

# Virtual Machine for GPS Real Time Networks

Carlos J. Rodríguez, Puerto Rico

**Key words:** RTK GPS Surveying, Geodetic Virtual Machine, Real Time Geodetic Network Components

## SUMMARY

The Global Positioning Systems (GPS) technology since early 1990, impacts substantially the world's industry of commercial surveying. But the evolution of this technology grows exponentially through the last 15 years. GPS and Global Navigation Satellite Systems Networks (GNSSN) show a real alternative in the present and future of the GPS surveying methodology. Countries like United States, Germany, Portugal, Japan, China and Puerto Rico, among others, establish Public or Private GPS reference station strategic country wide configured and distributed to provide centimeter level of accuracy using real time correction through the internet. The main server with 24 hours internet capability, dedicated static IP and sophisticated software provide to the users GPS correction using different TCP/IP ports and real time data stream products. Using the new technologies and computer capabilities the effort to implement and create a virtual machine is a reality to discover new horizons in the GPS network infrastructure. Communications issues, port forwarding, system fails restore, system debugging its only a few advantage of the virtual machines. GPS Real time processing commercial software's like Trimble, Leica and Topcon, runs using the Windows Operating System. The implement of virtual machine running a Linux Operating System needs to create the environment of Windows Operation System to manage the GPS Network Software. Hardware keys, virtual USB, virtual network cards, and precise time servers are needed to maintain the performance and accuracy of the real time data. The result of this new technology is amazing especially in countries where the communication infrastructure is weak or unstable.

## RESUMEN

El sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés) desde la década de los 1990 ha impactado significativamente la industria mundial de la agrimensura comercial. Pero no a pesar de este significativo impacto en los últimos 15 años este crecimiento o impacto a crecido exponencialmente. Los sistemas de navegación por satélites GNSS (por sus siglas en inglés) presentan al presente y perfilan al futuro como una alternativa real en la metodología de la agrimensura por medio de la utilización de satélites. Países como los Estados Unidos, Alemania, Portugal, Japón, China y Puerto Rico y otros países adicionales han establecidos estaciones de referencia GPS estratégicamente localizadas y distribuidas con la encomienda de proveer corrección con precisión de centímetros a tiempo real utilizando la red de Internet. Un servidor de manejo central con capacidad de conexión a la red de Internet las 24 horas del día, utilizando un IP (por sus siglas en inglés) estático y un programa de computadoras

altamente sofisticado es el encargado de proveer a los usuarios por medio de TCP/IP (por sus siglas en ingles) los diferentes puertos de conexión y productos de corrección a tiempo real. Usando las nuevas tecnologías y capacidades computacionales el esfuerzo de implementar y crear una máquina virtual es una realidad y un nuevo horizonte en la infraestructura de una red GPS. El manejo de las comunicaciones, el adelanto de puertos, restablecimiento de fallas por sistema e historiales de situación, son sólo algunas de las ventajas en la implementación de las maquinas virtuales. Programas de computadora de procesamiento GPS a tiempo real como los de las compañías Trimble, Leica y Topcon trabajan utilizando la plataforma de operación de “Windows”. La implementación de una máquina virtual utilizando el sistema operativo “LINUX” necesita la capacidad de crear el ambiente “Windows” para manejar los anteriormente mencionados programas de manejo de redes de GPS. Licencias por medio de llaves USB (por sus siglas en inglés), USB virtuales, tarjetas de red virtual, y servidores de manejo de tiempo son necesarios para mantener la eficiencia y precisión de los datos a tiempo real. El resultado de la implementación de esta tecnología es sumamente sorprendente especialmente en países donde la infraestructura de comunicación débil o inestable.

# Virtual Machine for Geodetic Surveying

Mr. Carlos J. RODRÍGUEZ ROSARIO, Puerto Rico

## 1. INTRODUCCIÓN

Puerto Rico, una isla con gran desarrollo tanto económico como poblacional tiene la necesidad de servicios profesionales de alta calidad y rapidez. La rama de la ingeniería y la agrimensura es de vital importancia para el desarrollo de dicho país. La ingeniería y la agrimensura en toda su gama de especialidades se mantienen desarrollando reglamentos, procesos y metodologías para cumplir con la exigencias de alta competitividad y de un mercado globalizado.

