

PPP COMO HERRAMIENTA PARA LA DENSIFICACIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE CONTROL BÁSICO

Hoyer Melvin, Acuña Gustavo

Santo Domingo, noviembre 2015

**PPP COMO HERRAMIENTA PARA LA
DENSIFICACIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE CONTROL BÁSICO**

CONTENIDO

- 1. Introducción**
2. Fundamentos de PPP
3. Algunas normativas y estándares vigentes
4. Antecedentes de PPP en SIRGAS
5. Algunas pruebas GIPSY vs. BERNESE vs. CSRS
6. PPP on line de corta duración
7. Interrogantes y Recomendaciones
8. Conclusiones

Recordando conceptos básicos del control básico.....

- En el levantamiento y control geodésico, tanto básico como suplementario, utilizamos redes básicas de control.
- Descartamos el posicionamiento absoluto y se aplica el posicionamiento relativo.
- Esto implica la vinculación a puntos fiduciales o de orden superior.
- La densificación de redes, tanto básicas como suplementarias, requiere por lo tanto de la observación simultánea de puntos de apoyo y puntos nuevos.
- Sin embargo cada vez mas se utiliza el PPP tanto para control básico como para densificación de redes.
- ¿Hay limitaciones técnicas y legales en su utilización?

**PPP COMO HERRAMIENTA PARA LA
DENSIFICACIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE CONTROL BÁSICO**

CONTENIDO

1. Introducción
- 2. Fundamentos de PPP**
3. Algunas normativas y estándares vigentes
4. Antecedentes de PPP en SIRGAS
5. Algunas pruebas GIPSY vs. BERNESE vs. CSRS
6. PPP on line de corta duración
7. Interrogantes y Recomendaciones
8. Conclusiones

POSICIONAMIENTO DE PUNTO PRECISO -PPP-

- PPP se fundamenta en la obtención de coordenadas precisas en una sola estación sin considerar información o correcciones provenientes de otras estaciones.
- Es decir, se trata de un “posicionamiento absoluto”, en el cual se utilizan observaciones originales no-diferenciadas (también llamadas cero-diferencias – ZD) de doble frecuencia (combinación L3 ó Lc – “ionosfera-libre”) de pseudo-distancias y fases portadoras, información precisa de órbitas y estado de relojes de satélites GPS, y correcciones por efectos sistemáticos que causan variaciones centimétricas en la posición de los satélites y del receptor en tierra.
- Órbitas y estados de relojes precisos de satélites GPS se estiman a partir de observaciones permanentes en una red fiducial global de alta calidad .
- Esta información es utilizada para resolver un grupo de parámetros incógnitas asociados a una estación de observación (i.e., coordenadas de posición 3D, error del reloj del receptor y retardo por troposfera húmeda) en cualquier localidad del mundo.

DISPONIBILIDAD DE PPP

- Servicios vía WEB, Ej. CSRS, IBGE
- Servicios por suscripción en TR, Ej. Omnistar XP, CNAV.
- Software de post-procesamiento, Ej. GIPSY-OASIS, LGFS-PPP.
- PPP en TR



Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

JPL HOME EARTH SOLAR SYSTEM STARS & GALAXIES SCIENCE & TECHNOLOGY

BRING THE UNIVERSE TO YOU: JPL Email News RSS Podcast Video

GIPSY-OASIS

GNSS-Inferred Positioning System and
Orbit Analysis Simulation Software



Permite el procesamiento científico de datos GNSS, DORIS y SLR con diversos fines, por ejemplo:

- a) determinación precisa de órbitas y tiempo para satélites altimétricos, GNSS y de misiones de gravedad satelital;
- b) posicionamiento estático y cinemático de precisión, terrestre, marino y aéreo;
- c) análisis de redes geodésicas asociadas a marcos de referencia terrestres, globales, continentales y nacionales;
- d) estimación de parámetros de orientación terrestre;
- e) estudios de deformación terrestre y tectónica de placas;
- f) estudios climáticos a través de la observación de la troposfera e ionosfera; entre otros fines.

Posicionamiento GNSS de Punto Preciso (GNSS-PPP)

TENDENCIAS ACTUALES DEL USO DE PPP

- Para el establecimiento de puntos de control geodésico en redes básicas y densificaciones, especialmente lejos de puntos existentes.
- En trabajos de producción para evitar la vinculación a puntos de apoyo en marcos geodésicos desactualizados y para evitar también el post-procesamiento por parte del usuario.
- Como control de calidad al posicionamiento diferencial o relativo.

**PPP COMO HERRAMIENTA PARA LA
DENSIFICACIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE CONTROL BÁSICO**

CONTENIDO

1. Introducción
2. Fundamentos de PPP
- 3. Algunas normativas y estándares vigentes**
4. Antecedentes de PPP en SIRGAS
5. Algunas pruebas GIPSY vs. BERNESE vs. CRSC
6. PPP on line de corta duración
7. Interrogantes y Recomendaciones
8. Conclusiones



