

ACERCA DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)*

RESUMEN: En el presente artículo, se hace una breve descripción de lo que es un GPS, cuales son los principios de su funcionamiento y sus aplicaciones básicas, enfatizando en el área de la Geografía. Se describen aplicaciones utilizadas por varias instituciones y empresas privadas en Colombia, y se definen algunos proyectos de investigación que se están llevando a cabo. El proyecto de retroceso de Glaciales en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Medio Ambiente (IDEAM), el proyecto CASA en el Instituto Colombiano Geológico y Minero (INGEOMINAS), el proyecto SIRGAS en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el proyecto de CINEMÁTICA en la empresa privada GEOVIAL, son algunas de las mayores aplicaciones que ha tenido el GPS en Colombia. Instituciones tales como CATASTRO DISTRITAL, El Departamento Nacional de Estadística (DANE), La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), La Secretaría de Salud, El DIMAR, El Instituto Colombiano de Antropología (ICAN) y la Universidad Nacional de Colombia, también han desarrollado proyectos utilizando el GPS. Palabras Clave: GPS, GPS Diferencial, SIRGAS, CASA, Cinemática, GPS Colombia.

1. Generalidades del GPS

El Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema de radionavegación desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD) para uso militar y civil, basado en 24 satélites que se encuentran orbitando la Tierra a una altura promedio aproximada de 20.200 Km, con un ángulo de inclinación de 55° y un periodo de 12 horas. Estos satélites actúan como puntos de referencia porque sus órbitas se conocen con gran exactitud, debido a que son constantemente monitoreadas desde estaciones

* Este artículo ha sido realizado por un grupo de estudiantes de Primer Semestre del Departamento de Geografía: Alexandro Banda, William Barrera, Oscar Cuevas, José Garzón, Amelia Gómez, Janeth González, Julieta Martínez, Norma Mendoza, Luis Berneth Peña e Ivan Sarmiento, bajo la dirección de la profesora Susana Barrera Lobatón.

localizadas en Tierra cuya estación principal se encuentra en la Base aérea Falcon en Colorado. Las coordenadas de esta estación en un principio fueron referidas al sistema geodésico mundial 1972 (WGS-72) pero desde 1987 están referidas al sistema WGS-84.

Midiendo el tiempo de viaje de las señales transmitidas por los satélites, un receptor puede determinar su distancia con respecto a cada satélite. Conociendo la distancia a cuatro satélites y utilizando métodos de triangulación, los receptores pueden calcular las coordenadas o posición de un punto: Latitud, longitud y altura, de una línea (conjunto de coordenadas) o de un área. Los mejores receptores pueden localizar puntos a una precisión de unos pocos milímetros.

Aunque un equipo de GPS puede ser muy simple; está compuesto por cuatro elementos principales: Una antena, un receptor, un computador y los aditamentos de entrada y salida de información. La forma en que están configurados los GPS también varía, determinando así ciertas aplicaciones y manejando de diferente manera las interferencias, produciendo entonces datos con distintos grados de precisión. Todas las configuraciones deben ser capaces de seleccionar satélites, adquirir señales, realizar seguimientos, medir y recolectar datos.

Los principios básicos del funcionamiento del GPS, pueden resumirse en cinco: a) El cálculo de coordenadas se basa en la triangulación; b) Para triangular, el GPS mide distancias utilizando el tiempo de viaje de ondas de radio (velocidad de la luz) que vienen codificadas¹ de tal manera que aunque se estén enviando constantemente, puede conocerse el tiempo que tardó una determinada onda en salir del satélite y llegar al receptor; c) Para medir el tiempo de viaje, los GPS requieren relojes muy precisos (atómicos), los cuales se encuentran en los satélites y no en los receptores debido a su elevado costo para lo cual existen técnicas

¹ Código Semi-Aleatorio.

Acerca del sistema de posicionamiento global (GPS)

matemáticas² que corrigen las imprecisiones en tiempo; d) Una vez se conoce la distancia al satélite es necesario saber en donde se encuentra el satélite en el espacio. Según su posición en el momento de observación, la medida puede ser más o menos exacta³ y e) Las señales captadas por el GPS sufren retrasos en la troposfera y la ionosfera; puede haber ruido en el receptor y problemas de reflexión de las ondas provenientes del satélite.

Existen dos formas de código pseudo-aleatorio: El código C/A⁴ (Adquisición gruesa) que está disponible a cualquier persona y el código de precisión P⁵ utilizado únicamente por los militares. Inicialmente estos códigos fueron desarrollados para impedir señales muy precisas a cualquier persona, sin embargo actualmente se ha comprobado que no existe ninguna diferencia en precisión entre ellos.

