



COMPORTAMIENTO DE LA RED GEODÉSICA PANAMEÑA DEBIDO AL CAMBIO DEL MARCO DE REFERENCIA Y EFECTOS GEODINÁMICOS



Javier A. Cornejo G.
Magda M. Urrunaga
Departamento de Geodesia
30/10/2012



ANTECEDENTES

- ❑ En año 2001 se estableció en Panamá la red geodésica básica (RGB) conformada por 20 vértices y la red geodésica primaria (RGP) conformada por 120 vértices.
- ❑ Ambas en el marco de referencia **ITRF97**; época de medición **2001.3**.
- ❑ En función de lo establecido en el Artículo 2 del Decreto Ejecutivo N° 139 de 30 de junio de 2006 y aprovechando el proyecto de “**Actualización de la Cartografía Nacional**”; a mediados de 2011 se densifica, reobserva y actualiza las coordenadas de la RGB.
- ❑ El resultado es una red de 40 puntos, integrada al marco internacional **ITRF08**, época media de observación **2011.6**.





OBJETIVOS

- ❑ Estimar la magnitud del cambio sufrido por las coordenadas de la RGB debido al cambio del marco de referencia y por efectos geodinámicos durante las épocas **2001,3 y 2011,6; 10,3 años**.
- ❑ Analizar los resultados al aplicar los parámetros del cambio de ITRF del IERS y las velocidades de SIRGAS.
- ❑ Determinar la funcionalidad para aplicar esos valores a la RGP y otras redes a nivel nacional.





