



IAG



IPGH



NIMA

SISTEMA DE REFERÊNCIA GEOCÊNTRICO PARA AS AMÉRICAS

SIRGAS

BOLETIM INFORMATIVO Nº 6

Fevereiro de 2002

SUMÁRIO

EDITORIAL

COMPOSIÇÃO DO PROJETO

COMITÊ

GRUPO DE TRABALHO III: DATUM VERTICAL

CONSELHO CIENTÍFICO

CENTROS DE PROCESSAMENTO

INFORMES SOBRE A 2ª REUNIÃO DO GRUPO DE TRABALHO III, OCORRIDA EM 22 E 23 DE JULHO DE 1999, EM BIRMINGHAM, INGLATERRA

INFORMES SOBRE A CAMPANHA GPS SIRGAS 2000

INFORMES SOBRE A 3ª REUNIÃO DO GRUPO DE TRABALHO III, OCORRIDA EM 21 E 22 DE FEVEREIRO DE 2001, EM CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA

INFORMES SOBRE A REUNIÃO DOS CENTROS DE PROCESSAMENTO, OCORRIDA EM 06 DE SETEMBRO DE 2001, EM BUDAPEST, HUNGRIA

ANEXOS

1. RECOMENDAÇÕES DA 7ª UNRCCA SOBRE O PROJETO SIRGAS (2001)
2. “SISTEMA DE REFERÊNCIA VERTICAL PARA A AMÉRICA DO SUL” (1998)
 - TIPOS DE ALTURAS
 - SUPERFÍCIE DE REFERÊNCIA PARA A DEFINIÇÃO DE ALTURAS
 - REALIZAÇÃO DO SISTEMA DE REFERÊNCIA VERTICAL
 - MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE REFERÊNCIA VERTICAL
 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
3. BASES DE DADOS DAS REDES VERTICAIS SUL-AMERICANAS (1998)
 - BIVAS – INFORMAÇÕES SOBRE AS REDES
 - BIDAS – INFORMAÇÕES SOBRE AS ESTAÇÕES
4. “RECOMENDACIONES PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS REDES GEODÉSICAS NACIONALES AL SISTEMA SIRGAS” (1996)

EDITORIAL

Tenho o prazer de apresentar aos leitores a sexta edição do Boletim Informativo SIRGAS. Desde o último boletim, importantes atividades do projeto foram realizadas. Dentre elas, destaca-se a campanha GPS SIRGAS 2000, organizada em conjunto pelo Grupo de Trabalho (GT) I “Sistema de Referência” e pelo GT III “Datum Vertical”. Esta campanha ocorreu de 10 a 19 de maio de 2000, com dois objetivos: repetir a primeira campanha GPS, realizada em 1995, com vistas a suportar o cálculo de velocidades para as estações da rede de referência SIRGAS, e coletar dados GPS para as atividades do GT III. Desta forma, as estações estabelecidas durante a primeira fase do projeto foram reocupadas. Estações adicionais foram estabelecidas em marégrafos, com o objetivo de suportar a integração dos sistemas clássicos altimétricos ao novo sistema unificado, e outras instaladas perto de fronteiras internacionais para facilitar a conexão entre os sistemas verticais nacionais. América Central, do Norte e Caribe participaram desta campanha, estabelecendo-se uma rede geodésica que cobre inteiramente o continente americano de norte a sul. 184 estações foram ocupadas durante a campanha e os dados correspondentes estão em processamento final pelo DGFI, em Munique, e pelo IBGE, no Rio de Janeiro. Gostaríamos de aproveitar esta oportunidade para agradecer a estas instituições pelo enorme esforço de processar a rede SIRGAS 2000, da mesma forma que agradecemos a todos os participantes da campanha.

Durante este período, várias reuniões do projeto foram organizadas, algumas delas relatadas neste boletim. Os membros do projeto se reuniram em Birmingham, Reino Unido, durante a 22^a Assembléia Geral da União Geodésica e Geofísica Internacional, em julho de 1999, quando a campanha SIRGAS 2000 foi proposta e planejada. Depois desta, durante o Simpósio Internacional da Associação Internacional de Geodésia (IAG) sobre Sistemas Verticais de Referência, em Cartagena, Colômbia, em fevereiro de 2001, um significativo número de trabalhos apresentados se relacionaram com o projeto SIRGAS. Durante este mesmo encontro, o comitê SIRGAS estendeu oficialmente sua composição para incluir representantes da América Central, do Norte e Caribe. A mudança do significado da sigla SIRGAS também foi proposta e oficialmente aceita durante esta reunião, e desde então SIRGAS significa “Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas”. A última reunião ocorreu durante a Assembléia Científica da IAG, realizada em Budapeste, Hungria, em setembro de 2001, quando os resultados preliminares do processamento da campanha SIRGAS 2000 foram discutidos. Nesta mesma ocasião, o Eng. Roberto Luz, então presidente do GT III, solicitou seu afastamento do cargo, tendo sido substituído pela Eng^a Laura Sanchez. Gostaríamos de aproveitar a oportunidade para agradecer ao Roberto Luz por todos seus esforços em promover e desenvolver as atividades do GT III e desejar tudo de bom para a Laura Sanchez nesta sua nova função.

Gostaria de mencionar a ativa participação de representantes do SIRGAS na 7^a Conferência Cartográfica Regional das Nações Unidas para as Américas, realizada em Nova Iorque, em janeiro de 2001, quando uma importante recomendação foi

aprovada. Está incluída neste boletim uma cópia desta recomendação, que propõe a adoção de um sistema de referência compatível com o SIRGAS pelos países membros das Américas.

A próxima reunião será realizada durante o VII Congresso Internacional de Ciências da Terra, em Santiago, Chile, de 21 a 25 de outubro de 2002 (mais informações com o Instituto Geográfico Militar, email: cct2002@igm.cl, <http://www.igm.cl>), quando os resultados finais da campanha serão adotados e importantes aspectos relacionados à estrutura do projeto e também às atividades do GT III serão discutidos.

Gostaria de convidar os leitores a visitarem os sítios do projeto na web, localizados em

<http://www.ibge.gov.br/home/geografia/geodesico/sirgas/principal.htm>

e

<http://www.dgfi.bawg.de/dgfi/SIRGAS/sirgas.html>

onde boletins anteriores e outras informações podem ser encontradas.

Por fim, gostaria de aproveitar esta oportunidade para agradecer a todos os membros e colegas do SIRGAS pela frutífera colaboração e desejar a todos um Feliz Natal e um Ano Novo repleto de felicidade, sucesso e paz.

LUIZ PAULO SOUTO FORTES
Presidente do Comitê

COMPOSIÇÃO DO PROJETO

A composição completa e atualizada do Comitê, do Grupo de Trabalho III, do Conselho Científico e dos Centros de Processamento é apresentada a seguir.

COMITÊ

ENG. LUIZ PAULO SOUTO FORTES

Presidente

IBGE/DEGED

AV. BRASIL 15671 PARADA DE LUCAS

RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL, CEP 21241-051

FAX: 55-21-2481-2747

e-mail: fortes @ ibge.gov.br

ENG. ANGELO JOSÉ PAVAN

Representante Substituto do BRASIL

IBGE/DGC

AV. BRASIL 15671 PARADA DE LUCAS

RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL, CEP 21241-051

FAX: 55-21-2481-2747

e-mail: pavan @ ibge.gov.br

AGRIM. RUBEN C. RODRIGUEZ

Representante de ARGENTINA

LUIS M. CAMPOS 1521 - 6B

1426 BUENOS AIRES, ARGENTINA

FAX: 54-11-4781-8901

e-mail: rubenro @ internet.siscotel.com

DENIS HAINS

Representante do CANADÁ

Geodetic Survey Division - Geomatics Canada

615, Booth Street

Ottawa, Ontario, CANADA K1A 0E9

FAX: 613-947-3602

e-mail: denis.hains @ geod.nrcan.gc.ca

DR. CLAUDIO BRUNINI

Representante Substituto de ARGENTINA

OBSERVATORIO ASTRONOMICO

PASEO DEL BOSQUE S/N

1900 LA PLATA, BS. AIRES, ARGENTINA

FAX: 54-221-423-6591

e-mail: claudio @ fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar

GORDON GARRARD

Representante Substituto do CANADÁ

Geodetic Survey Division - Geomatics Canada

615, Booth Street

Ottawa, Ontario, CANADA K1A 0E9

FAX: 613-995-3215

e-mail: ggarrard @ nrcan.gc.ca

CAP. DIM. FELIPE VASQUEZ MOYA

Representante de BOLIVIA

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

AV. SAAVEDRA 2303 (ESTADO MAYOR)

CASILLA No. 7641 LA PAZ, BOLIVIA

FAX: 591-2-228329 591-2-226912

e-mail: capeduvas @ yahoo.com

TCL RODRIGO MATURANA NADAL

Representante do CHILE

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

NUEVA SANTA ISABEL 1640

SANTIAGO, CHILE

FAX: 56-2-460-6978

e-mail: rmaturana @ igm.cl

SOF. MY. DANIEL FLORES VARGAS

Representante Substituto de BOLIVIA

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

AV. SAAVEDRA 2303 (ESTADO MAYOR)

CASILLA No. 7641 LA PAZ, BOLIVIA

FAX: 591-2-228329 591-2-226912

e-mail: igmsgm @ unete.com

MAY. ING. RODRIGO BARRIGA VARGAS

Representante Substituto do CHILE

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

NUEVA SANTA ISABEL 1640

SANTIAGO, CHILE

FAX: 56-2-460-6978

e-mail: rbarriga @ igm.cl

ENG. MAURO PEREIRA DE MELLO

Representante do BRASIL

IBGE

R. ANDRÉ CAVALCANTI 106 B.FÁTIMA

RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL, CEP 20021-120

FAX: 55-21-262 7308

e-mail: mpm @ ibge.gov.br

ING. PEDRO SANDOVAL CAVANZO

Representante de COLOMBIA

IGAC

CARRERA 30 NO. 48-51 OFIC 405

SANTAFE DE BOGOTA, DC, COLOMBIA

FAX: 57-1-368-0991

e-mail: psandova @ igac.gov.co

MAYOR LUIS LLERENA
Representante de ECUADOR
INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
ELDORADO, EDIFICIO DEL IGM
QUITO, ECUADOR
FAX: 593-2-569-097
e-mail: llerena_luis @ hotmail.com

VINICIO ROBLES
Representante de GUATEMALA
Instituto Geográfico Nacional
e-mail: vroble @ segeplan.gob.gt

JORGE MANSILLA
Representante Substituto de GUATEMALA
Instituto Geográfico Nacional
e-mail: jmansilla @ segeplan.gob.gt