El DoD, utiliza un modo operativo denominado S/A⁶ (Disponibilidad selectiva) el cual es un método para crear un error significativo en el reloj de los satélites. Cuando este método se emplea causa el mayor error en los GPS.

La precisión de un GPS está determinada por la suma de varias fuentes de error. La contribución de cada fuente, puede variar dependiendo de las condiciones atmosféricas y de las condiciones del equipo. Sin embargo, si existe un GPS receptor localizado en una posición con coordenadas conocidas, es posible determinar cuales son los errores de los datos enviados por los satélites y enviar esta información a los otros GPS, para así corregir los datos. Este

² Dependiendo del GPS utilizado, estas operaciones serán realizadas por el software incluido en el GPS.

³ Dependiendo de el GPS utilizado, este error también puede ser corregido por el software incluido en el GPS.

⁴ C/A Code acquisition.

⁵ P Precision Code.

⁶ La señal S/A, (Selective Availability) ha sido diseñada por el DoD para impedir que en tiempos bélicos esta tecnología sea utilizada estratégicamente por el enemigo.

tipo de GPS, se denomina GPS Diferencial. La Tabla 1.1 Muestra los errores típicos de los GPS.

Tabla 1.1 Típicos Errores en los GPS.

Tipo de Error	GPS Standard (m)	GPS Diferencial (m)
Reloj de los satélites	1.5	0
Error de las órbitas	2.5	0
Error Ionosfera	5.0	0.4
Error Troposfera	0.5	0.2
Ruido del Receptor	0.3	0.3
Reflexiones en la recepción	0.6	0.6
S/A	30.0	0
Precisión típica de una posición		
Horizontal	50	1.3**
Vertical	78	2
3-D	93	2.8

** Pueden producirse precisiones mayores.

2. Aplicaciones Generales del GPS

Aunque inicialmente el GPS fue creado con fines de estrategia militar, su uso se ha generalizado en muchos otros campos, debido a la precisión de sus mediciones. Si bien su función es determinar las coordenadas X,Y,Z de uno o varios puntos, sus aplicaciones dependerán del grado de precisión del GPS y de los métodos utilizados para realizar las mediciones. Los GPS además dependiendo de sus características pueden poseer un módulo de interfase con el computador, permitiendo introducir información directamente a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), de tal manera que la localización de puntos de muestreo, la definición de límites entre unidades o la actualización de cartografía, entre otros,

Acerca del sistema de posicionamiento global (GPS)

pueden realizarse directamente en el computador con los datos traídos de campo.

Asimismo los GPS se han utilizado como complemento a otros instrumentos de medición, mejorando así sus capacidades. Se han probado por ejemplo en aviones, como reemplazo de los pilotos automáticos o se han utilizado para supervisar la localización de automóviles, o para definir rutas óptimas de desplazamiento. Cuando los GPS cumplen la función de trazar rutas, o líneas se conocen como navegadores.

Las coordenadas dadas por los GPS, pueden también ser utilizadas para determinar áreas, acompañadas de métodos de triangulación o los métodos tradicionales utilizados en topografía, para medir el desplazamiento de las placas tectónicas y localizar afloramientos rocosos, para determinar con precisión la dirección y velocidad de los vientos, en cooperación con radiosondas que determinan las condiciones de la atmósfera, para hacer seguimientos de migraciones y desarrollo de especies, para medir el retroceso de los glaciales, entre otros.

Las empresas de ingeniería, telecomunicaciones, instalación de gas, acueducto y energía, lo están utilizando para elaborar y actualizar la cartografía requerida en cada actividad; asimismo para la ubicación y posicionamiento de pozos petroleros, sitios arqueológicos o asentamientos humanos, entre otros.

Las aplicaciones del GPS en ciertas áreas, no están aún bien definidas y se encuentran en proceso de investigación. En el área de la meteorología, por ejemplo con la aparición del GPS, el proyecto OMEGA, creado en 1964, el cual consiste en el establecimiento de una red de radiosondas con base en 8 estaciones localizadas en distintos lugares del mundo debe terminar hacia el año 2005, aunque las ventajas del GPS en este campo, no estén aún bien definidas. En la actualidad, el proyecto se encuentra en discusión, entre los investigadores del mismo y el gobierno de los EE.UU.

3. Aplicaciones específicas del GPS en Colombia

En Colombia, los GPS se han venido utilizando con diferentes fines, tanto en el sector gubernamental como en el sector privado, dando muy buenos resultados y aumentando la efectividad en muchos procesos que anteriormente eran demasiado costosos y dispendiosos. Sin embargo, en algunas instituciones, el trabajo con GPS, se encuentra empezando, pero en general hay muchas expectativas frente a su utilización.

