

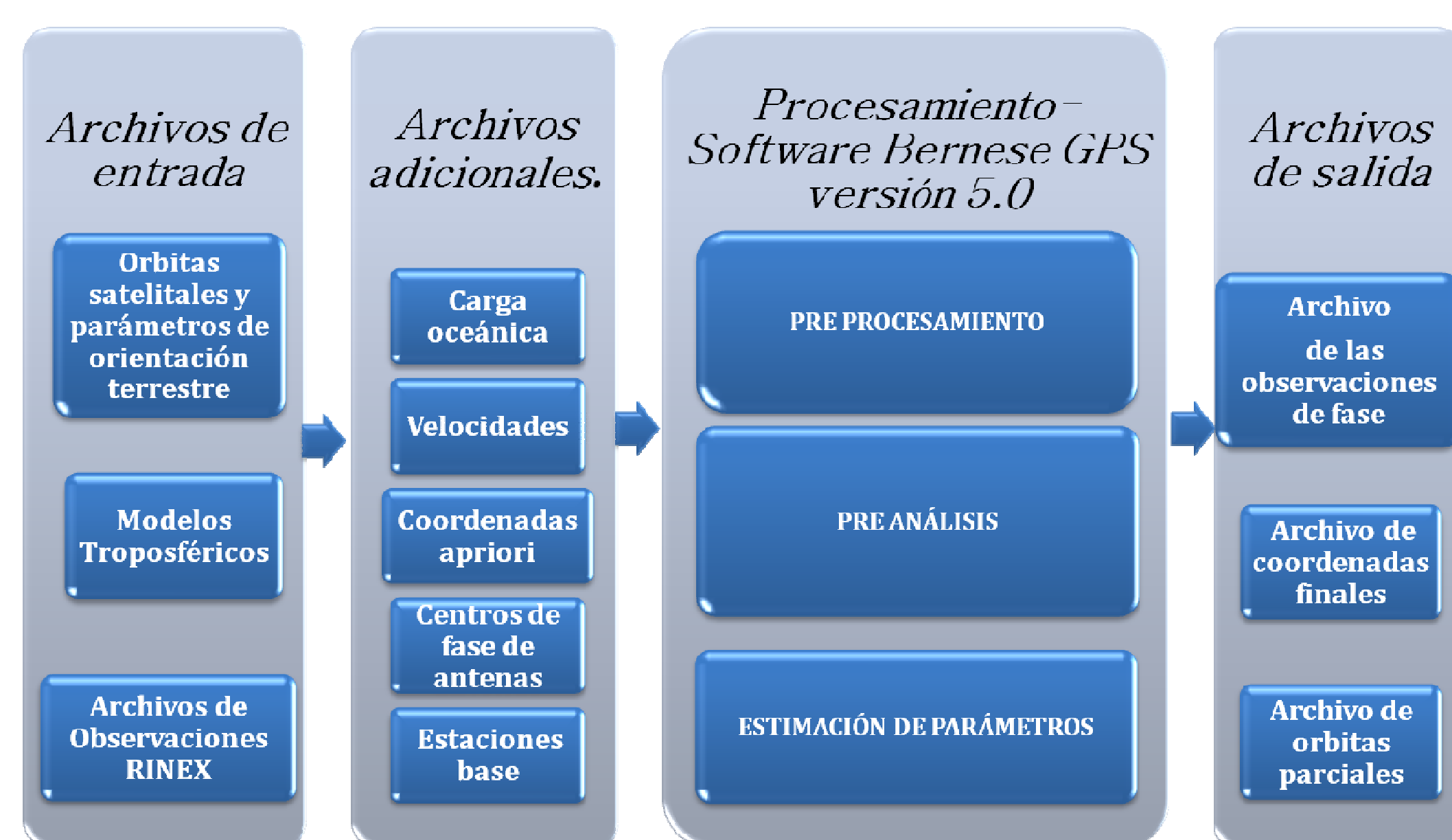
D. Bolívar Fonseca(1), W. Martínez Díaz(1), M. Reyes Quintana(2), N. Ramírez Sánchez(2)
(1) Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Centro de procesamiento IGA, wamatin@igac.gov.co, obolivar@igac.gov.co
(2) Universidad Distrital Francisco José de Caldas, marcereyesq@gmail, naticaras@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La ionosfera afecta las señales electromagnéticas de manera que altera la precisión de las coordenadas obtenidas a través de los sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems) y sus diversas aplicaciones. El centro de procesamiento del IGA viene desarrollando estudios para la generación de mapas ionosféricos que cubran el territorio colombiano, a partir de la variación del Contenido Total de Electrones (TEC, Total Electron Content), a fin de contribuir a SIRGAS con elementos de análisis sobre el comportamiento de la ionosfera en la zona ecuatorial.