DR. CLAUDE BOUCHER
Representante da GUIANA FRANCESA
INSTITUTE GEOGRAPHIQUE NATIONAL
6 ET 8 AV. B. PASCAL - CHAMP-SUR-MARNE
F-77455 MARNE-LA-VALLEE, FRANCE
FAX: 33-1-64 15 32 53
e-mail: boucher @ ign.fr

SR. ABHAI KUMAR DATADIN
Representante da GUIANA
LANDS AND SURVEYS DEPARTMENT
22 UPPER HADFIELD STREET
DURBAN BACKLANDS
GEORGETOWN, GUYANA

EDUARDO VAZQUEZ ANDRADE
Representante de MEXICO
INEGI
AV. HEROE DE NACOSARI 2301
AGUASCALIENTES, AGS. C.P. 20270
FAX: 49-166459
e-mail: evazquez @ dgg.inegi.gob.mx

ING. FRANCISCO JAVIER RODRIGUEZ A.
Representante Substituto de MEXICO
INEGI
Ave. Heroe de Nacozarí 2301
Aguascalientes, Ags., México
Tel (014)9.10.53.00 Ext 5872
e-mail: francisco.rodriguez @ inegi.gob.mx

CAP. SEV. GEOG. JUAN CARLOS TORALES
Representante do PARAGUAI
DISERGEMIL
ARTIGAS 920
ASUNCION, PARAGUAY
FAX: 595-21-213 812

CAP.ING. JUAN MUÑOZ CURTO
Representante do PERU
INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
AV. ARUMBURU 1198, SURQUILLO
LIMA, PERU
FAX: 511-475-3075 , 511-475-3085
e-mail: jumunoz @ ignperu.gob.pe
armencu@hotmail.com

SR. R.H. WONG FONG SANG
Correspondente do SURINAME
CENTRAAL BUREAU LUCHTKAARTERING
MAYSTRAAT 39
PARAMARIBO, SURINAME

PROF. ING. AGRIM. ROBERTO P. RODINO
Representante do URUGUAI
INST. AGRIMENSURA – UNIV. REPUBLICA
AV. J. HERRERA Y REISSIG 565, CASILLA 30
MONTEVIDEO 11000, URUGUAY
FAX: 598-2-711 5446
e-mail: rodino @ fing.edu.uy

ING. JOSE NAPOLEON HERNANDEZ
Representante da VENEZUELA
CARTOGRAFIA NACIONAL
EDIF CAMEJO - ESQ. CAMEJO CSB - OFIC 216
CARACAS, VENEZUELA
FAX: 58-2-545 0374
e-mail: napoleonh @ cantv.net

TTE. JOSE GONZALEZ BRICEÑO
Representante Substituto da VENEZUELA
DIGECAFA - MIN. DEFENSA
FUERTE TIUNA - EL VALLE
CARACAS, VENEZUELA
FAX: 58-2-68 23405

DR. ING. HERMANN DREWES
Representante da IAG
DGFI
MARSTALLPLATZ 8
D-80539, MUENCHEN, GERMANY
FAX: 49-89-23031 240
e-mail: drewes @ dgfi.badw.de

TTE. CRNEL. FERNANDO M. GALBAN
Representante do IPGH
INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
CABILDO 381
1426 BUENOS AIRES, ARGENTINA
FAX: 54-1-776 1611
e-mail: pub @ gis.igm.gov.ar

SR. JAMES A. SLATER
Representante do NIMA
DDR&E/TI
5109 LEESBURG PIKE, SUITE 317
FALLS CHURCH, VA 22041, USA
FAX: 1-703-285 9050
e-mail: slaterja @ acq.osd.mil

GRUPO DE TRABALHO III: DATUM VERTICAL

ING. LAURA M. SANCHEZ RODRIGUEZ
Presidente
INST. GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI
CARRERA 30, NO. 48-51, OFIC. 402
SANTAFE DE BOGOTA, D.C., COLOMBIA
FAX: 57-1-368 0991 , 57-1-368 1040
e-mail: lsanchez @ igac.gov.co

MAYOR RODRIGO BARRIGA VARGAS
Membro Principal
INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
NUEVA SANTA ISABEL 1640
SANTIAGO, CHILE
FAX: 56-2-698 8278
e-mail: igm @ reuna.cl

GEOF. JUAN FRANCISCO MOIRANO
Membro Principal
OBSERVATORIO ASTRONOMICO
PASEO DEL BOSQUE S/N
1900 LA PLATA, BS. AIRES, ARGENTINA
FAX: 54-21-21 1761
e-mail: jmoirano @ fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar

CAP. RODRIGO MATURANA NADAL
Membro Suplente
INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR
NUEVA SANTA ISABEL 1640
SANTIAGO, CHILE
FAX: 56-2-698 8278
e-mail: igm @ reuna.cl

PROF. GRACIELA FONT
Membro Suplente
OBSERVATORIO ASTRONOMICO
PASEO DEL BOSQUE S/N
1900 LA PLATA, BS. AIRES, ARGENTINA
FAX: 54-21-21 1761
e-mail: graciela @ fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar

PROF. FABIAN D. BARBATO
Membro Principal
INST. AGRIMENSURA – UN. REPUBLICA
AV. J. HERRERA Y REISSIG 565, CASILLA 30
MONTEVIDEO 11000, URUGUAY
FAX: 59-82-711 5446
e-mail: fbarbato @ fing.edu.uy

PROF. SILVIO ROGÉRIO C. FREITAS
Membro Principal
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CAIXA POSTAL 19098
81531-970, CURITIBA, PR, BRASIL
FAX: 55-41-266 2393
e-mail: sfreitas @ cce.ufpr.br

CMDTE .HECTOR ROVERA
Membro Suplente
SERVICIO GEOGRAFICO MILITAR
8 DE OCTUBRE 3255
MONTEVIDEO 11600, URUGUAY
FAX: 598-2-487 0868
e-mail: hcrovera @ yahoo.com

ENG. ROBERTO TEIXEIRA LUZ
Membro Suplente
IBGE/DEGED
AV. BRASIL 15671 PARADA DE LUCAS
RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL, CEP 21241-051
FAX: 55-21-2481 2747
e-mail: roberto @ ibge.gov.br

ING. JOSE NAPOLEON HERNANDEZ
Membro Principal
CARTOGRAFIA NACIONAL
EDIF. CAMEJO, PISO 2, OFIC. 216
CARACAS 1010, VENEZUELA
FAX: 58-2-545 0374
e-mail: napoleonh @ cantv.net

DR. MELVIN JESUS HOYER ROMERO

Membro Suplente

UNIVERSIDAD DEL ZULIA
APARTADO POSTAL 10311
MARACAIBO, VENEZUELA
FAX: 58-61-512 197
e-mail: mhoyer @ luz.ve

DR. MUNEENDRA KUMAR

Consultor Científico

DEFENSE MAPPING AGENCY/IOG
4600 SANGAMORE ROAD
BETHESDA, MD 20816, USA
FAX: 1-301-227 2582
e-mail: kumarm @ nima.mil

DR. ING. HERMANN DREWES

Consultor Científico

DGFI
MARSTALLPLATZ 8
D-80539 MUENCHEN, GERMANY
FAX: 49-89-23031 240
e-mail: drewes @ dgfi.badw.de

CONSELHO CIENTÍFICO

Consultores científicos que assessoram o comitê.

PROF. DR. CAMIL GEMAEL

RUA JESUÍNO LOPES, 305
SEMINÁRIO, CURITIBA, PR, BRASIL
CEP: 80310-610

DR. KNUD PODER

GEODETIC DIVISION, KMS
RENTEMESTERVEJ 8
DK - 2400 COPENHAGEN, NV
DENMARK
FAX: 45-35-87 5052
e-mail: kp @ kms.dk

DR. IVAN MUELLER

4361 SHIRE CREEK COURT
HILLIARD, OHIO, 43026
USA
FAX: 1-614-292 2957
e-mail: mueller @ mps.ohio-state.edu

PROF. DR. HEINZ G. HENNEBERG

ESCUELA DE GEODESIA, FACULTAD DE
INGENIERIA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA
APARTADO POSTAL 6
MARACAIBO, VENEZUELA
FAX: 58-61-516225
58-61-517252
e-mail: henneber @ europa.ica.luz.ve

DR. GALO CARRERA

GEOMETRIX GEODETIC AND
HYDROGRAPHIC RESEARCH INC.
53 HAWTHORNE STREET
DARTMOUTH, NOVA SCOTIA
CANADA B2Y 2Y7
FAX: 1-902-466 3678
e-mail: gcarrera @ fox.nstn.ns.ca

CENTROS DE PROCESSAMENTO

Responsáveis pelos Centros de Processamento da Campanha GPS 2000.

ENG. SONIA MARIA ALVES COSTA

IBGE/DEGED
AV. BRASIL 15671 PARADA DE LUCAS
RIO DE JANEIRO, RJ, BRASIL, CEP 21241-051
FAX: 55-21-2481 2747
e-mail: soniamaria @ ibge.gov.br

ING. KLAUS KANIUTH

DGFI
MARSTALLPLATZ 8
D-80539 MUENCHEN, GERMANY
FAX: 49-89-23031 240
e-mail: kaniuth @ dgfi.badw.de

INFORMES SOBRE A 2ª REUNIÃO DO GT-III, OCORRIDA EM 22 E 23 DE JULHO DE 1999, EM BIRMINGHAM, INGLATERRA (Informações fornecidas pelo então Presidente do GT-III, Eng. Roberto Teixeira Luz)

I. Agenda

- Abertura (L. Fortes) – histórico e situação atual do Projeto; vínculos com IAG e outros organismos internacionais; assuntos gerais
- Informe do GT.I (M. Hoyer) – discussão da Campanha GPS SIRGAS 2000, em conjunto com o GT.III
- Informes relacionados ao GT.II (Representantes Nacionais) – situação da integração das redes geodésicas nacionais ao SIRGAS
- Discussão das atividades do GT.III (R. Luz) – documento técnico sobre o sistema de referência vertical; bases de dados do GT.III (BIVAS, BIDAS); nivelamento das estações da Rede SIRGAS 1995.4; Campanha GPS 2000
- Informe sobre o Simpósio IAG VeReS 2001 (fevereiro, Cartagena,Colombia)
- Conclusões e recomendações

II. Discussões

1. o Presidente da IAG, Fernando Sansó, participou da abertura da reunião para informar a realização de um encontro do IGeS e solicitar a participação de representantes da América do Sul ;
2. o Presidente do Comitê do Projeto SIRGAS, Eng. Luiz Paulo, abriu a Reunião mencionando as citações honrosas ao SIRGAS durante a Sessão de Abertura da Assembléia e classificando o Projeto como uma virtual Sub-Comissão para América do Sul da Comissão X da IAG ;
3. os Representantes Nacionais de Argentina, Brasil, Chile, Colombia e Venezuela apresentaram a situação das atividades de vinculação dos sistemas geodésicos de seus países ao SIRGAS ;
4. foi discutida a versão preliminar do Documento Técnico do GT-III (*Anexo 2*), principalmente a proposta de inclusão de uma recomendação sobre a adoção de altitudes normais. Em função do não-estabelecimento de um consenso sobre essa questão, foi recomendado o início do cálculo dos números geopotenciais ;
5. foi discutida a realização da Campanha GPS SIRGAS 2000, com os objetivos de reocupar as estações da Campanha 1995 e estender a Rede de Referência SIRGAS de forma a permitir sua utilização também como referência vertical. Para isso, deverão ser determinadas estações nos principais marégrafos de cada país e nas áreas de fronteiras em que não existam estações de 1995. O período de observação terá início às 0h UT do dia 10 de maio de 2000, e encerrar-se-a às 24h UT do dia 19, totalizando 10 dias de observação contínua, com taxa de rastreamento de 15s, onde possível. Os GT-I e III deverão elaborar e distribuir especificações técnicas para a realização, a preparação e o envio das observações ; e

6. foi decidido que a próxima reunião do Projeto SIRGAS será realizada durante o Simpósio Internacional sobre Sistemas de Referência Vertical, em Cartagena de Indias, Colombia, em fevereiro de 2001, e que nessa reunião deverão ser apresentados os primeiros resultados da Campanha GPS 2000.