3.1 Aplicaciones en Geografía Física: “Proyecto Alta Montaña”.

El proyecto de alta montaña fue concebido en 1988 por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), pero por disposiciones establecidas por la ley 99/93 fue trasladado al IDEAM. En la actualidad el Departamento de Geografía de la Universidad Nacional se encuentra participando en el mismo.

Este proyecto consiste en medir el retroceso de las lenguas glaciares y calcular el volumen de las mismas. En un principio, las mediciones se tomaban manualmente con una cinta teniendo como referencia algunos sitios marcados tales como rocas grandes; posteriormente en otra visita, se media desde ese sitio el retroceso de la lengua glacial.

El trabajo con GPS, comenzó hace muy poco tiempo y por esto es de carácter experimental. Actualmente el IDEAM está utilizando un GPS geodésico marca *Sokkia Spectrum* que tiene la ventaja de ser uno de los más precisos en la actualidad. Las mediciones hechas hasta la fecha han demostrado que el error en lo que se refiere a Latitud y Longitud es el orden de algunos metros, pero en la Altura ha demostrado ser menos exacto. Por esta razón los investigadores se vieron en la necesidad de utilizar un Altimetro para corregir estos errores, aunque los datos proporcionados por este siguen siendo aún muy imprecisos.

Acerca del sistema de posicionamiento global (GPS)

Este proyecto abarca seis (6) nevados de nuestro país : La Sierra Nevada de Santa Marta, los volcanes nevados del Ruiz, Santa Isabel, Tolima, Huila y la Sierra Nevada del Cocuy. Se ha podido concluir que los glaciales en promedio están retrocediendo su límite aproximadamente 10 metros cada año (Florez, 1988). El cálculo de los volúmenes continua siendo un inconveniente debido al error en la medición de alturas.

3.2 Aplicaciones en Cartografía

3.2.1 El Proyecto:Sistema de Referencia Geocéntrica para América del Sur (SIRGAS).

El proyecto SIRGAS se inició en el mes de octubre de 1993, en conjunto por la Asociación Internacional de Geodesia (AIG), la Agencia Cartográfica de Defensa (DMA) y el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) .

Su objetivo es la definición de un sistema de referencia y la unificación de un Datum Geocéntrico único para toda América del Sur. El proyecto contempla la creación de una red suramericana de puntos observados con GPS, estableciéndose tentativamente un número de 48 puntos distribuidos en todos los países suramericanos.

Para el establecimiento de la red, cada país debe contar con cierto número de estaciones, localizadas en sitios estratégicos. La localización de estos puntos de coordenadas de alta precisión GPS, fue determinada durante 1993 en una reunión de Directores de Institutos Geográficos Suramericanos (DIGSA).

Lo ideal sería que ningún punto del país, en su parte continental, esté a una distancia mayor de 500 Km de alguna de las estaciones. Además, deben cumplir con requisitos como:

- Tener un horizonte libre de 360°, con un ángulo mínimo de elevación de 15°.

- Que no exista a menos de 300m fuentes emisoras o retransmisoras de radiofrecuencia que puedan interferir u obstruir la recepción de la señal.
- Que tenga a no más de 30 m. De la ubicación de la antena, un local para el resguardo y operación del equipo.

Actualmente, Argentina cuenta con 6 puntos, Brasil con 10 y Bolivia y Chile con 4. Por su parte, Colombia cuenta con 5 estaciones ubicadas en Santafé de Bogotá, Cartagena, Leticia Pasto y Puerto Carreño, y para este año se espera tener la definición del Datum Horizontal, que se ha dificultado debido a las condiciones topográficas del territorio, esto con el fin de facilitar la conexión entre las redes de puntos de GPS ya existentes.

3.2.2 Aplicación en la ejecución de vuelos con fines fotogramétricos: Cinemática.

Este proyecto fue realizado por GEOVIAL⁷.

Tradicionalmente, para la adquisición de las fotografías aéreas para el fotocontrol, orientación y para la fototriangulación, se han venido utilizando, tanto a nivel nacional como internacional, métodos o técnicas muy dispendiosas que requieren gran cantidad de tiempo, instrumental y personal en campo y en laboratorio. La aplicación del GPS en el área de la fotogrametría, y en general en todo el proceso de ejecución de vuelos fotogramétricos, ha contribuido enormemente al mejoramiento de los procedimientos antes mencionados haciéndolos mas precisos y, sobre todo, mas ágiles.

Aunque el GPS se ha venido utilizando de tiempo atrás en fotogrametría, solo se aplicaba en el momento de hacer la medición de los puntos de fotocontrol en campo y como establecimiento de los puntos de la red Geodésica. Ahora, gracias a una técnica llamada

⁷ Empresa Privada de Fotogrametría.

Acerca del sistema de posicionamiento global (GPS)

CINEMÁTICA, el GPS es una herramienta importantísima, presente en la mayoría de las labores del proceso cartográfico.

