

Organización de Aviación Civil
Internacional "OACI"



PROYECTO GEORED

<http://geored.ingeminas.gov.co/>

GNSS Y GEODINÁMICA

Ing. Héctor Mora-Páez
hmora@ingeminas.gov.co
Coordinador proyecto GEORED

Ing. Fredy Diaz Mila
Profesional Proyecto GEORED



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

Prosperidad
para todos

Bogotá – Octubre 18, 2012

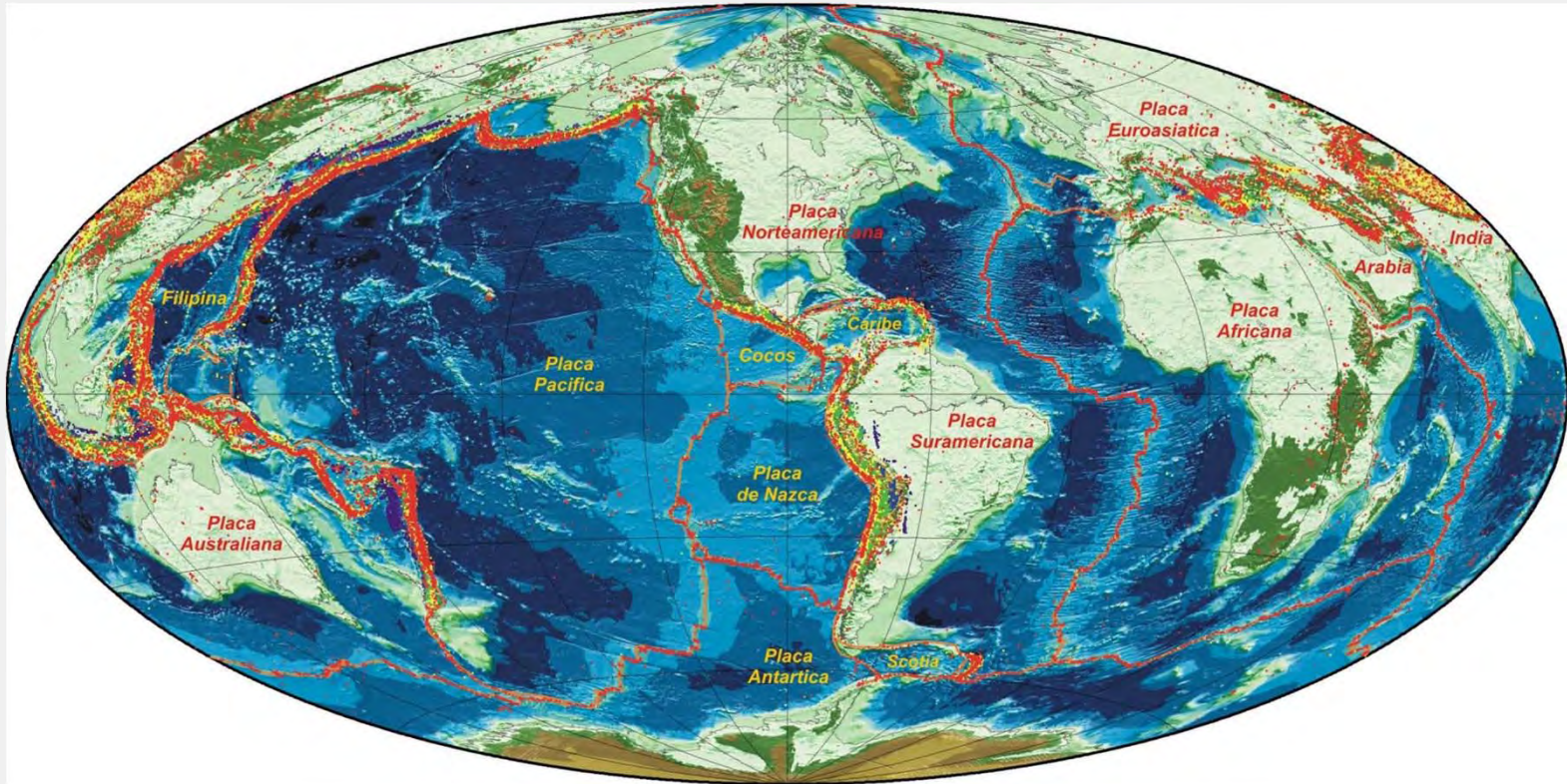


Libertad y Orden

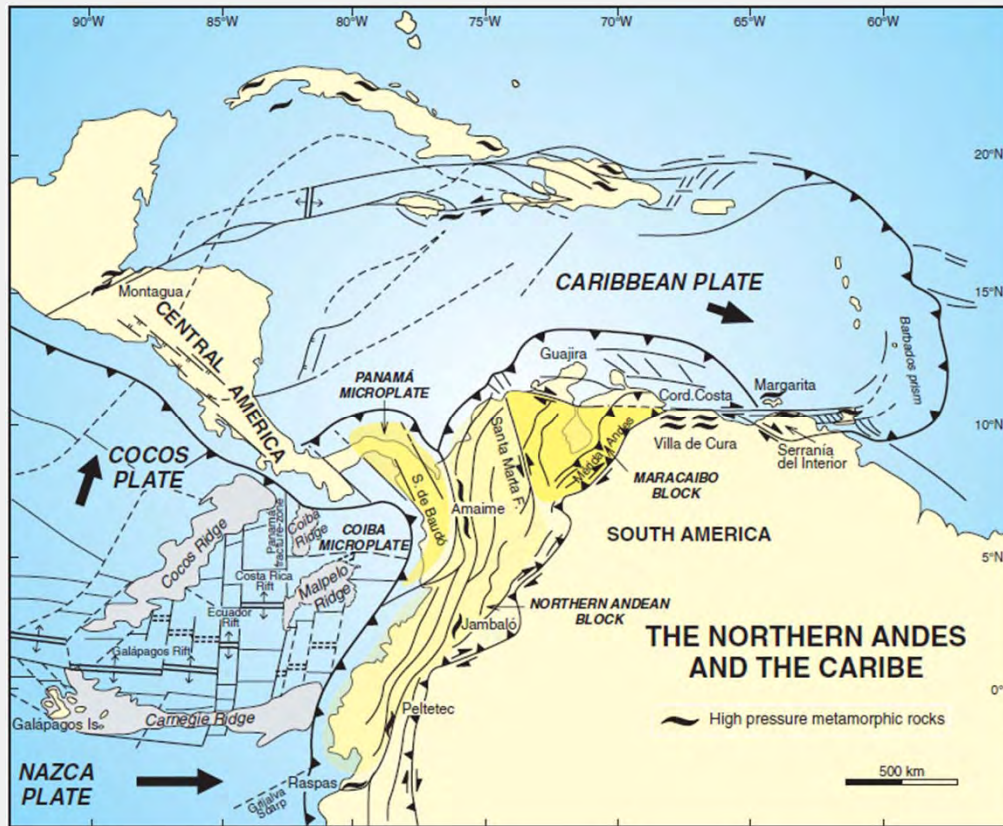
**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

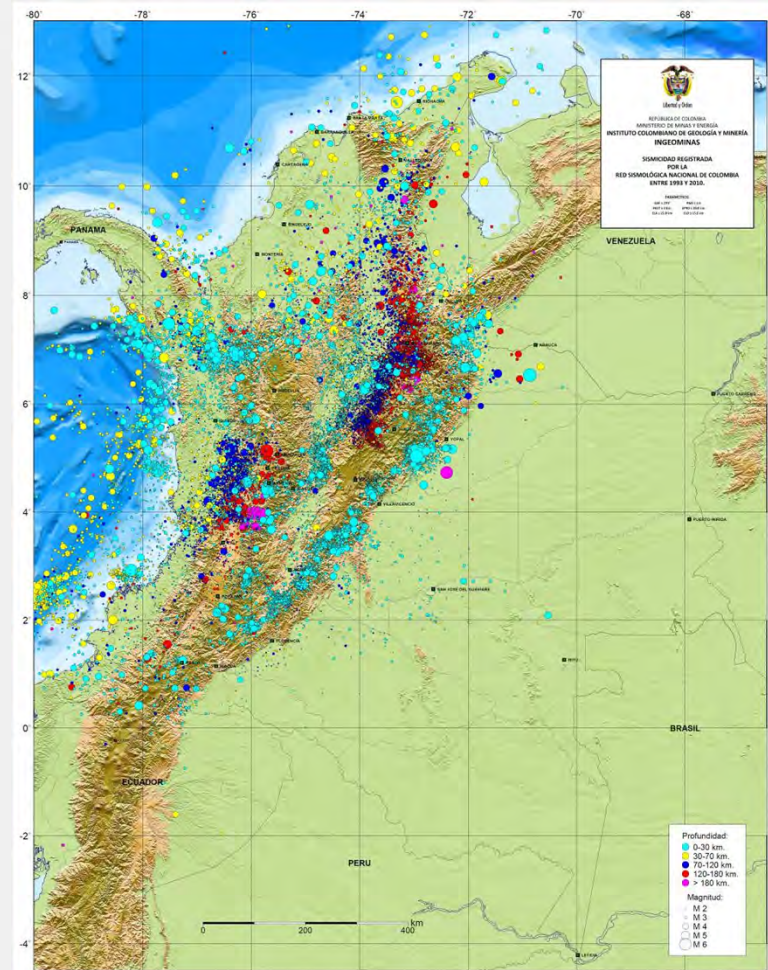
**Prosperidad
para todos**



Tectónica de placas: la superficie de la Tierra está en constante movimiento



Kay, Ramos and Dickinson, , 2009



RSNC, INGEOMINAS, 2010



Libertad y Orden

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

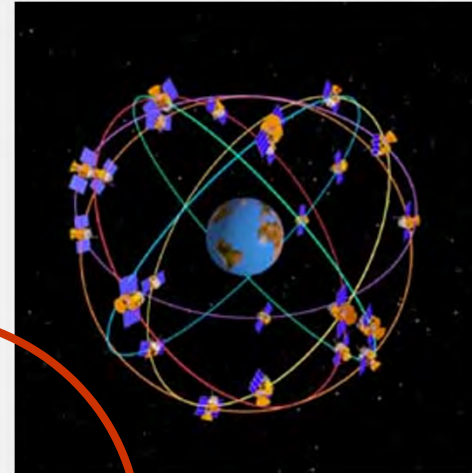
República de Colombia

Prosperidad
para todos

GPS



GLONASS

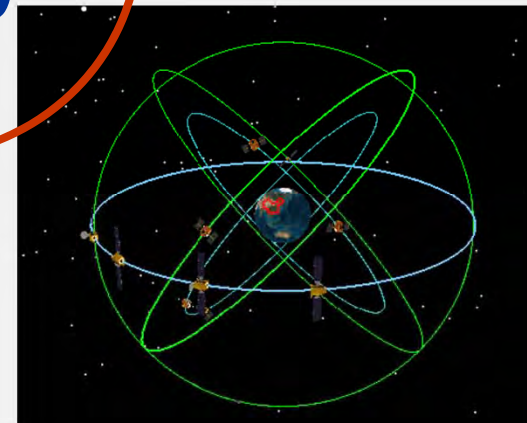


GNSS

GALILEO



COMPASS
BEIDOU



Sistemas componentes de GNSS



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**



GEODESIA GENERAL

**Georreferenciación
Fotogrametría
Cartografía
Catastro
SIG**

GEODESIA APLICADA

**Geodinámica
Geofísica
Aeronomía
Meteorología
Navegación - GNSS**

...