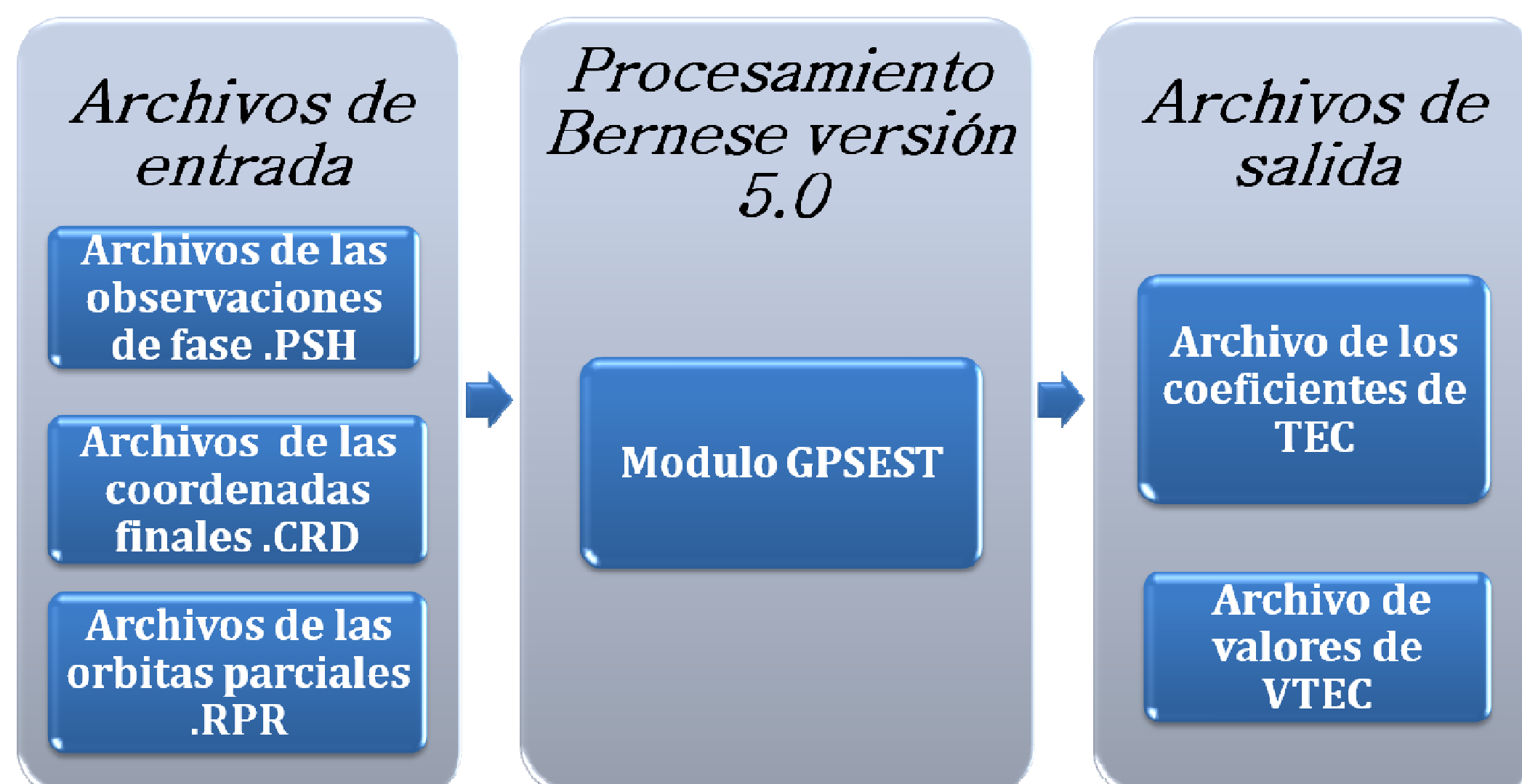
PROCEDIMIENTO

Para la realización de los mapas ionosféricos, se utilizaron datos de las semanas 1576 a la 1582 de 48 estaciones GNSS pertenecientes a la red SIRGAS-CON. El cálculo del contenido total de electrones inclinado (STEC) y vertical (VTEC), se realizó mediante la implementación de dos procesos utilizando el software BERNESE versión 5.0: El primer proceso comprende la generación de los archivos de observación de fase (extensión PSH), las coordenadas finales (extensión CRD) y las orbitas parciales (extensión RPR) para todas las estaciones empleadas; en el segundo proceso se efectúa el cálculo del STEC y VTEC utilizando el modelo de armónicos esféricos para un modelo regional.



Para el modelamiento del STEC y VTEC se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