NORMAS TÉCNICAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL CONTROL GEODÉSICO BÁSICO NACIONAL DEL IGVS

| CARACTERÍSTICAS | ORDEN | | |
|---|------------------|------------------|-------------------------|
| | A | B | C |
| DURACION DE SESIONES DE MEDICION | 24 HORAS | MINIMO 6 HORAS | MINIMO 4 HORAS |
| RECEPTORES GPS | DOBLE FRECUENCIA | DOBLE FRECUENCIA | DOBLE FRECUENCIA |
| ANGULO DE ELEVACION MAXIMO | Máximo 15° | Máximo 15° | Máximo 15° |
| VERTICE DEL CONTROL GEODESICO UTILIZADOS | ESTACIONES IGS | ORDEN A | ORDEN B y/o A |
| INTERVALO DE CAPTURA MAXIMO | 30 SEG. | 15 SEG. | 15 SEG. |
| TIPO DE EFEMERIDES | PRECISAS | PRECISAS | PRECISAS O TRANSMITIDAS |
| CANTIDAD MINIMA DE SESIONES POR PUNTO | 3 | 2 | 1 |
| SEPARACION MAXIMA ENTRE VERTICES ADYACENTES | NA | NA | 50 Km.* |
| SOFTWARE DE PROCESAMIENTO | CIENTIFICO | CIENTIFICO | CIENTIFICO O ESPECIAL |
| CONEXIÓN A VERTICES DE ORDEN SUPERIOR | NA | MINIMO 3 | MINIMO 1** |
| EXACTITUD DE LOS VERTICES DE LA RED | $\leq \pm 1$ cm | $\leq \pm 2$ cm | $\leq \pm 5$ cm |



NORMATIVAS DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO DE VENEZUELA SIMÓN BOLÍVAR

➤ NORMAS TÉCNICAS PARA REFERIR LOS LEVANTAMIENTOS GEODÉSICOS Y TOPOGRÁFICOS AL SISTEMA GEODÉSICO NACIONAL

Para la vinculación al Sistema Geodésico Nacional, se podrán utilizar vértices de la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN, estaciones REMOS, estaciones IGS y estaciones permanentes de la red continental SIRGAS, técnicos que cumplan con los objetivos y especificaciones del proyecto o estudio.

➤ NORMAS TÉCNICAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA RED GEODÉSICA MUNICIPAL

Separación máxima entre estaciones: 50 Km, esta distancia podrá aumentar dependiendo de la lejanía de los vértices REGVEN o estaciones REMOS con los que se harán las respectivas vinculaciones.

➤ NORMAS TÉCNICAS PARA LA VERIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LOS LEVANTAMIENTOS GEODÉSICOS Y TOPOGRÁFICOS UTILIZANDO GNSS.

Además de lo especificado anteriormente, en cuanto a los modos de posicionamiento GPS o GNSS se utilizará el método relativo apoyado en vértices de la Red Geocéntrica Venezolana (REGVEN), estaciones SIRGAS o estaciones IGS o procesamiento On Line

NORMA LEVANTAMIENTOS GEODÉSICOS**18.9 Especificaciones Técnicas para Mediciones GNSS****18.9.1 Diseño****a. Vinculación a Puntos de Control**

- **Las mediciones GNSS relativas deben estar vinculadas a la red de estaciones que definen el control geodésico básico nacional REGVEN el cual, según el IGVSb, se clasifica en:**
- **ORDEN A:** Representado por aquellos vértices o estaciones que materializan en nuestro país el Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas SIRGAS y las estaciones GNSS permanentes que sean certificadas por el IGVSb.
- **ORDEN B:** Representado por los vértices medidos en las campañas REGVEN 95 y REGVEN 2000, así como aquellos que el IGVSb considere aceptables y cuya exactitud sea superior a ± 2 centímetros.
- **ORDEN C:** Representado por aquellos vértices que constituyen la densificación de los ordenes A y/o B de REGVEN, y cuya exactitud sea mejor o igual a ± 5 centímetros.
- **Para la determinación de coordenadas de nuevos vértices mediante GNSS, deben establecerse por lo menos 2 conexiones a puntos de control del mismo orden de exactitud o preferiblemente de orden superior para todos aquellos proyectos clasificados como clase (B) y al menos una conexión en el caso de clase (C).**
- Solo los proyectos donde el objetivo sea el de monitoreo de deformaciones o un estudio que no requiera con exactitud la posición del mismo, podrán vincularse con un solo punto.

PDVSA

NORMA LEVANTAMIENTOS GEODÉSICOS

18.9 Especificaciones Técnicas para Mediciones GNSS

Consideraciones básicas para el diseño de redes geodésicas

| Orden | Duración (h) | Instrumental | Línea Base (km) | Efemérides | Tipo de Medición | Vinculación | Calidad (m) |
|-----------|--------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------------|----------------|--------------|
| A | 24 | Geodésicos | N/A | Precisas | Estático | Estaciones IGS | 0,002 |
| B | 8 | Geodésicos | N/A | Precisas | Estático | Orden A | 0,02 |
| C | 3 | Geodésicos | ≤ 70 | Transmitidas | Estático | B o Superior | 0,05 -- 0,10 |
| | | Topográficos | Entre 0 y 15 | Transmitidas | | | |
| Municipal | 0,5 -- 1 | Geodésicos | ≤ 50 | Transmitidas | Estático | C o Superior | 0,10 -- 0,20 |
| | | Topográficos | Entre 0 y 15 | | Estático Rápido y RTK | | |

6.6 Exactitudes

6.6.1 Para Puntos de Control Los levantamientos topográficos deben ser vinculados o apoyados a estaciones o vértices de control geodésico de orden B, C ó Municipal (ver Tabla 9) según la exactitud requerida para el proyecto.

Orden y exactitud de estaciones de control topográfico

| ORDEN | EXACTITUD |
|------------------|---------------------------|
| B | $\pm 0,02\text{m}$ |
| C | $\pm 0,05$ |
| MUNICIPAL | $\pm 0,10 - 0,20\text{m}$ |

Vinculación Geodésica

- La vinculación de la medición de pozos deberá ser realizada de manera obligatoria a partir de vértices REGVEN orden A, B, o C.
- Las coordenadas que se deben emplear para la vinculación deben estar referidas directamente al Datum SIRGAS–REGVEN que bajo ningún concepto provengan de transformaciones previas.
- Cualquier variante deberá ser consultada y aprobada por escrito por el ingeniero geodesta de PDVSA responsable de supervisar el proyecto (ver Norma Técnica PDVSA GEO–02–01–01).



