



Title: Red geodesica de alta precision para la optimizacion de la modelacion matematica del Rio Cauca. (Report)

Pub: *Ingeniería de Recursos Naturales*

Detail: Mary Loly Bastidas Alzate, Jorge Cárdenas Ávila, Carlos Ramírez and José Luis García. 1. (Jan 2004): p50(6). (3016 words)

Abstract:

Con el fin de optimizar el modelo matemático del Río Cauca en el tramo Salvajina--La Virginia, implementado durante la primera fase del estudio de caracterización y modelación del Río Cauca, se diseñó y construyó una red geodésica de alta precisión en este tramo. La red geodésica permitirá en primera instancia verificar y actualizar los niveles de agua y del lecho del Río Cauca y sus principales afluentes en los sectores próximos a su confluencia. Además, con base en esta red será posible unificar el sistema de referencia en el Departamento del Valle del Cauca, identificando las diferencias en altura entre los BM's del Sistema CVC y los nuevos puntos de la red que se basan en el sistema IGAC. La red consta de 43 vértices: 27 localizados próximos a las estaciones hidrométricas de la CVC sobre el Río Cauca y en las desembocaduras de los principales afluentes, 7 pertenecientes a la red MAGNA del IGAC y 9 de apoyo para los controles vertical y horizontal. La red cuenta con separaciones que varían entre 1.77 y 23 Km, con más del 60% de ellas inferiores a 10 Km.

PALABRAS CLAVES

Geodesia, red de nivelación, red geodésica, MAGNA, modelación matemática, sistema de referencia, cotas, vértices, niveles de agua.

In order to optimize the Cauca river mathematical model for the Salvajina--La Virginia reach, it was designed and constructed a high precision geodesic network along this reach. This network will be very important for verifying and updating the bed and water levels of the Cauca River and its major tributaries. It will be possible to unify the reference system on Valle del Cauca department. The geodesic network is composed for 43 benchmarks: 27 located close to the gauge stations on Cauca River and the confluence of its main tributaries, 7 belong to the MAGNA network of IGAC Institute and 9 for supporting the horizontal and vertical control. The distance between network points can vary from 1.7 km to 23 km, most of them (60%) are 10 km or less separated.

KEYWORDS

Geodesy, network of leveling, geodesic network, MAGNA, mathematical modeling, system of reference, water levels, vertices, levels.

Texto Completo: COPYRIGHT 2004 Universidad del Valle

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

1. INTRODUCCION

Definir con precisión los niveles y la localización de los contornos de la superficie terrestre al igual que de los cuerpos de agua es de suma importancia para el desarrollo exitoso de estudios o proyectos de ingeniería. Una red de nivelación con resultados poco precisos puede conducir a estudios y diseños deficientes, lo cual

finalmente puede originar fallas en las estructuras que se construyan para diferentes propósitos, tales como, control de inundaciones, abastecimiento, drenaje, etc.

JPEGF

Entre 1998 y 2001 la Universidad del Valle en convenio con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC, desarrolló la Fase I del Proyecto de Caracterización y Modelación Matemática del Río Cauca en un tramo de 450 km comprendido entre el embalse de Salvajina y el municipio de La Virginia. Durante el proceso de implementación y calibración del modelo matemático del Río Cauca se encontraron situaciones en las que debieron utilizarse valores de rugosidad muy bajos. Los niveles de agua calculados por el modelo en las estaciones Hormiguero, Juanchito y Mediacanoa, arrojaban sistemáticamente valores muy diferentes a los registros de campo, con diferencias entre modelo y campo de 0.80 m y más. Esta diferencia sólo se lograba reducir cuando se adoptaban coeficientes de rugosidad del cauce demasiado irreales (coeficientes de Strickler de 15 [m.sup.1/3]/s e inferiores) para un cauce de las características del Río Cauca. Debido a esto se revisaron las secciones transversales de estas estaciones así como las secciones disponibles en el tramo Hormiguero--Mediacanoa. Se contaba con batimetrías de los años 2000, 1997, 1998 y 1977. Los diferentes análisis mostraron que las secciones tomadas en el año 1977 arrojaban las menores diferencias entre los niveles de agua medidos y calculados. Sin embargo, a pesar de lograr unos mejores ajustes entre los resultados del modelo y los datos de campo, todavía se observaron diferencias en algunas secciones que sólo se lograban reducir adoptando coeficientes de rugosidad bajos. Esto parece indicar que existen imprecisiones en las cotas de la red de nivelación, al menos para algún tramo del río. Para superar estas dificultades se decidió construir una red geodésica de alta precisión durante el desarrollo de la Fase II del Proyecto PMC, lo cual permitirá verificar y actualizar la red de nivelación actual.

