

Simposio SIRGAS 2015

y VII Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia

Santo Domingo, República Dominicana
Noviembre 16 - 20, 2015

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), Km 7 1/2, Av. John F. Kennedy, Santo Domingo 1423, República Dominicana

“MAPA PRELIMINAR DE LAS PERTURBACIONES DE GRAVEDAD PARA EL ECUADOR”

Christian Barahona, Alfonso Tierra

cabarahona1@espe.edu.ec, artierra@espe.edu.ec

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Sangolquí - Ecuador

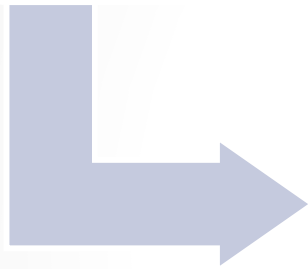


OBJETIVO

- Calcular la perturbación de gravedad sobre la superficie terrestre, en el área del Ecuador continental a partir de valores de gravedad observada y de gravedad normal referida al elipsoide GRS80.

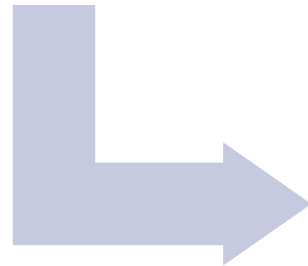
GENERALIDADES

MEDICIONES
DE GRAVEDAD
EN LA
SUPERFICIE



CORRECCIÓN
DE GRAVEDAD

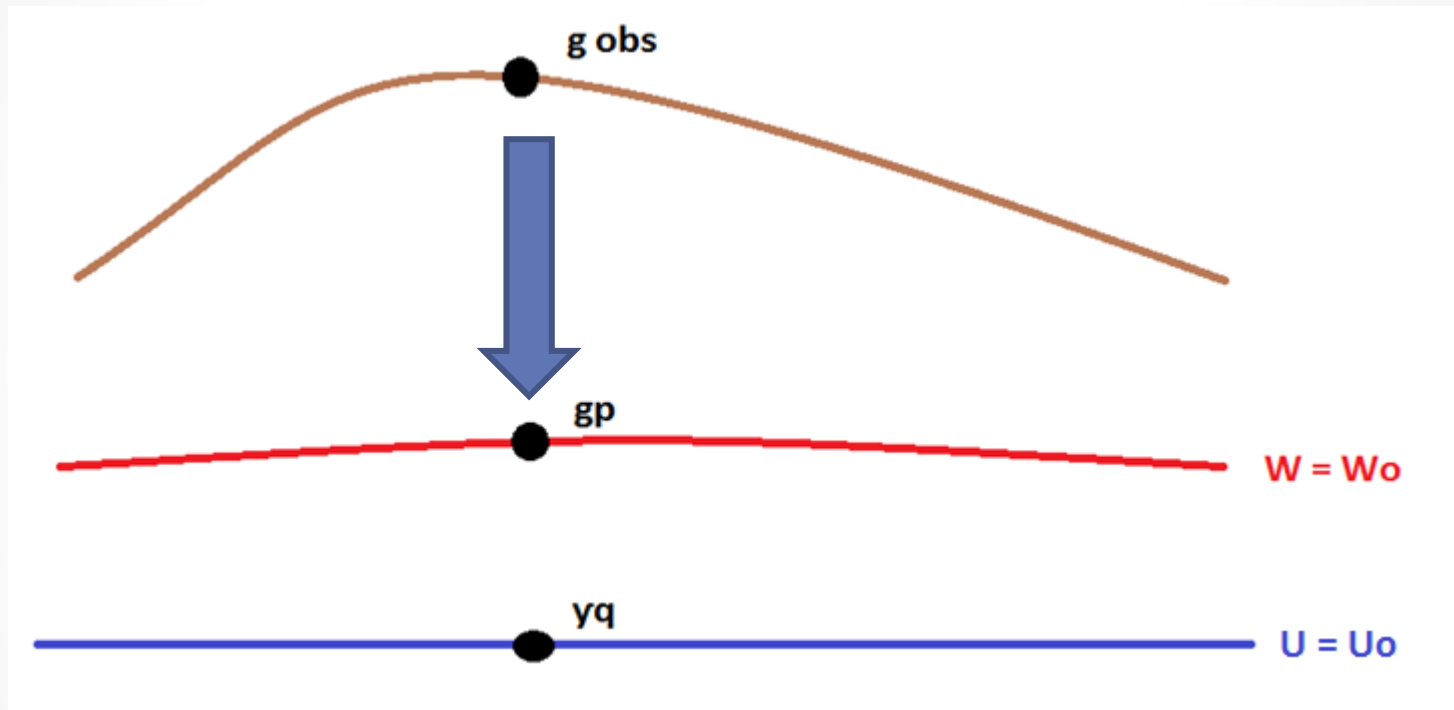
- Reducción de la estación al geoide