Canada

Canada



Surveyor General Branch

Beyond Boundaries

nrcan.gc.ca

National Standards for the Survey of Canada Lands



Chapter 1: Surveys
NATIONAL STANDARDS FOR THE SURVEY OF CANADA LANDS 8

- ***Geo-Referencing***
- *43. Geo-referencing refers to the determination of the horizontal coordinates for a monument or point with respect to the North American Datum 1983 (Canadian Spatial Reference System) - NAD83 (CSRS) - or alternative horizontal datum if specified in the specific survey instructions.*
- *44. A geo-referenced control point (GCP) is a monument (or, if necessary, a point related to a monument) that has been geo-referenced in accordance with the National Standards.*
- *45. All surveys on Canada Lands must be geo-referenced unless otherwise specified in the National Standards or in specific survey instructions.*
- *Establish at least two GCPs, and more if they are required to achieve the accuracy standards specified in paragraphs 55 to 57 in Section 1.10: Survey Accuracy in the National Standards.*

50. Geo-referencing of GCPs must use one of the following methods:

- a. single point positioning solutions derived from the Precise Point Positioning (PPP) service of the Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada (preferred method);***
- b. Global Navigation Satellite System (GNSS) measurement to Active Control points;***
- c. GNSS positions derived from Real Time Network corrections;***
- d. measurements to control survey monuments, including survey control monuments in former Coordinate Survey Areas if they have a published absolute accuracy of better than +/- 0.10 metres at a 95% confidence level; or***
- a. any other method approved in specific survey instructions that complies with the National Standards for geo-referencing.***

Guidelines for RTK/RTN GNSS Surveying in Canada



July 2013
Version 1.1



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada



Ministry of Transportation

- *Guidelines for RTK/RTN GNSS*
- *Surveying in Canada*
- *Ministry of Transportation*
- *July 2013 Version 1.1*
- *The work was coordinated by the Canadian Geodetic Reference System Committee (CGRSC), a sub-committee of CCOG, and the guidelines were developed by a team from different agencies, Federal and Provincial*

Acceso al sistema de referencia (coordenadas de la estación base):

- Ocupando un punto de control existente
- Determinando un nuevo Punto con medición diferencial (fase de portadora)
- PPP (CSRS)

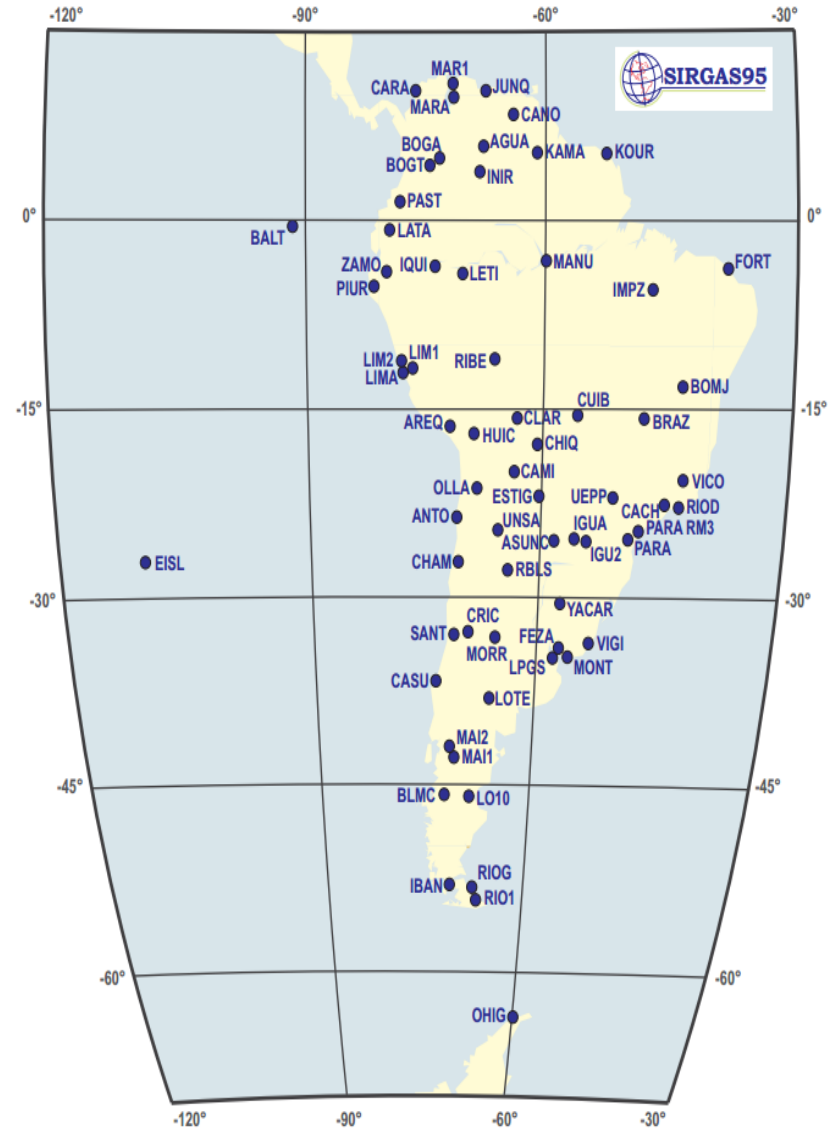
**PPP COMO HERRAMIENTA PARA LA
DENSIFICACIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE CONTROL BÁSICO**