Esta red sirvió además para unificar el sistema de referencia del Departamento del Valle del Cauca. Puesto que la CVC ha establecido un sistema de referencia propio para todos sus trabajos en el Departamento conocido como Sistema CVC, este sistema tiene diferencias de altura con el sistema del Instituto Geográfico Agustín Codazzi o sistema IGAC. La necesidad de unificar el sistema de referencia a nivel nacional (sistema IGAC), justifica aún más la necesidad de adelantar un trabajo de campo que además de determinar las diferencias entre el sistema CVC y el sistema IGAC permita definir con precisión los niveles del río en el tramo de interés.

2. OBJETIVOS

- * Diseñar y ejecutar un programa de campo con el fin de establecer a lo largo del río Cauca una red de apoyo de primer orden.
- * Validar los niveles de mira de todas las estaciones hidrométricas de la CVC ubicadas sobre el río Cauca
- * Servir de soporte para el diseño y ejecución de las obras civiles que se proyecten en el valle del río Cauca para el control de inundaciones y otros propósitos.
- * Optimizar el modelo matemático del río Cauca en el tramo Salvajina--La Virginia mediante la actualización de la batimetría detallada y el ajuste de los registros de los niveles de agua.

3. ESTADO ACTUAL

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC, es el encargado para Colombia de resolver todos los asuntos referentes al sistema Cartográfico y geodésico de Colombia. Este instituto ha definido un Marco Geocéntrico Nacional de referencia o Red MAGNA de estaciones GPS de primer orden. Su diseño y ejecución se inició a partir de la evaluación las condiciones de la red geodésica convencional existente; considerando su deterioro, sus dificultades de acceso, mantenimiento y la necesaria adecuación del país al sistema de referencia satelital

mundial para sus aplicaciones cartográficas como de ingeniería. La red está compuesta por 60 vértices, incluidas 16 estaciones del proyecto CASA y 5 del proyecto SIRGAS, siendo materializados en su mayoría, en las cabeceras de las pistas de los aeropuertos escogidos, con una señal de azimut ubicada a una distancia aproximada de 1000 m.

Los puntos de la red MAGNA ofrecen información confiable en cuanto a Coordenadas X, Y pero en altura la información más precisa se debe a la red de control vertical o puntos NPs, distribuidos por el territorio nacional. Esta se establece mediante nivelación geométrica, y se lleva a cabo por medio de métodos ópticos de medición. La altitud de un punto sobre la superficie terrestre se define como la distancia existente sobre la línea vertical, entre éste y una superficie de referencia (dátum vertical). Su determinación se realiza mediante un procedimiento conocido como Nivelación.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Definición de los Puntos de Control. El proyecto requiere ubicar 27 puntos, algunos de ellos cercanos a las desembocaduras de los principales afluentes y otros donde se encuentran las estaciones hidrométricas que la CVC ha instalado sobre el río Cauca.

4.2 Identificación de Puntos del Sistema Geodésico Nacional Existentes en la Zona. Se consultó en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) los puntos existentes de la red geodésica nacional para control horizontal y vertical, pertenecientes a la red MAGNA (Marco Geocéntrico de Referencia Nacional) y NP's. Se recomienda no usar puntos pertenecientes a la red ARENA.

