



# Comparación de modelos de mareas terrestres con grupos de onda teóricos y calculados

Ezequiel D. Antokoletz (1) (3)

Claudia N. Tocho (2)

Diego A. Piñón (3)

Silvia Miranda (4)

Eduardo A. Lauría (3)

María C. Pacino (5)

Sergio R. Cimbaro (3)

(1) Estudiante - Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata

(2) Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata

(3) Instituto Geográfico Nacional

(4) Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan

(5) Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de Universidad Nacional de Rosario





# Índice

I- Introducción

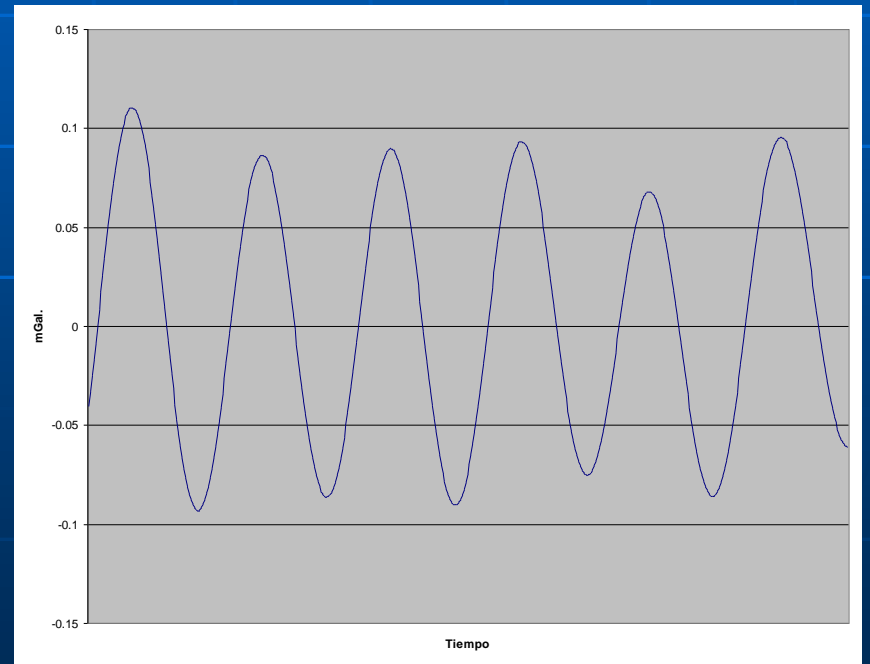
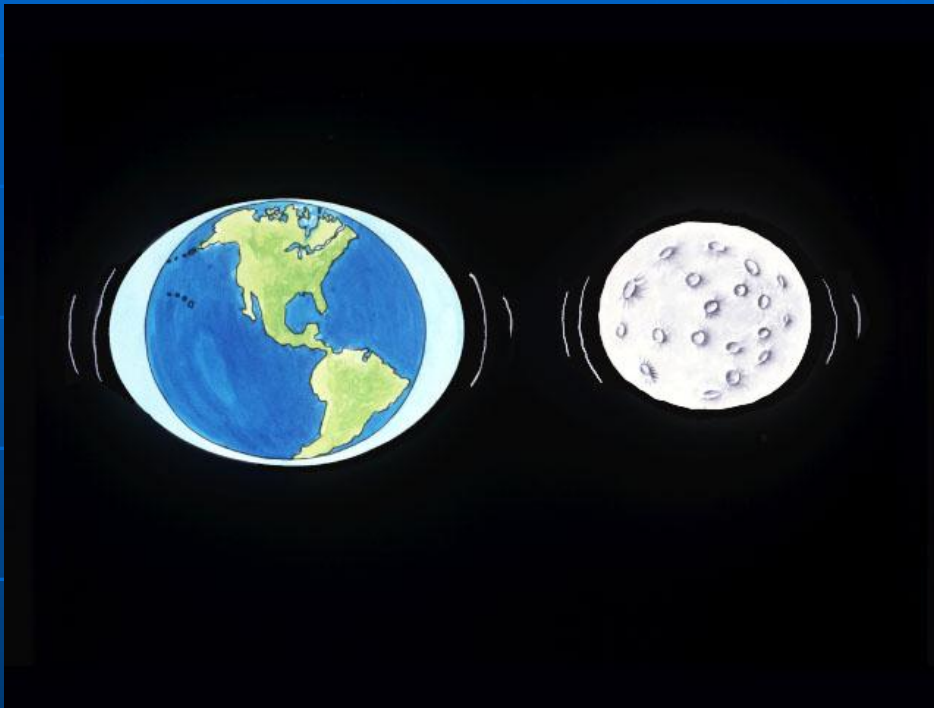
II- ¿Qué usamos?