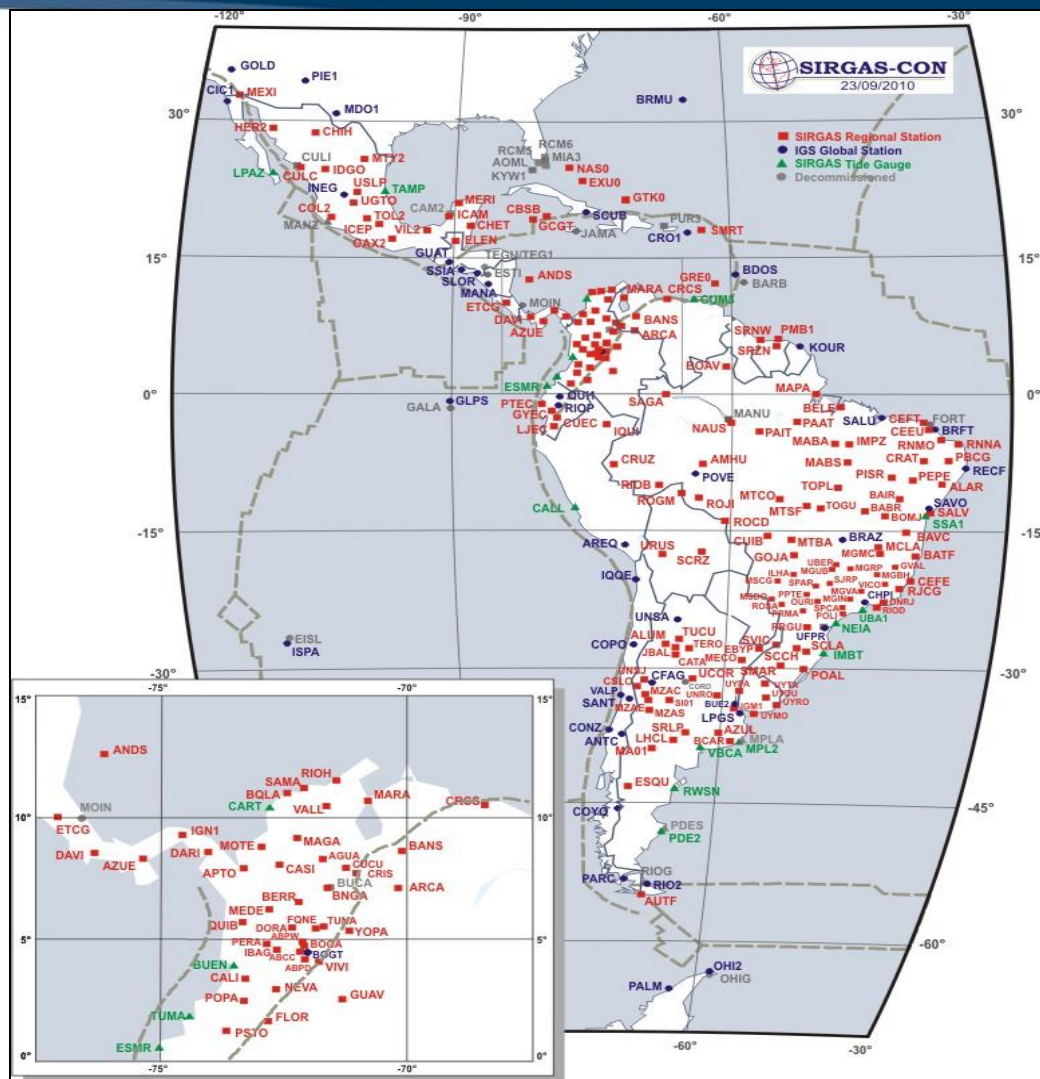
CONTENIDO

- ❑ Para la medición de la nueva RGB ITRF08 se utilizaron equipos GPS, L1/L2 y antenas Trimble Zephyr Geodésica Modelo 1 y Modelo 2.
- ❑ El procesamiento y ajuste de la red fue realizado por personal especializado del Observatorio Astronómico de la Universidad de La Plata (UNLP) en Argentina, con el software Bernese, versión 5.0.
- ❑ La nueva RGB fue ligada a 12 estaciones permanentes GNSS de SIRGAS e IGS entre estas: IGN1, AZUE, DAVI, DARI, BOGT, CRCS, CR01, GUAT, KOUR, MANA, SAGA, SCUB (estaciones de Panamá, Caribe, Centro y Sudamérica).