ANOMALÍA DE
GRAVEDAD

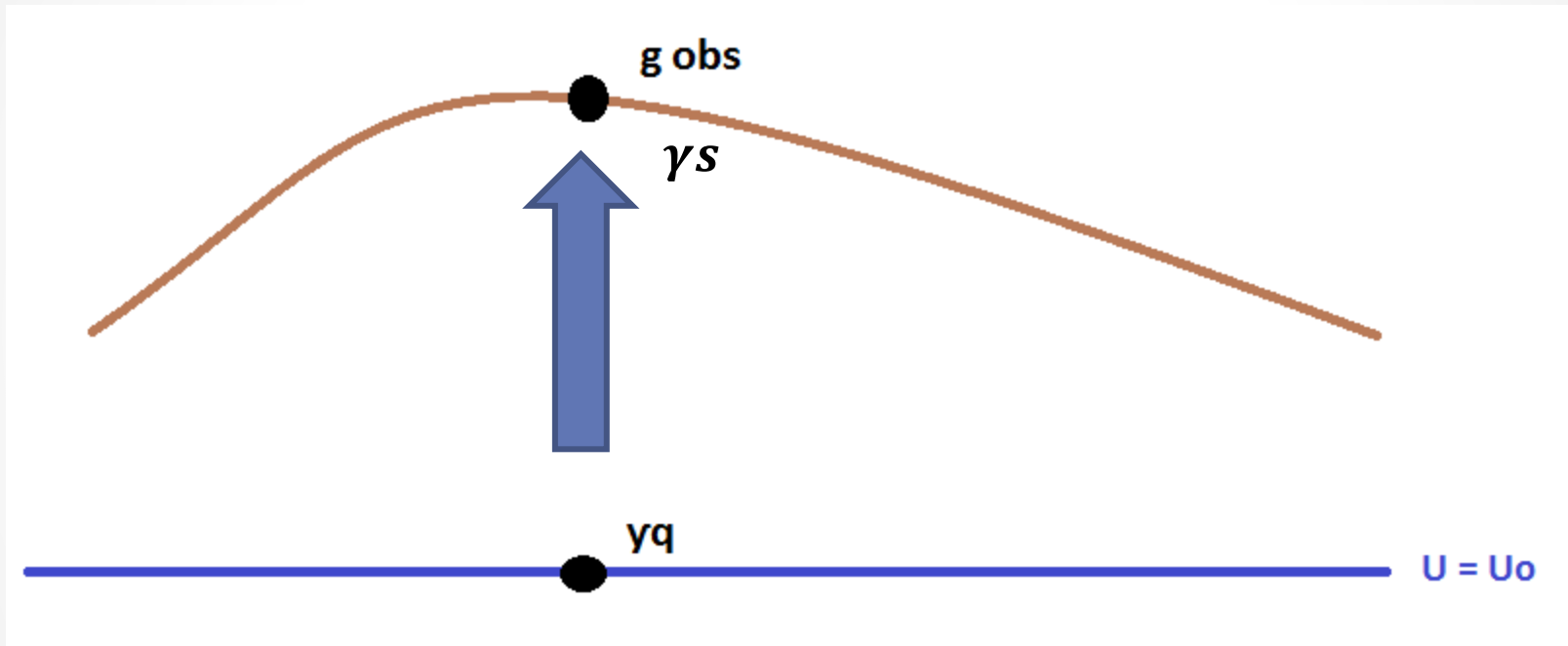
- Aplicación de la corrección

ANOMALÍAS DE GRAVEDAD



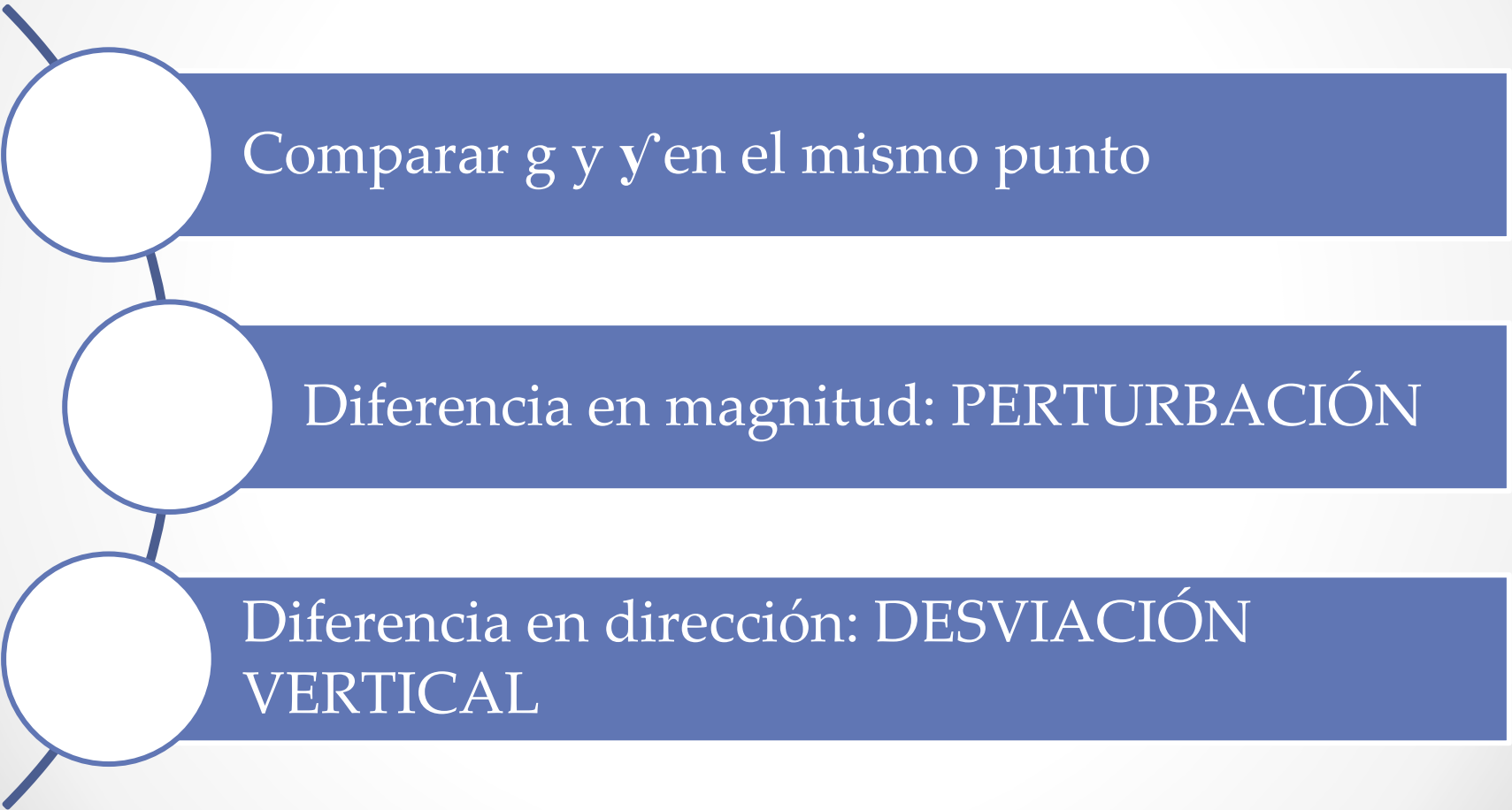
$$\Delta g = g_p - \gamma_q$$

PERTURBACIÓN DE GRAVEDAD



$$\delta g = g_s - \gamma_s$$

PERTURBACIÓN DE GRAVEDAD

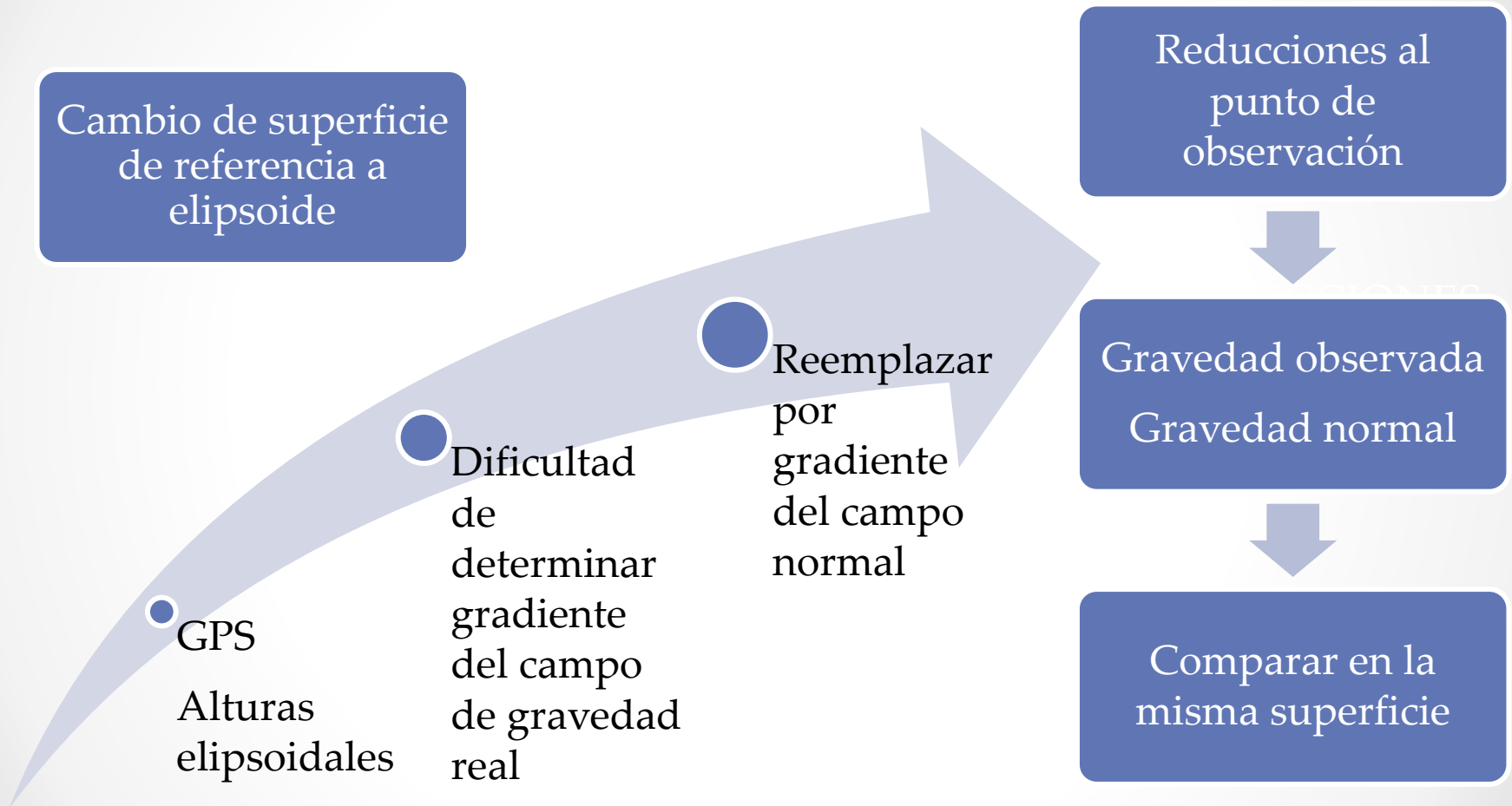


Comparar g y y' en el mismo punto

Diferencia en magnitud: PERTURBACIÓN

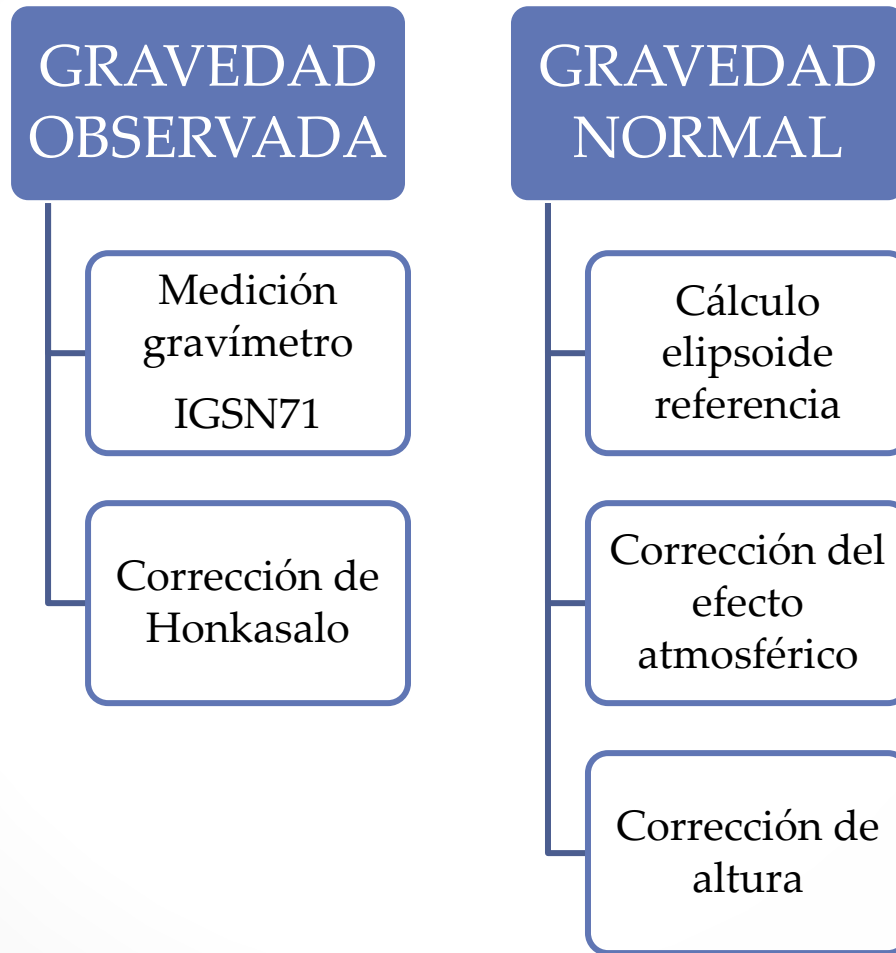
Diferencia en dirección: DESVIACIÓN
VERTICAL