III- ¿Qué hicimos?

IV- Resultados y Discusiones

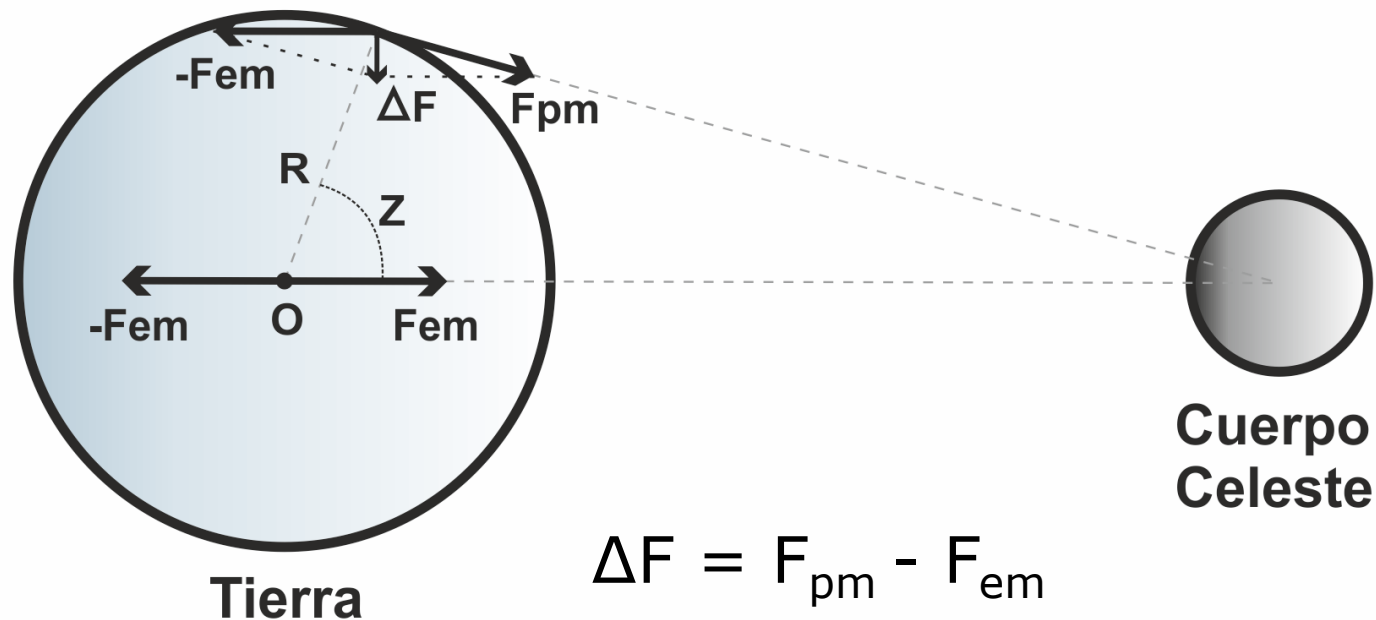
V- Conclusiones

# I- Introducción



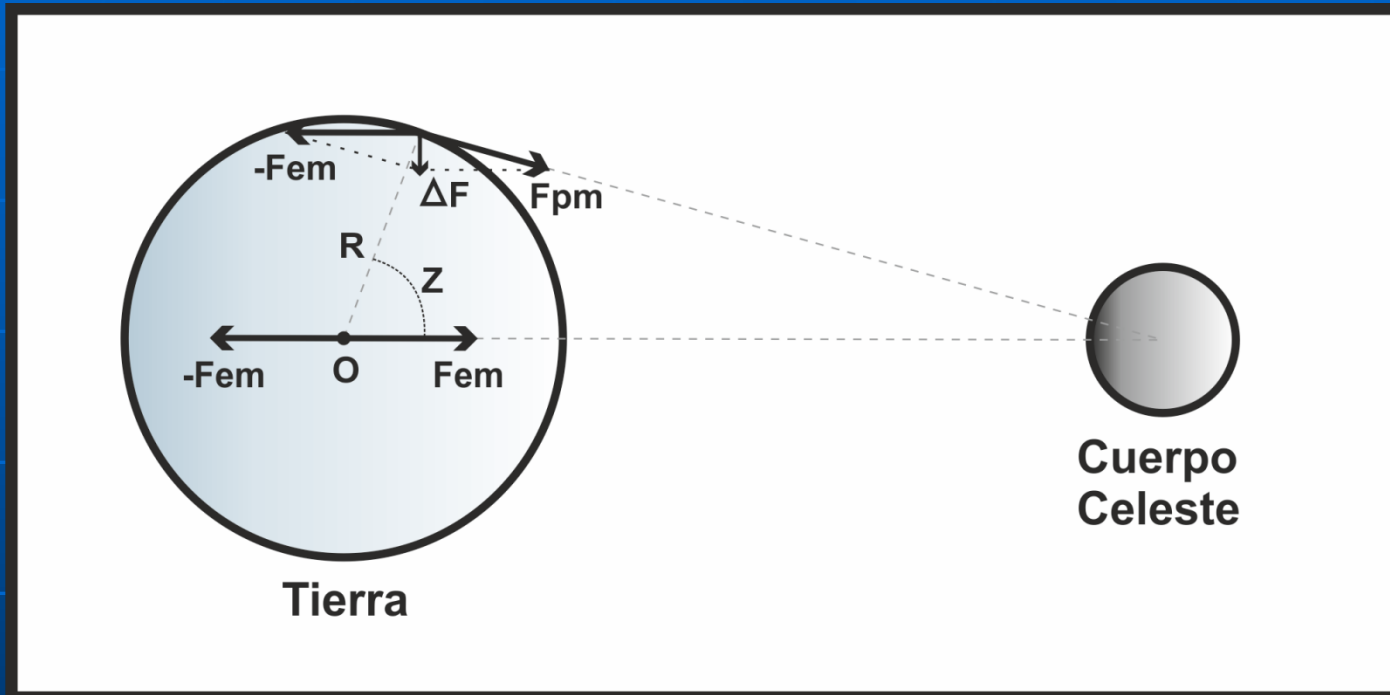
# I- Introducción

## El Potencial de Mareas



# I- Introducción

## El Potencial de Mareas



$$V_M = -\left(\frac{GM}{R}\right) \left[ 1 + \left(\frac{r}{R}\right) \cos(z) + \frac{1}{2} \left(\frac{r}{R}\right)^2 (3 \cos^2(z) - 1) + \dots \right]$$

# I- Introducción

## Armónicos Esféricos

$$V_M = \frac{GM}{R} \sum_{n=2}^{\infty} \left( \frac{r}{R} \right)^n P_n(\cos(z))$$

**n: orden** del desarrollo en armónicos esféricos.



Distintos **catálogos**  
dependiendo del orden que se  
considere.