GNSS: la herramienta



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**

PROYECTO CASA

Central And South America GPS Project



43 receptores GPS obtuvieron 590 estación-día de datos en Samoa Americana, Australia, Canadá, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Nueva Zelandia, Noruega, Panamá, Suecia, Estados Unidos, Alemania y Venezuela.

Fue el comienzo

Primer esfuerzo civil en la implementación de una red global satelital GPS de rastreo

1988 - 1998

NSF – NASA - UNAVCO

Referente histórico



Libertad y Orden

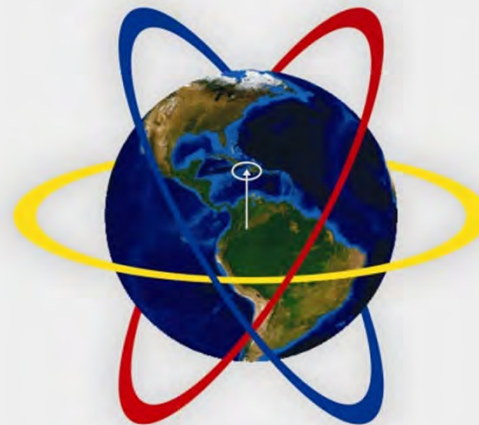
**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**

**Proyecto CASA
1988 - 1998**

**Pre-GEORED
1998 - 2006**



GEORED

ASEDT

**Grupo de Investigación y Desarrollo en Aplicaciones Satelitales para el Estudio de la
Dinámica de la Tierra**

COLCIENCIAS



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**

INVESTIGACIONES GEODÉSICAS ESPACIALES GNSS CON PROPÓSITOS GEODINÁMICOS

Mejorar la capacidad técnica, científica y operativa en Colombia para el análisis, interpretación y toma de decisiones de fenómenos asociados al estado de **deformación de la corteza terrestre** en el territorio colombiano, empleando **tecnología geodésica espacial**



*Proyecto GEORED – **GEO**desia: **Red** de **Estudios** de **Deformación***



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**



*Uso de tecnología
GNSS para determinar
posiciones precisas
(mm) de estaciones
geodésicas de "alta
estabilidad" en
diversos períodos de
tiempo, para
determinar cambios
relativos en posición
(mm/año)*



1. RED ACTIVA

Estaciones permanentes de operación continua

2. RED PASIVA – Ocupación episódica

*Estaciones de campo de ocupación de mediano plazo
(meses - semi-permanentes)*

*Estaciones de campo de ocupación de corto plazo
(5 días - campo)*

Anatomía de una estación permanente GNSS de alta precisión



Antena GNSS dentro de radome

Monumento sólido empotrado en la superficie
si la superficie se mueve, la estación se mueve

Panel solar

Gabinete metálico

- Receptor GNSS
- Baterías
- Comunicaciones
- UPS

Sistema de protección



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**



**AERONAUTICA
CIVIL**



El proyecto GEORED, ha tenido valioso apoyo de la **AERONAUTICA CIVIL**, para la instalación de estaciones GNSS de operación continua en instalaciones aeronáuticas y transmisión de datos a través de la red de esta entidad.

Transmisión de los de datos GNSS



**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

Libertad y Orden

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**



JPL
Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology



DefNode



TEQC

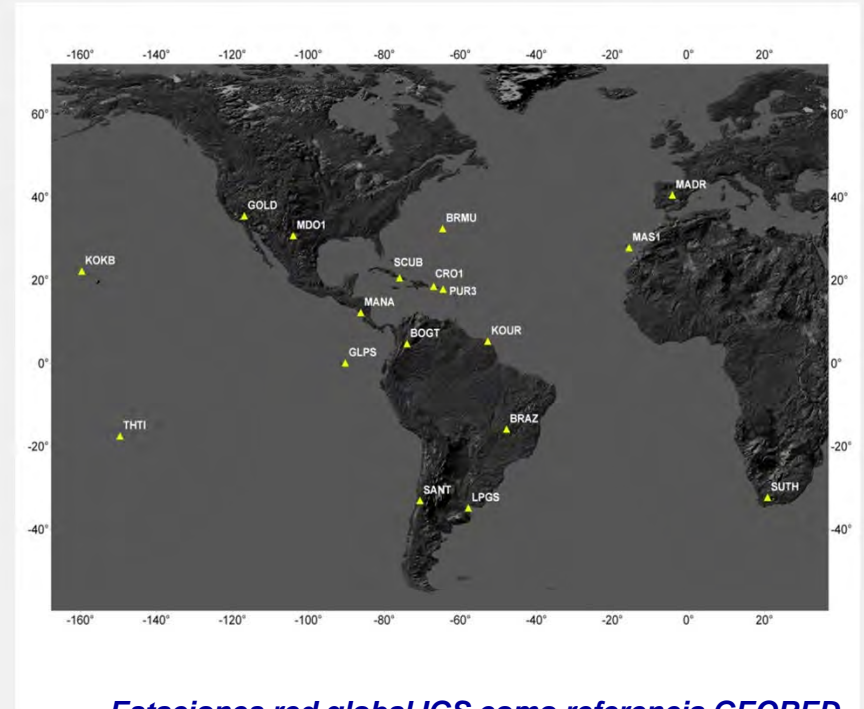
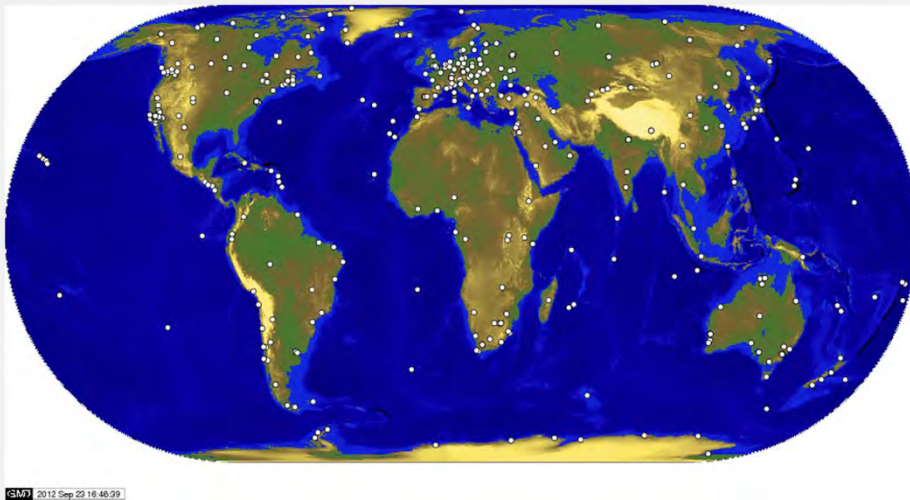


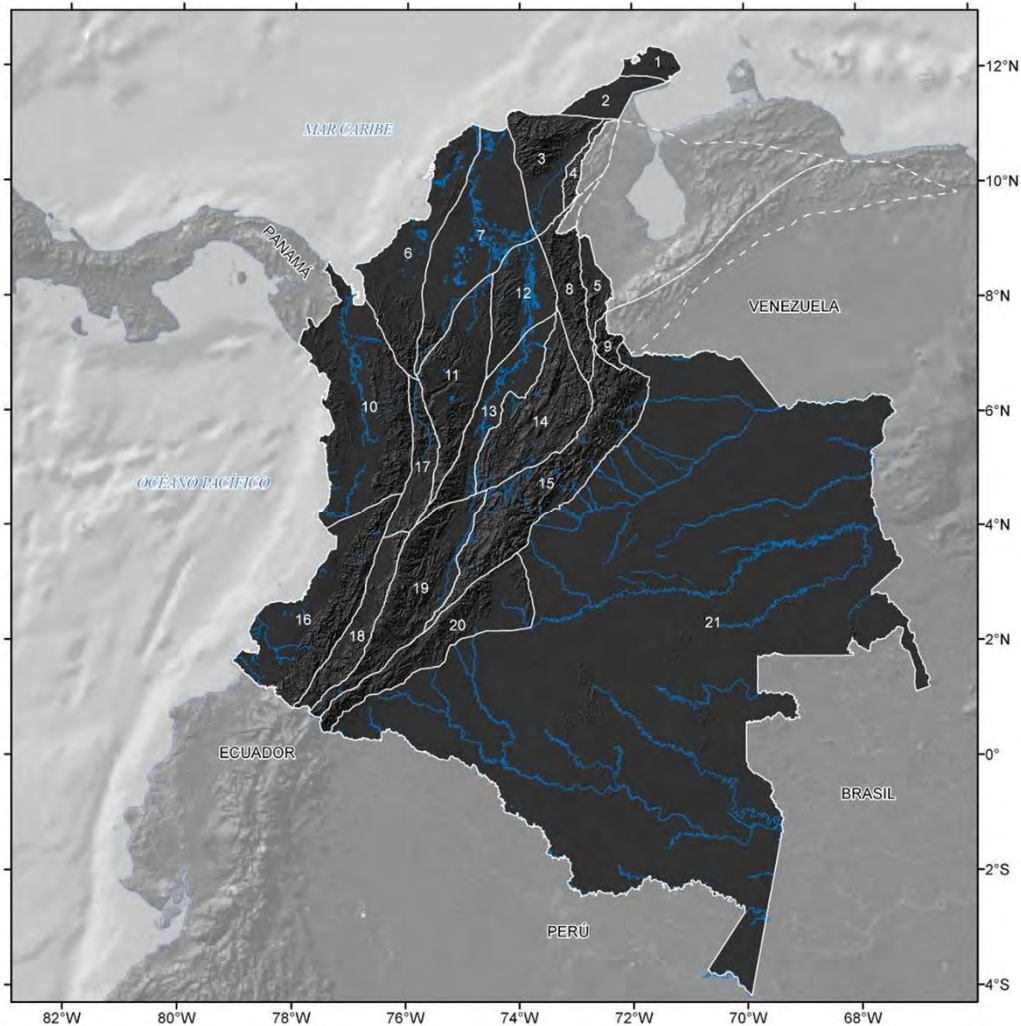
The R Foundation for Statistical Computing



