

Avances en el centro de análisis de la ionosfera de SIRGAS

Claudio Brunini , Mauricio Gende, Francisco Azpilicueta, Emilio Camilión, Federico Conte, Erika Gularte, Isabel Bibbo

Geodesia Espacial y Aeronomía

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas

Universidad Nacional de La Plata

CONICET

Argentina



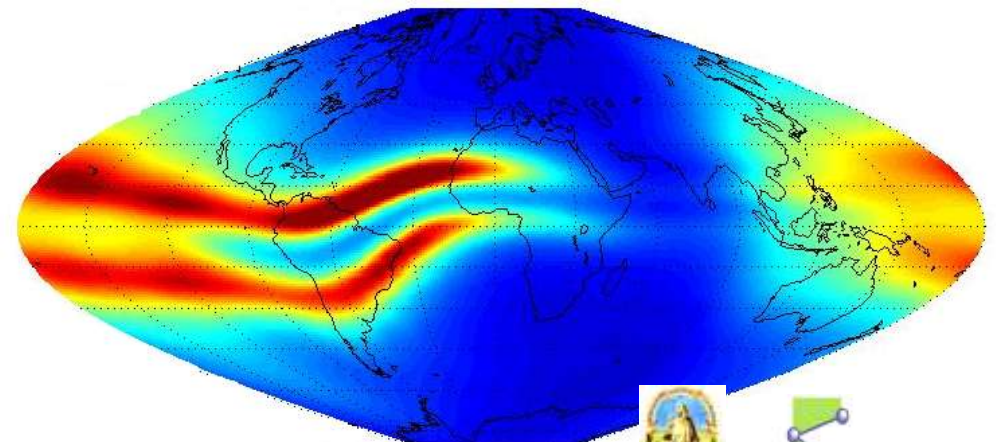
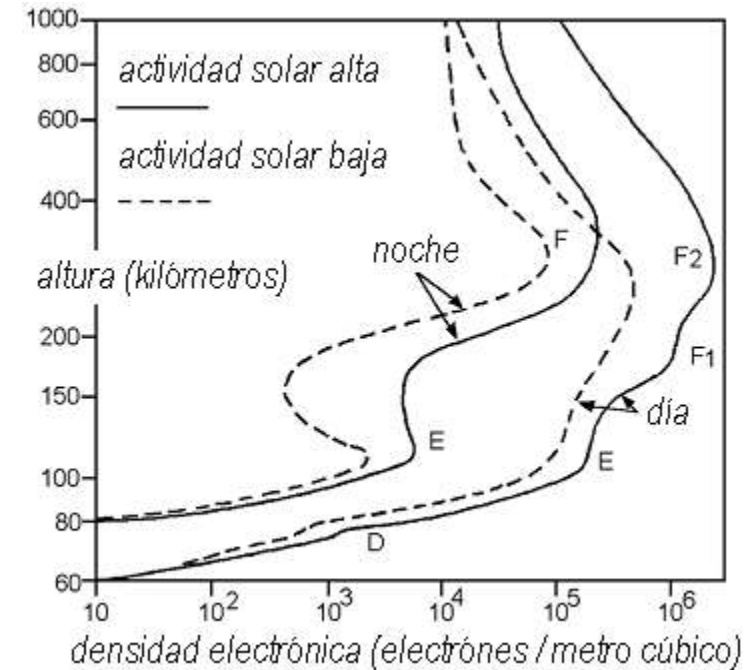
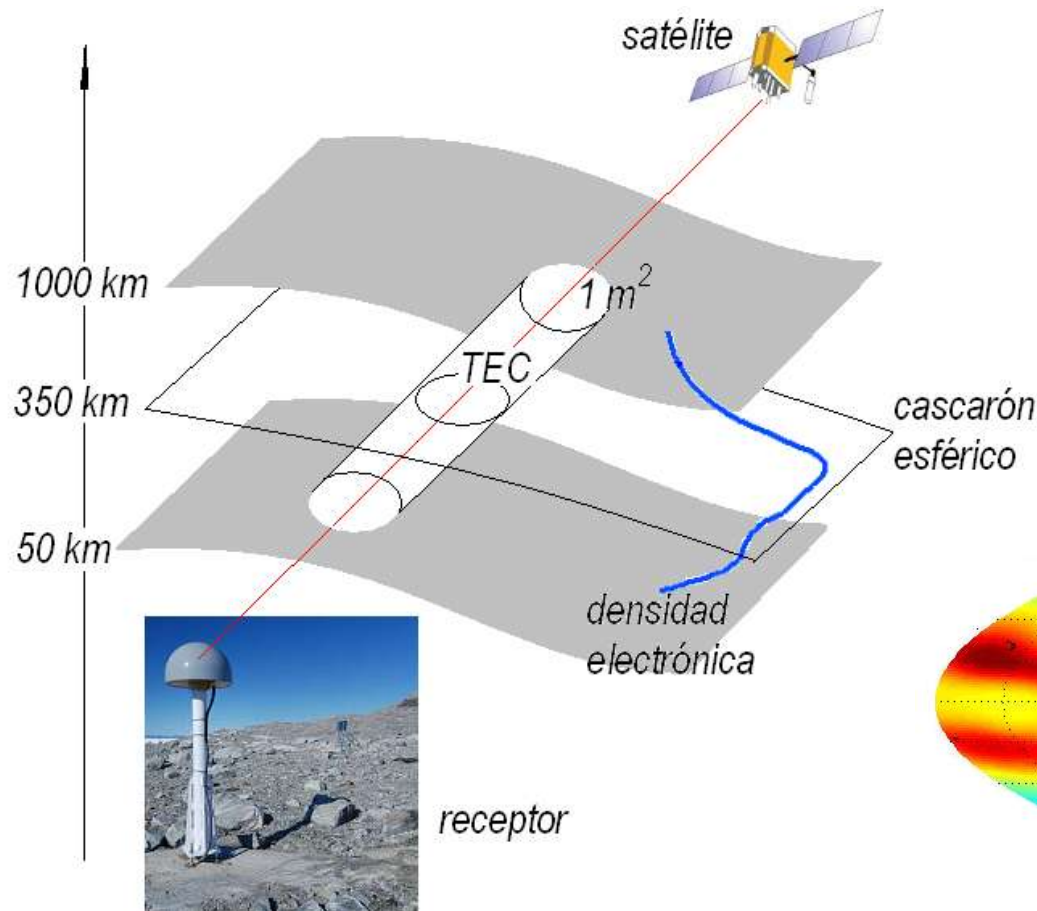
Reunión SIRGAS