III. Assistentes

Eng. Luiz Paulo Souto Fortes	Presidente do Comitê SIRGAS	Brasil
Eng. Roberto Teixeira Luz	Presidente do GT.III	Brasil
Dr. Melvin Hoyer	Presidente do GT.I e Membro Suplente do GT.III	Venezuela
Tcl Oscar Cifuentes Zambrano	Representante Nacional no Comitê e Membro Principal do GT.III	Chile
Ing. Jose Napoleón Hernández	Representante Nacional no Comitê e Membro Principal do GT.III	Venezuela
Dr. Hermann Drewes	Representante da IAG no Comitê e Consultor Científico do GT.III	Alemanha
Tcl Fernando Miguel Galbán	Representante do IPGH no Comitê	Argentina
Geof. Juan Francisco Moirano	Membro Principal do GT.III	Argentina
Ing. Laura Marlene Sánchez	Membro Principal do GT.III	Colombia
Dr. Silvio Rogério C. Freitas	Membro Suplente do GT.III	Brasil
Dr. Muneendra Kumar	Consultor Científico do GT.III	EUA
Dr. Christopher Jekeli	Consultor Científico do GT.III	EUA
Dr. Denizar Blitzkow	Consultor Científico do GT.III	Brasil
Ing. Klaus Kaniuth	Centro de Processamento DGFI	Alemanha
Eng. Sonia Maria A. Costa	Centro de Processamento IBGE	Brasil
Dra. Maria Cristina Pacino	Observadora	Argentina
Dra. Claudia Tocho	Observadora	Argentina
Tcl Sergio Matus	Observador	Chile
Eng. Maria Cristina Lobianco	Observadora	Brasil
Eng. Valéria M. Guimarães	Observadora	Brasil

IV. Recomendações

1. iniciar o cálculo dos números geopotenciais das estações ocupadas por nivelamento geométrico e gravimetria, enviando relatório sobre o progresso dessa atividade ao GT-III antes da realização do Simpósio de Cartagena ;
2. solicitar nos próximos trinta dias informações sobre a situação do nivelamento integrado com gravidade, que deverão ser enviadas até novembro de 1999 ; e
3. informar aos países membros do SIRGAS que as resoluções da Reunião de Santiago (1998) continuam válidas.

V. Resoluções

1. Realizar a Campanha GPS SIRGAS 2000 entre 10 e 19 de maio de 2000 ; e
2. Realizar a próxima reunião do Projeto SIRGAS em Cartagena, Colombia, em fevereiro de 2001.

1 Introduction

The SIRGAS Project (Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur) was created in 1993 during an international workshop sponsored by the International Association of Geodesy (IAG), the Pan-American Institute for Geodesy and History (PAIGH) and the US Defense Mapping Agency (DMA, now NIMA) in Asunción, Paraguay. The principal objective was to establish a unified geocentric reference system for South America (Working Group I), solving the problems caused by the proliferation of the national horizontal datums and the connections between them. One of the main steps towards that objective was the installation of the SIRGAS reference frame in May 1995. Its results, i.e., the coordinates of the 58 GPS stations of the network, were presented during the IAG Scientific Assembly in Rio de Janeiro (SIRGAS Project Committee 1997, Hoyer et al. 1998).

After this major step, the further development of the project requires the unification of the vertical datums. As a consequence, immediately after the presentation of the geocentric reference frame in 1997, the SIRGAS Committee decided to create the Working Group III for the definition and realization of a unique vertical datum for South America. This WG met in Santiago, Chile, in 1998 and discussed the principal objectives involved in this task (Drewes et al. 2001). Among these are the definition of the height system (type of heights to be used and the corresponding height reference surface) and its realization by the installation of a reference frame. The latter one includes the precise height determination of some fundamental stations and the connection of the existing national leveling networks which are defined for each country by the mean sea level at different tide gauges during a certain time period.

During the IUGG General Assembly in Birmingham, England, in 1999, it was decided to perform a GPS campaign for the precise height determination of reference stations in May 2000. The countries were urged to revise their leveling networks to connect them with neighboring countries at the borders, organize the gravity data along the leveling lines, and to compute geopotential numbers as a basis for all types of physically defined heights.

In addition to the installation of the unified vertical reference system, the 1995 network had to be re-observed in order to determine the station velocities, which are essential for maintaining the reference system with respect to its time evolution. For that reason Working Groups I and III jointly organized the SIRGAS 2000 GPS Campaign.

Another matter in planning the GPS campaign was the request to extend the SIRGAS Project to Central and North America and the Caribbean. Therefore, stations in these countries were included in the network enlarging it to 184 stations spread over all the Americas (Figure 1).

2 Station Selection Criteria

The selection of stations for the GPS network forming the reference frame of the unified vertical reference system was based on the following principal criteria:

- The primary tide gauges in all the countries, i.e., those tide gauges which define the vertical datum of a classical leveling network by the mean sea level during a certain time interval (epoch) must be included.
- Other relevant tide gauges may also be included. This provides additional information about the geographical variations of the sea level (sea surface topography). Together with long term tide gauge records it may help to extrapolate the mean sea levels during the different epochs of definition of the vertical datums to a common epoch. By this means, the effects of sea level changes with time on the height systems defined at different epochs may be reduced.
- Stations at the borders between neighboring countries with known heights in both systems shall also be occupied by GPS. The eventual differences of the leveled heights in both systems include a number of effects (different mean sea levels at the primary tide gauges during the epoch of definition, missing gravity corrections, etc.) and errors (leveling errors, gravimetric correction errors, etc.). The difference between the GPS determined ellipsoidal heights and the geoid undulations provides an independent control for the leveled heights.
- Additional primary vertical control stations within the countries may also be included. This is to stabilize and to improve the design of the new vertical reference system in particular in areas far off the tide gauges. As the stations will get three-dimensional coordinates from the data processing, they may also form part of the SIRGAS geocentric reference network.
- All the sites of the SIRGAS 1995 reference frame have to be included.

Table 1 presents a summary of the stations included in the May 2000 GPS campaign, their types according to the above mentioned criteria and their distribution over the participating countries.

3 Specifications, Equipment and Performance of the GPS Observations

The GPS observations were performed from May 10, 0h to May 19, 24h, 2000, i.e., 10 days continuously. All types of GPS receivers recognized by the International GPS Service (IGS) were accepted to be employed (Table 2). Attention had to be given to all the parameters which effect the precise height determination, i.e., in particular the vertical position of the antenna (clear identification of the reference point and precise measure of the height). Preferably IGS compatible choke ring antennae should be used. If those were not available, other antennae with well documented phase center characteristics were also accepted.

The requested data collection rate was 15 s, and the minimum elevation angle 8 degrees. Detailed specifications for the site preparation and the required performance of the observations were distributed to all the participating institutions prior to the

campaign. Log sheets for each station and observation day had to be filled and sent to the data center together with the data files.

4 Data Collection and Processing

The GPS observations were collected at two data centers, IBGE in Rio de Janeiro, Brazil, and DGFI in Munich, Germany. These two centers are also responsible for the analysis and processing of the observation data.

The data were sent in RINEX format and completely checked in the data centers. From all the possible observation days (184 stations * 10 days = 1840 observation days) only 122, or less than 7 percent were missing.

The strategies of the processing and preliminary results were presented during the IAG Symposium on Vertical Reference Systems, Cartagena, Colombia, February 2001 (Costa et. al., 2001, Kaniuth et. al., 2001). The final results shall be discussed during the 2001 IAG Scientific Assembly in Budapest, Hungary.

Table 1. Distribution and types of stations in the countries

Country (Island)	SIRGAS 1995	New Site	Tide Gauge	Total No.
Argentina	10	7	3	20
Bermuda	-	-	1	1
Bolivia	6	3	-	9
Brazil	11	5	5	21
Canada	-	10	3	13
Chile	7	8	5	20
Colombia	5	2	1	8
Ecuador	3	3	1	7
Fr. Guiana	1	-	-	1
Guatemala	-	3	1	4
Guyana	-	2	-	2
Honduras	-	1	-	1
Jamaica	-	1	-	1
Mexico	-	13	2	15
Nicaragua	-	2	-	2
Paraguay	1	-	-	1
Puerto Rico	-	1	-	1
Saint Croix	-	-	1	1
Peru	4	3	3	10
Trinidad&Tobago	-	2	-	2
Uruguay	2	4	2	8
USA	-	12	12	24
Venezuela	5	3	3	11
Antarctica	1	-	-	1
Sum	56	85	43	184

Table 2. Equipment in the SIRGAS 2000 GPS Campaign
(* = Choke Ring Antenna)

Receiver	No	Antenna	No
AOA/Rogue			
SNR-8000	20	AOAD/M_T *	33
SNR-12	10		
BENCHMARK	2	AOAD/M_TA_NG*	2
Ashtech			
Z-XII3	56	Ash700936/701945*	28
UZ-12	14	Ashtech others	39
Javad			
JPS Legacy	4	JPS REGANT SD E	2
		JPS others	2
Leica			
CRS 1000	3		
9500 / 520	11	LEIAT 303/504 *	9
SR 299	5	Leica others	10
Topcon			
GR R1 DY	1	TOP700577	1
Trimble			
4000 SSI	28	TRM 29659.00 *	29
4000 SSE	22	Trimble others	29
4700 / 4800	8		
Total	184	Total	184

5 Future Activities

The GPS campaign for the installation of the reference network is only one step towards the establishment of the vertical reference system for the Americas. Only one type of the heights to be used (Drewes et al. 2001) is determined by this campaign, the ellipsoidal heights. To determine the other required type of heights, the normal heights, a number of activities has to be completed:

- All the reference stations have to be connected by spirit leveling to the national networks that materialize the classical height systems.
- The spirit leveling has to be reduced for the effects of the Earth's gravity field (normal reduction). For this purpose, gravimetric measurements have to be performed along all the leveling lines, if not done so far.
- A precise quasigeoid determination has to be done by a joint processing of all available gravity data in the countries. Only by this means, the GPS ellipsoidal heights can be combined with the leveled (and gravity reduced) heights of the classical systems.