# I- Introducción

Catálogo	Cantidad de Coeficientes en Armónicos Esféricos	Descripción
Longman	-	Fórmulas
Doodson (1921)	378	Efectos del <b>Sol</b> y la <b>Luna</b>
Cartwright (1971 y 1973)	505	Efectos del <b>Sol</b> y la <b>Luna</b>
Büellesfeld (1985)	656	Efectos del <b>Sol</b> y la <b>Luna</b>
Tamura (1987)	1.200	Efectos del <b>Sol</b> , la <b>Luna</b> , <b>Venus</b> y <b>Júpiter</b>
Hartmann y Wenzel (1995)	12.935	Efectos del <b>Sol</b> , la <b>Luna</b> , <b>Mercurio</b> , <b>Venus</b> , <b>Marte</b> , <b>Júpiter</b> y <b>Saturno</b>



# I- Introducción

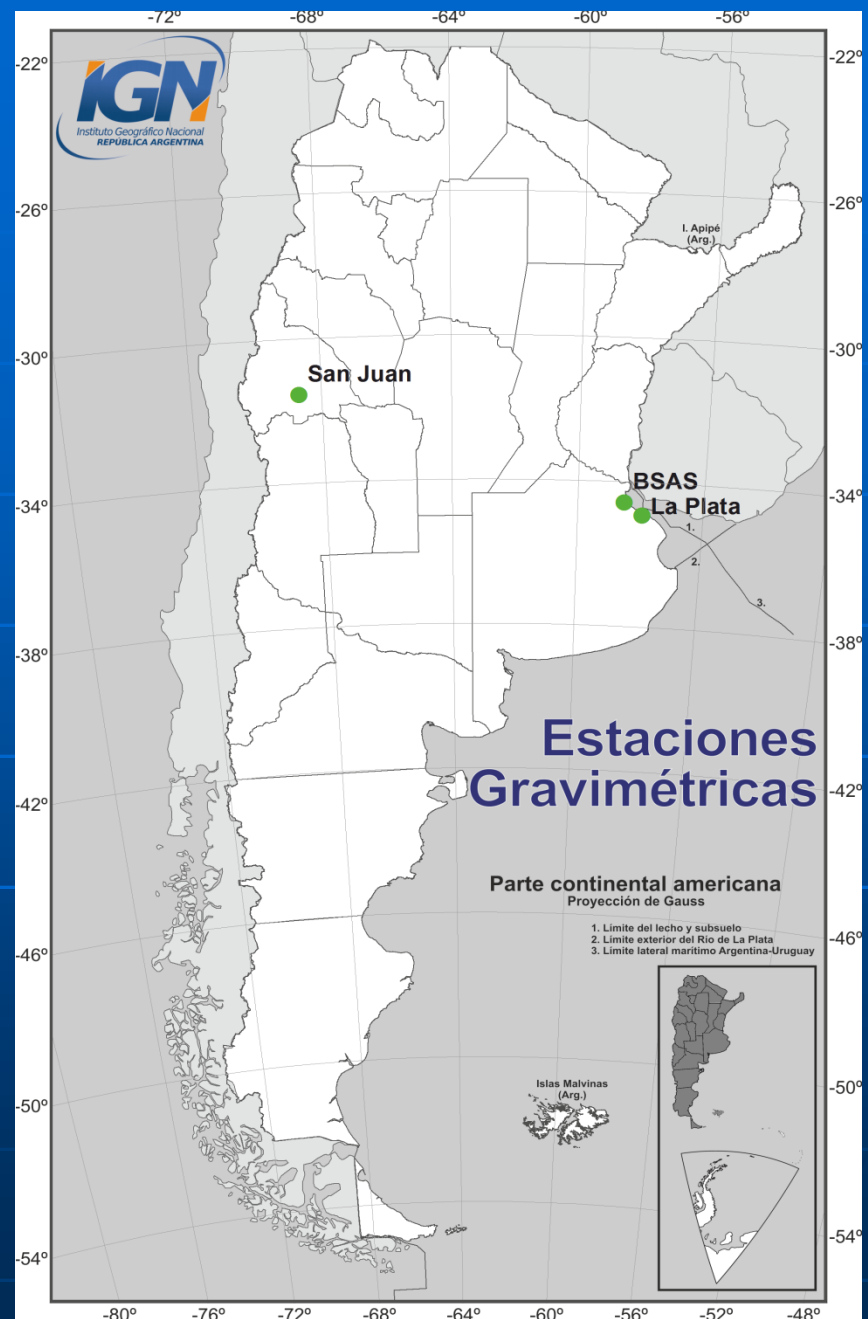
- **Objetivo: comparar** las correcciones de mareas calculadas a partir de los modelos propuestos por **Doodson, Cartwright, Büellesfeld y Tamura**, calculados para grupos de onda **teóricos o calculados**.



