.aspx

incluye en 12 grupos temáticos, 80 capas geográficas y 30 tablas, el modelamiento espacial de los principales objetos del negocio siguiendo el estándar de la industria petrolera PPDM, combinado con un modelo de parcelas (parcel fabric) de ESRI, ideal para la administración y mantenimiento del mapa de tierras. También implementa las capacidades de edición multiusuario, versionamiento, archivado histórico automático, auditoría, metadatos, manejo de archivos adjuntos a los elementos geográficos y un modelo de taxonomía de áreas de protección, diseñado específicamente para la ANH. (Mpsig, 2014, Sección casos de éxito, Solución, Geodatabase, párr. 1)

Automatización.

Desarrollaron rutinas de producción cartográfica para la generación automatizada de 12 tipos de mapas y reportes adjuntos. Se destaca entre estos por su complejidad el proceso de alinderación de áreas en donde automatizaron el 100% de éste, incluyendo la definición de linderos, distancias, rumbos, vecindad, jurisdicciones, áreas en letras, mapa de alinderación y la generación completa y automática de la minuta de alinderación. Esta minuta es un documento en formato MS Word (complementado con una tabla en Excel) que describe en términos geográficos y legales las áreas que se otorgan en los contratos. (Mpsig, 2014, Sección casos de éxito, Solución, Automatización, párr. 1)

Geovisor.

Desarrollaron una aplicación tipo SIG-Web en la cual aplicaron intensivamente las tendencias actuales de diseño y desarrollo web basado en HTML5, CSS3 y Javascript. Para esta aplicación usaron el API de ArcGIS para Javascript y conceptos y técnicas del framework de desarrollo web Bootstrap. Este geovisor marca una diferencia importante con los desarrollos de este tipo en Colombia hasta el momento, ya que se separa del esquema de diseño funcional tradicional y logra proveer una experiencia de uso sencilla, efectiva, completa y ajustable a pantallas de PC de escritorio y portátiles convencionales, tablets y teléfonos móviles de gama alta con navegadores completos en sistemas operativos Android e iOS. (Mpsig, 2014, Sección casos de éxito, Solución, Geovisor, párr. 1)

Geoportal.

Para el geoportal implementaron, personalizaron el software Geoportal Server de ESRI con lo cual la ANH cuenta ahora con capacidades completas y profesionales para la administración, mantenimiento e indexación de su catálogo de metadatos geográficos y geoservicios. Este geoportal cumple con todas las especificaciones de la Infraestructura Colombiana de Datos Especiales para nodos de metadatos y los estándares internacionales necesarios para dar soporte de primer nivel al amplio conjunto de metadatos actual y futuro de la ANH. (Mpsig, 2014, Sección casos de éxito, Solución, Geoportal, párr. 1)

Geoservicios.

Para facilitar el intercambio de información geográfica con empresas del sector de hidrocarburos, operadores, gobierno y usuarios en general se publicaron los datos propios de la ANH usando los estándares WMS, WFS y KML como geoservicios que pueden ser cargados en multitud de

aplicativos SIG web y de escritorio que son compatibles con estos. (Mpsig, 2014, Sección casos de éxito, Solución, Geoservicios, párr. 1)

Otra entidad es la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), que dispone de su información y no solamente geográfica; todo esto con trabajo previo en la estructuración de datos, creación de bases de datos (BD) y Geodatabase (GDB) culminando en SIG el servicio SIAC.

El Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Es el conjunto integrado de actores, políticas, procesos, y tecnologías involucrados en la gestión de información ambiental del país, para facilitar la generación de conocimiento, la toma de decisiones, la educación y la participación social para el desarrollo sostenible.” . (Siac, s.f., Sección Sistema de información geográfica SIAC, Guía consulta en línea, párr. 1)

SIAC se sustenta en un proceso de concertación interinstitucional, intersectorial e interdisciplinario, liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y los Institutos de Investigación Ambiental: el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), así como las Unidades Administrativas Especiales, el Sistema de Parques Nacionales y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA. (Siac, s.f., Sección Sistema de información geográfica SIAC, Guía consulta en línea, párr. 2)

La unidad de restitución de tierras (URT), a través de su labor ha realizado gran cantidad de levantamientos topográficos a predios con solicitud y sentencias judiciales para restitución y ha sido pionera en la conformación de una GDB y SIG, de esta labor en campo y amparados en la ley de datos abiertos han creado el Portal de Datos abiertos Geográficos donde podemos visualizar la siguiente información:

Microzonas.

Se encuentra la información actualizada de las Microzonas, las cuales son áreas geográficas de intervención para el trámite administrativo y judicial, en las cuales se realizará el estudio y trámite de las solicitudes recibidas, definidas por las Direcciones Territoriales de la Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojada. (Urt, 2015, Sección Información cartográfica de restitución disponible para los usuarios, Microzonas)

Solicitudes en Sentencia.

la información actualizada de la información espacial de las solicitudes de restitución de tierras en sentencia, tramitadas por la Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas. (Urt, 2015, Sección Información cartográfica de restitución disponible para los usuarios, Solicitudes en sentencia)

Intervención en Territorio Indígena.

Contiene la información espacial de la intervención de los territorios de indígenas, donde la Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas realiza el estudio y trámite de las solicitudes recibidas. (Urt, 2015, Sección Información cartográfica de restitución disponible para los usuarios, Intervención en territorio indígena)

Intervención en Territorios Afrodescendientes.

Hace referencia a la información espacial de la intervención de los territorios de las comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, donde la Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas realiza el estudio y trámite de las solicitudes recibidas. (Urt, 2015, Sección Información cartográfica de restitución disponible para los usuarios, Intervención en territorios afrodescendientes)

Al igual, Agencia Nacional Minera (ANM), en su página brinda la posibilidad de obtener la información, consulta y descarga de sus productos, licencias, títulos mineros, en diferentes tipos de archivos. De igual forma, se puede ver en Parques Nacionales Naturales (PNN), todo esto es posible a que se implementaron parámetros en el manejo de la información Geográfica, creación, desarrollo e implantación de GDB y Sistemas de Información Geográficos, estos casos dan valor a los objetivos y metas trazadas en el presente trabajo ya que no solo nos dan guía, sino que también brindan un desafío ya están en el grupo de entidades que son frecuentes consultores de la información que generamos.

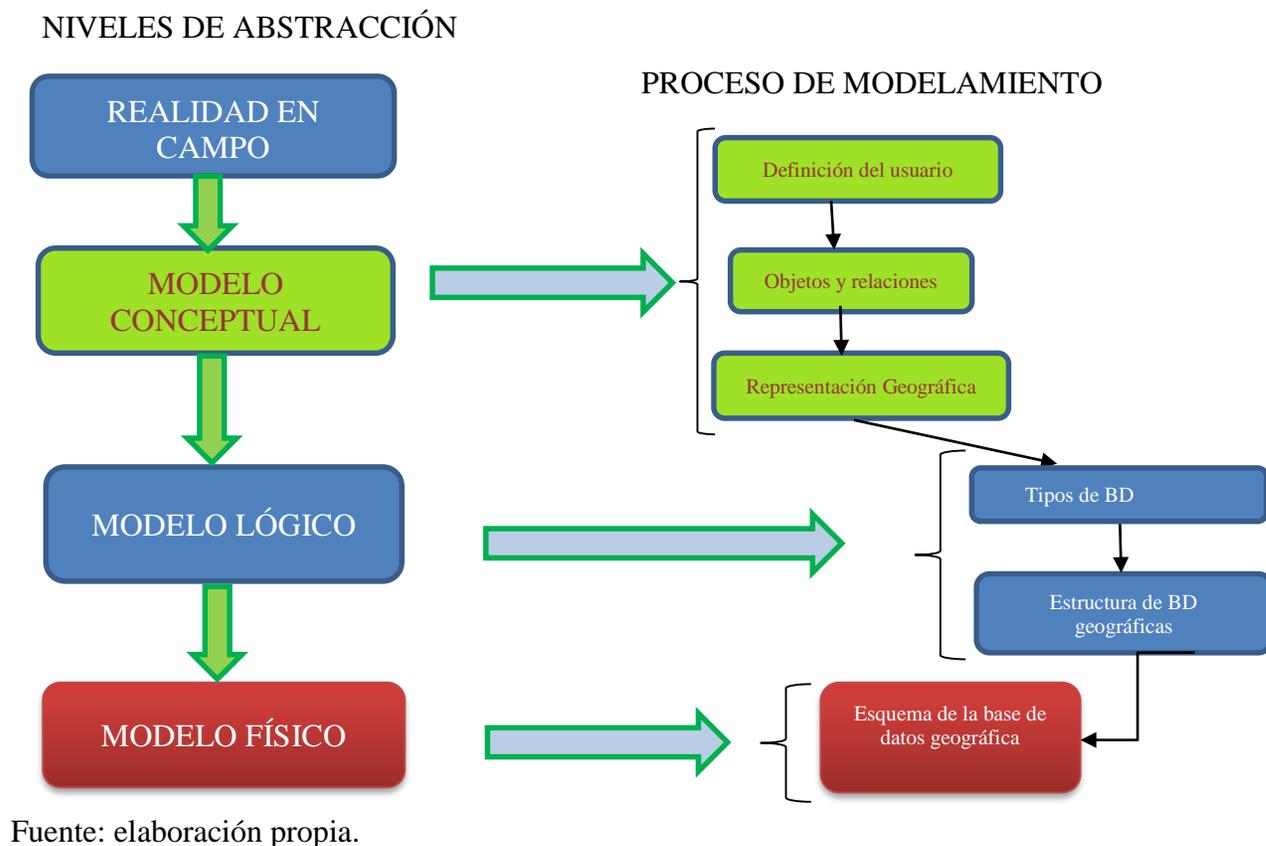
La ley 1712 de 2014 de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional, ha motivado y acelerado que las entidades públicas trabajen fuertemente en temas como GDB y SIG, esto también es de gran motivación para que el proyecto propuesto y tome la relevancia y la importancia necesaria para que se desarrolle y se ejecute.

5. Metodología

5.1 Tipo de trabajo

La tarea a desarrollar se encuentra con una serie de inconvenientes que hacen que la meta trazada se torne tediosa y con dificultades, estas deberán ser sorteadas con las herramientas que brinda el programa Arcgis, además el conocimiento y experiencia para definir los parámetros necesarios en la selección, estructuración y la fase final de implementación teniendo en cuenta la metodología y modelos para SIG. En la siguiente figura se muestran las etapas del diseño de un sistema de información geográfico y la definición cada modelo.

Figura 1. Modelo de diseño y proceso de modelamiento de un SIG



Es así como Martínez (2010), define las etapas del proceso de modelamiento de datos geográficos;

Modelo Conceptual.

Identificación de las funciones organizacionales, es el conjunto de tareas para identificar las necesidades que tiene la organización determinando los datos requeridos que soporten las funciones y organizados por grupos de tal manera que se puedan manejar. (Zeiler, 1999).

Definición de objetos y relaciones, después de definir las funciones, se deben definir los tipos de objetos a utilizar además la descripción de las relaciones entre los diferentes tipos de objeto.

Representación gráfica, se define el tipo de representación Geográfica a utilizar si es por un objeto discreto (puntos, líneas o polígonos) o por un campo, depende de las relaciones entre los objetos y las funciones organizacionales identificadas en un principio. (pp. 40, 41)

Modelo Lógico.

Tipos de bases de datos geográficas, los datos y relaciones determinados anteriormente deben ser soportados por un tipo de plataforma específico que soporten los datos geográficos (SIG).

Estructura de la base de datos, en esta instancia se definen las asociaciones topológicas, reglas específicas de conectividad y la asignación de un sistema de coordenadas. (p. 41)

Modelo Físico.

Definición del esquema de la base de datos, se crea un esquema usando un software que define un tipo de lenguaje correspondiente a un manejador de bases de datos (SQL, ORACLE, etc), luego comienza la edición y el mantenimiento de la base de datos. (p. 41)

Levantamiento y análisis de requerimientos.

Esta actividad consistió inicialmente en la identificación de los usuarios del sistema, y las funciones que cada uno debía desempeñar, con base en estas actividades, se identificaron los diferentes perfiles y permisos que debían ser tenidos en cuenta durante el desarrollo de la aplicación. Posteriormente, y, con base en los usuarios identificados se definieron los requerimientos tanto funcionales como no funcionales que debía cumplir la aplicación, es decir, se definieron las características que debía poseer el sistema, de manera que se cumpliera con las expectativas de los usuarios, el trabajo se desarrolló con las siguientes etapas y fases.

- Búsqueda y selección de información existente pero no identificada, la Agencia al recibir por parte de la antigua institución todos los procesos y funciones, detecto que la información estaba dispersa por todas las instalaciones en especial, a lo que se refiere al

tema geográfico, esto lleva a una búsqueda detallada, identificación y clasificación de la información y datos que competen a la entidad.

- Culminado el primer paso, se procederá a almacenar la información recolectada, pero para este paso, es necesario diseñar una estructura digital para los datos. La cual permite identificar qué tipo de datos son, en que formato están, y cuales se pueden validar como información oficial. Muy posiblemente la mayoría de la información estará en archivos DWG, PDF o descrita en archivos de texto, lo cual implica que se tendrán que transformar en archivos SHP, para su posterior manejo en el programa SIG.
- Para alcanzar el objetivo final es indispensable hablar de una Geodatabase, en la cual se pueda organizar la información final clasificada. Este paso inicia con el diseño de la base datos y los atributos que identificarán los predios tanto en ubicación: departamento, municipio, vereda, como en información catastral: propietario o beneficiario, folio de matrícula inmobiliaria, cedula catastral, área, etc., y cualquier dato que sirva para individualización de predios por medio de una consulta.
- Este sería el último paso para llegar al final de la labor propuesta, consiste en convertir, poblar la Geodatabase con la información escogida, generando información espacial; la cual no solo podrá ser consultada sino además se podrá visualizar, dando solución a varios de los inconvenientes postulados en el planteamiento del problema.

5.2 Procedimiento

5.2.1 Fase 1. Recopilación de información.

Búsqueda y selección de información existente pero no identificada, la Agencia al recibir de la antigua institución todos los procesos y funciones, detecto que la información estaba dispersa por todas las instalaciones, en especial, a lo que se refiere al tema geográfico, esto lleva a una búsqueda detallada, identificación y clasificación de la información y datos que competen a la entidad.

Actividad 1.

Búsqueda detallada en los distintos centros de cómputo donde se almacenaba o guardaba información geográfica de los levantamientos topográficos realizados por las distintas direcciones y subdirecciones de la entidad. Apoyados en el grupo de Topografía y geográfica de la ANT y en los recursos tecnológicos suministrados por la entidad, compilando la información encontrada en un dispositivo de almacenamiento de 4 gigas destinado únicamente para tal fin.

Actividad 2.

Identificación de los archivos, carpetas y documentos de carácter geográfico de acuerdo al tipo de archivo los cuales puede ser DWG, DXF, SHP, PDF, RINEX, RAW, etc. No toda la información encontrada es útil o relevante, identificarla es uno de los pasos más importantes del proceso. Esta actividad se realizará con 10 profesionales del grupo de Topografía.

Actividad 3.

Clasificación, esta actividad depende de la actividad anterior, se puede desarrollar casi que paralelamente, la clasificación será teniendo en cuenta, año, departamento, municipio y predio, el personal asignado será 10 profesionales del grupo de topografía.

5.2.2 Fase 2. Estructuración y almacenamiento de la información.

Culminada la clasificación de los datos recolectados, se procederá a almacenar la información, pero, para este paso es necesario diseñar una estructura digital para los datos. La cual nos permita identificar qué tipo de datos son, en qué formato están, y cuáles se pueden validar como información oficial. Muy posiblemente la mayoría de la información estará en archivos DWG, PDF o descrita en archivos de texto, lo cual implica que se tendrán que transformar en archivos. SHP, para su posterior manejo en el programa SIG.