All the countries are urged to complete these tasks in the near future.

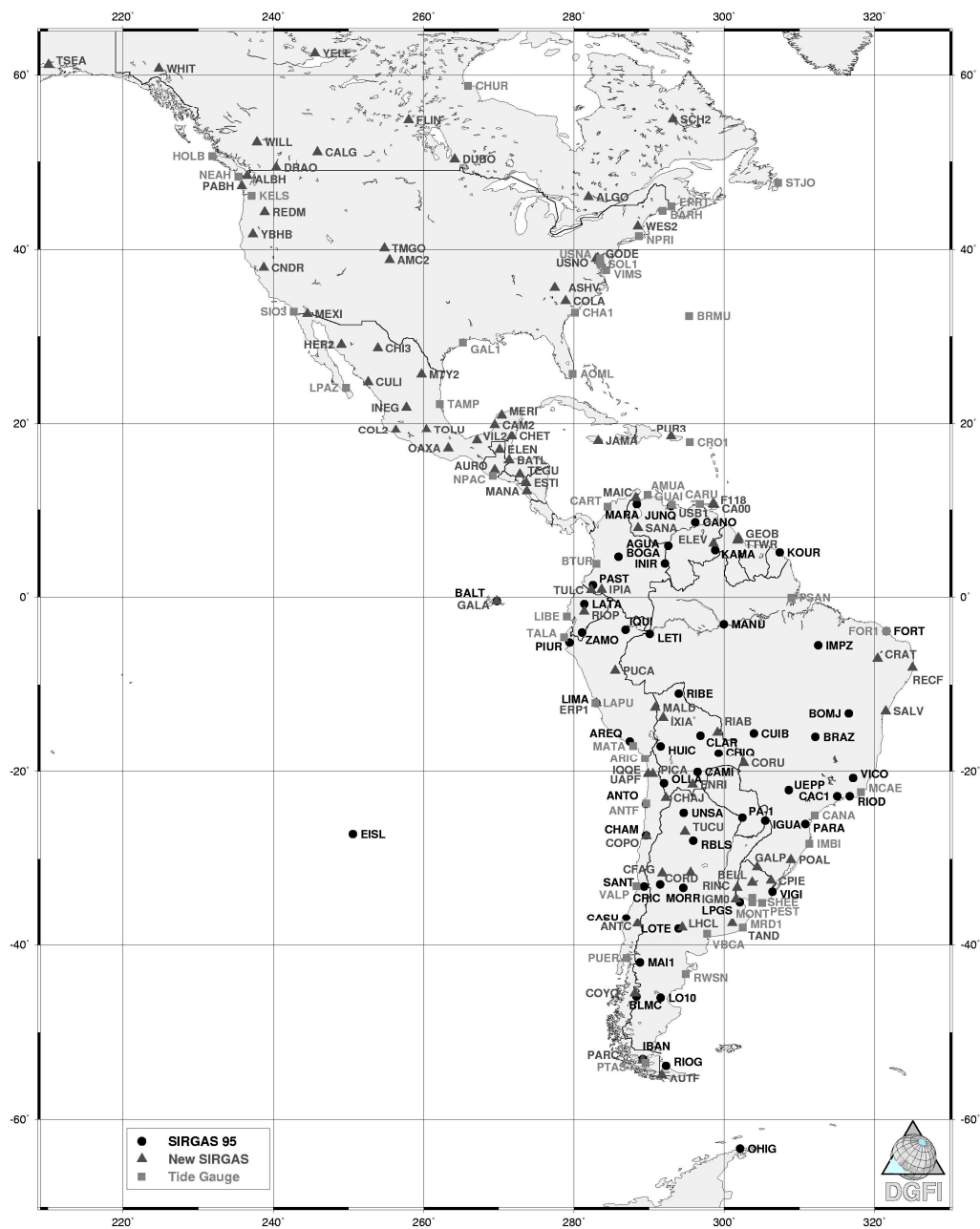


Fig. 1 Stations of the SIRGAS 2000 GPS campaign and their classification

Acknowledgement

The SIRGAS Project continues to work extremely successful. This is only possible due to the high level of cooperation provided by each participant, including all the American countries, the sponsoring organizations, the scientific consultants, as well as the data and processing centers. More than 30 institutions from the Americas and Europe are involved, all working together towards the high common goal. The extremely good cooperation was again experienced during the SIRGAS 2000 GPS campaign for the establishment of a unified vertical reference system for the Americas and as a first repetition measurement of the 1995 reference network. This is gratefully acknowledged.

References

- Costa, S., E. Fonseca Jr., J. Fazan, J. Monico, P. Camargo (2001). Preliminary Results of SIRGAS 2000 Campaign – IBGE Analysis Center. In: Proceedings of IAG International Symposium on Vertical Reference Systems, Cartagena, Colombia.
- Drewes, H., L. Sánchez, D. Blitzkow, S. Freitas (2001). Scientific Foundations of the SIRGAS Vertical Reference System. In: Proceedings of the IAG International Symposium on Vertical Reference Systems, Cartagena, Colombia.
- Hoyer, M., S. Arciniegas, K. Pereira, H. Fagard, R. Maturana, R. Torchetti, H. Drewes, M. Kumar, G. Seeber (1998). The definition and realization of the reference system in the SIRGAS project. Springer; IAG Symposia; No. 118; 167-173.
- Kaniuth, K., H. Tremel, H. Drewes, K. Stuber, R. Maturana, H. Parra (2001). Processing of the SIRGAS 2000 GPS Network at DGFI. In: Proceedings of IAG International Symposium on Vertical Reference Systems, Cartagena, Colombia.
- SIRGAS Project Committee (1997). SIRGAS Final Report – Working Groups I and II, IBGE, Rio de Janeiro, Brazil.

INFORMES SOBRE A 3ª REUNIÃO DO GT-III, OCORRIDA EM 21 E 22 DE FEVEREIRO DE 2001, EM CARTAGENA DE INDIAS, COLOMBIA
(Informações fornecidas pelo então Presidente do GT-III, Eng. Roberto Teixeira Luz)

I. Agenda

- Abertura (L. Fortes)
 - a. Aceitação da Agenda
 - b. Proposição da expansão do Comitê SIRGAS para incluir Representantes da América do Norte, América Central e Caribe
 - c. Proposição da alteração do significado do acrônimo SIRGAS para "Sistema de Referência Geocêntrico das Américas"
- Relatório dos países participantes sobre a integração de suas redes ao SIRGAS e sobre a adoção oficial do sistema (Representantes no Comitê SIRGAS)
- Detalhes sobre o processamento das observações da Campanha 2000
 - a. DGFI (K. Kaniuth)
 - b. IBGE (S. Costa)
 - c. discussão da proposta de adoção oficial das coordenadas elipsoidais SIRGAS na próxima Assembléia Científica da IAG (Budapest, setembro 2001)
- Relatórios (exemplos) a respeito do trabalho do GT-III
 - a. Integração de gravimetria e nivelamento no Brasil (R. Luz)
 - b. Conexão de redes altimétricas sul-americanas (J. N. Hernandez)
- Situação do envio de dados ao GT-III pelos países participantes (R. Luz)
- Discussão sobre o tipo de altitude física a ser adotada (R. Luz)
- Evolução temporal do SIRGAS (K. Kaniuth e H. Drewes)
- Próximas atividades
- Outros assuntos
 - a. SIRGAS na estrutura da IAG (L. Fortes)
 - b. SIRGAS na Assembléia da ONU (L. Fortes e H. Drewes)
 - c. SIRGAS no IPGH (F. Galbán)
 - d. participação do SIRGAS na solução do conflito de fronteiras entre Ecuador e Peru (L. Fortes)
- Conclusões e recomendações

II. Discussões

1. foi aprovada por unanimidade a proposta de expansão do Comitê SIRGAS para integrar os países da América Central, do Caribe e da América do Norte. Conseqüentemente, foi decidida a alteração do significado do acrônimo "SIRGAS", que passou a ser "**S**istema de **R**eferência **G**eocêntrico para as **A**mérica**S**". Imediatamente após a reunião, deverão ser enviadas, às autoridades geodésicas desses países, solicitações de indicação de seus representantes ;

2. o Presidente do Comitê apresentou as recomendações, referentes ao Projeto SIRGAS, aprovadas pela 7ª Conferência Regional das Nações Unidas sobre Cartografia nas Américas (*Anexo 1*), que serão incluídas em breve nos sítios do Projeto na internet : <http://www.dgfi.badw.de/dgfi/SIRGAS/sirgas.html> e <http://www.ibge.gov.br/home/geografia/geodesico/sirgas/principal.htm> ;
3. foram apresentados breves informes sobre a situação dos sistemas geodésicos em cada país da América do Sul. Durante essas apresentações, foi feita uma **recomendação** sobre a necessidade de revisão das orientações do GT-II (*Anexo 4*) para a integração das redes nacionais ao SIRGAS. Ao final das apresentações, foi solicitado aos representantes o envio de cópia das mesmas, para acompanhamento do GT-II ;
4. os Centros de Processamento (IBGE e DGFI) apresentaram alguns detalhes da metodologia e a situação atual do processamento dos dados da Campanha GPS SIRGAS 2000. Foram apontados alguns problemas nos arquivos de dados, aproveitando-se para solicitar que os respectivos países indiquem a solução dos problemas até 15 de março de 2001. Depois dessa data, os Centros de Processamento iniciarão o cálculo final de suas respectivas soluções, para apresentação, discussão e definição de estratégias de integração das soluções na Assembléia Científica da IAG (Budapest, setembro de 2001) ;
5. foram apresentadas duas situações que exemplificam o trabalho relativo ao GT-III. O representante do Brasil informou que o cálculo dos números geopotenciais ainda não começou em seu instituto, devido ao pequeno número de estações de nivelamento que também têm valores de gravidade. Informou também que essa situação será bastante melhorada com a utilização de levantamentos gravimétricos de outros institutos brasileiros, cujos dados já se encontram na base de dados da Sub-Comissão da IAG para Gravidade e Geóide na América do Sul ;
6. o segundo exemplo de trabalho vinculado aos objetivos do GT-III foi apresentado pelo Representante Nacional da Venezuela, abordando a conexão das redes de nivelamento de seu país com as da Colômbia e do Brasil. Mostrou a diferença de 3,5m encontrada entre as altitudes referidas aos “data” de Venezuela e de Brasil, atribuindo-a à enorme distância das linhas de nivelamento, à não aplicação de correções de gravidade e às diferenças entre os “data” verticais dos dois países ;
7. foi feita uma breve revisão das decisões do GT-III, no contexto da proposta das bases de dados BIVAS e BIDAS (*Anexo 3*). Foi ressaltado o fato de que **nenhum país enviou** parecer sobre essa proposta e tampouco qualquer **informação** para inclusão nas mesmas. O Presidente do Comitê do Projeto observou que não existirá razão para a divulgação dos resultados finais da Campanha 2000 referentes às estações dos países que não enviarem informações. Como forma de quebrar a resistência e estabelecer um fluxo de dados contínuo, o representante do Brasil, como presidente do GT-III e responsável pelo Centro de Dados do GT-III estabelecido no IBGE, informou que providenciará, com o Representante Nacional de seu país, imediatamente após a reunião, a inclusão de informações relativas à rede brasileira. Foi

recomendado o estabelecimento de um informe mensal sobre a incorporação de novas informações às bases de dados ; e

8. os componentes do GT-III concordaram com a **recomendação** de adoção das altitudes normais, de acordo com o documento técnico sobre o assunto (*Anexo 2*). Tal recomendação será submetida aos Representantes Nacionais, solicitando-se seu pronunciamento sobre a mesma, de modo que, dentro de poucos meses, o GT-III possa conhecer o panorama geral e estabelecer estratégias objetivas para o cumprimento de seus objetivos.