4.3 Reconocimiento de Campoy Ubicación de los Puntos. Se realizaron visitas de reconocimiento y ubicación de puntos en toda la zona de trabajo, la localización se efectuó con equipos GPS verificando la calidad de la recepción de la señal. Además se constató la información que el IGAC proporcionó. La información recolectada sirve de insumo en la etapa de diseño de la red. Los criterios de selección para la ubicación de puntos son:

--Facilidad de acceso. Los sitios deben estar comunicados a una vía principal por medio de una vía carretable, para garantizar su sostenibilidad y uso.

--Calidad de la recepción. Se efectuó un análisis por sitio de las posibles interferencias que se pudieran encontrar en el lugar, las cuales no fueran absorbidas por la configuración de la máscara de elevación de 15[degrees]; además se consideran factores como el número de satélites captados, la hora de recepción y el factor PDOP, como indicador de la calidad de la recepción.

--Estabilidad del suelo. Para garantizar la permanencia en el tiempo del punto materializado, no es conveniente que esté sometido al tráfico pesado de vehículos o maquinaria que puedan ocasionar daños. En sitios como puentes, sujetos a vibraciones, se selecciona el punto en el estribo, se evitan suelos débiles o inestables y sometidos a inundaciones. Los puntos deben ser ubicados alejados a lugares fácilmente referenciables, como pueden ser las obras civiles.

4.4 Diseño de la Red GPS: En el diseño de la red geodésica de alta precisión se tuvieron en cuenta los siguientes criterios técnicos:

--Longitud de líneas base: Para que la longitud entre vértices se ajuste a las recomendaciones técnicas, se trató por la distribución de puntos de manera homogénea en el área de estudio, de modo que factores como períodos de toma, número de frecuencias de los equipos y número de equipos que garanticen la precisión en los resultados.

--Control vertical y horizontal y Sistema de referencia: Con el fin de ajustar adecuadamente los datos obtenidos se ha de utilizar la mayor cantidad de puntos de control, tanto vertical como horizontal, por esto se

vincularon a la triangulación puntos de la red MAGNA, puntos NP y se efectuaron circuitos de nivelación geométrica de alta precisión hasta varios vértices de la red los cuales serán tomados como puntos fijos de control vertical.

--Regularidad de las figuras: Para generar figuras regulares se utilizaron puntos de apoyo distintos a los 27 del PMC y a los puntos de control, teniendo en cuenta el control vertical y horizontal en la definición de los triángulos.

4.5. Materialización de Puntos. Se construyeron los siguientes tipos de monumentos:

--Mojón tipo IGAC. Presenta las especificaciones del IGAC en lo referente a monumentación de puntos de primer orden. Los materiales utilizados son: Concreto, varilla de acero inoxidable de 1,1 m de longitud por Y_2 pulgada de diámetro, con un punto grabado en el centro de una de sus caras, 1 molde de madera de 40 x 40 cm de lado interior y 35 cm de altura. para la parte superior del mojón, 1 placa de bronce para la identificación del punto, 1 placa subterránea de vidrio, 1 acople de madera y 1 hoja de plástico

--Placa Empotrada en concreto: Consistente en placas de 7.5 cm de diámetro en forma de casco esférico y plana respectivamente, con centro punto y marcación.

--Señal azimut: Conformado por un bloque en concreto de 60 cm de altura enterrado a una profundidad de 50 cm que sobresale del suelo entre 10 cm.

4.6 Equipos Usados: Se usaron los equipos en las figura 1, figura 2 , figura 3, dos receptores GPS marca Trimble 4600 Ls de Frecuencia Sencilla y dos receptores GPS de doble frecuencia marca Leica SR261, una plomada óptica y el equipo de computo necesario para el procesamiento de datos. Se utilizó también una base nivelante con plomada óptica para garantizar la verticalidad de la varilla que se instala en el mojón; además se utilizaron niveles de precisión marca Zeiss con micrómetro y sus respectivas miras para los circuitos de nivelación geométrica.