Actividad 1.

Diseño estructura digital, está la forma como se almacenarán todos los datos e información de las actividades de campo y que además será el suministro del SIG propuesto, para esto es necesario definir que, como y nombre de las carpetas de la estructura, esta tarea la llevará a cabo el profesional del grupo de topografía encargado de administrar la información.

Actividad 2.

Digitalización y/o de formato de la información geográfica (2016), en especial la información posterior al 2017 no está en formato shp o si quiera digital, esto conlleva a tener que digitalizarla o cambiar el formato, para poder anexar al SIG, la labor tendrá que ser llevada por 10 ingenieros del grupo de topografía.

Actividad 3.

Validación de la información, este paso es de suma importancia, ya que en esta actividad se aprueba la información geográfica que será la oficial y hará parte del SIG propuesto, los parámetros de validación serán acordes con los parámetros y procedimientos establecidos por el grupo de topografía para la actividad de topografía y la estructura digital diseñada. Para esta labor es necesario el apoyo de todo el grupo de topografía.

5.2.3 Fase 3. Geodatabase.

Para alcanzar el objetivo final es indispensable hablar de una Geodatabase (GDB), en la cual podamos organizar la información final clasificada. Este paso iniciara con el diseño de la base datos y los atributos que identificaran los predios tanto en ubicación (departamento, municipio, vereda), como en información catastral (propietario o beneficiario, folio de matrícula inmobiliaria, cedula catastral, área, etc.) y cualquier dato que sirva para individualización de predios por medio de una consulta.

Actividad 1.

Diseño Geodatabase, este paso es uno de los más complejos, no por creación de la GDB si no por la discusión y selección de las tablas y atributos que la conformaran, parámetros de localización geográficos, identificación jurídica y procesos internos, son aspectos que ayudaran a determinar los componentes de la base de datos geográfica. El profesional que administra los datos y la información geográfica será el encargado de la dispendiosa labor apoyado por 3 profesionales del grupo de topografía.

Actividad 2.

Aprobación GDB, después de tener la GDB propuesta se debe llevar al grupo Sistema de Información Territorial (SIT) de la Agencia para que lo evalúen, den aprobación o las sugerencias para incluirlas, y realizar los cambios que sean necesarios para la aprobación definitiva. El profesional encargado de administrar la información geográfica será el encargado de realizar esta labor.

5.2.4 Fase 4. Cargar Geodatabase.

Para alcanzar el objetivo final propuesto se debió tomar la información geográfica escogida y aprobada y poblar la GDB, generando información espacial; la cual no solo podrá ser consultada sino además se podrá visualizar, dando solución a varios de los inconvenientes postulados en el planteamiento del problema.

Actividad 1.

Importar información a GDB, aunque parezca que la información filtrada y validada es muy grande, el trabajo previo de estructuración y almacenamiento de la información permite que el proceso de poblar la base de datos no sea tan complejo en cuestión de edición o diligenciamiento de los atributos propios de la entidad *feature class*, la actividad se realizara con 4 profesionales del grupo de topografía supervisados por el administrador de la información.

Actividad 2.

Control de calidad, este paso fue la última validación que se realizaría a la información geográfica cargada en la GDB de predios, para tal fin es necesario correr reglas de topología, con el fin de verificar que predios no presentan *traslapos*, intercesiones o cualquier otro tipo de anomalía de tipo topológico. El administrador de la información geográfica tomara esta labor.

Actividad 3.

Oficializar la GDB, entregar la Geodatabase actualizada para que el grupo SIT la haga parte del sistema de información de tierras de la Agencia, se den las autorizaciones, usuarios y contraseñas para continuar alimentándola con la nueva información allegada y realizada en campo, igualmente para que sea consultada por el personal interno que la requiera.

6. Resultados

6.1 Fase 1. Recopilación de información

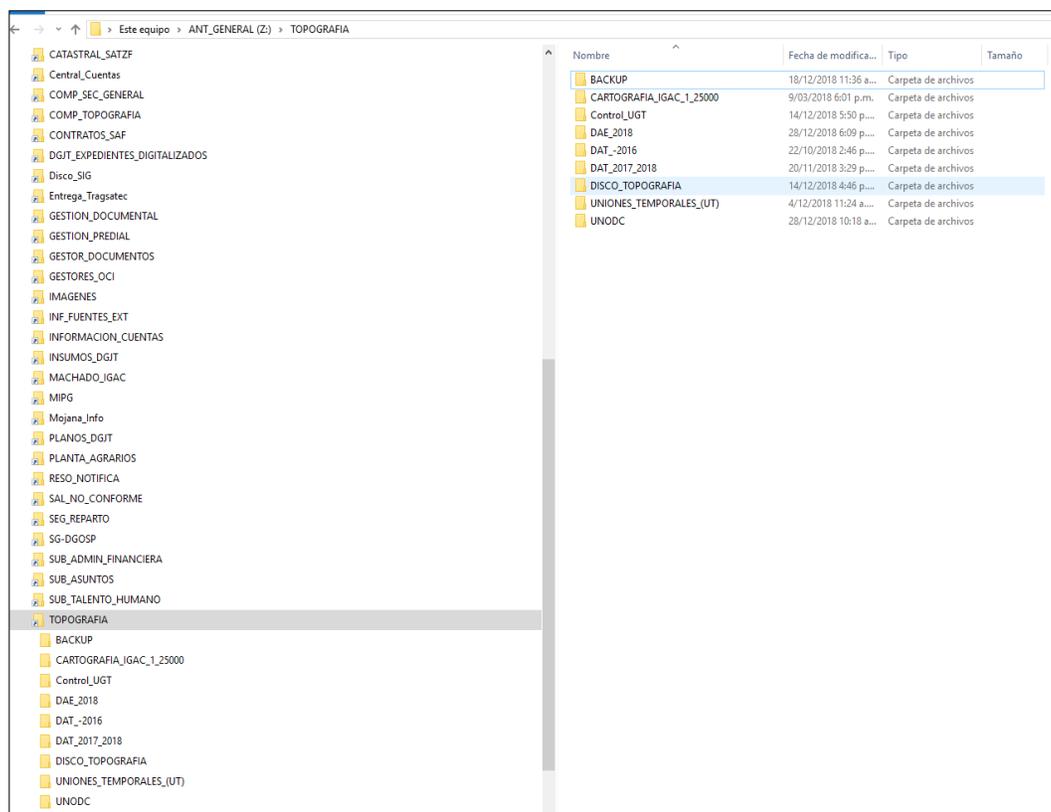
En este paso se describe el primer resultado obtenido: el Repositorio de Información topográfica. Inicialmente se recolecta toda la información posible, derivada de los levantamientos topográficos realizados en el marco de los procesos misionales de la ANT y de la información heredada de la entidad liquidada; en los procesos de recolección de información geográfica no estaban establecidos o no se tenían en cuenta, así como tampoco el seguimiento de los resultados obtenidos. En lo referente a almacenamiento, con la creación del grupo de topografía adscrito a la Dirección de Tierras de la Nación (DAT), se evidencian todas las falencias y problemas que se adquirieron de la antigua institución, todo esto abrió la puerta para empezar a elaborar y a establecer procedimientos, guías, manuales y capacitaciones, con la finalidad de dar un orden al tema geográfico el cual es transversal a toda la entidad.

Ordenada esta parte, toma relevancia el tema de la información y resultados de las labores topográficas en campo, ya que, no se podía acceder de manera fácil y eficaz, puesto que estaba dispersa prácticamente por toda la entidad, cada quien tenía la información que generaba o necesitaba. Retomar procesos en rezago implicaba ir a campo a tomar información nuevamente, porque no se encontraban los datos que se suponía existían, puesto que eran imposibles de encontrar.

Derivado de estas anomalías es necesario recolectar toda la información geográfica que se encuentra en la entidad, en los computadores de topógrafos, ingenieros, abogados y hasta en las carpetas de los expedientes principalmente para los levantamientos topográficos posteriores a 2017. La labor empieza con la divulgación de la recolección de datos geográficos al personal de la entidad, esto permite identificar en qué áreas se encuentra información, así como también que el personal que tiene información se acerque a entregarla.

Todos los archivos, carpetas, datos recolectados en discos duros, memorias USB, discos compactos o DVD, se guardan en un disco duro de 4 gigas de almacenamiento, esto indica que la información recuperada es bastante grande y supera las expectativas que se tenían de la información que se pensaba recolectar.

Figura 2. Repositorio información recolectada (Z: TOPOGRAFIA)



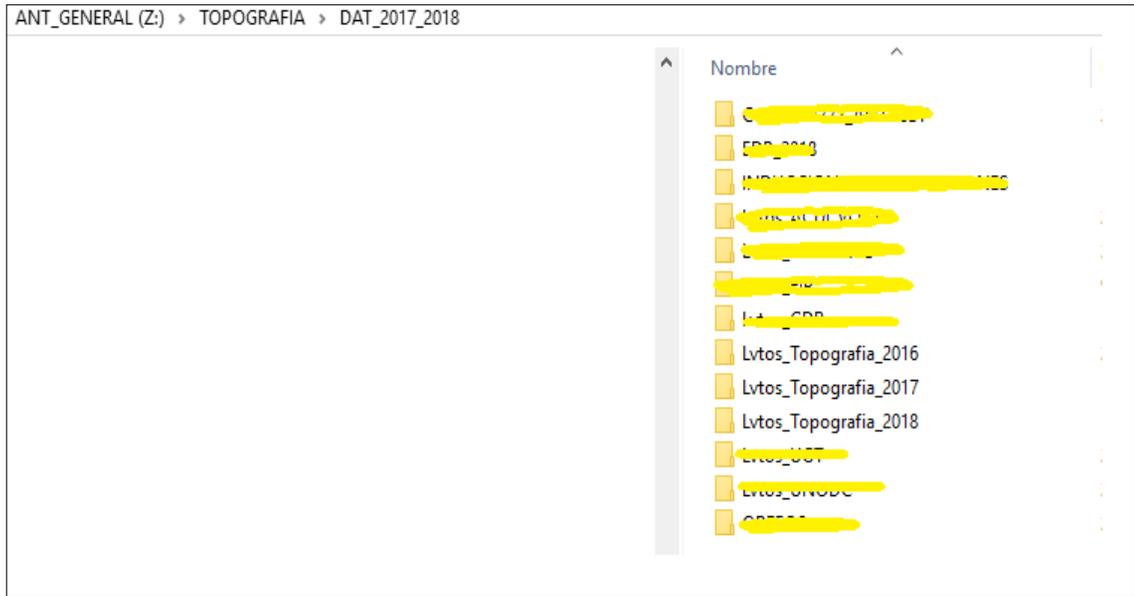
Fuente: elaboración propia

Una vez recolectada la mayoría de la información, se continua con la tarea más dispendiosa por realizar, la cual es, identificar las carpetas, documentos y archivos de carácter geográfica, inicialmente teniendo en cuenta los archivos con formatos derivados de programas especializados en manejo de información geográfica como: dwg, dxf, shp, entre otros. Posteriormente se concentró la identificación en documentos tipo texto y formato pdf, ya que toda la información recuperada no sirve para el propósito adquirido.

La información filtrada inicialmente se almacenó en carpetas, por año, departamento, municipio, predio. Este, es el primer filtro con el cual se pretende identificar información geográfica, también sirve como control de información allegada y la distribución para la siguiente etapa.

En las figuras 2, 3, 4, 5 y 6, se puede ver como se almacenó y organizó la información identificada y filtrada de acuerdo a la distribución inicial de carpetas.

Figura 3. Repositorio información por año (Z: TOPOGRAFIA)



Fuente: elaboración propia

Figura 4. Estructuración y almacenamiento de la información por departamentos.

AMAZONAS	21/06/2018 9:25 a....	Carpeta de archivos
ANTIOQUIA	23/10/2017 9:50 a....	Carpeta de archivos
ARAUCA	23/10/2017 9:20 a....	Carpeta de archivos
ATLANTICO	23/10/2017 9:28 a....	Carpeta de archivos
BOLIVAR	23/10/2017 9:37 a....	Carpeta de archivos
BOYACA	23/07/2018 9:37 a....	Carpeta de archivos
CALDAS	23/07/2018 9:38 a....	Carpeta de archivos
CAQUETA	23/07/2018 9:42 a....	Carpeta de archivos
CASANARE	23/07/2018 9:52 a....	Carpeta de archivos
CORDOBA	23/07/2018 10:01 a...	Carpeta de archivos
PUTUMAYO	25/07/2018 11:06 a...	Carpeta de archivos

Fuente: elaboración propia

Figura 5. Estructuración y almacenamiento de la información por municipios

📁 CANALETE	23/07/2018 9:54 a....	Carpeta de archivos
📁 CIENAGA DE ORO	23/07/2018 9:54 a....	Carpeta de archivos
📁 COTORRA	23/07/2018 9:56 a....	Carpeta de archivos
📁 LORICA	23/07/2018 10:00 a...	Carpeta de archivos
📁 MONTERIA	23/07/2018 10:01 a...	Carpeta de archivos
📁 MOÑITOS	23/07/2018 10:04 a...	Carpeta de archivos

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Estructuración y almacenamiento de la información por predios

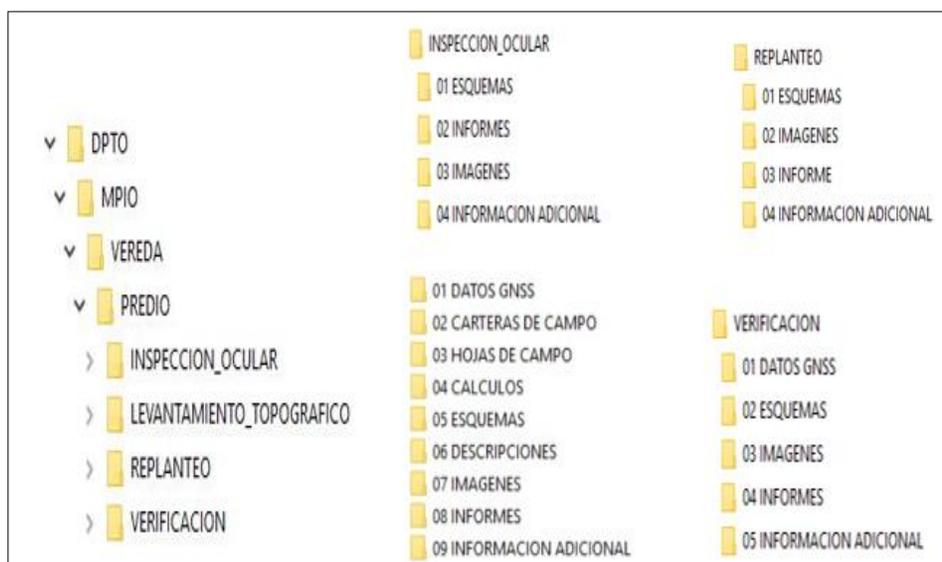
CORDOBA > LORICA		
Nombre	Fecha de modifica...	Tipo
📁 AMIRA ROSA HERNANDEZ HERNANDEZ	23/07/2018 9:56 a....	Carpeta de archivos
📁 ANDRES MÁRQUEZ LÓPEZ	23/07/2018 9:56 a....	Carpeta de archivos
📁 ANGEL MARIA NOGUERA	23/07/2018 9:56 a....	Carpeta de archivos
📁 BETILDA DEL CARMEN AVILA MORELO	23/07/2018 9:56 a....	Carpeta de archivos
📁 CARLOS MEJIA DÍAZ	23/07/2018 9:56 a....	Carpeta de archivos
📁 CATALINO MÁRQUEZ LÓPEZ	23/07/2018 9:57 a....	Carpeta de archivos
📁 CLARIBETH BELTRAN CASTRO	23/07/2018 9:57 a....	Carpeta de archivos
📁 CLEMENTE BELTRAN	23/07/2018 9:57 a....	Carpeta de archivos
📁 DEMETRIO PEREZ FLOREZ	23/07/2018 9:57 a....	Carpeta de archivos
📁 DIOMEDEZ NOGUERA	23/07/2018 9:57 a....	Carpeta de archivos
📁 DIOS DA	23/07/2018 9:57 a....	Carpeta de archivos
📁 DIOS ES AMOR	23/07/2018 9:58 a....	Carpeta de archivos
📁 EDELSY GARCIA HERNANDEZ	23/07/2018 9:58 a....	Carpeta de archivos
📁 EL PARAISO	23/07/2018 9:58 a....	Carpeta de archivos
📁 EL TAMARINDO	23/07/2018 9:58 a....	Carpeta de archivos
📁 FELIX MANUEL ORTEGA FUENTES	23/07/2018 9:58 a....	Carpeta de archivos
📁 LA ESPERANZA	23/07/2018 9:58 a....	Carpeta de archivos
📁 LA HUERTA	23/07/2018 9:59 a....	Carpeta de archivos
📁 LAS PALMERAS	23/07/2018 9:59 a....	Carpeta de archivos
📁 MARIA DE LOS REYES MARQUEZ LÓPEZ	23/07/2018 9:59 a....	Carpeta de archivos
📁 MONTE ALTO	23/07/2018 9:59 a....	Carpeta de archivos
📁 MONTE EBAL	23/07/2018 10:00 a...	Carpeta de archivos
📁 RAMÓN RAMOS RANGEL	23/07/2018 10:00 a...	Carpeta de archivos
📁 YULI PAOLA RAMOS CUADRADO	23/07/2018 10:00 a...	Carpeta de archivos

Fuente: elaboración propia.