Las profesiones tanto del posicionamiento como la del ingenio en su afán de agilizar sus largos, dificultosos proceso han creado una mezcla de tecnologías que permite en este caso en el cual estamos presentando la creación de una máquina virtual desarrollada en un ambiente operativo diferente al ambiente operativo de la maquina física en donde la misma opera. Esta nueva aplicación expande así las posibilidades del manejo efectivo de una red geodésica a través de un país y permite a su vez un incremento significativo en que la rapidez de los servicios

## 2. MÁQUINA VIRTUAL

Una maquina virtual es una programación que recrea la virtualización de un ambiente entre la plataforma de una computadora y su sistema operativo. Esto quiere decir que el usuario puede operar un programa en una maquina abstracta.

El significado original de una maquina virtual es el numero discreto de ejecuciones de ambientes idénticos en una simple computadora en la cual cada uno trabaja en su sistema operativo. Esto permite que una aplicación desarrollada para un sistema operativo pueda ser ejecutado en una maquina con un sistema operativo diferente. Uno de los usos de este tipo de tecnología es proveer a múltiples usuarios la ilusión de tener una computadora completa, unas de sus maquinas privadas, totalmente aislada de los otros usuarios y todo esto este proceso ejecutado en una simple maquina físicamente real. Otra de las ventajas de las máquinas virtuales es el proceso de encendido lo cual suele ser mucho más rápido que una máquina normal ya que hay procesos que realiza u omite como la inicialización de los componentes físicos.

### 2.1 Beneficios

#### 2.1.1 Aislamiento

Una de las razones primordiales para el desarrollo y la utilización de la virtualización de los sistemas es el aislamiento de diversas aplicaciones. El escenario ideal para un usuario es poder tener la opción de utilizar sus aplicaciones si funcionaran en una máquina, pero la

mayoría de las veces el hacer esto ocasiona iteraciones innecesarias y conflictos internos. En el caso de las empresas con redes GPS utilizadas como negocio se necesita el aislamiento para la estabilidad y seguridad del sistema. Las máquinas virtuales permiten el aislamiento de cada aplicación o de un grupo de aplicaciones manejado cada uno por su propio ambiente. Este tipo de tecnología de computadoras puede operar en una misma máquina física simplificando así el manejo de la infraestructura física del sistema y operando como máquinas totalmente independientes a la programación que se está operando. Para todos los efectos sin incluir el desempeño las máquinas virtuales son máquinas independientes. Si por alguna razón una máquina virtual detiene su operario por algún tipo de error las otras máquinas pueden continuar proveyendo servicios a los usuarios.

### 2.1.2 Estandarización

La estandarización es otro de los beneficios que provee las máquinas virtuales. Los elementos físicos del sistema están presentes para adivinar si el sistema operativo es uniforme, usualmente el procesador es el único que tiene la capacidad de acertar cual es el manipulador. Una plataforma de dispositivos físicos estándar reduce costos de mantenimiento y aumenta el intercambio de los recursos tecnológicos para poder alcanzar los objetivos o metas propuestas. Los diversos servidores pueden ser diferentes, pero la máquina virtual va a aparecer como la misma a lo largo de todos esos servidores.

### 2.1.3 Consolidación

Las máquinas virtuales también promueven y utilizan la consolidación. La consolidación de los servidores resulta en un manejo más fácil, lo cual representa una disminución de costos por elementos físicos del sistema. Es importante mencionar que la desventaja de la consolidación es el aumento de la susceptibilidad de una falla por los componentes físicos de la máquina. Sin embargo el impacto de las cosas negativas y el riesgo, puede ser mitigado con una configuración anti-falla donde la máquina virtual ubicada en dos máquinas físicas diferentes puede monitorearse una a la otra creando así el mecanismo de reemplazo instantáneo lo cual no requiere máquinas físicas adicionales. Esto es una gran ventaja ya que la configuración y el mantenimiento físico de una máquina es de mucho trabajo consumidor de tiempo y ordenado. Los servidores físicos son altos consumidores de energía, por lo cual la ventaja de las máquinas virtuales se traduce en un ahorro de energía.

### 2.1.4 Sistema rápido de prueba

Hacer pruebas en una máquina virtual en diferentes tipos de escenarios puede ser rápido. La mayoría de las máquinas virtuales hoy día pueden hacerse imágenes y poseen habilidades de actualización en su estado natural. Esto quiere decir que una máquina virtual puede detenerse, crear una imagen de la misma, ejecutar más operaciones en dicha máquina y luego retornar o actualizarse a su estado natural hasta tanto se decida con terminar la fase de prueba. Esta es una muy buena herramienta para el desarrollo de programación pero además de eso es altamente útil para el sistema de administración. Los administradores pueden crear imágenes del sistema y algunos programas los cuales pueden poseer diferentes configuraciones las

cuales pueden ser utilizadas para detectar desestabilización de los sistemas. Si la programación puede ser instalada y funciona correctamente el administrador puede ordenar que los cambios sean procesados por la máquina virtual. Si los cambios en el sistemas hace crear una falla o destruyen el sistema el administrador puede entonces retornar al sistema natural. Este tipo de maquinas facilitan los diferentes escenarios de prueba y permiten las redes virtuales