III. Assistentes

Eng. Luiz Paulo Souto Fortes	Presidente do Comitê SIRGAS	Brasil
Eng. Roberto Teixeira Luz	Presidente do GT.III	Brasil
Dr. Melvin Hoyer	Presidente do GT.I e Membro Suplente do GT.III	Venezuela
TCL Rodrigo Maturana Nadal	Representante Nacional no Comitê e Membro Principal do GT.III	Chile
Ing. Jose Napoleón Hernández	Representante Nacional no Comitê e Membro Principal do GT.III	Venezuela
Cap. Fernando Oviedo	Representante Nacional no Comitê	Bolivia
Ing. Roberto Perez Rodino	Representante Nacional no Comitê	Uruguay
Cap. Ricardo Urbina	Representante Nacional no Comitê	Ecuador
Ing. Pedro A. Sandoval	Representante Nacional no Comitê	Colombia
Dr. Hermann Drewes	Representante da IAG no Comitê e Consultor Científico do GT.III	Alemanha
TCL Fernando Miguel Galbán	Representante do IPGH no Comitê	Argentina
Prof. Graciela Font	Membro Suplente do GT.III	Argentina
Dr. Silvio Rogério C. Freitas	Membro Suplente do GT.III	Brasil
Ing. Laura Marlene Sánchez	Membro Principal do GT.III	Colombia
Prof. Fabian Barbato	Membro Principal do GT.III	Uruguay
Cap. Eduardo Andrés Lauría	Membro Principal do GT.I	Argentina
Dr. Denizar Blitzkow	Consultor Científico do GT.III	Brasil
Ing. Klaus Kaniuth	Centro de Processamento DGFI	Alemanha
Eng. Sonia Maria A. Costa	Centro de Processamento IBGE e Membro Principal do GT.II	Brasil
Ing. Wolfgang Seemüller	Observador	Alemanha
Ing. Gustavo Acuña	Observador	Venezuela
Dr. Heinz Henneberg	Observador	Venezuela
Eng. Valéria M. Guimarães	Observadora	Brasil
Dr. Claudio Brunini	Observador	Argentina
Angel R. Daal	Observador	Venezuela
Jorge Faure	Observador	Uruguay
Fanery Valencia	Observador	Colombia
William Martínez	Observador	Colombia
Wilfredo Rubio	Observador	Chile

IV. Recomendações

1. Revisão das recomendações de integração das redes nacionais ao SIRGAS, elaboradas pelo GT-II em 1996 (*Anexo 4*) ;
2. Divulgação de informes mensais sobre as informações recebidas pelos Centros de Dados do GT-III (bases de dados BIVAS e BIDAS), iniciando com informações dos países onde estão estabelecidos esses Centros de Dados ; e
3. Adoção das altitudes normais na definição do sistema de referência vertical do SIRGAS em cada país.

V. Resoluções

1. Extensão do Comitê SIRGAS para incluir a representação dos países da América Central, do Caribe e da América do Norte ;
2. Alteração do significado do nome “SIRGAS” para “Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas” ; e
3. Apresentação dos resultados finais do processamento dos dados da Campanha GPS SIRGAS 2000 em cada Centro de Processamento, e discussão de estratégias para a integração desses resultados, durante a Assembléia Científica da IAG em Budapest, em setembro de 2001.

INFORMES SOBRE A REUNIÃO DOS CENTROS DE PROCESSAMENTO, OCORRIDA EM 06 DE SETEMBRO DE 2001, EM BUDAPEST, HUNGRIA (Informações fornecidas pelo ex-Presidente do GT.III, Eng. Roberto Teixeira Luz)

I. Agenda

- Abertura (L. Fortes)
- Apresentação dos resultados da Campanha GPS SIRGAS 2000 pelos Centros de Processamento
 - a. DGFI (K. Kaniuth)
 - b. IBGE (S. Costa)
- Discussão de estratégias para a integração dos resultados dos Centros de Processamento em uma solução combinada final
- Situação do envio de dados ao GT-III pelos países participantes (R. Luz)
- Outros assuntos
- Conclusões , recomendações , próximas atividades

II. Discussões

1. anúncio da substituição do atual Presidente do GT.III, Eng. Roberto Teixeira Luz, pela Eng. Laura Marlene Sánchez Rodríguez ;
2. apresentação de alguns resultados do processamento das observações da Campanha 2000 em ambos os Centros de Processamento, ressaltando-se o tempo dispendido na “limpeza” dos dados, decorrente do excessivo número de problemas de documentação das estações e das observações. Também foi enfatizada a necessidade de interromper o prolongado processo de integração de novas estações à Rede, em função do envio tardio das respectivas observações, para que o cálculo final prossiga até a integração dos resultados dos Centros de Processamento em uma solução única. Além disso, foi apontada a impossibilidade de determinar, de forma confiável, as velocidades das estações não-permanentes ocupadas em 1995 e 2000 ;
3. discussão de aspectos da integração dos resultados dos Centros de Processamento em uma solução única, sem no entanto definir as estratégias para essa integração. Foram recomendadas a avaliação da qualidade das estações definidoras do ITRF-2000 e a inclusão de todas as estações da Campanha 2000 na solução final ;
4. informação sobre a situação das bases de dados do GT.III, ressaltando-se o fato de que apenas a Argentina enviou informações. Foram enfatizados novamente os objetivos que cada país deve alcançar e as atividades que deve realizar na direção desses objetivos, conforme decisões das reuniões anteriores ; e
5. anúncio da próxima reunião do Projeto para outubro de 2002, durante o “*Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra*”, em Santiago do Chile.

III. Assistentes

Eng. Luiz Paulo Souto Fortes	Presidente do Comitê SIRGAS	Brasil
TCL Rodrigo Barriga Vargas	Presidente do GT.II e Membro Suplente do GT.III	Chile
Ing. Laura M. Sánchez R.	Presidente do GT.III	Colombia
Ing. Jose Napoleón Hernández	Representante Nacional no Comitê e Membro Principal do GT.III	Venezuela
Dr. Hermann Drewes	Representante da IAG no Comitê e Consultor Científico do GT.III	Alemanha
Tcl Fernando Miguel Galbán	Representante do IPGH no Comitê	Argentina
Eng. Roberto Teixeira Luz	Membro Principal do GT.III	Brasil
Dr. Silvio Rogério C. Freitas	Membro Suplente do GT.III	Brasil
Cap. Eduardo Andrés Lauría	Membro Principal do GT.I	Argentina
Dr. Zuheir Altamimi	Consultor Científico do Comitê	França
Dr. Denizar Blitzkow	Consultor Científico do GT.III	Brasil
Ing. Klaus Kaniuth	Centro de Processamento DGFI	Alemanha
Eng. Sonia Maria A. Costa	Centro de Processamento IBGE e Membro Principal do GT.II	Brasil

Dr. Edvaldo S. Fonseca Jr.	Membro Suplente do GT.II	Brasil
Dra. Maria Cristina Pacino	Observadora	Argentina
Dr. Daniel Del Cogliano	Observador	Argentina
Ing. Wolfgang Seemüller	Observador	Alemanha
Dr. Eugen Wildermann	Observador	Venezuela
Ing. Gustavo Acuña	Observador	Venezuela
Dr. Wolfgang Bosch	Observador	Alemanha
Dr. Heinz Henneberg	Observador	Venezuela
Cap Alvaro Hermosilla J.	Observador	Chile
Dr. Michael Craymer	Observador	Canadá
Dr. Marc Veronneau	Observador	Canadá
Dr. Daniel R. Roman	Observador	EUA
Dr. Ramón V. Garcia	Observador	Mexico
Dr. João Francisco Galera M.	Observador	Brasil
Dr. Remi Ferland	Observador	Canadá
Ing. Detlef Angermann	Observador	Alemanha

RECOMENDAÇÕES DA 7^A UNRCCA SOBRE O PROJETO SIRGAS (New York, 22 a 26 de janeiro de 2001)

La Conferencia,

Reconociendo la importancia que tiene para la infraestructura de datos espaciales disponer de datos para la determinación de la posición tridimensional que tengan alta calidad y se remitan a un sistema mundial unificado de referencia geodésica,

Tomando nota de que hay grandes diferencias entre los datums geodésicos nacionales existentes,

Considerando los avances obtenidos por el proyecto del Sistema sudamericano de referencia geocéntrica (SIRGAS) para establecer un *datum* geodésico unificado,

Teniendo presente que el marco de referencia del SIRGAS se basa en el marco de referencia terrestre internacional, que es prácticamente idéntico al sistema geodésico mundial de 1984,

Teniendo presente también que el proyecto SIRGAS presta apoyo a los países participantes en los ámbitos de la transferencia de conocimientos y la capacitación,

1. *Recomienda* que los países miembros de América integren sus sistemas nacionales de referencias geodésicas en un sistema de referencia compatible con el SIRGAS;
2. *Recomienda también* que los países miembros de América proporcionem al SIRGAS los datos de gravedad necesarios para realizar los cálculos del geóide como superficie de referencia del sistema vertical (altura);
3. *Recomienda además* que los países miembros de América corrijam su nivelación mediante observaciones gravimétricas para que se puedan calcular los valores del geopotencial y conectar las redes de nivelación con los países vecinos, y que toda esa información se proporcione al SIRGAS.