International GNSS Service
Formerly the International GPS Service

TEQC - UNAVCO
GMT - U. Hawaii
RZEBU - U. Colorado
QOCA - JPL
DEFNODE
GAMIT - GLOBK

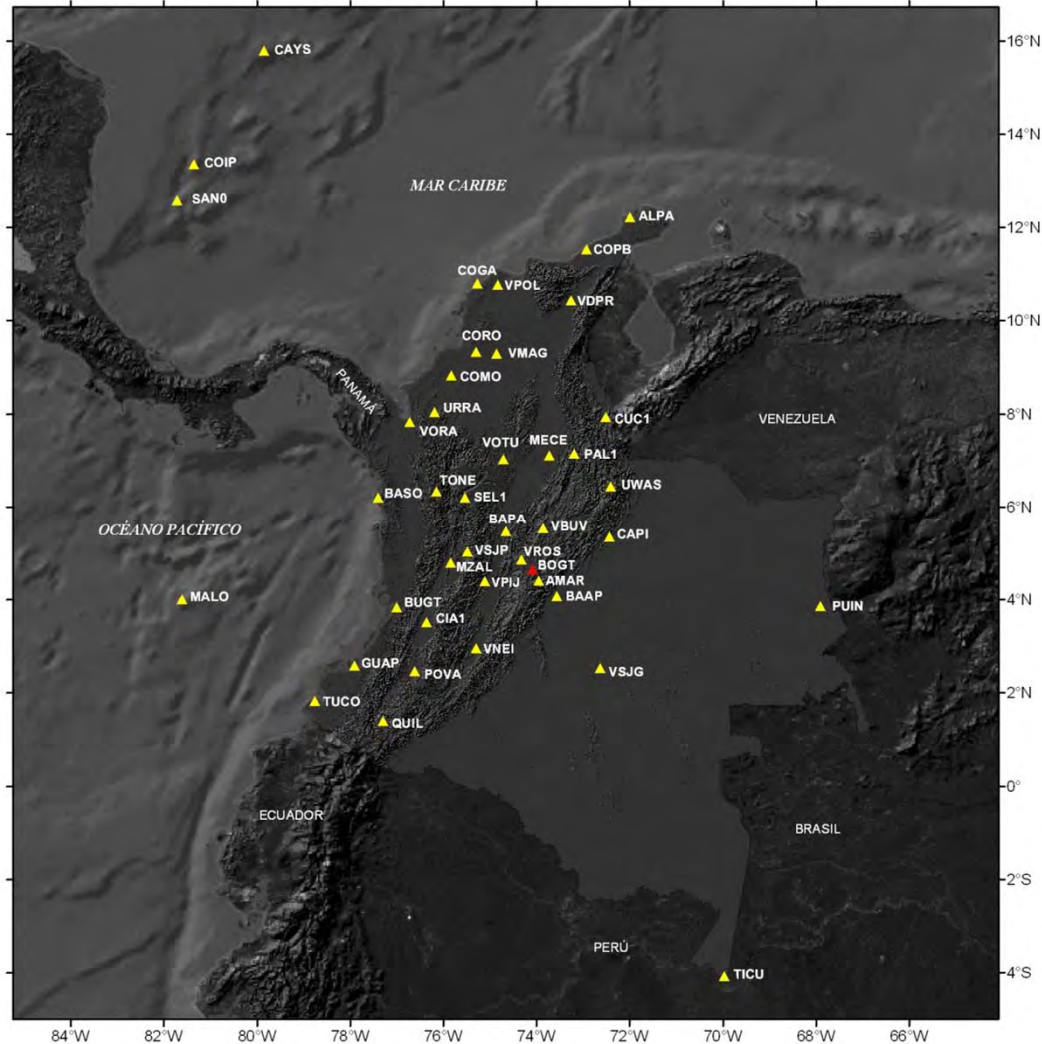




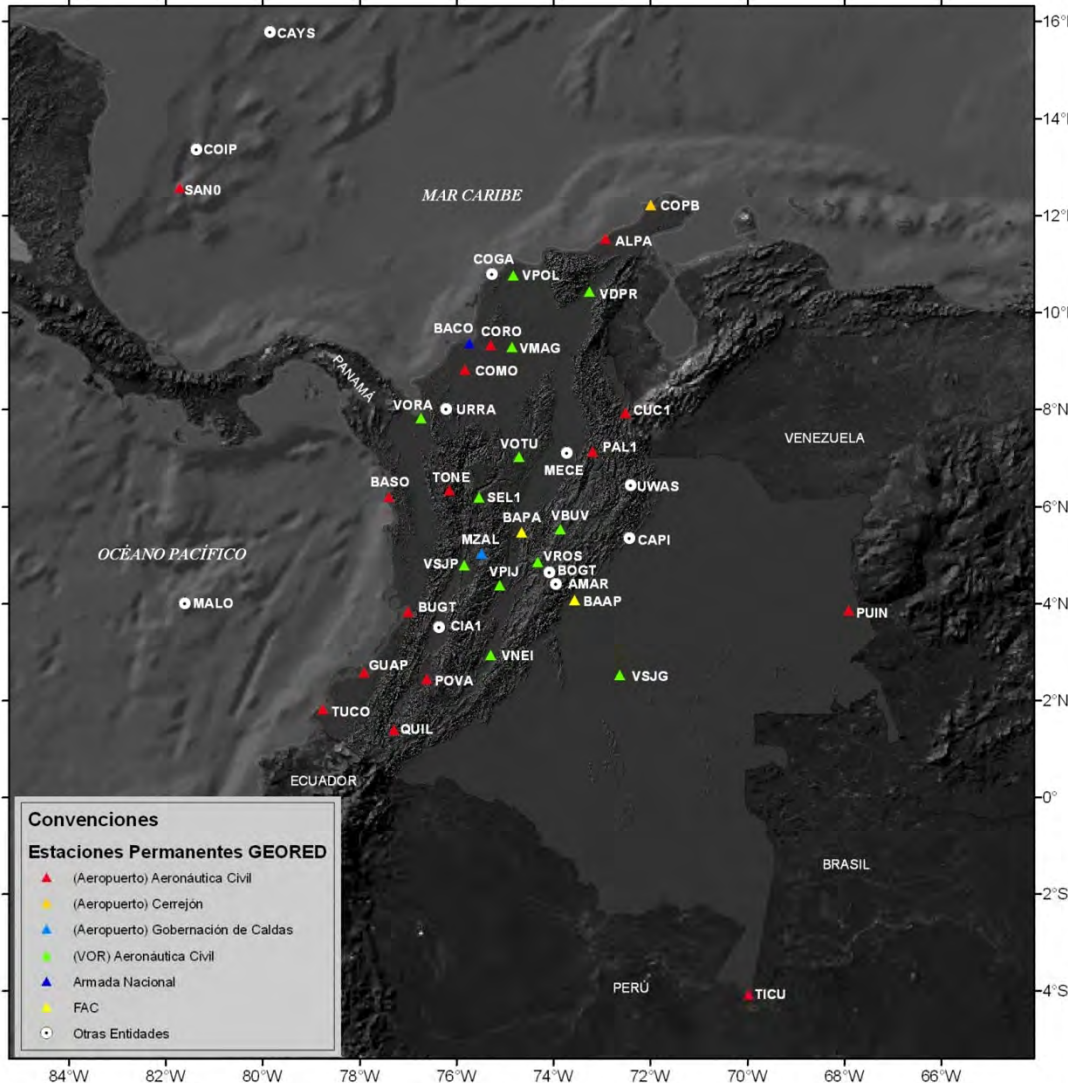
López y Mora, 2009

1. Bl. Alta Guajira
2. Bl. Baja Guajira
3. Bl. Santa Marta-Cesar Ranchería
4. Bl. Serranía de Perijá
5. Bl. Maracaibo
6. Bl. Sinú - San Jacinto
7. Bl. Valle Inferior del Magdalena
8. Bl. Macizo de Santander
9. Bl. Pamplona
10. Bl. Panamá-Choco
11. Bl. Cordillera Central Septentrional
12. Bl. Serranía de San Lucas-Bajo Magdalena
13. Bl. Valle Medio del Magdalena
14. Bl. Cordillera Oriental-Flanco Oeste
15. Bl. Cordillera Oriental-Flanco Este
16. Bl. Cauca-Nariño
17. Bl. Romeral
18. Bl. Cuenca Cauca-Patía
19. Bl. Valle Superior del Magdalena
20. Macizo de Garzón -Serranía de La Macarena
21. Suramérica "Estable"
22. Placa Caribe
23. Microplaca Costa Rica-Panamá
24. Microplaca Coiba
25. Placa Nazca

Propuesta de segmentación estructural: hipótesis de trabajo



Octubre 2012
44 estaciones



44 estaciones GNSS:

Convenções

Estaciones Permanentes GEORED

- 15 ▲ (Aeropuerto) Aeronáutica Civil
- 1 ▲ (Aeropuerto) Cerrejón
- 1 ▲ (Aeropuerto) Gobernación de Caldas
- 12 ▲ (VOR) Aeronáutica Civil
- 1 ▲ Armada Nacional
- 2 ▲ FAC
- 12 ○ Otras Entidades

- 27 Instalaciones Aeronáuticas
- PAC Puntos de Control primario.