6.2 Fase 2. Estructuración y almacenamiento de la información

La estructura digital de la información es uno de los principales resultados obtenidos ya que da un orden no solamente para almacenar la información y resultados obtenidos en campo y los datos encontrados y organizados, sino que además se implementó para la entrega de esa misma información que se genera y se generara. Para el proceso de almacenamiento de la información generada por parte del personal dedicado a la topografía en la Agencia, se diseñó una estructura digital, teniendo como base la primera organización de carpetas incluyendo la carpeta llamada Vereda, se incluyeron en la estructura los distintos procesos en los que se requiere labores de topografía, como levantamientos topográficos, inspecciones oculares, replanteos y verificaciones, en las cuales se puede acceder a la información, datos y documentos que se requieran, en carpetas estratégicamente identificadas en la figura 7.

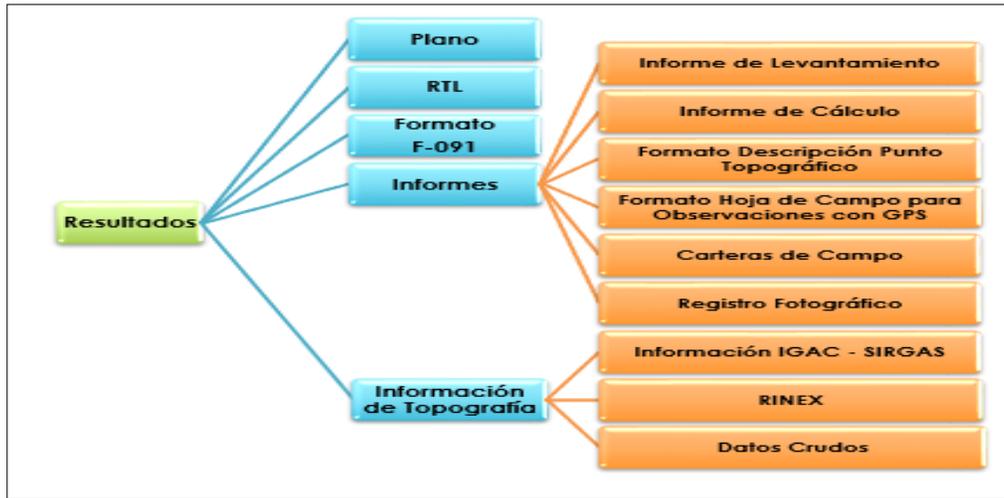
Figura 7. Estructura digital de información topográfica ANT



Fuente: elaboración propia.

Obtener una estructura digital de la información geográfica no fue una tarea fácil, ya que fue necesario tener varias horas de discusión y debate de cuál sería el contenido diciente y relevante que convendría almacenar en esta, hasta que se determinó que debería ser acorde con los resultados, datos y soportes obtenidos en los procedimientos topográficos en campo, de igual forma con análisis y manejo de la información realizado en oficina. La figura 8, da una idea de los productos que se tuvieron en cuenta para el diseño final.

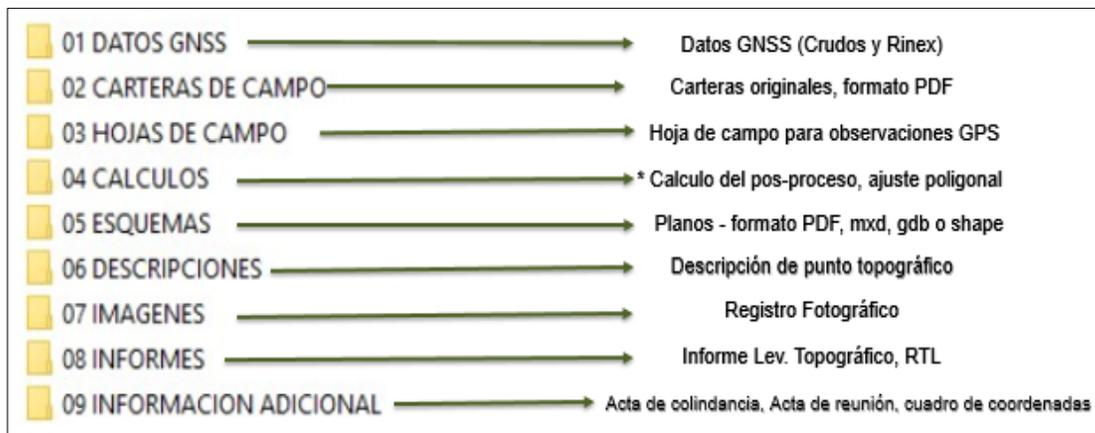
Figura 8. Resultados de procedimientos topografía ANT



Fuente: elaboración propia.

En la figura 9, se puede ver la información que debe contener cada carpeta digital establecida, como lo es: el tipo de dato, formatos, soportes información GNSS. La información almacenada en las carpetas será de gran importancia para la validación y oficialización de la GDB.

Figura 9. Contenido carpetas estructura digital topografía ANT



Fuente: elaboración propia.

Como ya se ha establecido, no toda la información se encuentra en formato digital o formatos propios geográficos; la digitalización de información análoga o en formato distinto shp de Arcgis, es la alternativa más viable para la recuperación de la información e inclusión

en la GDB, esta labor se realiza de acuerdo con la metodología establecida en la guía ACCTI-G-004-TRANSFORMAR-ARCHIVOS de la ANT.

Figura 10. Guía digitalización información geográfica análoga

 <p>Agencia Nacional de Tierras JUNTOS ABRIMOS LAS PUERTAS AL PROGRESO</p>	GUIA	TRANSFORMAR ARCHIVOS *.pdf a *.shape (shp)	CÓDIGO	ACCTI-G-004
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	01- Mar-18

Cuando el archivo del plano de un levantamiento topográfico se encuentre en formato *.pdf y no en archivo digital (*.dxf; *.dwg; *.shp) se procede a:

Fuente: elaboración propia. Tomado de guías y procedimientos ANT.

El control de calidad y validación de la información, es el filtro más importante para alcanzar la meta trazada, ya que este paso determina los datos que se anexaran a la GDB propuesta, y se basa en las metodologías y formatos de validación creados por el grupo de topografía, (ver anexo A). La Tabla 1, muestra los archivos con su respectivo nombre y un concepto del contenido de los procedimientos, manuales y guías que sirven de apoyo para la validación.

Tabla 1. Formas, base para validación información topográfica

NOMBRE FORMA	DESCRIPCION
ACCTI-F-085 FORMA INFORME LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.	Permite conocer toda la información del predio y el desarrollo de actividades realizadas para la obtención del producto final.
ACCTI-F-087 FORMA HOJA DE CAMPO PARA OBSERVACIONES CON GPS.	Herramienta diseñada para que el funcionario en campo, registre la información del equipo utilizado y el funcionamiento del mismo.
ACCTI-F-088 FORMA DESCRIPCIÓN PUNTO TOPOGRÁFICO GPS.	Diseñada para el registro estandarizado de la ubicación del amojonamiento de un punto base para el levantamiento topográfico.
ACCTI-F-118 FORMA-CRUCES-DE-INFORMACIÓN-GEOGRÁFICA.	Forma diseñada con el fin de identificar las posibles restricciones a la propiedad que pueda tener un predio.

ACCTI-F-092 FORMA LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO.	Formato creado para facilitar el conocimiento de las características técnicas de un levantamiento topográfico que haya sido realizado por operadores o fuentes externas a la ANT. Apoya la validación del trabajo en oficina.
ACCTI-F-093 FORMA REDACCIÓN TÉCNICA DE LINDEROS.	Documento que permite describir de forma detallada y estandarizada los colindantes, forma y coordenadas de un predio.
ACCTI-G-001-PARÁMETROS-TÉCNICOS-MÍNIMOS-DE-EQUIPOS-PARA-LEVANTAMIENTOS-TOPOGRÁFICOS.	Herramienta dirigida a permitir la identificación de los parámetros técnicos del equipo GPS, usado para desarrollar las actividades de topografía, para verificar si cumple con las especificaciones mínimas requeridas.
ACCTI-G-002-ACTIVIDADES-DE-CAMPO.	Guía que describe los procedimientos adecuados a ejecutar en la actividad de caracterización física predial topográfica.
ACCTI-G-003-REPLANTEO-TOPOGRÁFICO.	Guía diseñada para describir como se ejecuta un replanteo de coordenadas en campo.
ACCTI-G-004-TRANSFORMAR-ARCHIVOS.	Guía realizada para establecer un lineamiento para la conversión de archivos en formato tipo DWG a formato Shape.

Nota: Relaciona los formatos con las descripciones. Elaboración propia.

Se evaluaron características de forma y de fondo, las cuales son determinantes en lo que respecta a calidad y precisión, también se tienen en cuenta contenido de datos y de la información que se estableció. El formato de validación de información mostrado en la figura 11, es donde se lleva el registro de contenidos realizados en la revisión y que determinaran si los productos se aprueban.

Figura 11. Tabla validación información topográfica

A		C		G		H		I		J		K		L															
No.	ESTADO	DPTO	MPIO	VEREDA	NOMBRE PREDIO				AREA LEVANTADA (HA)	Topografo Responsable																			
M		N		O		P		Q		R		S		T		U		V		W		X		Y		Z		AA	
DATOS GNSS				DATOS ESTACION				CARTERA DE CAMPO		HOJAS DE CAMPO		CALCULOS		ESQUEMAS				DESCRIPCIONES		IMÁGENES									
CRUDOS		BASE IGAC		RINF		CRUDOS		PROCESADO						PDF		SHAPE		GDB		MXD		DWC							
INFORMES				INFORMACION ADICIONAL		OBSERVACIONES																							
RTL		CRUCE INFORM		INF. LEV TOPC																									

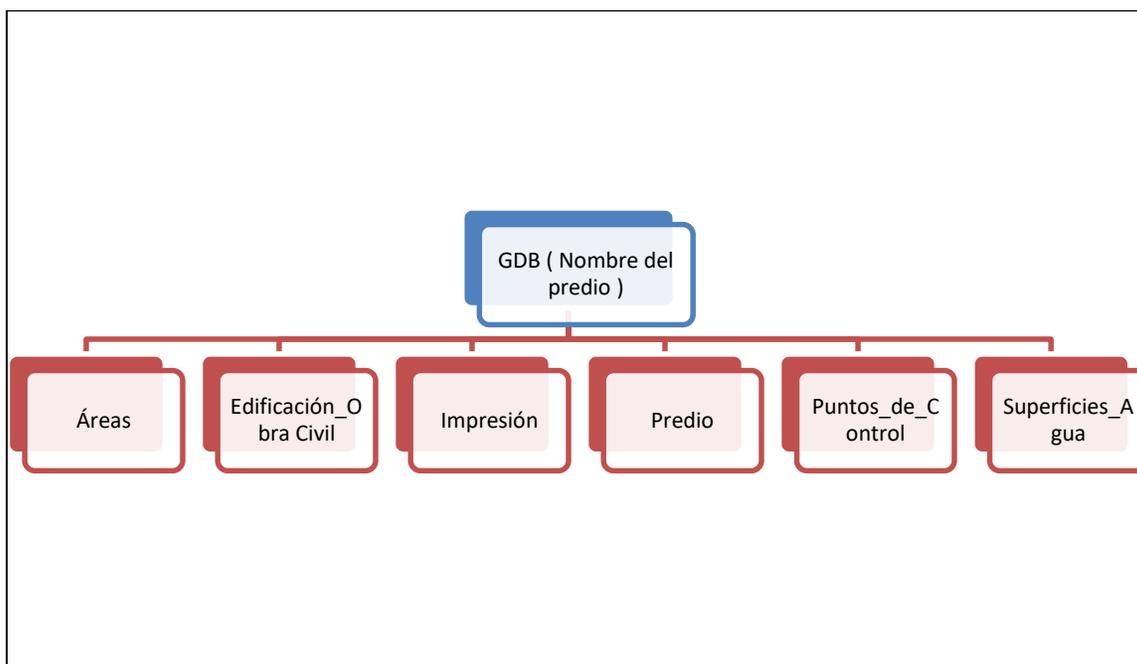
Fuente: elaboración propia.

6.3 Fase 3. Geodatabase

El diseño e implementación de la GDB es mayor resultado obtenido, para nuestro caso específico fue el componente que articula el SIG de topografía. A medida que se trabaja en almacenamiento de la información, se dan luces de cómo se debe diseñar la Geodatabase (GDB), que tablas, atributos, relaciones y los componentes que llevara cada predio; también debe llevar un identificador único establecido por el grupo de sistemas, que además, será la llave principal en la relaciones con otras tablas diseñadas; aspectos como: localización geográfico (dirección o subdirección lo solicito, proceso específico al cual está vinculado), se determinara por el departamento, municipio, vereda; el componente jurídico también está presente con la identificación de número catastral, número de folio de matrícula, nombre del propietario, entre otros.