CONTENIDO

1. Introducción
2. Fundamentos de PPP
3. Algunas normativas y estándares vigentes
- 4. Antecedentes de PPP en SIRGAS**
5. Algunas pruebas GIPSY vs. BERNESE vs. CSRS
6. PPP on line de corta duración
7. Interrogantes y Recomendaciones
8. Conclusiones

SIRGAS 95

- Las mediciones fueron procesadas independientemente por el **DGFI** (*Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut*) y **NIMA** (*US National Imagery and Mapping Agency*, actualmente **NGA**: *National Geospatial-Intelligence Agency*).
- DGFI utilizó el *software Bernese*, v. 3.4 con algunas modificaciones implementadas por ese Instituto, mientras que NIMA trabajó con el software **GIPSY/OASIS II**.
- La comparación de las soluciones a través de una transformación de similitud de siete parámetros (transformación de Helmert) arrojó como máxima diferencia 3,5 cm con RMS de $\pm 1,0$ cm en X, $\pm 1,4$ cm en Y y $\pm 0,7$ cm en Z.
- Las principales causas de estas discrepancias se basan en que se utilizaron diferentes efemérides satelitales en los procesamientos individuales y en que la dependencia de las variaciones de los centros de fase con respecto al ángulo de elevación no fueron tenidos en cuenta en la solución de NIMA.

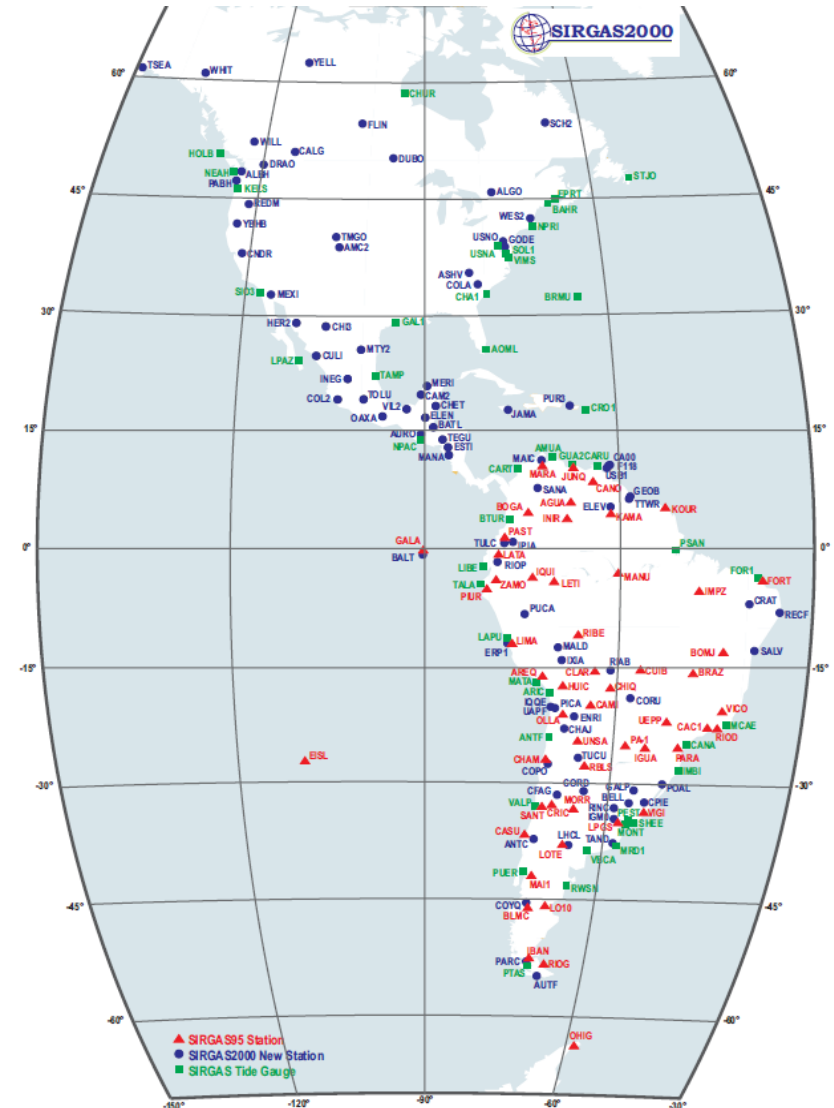


SIRGAS 2000

- **SIRGAS2000** contiene 184 estaciones distribuidas en Norte, Centro y Sur América.

Esta red fue calculada por tres centros de procesamiento:

- **DGFI** (*Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut*)
- **IBGE** (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)
- **BEK** (*Bayerische Kommission für die Internationale Erdmessung*), actualmente *Kommission für Erdmessung und Glaziologie (KEG)*
- DGFI e IBGE utilizaron el *software Bernese*, v. 4.0, mientras que BEK trabajó con el *software GIPSY/OASIS II*.
- La solución final fue obtenida a partir del ajuste combinado de las coordenadas individuales y sus matrices varianza-covarianza (archivos SINEX) y se refiere al **ITRF2000, época 2000.4**



**PPP COMO HERRAMIENTA PARA LA
DENSIFICACIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE CONTROL BÁSICO**

CONTENIDO

1. Introducción
2. Fundamentos de PPP
3. Algunas normativas y estándares vigentes
4. Antecedentes de PPP en SIRGAS
- 5. Algunas pruebas GIPSY vs. BERNESE vs. CSRS**
6. PPP on line de corta duración
7. Interrogantes y Recomendaciones
8. Conclusiones

Varios autores se han ocupado de investigar y publicar sobre comparaciones entre procesamientos PPP (on line y Gipsy) con el Bernese

- Publicación No. 1 (Gipsy vs. Bernese)

Comparison of the BERNESE and GIPSY/OASIS II Software Systems Using EUREF Data. K. KANIUTH, C. VÖLKSEN
(www.euref.eu/symposia/book2002/314-319)

- Procesamiento de 20 estaciones, 40 días de datos.