PERTURBACIÓN DE GRAVEDAD



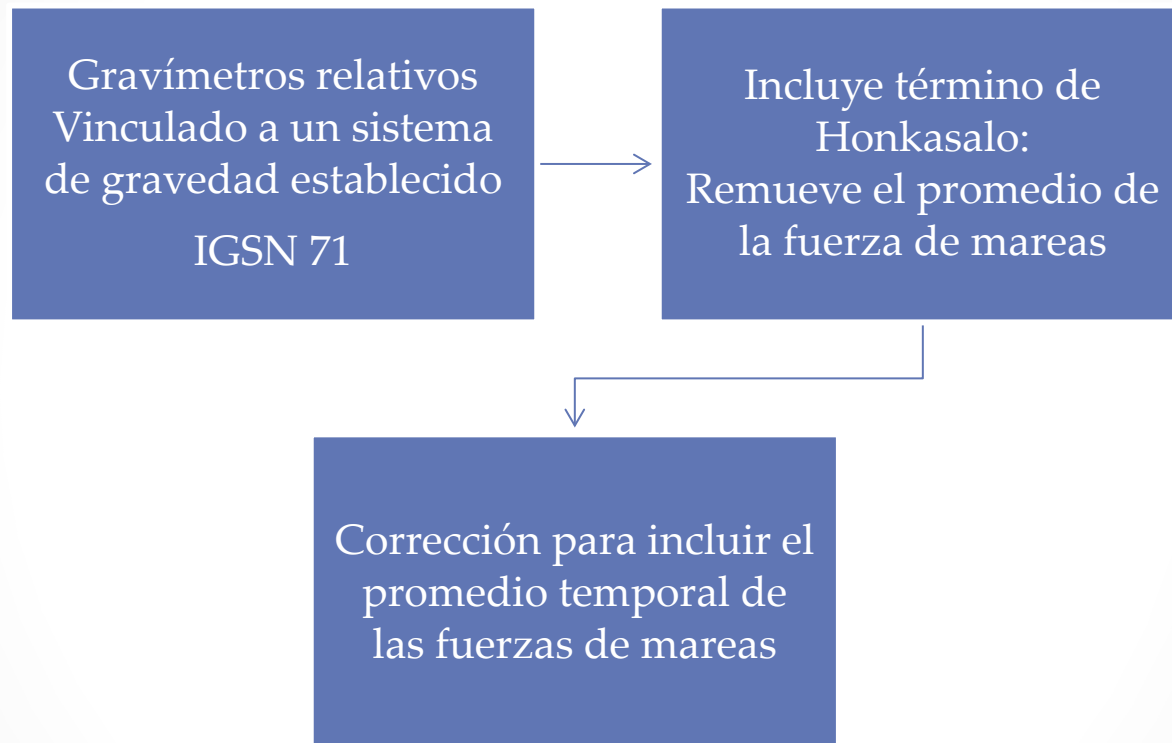
(Pedraza & Tocho, 2011)

REDUCCIÓN DE GRAVEDAD



(Hinze, *et.al.*, 2005)

GRAVEDAD OBSERVADA



$$CH = 0.0371 (1 - 3 \operatorname{sen}^2 \varphi)$$

(Hinze, *et.al.*, 2005)

GRAVEDAD NORMAL

CÁLCULO
(FÓRMULA DE SOMIGLIANA)



PARÁMETROS DEL
ELIPSOIDE GRS 80



INCLUYE LA GRAVITACIÓN
DE LA MASA DE LA
ATMÓSFERA

$$y = \frac{a y_a \cos^2 \varphi + b y_b \sin^2 \varphi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi}}$$

(Somigliana, 1929)



a	Eje mayor	6378137	m
b	Eje menor	6356752,3141	m
f	Achatamiento	0,003352810681	
ya	Gravedad normal en el ecuador	978032,67715	mgal
yb	Gravedad normal en los polos	983218,7346	mgal
m	$\omega^2 a^2 b^2 / GM$	0,00344978600308	
ω	Velocidad angular	7292115×10^{-11}	rad/s
GM	Constante de gravitación	3986005×10^8	m^3/s^2

CORRECCIÓN DEL EFECTO ATMOSFÉRICO

MASA
ATMOSFÉRICA

Incluida en la
masa de la
Tierra
determinada
en el elipsoide

No afecta la
medición de la
gravedad
observada

Debe ser
sustraída de la
gravedad
normal

$$C_{atm} = 0.874 - 9.9 \times 10^{-5} h + 3.56 \times 10^{-9} h^2$$

(Hinze, *et.al.*, 2005)

CORRECCIÓN DE ALTURA

AIRE
LIBRE



Basada en
la altura



Altura
elipsoidal

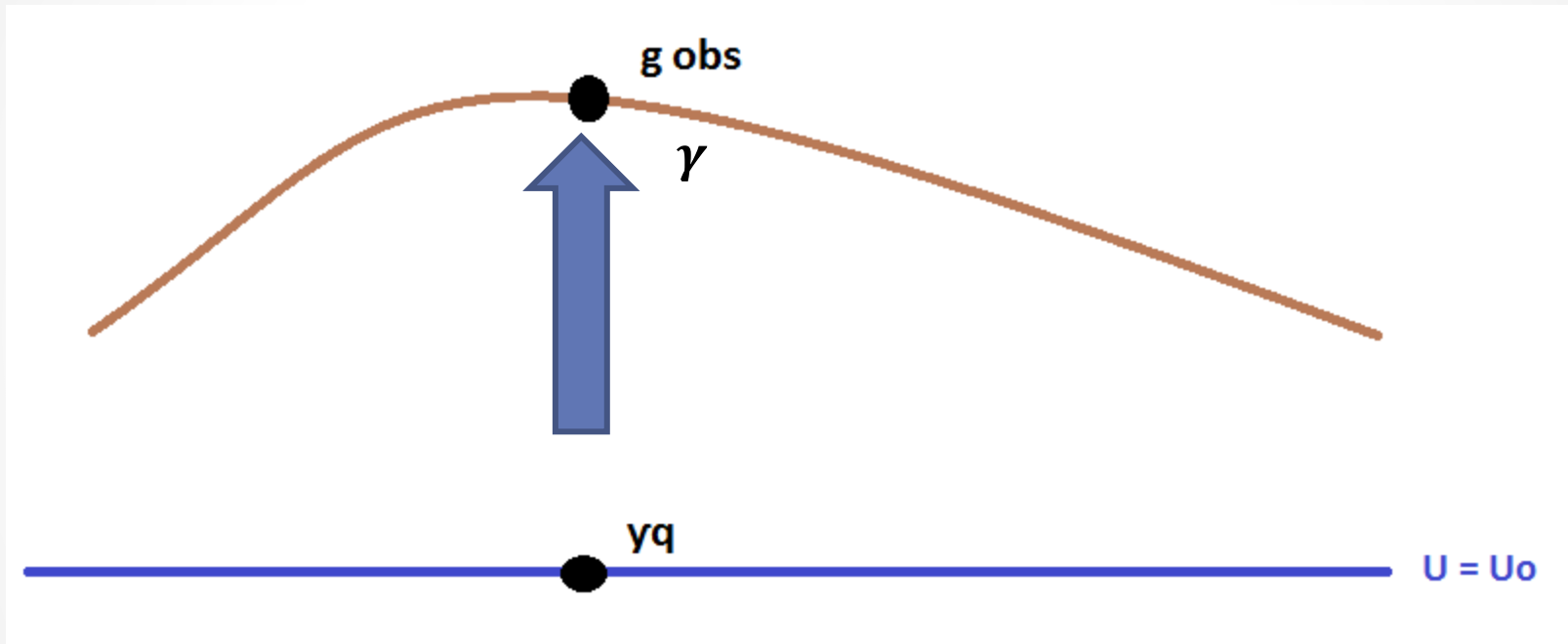
$$dh = -\frac{2y_a}{a} \left[1 + f + m + \left(-3f + \frac{5}{2}m \right) \text{sen}^2\varphi \right] h + \frac{3y_a}{a^2} h^2$$



(Heiskanen & Moritz, 1985)

$$dh = -(0.3087691 - 0.0004398 \text{ sen}^2\varphi) h + 7.2128 \times 10^{-8} h^2$$