La técnica Cinemática de adquisición de fotografías aéreas es un método bastante joven. El primer proyecto en el mundo en el que se usó esta técnica tuvo lugar en los Llanos Orientales colombianos en el año de 1994. Con este método se usa un GPS Diferencial y un GPS Navegador. El primero se encuentra en tierra sobre un punto geodésico, es decir, un punto con coordenadas conocidas con toda precisión; el segundo GPS se encuentra en el avión haciendo la lectura de la posición del foco de la cámara. En el avión hay un computador que previamente ha sido programado para tomar las fotografías a un intervalo de tiempo determinado, a una escala preestablecida. En el momento de toma de las fotografías, los GPS reciben una señal que indica las posiciones de cada uno de ellos.

Los resultados arrojados por los GPS son comparados y ajustados en un software que realiza los cálculos necesarios para precisar la posición del foco de la cámara en el instante preciso de la toma fotográfica. Conociendo la posición precisa de la cámara, pueden verse mejor los errores de vuelo. Por ejemplo la deriva del avión con respecto a la línea de vuelo. Además pueden determinarse con mayor exactitud la escala y la altura de cada una de las fotografías y así tener mayor precisión en las coordenadas de los puntos en el terreno.

Ya que la adquisición de los datos se hace computarizadamente la formación del modelo y la determinación de las coordenadas se lleva a cabo de forma analítica, es decir, por medio de un software.

Los resultados de La Cinemática son muy satisfactorios; por ejemplo; a una escala 1:40,000 el margen de error en la determinación de la posición de la cámara no supera los 15 cm y el margen de error para un punto de control de campo no sobrepasa los 10 cm horizontalmente y los 25 cm verticalmente. A escalas mucho más grandes la precisión es mucho mayor.

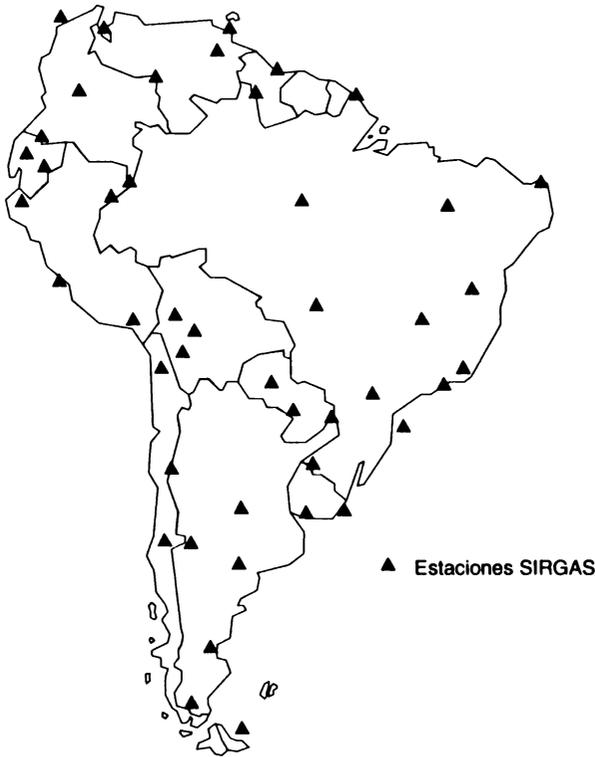


Figura 1. Estaciones de la red SIRGAS

3.2.3 Aplicaciones en el proceso cartográfico

Las aplicaciones del GPS en el proceso cartográfico son fundamentales, y han ayudado a agilizar procedimientos que anteriormente eran muy costosos y requerían mucho tiempo de trabajo de campo. Actualmente el GPS es la base de los trabajos de Geodesia, ayudando en la determinación de coordenadas, puntos de fotocontrol, puntos de apoyo y el cálculo de los puntos de aerotriangulación.

Acerca del sistema de posicionamiento global (GPS)

Los equipos vienen con los estándares de precisión, que garantizan mediciones efectivas en el proceso cartográfico. Para coordenadas horizontales el error es de 5 mm mas una parte por 1.000.000; y para coordenadas verticales es el doble mas una parte por millón.

El GPS en el IGAC, básicamente se utiliza para trabajos de fotocontrol y para el establecimiento de la red geodésica. El equipo utilizado es de origen suizo, marca LEICA, el cual ha producido muy buenos resultados y cuyos únicos problemas se han presentado por el descentraje del aparato. Los datos tomados por el GPS son compilados en un paquete llamado SKI que significa Static Climatic Software, el cual está en funcionamiento desde 1993. Sin embargo, se ha trabajado con GPS en Colombia desde 1987 con equipos de la NASA, en proyectos en los que el IGAC presta colaboración.