BP01- Análisis de Riesgo Ionosférico
SACSA



Libertad y Orden

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

República de Colombia

Prosperidad
para todos



Estación GNSS Urrá, Hidroeléctrica de Urrá. Proyecto GEORED, 2012
Servicio Geológico Colombiano



Estación GNSS Apiay, Fuerza Aérea Colombiana. Proyecto GEORED, 2012
Servicio Geológico Colombiano



Estación GNSS/MET Isla de Providencia. Proyectos COCONET-GEORED, 2012
UNAVCO/NSF – Servicio Geológico Colombiano



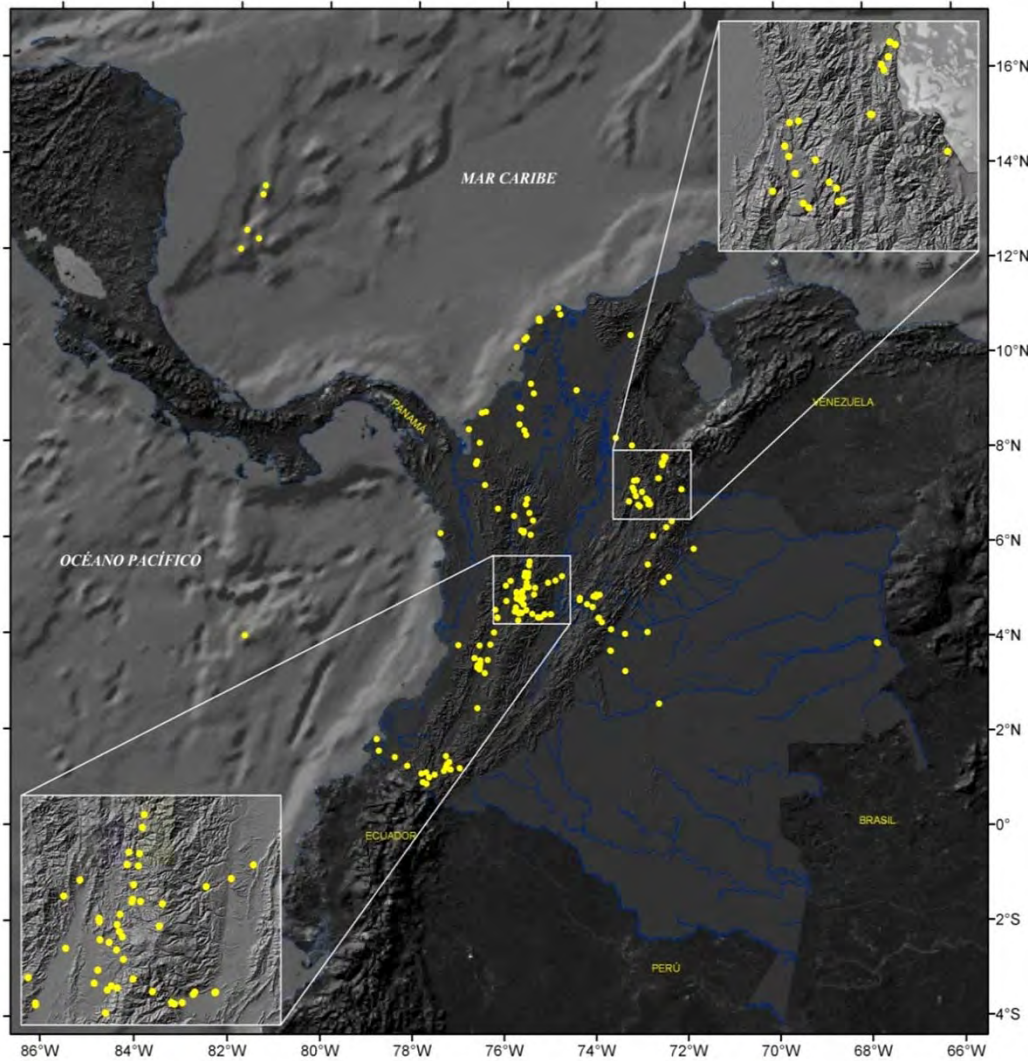
Estación GNSS/MET Aeropuerto de Montería. Proyectos COCONET-GEORED, 2012
UNAVCO/NSF – Servicio Geológico Colombiano



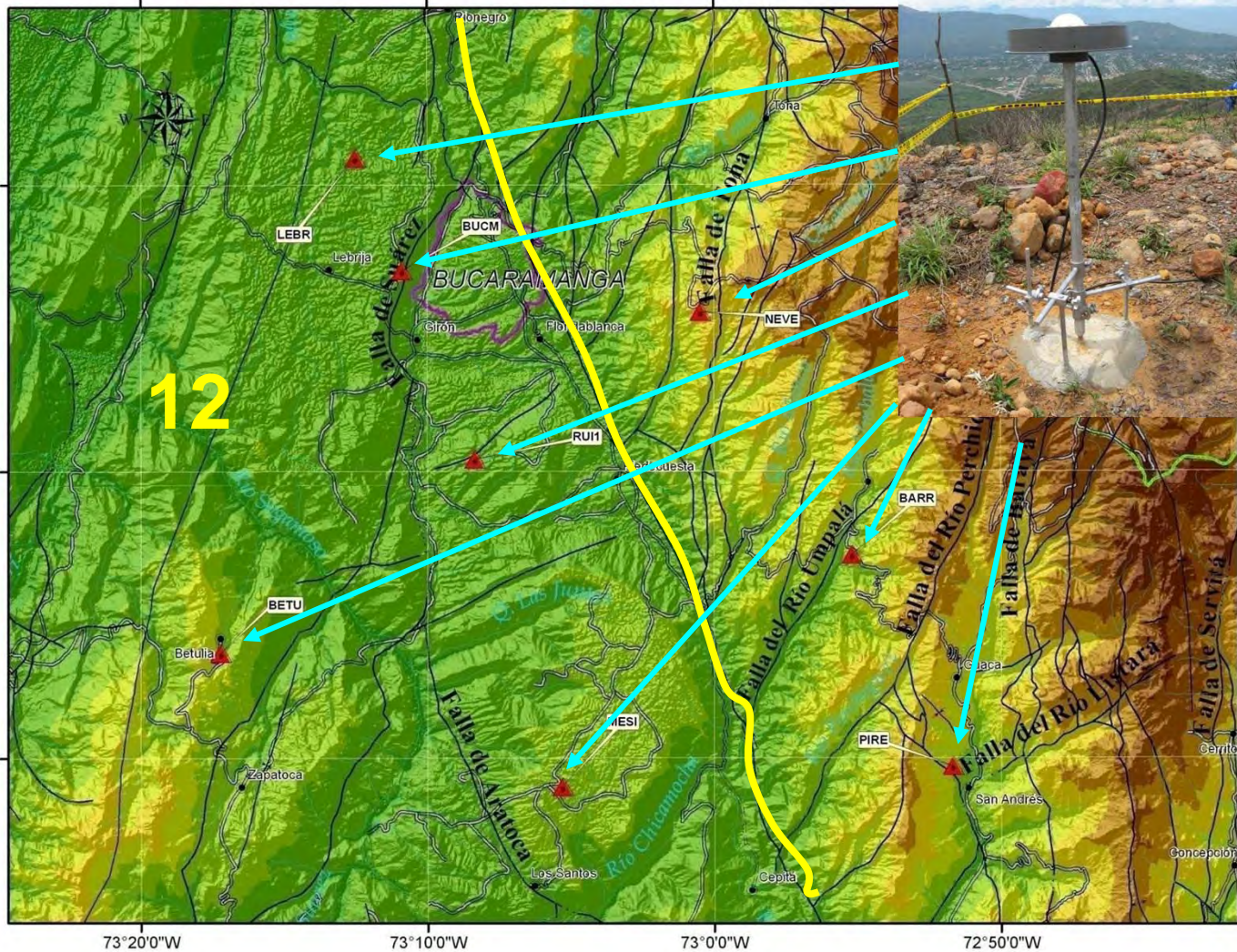
Estación GNSS/MET Galerazamba, Bolívar. Proyectos COCONET-GEORED, 2012
UNAVCO/NSF – Servicio Geológico Colombiano