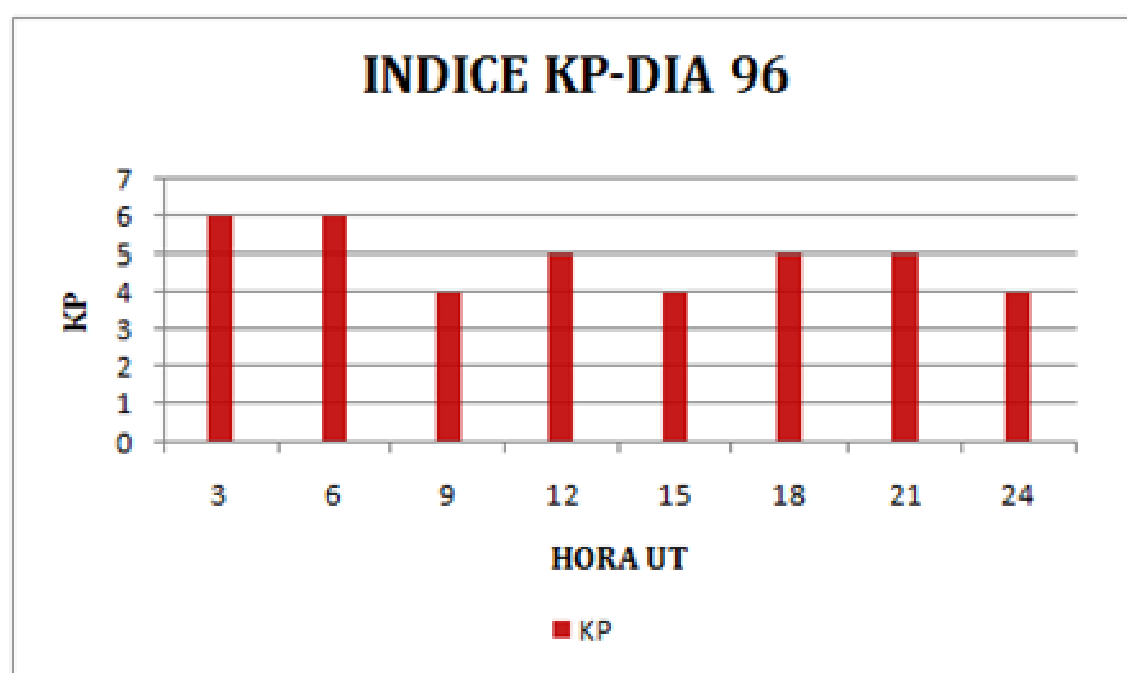
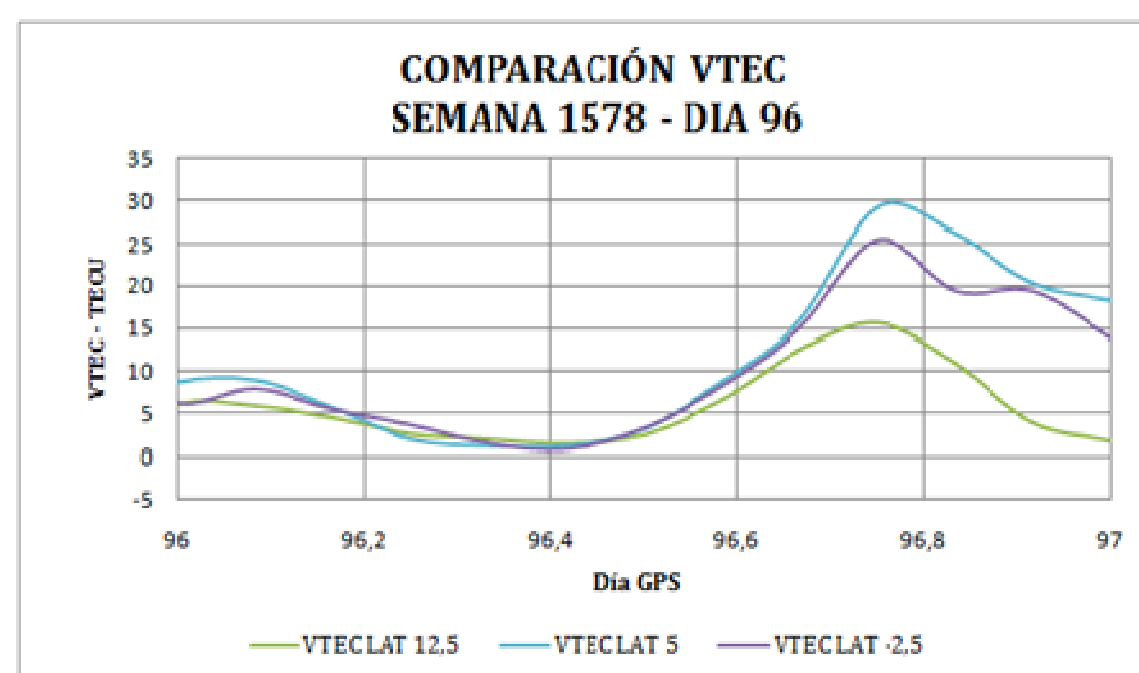
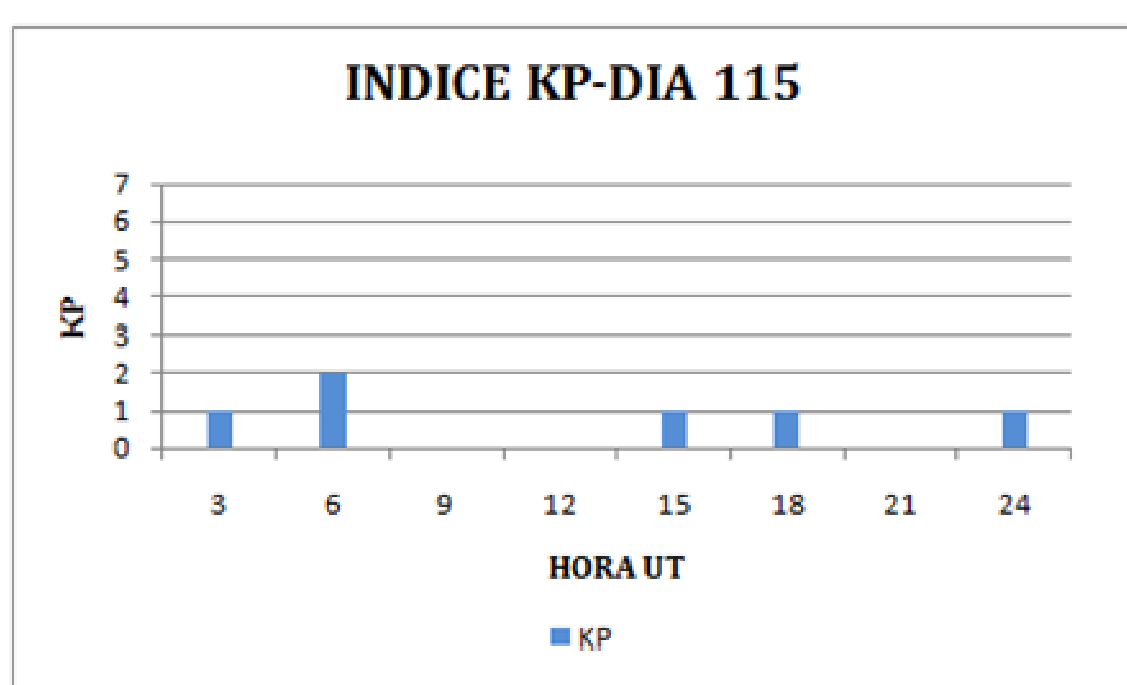
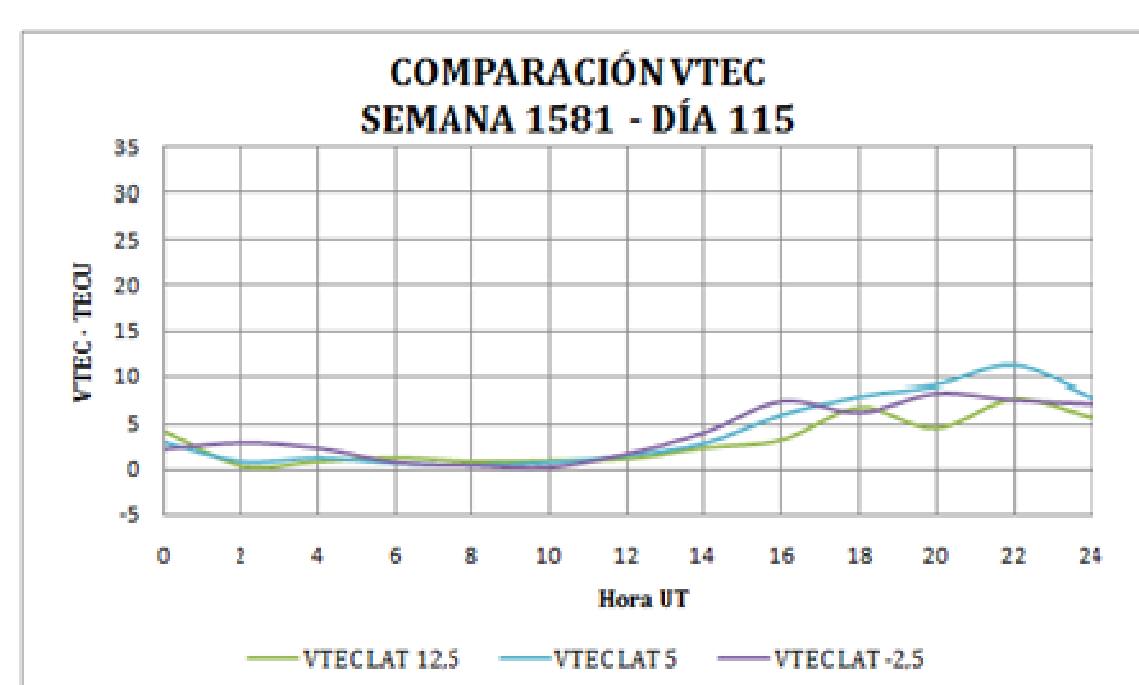
- | | |
|--|--|
| <p>Parámetros de configuración del Bernese Versión 5.0</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ángulo de elevación de los satélites superior a 10°. • Frecuencia L_4. • Máximo grado de armónicos esféricos 12, de la función VTEC. • Máximo Orden de armónicos esféricos 4, de la función VTEC. • Función de mapeo $1/\cos Z$. • Altura de la ionósfera de 350 Km. • Marco de referencia geomagnético. | <p>Parámetros para el modelamiento de la ionosfera</p> <ul style="list-style-type: none"> • Latitud geométrica del receptor. • Tiempo. • Variaciones estacionales y diurnas solares. • Actividad del sol (ciclos de 11 años). |
|--|--|