11 y 12 de noviembre 4 - 9, 2010

Lima, Perú

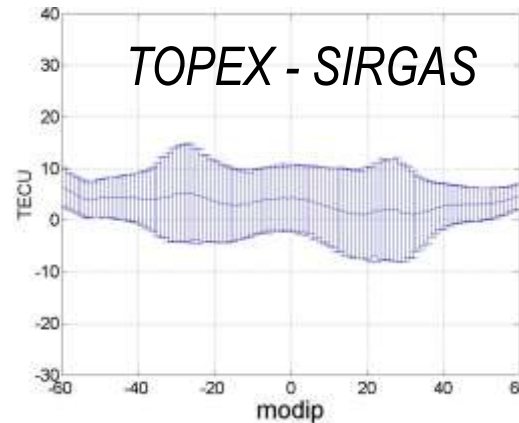
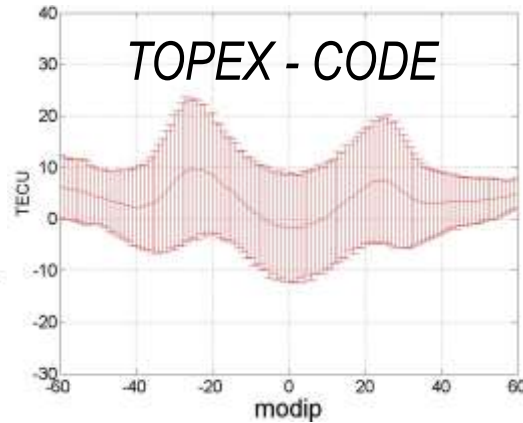
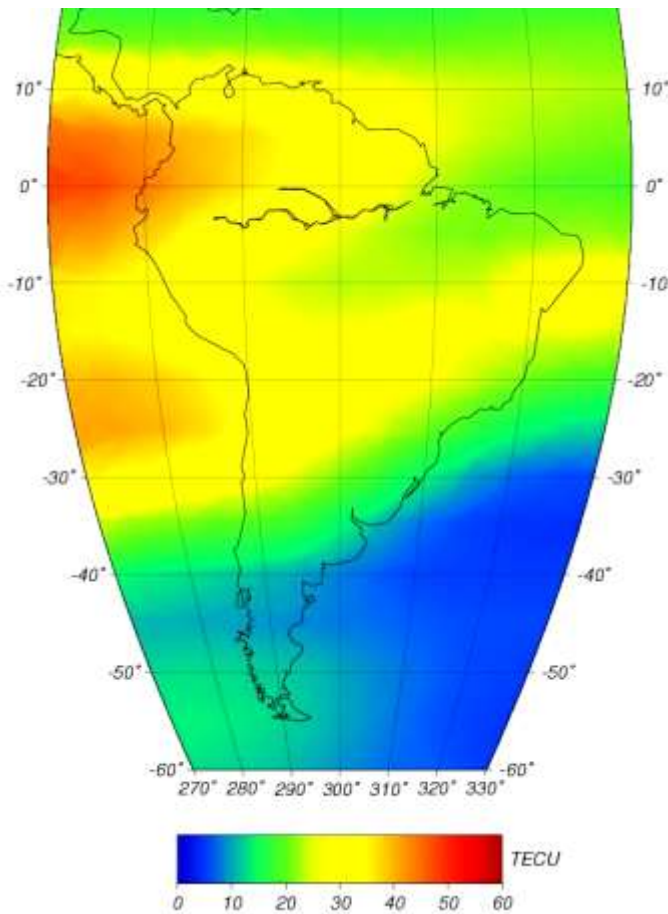
Contribución de GPS al estudio de la ionosfera

Reconstrucción 'tomográfica' de la distribución global y la variabilidad temporal del contenido total de electrones vertical (vTEC) basada en datos de doble frecuencia y en modelos empíricos muy simples.



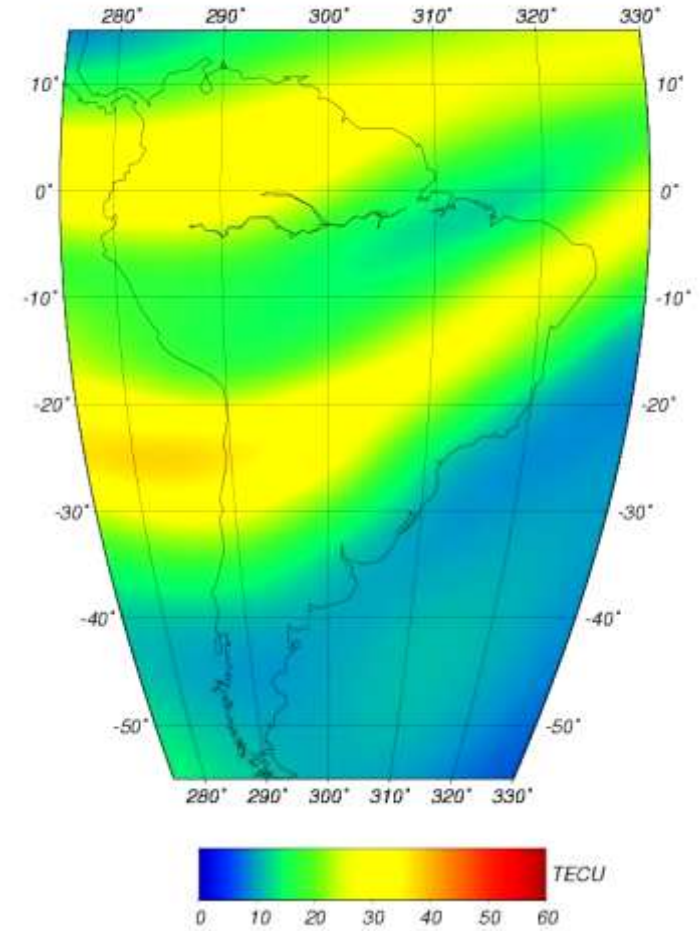
Ejemplos de mapas globales y regionales de vTEC