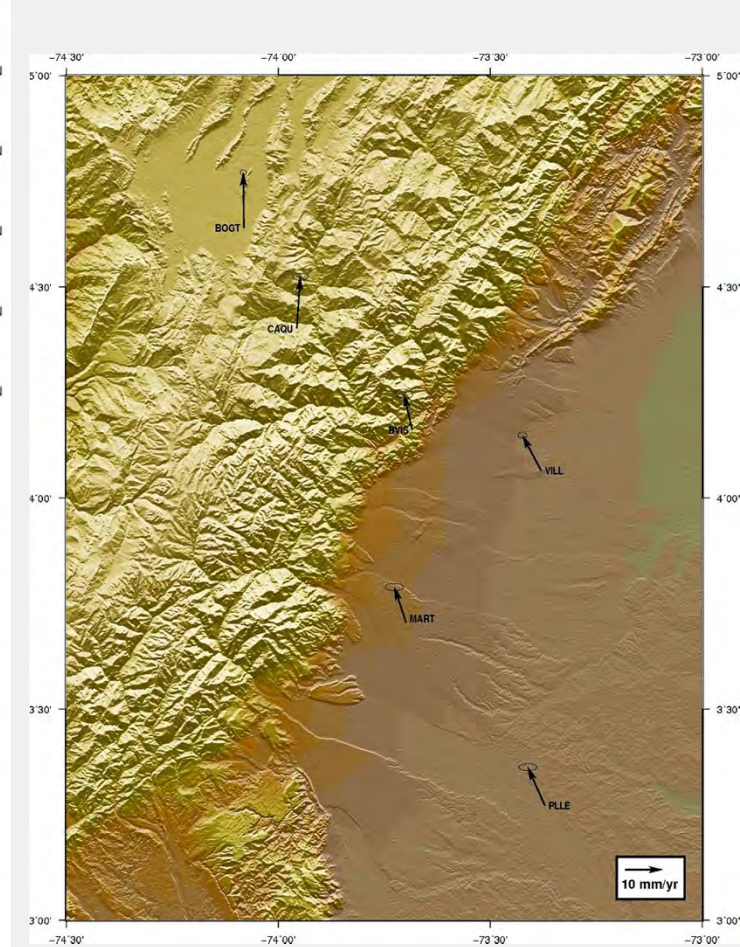
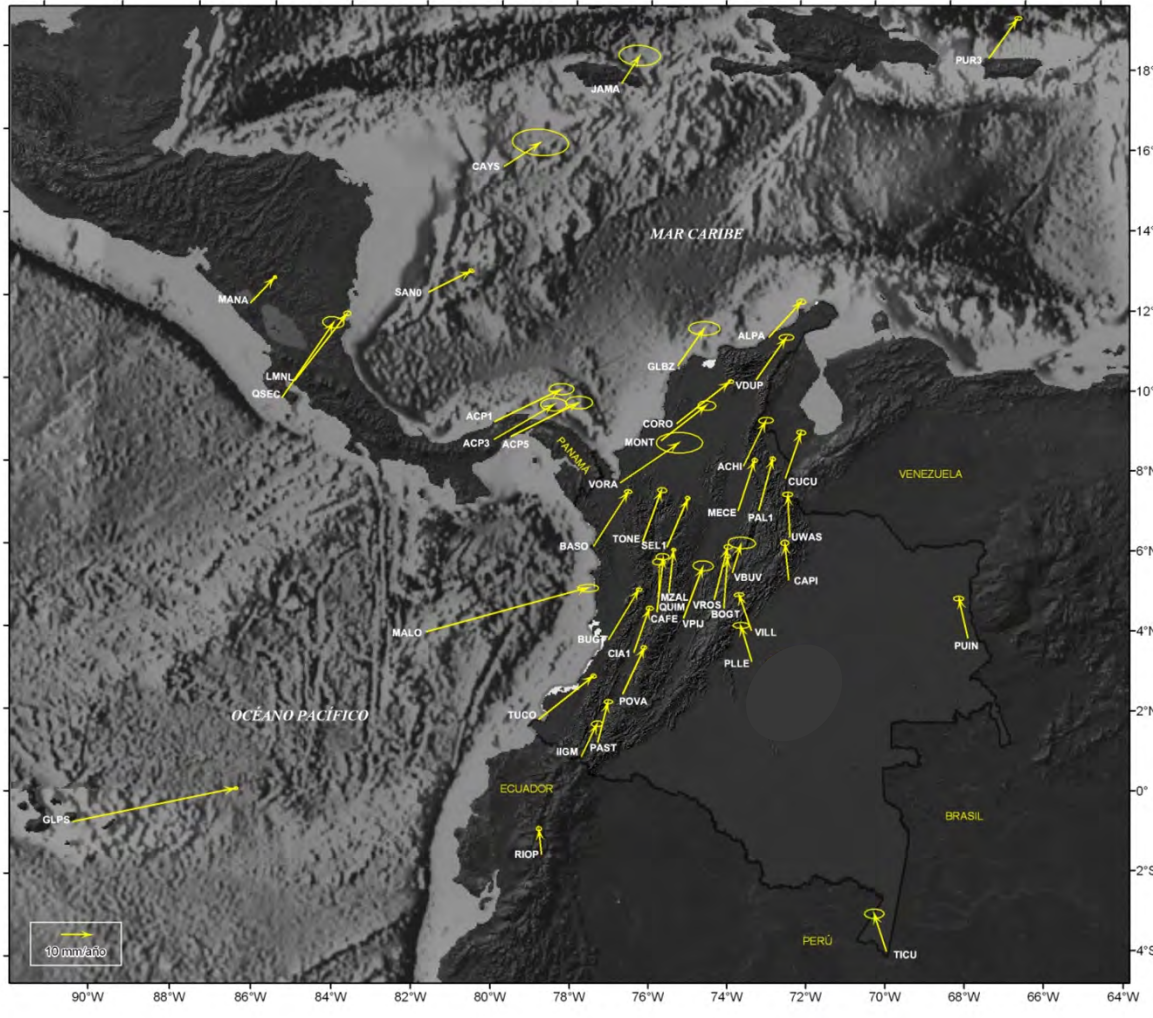
Estación GNSS/MET Puerto Bolívar, Guajira. Proyectos COCONET-GEORED, 2012
UNAVCO/NSF – Servicio Geológico Colombiano



Red pasiva de estaciones de campo de operación episódica



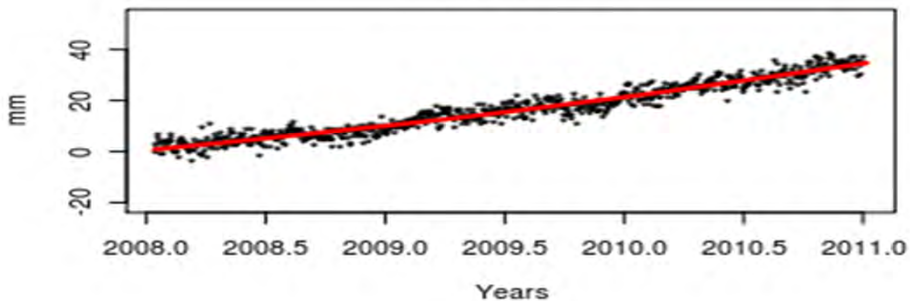
ESTACIONES GPS DE CAMPO



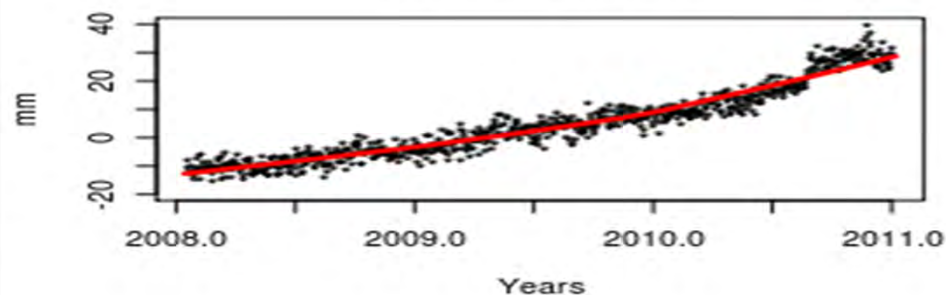
Mora et al, 2011



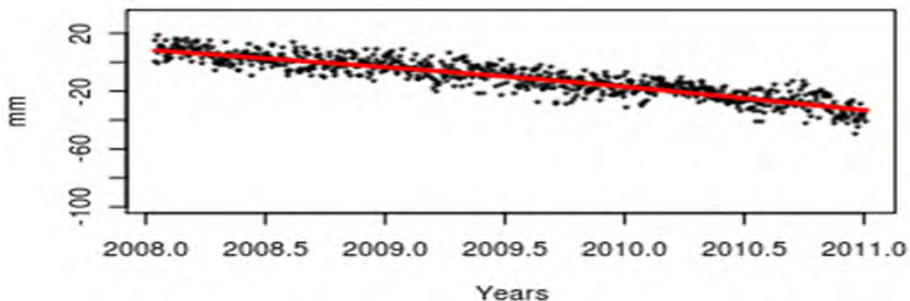
TUCO - Latitude



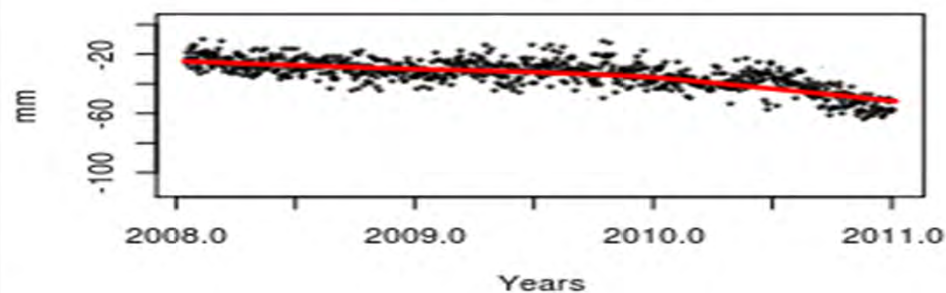
BUGT - Latitude



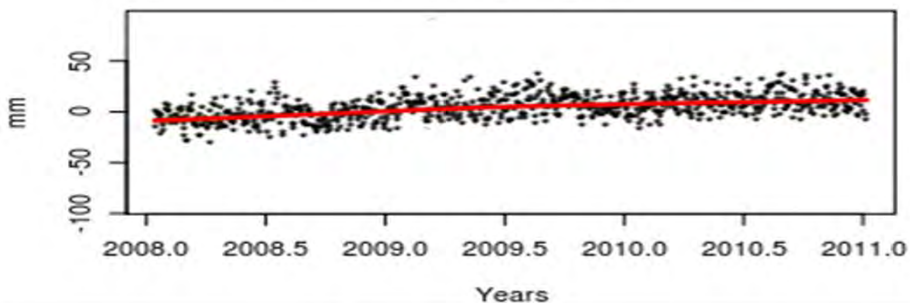
TUCO - Longitude



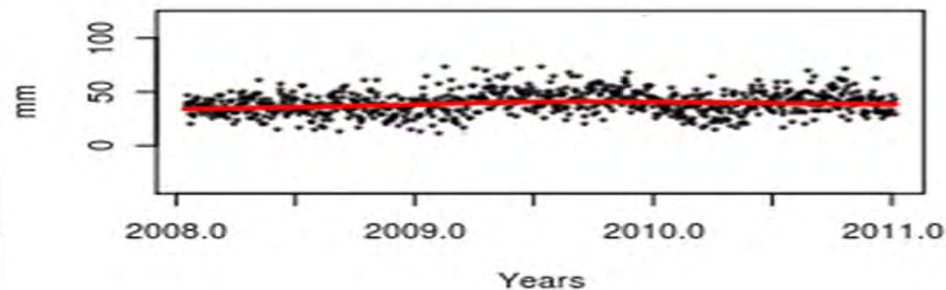
BUGT - Longitude



TUCO - Height



BUGT - Height





Banco de Pruebas



Archivos RINEX (OBS - NAV)