La formulación matemática para la determinación del VTEC es:

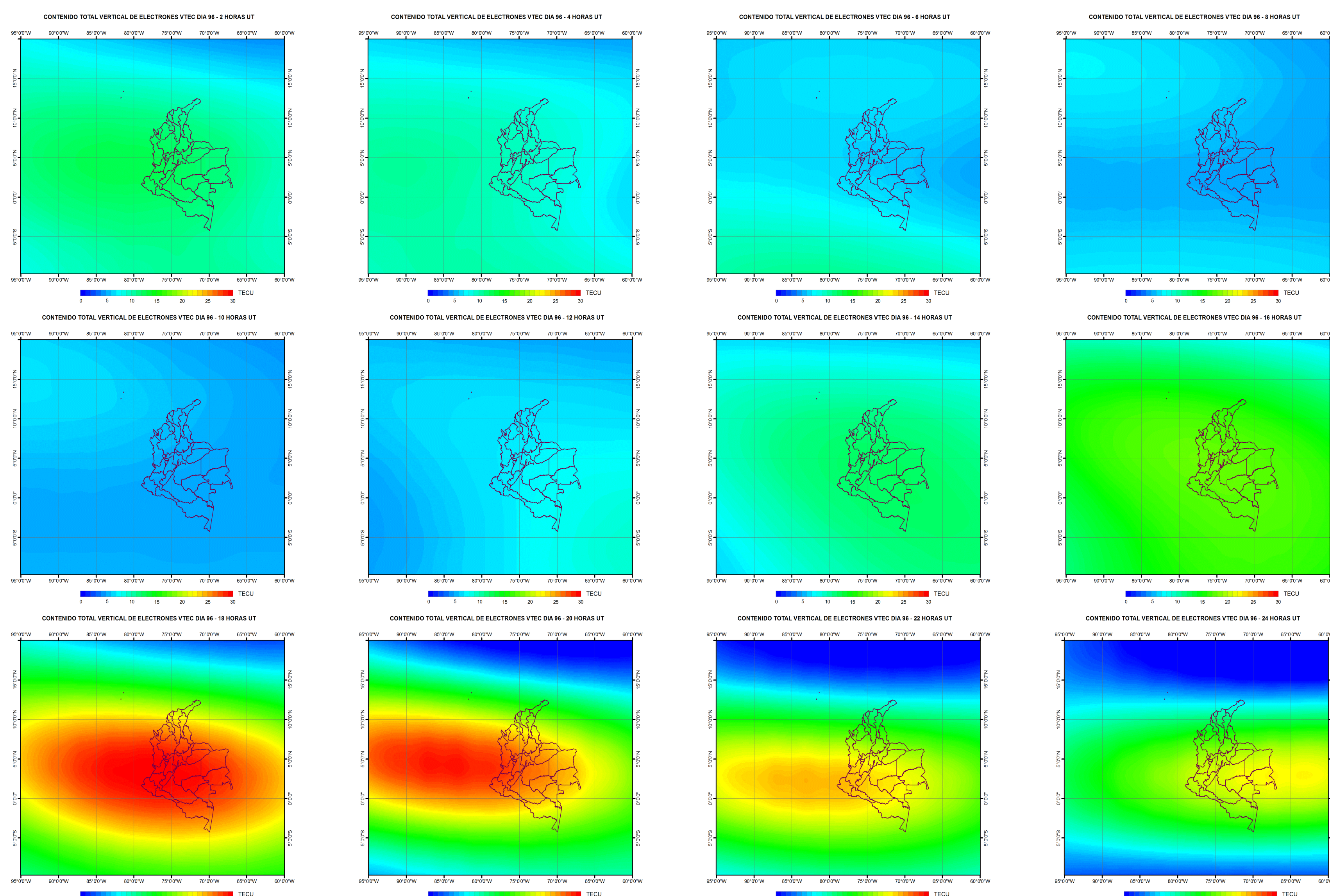
$$VTEC(\gamma, \varphi) = k * \frac{1}{\cos Z} * \tilde{P}_{nm}(\sin \varphi) * \sum_{n=0}^{n_{max}} \sum_{m=0}^n (a_{nm} \cos(2\pi \frac{m\gamma}{24}) + b_{nm} \sin(2\pi \frac{m\gamma}{24})) + \tau_R + \tau_S$$