PERTURBACIÓN DE GRAVEDAD

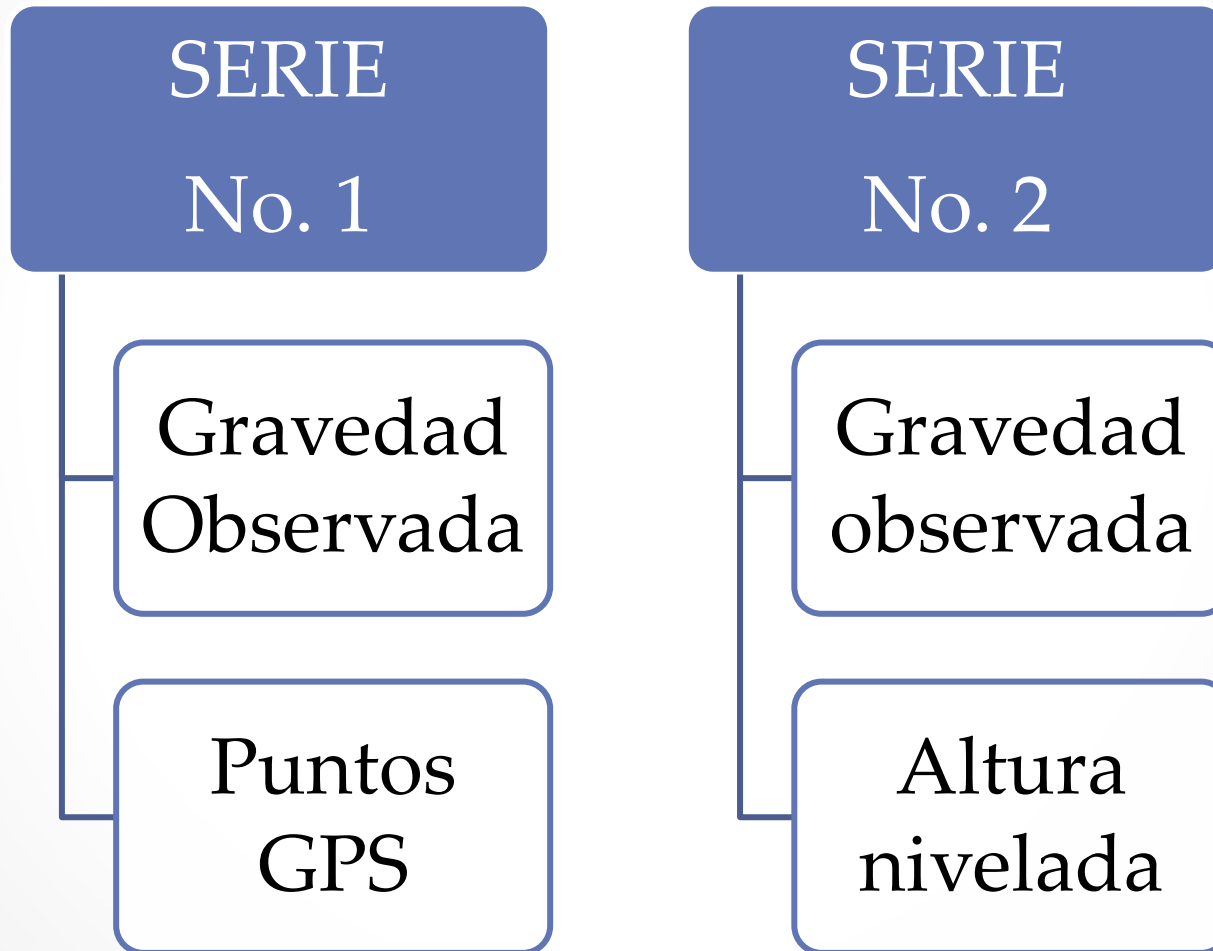


$$\delta g = g_s + CH - (\gamma_q - C_{atm} - dh)$$

ÁREA DE ESTUDIO



DATOS USADOS



SERIE No. 1

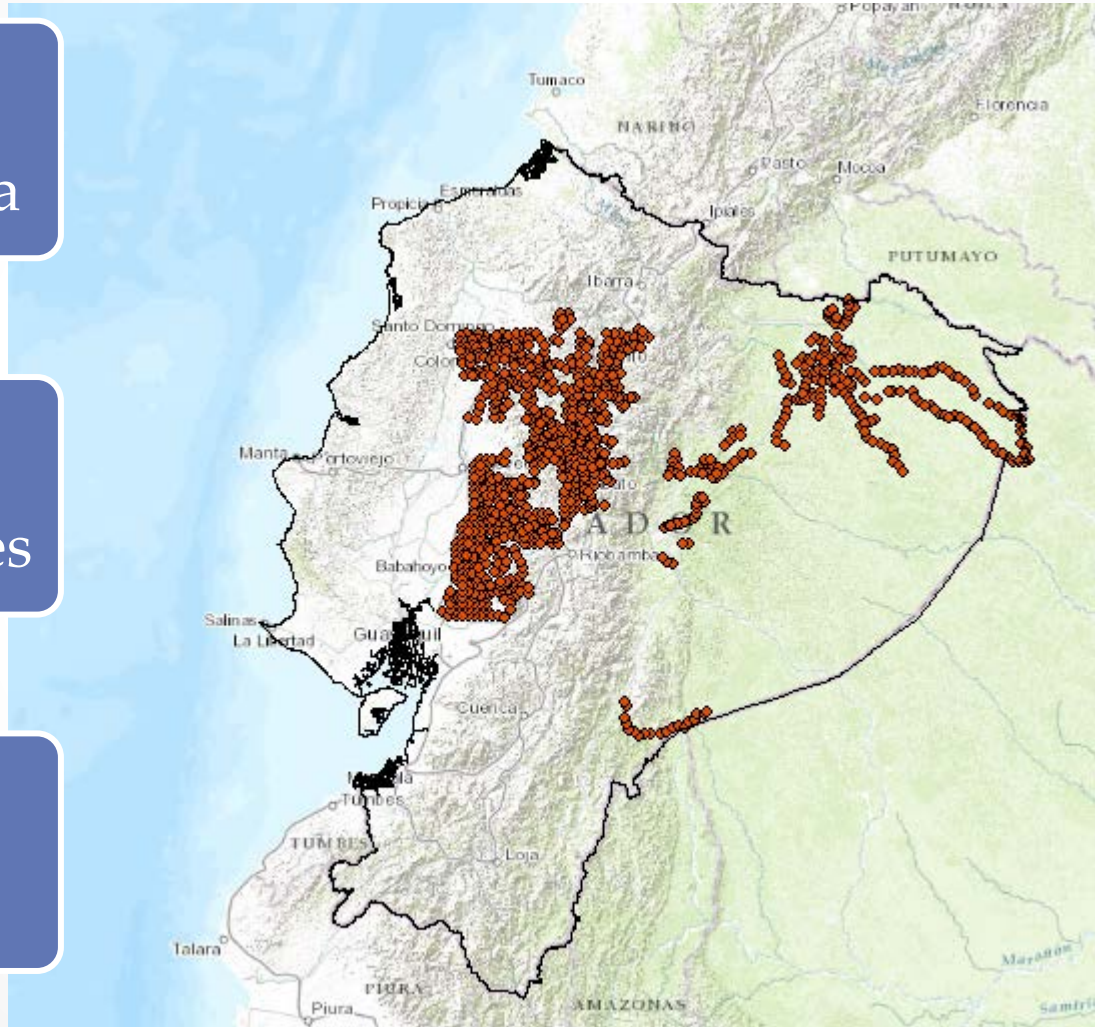
φ, λ, h
g observada



y
Correcciones



δg



943
puntos



Sistema de
Referencia:
SIRGAS 95

Época de
referencia 1995.4

Elipsoide de
referencia
GRS80

SERIE No. 2