# I- Introducción

Las comparaciones fueron realizadas para tres estaciones gravimétricas:

- La Plata
- Buenos Aires
- San Juan



# I- Introducción

Los grupos de onda fueron calculados para las tres estaciones con el **WPARICET** (Wenzel, 1994) y luego el cálculo de las correcciones fue hecho con el software **ETERNA** (Wenzel, 1996).



# Índice

I- Introducción

II- ¿Qué usamos?

III- ¿Qué hicimos?

IV- Resultados y Discusiones

V- Conclusiones

## II- ¿Qué usamos?

- Los **catálogos utilizados** para aproximar el potencial de mareas fueron los propuestos por Doodson, Cartwright, Büellesfeld y Tamura.
- En el caso de los grupos de onda **teóricos** se utilizaron los valores constantes de **1.15** para las **amplitudes** y **0.00** para **desfases**.

## II- ¿Qué usamos?

- Para el cálculo de los grupos de onda con el **WPARICET** se utilizó el modelo de carga oceánica propuesto por Zhou en 2007. (Miranda et al., 2013)
- Las comparaciones fueron realizadas para un período de **tres días** del año 2012 con un **intervalo de 10 minutos**.



# Índice

I- Introducción

II- ¿Qué usamos?

**III- ¿Qué hicimos?**

IV- Resultados y Discusiones

V- Conclusiones



# III- ¿Qué hicimos?

**Paso 1**: cálculo de los grupos de onda locales para cada estación con el soft WPARICET.

TIDALPARAM=	0.000000	0.000132	1.00000	0.0000	M0S0	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	0.000133	0.020884	1.15700	0.0000	SSA	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	0.020885	0.501369	1.71550	0.0000	MF	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	0.501370	0.911390	1.25575	3.0055	Q1	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	0.911391	0.981854	1.24061	0.1950	O1	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	0.981855	0.998631	1.18457	-1.3619	P1	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	0.998632	1.035379	1.16474	-1.2598	K1	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	1.035380	1.071833	1.15600	0.0000	J1	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	1.071834	1.470243	1.15600	0.0000	OO1	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	1.470244	1.914128	1.30865	-1.0537	N2	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	1.914129	1.984282	1.22717	-1.9533	M2	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	1.984283	2.002736	1.15926	-0.2565	S2	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	2.002737	2.451943	1.15965	0.0677	K2	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	2.451944	3.381378	1.06630	0.0000	M3	#ETERNA	waveg
TIDALPARAM=	3.381379	4.347615	1.04000	0.0000	M4	#ETERNA	waveg



# III- ¿Qué hicimos?

**Paso 2**: cálculo de las correcciones de mareas con el ETERNA, utilizando los distintos catálogos con grupos de onda teóricos y calculados.

# III- ¿Qué hicimos?

**Paso 3**: comparamos los resultados obtenidos en las dos modalidades con los resultados obtenidos con Cartwright (Resolución N° 16, IAG).



# Índice

I- Introducción

II- ¿Qué usamos?

III- ¿Qué hicimos?