A partir de la comparación entre los valores de VTEC calculados y los índices de actividad geomagnética planetarios KP (obtenidos de NOAA), se identificaron los días de mayor y menor actividad iónica, seleccionando así el día 96 como el de mayor actividad geomagnética y la vez con los mayores valores de VTEC, y el día 115 como el de menor actividad tanto geomagnética como de VTEC.



RESULTADOS

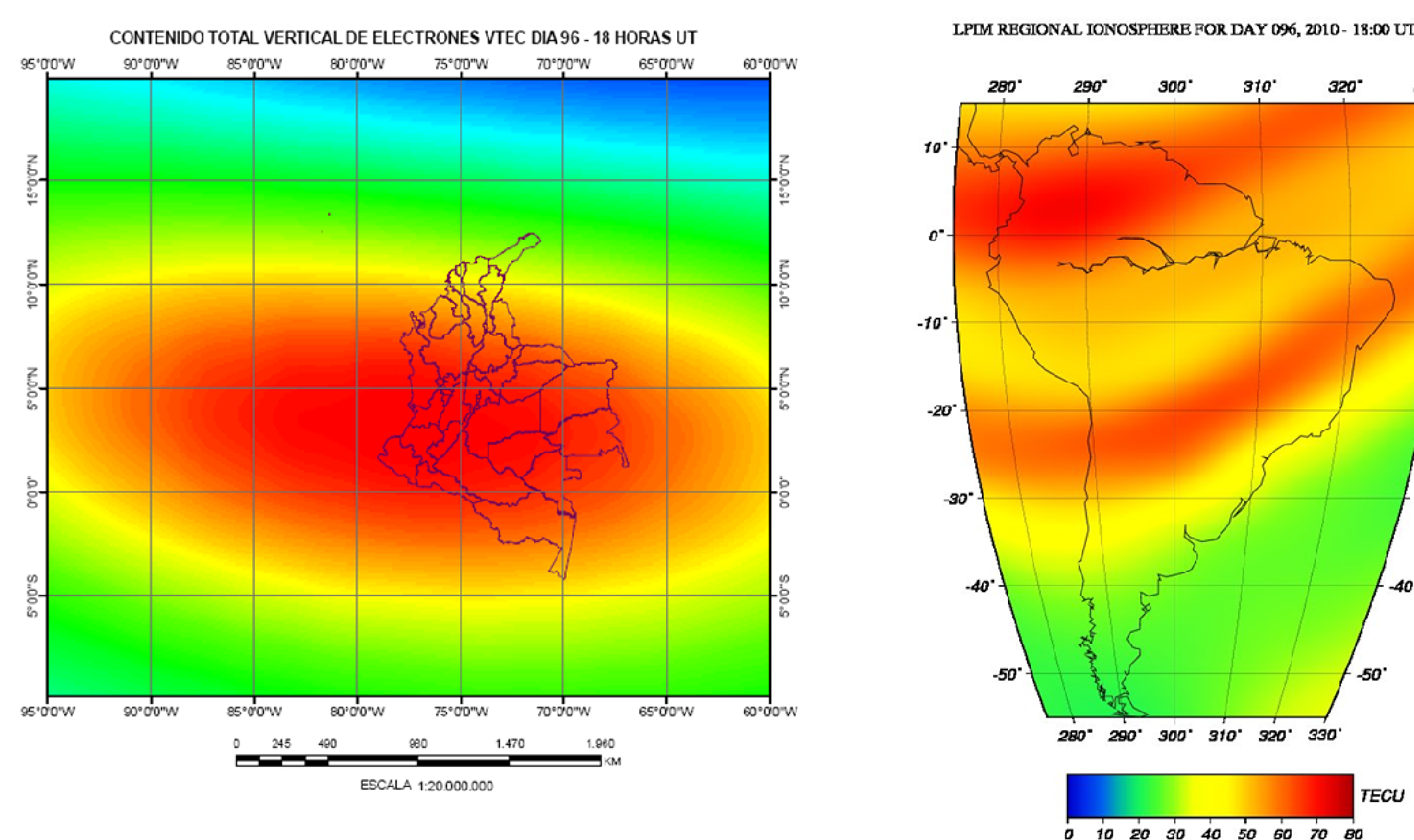
Se diseñaron los mapas de VTEC para el día de mayor y menor actividad ionosférica durante las semanas 1576 a 1582, presentándose a continuación la secuencia de mayor actividad correspondiente al día GPS 96 de la semana 1578, en calendario gregoriano el día martes 06 de abril de 2010.