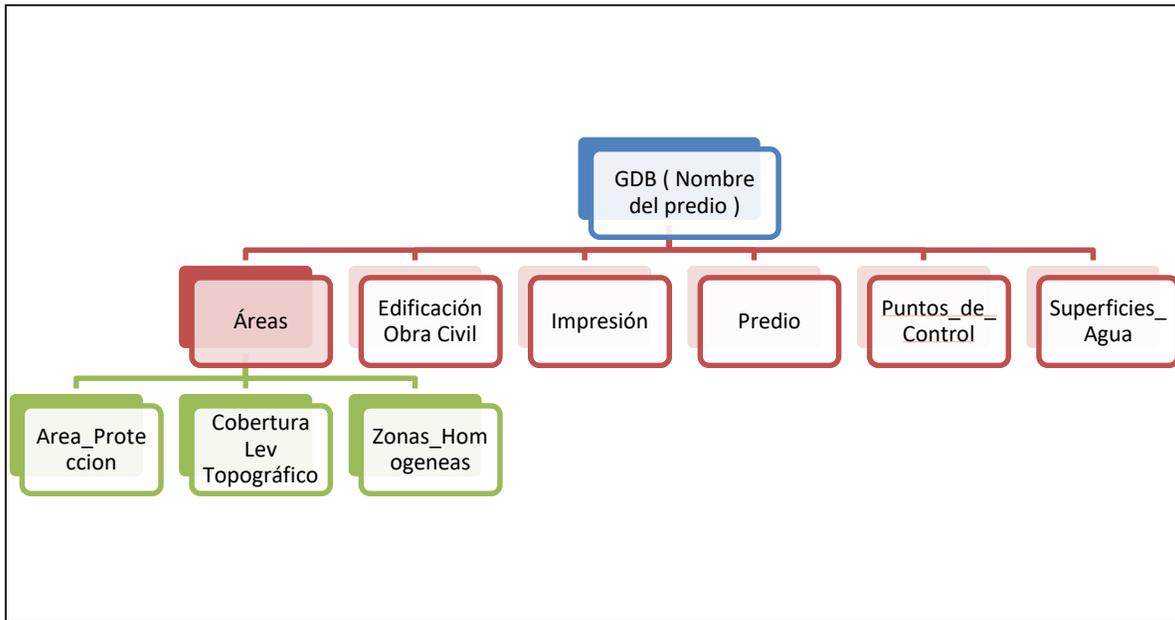
En los siguientes cuadros se puede observar la estructura del GDB diseñada, con cada uno de sus componentes.

Cuadro 1. Estructura GBD predio



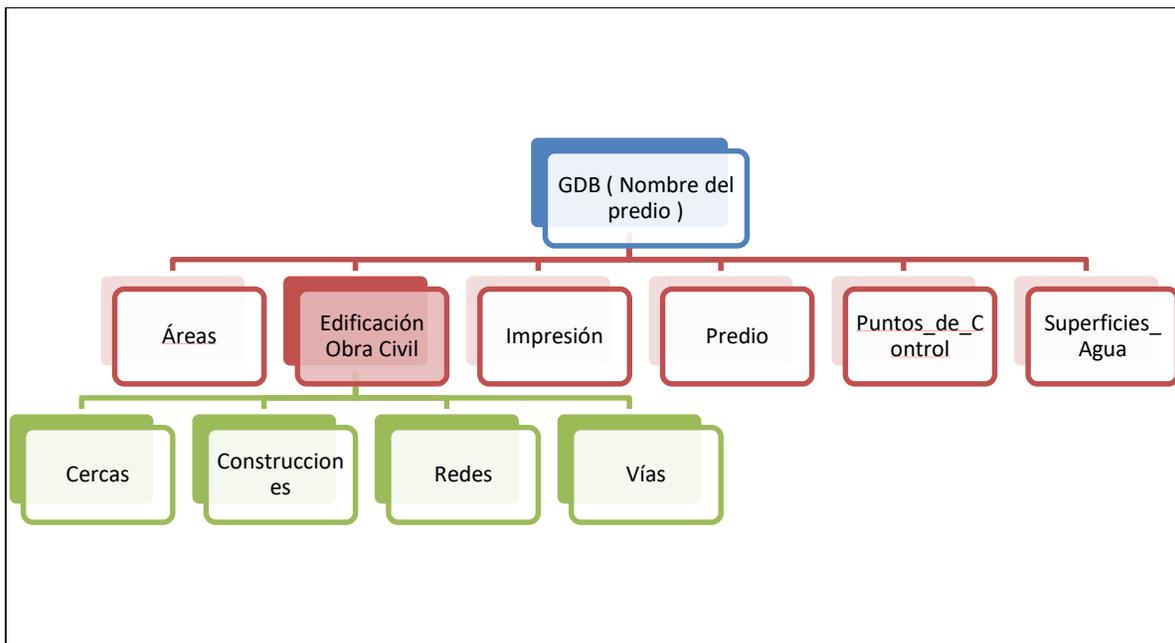
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 2. Estructura tabla Áreas



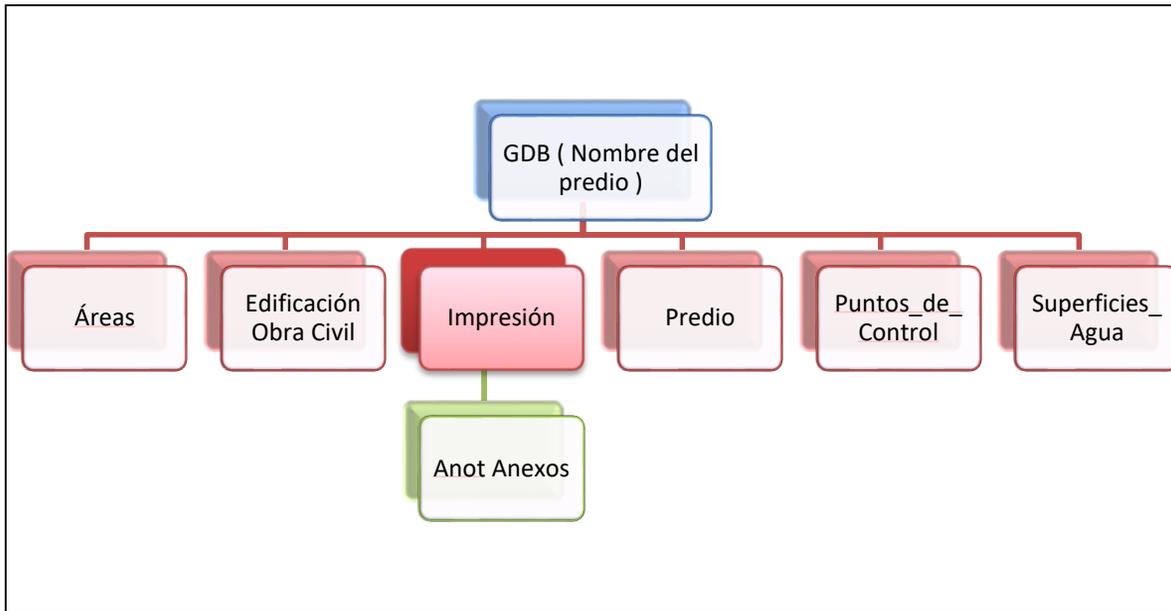
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3. Estructura tabla edificación obra civil



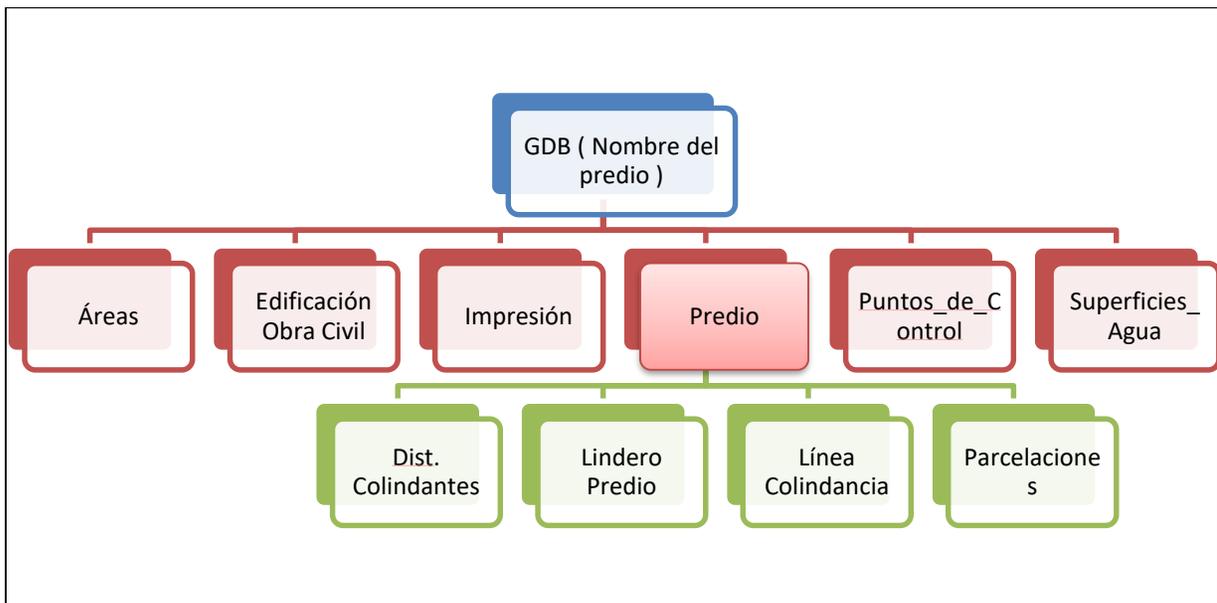
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 4. Estructura tabla impresión



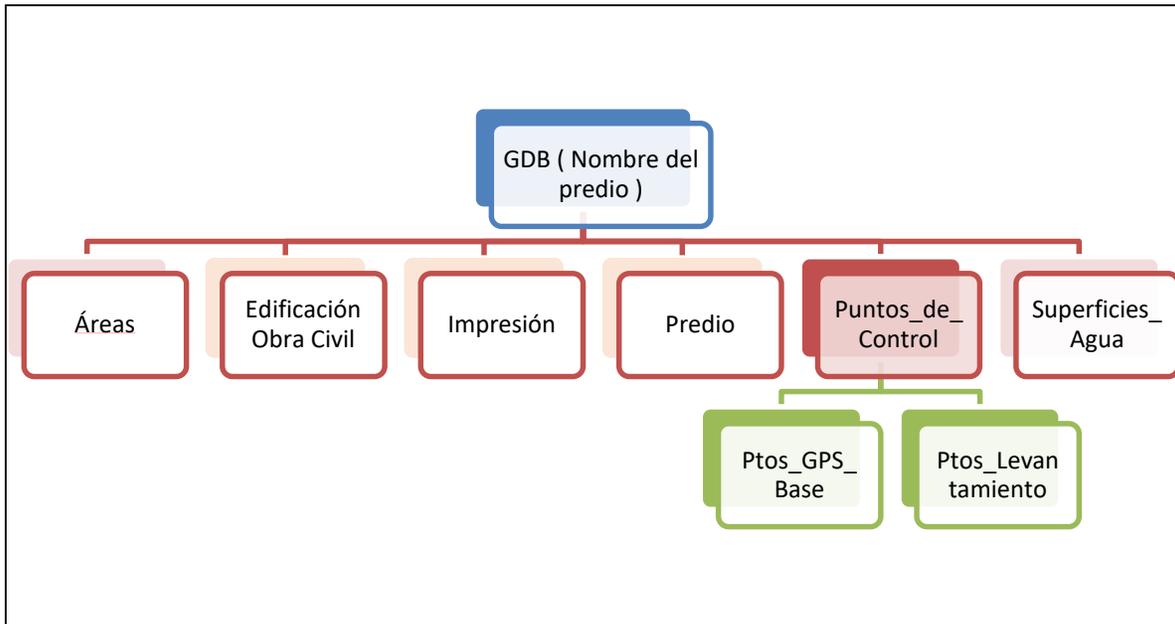
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 5. Estructura tabla predio



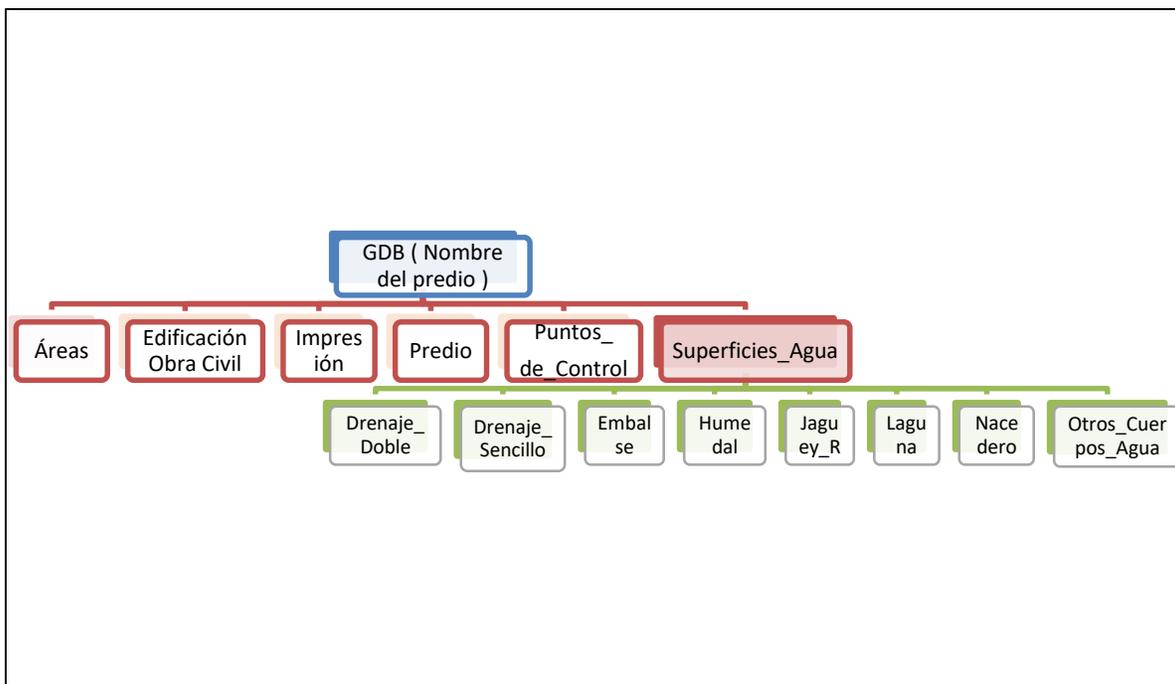
Fuente: elaboración propia.

Cuadro 6. Estructura tabla puntos de control



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 7. Estructura tabla superficies de agua



Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla, se muestra el diccionario de datos con cada una de sus categorías.

Tabla 2. Diccionario de datos de la tabla LINDERO

FICHA TECNICA PARA LA RECEPCION DE DATOS POR PARTE DE LA DAT (TOPOGRAFIA Y GEOGRAFIA) "LINDERO"				
Campo	Tipo Dato	Longitud	Descripción	Valores
OBJECTID	INTEGER			
DIRECCION_SOLICITANTE	SHORT INTEGER		Se realiza la selección al área correspondiente de la ANT (Subtipos)	Dirección de Acceso a Tierras
SUBDIRECCION_SOLICITANTE	SHORT INTEGER		Dominio (<u>Cod_Sub_XXX</u>), la información que se emplea proviene de los niveles jerárquicos de la Estructura ANT	Compra Directa
NOMBRE_PROCESO	SHORT INTEGER		Dominio (<u>Cod_pro_XXX</u>), la información que se emplea proviene de los niveles jerárquicos de la Estructura ANT	Compra Directa y Adjudicaciones Especiales
CONVENIO	TEXTO	20	Se debe colocar el Nombre del convenio con el que se realizó el levantamiento	FUPAD / UNODC / ACDIVOCA
TIPO_LEVANTAMIENTO	TEXTO	50	Dominio (<u>Dom_Lev</u>), corresponde a los tipos de levantamientos realizados por la ANT	Replanteo
CODIGO_DEPARTAMENTO	TEXTO	2	Corresponde al código correspondiente a la <u>divipola</u> para los departamentos	25
CODIGO_MUNICIPIO	TEXTO	5		
VEREDA	TEXTO	50	Nombre de la vereda identificado en campo	<u>Miralindo</u>
ID_LEVANTAMIENTO	TEXTO	50	Código asignado por el área de topografía para relacionar las coberturas con el lindero del predio (<u>Cod Parcelacion (Año Lvto (2)_Dpto (2)_Mpio(3)_REALIZO(02)"(ANT_01, UGT_02, OPERADORES_03)", Lvto(3)_#de Parcelas(3)) / cod_SIRA / Cod EDP</u>)	180502501001045 P-NAR-123 B20175588923210
NOM_PREDIO	TEXTO	50	Nombre del predio levantado de acuerdo a títulos, si aplica o el identificado en campo	Hacienda <u>Miralindo</u>
PROPIETARIO-BENEFICIARIO	TEXTO	50	Nombre del propietario o beneficiario del predio	Juan Martínez Ospina
CEDULA_CATASTRAL	TEXTO	50	Numero de cedula catastral, si aplica	688200000011000000
FMI	TEXTO	50	Número de folio de matrícula inmobiliario, si aplica	
AREA_(HA)	DOUBLE		Permite el cálculo del Área del polígono en hectáreas	124,7739 ha
AÑO_LEV	TEXTO	50	Hace referencia al año en que se realizó levantamiento planimétrico del predio	2016
SHAPE	GEOMETRY		Campo donde se almacena la geometría	polígono

Fuente: elaboración propia.