Conclusiones:

- En esta etapa no estamos en la posición de afirmar que uno de los dos sistemas de software sea claramente superior al otro
- En términos de coordenadas, la coincidencia entre las soluciones de red de ambos softwares fue aproximadamente 2 mm, por tanto, no mayor que por lo general, entre las soluciones individuales utilizando el mismo tipo de software.

Varios autores se han ocupado de investigar y publicar sobre comparaciones entre procesamientos PPP (on line y Gipsy) con el Bernese

- Publicación 2 (CSRS vs. Bernese)
- **How well can online GPS PPP post-processing services be used to establish geodetic survey control networks?** R. Ebner, W. E. Featherstone, Journal of Applied Geodesy 2 (2008), 149–157, de Gruyter 2008.
- Procesamiento de una red de 46 puntos en un área de 550 Km x 440 Km, dos días de observaciones, procesadas con Bernese y con CSRS PPP.

Conclusión:

- Las soluciones PPP coincidieron en promedio con las soluciones de Bernese en 3,3 mm en el este, 4.8 mm en el norte y 11,8 mm de altura.
- Al considerar estos dos aspectos, es decir, una duración de observación razonable y tipos de antena reconocidos; con PPP pueden obtenerse coordenadas N y E dentro de los 10 mm de los "verdaderos" valores horizontales y una altura dentro de los 20 mm de la "verdadera" altura, haciendo de este procedimiento basado en el PPP una alternativa atractiva para el establecimiento de una red de control de levantamiento geodésico con respecto al enfoque basado en la red convencional, sobre todo en zonas remotas o en países en desarrollo.
- Por otra parte, PPP reduce los costos de equipo y personal, la planificación previa y la logística.

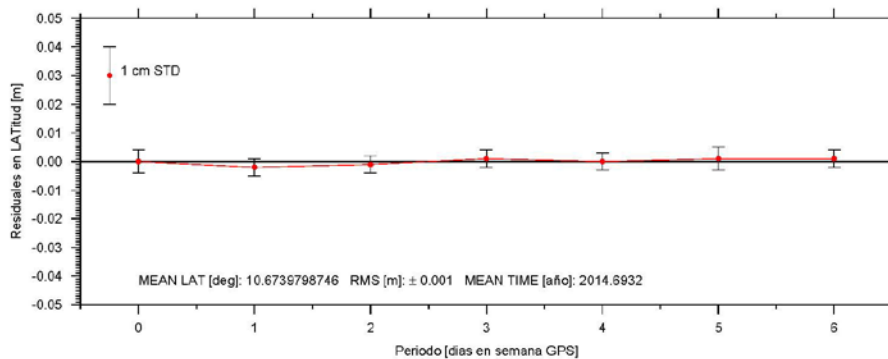
EJEMPLO CON DATOS DE LA ESTACIÓN SIRGAS MARA

Se presentan los resultados del procesamiento de una semana de datos (1809) de la estación MARA en Venezuela con:

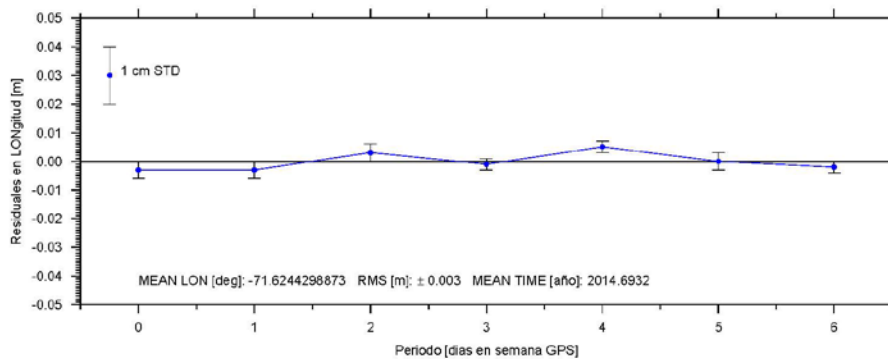
- Bernese_v5.0 (diferencial desde 5 estaciones IGS/SIRGAS)
- GIPSY-OASISv6.3 (absoluto/PPP)
- Servicio WEB (CSRS)
- Solución semanal de SIRGAS.



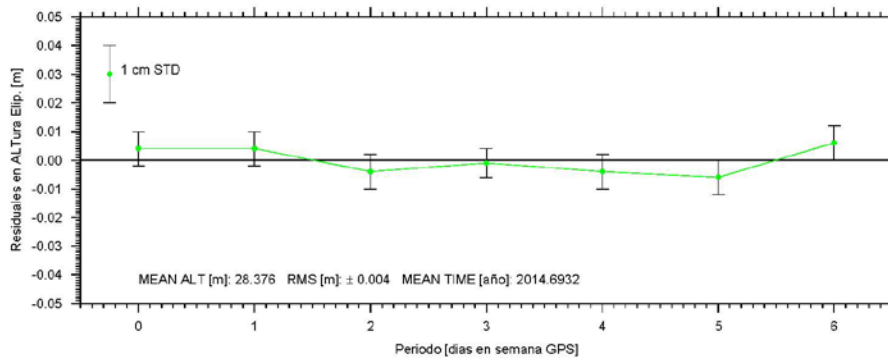
Serie de tiempo en LATITUD para MARA(IGb08). BERNESEv5.0 RESULTS - GPS WEEK 1809