IGS - CODE (desde 1998)



SIRGAS (desde 2006)

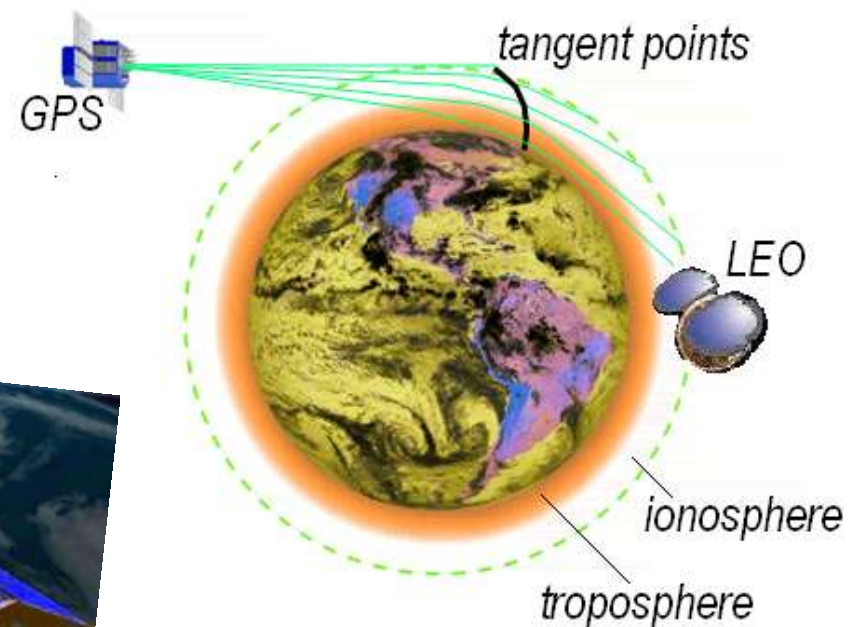
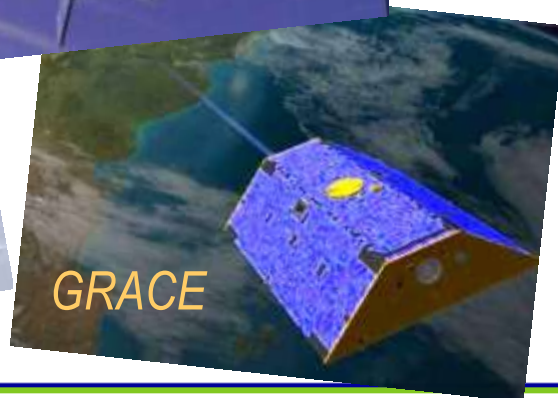
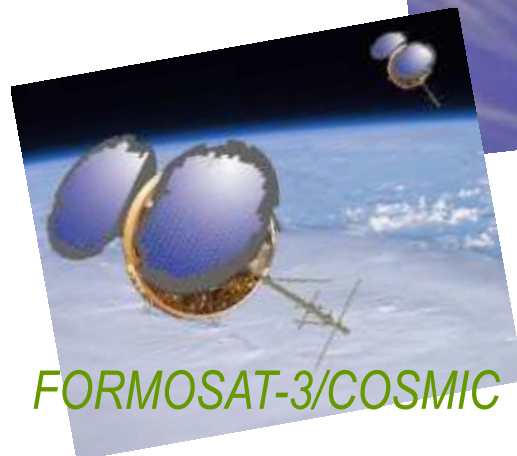
LPIM REGIONAL IONOSPHERE FOR DAY 267, 2005 - 01:00 UT



Observaciones GPS desde el espacio

Varios receptores GPS de doble frecuencia vuelan a bordo de satélites LEO (~600 – 800 km), produciendo unas 2500 ‘ocultaciones’ por día distribuidas en todo el planeta.

Proporcionan información sobre la variabilidad del TEC con la altura y, complementadas con observaciones terrestres, permiten reconstruir ‘tomográficamente’ la distribución global y la variabilidad temporal de la densidad electrónica (ED) sobre la base de los datos y modelos empíricos simples.