[FIGURA 1 OMITIR]

[FIGURA 2 OMITIR]

[FIGURA 3 OMITIR]

JPEGF

4.7 Posicionamiento: Se programó la ocupación de los puntos de la red en el sentido Norte-Sur figura 4 y figura 5, utilizando el software Quick Plan para el análisis de las efemérides, buscando detectar los momentos de poca cobertura o mala geometría para el posicionamiento. Se adelantó un posicionamiento Estático -Diferencial que es el más recomendable ya que minimiza los errores sistemáticos asociados con los relojes de los satélites y las efemérides. Para el posicionamiento se utilizaron cuatro receptores de diferentes fabricantes, garantizando la simultaneidad de las observaciones y un formato único para los archivos RINEX (Receiver Independent Exchange Format).

JPEGF

El post-proceso se realizó con el software GPSURVEY (módulos Wave y Trimnet), la información fue constatada con el programa SKY (Leica Geosystems), el cual arroja un alto grado de precisión en el postproceso. Este permite convertir las alturas elipsoidales en alturas ortométricas. Posteriormente los datos se ajustaron con el modelo geoidal para Colombia GEOCOL98.

Se obtuvo un rendimiento promedio de 6 triángulos por día, instalando los equipos de doble frecuencia sobre

los vértices de las líneas base de longitud superiores a 10 Km y los de frecuencia simple sobre las líneas base inferiores a 10 Km.

[FIGURA 4 OMITIR]

[FIGURA 5 OMITIR]

5. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

JPEGF

Se diseñó y construyó una red geodésica de alta precisión que consta de 43 puntos, de los cuales 7 pertenecen a la red MAGNA del IGAC, 9 son puntos de apoyo para el control vertical y horizontal y los 27 restantes corresponden a los puntos de interés del proyecto PMC; éstos fueron ubicados en la desembocadura de los principales tributarios del río Cauca y en los sitios en que existen estaciones hidrométricas de la CVC sobre el río Cauca. La red cuenta con separaciones entre vértices que varían entre 1.77 y 23 Km., siendo más del 60% de las distancias inferiores a 10 Km.

JPEGF

Con esta red geodésica de primer orden se actualizaron los ceros de las miras existentes en las estaciones hidrométricas en el río Cauca. Igualmente la red permitirá ajustar la más reciente batimetría detallada del río Cauca. Las coordenadas planimétricas y altimétricas de esta red de precisión servirán para llevar a cabo la optimización de los modelos matemáticos -hidrodinámico y morfológico--implementados durante la primera fase del proyecto PMC.

Igualmente se sugiere densificar la red geodésica de alta precisión en las estaciones hidrométricas de los ríos tributarios del río Cauca, con lo cual se podrá revisar y ajustar los ceros de miras de las estaciones en estos ríos.

* Recibido: Enero 2004

* Aceptado Febrero 2004

6. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

* Nuevo sistema geodésico para Colombia, Marco Geocéntrico de Referencia Nacional MAGNA. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC--Subdirección de Cartografía, División de Geodesia. www.igac.gov.co

* Red geodésica de alta precisión tramo salvajina la virginia. Proyecto PMC, Universidad del Valle--Escuela de ingeniería de recursos naturales y del ambiente, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC. Cali--Colombia, Septiembre de 2003.

* Modelación matemática del Río Cauca, Tramo Salvajina--La Virginia, Volumen VIII, Universidad del Valle--Eidenar, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. Santiago de Cali julio de 2001; Págs. 5.22-5.23-5.24-5.25

* Red de Nivelación en la comunidad Autónoma de Extremadura: Necesidades de estudio y propuesta de actualización. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Pacomio Peña Ma. del mar, Atkinson Gordo Alan, Gil Cruz Antonio. Universidad de Jaén Universidad de Extremadura, España Junio de 2002.