RED SIRGAS CON

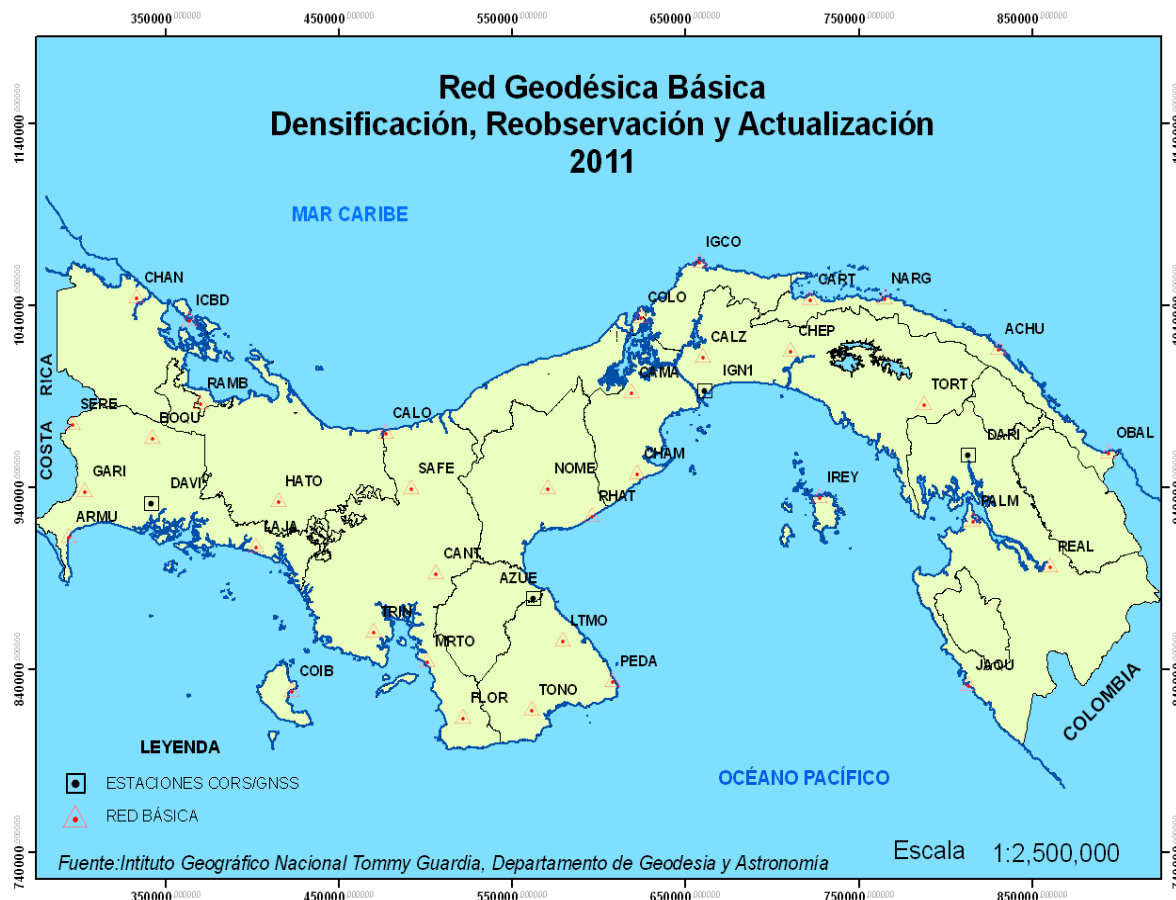


INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"





MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE LA NUEVA RGB Y FICHA TÉCNICA



FICHA TÉCNICA DE VERTICE GEODÉSICO

Número/Código: COIB
 Nombre: COIBA
 Orden de la Estación: Nuevo
 Hego IGNIG: 3638-8
 Ubicación: Aeropuerto de Isla de Coiba
 Localidad: Isla de Coiba
 Corregimiento: Gobernadora
 Distrito: Montijo
 Provincia: Veraguas
 Establecido por: IGNIG / Contratista
 Fecha de construcción: 06 de Julio de 2011

MARCA DE ESTACIÓN:
 Es una placa de bronce de 8 cm. de diámetro y 5 mm. de espesor, incrustada en un monumento de concreto de forma piramidal truncada, con la siguiente inscripción: IGNIG MOP - RED BÁSICA - COIBA - 2011.
 La estación tiene una placa subterránea a 90 cm. del suelo con las mismas características.



DATUM: WGS 84 / ITRF-08
 ELIPSOIDE: WGS 84
 MODELO GEODAL: EGM-08

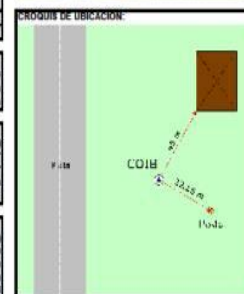
COORDENADAS GEOCENTRICAS
 X geocéntrica: 913151,00480 m
 Y geocéntrica: -8257845,08707 m
 Z geocéntrica: 827508,29300 m

COORDENADAS GEOGRÁFICAS
 Sistema de referencia: SIR11 IPD1 (ITRF2008)
 Longitud: -81° 41' 51,60936"
 Latitud: 7° 30' 16,84238"
 Altura elipsoidal: 56,548 m
 Fecha de compensación: Octubre - 2011

COORDENADAS UTM
 Sistema de referencia: SIR11 IPD1 (ITRF2008)
 Este: 423025,623 m
 Norte: 829601,139 m
 Altura geoidal: 41,600 m
 Zona: 17 N

ITINERARIO:
 En la Isla de Coiba, al Este del centro de la pista se encuentra el punto.

FECHA DE REVISIÓN / RECUPERACIÓN: OCTUBRE - 2011



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"





CONTENIDO

- ❑ La **RGB ITRF08** contiene 15 puntos de la **RGB ITRF97**, por lo que ha sido posible analizar y realizar los cálculos necesarios para estimar la magnitud del cambio sufrido por las coordenadas de cada punto común a través del tiempo y por el nuevo marco de referencia.
- ❑ La tabla N°1 muestra los cambios sufridos (ΔX , ΔY , ΔZ), producto del paso del tiempo (10,3 años) y del nuevo marco de referencia (ITRF97 a ITRF08).
- ❑ Se aprecia que dichos cambios discrepan significativamente entre sí, especialmente ΔX que varía desde 0,196 m a 0,316 m; por lo que podemos pensar en un problema de homogeneidad de la red ITRF97 del año 2001.