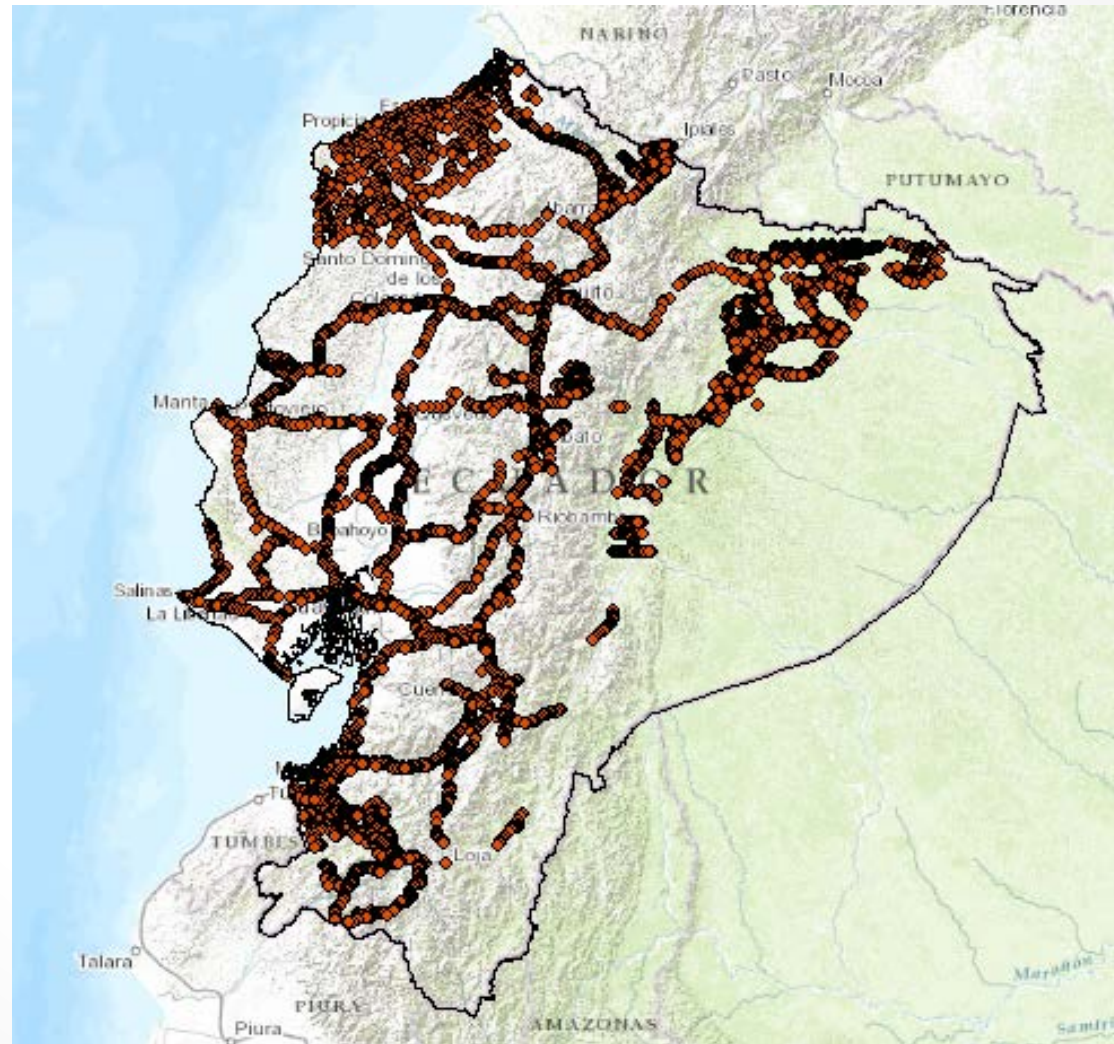
φ, λ, H_n
g observada



Y, h
Correcciones



δg



SERIE No. 2

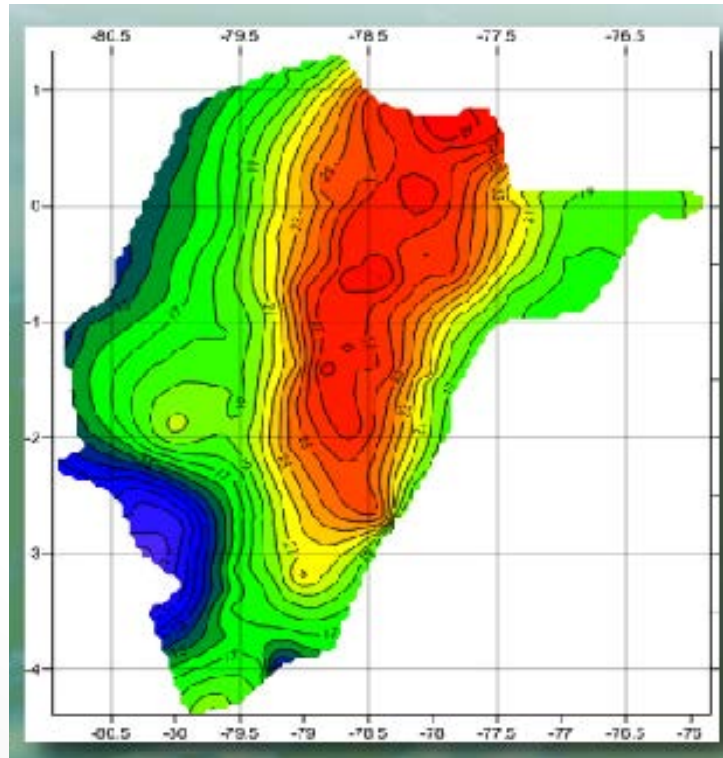
11123 puntos



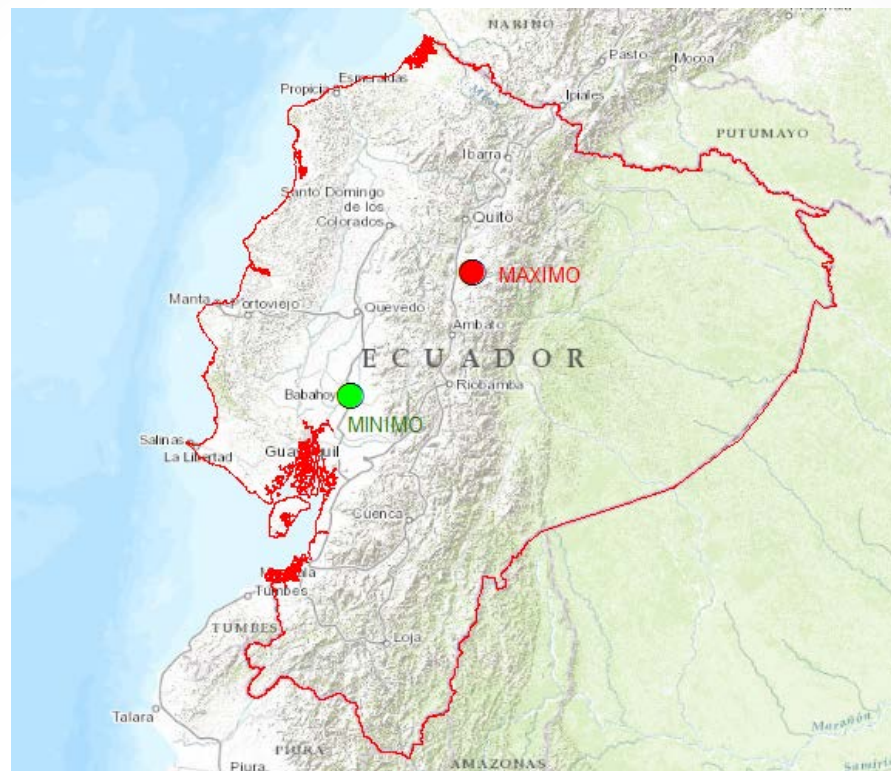
Modelo
geométrico del
Ecuador



6963 puntos



SERIE No. 1



ALTURA ELIPSOIDAL

	h (m)	g obs (mGal)
MAX	4883,505	976783,020
MIN	23,203	978055,415

SERIE No. 1



GRAVEDAD OBSERVADA

g obs (mGal) h (m)