DOCUMENTO TÉCNICO SOBRE O SISTEMA DE REFERÊNCIA VERTICAL PARA A AMÉRICA DO SUL (preparado por Hermann Drewes, Laura Sánchez, Denizar Blitzkow e Silvio Freitas em 1998)

La reciente determinación del dátum SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur), garantiza la solución de las discrepancias existentes entre los diferentes marcos geodésicos nacionales. Su principal ventaja radica en que se constituye en una plataforma común de referencia horizontal. Sin embargo, la disparidad persiste al comparar la posición vertical entre países vecinos. Esta circunstancia obliga que, al mantenimiento de SIRGAS, sea adicionada la definición de un sistema vertical que satisfaga no sólo las demandas de la representación cartográfica, sino también las exigencias del control geodésico actual y la homogeneización de este tipo de información a nivel internacional. Este nuevo sistema debe obedecer a una combinación consistente de las alturas niveladas establecidas, los datos de gravedad registrados y las alturas elipsoidales obtenidas mediante los levantamientos GPS, sin descuidar la normalización que un modelo geoidal gravimétrico les impone. Su determinación considera cuatro aspectos fundamentales: Definición del tipo de alturas que conforman su estructura, determinación del nivel básico al que están referidas dichas alturas, materialización de éstas mediante la realización de un marco de referencia y, finalmente, su cambio a través del tiempo.

Considerando lo expuesto y, dentro del contexto de la Resolución No. 4 del Grupo de Trabajo III de SIRGAS, en este documento se hace una exposición de los conceptos físicos y geométricos involucrados en la definición de alturas, su plataforma de referencia y la solución más conveniente para cualificar el marco geodésico vigente en América del Sur.

I. Tipos de alturas

La altura de un punto sobre la superficie terrestre es 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, el cual, a su vez, puede ser barométrico, trigonométrico, geométrico o espacial. Sin embargo, debido a la influencia del campo de gravedad terrestre en el proceso de medición, los resultados obtenidos deben ser cualificados involucrando correcciones gravimétricas.

En el proceso convencional de determinación de alturas, el telescopio del instrumento es tangente a la superficie equipotencial local y la línea de la plomada coincide con el vector de la fuerza de gravedad, el cual es perpendicular a aquellas superficies. De aquí, las diferencias de nivel calculadas no solo reflejan las variaciones topográficas del terreno, sino que además consideran las alteraciones gravitacionales de la Tierra. La desviación que estas alteraciones generan sobre las alturas medidas pueden ser cuantificadas y tratadas de acuerdo con los conceptos físicos considerados en su procesamiento. Así, las alturas utilizadas en Geodesia se clasifican según su determinación, su aplicación y el modelo matemático o físico considerado en su definición. Dentro de este marco, se distinguen alturas de tipo geométrico (niveladas y elipsoidales) y alturas de tipo físico (dinámicas, normales y ortométricas).

1. Alturas de tipo geométrico

1.1 Alturas niveladas

Son las obtenidas bajo el proceso de nivelación geométrica con métodos ópticos de medición (Figura 1). Las diferencias de nivel observadas varían de acuerdo con el campo de gravedad inherente al sitio en consideración.

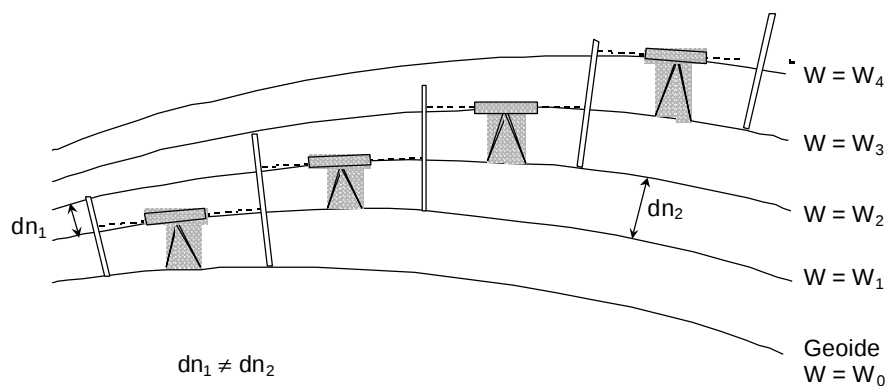


Figura 1. Alturas niveladas

Las cantidades observadas (dn) corresponden con la distancia existente entre las superficies equipotenciales del campo de gravedad terrestre y su sumatoria permite conocer la diferencia de altura entre los puntos de interés. No obstante, debido a la forma elipsoidal de la Tierra y a la distribución irregular de sus masas internas, las superficies equipotenciales no son equidistantes; los valores de desnivel entre éstas, varían de acuerdo con el trayecto de medición.

Como estas alturas dependen del camino descrito en el proceso de nivelación, fácilmente pueden obtenerse diferentes valores de altura para un mismo punto, haciendo que sean utilizadas en áreas pequeñas que no requieren considerar ni la figura elipsoidal de la Tierra ni las variaciones de su campo de gravedad. Su aplicación práctica es efectiva solo en redes locales con, aproximadamente, 10 km de extensión.

1.2 Alturas elipsoidales

Las alturas elipsoidales (h) representan la separación entre la superficie topográfica terrestre y el elipsoide. Dicha separación se calcula sobre la línea perpendicular a este último. (Figura 2).

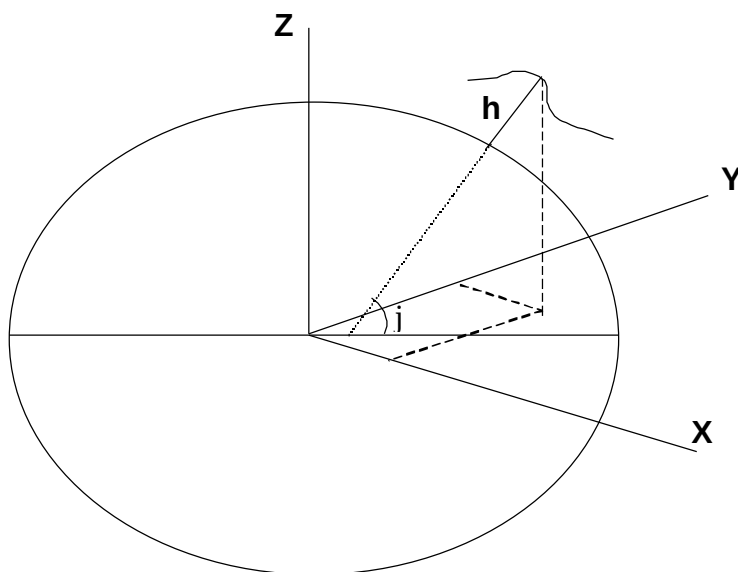


Figura 2. Alturas elipsoidales

Las alturas elipsoidales son obtenidas a partir de las coordenadas geocéntricas cartesianas (X, Y, Z) definidas sobre un elipsoide de referencia (p. ej. el modelo Geodetic Reference System 1980, GRS80, o el World Geodetic System 1984, WGS84, los cuales, en la práctica, son iguales), y determinadas a partir del posicionamiento satelitario de los puntos de interés.

Debido a la utilización masiva de la técnica GPS, es indispensable considerar este tipo de alturas en los registros oficiales de las cantidades directamente medidas. Sin embargo, como éstas no consideran el campo de gravedad terrestre en su determinación, pueden presentar valores iguales en puntos con niveles diferentes, o viceversa, haciendo que su aplicación en la práctica sea mínima. Tal circunstancia exige que éstas sean complementadas con otro tipo que sí considere el campo de gravedad terrestre.

2. Alturas de tipo físico

Una manera de determinar las distancias reales entre las superficies de nivel es cuantificando sus diferencias de potencial, las cuales al ser sumadas en un circuito cerrado siempre serán cero y los resultados obtenidos, por diferentes trayectorias, serán iguales. Esto debido a que los valores de potencial son unívocos y dependen solamente de la posición. En la práctica, estas diferencias corresponden con los resultados de las nivelaciones clásicas combinadas con los valores de gravedad registrados en la zona de interés. La diferencia de potencial entre cada punto de cálculo y el geoide (principal superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre) se conoce como número geopotencial:

$$\int_0^A g \, dn = W_0 - W_A = C \quad (1)$$

Siendo g la gravedad observada en el punto de cálculo, dn diferencial en altura, W_0 el potencial sobre el geoide y W_A el potencial sobre la superficie que pasa por el punto de cálculo. La dimensión de los números geopotenciales es $[m^2/s^2]$, la cual no representa una longitud, haciendo que su utilización en la práctica no sea conveniente. Estos números pueden ser expresados en unidades de distancia al ser divididos por algún valor convencional de gravedad:

$$altura (H) = \frac{\text{número geopotencial } (C)}{\text{valor de gravedad } (G)} \quad (2)$$

La clase de altura (H) obtenida al resolver la expresión 2, dependerá del tipo de gravedad (G) incluida. Si G corresponde con el valor medio de gravedad teórica (normal) entre la estación y la superficie de referencia, la altura calculada será normal. Mientras que, si G equivale a un valor constante de gravedad teórica para un punto arbitrario, H es conocida como altura dinámica. Finalmente, si G es igual al valor medio de gravedad real entre el geoide y la estación evaluada, la altura estimada es llamada ortométrica.

2.1 Alturas dinámicas

Las alturas dinámicas se calculan al dividir los números geopotenciales por un valor constante de gravedad (γ_{cte}):

$$H_{(din)} = \frac{C}{g_{cte}} \quad (3)$$

La ventaja de las alturas dinámicas radica en que, valores iguales de éstas representan una superficie equipotencial del campo de gravedad, es decir; una superficie de agua en calma en cualquier elevación sobre el geoide tiene siempre la misma altura dinámica. Estas alturas se obtienen a partir de las niveladas, mediante la aplicación de correcciones que expresan los incrementos o decrementos, en altura, generados por involucrar un valor constante de gravedad.

La principal desventaja de este tipo de alturas está en que, por causa de la convergencia de las superficies equipotenciales (especialmente en dirección norte-sur, figura 1) la distancia geométrica entre ellas varía ostensiblemente (5×10^{-3} unidades del ecuador a los polos), sin alterarse su altura dinámica. Por ejemplo, si se consideran dos superficies equipotenciales, cuya distancia geométrica es de 100 m en el ecuador, su equivalencia en los polos será de 99,5 m, mientras que, su altura dinámica siempre será constante.

2.2 Alturas normales

En las alturas normales los números geopotenciales no son divididos por un valor constante de gravedad (como en la ecuación 3) sino, por el valor medio de la gravedad normal entre la superficie de referencia (denominada cuasi-geoide) y el punto en consideración (γ) (Figura 3):

$$H_{(norm)} = \frac{C}{g'} \quad (4)$$

γ se obtiene a partir de la fórmula de la gravedad normal terrestre, la cual está sólo en función de la latitud geográfica del punto y es generada por el elipsoide de referencia utilizado.