TABLA N° 1

Cuadro Comparativo de Coordenadas Cartesianas Geocéntricas (X, Y, Z)
RGB 2001,3 - RGB 2011,6

N°	ESTACIÓN	ITRF97 - 2001,3			ITFR08 - 2011,6			DIFERENCIAS		
		X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)
1	Armuelles	783836,768	-6263499,165	910802,611	783837,084	-6263499,228	910802,784	0,316	-0,063	0,173
2	Cantú-2	993952,034	-6236513,815	891376,482	993952,314	-6236513,772	891376,627	0,280	0,043	0,145
3	Changuinola	819385,364	-6238476,426	1040942,550	819385,560	-6238476,400	1040942,686	0,196	0,026	0,136
4	Chepo	1192472,002	-6182957,190	1011533,344	1192472,208	-6182957,150	1011533,503	0,206	0,040	0,159
5	Colón	1107077,400	-6195726,989	1030086,485	1107077,599	-6195726,921	1030086,624	0,199	0,068	0,139
6	Hato Chamí	903200,177	-6245455,641	930909,676	903200,431	-6245455,633	930909,816	0,254	0,008	0,140
7	Isla del Rey	1211108,753	-6191907,449	932002,272	1211108,977	-6191907,386	932002,436	0,224	0,063	0,164
8	Jaqué	1297367,376	-6189121,643	829390,699	1297367,640	-6189121,635	829390,862	0,264	0,008	0,163
9	Narganá	1244916,366	-6167875,676	1039697,619	1244916,567	-6167875,686	1039697,789	0,201	-0,010	0,170
10	Penonomé	1056364,193	-6219400,291	937585,862	1056364,423	-6219400,272	937586,010	0,230	0,019	0,148
11	Santa Fe, Veraguas	978647,776	-6232436,554	937560,450	978648,064	-6232436,515	937560,572	0,288	0,039	0,122
12	Trinchera	958878,589	-6246438,682	859635,174	958878,883	-6246438,635	859635,301	0,294	0,047	0,127





Tablas N° 2 y N° 3

Parámetros del International Earth Rotation Service (IERS) ITRF2008 al ITRF97

Solución	Tx	Ty	Tz	D	Rx	Ry	Rz	Época
Unidades	mm	mm	mm	ppb	0.001''	0.001''	0.001''	
Rata	Tx'	Ty'	Tz'	D'	Rx'	Ry'	Rz'	Época
Unidades	mm/a	mm/a	mm/a	ppb/a	0.001''/a	0.001''/a	0.001''/a	
ITRF97	4,8	2,6	-33,2	2,92	0,00	0,00	0,06	2000,0
	0,1	-0,5	-3,2	0,09	0,00	0,00	0,02	

Estimación de Parámetros – Época 2001.3

Solución	Tx	Ty	Tz	D	Rx	Ry	Rz	Época
	mm	mm	mm	ppb	0.001''	0.001''	0.001''	
ITRF97	4,93	1,95	-37,36	3,037	0	0	0,086	2001,3

: XS :	:	X :	:	Tx :	:	D	-Rz	Ry :	:	X :
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: YS :	=	Y :	+	Ty :	+	Rz	D	-Rx :	:	Y :
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: ZS :	:	Z :	:	Tz :	:	-Ry	Rx	D :	:	Z :





TABLA N° 4 Y N° 5

Velocidades SIRGAS

Estación	Vx (m/a)	Vy (m/a)	Vz (m/a)
IGN1	0,0173 ± 0,0003	0,0054 ± 0,0003	0,0120 ± 0,0003
AZUE	0,0250 ± 0,0003	0,0044 ± 0,0004	0,0135 ± 0,0003
DAVI	0,0213 ± 0,0003	0,0044 ± 0,0003	0,0127 ± 0,0003

Interpolated Station Velocities From 1 Degree * 1 Degree Velocity Field Grid
Geographic v(Lat), v(Long) and geocentric v(X), v(Y), v(Z) velocities [m/a]
Interpolated from VEMOS2009 in ITRF2005 (Drewes and Heidbach 2009)