Mary Loly Bastidas Alzate.

Ingeniera Agrícola,
Universidad del Valle
Jorge Cárdenas Ávila.

Ingeniero Agrícola
Universidad del Valle
Carlos Ramírez, Ms.C.

Profesor Titular
Escuela de Recursos Naturales y
del Ambiente.EIDENAR

Univesidad del Valle
José Luis García, Esp.

Profesor Asistente
Escuela de Recursos Naturales y
del Ambiente.EIDENAR

Univesidad del Valle
Grupo de Hidrodinámica EIDENAR Univesidad Del Valle

AUTORES

Mary Loly Bastidas Alzate. Ingeniera Agrícola, especialista en Sistemas Gerenciales de Ingeniería.
Universidad del Valle 1996, Universidad Javeriana 2003. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente EIDENAR Universidad del Valle, Grupo de Hidrodinámica. Cra 12 100-00, 57+2+3212396, Cali, Colombia,

JPEGF

marybasa@univalle.edu.co

Jorge Cárdenas Ávila. Ingeniero Agrícola, Universidad del Valle 1996, Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente EIDENAR Universidad del Valle, Proyecto de Modelación del Río Cauca, Grupo de Hidrodinámica. Cra 12 100-00, 57+2+3212396, Cali, Colombia,

jorgecar@univalle.edu.co

Carlos Alberto Ramirez C. M.sc. Ingeniería Hidráulica, IHE. Holanda. Profesor Titular Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente EIDENAR Universidad del Valle.

caramir@univalle.edu.co

José Luis García V. Esp. Estudios de Impacto Ambiental. Profesor Asistente Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente EIDENAR Universidad del Valle.

joseluga@univalle.edu.co

TABLA 1. Red de nivelación proyecto PMC

Nombre	Municipio
Gps1	Suárez (Carica)
Gps2	Suárez (Carica)
A1	Suárez
A2	Buenos Aires
GPS 3	Buenos Aires (Carica)
GPS 4	Timtaba (Cauca)
GPS 5	Buenos aires (Carreai)
GPS 6	Jamundí (Valle)
GPS-DV-5	Jamundí
GPS 7	Jamundí (Valle)
GPS S	Pto Tejada (Carrea)
GPS 9	Jamundí (Valle)
GPS 10	Pto Tejada (Canica)
GPS 11	Cali
GPS UV1	Cali
GPS 12	Candelaria (Valle)
GPS-DV7	Yvrnbo
GPS 13	Palmira (Valle)
GPS-3015S	Palmira
GPS 14	Yumbo (Valle)
GPS 15	Palmira (Valle)
INGETOP1	El Genio
GPS 16	Yotoo (Vaiie)
GPS-DV11	Yotooo
GPS 17	Yotooo (Valle)
GPS 18	Riofrío (Valla)
GPS 19	Riofrío (Valle)
GPS 20	Tuhía (Valle)
GPS-DV1	San Pedro
GPS-DV2	Tuliá
GPS 21	B/ la grande (Valle)
INGETOP2	B/ la grande
GPS 22	RoldadiUo (Valle)
INGETOP3	Zarszil
GPS 23	La Victoria (Valle)
INGETOP4	La Unión
GPS-DV4	Versalles
GPS 24	Tato (Valle)
GPS 25	Cartagp (Valle)
GPS 26	Cartagp (Valle)
INGETOP5	Cartago (Valle)
GPS 6 (a)	Cartago
GPS 27	La Virginia (R/alda)