**IV- Resultados y Discusiones**

V- Conclusiones

# IV- Resultados y Discusiones

<b>La Plata</b>	<b>Grupos</b>	<b>Máximo (mGal)</b>	<b>Mínimo (mGal)</b>	<b>Desv. Est. (mGal)</b>
<b>Doodson - Cartwright</b>	<b>Teóricos</b>	0.00014	-0.00008	0.00006
	<b>Calculados</b>	0.00014	-0.00009	0.00006
<b>Buellesfeld - Cartwright</b>	<b>Teóricos</b>	0.00006	-0.00011	0.00005
	<b>Calculados</b>	0.00007	-0.00011	0.00005
<b>Tamura - Cartwright</b>	<b>Teóricos</b>	0.00005	-0.00007	0.00003
	<b>Calculados</b>	0.00005	-0.00008	0.00003


# IV- Resultados y Discusiones

<b>Buenos Aires</b>	<b>Grupos</b>	<b>Máximo (mGal)</b>	<b>Mínimo (mGal)</b>	<b>Desv. Est. (mGal)</b>
<b>Doodson - Cartwright</b>	<b>Teóricos</b>	0.00014	-0.00008	0.00006
	<b>Calculados</b>	0.00014	-0.00008	0.00006
<b>Buellesfeld - Cartwright</b>	<b>Teóricos</b>	0.00006	-0.00010	0.00004
	<b>Calculados</b>	0.00007	-0.00010	0.00005
<b>Tamura - Cartwright</b>	<b>Teóricos</b>	0.00004	-0.00006	0.00003
	<b>Calculados</b>	0.00005	-0.00007	0.00003

# IV- Resultados y Discusiones

<b>San Juan</b>	<b>Grupos</b>	<b>Máximo (mGal)</b>	<b>Mínimo (mGal)</b>	<b>Desv. Est. (mGal)</b>
<b>Doodson - Cartwright</b>	<b>Teóricos</b>	0.00014	-0.00009	0.00006
	<b>Calculados</b>	0.00014	-0.00010	0.00006
<b>Buellesfeld - Cartwright</b>	<b>Teóricos</b>	0.00006	-0.00011	0.00005
	<b>Calculados</b>	0.00008	-0.00010	0.00005
<b>Tamura - Cartwright</b>	<b>Teóricos</b>	0.00005	-0.00007	0.00003
	<b>Calculados</b>	0.00005	-0.00007	0.00003