3.2.4 Aplicaciones en el Departamento Nacional de Estadística DANE.

A partir de 1992, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, implantó el sistema de GPS para la producción de su cartografía. Con este fin se instalaron 4 estaciones denominadas “comunitarias” las cuales se encuentran localizadas en las ciudades de Santafé de Bogotá, Cali, Barranquilla y Mitú. Por medio de estas estaciones y un móvil se realiza la triangulación y la georreferenciación.

La precisión del GPS es de 5 m, la cual es aceptada en la parte rural ya que se trabaja con escalas 1 :25.000 y en la parte urbana, se realizan los levantamientos con cinta y brújula.

El procedimiento para georreferenciar localidades consiste en definir un perímetro virtual de localidad, teniendo en cuenta que en lo posible dicho perímetro coincida con los límites del terreno. Si esto se dificulta, el DANE considera que este límite puede tomarse por las culatas de las construcciones que conforman la localidad.

Una vez definida el área hasta donde se extiende la localidad, se toman mínimo cuatro puntos con GPS perfectamente identificables en terreno y en el croquis o mapa. Estos puntos se toman en los extremos de la localidad, ya que así se permite el ajuste de coordenadas y se puede generar la red correspondiente en el sistema. Los puntos sirven también como referencia y punto de partida para el levantamiento de la localidad con brújula y cinta.

El procedimiento para georreferenciar vías consiste en instalar el GPS en un automóvil. Una vez el vehículo inicia el recorrido a lo largo de la vía, el GPS registra la ubicación del automóvil en una unidad de tiempo establecida (pe. cada segundo). Mediante el teclado del receptor se introducen los atributos correspondientes a cada punto.

Después de finalizar el recorrido, en la oficina se utiliza el software del equipo, transformando las coordenadas obtenidas en cada punto a coordenadas planas. Posteriormente esta información, se ubica en la base cartográfica utilizando el Sistema de Información Geográfica SPANS, como herramienta.

Igualmente, se procede para georreferenciar los elementos culturales de importancia y los sitios de interés que no se encuentren en la cartografía.

3.2.5 Aplicaciones en Cartografía de Costas.

Los instrumentos de navegación se fueron desarrollando con base a la ciencia de la oceanografía. Aproximadamente desde la última década la navegación se ha dotado de GPS, como reemplazo del viejo sistema de las constelaciones y brújulas. En Colombia, desde 1994, se puso en marcha el proyecto de cartografía de costas, por medio de la Marina colombiana y a través del CIOH (Centro de Investigaciones Oceanográficas Hidrográficas) de la escuela Naval Almirante Padilla de Cartagena.

Acerca del sistema de posicionamiento global (GPS)

3.2.6 Aplicaciones en Batimetría.

Otro ámbito en el que ha ayudado la tecnología GPS es en el de los levantamientos hidrográficos. Este ha contribuido a mejorar la adquisición de datos y disminuir el tiempo de trabajo, personal y aumentar la precisión de este tipo de trabajos.

La metodología para realizar los levantamientos hidrográficos se asemeja a la empleada en Fotogrametría, es decir, el procedimiento es Cinemático. En este trabajo se usa un GPS en tiempo real que consiste en una estación Diferencial ubicada en un punto de coordenadas conocidas y desde donde se envían las correcciones de la posición del GPS móvil que puede estar a varios kilómetros. “ El receptor móvil va en la embarcación junto con un software para levantamientos hidrográficos, el cual tomará la información de posición del GPS y la información de profundidad prevista por la Ecosonda Digital que se utilice (Mendoza, 1997).

Los resultados son satisfactorios, por ejemplo: el error de posición horizontal está entre 1 metro y 5 cm. Además el manejo de la información se hace mucho más fácil gracias a los paquetes desarrollados con este fin, los cuales permiten obtener los perfiles de levantamiento y tener toda la información tomada en campo en forma Digital para que sea ploteada desde el mismos software o desde cualquier SIG.

Desde 1996, para el río Magdalena se ha venido utilizado esta tecnología, para realizar levantamientos tanto topográficos como batimétricos, ubicando un GPS base en un punto de coordenadas reales conocidas y un GPS móvil en la lancha donde se va a realizar la delimitación. Para el río Magdalena se ha creado una red de puntos GPS, ubicando a lo largo de las orillas puntos fijos, separados entre si 20 Km en promedio. En estos puntos se instalan los GPS fijos para realizar los trabajos cinemáticos. La precisión con que se realizan estos trabajos es del orden de 1 cm en trabajos estáticos y de 30 cm en trabajos cinemáticos (Puccini et al, 1996).