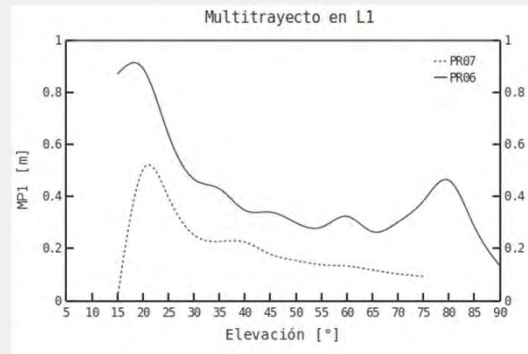
```

02_11 OBSERVATION DATA G (GPS) RINEX VERSION / TYPE
teqc 2011Oct11 20120203 17:18:54UTC PGM / RUN BY / DATE
Linux 2.4.21-27.ELsmp|Opteron|gcc -static|Linux x86_64|= COMMENT
teqc 2011Oct11 20120203 17:18:53UTC COMMENT
BIT 2 OF LLI FLAGS DATA COLLECTED UNDER A/S CONDITION
ALPA MARKER NAME
0001 MARKER NUMBER
-Unknown- OBSERVER / AGENCY
4808145648 TRIMBLE NETRS 1.2-5 REC # / TYPE / VERS
00000000 TRM2959.00-SCIS ANT # / TYPE
1835990.6313 -5974571.3113 1266287.3933 APPROX POSITION XYZ
0.0350 0.0000 0.0000 ANTENNA: DELTA H/E/N
7 L1 L2 C1 P2 P1 S1 S2 # / TYPES OF OBSERV
15.0000 INTERVAL
15 LEAP SECONDS
SNR is mapped to RINEX snr flag value [0-9] COMMENT
L1 & L2: min(max(int(snr_dBHz/6), 0), 9) COMMENT
2012 1 1 0 0 0.0000000 GPS TIME OF FIRST OBS
END OF HEADER
12 1 1 0 0 0.0000000 0 7G21G12G22G14G25G31G18
-19741646.58847 -15297196.76346 21458184.8834 21458180.0744
47.7504 36.5004
-10246864.92347 -7990035.48445 22724456.9614 22724452.3554
46.7504 34.0004
-17878702.27348 -13929986.66346 21555303.3204 21555295.1294
49.7504 40.7504
-9601626.74847 -7478177.32944 22900954.5944 22900949.4344
44.5004 29.0004
-16247076.24348 -12663268.42647 21553746.3134 21553744.6564
51.5004 42.5004
-11909603.93047 -9268717.16246 22010010.7584 22010006.1684
46.7504 38.0004
-22006385.54048 -17166208.71347 20568515.0234 20568509.4144
52.0004 43.5004
12 1 1 0 0 15.0000000 0 G21G12G22G14G25G31G18
-19702890.69447 -15266997.38246 21465560.3054 21465555.4494
47.5004 36.0004
-10234844.29947 -7980668.73845 22726744.1414 22726740.0004
47.0004 33.5004

```

ID	FECHA	TASA RASTREO [Hz]	TIEMPO RASTREO [h]	OBS. ESPERADAS	OBS. OBTENIDAS	%	OBS. BORRADAS	%	% Total	SLTS. CICLO	OBS/SLT.	MP1 [m]	MP2 [m]
										IOD	MP		
PR06	07/25/12	1	20.43	698761	585735	83.82	9544	1.37	85.19	1293	1388	422	0.49 0.48
PR07	07/25/12	5	1.643	293484	241386	82.25	1684	0.57	82.82	31	31	7787	0.26 0.24

PR06						
<Elev.>	Obs. Obtenidas	Salto<IOD>	MP1 [m]	Salto<MP1>	MP2 [m]	Salto<MP2>
0 - 5	0	0	0	0	0	0
5 - 10	0	0	0	0	0	0
10 - 15	15	0	0.871944	1	0.716382	1
15 - 20	80880	94	0.895062	107	0.865261	141
20 - 25	66286	80	0.641095	72	0.635969	121
25 - 30	87146	110	0.467911	98	0.486135	175
30 - 35	58865	107	0.430799	105	0.418643	152
35 - 40	57036	105	0.348017	104	0.373144	149
40 - 45	41065	86	0.341121	75	0.348169	142
45 - 50	41327	90	0.300129	81	0.285385	142
50 - 55	39957	90	0.282506	81	0.244127	142
55 - 60	28388	98	0.32455	87	0.302881	139
60 - 65	27829	83	0.265705	77	0.268986	138
65 - 70	25109	81	0.301954	78	0.240768	134
70 - 75	14068	91	0.383501	75	0.32743	148
75 - 80	9963	133	0.463379	106	0.395649	210
80 - 85	8201	45	0.284807	36	0.296338	60
85 - 90	2069	0	0.134231	0	0.115611	0



Estadísticas cuantitativas y cualitativas



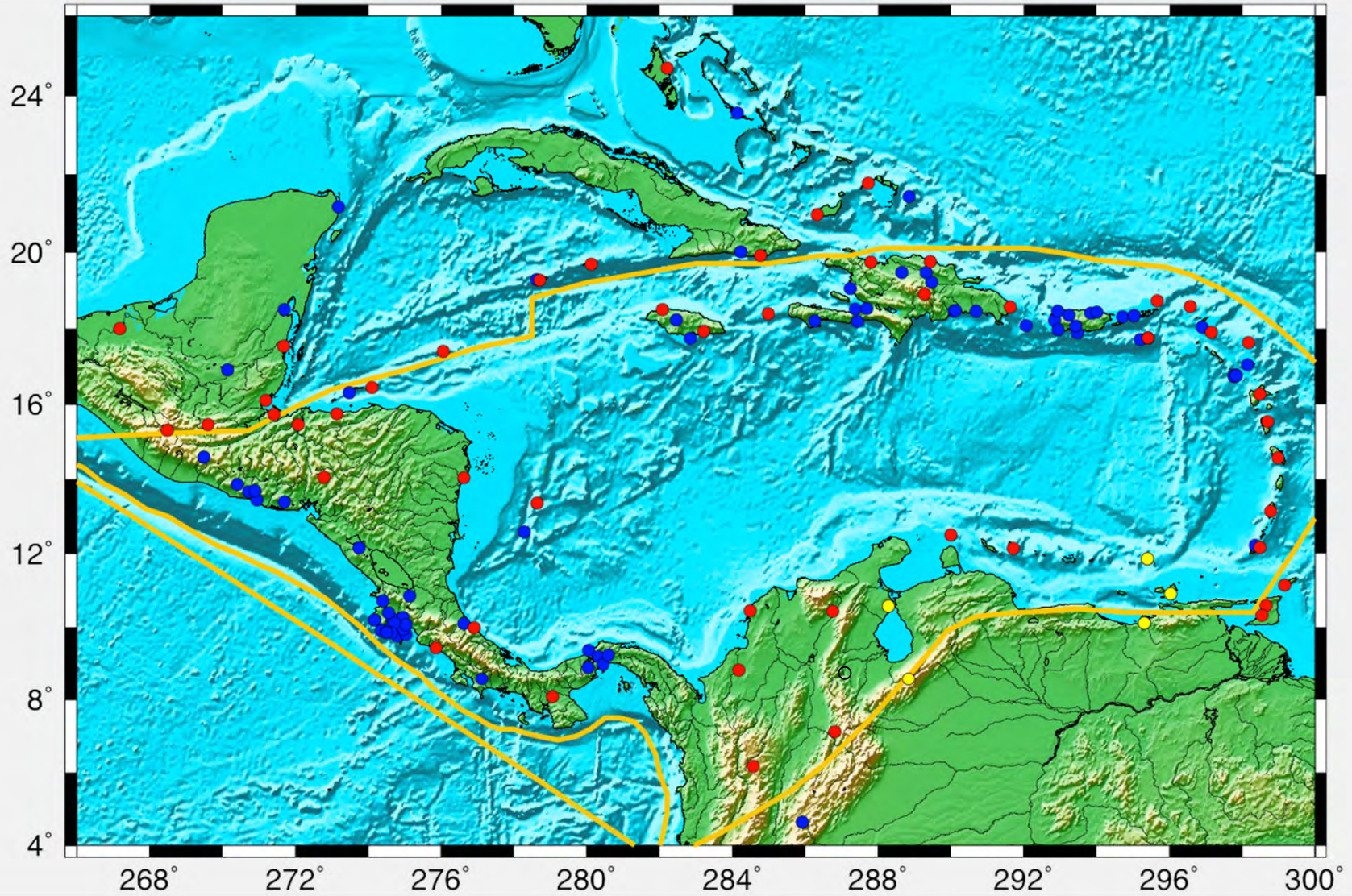
Libertad y Orden

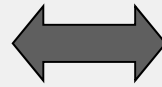
**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