# IV- Resultados y Discusiones

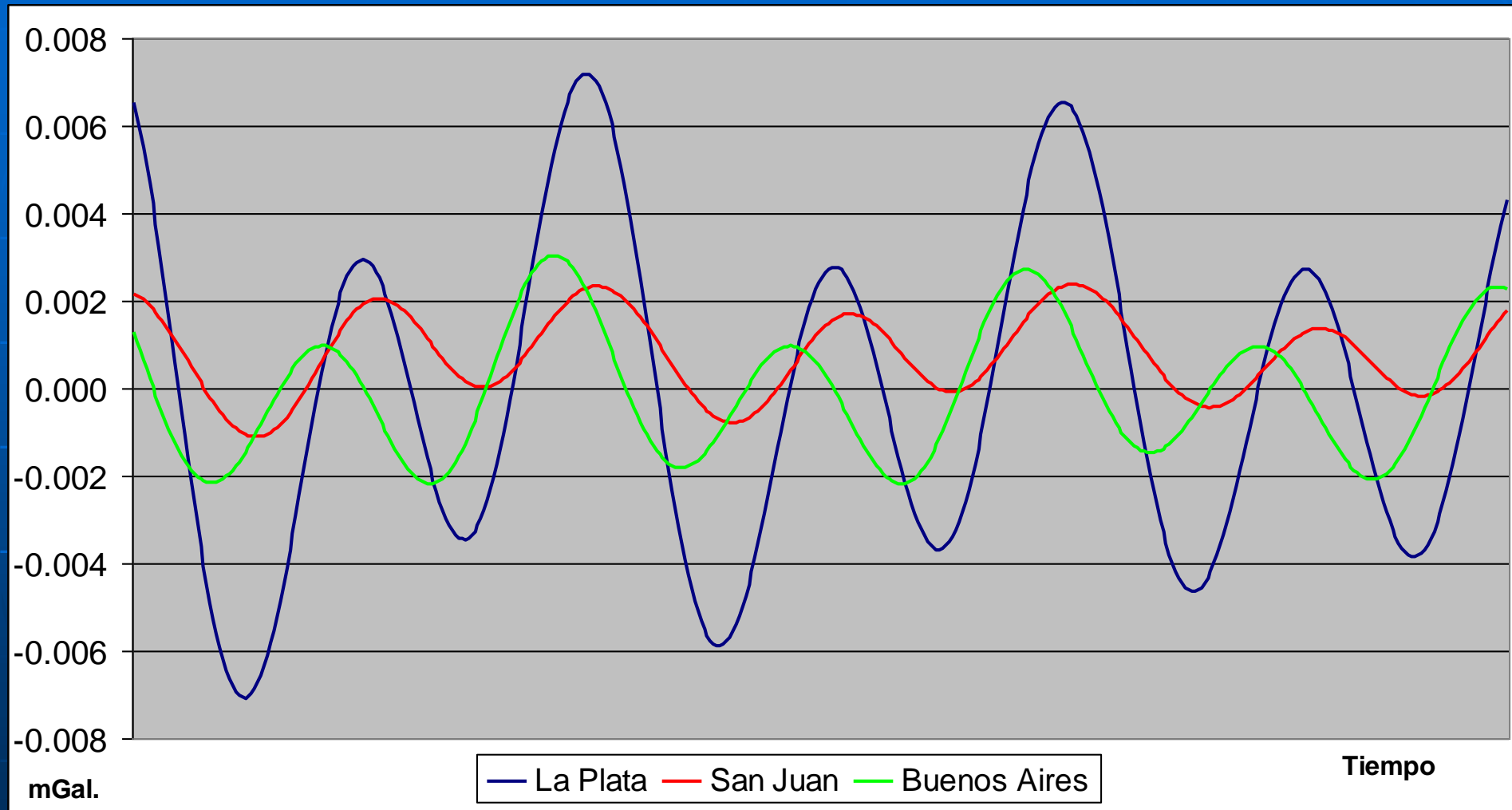
Si analizamos los resultados obtenidos a partir de las comparaciones, todas las diferencias son menores a 0.001 mGal (resolución de los gravímetros actuales)  Se puede concluir que el catálogo propuesto por Cartwright es más que suficiente para el cálculo de correcciones de mareas.



# IV- Resultados y Discusiones

Si analizamos las diferencias, para el catálogo de Cartwright, de las correcciones de mareas obtenidas con grupos de onda teóricos o calculados...

# IV- Resultados y Discusiones



# IV- Resultados y Discusiones

<b>Estación</b>	<b>Máximo (mGal)</b>	<b>Mínimo (mGal)</b>	<b>Desv. Est. (mGal)</b>
<b>La Plata</b>	0.00717	-0.00708	0.00362
<b>Buenos Aires</b>	0.00303	-0.00219	0.00147
<b>San Juan</b>	0.00237	-0.00111	0.00093

# IV- Resultados y Discusiones

Dado que las **diferencias** obtenidas son **mayores** a la **resolución** de un **gravímetro** (0.001 mGal.), es **necesario tener en cuenta** el cálculo de los **grupos de onda locales** para realizar reducciones de datos gravimétricos.



# Índice

I- Introducción

II- ¿Qué usamos?

III- ¿Qué hicimos?

IV- Resultados y Discusiones

**V- Conclusiones**

# V- Conclusiones

- El catálogo de Cartwright no presenta diferencias significativas respecto a otros catálogos (más completos);
- Importancia de calcular grupos de ondas locales;
- WPARICET interpola, por lo tanto, no son los grupos locales;

# V- Conclusiones

- Para calcular los grupos de onda locales reales de una estación se necesitan períodos largos de medición continua;
- Un trabajo de Miranda et al. exhibido en la reunión AAGG2014 propone el cálculo mencionado por lo que sería interesante utilizar estos grupos de onda locales para realizar comparaciones.





Muchas gracias!