6.4 Fase 4. Cargar Geodatabase.

El propósito de la labor planteada, se vio reflejado con la carga de datos seleccionados y aprobados en la GDB diseñada. Tener la administración de la información geográfica de la entidad permite efectuar consultas, estadísticas, salidas gráficas entre otras actividades para las cuales se necesite el análisis de la información geográfica recopilada esta fue el resultado final de nuestro trabajo y el cual nos permite a generar consultas.

Tabla 3. Estadísticas predio cargados

ESTADÍSTICA CARGE DE INFORMACIÓN	
AÑO	N° DE PREDIO
2016	222
2017	388
2018	469
TOTAL	1.079

Nota: Información cargada por años. Elaboración propia.

De la información cargada se disponen varias observaciones. Se evidencia que el 2018 fue el año que más predios se aprobaron en cuanto a calidad de datos y precisión, mientras que para el 2016, la aprobación de los datos fue la más baja. De acuerdo a los análisis realizados, lo que conllevó a este fenómeno fue consecuencia de la implementación progresiva de metodologías, procesos, guías y capacitaciones; la calidad de la información geográfica fue creciendo y mejorando, se muestra un incremento año a año. Otra consecuencia o beneficio evidenciado fue un mayor avance en los procesos misionales de 2017 y 2018, en los cuales se requirió levantamientos topográficos con relación a los procesos anteriores al 2016.

En las figuras 12 y 13, se indica el formato de las tablas sin información y con información registrada.

Figura 13. Tabla Lindero predio sin datos

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	VEREDA	ID LEVANTAMIENTO	NOMBRE PREDIO	NOMBRE PROPIETARIO	CEDULA CATASTRAL	FOLIO MATRICULA	AREA PREDIO (ha)
--------------	-----------	--------	------------------	---------------	--------------------	------------------	-----------------	------------------

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Tabla Lindero predio, con 1079 datos validados

DPTO	MPIO	VEREDA	ID LEVANTA	NOM PREDIO	PROPIETARIO-BENEFICIARIO	CEDULA CATASTRAL	FMI
Antioquia	Briceno	Orejon	S-102380182	Lote Numero 1 Villanueva	Hernan de Jesus Moreno Siniteve	No Registra	037-59185
Antioquia	Briceno	Alto de Chiri	S-103744905	Lote la Ceiba	Maria Elvira Toro de Orrego	203000006006044000000000	037-26353
Antioquia	Briceno	Roblal	S-22212082	Los Cacaos	Pedro Muñoz	2010000210003800000000	037-7874
Antioquia	Briceno	Guriman	S-22212376	Gurimancito	Hernando de Jesus Herron	107200100001900001	037-4947
Antioquia	Briceno	El Pescado	S-22216476	El Naranjo	Nancy Elena Sossa Chavarria	201000016000030000000000	037-14277
Antioquia	Briceno	El Pescado	S_71410320	La Esperanza	Luz del Socorro Vera Jimenez	2030000070003000000000	037-40585
Antioquia	Briceno	El Pescado	S_71411208	El Guayabo	Rafael Gomez Hernandez	No Registra	037-26131
Antioquia	Briceno	Alto de Chiri	S-71411581	La Ribera	Manuel Jose Torres Castro	No Registra	037-36588
Antioquia	Briceno	Alto de Chiri	S-71411581	La Ribera	Manuel Jose Torres Castro	No Registra	037-36588
Antioquia	Briceno	San Mateo	S-781056	El Porvenir	Claudia Patricia Monsalve Londoño	201000014000150000000000	037-167900
Arauca	Saravena	Los Comuneros	S-ARA-008-0	El Encanto	Jose Florian Villamizar Lizarazo	00-05-0003-0021-000	410-8833
Arauca	Tame	Las Acacias	S-ARA-011-0	La Porfia	Juan Epomuceno Rodriguez Martinez	00-09-0004-0058-000	410-62097
Arauca	Arauquita	La Ceiba	ST-ARA-045-	Biafra	Luz Marina Henao Beltran	00-05-0018-0005-000	410-8990
Atlántico	Baranoa	Santa Rosa	S-ATL-101	Santa Ana	Ana Elvira Mora de Barraza	03-00-0000-0357-000	040-200678
Atlántico	Tubara	Santa Rosa	S-ATL-102	El Aguacate	Ana Elvira Mora de Barraza	000100010151000	040-217463
Bolívar	Maria La Baja	Mampujan Viejo	S-BOL-031	Loma de la Cruz	Martha Cecilia Miranda	13-442-00-00-0005-3005-000	060-280332
Bolívar	Maria La Baja	Mampusan	S-BOL-032	Las Margaritas	Rafael Eduardo Maiza Contreras	13-442-00-00-0005-0216-000	060-140812
Bolívar	Maria La Baja	Mampujan Viejo	S-BOL-036	Ojos Verdes	Oscar Ramos	13-442-00-00-0005-0202-000	060-10466
Bolívar	San Juan de Nepomuceno	Region el Totumo	S-BOL-109	Miraflores	Urruchurto Cabarcas Nicanor	00-01-0002-0017-000	060-26000
Caldas	Manizales	El Tablazo	S-CAL-007	El Jabali	Hernando Murillo Bustamante	170010002001500009000	100-212463
Caldas	Pensilvania	Patio Bonto	S-CAL-017-0	El Encanto	Jose Dario Giraldo Montoya	000-0002-0013-0015	114-6942
Caldas	Pensilvania	Patio Bonto	S-CAL-017-0	El Encanto	Jose Dario Giraldo Montoya	000-0002-0013-0015	114-6942
Caldas	Samana	California	S-CAL-019	El Silencio	Jesus Maria Gomez Ortiz	17662000400000000301740000000000	114-8514
Caldas	Pensilvania	La Mesa	S-CAL-022	La Esmeralda	Alcibiades Gutierrez Rivera	0002-00-02-0008-0202-000	114-18723

Fuente: elaboración propia.

El ultimo control realizado fue, correr reglas de topología que garantizaron: que el predio no se sobre-pongan o se intersecten, no estén contenidos en otras entidades o que genere alertas de espacios entre predios contiguos; son algunas de las reglas que se consideran para poder hacer la GDB oficial al grupo SIT, y que desde ahí se cargue a GDB SIT_ANT.CAPASMISIONALES.

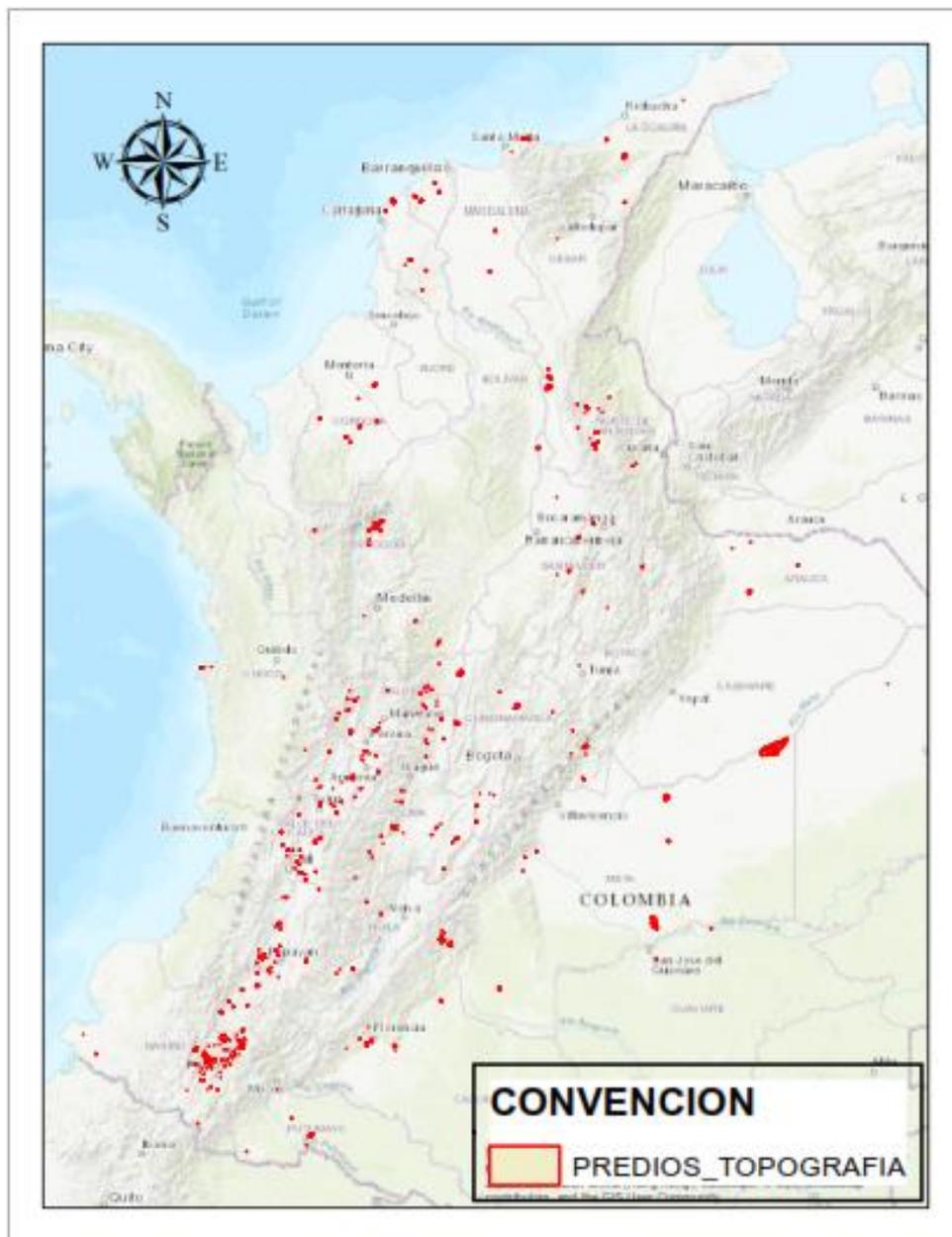
Figura 15. Tabla errores de topología

Rule	Errors	Exceptions
Must Be Larger Than Cluster Tolerance	0	0
Must Not Have Gaps LINDEROS	0	0
Must Not Overlap LINDEROS	0	0
Total	0	0

Fuente: elaboración propia.

La visualización de la información geográfica fue otro resultado que se obtuvo, las consultas y análisis que se realicen a los datos consignados en la GDB propuesta, se pueden representar con salidas gráficas que ayudarán visualmente, con una mejor comprensión del resultado requerido. La figura 16, representa una salida gráfica de los datos geográficos cargados en la Geodatabase diseñada.

Figura 16. Salida gráfica Lindero predio



Fuente: elaboración propia.

7. Conclusiones

El diseño e implementación de un SIG que permite almacenar, administrar, analizar y consultar los resultados de los levantamientos topográficos realizados en la ANT, se puede considerar un proceso relativamente sencillo, esto se debe a que se cuenta con todos los componentes que conforman un sistema de información geográfico (*hardware, software, datos, personal y procedimientos o análisis*), con esto se dio solución al manejo de la información, actividad que no era eficiente ni eficaz.

La recolección de la información dispersa en la entidad, fue un trabajo dispendioso que integro, no solo al personal de topografía sino también a otros profesionales que tenían acceso y conocimiento a datos geográficos; establecer procedimientos y metodologías fue esencial para que la información elaborada a partir del 2017 fuera entregada directamente al grupo de topografía.

Implantar la estructura digital para la entrega y almacenamiento de la información geográfica, dio como resultado la organización, al mismo tiempo un mejor y fácil acceso a los datos, haciendo que todos los resultados producidos están dispuestos en un solo espacio asignado para tal propósito.

El diseño de GDB, en estos tiempos no es una tarea que presente muchas dificultades, pero si es una herramienta poderosa para el manejo y administración de la información es especial la geográfica. Proyectar e implementar una Geodatabase para los insumos que provee el grupo de topografía fue una tarea en la cual se necesitó muchos recursos, pero con grandes beneficios, como poder realizar control de calidad de los datos tomados en campo; así como disponer de la información, realizar consultas, salidas gráficas, en los anexos se presentan algunos productos gráficos que han sido soporte para presentación de estadísticas.

El apoyo del grupo de topografía fue de vital importancia, al igual todo el personal que de alguna forma participo para sacar adelante la labor trazada, tener acceso a recursos tecnológicos *software y hardware*, inclusive la disposición de la misma Agencia en dar respuesta y mejorar los procesos misionales, ayudaron para que se cuente con un *feature dataset* con los resultados de los levantamientos topográficos en SIG oficial de la entidad.

8. Recomendaciones

La continua actualización en procesos y metodologías, permitirán que la información que se genera desde el grupo de topografía sea más accesible y efectiva al momento de ser requerida en los procesos propios de la entidad.

La información geográfica generada es de manejo y consulta interna de la Agencia, es importante pensar y trabajar en una herramienta que permita tener acceso y consulta a esta desde campo.

Seguir alimentando la GDB, no solamente con la información topográfica que se está generando actualmente si no con los datos que puedan estar todavía extraviados en la Agencia, y que vayan saliendo en la medida que avancen los procesos rezagados que se heredaron de la antigua entidad, sin dejar de lado el control de calidad.