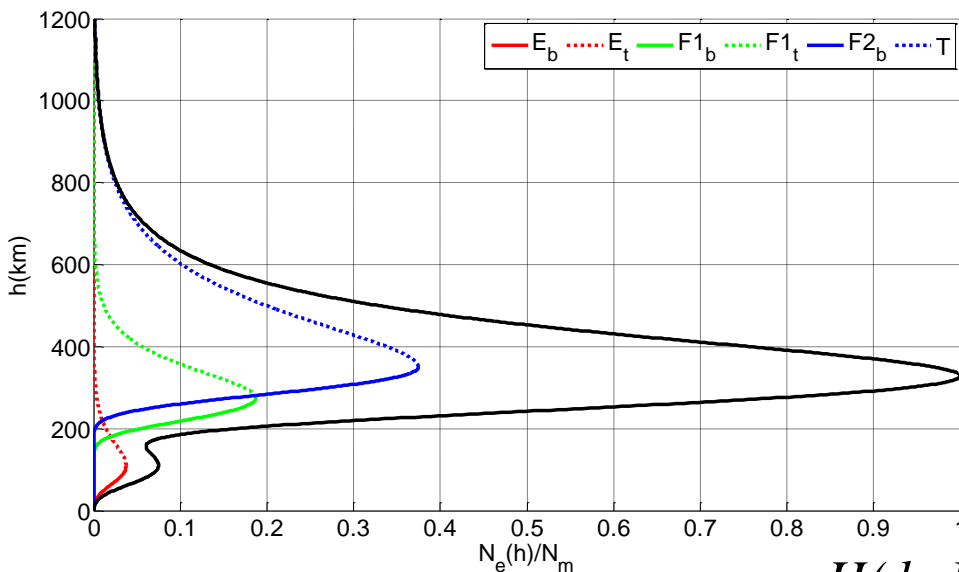


Mejoras en el modelo ionosférico de SIRGAS

Se modela la ED de las diferentes regiones ionosféricas (E, F1, F2, perfil de tope) usando la teoría de Chapman.

Los parámetros característicos de cada región (frecuencia crítica, altura del máximo, ancho de escala, altura de transición y factor de forma) se modelan como funciones de la latitud, la longitud, la altura y el tiempo, siguiendo las recomendaciones de la ITU.

Un conjunto seleccionado de parámetros (~25.000 por día) se ajustan mediante la asimilación de observaciones GPS terrestres y espaciales usando un filtro Kalman.



$$N_e(h) = \sum_{i=1}^6 N_{m,i} \cdot e^{k_i \cdot (1 - z_i - e^{-z_i})} \quad z_i = \frac{h - h_{m,i}}{H_i}$$