MAX	978116,103	29,645
MIN	976783,020	4883,505

SERIE No. 2



ALTURA NIVELADA

	<i>H_n</i> (m)	g obs (mGal)
MAX	4548,5	976893,5
MIN	0	978025,4

SERIE No. 2

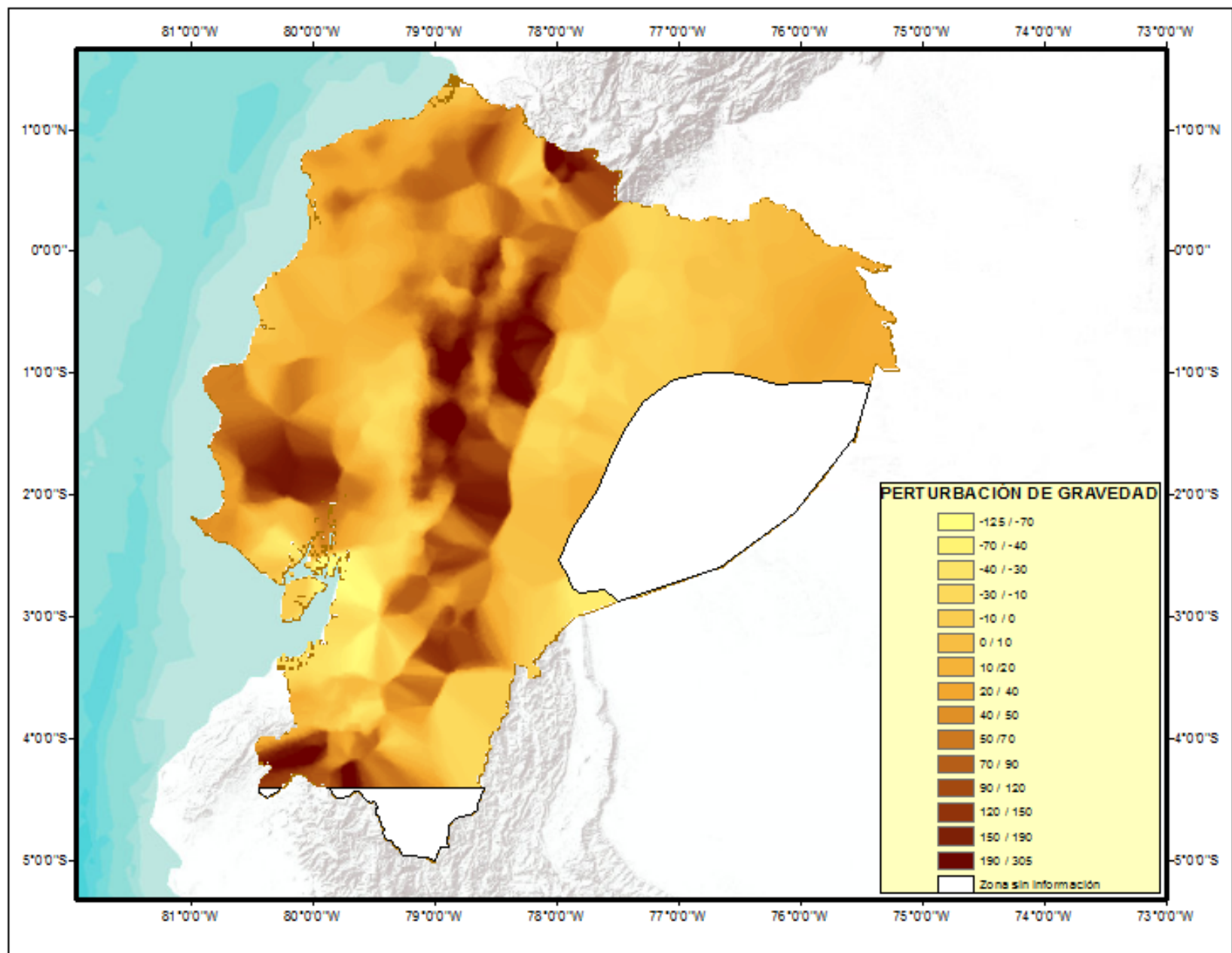


GRAVEDAD OBSERVADA

	g obs (mGal)	H_n (m)
MAX	978213,2	20,5
MIN	976893,5	4548,5

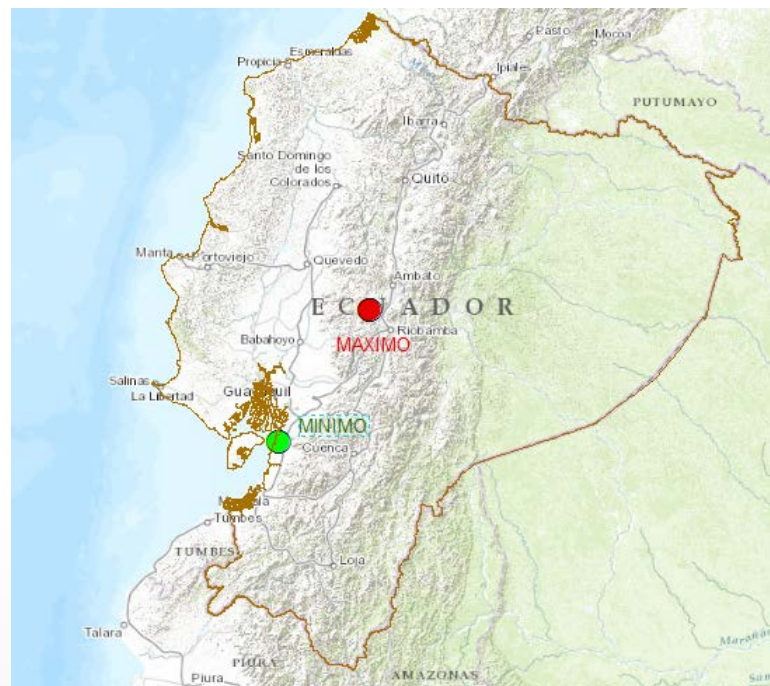
PERTURBACIÓN DE GRAVEDAD

#	Latitud (° ' '')				Longitud (° ' '')				h (m)	g obs (mGal)	Honkasalo (mgal)	g corregida (mgal)	yq (mgal)	corr atm	(yh - y)	yh	Disturbio
1	0	27	7,6183	S	76	4	10,9506	O	228,426	977982,235	0,03709307	977982,272	978032,9986	0,851548791	-70,52712081	977961,62	20,652
2	0	27	13,6170	S	76	13	25,7837	O	232,177	977971,262	0,037093019	977971,299	978033,001	0,851183219	-71,68518894	977960,4646	10,834
3	0	27	20,6972	S	76	50	4,5170	O	263,020	977937,58	0,037092958	977937,615	978033,0038	0,848181066	-81,20745179	977950,9482	-13,333
4	0	26	38,1988	S	76	45	45,7118	O	255,787	977939,53	0,037093318	977939,563	978032,9871	0,848884494	-78,97439611	977953,1638	-13,601
5	0	27	4,4657	S	76	39	40,9882	O	250,292	977943,06	0,037093097	977943,096	978032,9974	0,849419146	-77,2779104	977954,8701	-11,774
6	0	25	22,5955	S	76	32	21,4650	O	252,180	977945,58	0,037093935	977945,621	978032,9585	0,849235423	-77,86079882	977954,2484	-8,627
7	0	29	31,3076	S	76	26	33,7315	O	241,842	977953,47	0,037091792	977953,511	978033,0579	0,850241732	-74,66911042	977957,5385	-4,027
8	0	30	3,3257	S	76	20	47,5162	O	236,673	977963,95	0,037091493	977963,990	978033,0718	0,850745172	-73,07326123	977959,1478	4,842
9	0	26	43,4718	S	76	15	30,5875	O	234,511	977969,28	0,037093274	977969,320	978032,9892	0,850955799	-72,40577763	977959,7324	9,588
10	0	26	50,0811	S	76	10	0,7578	O	229,694	977974,17	0,037093218	977974,211	978032,9917	0,851425201	-70,91859823	977961,2217	12,989
11	0	31	43,3742	S	76	1	44,3913	O	221,444	977987,98	0,037090523	977988,017	978033,1168	0,852229522	-68,37151946	977963,893	24,124
12	0	33	27,8304	S	75	56	40,5307	O	219,016	978003,995	0,037089454	978004,032	978033,1664	0,852466328	-67,62190439	977964,692	39,340
13	0	36	42,1122	S	75	52	43,2354	O	217,360	978007,379	0,037087315	978007,416	978033,2656	0,852627865	-67,11063311	977965,3024	42,114