COMPARACIÓN VALORES CALCULADOS DE VTEC CON EL MODELO IMPLEMENTADO PARA SUR AMÉRICA

Se validaron los resultados de la investigación empleando los mapas ionosféricos de VTEC para el día GPS 96 con datos del modelo de La Plata, encontrándose una gran similitud del comportamiento ionosférico en las zonas centro y sur de Colombia. En la región norte del territorio colombiano se aprecia una variación del orden de 30 VTEC.

Día 96 - 18 horas



Para determinar el efecto ionosférico en las coordenadas finales de los puntos involucrados, se seleccionaron tres estaciones en diferentes latitudes (norte, centro y sur) dentro de la zona de estudio: SAMA, BOGA y RIOP, obteniéndose las siguientes variaciones en la posición:

SAMA Día 96	Lat. 3,610 m	Long. 2,298 m	Altura 5,018 m
BOGA Día 96	Lat. 1,665 m	Long. 2,530 m	Altura 6,803 m
RIOP Día 96	Lat. 7,281 m	Long. 16,39 m	Altura 19,37 m

BIBLIOGRAFÍA

- BRUNINI, Claudio; MEZA, Amalia; AZPILICUETA, Francisco; VAN ZELE, María; VAN ZELE, Andrea; GENDE, MAURICIO y DÍAZ, Alejandro. A NEW IONOSPHERE MONITORING TECHNOLOGY BASED ON GPS. Universidad Nacional de La Plata, Instituto Tecnológico Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.
- Hofmann-Wellenhof, B and Lichtenegger H. Global positioning System-Theory and Practice. Springer-Verlag 2001.
- Sánchez L. Fundamentos teóricos para el procesamiento de información GNSS utilizando el software científico BERNESE. Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut—DGFI. Muenchen, Alemania. 2006.
- ROLF, dach; URS, Hugentobler; PIERRE, Fridetz; MEINDL, Michael. BERNESE GPS SOFTWARE VERSION 5.0. Astronomical Institute, University of Bern. June 2007.
- SEEBER, Günter. SATELLITE GEODESY. Walter de Gruyter. Berlin, Alemania. 2003