Las correcciones normales que se aplican a las alturas niveladas son más pequeñas que las de las alturas dinámicas, ya que γ considera la convergencia de las superficies equipotenciales.

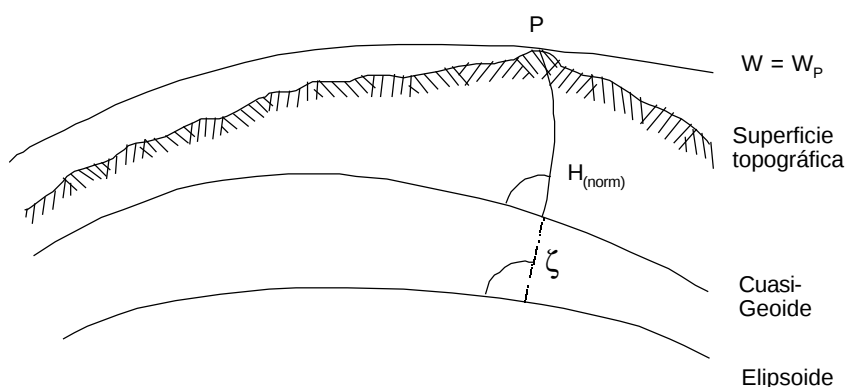


Figura 3. Alturas normales

De acuerdo con lo expuesto, estas alturas pueden obtenerse a partir de las elipsoidales si se les descuenta la ondulación del cuasi-geoide, la cual es conocida como anomalía de altura o altura anómala (ζ):

$$H_{(norm)} = h - \zeta \quad (5)$$

ζ se obtiene a partir de los cálculos geoidales realizados por métodos gravimétricos o satelitales.

2.3 Alturas ortométricas

El cálculo de las alturas ortométricas es similar al de las normales, sólo que los números geopotenciales son divididos por el valor medio de la gravedad verdadera (g') entre el punto evaluado y el geoide. (Figura 4).

$$H_{(ortom)} = \frac{C}{g'} \quad (6)$$

El inconveniente que presentan estas alturas se basa en que no es posible conocer el valor de g' . Normalmente, la gravedad real es medida sobre la superficie topográfica y continuarla, hacia abajo, a lo largo de la línea de la plomada, requiere de la formulación de modelos sobre la distribución de densidad de las masas terrestres. De esta manera, los valores de altura ortométrica calculados dependen de las hipótesis utilizadas en el modelamiento de la densidad. Los métodos más comunes en la determinación de alturas ortométricas corresponden con las hipótesis de Helmert, Vignal, Baranov y Aire Libre (Free Air).

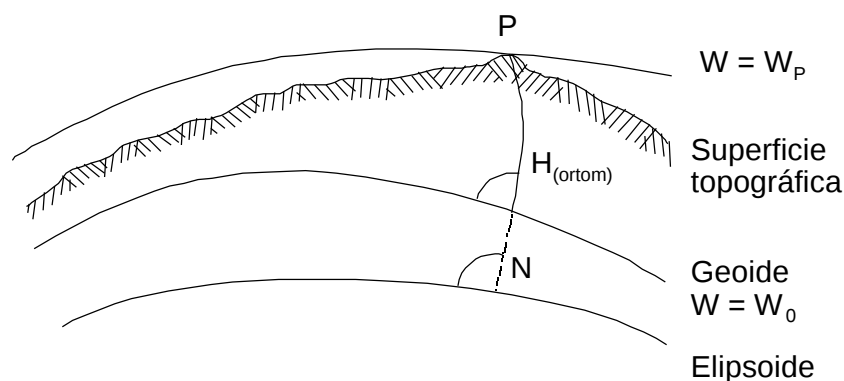


Figura 4. Alturas ortométricas

Las correcciones ortométricas aplicadas a las alturas niveladas están en el mismo orden que las utilizadas para la obtención de las normales. Sin embargo, la diferencia entre alturas ortométricas y normales (y con esto entre el geoide y el cuasi-geoide) depende de la discrepancia entre la gravedad verdadera modelada a través de alguna hipótesis y la gravedad normal, pudiéndose alcanzar valores de decímetros en estas diferencias.

Las alturas ortométricas pueden obtenerse a partir de las elipsoidales mediante la sustracción de las ondulaciones geoidales N :

$$H_{(ortom)} = h - N \quad (7)$$

Tanto en la determinación de N , como en el cálculo de g' (ecuación 6) y en la estimación de las correcciones ortométricas, se requiere de una hipótesis sobre la distribución de densidades de las masas terrestres, lo cual; a pesar de ser la misma en los tres cálculos, no garantiza la obtención de un conjunto homogéneo de alturas ortométricas y dificulta su combinación con las alturas obtenidas a partir de las elipsoidales.

II. Superficie de referencia para la definición de alturas

Toda nivelación clásica parte de un punto de referencia (dátum vertical), el cual es determinado mediante la observación del nivel del mar en largos períodos de tiempo y se asume coincidente con el geoide. Sin embargo, debido al dinamismo oceánico del planeta, el

mar presenta diferentes niveles que dependen de la variación temporal de la superficie del mar (presión atmosférica, temperatura oceánica, etc.) y de la posición geográfica del mareógrafo (corrientes oceánicas, densidad del agua, etc.), lo que se traduce en diferencias de nivel de hasta dos metros entre varios mareógrafos.

Para superar los inconvenientes tácitos en la definición vertical sustentada por los mareógrafos, es necesario encontrar una superficie que constituya una referencia global, independiente del nivel del mar observado. El problema fundamental de la Geodesia es determinar la superficie equipotencial del campo de la gravedad terrestre que coincide (en primera aproximación) con el nivel medio del mar en completa calma. El comportamiento de dicha superficie depende de la caracterización que le asigna el campo de gravedad y su deformación causada por la existencia de masas internas de diferentes densidades. Su determinación, está sujeta a ciertas consideraciones teóricas que permiten tener en cuenta dos conceptos:

- a. Geoide: superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre. Su estimación requiere de la formulación de hipótesis sobre la distribución de las masas internas del planeta.
- b. Cuasi-geoide: superficie no equipotencial, muy cercana al geoide. Su determinación no requiere de hipótesis geofísicas, se basa en el modelamiento matemático del campo de gravedad normal.

A las alturas ortométricas les corresponde, como superficie de referencia, el geoide, mientras que a las normales, les corresponde el cuasi-geoide. En cuanto a las alturas elipsoidales, éstas están referidas al modelo geométrico terrestre (elipsoide de revolución) considerado, el cual implícitamente está descrito por una superficie equipotencial normal obtenida a partir de formulaciones matemáticas ya establecidas.

III. Realización del marco de referencia vertical

Una vez definido el tipo de alturas y su plataforma correspondiente, es necesario materializar este sistema mediante el establecimiento de un conjunto de estaciones (red básica) que constituyan el punto de partida para la propagación del control vertical. Dentro de este conjunto, deben considerarse los mareógrafos que sirven de base para el sistema altimétrico actual, logrando de esta manera, su vinculación al nuevo y manteniendo la vigencia de las alturas definidas por el método clásico.

Las estaciones que conforman la red vertical básica tienen que ser niveladas geométricamente con corrección gravimétrica y estar definidas geodésicamente con posicionamiento GPS (Dátum SIRGAS). Estas características, complementadas con la definición de un modelo geoidal (cuasi-geoidal) para Suramérica, permiten realizar el marco de referencia vertical.

IV. Mantenimiento del sistema vertical de referencia

Al igual que la dinámica terrestre deforma las redes geodésicas horizontales, también altera las altimétricas. Los cambios en la posición vertical de la superficie topográfica se deben principalmente a:

- a. Mutación de la superficie de referencia (geoide o cuasi-geoide) como consecuencia de las modificaciones en la distribución de las masas internas terrestres, generadas por subducción, obducción, desplazamiento o choque de las placas tectónicas.

- b. Variación de la superficie de referencia por cambio del nivel medio del mar a través del tiempo, incluyendo deshielo polar y cambios en la temperatura oceánica.
- c. Los movimientos verticales resultantes de deformaciones corticales, de la acomodación de capas sedimentarias y modificaciones en el relieve topográfico.

Estos tres aspectos demandan del seguimiento continuo del marco de referencia vertical, con el propósito de establecer su variación y mantener la vigencia de las alturas definidas, mediante su actualización permanente.

V. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se recomienda que la definición del Sistema Vertical de Referencia para América del Sur se fundamente en dos tipos de alturas: las elipsoidales y las normales. Los argumentos se resumen en:

Las alturas elipsoidales son suficientes para definir un marco de referencia vertical preciso. No obstante, al ser esencialmente geométricas, éstas deben ser complementadas con un conjunto de alturas de tipo físico que permitan satisfacer las necesidades prácticas de los usuarios comunes.

Dentro de las alturas de tipo físico, se destacan las alturas normales y las ortométricas. Sin embargo, las normales se prefieren, ya que; a pesar de tener aplicación práctica similar a las ortométricas, en su determinación no se requiere de la formulación de hipótesis o modelos geofísicos de la densidad de las masas internas terrestres, facilitándose su evaluación a partir de los números geopotenciales y de la formulación matemática del campo de gravedad normal.

Las alturas normales utilizan como plataforma de referencia el cuasi-geoide, el cual se calcula normalmente por métodos gravimétricos y satelitales. Mientras que, el geoide, superficie de referencia de las alturas ortométricas, demanda de la formulación de modelos geofísicos para su determinación, lo que se traduce en la variación de las alturas, cada vez que cambie la hipótesis de estimación.

Las alturas normales se obtienen más fácilmente, que las ortométricas, a partir de las mediciones GPS. Esto se debe a que, en la primera clase, las alturas elipsoidales son disminuidas por cantidades calculadas matemáticamente (alturas anómalas del cuasi-geoide), mientras que en la segunda, deben considerarse valores derivados de hipótesis geofísicas (ondulaciones geoidales).

Las alturas normales facilitan la combinación de las obtenidas a partir del posicionamiento GPS y sus correspondientes, calculadas mediante la nivelación geométrica reducida a través de correcciones gravimétricas normales. Esta condición, garantiza una extensión más homogénea del control vertical en los diferentes países de América del Sur, sin descuidar la consistencia de un marco de referencia vertical único.

La superficie de referencia debe definirse de acuerdo con el tipo de alturas seleccionado, la cual, en este caso corresponde con el cuasi-geoide. Es conveniente que éste sea determinado de manera conjunta en todos los países de América del Sur.

Finalmente, con el propósito de vincular los sistemas clásicos de referencia vertical, es necesario determinar las alturas normales de los mareógrafos que constituyen los diferentes dátum. Para el efecto, deben combinarse rastreos GPS, altimetría satelital y alturas anómalas del modelo cuasi-geoidal.