3.3 Aplicaciones en Geología (Proyecto CASA)

El proyecto CASA (Centro América y Sur América) consiste en la determinación relativa del movimiento de las placas tectónicas en la región Norte de los Andes y Suroeste de Centro América. La zona de estudio incluye el área de interacción compleja entre las placas del Caribe, Cocos, Nazca y Sur América (Figura 2).

El marco tectónico de Sur América es único ya que en ninguna otra parte de mundo se encuentra una placa oceánica tan grande que sufra un proceso de subducción bajo una placa continental a lo largo de una zanja de casi 6000 kilómetros de largo. Además la sismicidad se extiende por encima de una amplia área a través de la ancha placa límite entre noroeste de sur América, Centro América y sur oeste del Caribe.

El uso del GPS ha proporcionado medidas directas de desplazamiento debido al movimiento de estas placas y la deformación de interplacas; información básica para entender la mecánica del movimiento. Problemas semejantes a ciclos sísmicos, movimiento a gran escala de placas, deformación de intraplacas o convergencia de márgenes, son estudiados con el GPS, el cual proporciona información de coordenadas, la cual es reunida, comparada y analizada.

El estudio de la zona realizado durante 1988, 1990 y 1991 utiliza la misma estación de GPS con el propósito de hacer comparaciones en la posición de cada sitio, analizando tasas de separación (lineas-base) y obteniendo distintos vectores (magnitud y orientación). A principios de 1994 se usaron simultáneamente los GPS 4000 SSE Trimble y el receptor SNR-8000 Turborogue en Colombia, Ecuador, Costa Rica, Panamá y Venezuela, como parte de la campaña de campo CASA Internacional. De enero 24 a febrero 18 494 estaciones reunieron datos diarios con 37 receptores en 188 sitios localizados en estos 5 países. Muchos de los anteriores sitios del GPS CASA fueron reocupados y 163 nuevas estaciones GPS en

Acerca del sistema de posicionamiento global (GPS)

Colombia, Ecuador y Panamá fueron instaladas, densificando de esta manera la red.

3.4 Aplicaciones en Meteorología.

La Subdirección de Meteorología del IDEAM, a partir de Septiembre del año en curso, reemplazará las antenas Omega que se venían utilizando e instalará en todas las estaciones de radiosonda un GPS diferencial, que permitirá conocer con ayuda de otro GPS localizado en las radiosondas y utilizando la técnica cinemática, la posición de la radiosonda. En la actualidad se están llevando a cabo negociaciones por parte del IDEAM, con el fin de comprar tarjetas especiales (dispositivo electrónico) para ser adaptadas a los equipos ya existentes y empezar a operar el sistema GPS.

3.5 El uso del GPS en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. EAAB.

La EAAB actualmente se encuentra en proceso de adquisición de un GPS. Sin embargo algunas empresas privadas que han sido contratadas por la EAAB, utilizan el GPS, para localización de tuberías, hidrantes y otros accesorios con fines de mantenimiento prevención y supervisión de contratos. Las coordenadas dadas por los GPS, son introducidas en algunos casos dentro del SIG ARCAD, o dentro del paquete de diseño AUTOCAD.

3.6 Aplicaciones del GPS en Antropología.

Durante cuatro años el ICAN ha venido manejando el GPS con diferentes fines, dentro de los que se encuentran la localización de pueblos indígenas, resguardos, rutas indígenas, rutas de colonización y caminos. También en arqueología en lo referente a parques arqueológicos y localización de proyectos de interés: Por ejemplo las rocas con arte rupestre localizadas en la sabana de Bogotá en las piedras de Tunja en Facatativá.

Toda la información dada por el GPS es archivada en el SIG ARC-INFO y procesada, en algunos casos generando modelos digitales de terreno, que tienen gran utilidad para los arqueólogos.

El objetivo final de este trabajo, es su implementación en INTERNET, para que esté disponible para consulta a cualquier persona interesada en la información arqueológica y antropológica de Colombia.

El Instituto posee un sólo GPS que tiene un error estándar de 50 m.

3.7 Uso del GPS en la Secretaría de Salud.

El GPS en la secretaría de salud se utiliza para la ubicación y supervisión de ambulancias utilizando un sistema de comunicaciones llamado TRONKYN el cual es coordinado con un software que permite hasta 5 metros de error. El sistema TRONKYN es un sistema de comunicación actualmente utilizado por celulares.

El sistema coordinado por el GPS y el radioteléfono se le llama AVL y está compuesto por una caja negra y una antena de radio ubicada en el cerro de Mancuy. La caja negra está dentro de la ambulancia y sirve para ser localizada por el GPS. La antena se utiliza para comunicarse con el conductor del vehículo y todos los hospitales y centrales de urgencias del Distrito.

Dentro de las utilidades del producto se encuentran la localización de ambulancias en caso de robo, la supervisión desde la central y si se encuentra en funcionamiento el monitoreo de su velocidad, entre otros.