COCONET Project

**Prosperidad
para todos**







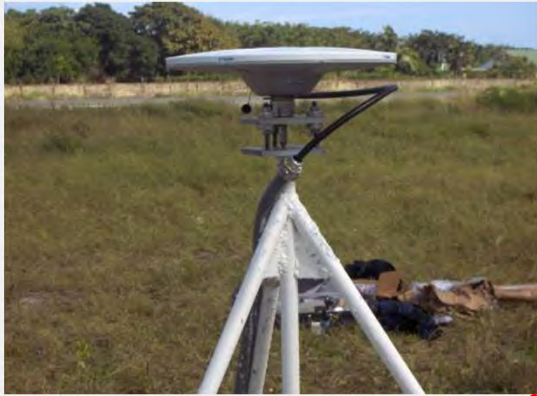
Libertad y Orden

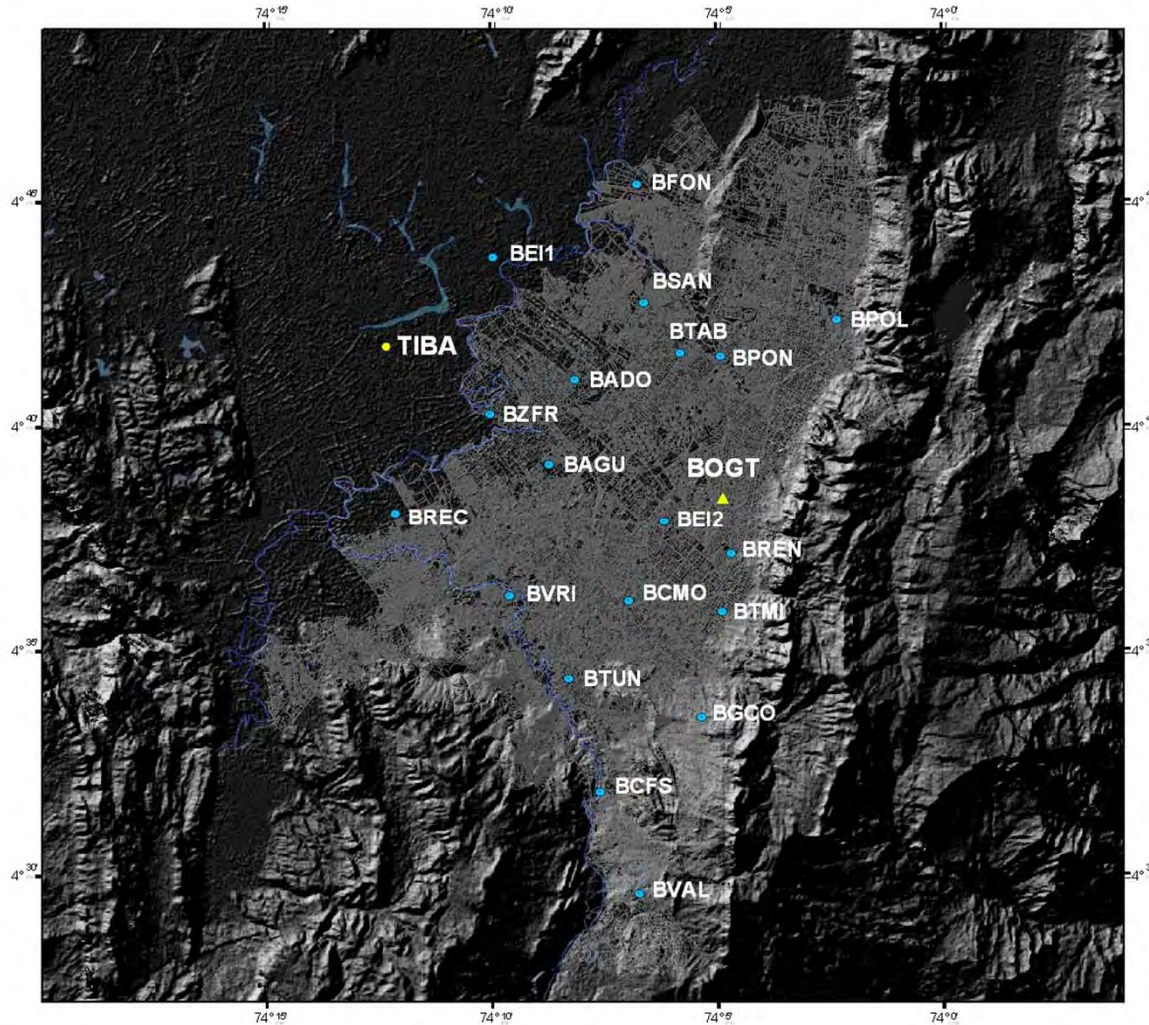
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

República de Colombia

SAN ANDRÉS SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO- UCAR - Aeronáutica Civil - IDEAM

Prosperidad
para todos

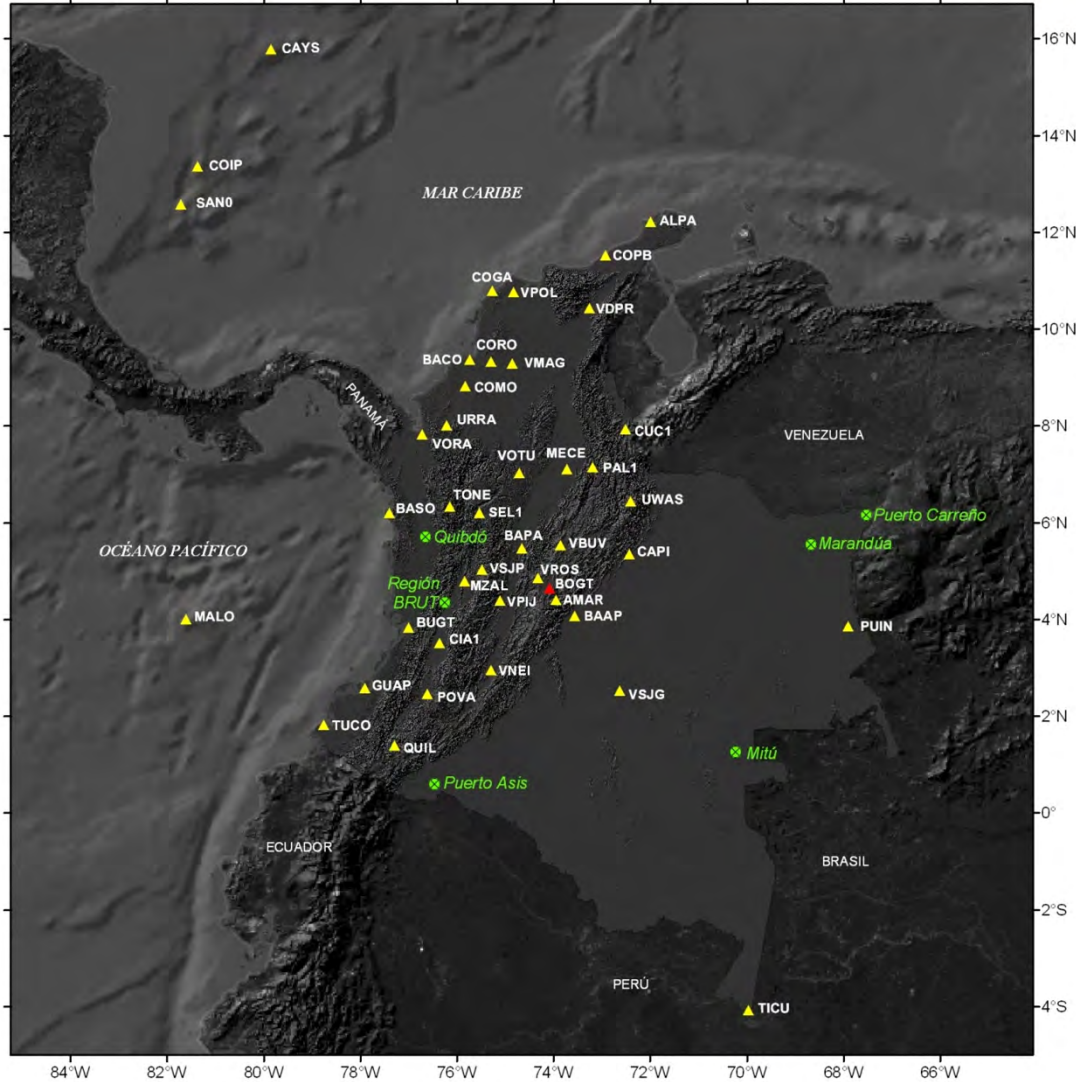




**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
HACIENDA**

Unidad Administrativa Especial
Catastro Distrital

Red Geodésica GNSS de Bogotá



Proyección a Diciembre 2012



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**

APOYO A OTRAS INSTITUCIONES COLOMBIANAS

- **Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil**
- **Ministerio de Relaciones Exteriores- DIMAR- IGAC**
- **DIMAR – Universidad Distrital**
- **Ejército Nacional**
- **Fuerza Aérea Colombiana**
- **Armada Nacional**
- **Universidad Nacional**
- **Centro Internacional de Agricultura Tropical**
- **IGAC (datos e inducción instalación estaciones permanentes)**