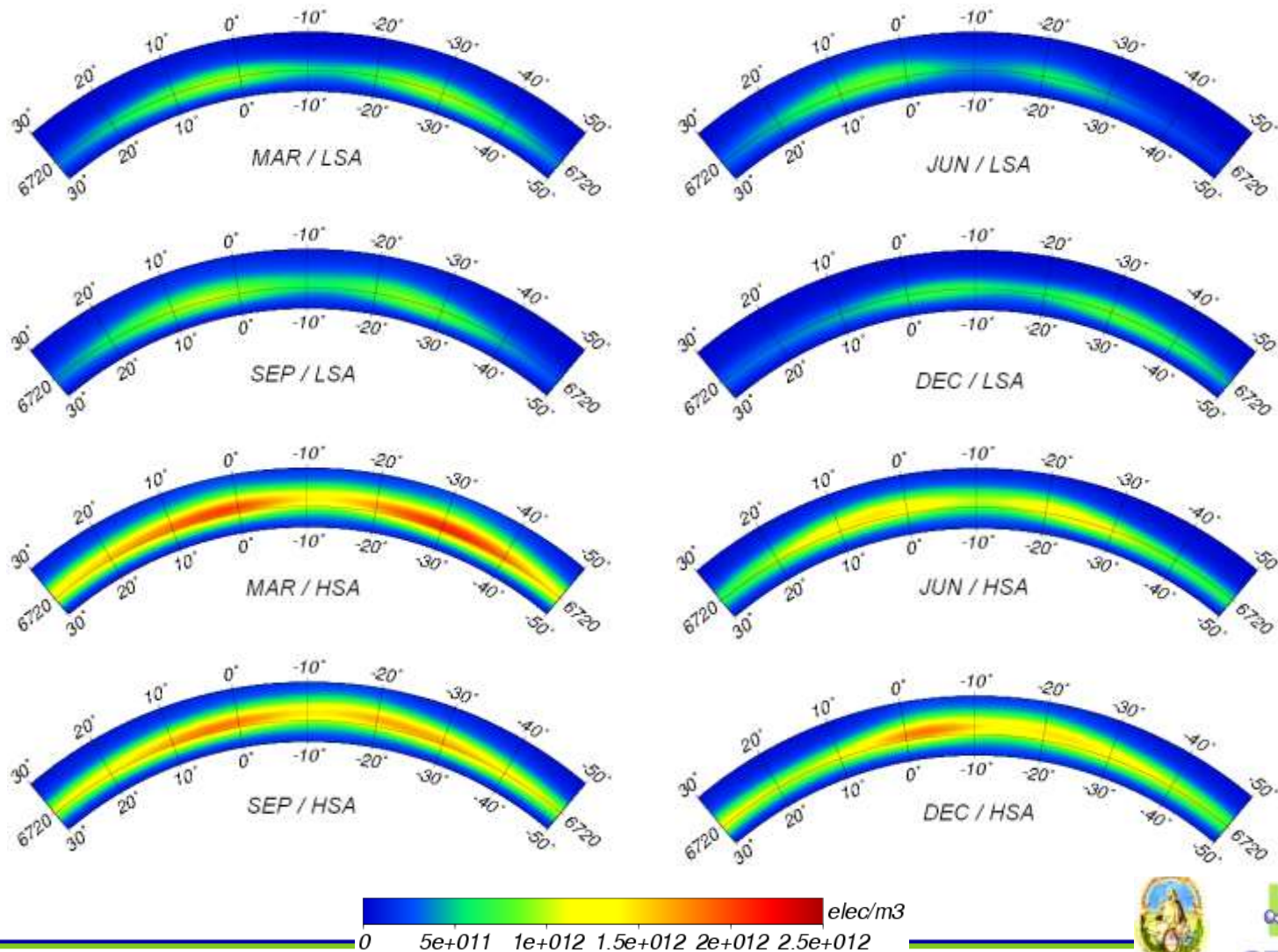
$$N_e(h) = N_m F2 \cdot \sqrt{\frac{H(h_{mF2})}{H(h)}} \cdot e^{\frac{1}{2} [1 - z(h) - e^{-z(h)}]}$$

$$z(h) = \int_{h_m F2}^h \frac{d\zeta}{H(\zeta)}$$

$$H(h) = H(h_T) + \frac{H(h_m F2) - H(h_T)}{\tanh(k)} \cdot \tanh\left(k \cdot \frac{h - h_T}{h_m F2 - h_T}\right)$$

Ejemplos

Densidad electrónica en la región de la anomalía ecuatorial en Sudamérica para diferentes épocas del año y niveles de actividad solar.



Conclusiones

Los mapas ionosférico regionales de SIRGAS han evolucionado permanentemente, mejorando y diferenciándose de otros productos similares ofrecidos por la comunidad geodésica internacional (ej.: GIM del IGS).

El modelo empírico simple utilizado para obtener representaciones tomográficas de la distribución espacial del vTEC y de su variabilidad temporal se ha transformado en un modelo analítico que permite obtener una representación no-tomográfica de la distribución espacial de la ED y de su variabilidad temporal basándose en:

- ✓ *una representación física de los procesos que ocurren en las diferentes regiones ionosféricas (modelo Chapman),*
- ✓ *una representación física de los principales parámetros que las caracterizan (recomendaciones ITU); y*
- ✓ *una técnica sofisticada de asimilación de datos GPS terrestres y espaciales (filtro Kalman).*

SIRGAS avanza hacia la formulación de un modelo ionosférico basado exclusivamente en principios físicos fundamentales y en la asimilación de datos de la geodesia espacial.