Referencias Bibliográficas

- Abarca, O. (2005). Metodología de bajo costo para el levantamiento planimétrico de predios agrícolas con sistemas de información geográfica. *Revista científica Agronomía Tropical*, 55 (2), 183-201. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2005000200002
- Agencia Nacional de Tierras -[ANT]. (2018). *Guía de Levantamientos*. Bogotá: Autor.
- Bosque , J., Ortega, A., Rodríguez , V. (2005). Cartografía de riesgos naturales en América Central con datos obtenidos desde Internet. *Documentos de Análisis Geográfico*, 45, 48-52. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/39020539.pdf>
- Cepeda, L. (2012). Optimización de la evaluación del catastro de usuarios en la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá por medio de la automatización de geoprocetos SIG. *Revista topográfica Azimut*, 4, 7-22. Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/azimut/article/view/5567/10384>
- Decreto 2363 de 2015. Por el cual se crea la Agencia Nacional de Tierras, ANT, se fija su objeto y estructura. Diario Oficial No. 49.719. Presidencia de la República de Colombia, diciembre de 2015.
- Environmental Systems Research Institute -[Esri]. (2012). *Tutorial de Geodatabase*. Madrid: Esri España. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjU7oPly4fgAhXyYN8KHQBZCJYQFjAAegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fhelp.arcgis.com%2Fes%2Farcgisdesktop%2F10.0%2Fpdf%2Ftutorial_building_a_geodatabase.pdf&usq=AOvVaw34C87g-1YTWilQ6eMOzrZR/
- Environmental Systems Research Institute -[Esri]. (2017). *ArcGIS Resources*. Madrid: Esri España The science of where. Recuperado de <http://resources.ArcGIS.com/es/help/gettingstarted/articles/026n0000014000000.htm>
- Environmental Systems Research Institute -[Esri]. (2017). *Environmental Systems Research Institute*. Madrid: Esri España The science of where. Recuperado de <http://www.esri.es/es/formacion/formacion-esri-españa/que-es-un-sig-/>
- Environmental Systems Research Institute -[Esri]. (2018). *ArcGis Desktop*. Madrid: Esri España The science of where. Recuperado de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.5/manage-data/creating-new-features/about-preparing-to-digitize-a-paper-map.htm>

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi –[IGAC]. (s.f.). *Geoportal*. Bogotá: Autor.
Recuperado de <https://geoportal.igac.gov.co/es>
- Manzano, F., Manzano, G. (2005). Desarrollo de una metodología de actualización puntual de la cartografía catastral mediante integración de técnicas GPS y SIG. *Revista CT Catastro*, 48, 57-70. Recuperado de http://www.catastro.meh.es/documentos/publicaciones/ct/ct54/03-CATASTRO_54.pdf
- Martínez, D. (2010). *Diseño de un modelo de Datos geográficos para la gestión empresarial. Caso estudio: Aguas Kapital Bogotá S.A. ESP Empresa de Acueducto* (Tesis maestría, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de http://bdigital.unal.edu.co/5132/1/DiegoMart%C3%ADnezOspina.2011_pte._1.pdf
- Multiprocesos Sig S.A. –[MPSIG]. (2014). *Mejoramiento del sistema de información geográfica de la ANH e implementación de geoservicios*. Bucaramanga: Autor.
Recuperado de http://multiprocesos.com/casos_2.html
- Ley 1712 de 2014. Por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 49.084. Congreso de la República de Colombia, marzo de 2014.
- Ojeda, J., Vallejo, I., Hernández, L., Álvarez, J. (2007). Fotogrametría digital y lidar como fuentes de información en geomorfología litoral (marismas mareales y sistemas dunares): el potencial de su análisis espacial a través de SIG. *Boletín de la A.G.E.*, 44, 215-233. Recuperado de <http://age.ieg.csic.es/boletin/44/10-zujar.pdf>
- Sistemas de Información Ambiental de Colombia –[SIAC]. (s.f.). *Guía de reporte consultas en línea visor- SIAC*. Bogotá: Autor. Recuperado de http://sig.anla.gov.co:8083/resources/Manuales/ManualUsuario_ConsultaAreas.pdf
- Silberschatz, A., Korth, H., Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de bases de datos*. Madrid: McGraw-Hill. Recuperado de <http://www.itsi.edu.ec/wp-content/uploads/2016/02/fundamentos-de-bases-de-datos-silberschatz-korth-sudarshan.pdf>
- Sitjar, J. (2009). Los Sistemas de Información Geográfica al servicio de la sociedad. *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano. Tecnologías de la información geográfica*, 8 (17),1-9. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7581/08_TIG_03_sitjar.pdf?sequence=1
- Stallman, R. (2004). *Software libre para una sociedad libre*. Madrid: Traficante de sueños. Recuperado de https://www.gnu.org/philosophy/fsfs/free_software.es.pdf

Unidad de Restitución de Tierras -[URT]. (2015). *Información cartográfica de restitución disponible para los usuarios*. Bogotá: Autor. Recuperado de <https://urtdatosabiertos-uaegrtd.opendata.arcgis.com/>

Yeung, A., Brent, G. (2007). *Spatial Database Systems Design, Implementation and Project Management*. The Netherlands: Springer.

Anexos

Anexo A. Formas, guía, procedimientos y manuales topografía

Esta documentación es la base para realizar el control de calidad y validación de la información recolectada en campo y que posteriormente hará parte del SIG realizado. Procedimientos, guías y manuales oficiales que hacen parte de la ANT.

	GUIA	ACTIVIDADES DE CAMPO	CÓDIGO	ACCTI-G-00
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	1-mar-18

ACTIVIDADES DE CAMPO

Georreferenciación

La georreferenciación puede realizarse a partir de dos diferentes tipos de puntos de referencia: puntos monumentados referidos a MAGNA-SIRGAS (red secundaria) y estaciones MAGNA SIRGAS de funcionamiento continuo MAGNA ECO.

Monumentación

Los puntos construidos cumplan con las siguientes características:

Puntos materializados con mojones elaborados en tubo de PVC de 50 cm de longitud y 3" de diámetro rellenos de concreto y con una varilla de acero corrugada, indicando el centro. Estos puntos deben estar ligados a la red MAGNA SIRGAS y se debe realizar el rastreo de la georreferenciación de forma simultánea. Se debe realizar la descripción de estos dos puntos de amarre.

Rastreo de posición de vectores a antenas Coors y red Secundaria

- Los equipos GPS utilizados sean de doble frecuencia L1 y L2 con precisión horizontal de 5 mm. + 1 ppm y 10 mm. + 2 ppm en vertical y dispongan 220 canales de recepción o más con recepción de constelaciones GPS SBAS.
- La georreferenciación se realice de manera simultánea con los vértices de apoyo seleccionados del IGAC, con doble determinación y/o doble ocupación, utilizando la información de rastreo de estaciones continuas MAGNA ECO del IGAC
- La información cruda quede grabada cada segundo.
- La máscara de elevación esté entre 10° a 15°.
- La adquisición mínima de satélites será de cuatro (04) para obtener un óptimo GDOP.
- El GDOP permitido en la toma de información satelital sea de 1 a 6.
- Los archivos RINEX de las diferentes ocupaciones GPS sean descargados día que se realice la georreferenciación.
- Diligenciar la hoja de campo para observaciones con GPS y se hace un gráfico y la descripción detallada con los datos pertinentes para después
- Completar el formato de descripción de puntos georreferenciados materializados.

Observación:

Se inicia la sesión de rastreo diligenciando el correspondiente formato de acuerdo al procedimiento para determinación de punto, ACCTI-F-087 FORMA HOJA DE CAMPO PARA OBSERVACIONES CON GPS



	GUIA	ACTIVIDADES DE CAMPO	CÓDIGO	ACCTI-G-002
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	1-mar-18

Si se trata de punto de apoyo para amarre de levantamientos con estación total deberá tener mínimo una pareja con las mismas características que sirva como señal de azimut para la poligonal¹

En caso de no tener puntos cercanos de las redes pasivas certificados y/o estar a distancias mayores a 100 Kilómetros de una base de rastreo permanente se referidos a MAGNA SIRGAS materializados por el IGAC, ocupados con GPS con coordenadas tridimensionales se realizará lo siguiente:

Mojón:

Se construirá un mojón base de acuerdo a las especificaciones IGAC que diste a no más de 30 kilómetros del predio más lejano para el caso de necesitar apoyo geodésico para levantar varios puntos. Se debe diligenciar la hoja del punto GPS monumentado. ACCTI-F-088 FORMA DESCRIPCIÓN PUNTO TOPOGRAFICO GPS

Es importante diligenciar la totalidad del formato esto ayudara en el momento de la descarga de datos a identificar datos de importantes que permitan la ubicación para posteriores controles o replanteos.

Recursos:

Se empleará como base el Realizar el procesamiento de la información GPS y determinar las coordenadas de los puntos nuevos (en época de observación) el geo-portal IGAC <http://ssiglwps.igac.gov.co/ssigl2.0/visor/galeria.req?mapald=17>. con la posición navegada se ubican las antenas de rastreo permanente para calcular el tiempo mínimo de rastreo

Se debe verificar si la antena está o no activa de lo contrario se debe tomar siempre un tiempo mínimo de 12 horas y aseguras precisión topográfica. Si se disponen de vértices de red pasiva

debidamente certificados por el IGAC y se encuentra a una distancia menor a 30 kilómetros se harán tiempos de rastreo mínimos de 8 horas. Solo se emplearán para esto equipos de doble frecuencia L1/L2 con calculo estático diferencial.

Coordenadas de apoyo:

¹ Para levantamientos con estación total



	GUIA	ACTIVIDADES DE CAMPO	CÓDIGO	ACCTI-G-00:
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	1-mar-18

Todos los levantamientos deben estar referidos al sistema de coordenadas MAGNA SIRGAS. se pueden descargar los datos a través del Geo portal o de la siguiente dirección <http://www.sirgas.org/index.php?id=153>.

Si no se disponen datos rinex o se trata de un punto de red pasiva se validarán las coordenadas proporcionadas por el IGAC en la certificación expedida por la División de Geodesia.

Post-Proceso de punto principal de apoyo topográfico:

Para el Post-proceso se debe hacer con el software nativo de cada equipo incorporando los datos crudos y agregando los rinex de la antena de rastreo permanente O las coordenadas certificadas por el Agustín Codazzi con vigencia no mayor a 30 días calendario para los puntos de la red secundaria.

- Los puntos georreferenciados se calculen con observaciones simultáneas, con base en las estaciones continuas MAGNA-ECO o con las Estaciones Pasivas del IGAC, de tal forma que cada punto tenga la precisión esperada (≤ 10 cm).
- Anexar efemérides precisas para cálculo del punto <http://www.sirgas.org/index.php?id=15>.
- Se deben de realizar el post-proceso siempre en coordenadas Geocéntricas.
- Tener en cuenta el sistema de coordenadas y origen para la correcta orientación del levantamiento teniendo en cuenta los orígenes para Colombia.

ORÍGENES GEOGRÁFICOS PARA COLOMBIA

Generar y anexar el reporte del post-proceso de coordenadas ajustadas a la época de observación.

Reporte de vectores ajustados en época actual

Una vez realizado el post-proceso y verificados los parámetros señalados en los numerales anteriores se puede validar el punto como base para georreferenciar los levantamientos derivados de este las coordenadas para zonas urbanas deberán corresponder al sistema cartesiano local establecido por el IGAC.

Levantamiento de detalles metodología Stop and Go (Estático Rápido)

Se tomará como referencia lo anotado en la circular 161 del documento del IGAC. El tiempo de rastreo sobre un punto debe ser de 5 minutos contados a partir de la estabilización del equipo y la disponibilidad mínima de 7 satélites. En casos en que la configuración del sistema sea excelente, el tiempo adicional por cada kilómetro puede reducirse a 3 minutos. Debe evitarse realizar rastreos sobre distancias mayores que 10 km. En los casos en que estas condiciones no se puedan cumplir,



MINAGRICULTURA

GOBIERNO DE COLOMBIA

INTI-F-004 | Versión 2 | 31-01-2018

 Agencia Nacional de Tierras <small>JUNTOS ARRIMOS LAS PUERTAS AL PROGRESO</small>	GUIA	ACTIVIDADES DE CAMPO	CÓDIGO	ACCTI-G-00
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	1-mar-18

es necesario aumentar los tiempos de rastreo. Se recomienda seguir la siguiente formula: 10 minutos + (5 minutos * km) también para zonas de cobertura vegetal muy cerrada tipo bosques de galería y/o obstáculos que bajen el GDOP y máscaras de elevación superiores a 15 grados.

En ningún caso será válida la metodología RTK y se anexa registro fotográfico de los puntos levantados.

Tiempos de rastreo para levantamiento método estático rápido

en kilómetros a la base	Equipo doble frecuencia L1/L2	Equipo de una frecuencia L1
1	3	10
2	3	15
4	5	20
6	5	25
7	7	25
8	10	n/a
9	10	n/a
10	15	n/a
Entre 10 y 15 Km	25	n/a

Toma de datos en campo Imagen Google

Por tratarse de un levantamiento topográfico de orden sub-métrico los valores a tener en cuenta serán los siguientes:

Especificaciones para puntos método estático rápido

Área del Predio Ha.	Error máximo en el punto(m)
(2000 m ² o 0.2 Ha)	0.2 m
Entre (0.21Ha y 0.5Ha)	0.2m
Entre 0.5Ha y 5.0Ha)	0.5
Mayor a 5.0 Ha	Entre 0.5 y 0.9

La totalidad de los datos de campo serán post-procesados y las coordenadas obtenidas serán el insumo base para la generación del correspondiente plano. Los archivos crudos y rinex generados se almacenarán junto con los del punto base de acuerdo a la estructura de información a entregar.

Levantamiento de detalles con estación total

Los levantamientos con estación total se recomiendan para predios de extensión menor a 2000 metros cuadrados y/o cascos urbanos con bastante densidad de



	GUIA	ACTIVIDADES DE CAMPO	CÓDIGO	ACCTI-G-00:
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	1-mar-18

predios adyacentes entre si deberán de partir de un par de puntos georreferenciados y el levantamiento deberá contener lo siguiente:

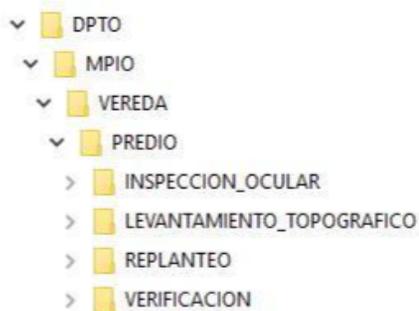
- Archivo crudo o RAW de la estación.
- Poligonal calculada con precisión no menos a 1:5000.
- Cartera de campo con el grafico de los detalles levantados.
- Listado de puntos en formatos .CSV y Block de notas en el siguiente orden Punto, Este, Norte, Cota, Descripción.
- Registro fotográfico.
- La o las poligonales principales deberán ser ajustadas.
- Se deberá describir el método de levantamiento realizado (Poligonal cerrada, o Radiación).

ACTIVIDADES DE OFICINA

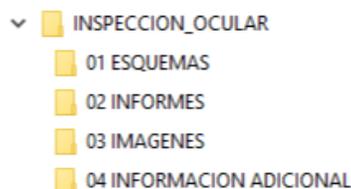
Elaboración del informe: Por cada levantamiento topográfico realizado se deben entregar a la ANT los siguientes productos en dos DVD con la siguiente estructura:

Estructura general de almacenamiento en el PC

- Estructura General De La Información:

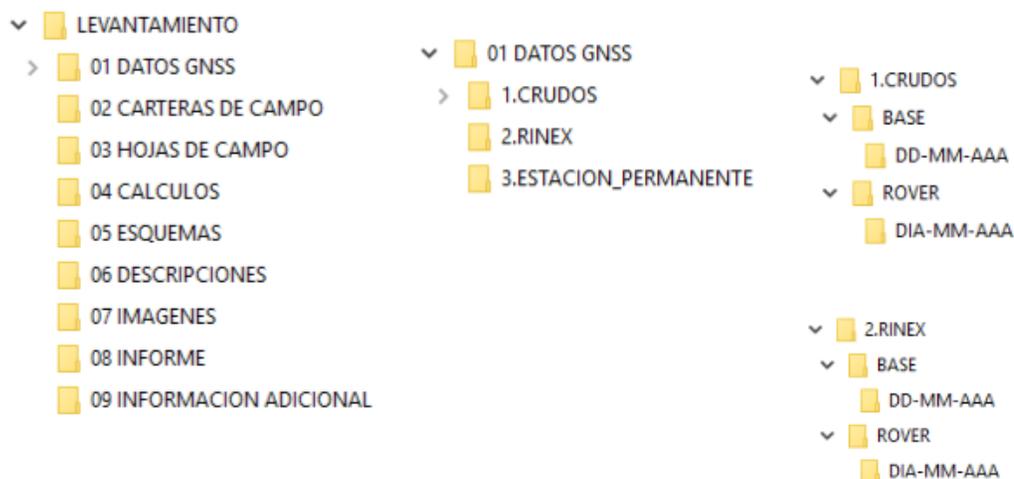


- La información referente a inspección ocular debe llevar la estructura e información siguiente:

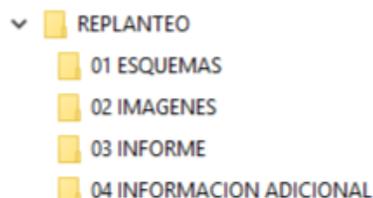


	GUIA	ACTIVIDADES DE CAMPO	CÓDIGO	ACCTI-G-00
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	1-mar-18