Nombre	Localización
Gps1	A 60 metros del poente de Suárez
Gps2	Bocas del Río ovejas
A1	Cancha parque de Suárez
A2	Cancha, fútbol B/Aires
GPS 3	Puente de San Francisco
GPS 4	Puente sobre el Río Timba
GPS 5	Puente de La Balsa
GPS 6	Tablanca, antigua barca cautiva
GPS-DV-5	Antiguo retén
GPS 7	NP Puente Guillermo León V.
GPS S	Bocas del Río Palo
GPS 9	Bocas del Río Jainmidí
GPS 10	A 2G0m. del puente elHomugero
GPS 11	Puente sobre el canal Sur-Navarro
GPS UV1	Universidad Del Valle
GPS 12	Puente de Juanchito
GPS-DV7	Glorieta Cencar.
GPS 13	Puente sobre el Río Guachal
GPS-3015S	CIAT
GPS 14	Portería de la hacienda SOCAL
GPS 15	Bocas del Río Amaime
INGETOP1	Bomba ESSO Cerrito
GPS 16	Ponton antes del parador Taypa
GPS-DV11	Glorieta Mediacanoa
GPS 17	Puente de Mediacanoa (Río Cauca)
GPS 1S	A 86.2Qm. de la quebrada La Negra
GPS 19	Puente de Riofrío, sobre el Río Cauca
GPS 20	Est. de monitoreo de CVC
GPS-DV1	Acueducto
GPS-DV2	Aeropuerto de Tuliá.
GPS 21	Bocas del Río Bugalagrande,
INGETOP2	Escuela Maria Inmaculada
GPS 22	Puente Guayabal
INGETOP3	Parque LaPaila
GPS 23	Puente sobre el Río Cauca
INGETOP4	Complejo industrial Grajales
GPS-DV4	Had. Mala de Guadua.
GPS 24	Canal interceptor RUT
GPS 25	Puente Nuevo de Anacaro
GPS 26	Bocas del Río La Vieja
INGETOP5	Frente a Bomba Villegas
GPS 6 (a)	Caserío Cruces
GPS 27	Puente de La Virginia (Río Cauca)

Nombre	Tipo de punto
--------	---------------

Gps1	PMC
Gps2	PMC
A1	Apoyo
A2	Apoyo

GPS 3	PMC
GPS 4	PMC
GPS 5	PMC
GPS 6	PMC
GPS-DV-5	MAGNA-Control Vertical
GPS 7	PMC-Control vertical
GPS S	PMC-Control vertical
GPS 9	PMC-Control vertical
GPS 10	PMC-Control vertical
GPS 11	PMC-Control vertical
GPS UV1	Apoyo-Control plano
GPS 12	PMC-Control vertical
GPS-DV7	MAGNA
GPS 13	PMC-Control vertical
GPS-3015S	MAGNA
GPS 14	PMC
GPS 15	PMC
INGETOP1	Apoyo
GPS 16	PMC
GPS-DV11	MAGNA
GPS 17	PMC-Control vertical
GPS 1S	PMC
GPS 19	PMC-Control vertical
GPS 20	PMC
GPS-DV1	MAGNA
GPS-DV2	MAGNA
GPS 21	PMC-Control vertical
INGETOP2	Apoyo
GPS 22	PMC-Control vertical
INGETOP3	Apoyo
GPS 23	PMC-Control vertical
INGETOP4	Apoyo-Control vertical
GPS-DV4	MAGNA
GPS 24	PMC-Control vertical
GPS 25	PMC-Control vertical
GPS 26	PMC
INGETOP5	Apoyo
GPS 6 (a)	Apoyo
GPS 27	PMC-Control vertical

Citación De la Fuente

Bastidas Alzate, Mary Loly, et al. "Red geodesica de alta precision para la optimizacion de la modelacion matematica del Rio Cauca." *Ingeniería de Recursos Naturales 1* (2004): 50+. *Informe Académico*. Web. 21 Sept. 2010.

Document URL

<http://find.galegroup.com/gtx/infomark.do?&contentSet=IAC-Documents&type=retrieve&tabID=T002&prodId=IFME&docId=A227461643&source=gale&srcprod=IFME&userGroupName=univalle&version=1.0>

Número de Documento:A227461643

- [Contact Us](#)
- [Copyright](#)
- [Terms of use](#)
- [Privacy policy](#)