N°	Station	Latitude	Longitude	V(Lat.)	V(Long.)	V(X)	V(Y)	V(Z)
1	Armuelles	8.265	-82.867	0.0164	0.0231	0,0226	0,0052	0,0162
2	Cantú-2	8.088	-80.945	0.0132	0.0235	0,0230	0,0055	0,0130
3	Changuinola	9.456	-82.517	0.0141	0.0230	0,0225	0,0053	0,0139
4	Chepo	9.186	-79.084	0.0126	0.0189	0,0181	0,0056	0,0125
5	Colón	9.356	-79.869	0.0124	0.0188	0,0182	0,0053	0,0123
6	Hato Chamí	8.447	-81.771	0.0146	0.0238	0,0232	0,0055	0,0144
7	Isla Del Rey	8.459	-78.933	0.0133	0.0202	0,0194	0,0058	0,0132
8	Jaque	7.522	-78.161	0.0138	0.0184	0,0176	0,0055	0,0136
9	Narganá	9.445	-78.589	0.0131	0.0179	0,0171	0,0056	0,0129
10	Penonomé	8.510	-80.360	0.0127	0.0222	0,0216	0,0056	0,0126
11	Santa Fe	8.509	-81.076	0.0140	0.0235	0,0229	0,0057	0,0138
12	Trinchera	7.798	-81.273	0.0140	0.0230	0,0224	0,0054	0,0139
13	IGN1	8.985	-79.536	0.0126	0.0204	0,0197	0,0056	0,0124
14	AZUE	7.956	-80.433	0.0132	0.0225	0,0219	0,0055	0,0131
15	DAVI	8.425	-82.434	0.0161	0.0234	0,0229	0,0054	0,0160
16	DARI	8.658	-78.154	0.0134	0.0198	0,0189	0,0060	0,0133





TABLA N° 6

Cuadro Comparativo de Coordenadas Cartesianas Geocéntricas (X, Y, Z)
Aplicación de Cambio de ITRF y Velocidades Determinadas con VEMOS2009

N°	ESTACIÓN	ITRF97 - 2001,3			ITFR08 - 2011,6			DIFERENCIAS		
		X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)
1	Armuelles	783836,768	-6263499,165	910802,611	783836,861	-6263499,298	910802,583	0,093	-0,133	-0,028
2	Cantú-2	993952,034	-6236513,815	891376,482	993952,088	-6236513,845	891376,458	0,054	-0,030	-0,024
3	Changuinola	819385,364	-6238476,426	1040942,550	819385,338	-6238476,471	1040942,508	-0,026	-0,045	-0,042
4	Chepo	1192472,002	-6182957,190	1011533,344	1192472,033	-6182957,224	1011533,340	0,031	-0,034	-0,004
5	Colón	1107077,400	-6195726,989	1030086,485	1107077,422	-6195726,992	1030086,463	0,022	-0,003	-0,022
6	Hato Chamí	903200,177	-6245455,641	930909,676	903200,202	-6245455,706	930909,633	0,025	-0,065	-0,043
7	Isla del Rey	1211108,753	-6191907,449	932002,272	1211108,788	-6191907,462	932002,266	0,035	-0,013	-0,006
8	Jaqué	1297367,376	-6189121,643	829390,699	1297367,470	-6189121,708	829390,687	0,094	-0,065	-0,012
9	Narganá	1244916,366	-6167875,676	1039697,619	1244916,402	-6167875,760	1039697,622	0,036	-0,084	0,003
10	Penonomé	1056364,193	-6219400,291	937585,862	1056364,211	-6219400,346	937585,845	0,018	-0,055	-0,017
11	Santa Fe, Veraguas	978647,776	-6232436,554	937560,450	978647,839	-6232436,590	937560,395	0,063	-0,036	-0,055
12	Trinchera	958878,589	-6246438,682	859635,174	958878,662	-6246438,707	859635,123	0,073	-0,025	-0,051





TABLA N° 7 – PARÁMETROS IGNTG

En base a lo anterior se consideró la determinación de parámetros propios de transformación de la RGB panameña del ITRF08 al ITRF97 y viceversa.