BASES DE DATOS DAS REDES VERTICAIS SUL-AMERICANAS (propostas por Laura Sanchez em 1998)

De acuerdo con la Resolución No. 3 de la Reunión del Grupo de Trabajo III de SIRGAS, desarrollada en Santiago de Chile entre el 9 y el 14 de agosto de 1998, a continuación se ponen a consideración dos estructuras para la instrumentación y mantenimiento de una base de datos que contenga las características principales de la información vertical determinada en América del Sur.

El diseño de los modelos que se presentan tuvo como objetivo principal, construir un banco de datos que proporcione un panorama amplio del estado actual de los sistemas verticales nacionales. El primero de éstos, (BIVAS: Base de datos de información vertical de América del Sur) pretende alimentarse de las características generales de las redes de nivelación, utilizando como llave principal cada uno de los países del continente. El segundo (BIDAS: Base de datos de información vertical detallada de América del Sur), cubre características más particulares de cada una de las estaciones de nivelación y su estructura, demanda de un registro por cada valor de altura utilizado.

BIVAS: Base de datos de Información Vertical de América del Sur.

Esta estructura recopila la información general de las estaciones altimétricas existentes en América del Sur. Su objetivo principal es proporcionar una estadística rápida de la situación vertical actual. En esta base de datos existirán tantos registros como países suramericanos.

Campo	Descripción	Atributos	Formato	Long.
PAIS	Nombre del país en referencia	Argentina Bolivia Brasil Etc.	Carácter	30
ESTT	Cantidad total de estaciones con valor de altura conocido		Num.	8
EST1	Cantidad de estaciones altimétricas de primer orden		Num.	8
EST2	Cantidad de estaciones altimétricas de segundo orden		Num.	8
EST3	Cantidad de estaciones altimétricas de tercer orden		Num.	8
ESTO	Cantidad de estaciones altimétricas de precisiones inferiores		Num.	8
TDAV	Dátum vertical clásico	Mareógrafo correspondiente	Carácter	60

TALT	Tipos de alturas utilizados	Niveladas Ortométricas Normales Dinámicas Otro	Carácter	20
TGRA	Cantidad de estaciones altimétricas con valor de gravedad conocido		Num.	8
TDAG	Dátum gravimétrico	Postdam IGSN71 IAGBN	Carácter	20
GEOP	Cantidad de estaciones altimétricas con número geopotencial determinado		Num.	8
TCOO	Cantidad de estaciones altimétricas con coordenadas geodésicas conocidas		Num.	8
TDAH	Dátum geodésico horizontal	Nacional SIRGAS Otro	Carácter	60
TELI	Cantidad de estaciones altimétricas con valor de altura elipsoidal conocido		Num.	8
GEOD	Modelo geoidal vigente	Nacional Regional Global	Carácter	60
CONS	Porcentaje de estaciones altimétricas que no han sido destruidas		Num.	3
REOC	Porcentaje de estaciones altimétricas que han sido niveladas más de una vez		Num.	3
ACTL	Fecha de actualización		Fecha AAAA/M M/DD	10
OBSV	Comentarios		Carácter	300

BIDAS: Base de datos de Información vertical Detallada de América del Sur

Este modelo pretende acopiar la mayor cantidad posible de información referente a las estaciones altimétricas existentes en cada uno de los países de América del Sur. En ésta, existirán tantos registros como valores de altura conocidos. Es decir, si una sola estación altimétrica tiene altura nivelada, altura ortométrica y altura elipsoidal, ésta deberá aparecer tres veces en la base con los atributos correspondientes para cada tipo de altura. La definición de BIDAS, se fundamenta en un modelo entidad-relación, permitiendo vincular los diferentes atributos de los campos contenidos en bases adicionales.

La principal ventaja de esta base de datos es que, además de generar BIVAS, puede utilizarse como estructura para almacenar la información correspondiente al marco de referencia vertical de SIRGAS, el cual comprende los mareógrafos de referencia y las estaciones verticales básicas definidas en cada país.

Campo	Descripción	Atributos	Formatos	Long.
CodEst	Código de la estación altimétrica		Carácter	12
NMP	Nombre de la estación altimétrica		Carácter	30
CodPas	Código del país al que pertenece la estación altimétrica		Numérico	5
FECHA	Fecha de nivelación de la estación		Fecha AAAA/MM/DD	10
TLAT	Latitud de la estación altimétrica		Numérico 00° 00' 00,000"	10
TLON	Longitud de la estación altimétrica		Numérico 00° 00' 00,000"	10
TMETH	Método de determinación de las coordenadas horizontales	1001 Punto Doppler 1002 GPS 1003 Astronómico 1004 Triangulación 1005 Trilateración 1006 Poligonación 1007 Bisección 1008 Interpolación cartográfica 1009 Otros	Numérico	4
TPRH	Precisión de las coordenadas horizontales		Numérico 00,000"	6
TDAH	Dátum geodésico	Nacional SIRGAS Otros	Carácter	20
ORDEN	Clasificación del punto de acuerdo con su precisión	2001 Primero 2002 Segundo 2003 Tercero 2004 Otros	Numérico	4
ALTT	Valor de altura		Numérico 0000,0000 m	9
TALT	Tipo el altura	3001 Nivelada 3002 Ortométrica 3003 Normal 3004 Dinámica 3005 Elipsoidal 3005 Geoidal	Numérico	4
TMEDV	Método de determinación de la altura	Nivelación Geométrica Nivelación trigonométrica Nivelación GPS Hipótesis geofísicas involucradas Etc.	Carácter	60

TPRV	Precisión de la altitud		Numérico 00,0000 m	7
TDAV	Tipo de dátum vertical	Mareógrafos nacionales Geoides locales Geoides regionales Geoides globales Otros	Carácter	60
TGRAV	Gravedad observada		Numérico 000 000,0000 mgal	12
TPGR	Precisión de la gravedad observada		Numérico 0,0000 mgal	6
TDAG	Dátum gravimétrico	Postdam IGSN71 IAGBN Otros	Carácter	60
TEST	Estado actual de la estación	4001 Activa 4002 Obsoleta 4003 Destruída	Numérico	4
TLOP	Localización de la estación altimétrica		Carácter	100
TDES	Descripción de la estación altimétrica		Carácter	300
TCRO	Croquis del punto		Gráfico	
ACTL	Fecha de actualización		Fecha AAAA/MM/D D	10
OBSV	Comentarios		Carácter	300

RECOMENDACIONES PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS REDES GEODESICAS NACIONALES AL SISTEMA SIRGAS (preparadas e distribuídas em 1996 pelo GT-II)

Objetivos

Este conjunto de recomendaciones tiene dos objetivos principales :

1. Establecer condiciones mínimas que garanticen la obtención por parte de los países sudamericanos, de redes geodésicas GPS de primer orden con la más alta precisión y compatibilidad entre si. Por compatibilidad en este contexto se entiende que todas las redes nacionales queden establecidas en el mismo sistema de referencia y época.
2. Establecer contenidos mínimos a incluir en el informe a remitir al Grupo de Trabajo II de SIRGAS en referencia al procesamiento de las redes nacionales.

1. Los Procedimientos

Observaciones :

Se incluirán en los cálculos sólo observaciones GPS obtenidas con receptores de doble frecuencia.

Reducción de las observaciones :

Se recomienda la utilización de programas que permitan el procesamiento multisesión - multiestación tratando rigurosamente las correlaciones entre las observaciones. Entre los paquetes de procesamiento científicos es recomendable el uso de aquellos que son utilizados en los centros de procesamiento del Grupo de Trabajo I de SIRGAS : DGFI, DMA y IBGE ya que de esa manera será más fácil obtener asesoramiento ante eventuales inconvenientes.

Para las redes cuyas observaciones fueran realizadas enteramente después de la época 1994.0 se recomienda la utilización de efemerides precisas del IGS. En el caso de tener mediciones realizadas anteriormente a la época mencionada arriba, se recomienda la utilización de efemerides precisas de algún centro de calidad reconocida para la totalidad de las observaciones. Para 1993 existen órbitas precisas de los centros de análisis IGS : CODE, EMR, GFZ, JPL, SIO.

Deberá utilizarse información precisa para el comportamiento de los relojes de los satélites compatibles con las efemerides utilizadas en caso de estar disponible. Lo mismo es válido para los parámetros de orientación y rotación terrestres.

En el cálculo de las observaciones se utilizarán como valores a priori las mejores coordenadas disponibles para las estaciones, sin fijar ni pesar las coordenadas de ninguna estación (red libre) con el único requisito de que sus errores sean a lo sumo del orden del metro. Recién en el último paso (compensación final de la red) se introducirán las coordenadas de todos los puntos SIRGAS presentes en el territorio nacional que estén vinculados a la red. De existir vinculaciones confiables a otros puntos SIRGAS en países limítrofes, también podrán ser utilizados. Este procedimiento permite el avance de los trabajos aun antes de disponer de las coordenadas oficiales de los puntos SIRGAS (marzo de 1997), pues ellas son necesarias solamente en la última etapa del cálculo.

Al introducir las coordenadas SIRGAS como fiduciarias se debe cuidar que se encuentren definidas en el mismo sistema de referencia y época que las efemerides utilizadas. Estas coordenadas no deberán entrar en el cálculo como fijas (sin error) sino acompañadas de los errores que les correspondan.

Se recomienda que las coordenadas oficiales de la red nacional sean las provenientes de la compensación final excepto las de los puntos SIRGAS, los cuales deberán conservar sus coordenadas originales. Además, a fin de asegurar una mejor integración de las redes nacionales en un sistema continental homogéneo, se recomienda la

conversión de los resultados finais al sistema que se adopte para la solución final de SIRGAS, para la época 1995.42, lo que asegura el aprovechamiento máximo de la precisión de las coordenadas SIRGAS.

2. Resultados e información a remitir al Grupo de Trabajo II

Red nacional :

- Coordenadas finales de los puntos de la red acompañados por la matriz de variancias - covariancias ó por lo menos con sus desviaciones standard.
- Diseño de la red.

Programa de observaciones seguido :

- Sesiones
- Estaciones
- Intervalos de ocupación
- Receptores utilizados

Procesamiento : software empleado

Descripción de la estrategia de procesamiento :

- Coordenadas a priori
- Efemérides, correcciones a los relojes de los satélites, parámetros de orientación terrestre
- Mascara de elevación
- Combinaciones de las senales L1 y L2 utilizadas
- Tratamiento del retardo troposférico
- Tratamiento de las ambigüedades
- Coordenadas utilizadas para materializar el sistema de referencia
- Problemas detectados en el procesamiento
- Estimadores de error obtenido
- Datos de los autores del procesamiento, entidades a las que pertenecen y eventualmente, datos de los consultores científicos que hubieren participado.