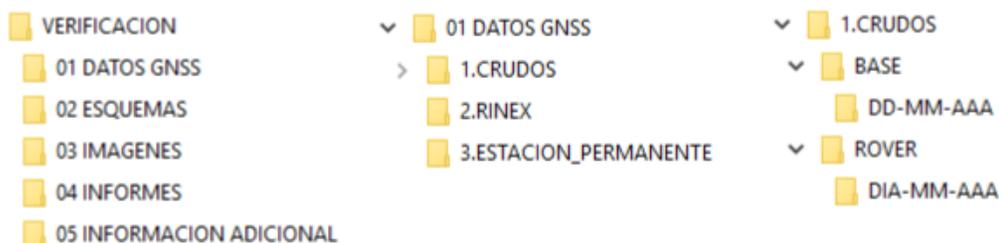
- Para Información referente a Levantamientos Topográficos se debe estructurar de la siguiente forma:



- Para Información referente a Replanteo se debe estructurar de la siguiente forma:



- Para Información referente a Verificación se debe estructurar así:



 <p>Agencia Nacional de Tierras JUNTOS ABRIMOS LAS PUERTAS AL PROGRESO</p>	GUIA	ACTIVIDADES DE CAMPO	CÓDIGO	ACCTI-G-00
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	1-mar-18

- ▼  2.RINEX
- ▼  BASE
-  DD-MM-AAA
- ▼  ROVER
-  DIA-MM-AAA

Estructura general de entregables

- 01 DATON GNSS: En esta carpeta se debe entregar la información correspondiente a datos crudos del equipo y archivos en formato RINEX
- 02 CARTERAS DE CAMPO: En esta carpeta va un esquema general del levantamiento con los datos más importantes que permitan la correcta interpretación por parte del encargado de elaborar el plano Carteras de campo originales (Escaneadas en formato .PDF).
- 03 HOJAS DE CAMPO: Se anexa el formato de datos referentes al punto de apoyo GPS.
- 04 CALCULOS: Cálculo de los puntos gps que incluya precisión residuales y reporte de coordenadas ajustadas. Si el trabajo se ha realizado con estación total la hoja de cálculo con el resultado de precisión y ajuste de la poligonal.
- 05 ESQUEMAS: En esta carpeta se incluyen los planos del levantamiento así: 1. Archivo en formato GDB suministrado por la ANT –grupo topografía y geografía- debidamente diligenciado. 2. el dibujo deberá hacerse en el modelo correctamente orientado y referido al sistema de coordenadas Gauss-Kruger de acuerdo a cada origen geográfico, el rotulo con los datos correspondientes se debe entregar en la extensión MXD con los formatos horizontal o vertical oficiales de la ANT.3. se debe entregar un archivo en formato .pdf resultante del dibujo.

Los formatos a emplear horizontal y vertical son los siguientes:

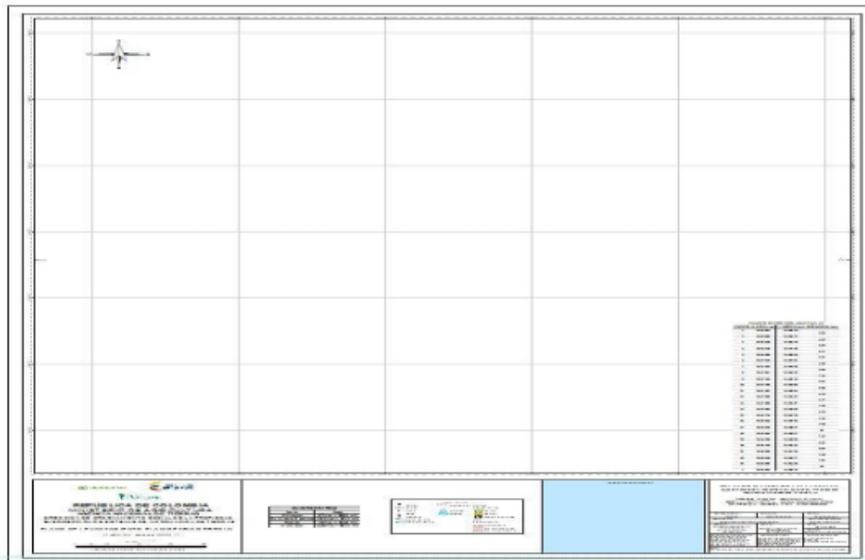


 MINAGRICULTURA

 GOBIERNO DE COLOMBIA

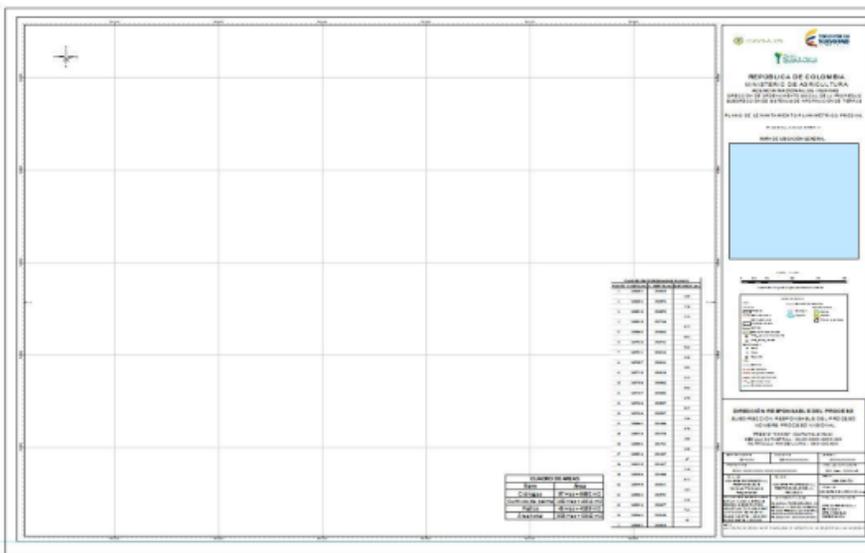
INTI-F-004 | Versión 2 | 31-01-2018

	GUIA	ACTIVIDADES DE CAMPO	CÓDIGO	ACCTI-G-002
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	1-mar-18



The form features a large grid for field notes. A small table in the bottom right corner contains the following data:

NO.	COORDENADAS	ALTIMETRIA
1	1000000	1000
2	1000000	1000
3	1000000	1000
4	1000000	1000
5	1000000	1000
6	1000000	1000
7	1000000	1000
8	1000000	1000
9	1000000	1000
10	1000000	1000
11	1000000	1000
12	1000000	1000
13	1000000	1000
14	1000000	1000
15	1000000	1000
16	1000000	1000
17	1000000	1000
18	1000000	1000
19	1000000	1000
20	1000000	1000



The form features a large grid for field notes. A small table in the bottom right corner contains the following data:

NO.	COORDENADAS	ALTIMETRIA
1	1000000	1000
2	1000000	1000
3	1000000	1000
4	1000000	1000
5	1000000	1000
6	1000000	1000
7	1000000	1000
8	1000000	1000
9	1000000	1000
10	1000000	1000
11	1000000	1000
12	1000000	1000
13	1000000	1000
14	1000000	1000
15	1000000	1000
16	1000000	1000
17	1000000	1000
18	1000000	1000
19	1000000	1000
20	1000000	1000

- **06 DESCRIPCIONES:** Se debe diligenciar el formato de localización del punto monumentado establecido por la ANT

 <p>Agencia Nacional de Tierras JUNTA ARRIBA LAS PUERTAS AL PROGRESO</p>	GUIA	ACTIVIDADES DE CAMPO	CÓDIGO	ACCTI-G-002
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	1-mar-18

Elaboró: Willian Cortes	Revisó: Nelson Bohorquez	Aprobó: Rafael Enrique Hurtado Camacho
Cargo: Contratista	Cargo: Contratista	Cargo: Experto código G3, grado 8 Asesor Dirección General
Firma: ORIGINAL FIRMADO	Firma: ORIGINAL FIRMADO	Firma: ORIGINAL FIRMADO

La copia, impresión o descarga de este documento se considera COPIA NO CONTROLADA y por lo tanto no se garantiza su vigencia.

La única COPIA CONTROLADA se encuentra disponible y publicada en la página Intranet de la Agencia Nacional de Tierras.

	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	CÓDIGO	ACCTI-P-019
	ACTIVIDAD PROCESO	ADJUDICACIÓN DE BALDÍOS ADQUISICIÓN DE BIENES FISCALES PATRIMONIALES ADQUISICIÓN DE PREDIOS	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	13-mar.-18

OBJETIVO	Ubicar, dimensionar y representar en un plano las diferentes realidades físicas que están vinculados a los procesos de la empresa (baldíos y predios)
ALCANCE	Desde la recepción y análisis de solicitudes, hasta la generación del informe de levantamiento topográfico, almacenamiento de la información y/o datos y la respuesta a la solicitud
RESPONSABLE	Asesor de la Dirección General en Asuntos de Topografía

1. DEFINICIONES (Términos y Siglas)

Baldío: Son baldíos, y en tal concepto pertenecen al Estado, los terrenos situados dentro de los límites del territorio Nacional que carecen de otro dueño, y los que habiendo sido adjudicados con ese carácter deben volver al dominio del Estado conforme a lo que dispone la Ley.

Coberturas: Es un área conserva las mismas propiedades físicas que hace parte de un predio o un polígono

Linderos: Significa la línea que separa unas propiedades o heredades de otras. Es el límite o límites hasta los cuales superficialmente se extiende el predio o el dominio sobre la misma.

Plano: Es una representación gráfica realizado con medio técnicos de una superficie sin realizar una proyección.

Predio: Es una pertenencia inmueble de una cierta extensión superficial. Puede decirse, por lo tanto, que los predios son tierras o terrenos delimitados.

SIRA: Subsidio Integral de Tierras: El subsidio es en principio no reembolsable, pues prevé que los beneficiarios adquieren una serie de obligaciones de obligaciones que limitan el ejercicio de la propiedad que con dichos subsidios se adquieren, cuyo incumplimiento dentro de los 12 años siguientes a la adjudicación dan lugar a la declaratoria de la condición resolutoria.

ULISES: Aplicativo para programar las comisiones

2. GENERALIDADES

Los trabajos de topografía están dirigidos a la presentación de la información física del terreno, con el propósito de generar insumos a las diferentes áreas de la entidad que la requieren para realizar la gestión pertinente

Para estimar la incertidumbre asociada a los equipos se debe conocer las especificaciones y las indicaciones para el adecuado manejo de los equipos, establecidas en el manual y catálogo suministrados por el proveedor

Existen varios tipos levantamientos: por compra directa se tienen en cuenta los linderos, en SIRA se tiene alcance de los linderos, coberturas (cultivo, construcciones), linderos de aguas, entre otros.

3. RIESGOS Y CONTROLES ASOCIADOS AL PROCEDIMIENTO

A partir del análisis de los riesgos que pueden afectar el cumplimiento de los objetivos de los procesos, la Oficina de Planeación orienta a las dependencias en la identificación de las tareas críticas de sus procedimientos en las que se puede materializar un riesgo y el establecimiento de las correspondientes tareas de control preventivo, detectivo o correctivo.

Para facilitar la identificación de las tareas críticas y las correspondientes tareas de control, el procedimiento presenta el siguiente método de señalización:

Tareas Críticas	Son las tareas donde se puede materializar un riesgo que impacta negativamente el logro del objetivo del procedimiento. En la matriz de desarrollo del procedimiento y en el diagrama de flujo se identifican tareas críticas con texto en color rojo y con el símbolo ☹
Tareas de Control	Son las tareas que permiten prevenir o corregir el impacto de los riesgos en el logro del objetivo del procedimiento. En la matriz de desarrollo del procedimiento y en el diagrama de flujo se identifican tareas de control con texto en color azul y con el símbolo ☺

4. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

No	Tarea	Descripción	Tiempo de Ejecución	Responsable
1	Recepcionar y Analizar solicitudes	Realizar una lectura previa de la solicitud y sus anexos (expediente) y analizar frente a los requisitos mínimos jurídicos o técnicos establecidos. Si la solicitud CUMPLE con los requisitos establecidos, se define el profesional que desarrollará el trámite de esta solicitud de acuerdo a la disposición de los profesionales, se continúa con la tarea No. 2. Si la Solicitud NO CUMPLE con los requisitos establecidos se devuelve a la dependencia de origen informando cual es el incumplimiento y se da por finalizado el procedimiento.	1 día	Asesor de la Dirección General en Asuntos de Topografía
2	☹ Realizar análisis técnico	Analizar la actividad a realizar según la solicitud y se determina la gestión a ejecutar (cruce de información geográfica, levantamiento, plano, concepto técnico, redacción técnica de linderos, búsqueda de información, entre otros). Se determina la necesidad o no de comisión de campo, de existir necesidad de comisión de campo se realizará la tarea No. 3. Si no necesita comisión de campo se pasa a la tarea No. 10	5 días	Profesional de a Dirección Acceso a Tierras Asesor de la Dirección General en Asuntos de Topografía
3	Planear la comisión de campo	Planear la comisión o levantamiento en la siguiente etapa se establece: a) El objeto que tendrá la comisión de campo b) Tiempo de ejecución del levantamiento c) Desplazamientos a realizar por el equipo de trabajo d) Definición de costos de transporte e) Comunicación con las partes interesadas	5 días	Profesional de a Dirección Acceso a Tierras
4	Incorporar información en aplicativo ULISES	Ingresar la siguiente información en el aplicativo ULISES: a) Objeto de la comisión realizada a través de mail b) Se digita las fechas establecidas en la que se ejecutará la comisión o levantamiento c) Lugares de ejecución de la comisión o levantamiento d) Logística (pasajes, costos, entre otros) El Director de Acceso a Tierras autoriza la comisión.	1 día	Profesional de a Dirección Acceso a Tierras Director de Acceso a Tierras

5	Iniciar levantamiento topográfico en campo	Realizar el levantamiento topográfico de acuerdo el documento establecido y el expediente su ministrado. ACCTI-G-001 PARÁMETROS TÉCNICOS MÍNIMOS DE EQUIPOS PARA LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS ACCTI-G-002 ACTIVIDADES DE CAMPO ACCTI-G-003 REPLANTEO TOPOGRÁFICO ACCTI-F-086 FORMA ACTA DE COLINDANCIA ACCTI-F-087 FORMA HOJA DE CAMPO PARA OBSERVACIONES CON GPS ACCTI-F-088 FORMA DESCRIPCIÓN PUNTO TOPOGRÁFICO GPS ACCTI-F-089 FORMA HOJA DE VIDA EQUIPOS ACCTI-F-092 FORMA LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO ACCTI-I-004 INSTRUCTIVO LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS	15 días	Profesional de a Dirección Acceso a Tierras
6	cargar información de datos ordenados y proces	Incorporar el sistema los ajustes de coordenadas, la precisión del proyecto, identificación de puntos y etc.	5 días	Profesional de a Dirección Acceso a Tierras
7	Representar en plano	Plasmar la realidad del campo a partir de formas vectoriales, puntos, líneas y polígonos.	3 días	Asesor de la Dirección General en Asuntos de Topografía
8	Generar informe de levantamiento	Dar a conocer al coordinador el informe de la comisión o el levantamiento realizado y que será dado al conocer al solicitante. El coordinador genera retroalimentación con el profesional. ACCTI-F-085 FORMA INFORME LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ACCTI-F-088 FORMA HOJA DE VIDA EQUIPOS ACCTI-G-004 TRANSFORMAR ARCHIVOS ACCTI-F-091 FORMA CRUCE DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA ACCTI-F-093 FORMA REDACCIÓN TÉCNICA DE LINDEROS	10 días	Asesor de la Dirección General en Asuntos de Topografía
9	Almacenar información y/o datos y dar respuesta a la solicitud	Almacenar información geográfica será almacenada en el repositorio de la entidad cuando exista lugar a ello y se da respuesta a la solicitud del área	1 día	Asesor de la Dirección General en Asuntos de Topografía
10	Ejecutar actividad determinada	Ejecutar actividad determinada de acuerdo al análisis realizado en la tarea No. 2 como producto se puede obtener: documento técnico o plano o archivo shape o GDB.	30 días	Profesional de a Dirección Acceso a Tierras
11	Revisar Producto y remitir al solicitante	Revisar Producto que cumpla con todos los requisitos establecidos. Remitir al área solicitante el producto obtenido (documento o plano o archivo shape o GDB)	2 días	Asesor de la Dirección General en Asuntos de Topografía Profesional de a Dirección Acceso a Tierras