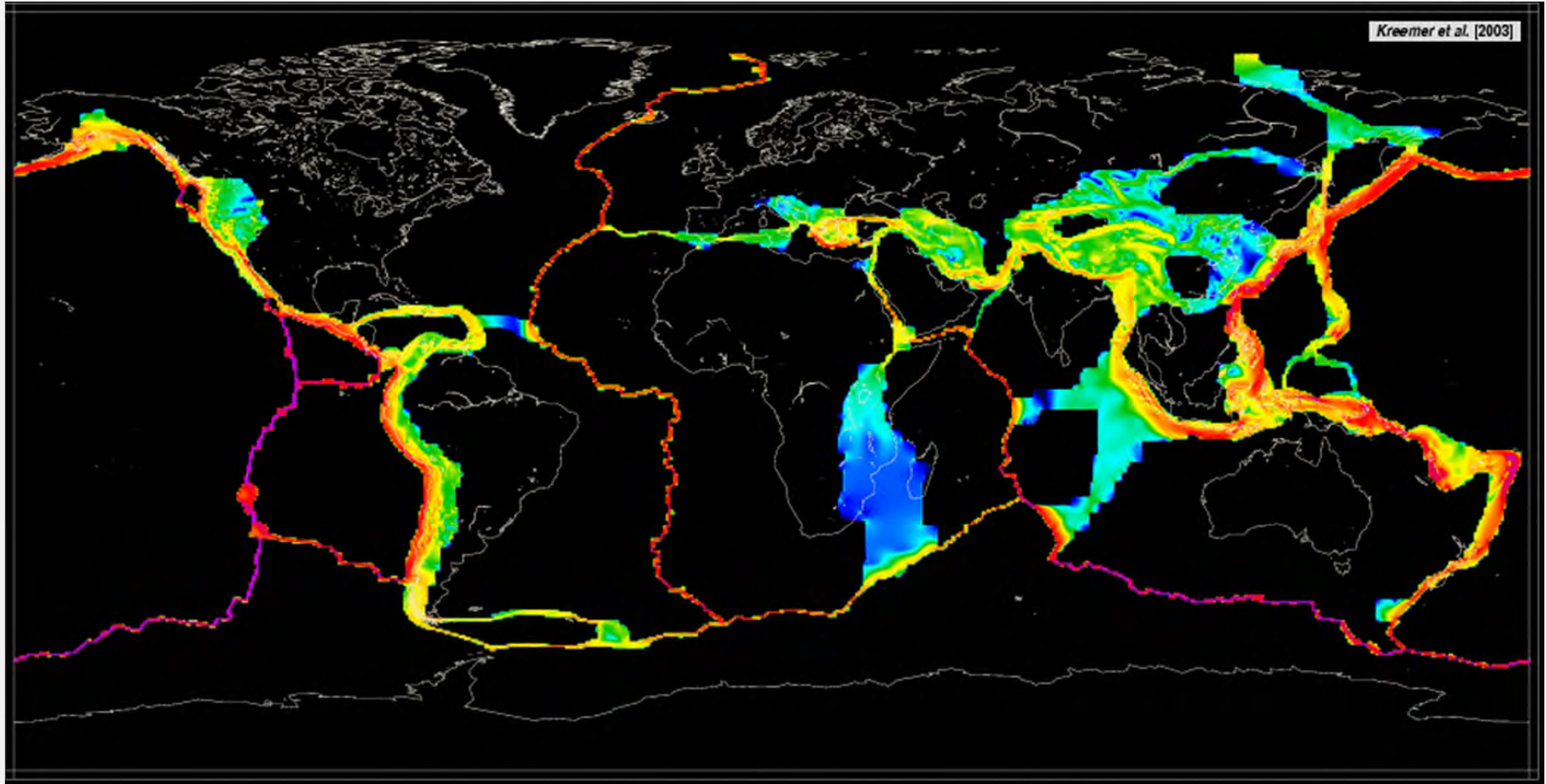


Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**



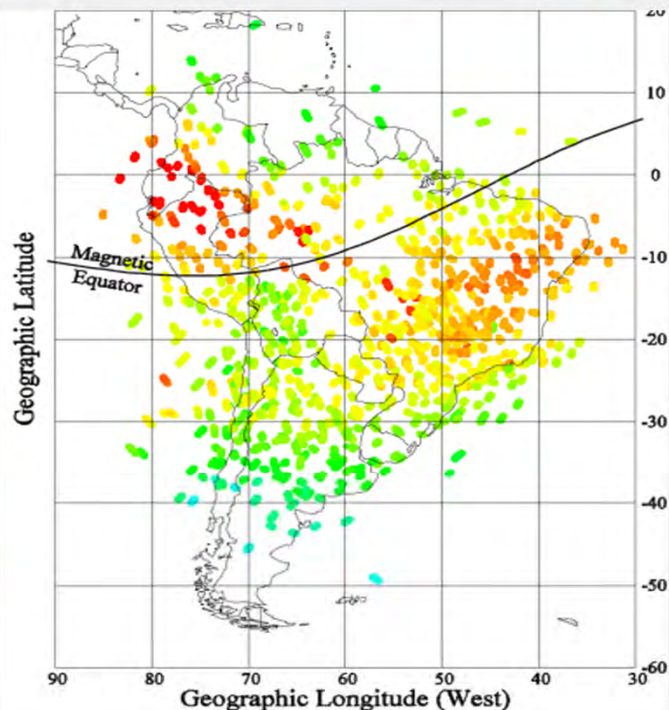
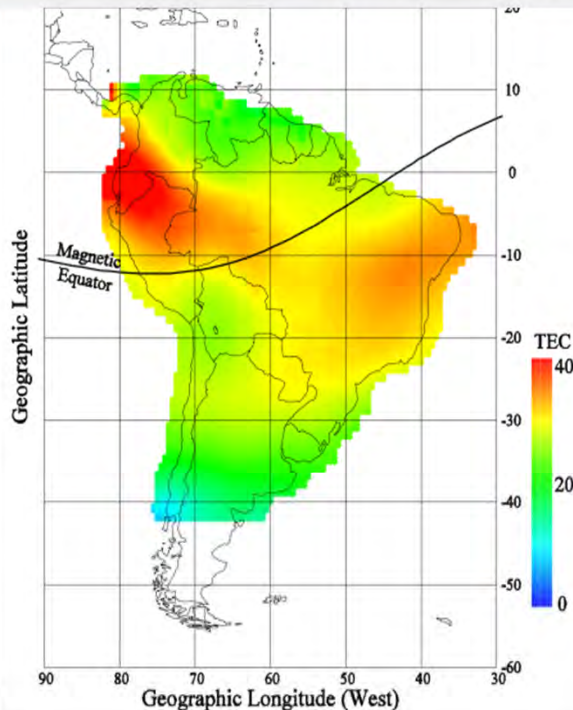
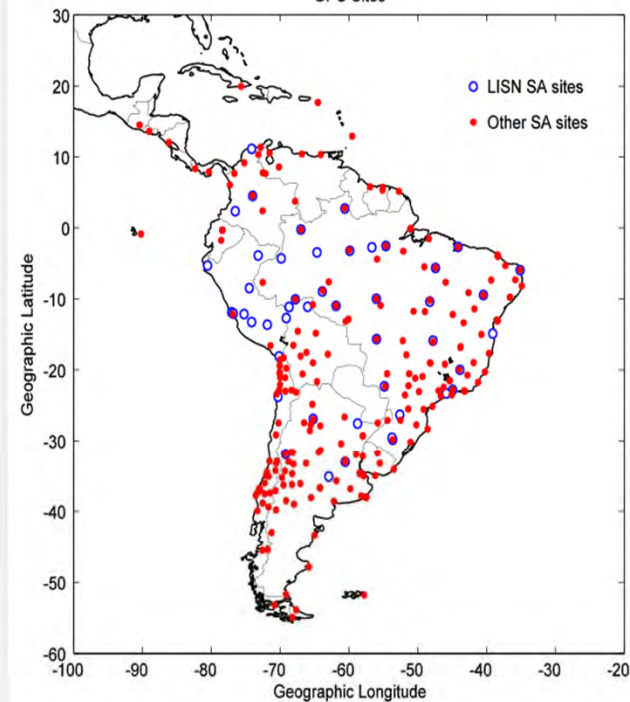
<http://gsrm.unavco.org/>

Global Strain Rate Map – International Lithosphere Program



LOW-LATITUDE IONOSPHERIC SENSOR NETWORK

GPS Sites





INTERCAMBIO DE DATOS

- **Instituto Geofísico, Escuela Politécnica, Quito**
- **Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas**
- **Instituto de Geofísica del Perú**
 - **Geodinámica**
 - **Radio Observatorio de Jicamarca**
- **Autoridad del Canal de Panamá**
- **Universidad de Lisboa – INPE (Brasil)**



Red Nacional de Estaciones Geodésicas Satelitales

GEORED

Formulario de Solicitud

[Registrar Solicitud](#)

[Volver](#) [Creditos](#) [Ayuda](#)

(*) Identificación del Solicitante	<input type="text"/>	(*) Nombre del Solicitante	<input type="text"/>
(*) Nombre Empresa	<input type="text"/>	(*) Dirección de la Empresa	<input type="text"/>
(*) Número de Teléfono	<input type="text"/>	(*) Ciudad	<input type="text" value="Ingrese un valor"/>
(*) Correo Electrónico	<input type="text"/>		

Adicionar las estaciones de las cuales se requiere información

(*) Tipo Estación	<input type="text" value="Permanente"/>
(*) Id Estación	<input type="text" value="ALPA"/>
(*) Tipo de Información	<input type="text" value="Rinex"/>
(*) Fecha de Inicio	<input type="text" value="sep 24, 2012"/>
(*) Fecha Final	<input type="text" value="sep 24, 2012"/>
<input type="button" value="Adicionar"/> <input type="button" value="Cancelar"/>	

Lista Estaciones				
LISTADO (0)				
Estación	Tipo de Información	Fecha Inicio	Fecha Final	Eliminar
<<< < > >>>				

Indique el propósito de su solicitud

(*) Descripción Asunto



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**

USUARIOS DE DATOS

- Consultoría Colombiana
- Atlas Ingeniería
- Geodesia por Satélite
- Soluciones Geoinformáticas
- Universidad Nacional Medellín
- Ajustes Topográficos
- Alcaldía de Aguazul
- PYS Ingeniería Ltda.
- Origen 4D
- Geomatics
- Detin SAS
- Evolution Services and Consulting SAS
- HBSTG
- Universidad Distrital
- Ecopetrol
- Geospatial
- Ecoglobal Surveying
- Ingeovista Ltda
- Ingeniería El Cafetal
- INCODER
- Pangea Ingeniería SAS
- Dersis S.A.
- Incige Ltda
- Fafil s.a.
- Ingeomapping
- UNGRD
- SAR Ingeniería Ltda

Ingenieros y topógrafos (personas naturales)



**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

Libertad y Orden

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**



**BOSTON
COLLEGE**



COOPERACIÓN INTERNACIONAL



SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

Libertad y Orden

República de Colombia

Prosperidad para todos



FUERZA AÉREA



ARMADA NACIONAL



Unidad Administrativa Especial
Catastro Distrital



COOPERACIÓN NACIONAL



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**

IV TALLER

Aplicaciones científicas
de GNSS en Colombia



Noviembre
26,27 y 28
2012
Bloque 14, aula 101

Inscripciones
<http://geored.ingeminas.gov.co/>

Universidad EAFIT
Medellín, Colombia



SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO
Libertad y Orden

Prosperidad
para todos



UNIVERSIDAD
EAFIT
Abriendo al mundo

<http://geored.ingeminas.gov.co>



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**



República de Colombia



La Sociedad Colombiana de Ingenieros

Conforme a lo establecido en el Acta No. 64 de 1907

Otorga

Mención de Honor

al

**Instituto Colombiano de
Geología y Minería -INGEOMINAS-**

Por el proyecto

**"Geored, implementación de la red nacional de
estaciones geodésicas satelitales GPS con
propósitos geodinámicos"**

Presentado para optar al

Premio Lorenzo Godazzi

en el presente año 2010

D. Daniel Flórez Pérez

Daniel Flórez Pérez
Presidente

Hugo Ignacio Torres Bahamón

Hugo Ignacio Torres Bahamón
Director Ejecutivo



Libertad y Orden

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

República de Colombia

Prosperidad
para todos



<http://geored.ingeminas.gov.co>



Libertad y Orden

**SERVICIO GEOLÓGICO
COLOMBIANO**

República de Colombia

**Prosperidad
para todos**

MUCHAS GRACIAS!!