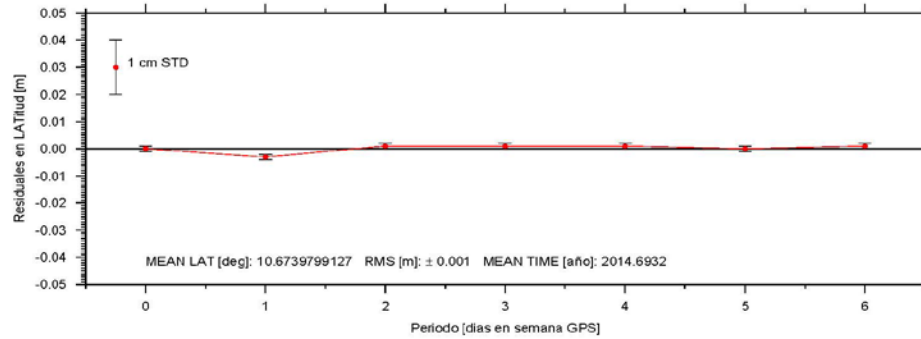
Serie de tiempo en LONGITUD para MARA(IGb08). BERNESEv5.0 RESULTS - GPS WEEK 1809



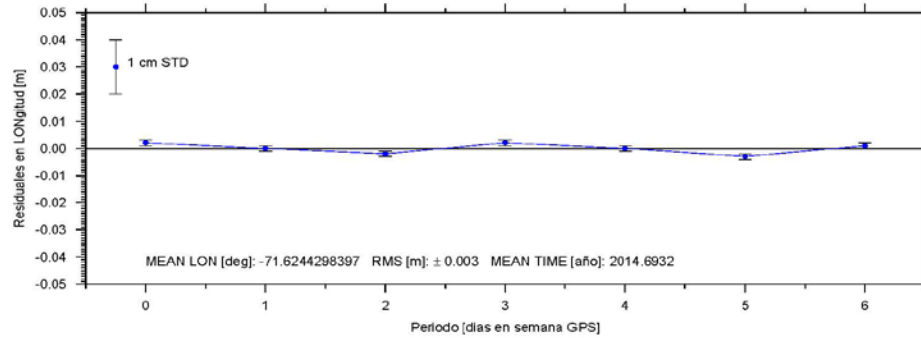
Serie de tiempo en ALTURA_ELIP. para MARA(IGb08). BERNESEv5.0 RESULTS - GPS WEEK 1809



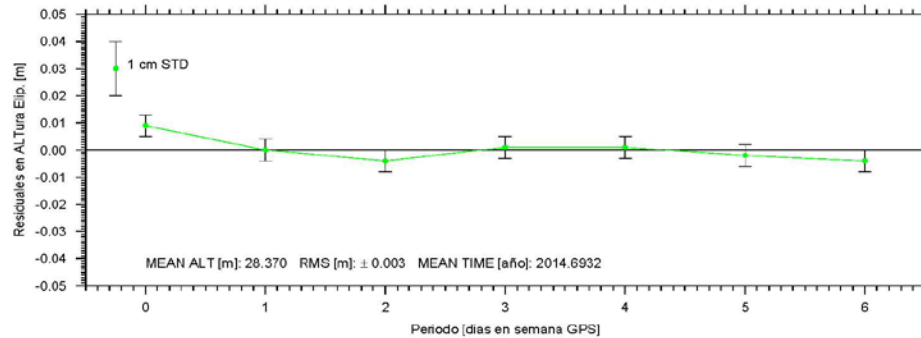
Serie de tiempo en LATITUD para MARA(IGb08). GIPSY-OASISv6.3 RESULTS - GPS WEEK 1809



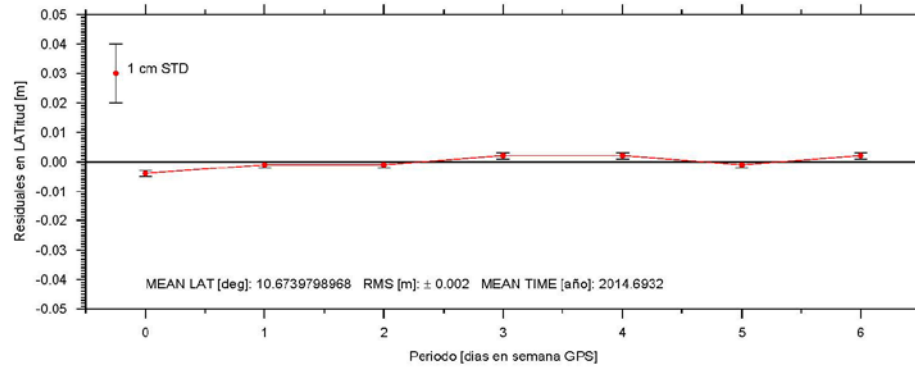
Serie de tiempo en LONGITUD para MARA(IGb08). GIPSY-OASISv6.3 RESULTS - GPS WEEK 1809