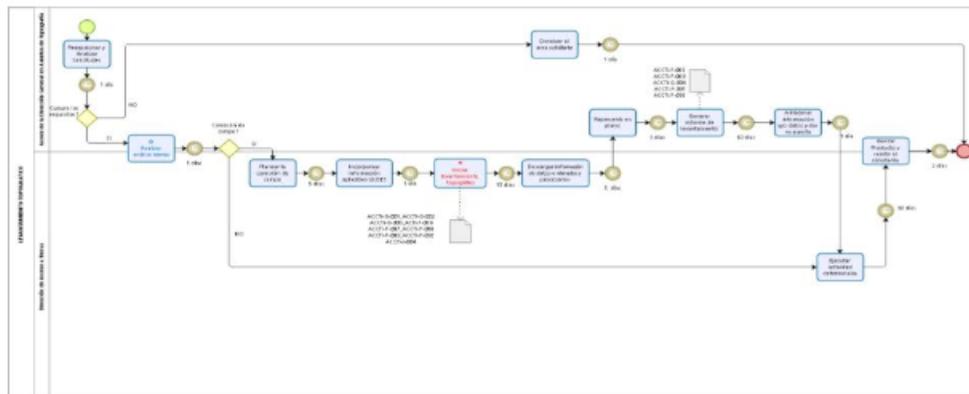
5. NORMATIVIDAD APLICABLE

1. Norma técnica Colombiana ISO 9001:2008 "Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos.
2. Norma técnica Colombiana ISO 10012 Sistema de gestión de la medición requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición.
3. Norma técnica Colombiana 1000 Sistema internacional de Unidades.
4. Estándar de precisión 2.1.1 IGAC
5. Acuerdo 180 de 2009

6. DOCUMENTOS ASOCIADOS

- ACCTI-F-085 FORMA INFORME LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
 ACCTI-F-088 FORMA ACTA DE COLINDANCIA
 ACCTI-F-087 FORMA HOJA DE CAMPO PARA OBSERVACIONES CON GPS
 ACCTI-F-088 FORMA DESCRIPCIÓN PUNTO TOPOGRÁFICO GPS
 ACCTI-F-089 FORMA HOJA DE VIDA EQUIPOS
 ACCTI-F-091 FORMA CRUCE DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
 ACCTI-F-092 FORMA LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO
 ACCTI-F-093 FORMA REDACCIÓN TÉCNICA DE LINDEROS
 ACCTI-G-001 PARÁMETROS TÉCNICOS MÍNIMOS DE EQUIPOS PARA LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS
 ACCTI-G-002 ACTIVIDADES DE CAMPO
 ACCTI-G-003 REPLANTEO TOPOGRÁFICO
 ACCTI-G-004 TRANSFORMAR ARCHIVOS
 ACCTI-I-004 INSTRUCTIVO LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS

7. DIAGRAMA DE FLUJO



ELABORÓ	Nelson Bohorquez	REVISÓ	Rafael Enrique Hurtado Camacho	APROBÓ	Javier Andrés Flórez Henao
CARGO	Contratista	CARGO	Experto código G3, grado 8 Asesor Dirección General	CARGO	Director
FIRMA	ORIGINAL FIRMADO	FIRMA	ORIGINAL FIRMADO	FIRMA	ORIGINAL FIRMADO
FECHA	13-mar.-18	FECHA	13-mar.-18	FECHA	13-mar.-18



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
AGENCIA NACIONAL DE TIERRAS
GOBIERNO DE COLOMBIA

La copia, impresión o descarga de este documento se considera COPIA NO CONTROLADA y por lo tanto no se garantiza su vigencia.
La única COPIA CONTROLADA se encuentra disponible y publicada en la página Intranet de la Agencia Nacional de Tierras.

INTI-F-002 Versión 2 31-ene.-18

	GUIA	TRANSFORMAR ARCHIVOS *.pdf a *.shape (shp)	CÓDIGO	ACCTI-G-004
	PROCEDIMIENTO	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	VERSIÓN	1
	PROCESO	ACCESO A LA PROPIEDAD DE LA TIERRA Y LOS TERRITORIOS	FECHA	01- Mar-18

Cuando el archivo del plano de un levantamiento topográfico se encuentre en formato *.pdf y no en archivo digital (*.dxf; *.dwg; *.shp) se procede a:

1. Ubicar el predio a nivel departamental, municipal y veredal
2. Identificar origen de coordenadas en donde se encuentra ubicado el predio
3. Desplegar el software geográfico para captura de la información de las coordenadas consignado en el plano análogo. Digitalizar las coordenadas para conformar el polígono:
4. Conformar el polígono correspondiente con las coordenadas digitalizadas:
5. El Polígono que se genera y se entrega en formato *.shp, acompañado de la siguiente información: departamento, municipio, vereda, nombre del predio, propietario, área, origen cartográfico y profesional responsable que realiza el procedimiento con número de matrícula profesional.

HISTORIAL DE CAMBIOS		
Fecha	Versión	Descripción
01-Mar-2018	01	Primera versión del documento.

Elaboró: Nelson Bohórquez	Revisó: Cristian Mora Cortes	Aprobó: Rafael Enrique Hurtado Camacho
Cargo: Contratista	Cargo: Contratista	Cargo: Experto código G3, grado 8 Asesor Dirección General
Firma: ORIGINAL FIRMADO	Firma: ORIGINAL FIRMADO	Firma: ORIGINAL FIRMADO

La copia, impresión o descarga de este documento se considera COPIA NO CONTROLADA y por lo tanto no se garantiza su vigencia.

La única COPIA CONTROLADA se encuentra disponible y publicada en la página Intranet de la Agencia Nacional de Tierras.

Anexo B. Modelo de datos.

El documento fue parte de las exigencias solicitadas por grupo SIT para validación de la GDB.

FICHA TÉCNICA PARA LA RECEPCIÓN DE DATOS POR PARTE DE LA DAT (TOPOGRAFÍA Y GEOGRAFÍA) "COLINDANTES"				
Campo	Tipo Dato	Longitud	Descripción	Valores
ID_LEVANTAMIENTO	TEXTO	50	codigo asignado por el area de topografia para relacionar las coberturas con el lindero del predio (Cod Parcelacion (Año Ltvo (2)_Dpto (2)_Mpio(3)_REALIZO(02)*(ANT_01, UGT_02, OPERADORES_03)", Ltvo(3)_#de Parcelas(3)) / cod_SIRA / Cod EDP)	180502501001045 P-NAR-123 B20175588923210
COLINDANTES	TEXTO	200	se debe colocar el nombre del respectivo colindante con los vertices que corresponden	Juan Camilo (1 al 5) ó Carlos perez (Del 1 al 6)
DIST_COLINDANTES	TEXTO	10	Se debe colocar la distancia en metros entre cada vertice	10,223 m
SHAPE	GEOMETRY		Campo donde se almacena la geometria	polygon

FICHA TÉCNICA PARA LA RECEPCIÓN DE DATOS POR PARTE DE LA DAT (TOPOGRAFÍA Y GEOGRAFÍA) "AREA_PROTECCION"				
Campo	Tipo Dato	Longitud	Descripción	Valores
OBJECTID	INTEGER			
ID_LEVANTAMIENTO	TEXTO	50	codigo asignado por el area de topografia para relacionar las coberturas con el lindero del predio (Cod Parcelacion (Año Ltvo (2)_Dpto (2)_Mpio(3)_REALIZO(02)*(ANT_01, UGT_02, OPERADORES_03)", Ltvo(3)_#de Parcelas(3)) / cod_SIRA / Cod EDP)	180502501001045
DESCRIPCION	TEXTO	50	Se describe el area de proteccion a la que pertenece	Ronda hidraulica, Zona de proteccion, Etc
AREA (HA)	TEXTO	10	Valor calculado del area de proteccion en hectareas	25,4589 ha
SHAPE	GEOMETRY		Campo donde se almacena la geometria	polygon

FICHA TÉCNICA PARA LA RECEPCIÓN DE DATOS POR PARTE DE LA DAT (TOPOGRAFÍA Y GEOGRAFÍA) "COBERTURA_LEV_TOPOGRAFICO"				
Campo	Tipo Dato	Longitud	Descripción	Valores
OBJECTID	INTEGER			
ID_LEVANTAMIENTO	TEXTO	50	codigo asignado por el area de topografia para relacionar las coberturas con el lindero del predio (Cod Parcelacion (Año Ltvo (2)_Dpto (2)_Mpio(3)_REALIZO(02)*(ANT_01, UGT_02, OPERADORES_03)", Ltvo(3)_#de Parcelas(3)) / cod_SIRA / Cod EDP)	180502501001045
NIVEL1_COBERTURA	TEXTO	4	dominio (Dom_CateCober), la informacion que se emplea proviene de el nivel 1 de la metodologia corine land cover	1 al 5
NIVEL2_COBERTURA	TEXTO	4	dominio (Dom_SubcateCober), la informacion que se emplea proviene de el nivel 2 de la metodologia corine land cover	1 al 13
NIVEL3_COBERTURA	TEXTO	3	dominio (Dom_Clas_Cober), la informacion que se emplea proviene de el nivel 3 de la metodologia corine land cover	1 al 49
NIVEL4_COBERTURA	TEXTO	6	dominio (Dom_Subclas_Cober), la informacion que se emplea proviene de el nivel 4 de la metodologia corine land cover	1 al 74
NIVEL5_COBERTURA	TEXTO	6	dominio (Dom_Nivel5_Cober), la informacion que se emplea proviene de el nivel 5 de la metodologia corine land cover	1 al 14
NIVEL6_COBERTURA	TEXTO	6	dominio (Dom_Nivel6_Cober), la informacion que se emplea proviene de el nivel 6 de la metodologia corine land cover	1 al 10
DESCRIPCION	TEXTO	50	Se describe la cobertura para representar en la tabla de convenciones para la salida grafica	café, Pastos, ETC (valores según el nivel de cobertura)
USO_ACTUAL	TEXTO	10	dominio (Dom_Uso), la informacion que se emplea proviene de el nivel 6 de la metodologia corine land cover	1 al 5
ESCALA	TEXTO	3	dominio (Dom_Escalas), la informacion corresponde a las escalas convencionales para cartografia	1:2500
FUENTE	TEXTO	20	Se describe la fuente donde se tomo la informacion para realizar las coberturas	IGAC, ANT
AREA (HA)	TEXTO	10	Valor calculado del area de proteccion en hectareas	25,4589 ha
SHAPE	GEOMETRY		Campo donde se almacena la geometria	polygon

FICHA TECNICA PARA LA RECEPCION DE DATOS POR PARTE DE LA DAT (TOPOGRAFIA Y GEOGRAFIA) "CERCAS"

Campo	Tipo Dato	Longitud	Descripción	Valores
OBJECTID	INTEGER			
ID_LEVANTAMIENTO	TEXTO	50	codigo asignado por el area de topografia para relacionar las coberturas con el lindero del predio (Cod Parcelacion (Año Lvto (2)_Dpto (2)_Mpio(3)_REALIZO(02)"(ANT_01, UGT_02, OPERADORES_03)", Lvto(3)_#de Parcelas(3)) / cod_SIRA / Cod EDP)	180502501001045
DESCRIPCION	TEXTO	50	Se describe el tipo de cerca	cerca de alambre
SHAPE	GEOMETRY		Campo donde se almacena la geometria	line

FICHA TECNICA PARA LA RECEPCION DE DATOS POR PARTE DE LA DAT (TOPOGRAFIA Y GEOGRAFIA) "CONSTRUCCION"

Campo	Tipo Dato	Longitud	Descripción	Valores
OBJECTID	INTEGER			
ID_LEVANTAMIENTO	TEXTO	50	codigo asignado por el area de topografia para relacionar las coberturas con el lindero del predio (Cod Parcelacion (Año Lvto (2)_Dpto (2)_Mpio(3)_REALIZO(02)"(ANT_01, UGT_02, OPERADORES_03)", Lvto(3)_#de Parcelas(3)) / cod_SIRA / Cod EDP)	180502501001045
DESCRIPCION	TEXTO	50	Se describe el tipo de Construccion	Casa
AREA_(HA)	TEXTO	10	Valor calculado del area de proteccion en hectareas	0,0589 ha
SHAPE	GEOMETRY		Campo donde se almacena la geometria	polygon

FICHA TECNICA PARA LA RECEPCION DE DATOS POR PARTE DE LA DAT (TOPOGRAFIA Y GEOGRAFIA) "REDES"

Campo	Tipo Dato	Longitud	Descripción	Valores
OBJECTID	INTEGER			
ID_LEVANTAMIENTO	TEXTO	50	codigo asignado por el area de topografia para relacionar las coberturas con el lindero del predio (Cod Parcelacion (Año Lvto (2)_Dpto (2)_Mpio(3)_REALIZO(02)"(ANT_01, UGT_02, OPERADORES_03)", Lvto(3)_#de Parcelas(3)) / cod_SIRA / Cod EDP)	180502501001045
DESCRIPCION	TEXTO	50	Se describe el tipo de Red (Redes Electricas, Red Hidraulica, ETC.)	Linea alta tension
SHAPE	GEOMETRY		Campo donde se almacena la geometria	Line

FICHA TECNICA PARA LA RECEPCION DE DATOS POR PARTE DE LA DAT (TOPOGRAFIA Y GEOGRAFIA) "VIAS"

Campo	Tipo Dato	Longitud	Descripción	Valores
OBJECTID	INTEGER			
ID_LEVANTAMIENTO	TEXTO	50	codigo asignado por el area de topografia para relacionar las coberturas con el lindero del predio (Cod Parcelacion (Año Lvto (2)_Dpto (2)_Mpio(3)_REALIZO(02)"(ANT_01, UGT_02, OPERADORES_03)", Lvto(3)_#de Parcelas(3)) / cod_SIRA / Cod EDP)	180502501001045
DESCRIPCION	TEXTO	50	Se describe el tipo de via (Camino sendero, avenida, etc)	Camino Real
SHAPE	GEOMETRY		Campo donde se almacena la geometria	Line

Anexo C. Salidas gráficas

La información estadística y mapa de las presentaciones se realizaron con los datos consignados en la Geodatabase, en la primera diapositiva se presenta los resultados de topografía en 2018 y en la segunda los de 2017. Presentación avances topografía ANT.



Compra Directa

5 Levantamientos
734 Ha + **7124**m²
72 Parcelaciones
397 Ha + **3585**m²
8 Cruces F-091
211 Propuesta de parcelaciones
1108 Ha+**2071** m²
6 Concepto tecnico
(Unidades Fisiograficas)

La Guajira
5 Concepto Tecnico
(Unidades Fisiograficas)

Córdoba
72 Parcelaciones
397 ha + 3585m²
211 Propuestas de Parcelaciones
1108 ha +2071 m²
8 Cruces F-091

Nariño
2 levantamientos
265 ha + 3915 m²

Cauca
3 levantamientos
469 ha + 3209 m²

Meta
1 Concepto Tecnico
(Unidades Fisiograficas)