Para esto se utilizaron 10 puntos comunes, dando como resultado los siguientes valores:

Parámetros de Transformación para la RGB Panameña (ITRF08 a ITRF97)

Solución	Tx	Ty	Tz	D	Rx	Ry	Rz	Época
	m	m	m	ppm	1''/1°/Rad	1''/1°/Rad	1''/1°/Rad	
ITRF97	0.141	0.568	0.805	0.058	-0.029	-0.024	0.019	2001.3
	0.141	0.568	0.805	0.058	-8.06E-06	-6.667E-06	5.27778E-06	
	0.141	0.568	0.805	0.058	-1.41E-07	-1.164E-07	9.21146E-08	



TABLA N° 8

Tabla N° 9. Cuadro Comparativo de Coordenadas Cartesianas Geocéntricas (X, Y, Z)
Aplicación de Parámetros de ITRF08 a ITRF97 del IGNTG

N°	ESTACIÓN	ITRF97 - 2001,3			ITRF08 - 2011,6			DIFERENCIAS		
		X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)
1	Armuelles	783836.768	-6263499.165	910802.611	783836.799	-6263499.223	910802.670	0.031	-0.058	0.059
2	Cantú-2	993952.034	-6236513.815	891376.482	993952.042	-6236513.783	891376.491	0.008	0.032	0.009
3	Changuinola	819385.364	-6238476.426	1040942.550	819385.295	-6238476.416	1040942.579	-0.069	0.010	0.029
4	Chepo	1192472.002	-6182957.190	1011533.344	1192471.967	-6182957.193	1011533.359	-0.035	-0.003	0.015
5	Colón	1107077.400	-6195726.989	1030086.485	1107077.353	-6195726.959	1030086.489	-0.047	0.030	0.004
6	Hato Chamí	903200.177	-6245455.641	930909.676	903200.157	-6245455.641	930909.692	-0.020	0.000	0.016
7	Isla del Rey	1211108.753	-6191907.449	932002.272	1211108.726	-6191907.420	932002.284	-0.027	0.029	0.012
8	Jaqué	1297367.376	-6189121.643	829390.699	1297367.382	-6189121.662	829390.694	0.006	-0.019	-0.005
9	Narganá	1244916.366	-6167875.676	1039697.619	1244916.333	-6167875.736	1039697.642	-0.033	-0.060	0.023
10	Penonomé	1056364.193	-6219400.291	937585.862	1056364.162	-6219400.294	937585.872	-0.031	-0.003	0.010
11	Santa Fe, Veraguas	978647.776	-6232436.554	937560.450	978647.797	-6232436.531	937560.441	0.021	0.023	-0.009
12	Trinchera	958878.589	-6246438.682	859635.174	958878.604	-6246438.638	859635.166	0.015	0.044	-0.008





CONCLUSIÓN

- ❑ El trabajo de reobservación y actualización del año 2011 solo se concretó sobre la RGB, por lo cual las otras redes mantienen el marco geodésico ITRF97; lo que nos obliga a proveer soluciones parciales a los usuarios de los productos geodésicos del IGNTG, hasta tanto se pueda reobservar y actualizar la RGP.
- ❑ El estudio realizado permite evidenciar la existencia de discrepancias adicionales a las consideradas en el cambio del marco de referencia y aplicación de velocidades, por lo que es necesario ser cuidadoso y definir claramente el área de aplicación de las coordenadas que a futuro se transformarán.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❑ Aspectos Prácticos de la Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, MAGNA-SIRGAS como Datum Oficial de Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá D.C., octubre de 2004. Ingeniera Laura Sánchez Rodríguez.
- ❑ Drewes, H., O. Heidbach (2012). The 2009 Horizontal Velocity Field for South America and the Caribbean. In: Kenyon S., M.C. Pacino, U. Marti (Eds.), "Geodesy for Planet Earth", IAG Symposia, 136: 657-664.
- ❑ IERS Technical Note 36: IERS Conventions (2010). Publication 16 December 2010.
- ❑ Apuntes del X Curso de GPS en Geodesia y Cartografía. Ministerio de Fomento. Instituto Geográfico Nacional. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Montevideo, junio de 2010.





COMPORTAMIENTO DE LA RED GEODÉSICA PANAMEÑA DEBIDO AL CAMBIO DEL MARCO DE REFERENCIA Y EFECTOS GEODINÁMICOS

MUCHAS GRACIAS



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"