4. Conclusiones

La implementación del Sistema de Posicionamiento Global GPS, no solamente ha mejorado el análisis de datos sino que también ha contribuido a hacer más económicas las labores geográficas y

Acerca del sistema de posicionamiento global (GPS)

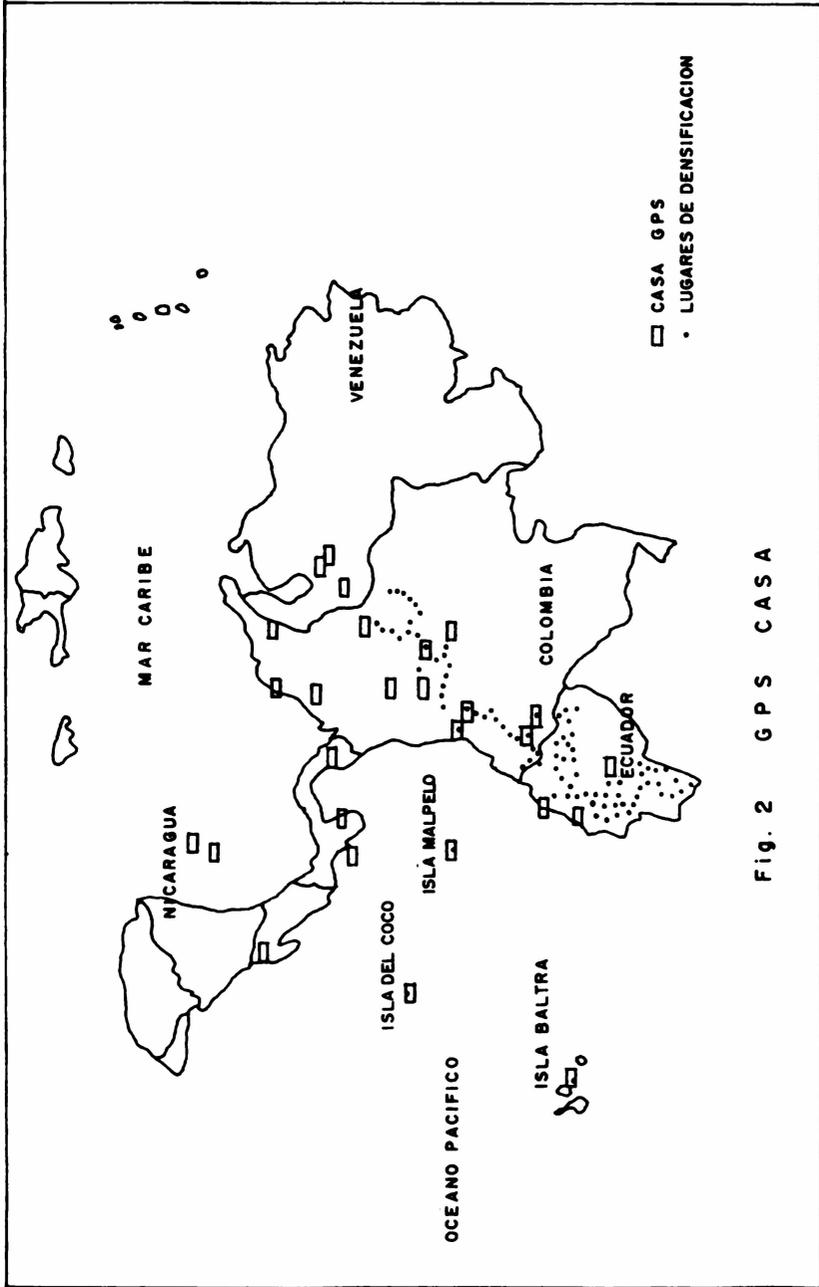


Fig. 2 GPS CASA

cartográficas. Se han reducido las comisiones de campo, el tiempo de elaboración de un proyecto y por tanto se han reducido los costos. Al mismo tiempo el GPS ha ganado prestigio, pues la confiabilidad y precisión de los datos que genera respaldan y aseguran un buen comienzo para cualquier trabajo geográfico.

Las aplicaciones con GPS, son varias y divergen en precisión. Esta precisión está garantizada por el tipo de GPS utilizado, y por el objetivo de las mediciones. La técnica diferencial, ha ayudado a mejorar la precisión de las medidas hechas con GPS, proporcionando mediciones mucho más exactas, utilizando GPS con errores medianos.

La aplicabilidad de los GPS en el área de la cartografía es muy grande, y en la actualidad en el país se están desarrollando varios proyectos con el fin de utilizar al máximo esta herramienta. El proyecto SIRGAS, el proyecto CINEMÁTICA y el re-establecimiento de la red geodésica Nacional constituyen tres de las mayores aplicaciones del GPS en el desarrollo de la cartografía en Colombia.