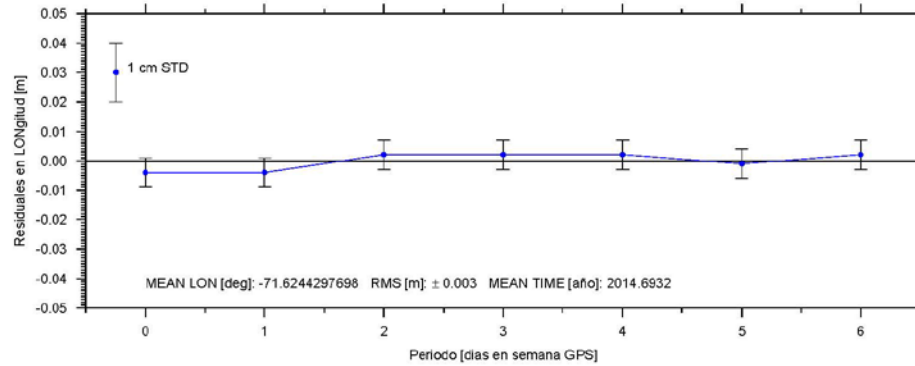
Serie de tiempo en ALTURA_ELIP. para MARA(IGb08). GIPSY-OASISv6.3 RESULTS - GPS WEEK 1809



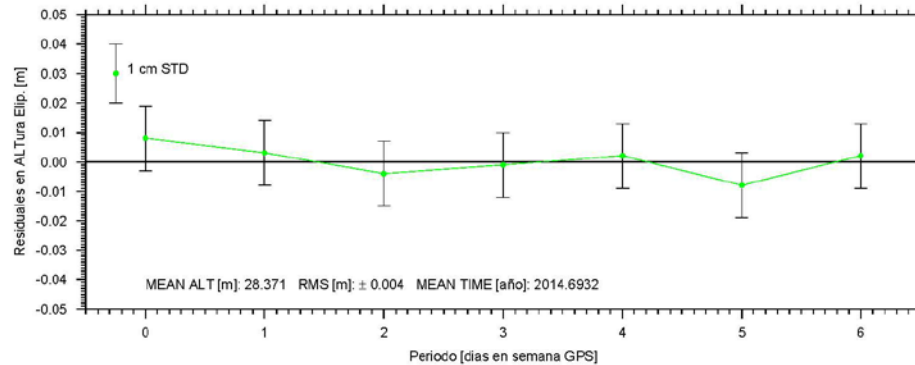
Serie de tiempo en LATITUD para MARA(IGb08). CSRS-PPP RESULTS - GPS WEEK 1809



Serie de tiempo en LONGITUD para MARA(IGb08). CSRS-PPP RESULTS - GPS WEEK 1809



Serie de tiempo en ALTURA_ELIP. para MARA(IGb08). CSRS-PPP RESULTS - GPS WEEK 1809



COORDENADAS MEDIAS DE LA ESTACIÓN MARA SEMANA 1809

| | X | Y | Z | σ lat | σ lon | σ h |
|---------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| BERNESE | 1976117.2172 | -5948895.0993 | 1173592.3522 | 0.001 | 0.003 | 0.004 |
| GIPSY-0 | 1976117.2200 | -5948895.0913 | 1173592.3553 | 0.001 | 0.003 | 0.003 |
| CSRS | 1976117.2277 | -5948895.0902 | 1173592.3537 | 0.002 | 0.003 | 0.004 |
| SIRGAS | 1976117.2258 | -5948895.0955 | 1173592.3575 | | | |

DIFERENCIAS ENTRE SOLUCIONES

BERNESE-GIPSY-CSRS

| DIFERENCIAS | X | Y | Z |
|-----------------|---------|--------|---------|
| BERNESE – GIPSY | 0.0028 | 0.0080 | 0.0031 |
| BERNESE – CSRS | -0.0105 | 0.0091 | -0.0015 |
| GIPSY - CSRS | -0.0077 | 0.0011 | 0.0016 |

DIFERENCIAS ENTRE SOLUCIONES

SIRGAS vs. BERNESE, GIPSY, CSRS

| DIFERENCIAS | X | Y | Z |
|------------------|---------|---------|--------|
| SIRGAS - BERNESE | 0.0086 | -0.0038 | 0.0053 |
| SIRGAS - GIPSY | 0.0058 | 0.0042 | 0.0022 |
| SIRGAS - CSRS | -0.0019 | 0.0053 | 0.0038 |

**PPP COMO HERRAMIENTA PARA LA
DENSIFICACIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE CONTROL BÁSICO**

CONTENIDO

1. Introducción
2. Fundamentos de PPP
3. Algunas normativas y estándares vigentes
4. Antecedentes de PPP en SIRGAS
5. Algunas pruebas GIPSY vs. BERNESE vs. CSRS
- 6. PPP on line de corta duración**
7. Interrogantes y Recomendaciones
8. Conclusiones

Muchos autores han publicado pruebas sobre la precisión y exactitud de los resultados del procesamiento PPP vía WEB

- Trabajo:
“Beneficios de PPP para el establecimiento de Redes Geodésicas en la sísmica terrestre”. Antony M. Prince T, Rubén Angulo L.; Petróleos de Venezuela S.A. Geodesia, PDVSA Puerto La Cruz, Venezuela.
- Compara los resultados de la red de apoyo de un proyecto sísmico en Bolivia, conformada por 7 estaciones medidas en dos sesiones de 4 horas cada una y procesadas con efemérides precisas con los resultados del procesamiento vía WEB del CSRS, para diferentes lapsos de tiempo (0,5; 1; 2; 3 y 4 horas)
- El objetivo: sacar conclusiones de cual intervalo de tiempo arrojaba resultados consistentes con los de la red .