14	0	38	5,7356	S	75	45	15,0283	O	210,222	978009,917	0,037086333	978009,954	978033,3112	0,853324372	-64,90685895	977967,551	42,403
15	0	38	54,7581	S	75	42	25,3576	O	209,169	978005,821	0,03708574	978005,858	978033,3386	0,853427152	-64,5817565	977967,9035	37,955
16	0	42	21,1850	S	75	38	23,4666	O	204,425	978001,158	0,037083107	978001,195	978033,4608	0,853890295	-63,11709555	977969,4898	31,705
17	0	45	46,2743	S	75	34	5,5621	O	200,364	977996,26	0,037080271	977996,297	978033,5924	0,854286887	-61,86330082	977970,8748	25,422
18	0	50	26,0798	S	75	30	56,8827	O	198,425	977999,692	0,037076046	977999,729	978033,7883	0,854476288	-61,26465015	977971,6692	28,060
19	0	53	45,4072	S	75	26	28,9799	O	201,650	977999,011	0,037072787	977999,048	978033,9395	0,854161285	-62,26033453	977970,825	28,223



RESULTADOS

PERTURBACIÓN DE GRAVEDAD (mgal)	
MEDIA	32,0291
DESVIACIÓN ESTANDAR	76,1625
MAXIMO	304,7237
MINIMO	-125,4911



VALOR MÁXIMO



Volcán
Chimborazo

φ	-1,4751	grados
λ	-78,8461	grados
h	4871,6510	metros
g	976834,8551	mgal
y	976530,1314	mgal
δg	304,7237	mgal

VALOR MÍNIMO



φ	-2,7667	grados
λ	-79,7467	grados
h	17,9900	metros
g	977914,5368	mgal
γ	978040,0279	mgal
δg	-125,4911	mgal

Balao Chico
Guayas

CONCLUSIONES

- En el Ecuador continental se observa un valor medio de 32,02 mgal como perturbación de gravedad.
- La desviación estándar de la perturbación de gravedad para el Ecuador es de 76,1625 mgal.
- Los valores que siguen las cordilleras de la sierra ecuatoriana presentan los valores más altos de perturbación, mientras que la zona oriental y costa tienen valores menores.
- Se necesita mayor cantidad de datos (GPS – GRAVEDAD).

AGRADECIMIENTOS

- Al Instituto Geográfico Militar por facilitar los datos de la Serie No. 1.
- A la Universidad de Sao Paulo a través del Dr. Denizar Bliztkow quien facilitó los datos del Ecuador cuando se calculó el geoide gravimétrico del Ecuador, y que ahora se utilizó para este trabajo.
- A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por el apoyo recibido para poder asistir a este evento.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Christian Barahona
cabarahona1@espe.edu.ec

Alfonso Tierra
artierra@espe.edu.ec