Se ve clara la necesidad de generar estándares, para poder comparar mediciones realizadas en conjunto por varios países. El proyecto SIRGAS es un ejemplo de esta necesidad, y el proyecto CASA es una aplicación de la misma.

Aunque los GPS demuestran gran utilidad en varias disciplinas, su aplicabilidad aún no está muy clara en ciertas áreas como en la de la Meteorología, en la que el proyecto Omega fue terminado por el gobierno de U.S.A, con el fin de abrir campo a las aplicaciones de GPS aunque aún no se encuentren bien definidas.

Las aplicaciones de la herramienta GPS y sus técnicas de utilización en Colombia, se encuentran en varios campos en un grado avanzado de desarrollo; Sin embargo existen varias instituciones en las que hasta ahora se está viendo su necesidad y utilidad. Es importante reconocer que

Acerca del sistema de posicionamiento global (GPS)

como en todo proceso tecnológico, se requieren varios pasos para la implementación de nuevas tecnologías desde el momento de “percatarse” de la misma y definir sus aplicaciones, hasta el proceso de capacitación y aplicación. En Colombia, la mayoría de instituciones se encuentran en el proceso de capacitación y métodos de aplicación.

Las aplicaciones del GPS en Geografía son varias e involucran varios campos, dentro de los que se encuentran, la localización de poblaciones recónditas no cartografiadas, la delimitación de tierras con fines específicos, la localización de puntos de muestreo o como en el proyecto de alta montaña la medición del retroceso de glaciares, entre otros. En general puede decirse que los GPS como herramienta de trabajo de campo para los geógrafos tienen grandes aplicaciones, y al igual que en otras ciencias facilitan el trabajo, y en muchas ocasiones contribuyen a que sea realizado en menor tiempo y con mayor exactitud. Dentro de las aplicaciones del GPS en campo se encuentran la localización de puntos de muestreo, la comprobación de unidades fotointerpretadas o procesadas en imágenes de satélite, la actualización de cartografía por ejemplo para determinar el área de expansión de una población y sobre todo la facilidad de introducir esta información directamente en un SIG en donde posteriormente podrá ser analizada y preparada como base para la toma de decisiones tanto a nivel local como regional y nacional.

5. Agradecimientos

El grupo de GPS, agradece sinceramente la colaboración a las personas que en cada una de las instituciones contribuyó con la información requerida para la realización del presente artículo. En el IGAC a Rafael Narváez, Alberto González y Cesar Sánchez; en la E.A.A.B a Jairo Sanabria; en el IDEAM a Jorge Luis Ceballos y a Daniel Pavón; en el DIMAR a Pedro Rodríguez, en la Secretaría de Salud a Rodrigo Romero, en GEOVIAL a Walter Niño; en GEONAVASTAR a Guido Castellanos y en general a todas las

personas que contribuyeron de una manera u otra en la realización de este producto.

Referencias bibliográficas

Documentos sobre la reunión de directores de Institutos geográficos Sudamericanos, España y Portugal (1993). Resultados primarios de la implantación de la red GPS en Ecuador.

Documentos sobre la reunión de directores de Institutos geográficos Sudamericanos, España y Portugal, (1993). La Paz - Bolivia.

García Puccini G. & Rodríguez, A. (1996). "Monitoreo al Río Magdalena". En: **Revista Topografía y Construcción**, No. 3, Septiembre de 1996. Págs 37-41.

González, A. (1993). "La Geodesia en Colombia". En: **Revista Cartográfica**. Sociedad Cartográfica de Colombia. Pág. 42-45.

Hurn, J. (1989). **GPS. A guide to Next Utility**. Manual de Instrucción. Trimble Navigation.

Hurn, J. (1993). **Differential GPS Explained**. Manual de Instrucción. Trimble Navigation.

Mendoza, E. (1997). "Ventajas del GPS en levantamientos Hidrográficos". En: **Revista Topografía y construcción**. No 2.

Mora, H. (1995). **Central and South America GPS Geodesy: Relative Plate Motions Determined from 1991 and 1994 measurements in Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá and Venezuela**. Tesis de Maestría. Department of Geological Sciences University of South Carolina.

Acerca del sistema de posicionamiento global (GPS)

Morgan, J. & Loran, M. P, (1994). **Meteorology. The atmosphere and the Science of the Weather.** Mc Millan, College Publisingh Company, New York. 518 p.

Revista Vaisala News, Countdown to Omega Termination Continues. No 142, p 12-14. (1997).

Vaisala, publicidad, (1997). “Radiosonda con GPS para la medición de viento”. En: **Boletín de la Organización meteorológica mundial.** Vol 45, No 1. Pág 11.