Tabla 1. Estadísticas obtenidas para los residuales en Posición Horizontal

| ESTADISTICA DE LOS RESIDUALES EN POSICIÓN | | | | |
|--|-----------------|---------------|---------------|----------------|
| HORA | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | RMS 95% |
| 0.5 | 0.034 | 0.076 | 0.006 | 0.071 |
| 1 | 0.022 | 0.039 | 0.003 | 0.043 |
| 2 | 0.017 | 0.027 | 0.007 | 0.031 |
| 3 | 0.019 | 0.029 | 0.009 | 0.034 |
| 4 | 0.011 | 0.015 | 0.004 | 0.019 |

Tabla 2. Estadísticas obtenidas para los residuales en Altura Elipsoidal

| ESTADISTICA DE LOS RESIDUALES EN ALTURA | | | | |
|--|-----------------|---------------|---------------|----------------|
| HORA | PROMEDIO | MÁXIMO | MÍNIMO | RMS 95% |
| 0.5 | 0.052 | 0.093 | 0.002 | 0.120 |
| 1 | 0.030 | 0.070 | 0.001 | 0.071 |
| 2 | 0.035 | 0.052 | 0.019 | 0.063 |
| 3 | 0.024 | 0.045 | 0.004 | 0.054 |
| 4 | 0.028 | 0.048 | 0.011 | 0.058 |

Tabla 3. Exactitud de PPP en función de los tiempos estudiados

| TIEMPO DE OBSERVACIÓN (HORA) | EXACTITUD (cm) |
|---------------------------------|----------------|
| 0.5 | ± 10-15 |
| 1 | ± 5-10 |
| 2 | ± 5 |
| 3 | ± 5 |
| 4 | ± 2-5 |

CONCLUSIÓN DEL TRABAJO:

SESIONES DE OBSERVACIÓN GNSS DE 4 HORAS, PROCESADAS CON PPP, PERMITEN ALCANZAR UNA EXACTITUD EQUIVALENTE A LA DEL ORDEN B Y C EN VENEZUELA

**PPP COMO HERRAMIENTA PARA LA
DENSIFICACIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE CONTROL BÁSICO**

CONTENIDO

1. Introducción
2. Fundamentos de PPP
3. Algunas normativas y estándares vigentes
4. Antecedentes de PPP en SIRGAS
5. Algunas pruebas GIPSY vs. BERNESE vs. CRSC
6. PPP on line de corta duración
- 7. Interrogantes y Recomendaciones**
8. Conclusiones

PPP como herramienta para el control y densificación de redes básicas.

Interrogantes

1. ¿Hay algún impedimento técnico para establecer control geodésico básico y las respectivas densificaciones con PPP?
2. ¿O es solamente problema de normativas o especificaciones técnicas?

Recomendaciones

- Las ventajas prácticas del PPP deben ser consideradas por los organismos oficiales de los diferentes países que conforman la comunidad SIRGAS a la vista de los resultados y tendencias de aplicación de los usuarios hoy en día.
- Lo mismo aplica para los WG de SIRGAS.

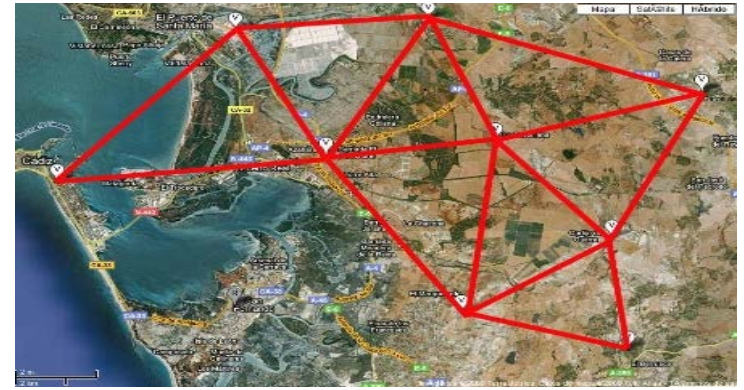
**PPP COMO HERRAMIENTA PARA LA
DENSIFICACIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE CONTROL BÁSICO**

CONTENIDO

1. Introducción
2. Fundamentos de PPP
3. Algunas normativas y estándares vigentes
4. Antecedentes de PPP en SIRGAS
5. Algunas pruebas GIPSY vs. BERNESE vs. CRSC
6. PPP on line de corta duración
7. Interrogantes y Recomendaciones
- 8. Conclusiones**

Conclusiones

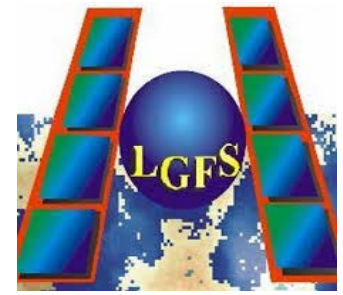
- PPP es una herramienta de uso diario para profesionales que necesitan establecer puntos de control geodésico bajo diferentes condiciones de precisión y exactitud.
- Normativas vigentes en Venezuela (y seguramente en otras partes del continente) limitan la posibilidad para establecer y densificar el control geodésico a los procedimientos relativos con apoyo en coordenadas oficiales.
- Desde el punto de vista de la calidad, aparentemente no hay diferencias significativas entre los resultados del posicionamiento diferencial y los de PPP (bajo rigurosos estándares de procesamiento).
- Las ventajas prácticas del PPP en cuanto a la independencia de la simultaneidad de observación con otras estaciones y a la vinculación directa al marco de referencia vigente de las efemérides, obligan a evaluar la conveniencia, ventajas y desventajas de su aplicación.



PPP.....

¿CAMBIO DE PARADIGMAS?

¡MUCHAS GRACIAS!



PPP COMO HERRAMIENTA PARA LA DENSIFICACIÓN DE REDES GEODÉSICAS DE CONTROL BÁSICO

Hoyer Melvin, Acuña Gustavo

Santo Domingo, noviembre 2015