### 2.1.5 Portabilidad

La portabilidad entre diferentes máquinas físicas es una de las grandes ventajas del desarrollo de las máquinas virtuales. La mayoría de estas máquinas guardan su programación en un dicho ubicado en el ambiente creado para la misma como un simple archivo en el ambiente del servidor. La creación de imágenes y retornos a estados nativos son capacidades las cuales son implementadas guardando los cambios en diferentes archivos ubicados en el servidor. Teniendo un simple archivo en el ambiente nuevo creado promueve la movilidad de las máquinas virtuales. La transferencia de una maquina virtual a otra maquina física es tan fácil como transferir el archivo de disco virtual y alguna de las configuraciones a otra máquina física. La creación de una copia de la maquina virtual se logra transfiriendo la maquina virtual, en vez de mover los archivos. Múltiples desarrollos como una simple maquina virtual son mucho mas fáciles de archivar que muchos desarrollos de sistemas operativos en una misma máquina física.

## 2.2 Desventajas

### 2.2.1 Riesgo centralizado

Una de los retos para este tipo de sistema es la confianza en varias máquinas físicas. La centralización de los procesos crea riesgos altamente sensitivos. Anteriormente hemos mencionado que este tipo de riesgos puede ser reducidos con una configuración de maquinas virtuales las cuales se monitorean unas a otras localizadas en diferentes máquinas físicas. Las máquinas virtuales actualmente reducen el riesgo concentrado cuando de desarrolla una la configuración correcta. Comparando la configuración básica de una maquina física “x” con una máquina virtual “x” las cuales son monitoreadas entre ellas por una red, estas pueden alcanzar mucho mas fallas de configuración. La eficiencia puede ser 1.5x, 2x, 3x o mas dependiendo de las aplicaciones de la maquina virtual y las especificaciones físicas del servidor.

### 2.2.2 Costos

Una de las desventajas más significativas de las maquinas virtuales son el costo de las licencias. El costo en dólares de las licencias puede ser significativamente mucho mas alto que de los componentes físicos de la maquina dependiendo así de sus especificaciones. El costo de las licencia probablemente no es negociable para ninguna simple computadora. Xen no contiene cargos por licencia, pero actualmente solamente opera en el ambientes operados por Linux y solo puede manejar sistemas operativos emulados donde el código

primario esta disponible. Como restricción esto incluye Linux y BSD pero no Windows. Las limitaciones del sistema operativo emulado están siendo cambiadas por la compañía Intel con la nueva tecnología de virtualización y su rival AMD con la tecnología Pacifica. Ambos tendrán la capacidad de poder operar windows como sistema operativo emulado

### 2.2.3 Desempeño sacrificado

Las tecnologías de las máquinas virtuales añaden y sacrificio en desempeño cuando esta aplicando una capa adicional sobre los componentes físicos pero por debajo del sistema operativo emulado. El sacrificio del desempeño varia dependiendo de la programación usada de virtualización y el sistema operativo emulado el cual se desea aplicar

Dicho sacrificio resulta en la necesidad de adquirir componentes físicos adicionales y mucho más costosos. Esto es un factor que debe ser considerado al momento de introducir una aplicación en este tipo de tecnología. Para desarrollos vanguardistas y extensos como es el caso de las redes GPS esto incrementa el manejo, servicios y confiabilidad.

### 2.2.4 Soporte físico

Otra desventaja de la tecnología de las maquinas virtuales es el soporte de los dispositivos físicos tanto de dicha máquina como la del sistema operativo emulado. Siempre y cuando el sistema operativo emulado pueda soportar los dispositivos físicos esos se verán como dispositivos físicos virtuales presentes en la maquina virtual. Las dispositivos físicos en las maquinas virtuales soportan actualmente dos aspectos. El primero la maquina virtual que reconoce el servidor principal. Este generalmente no tiene comunicación con componente como el de redes, disco duro, tarjetas de video. La maquina virtual opera sobre el servidor el cual usualmente toma las ventajas del sistema operativo del servidor para poder tener comunicación con los dispositivos físicos. network card and the host environment's network card.

### 2.2.5 Licencias

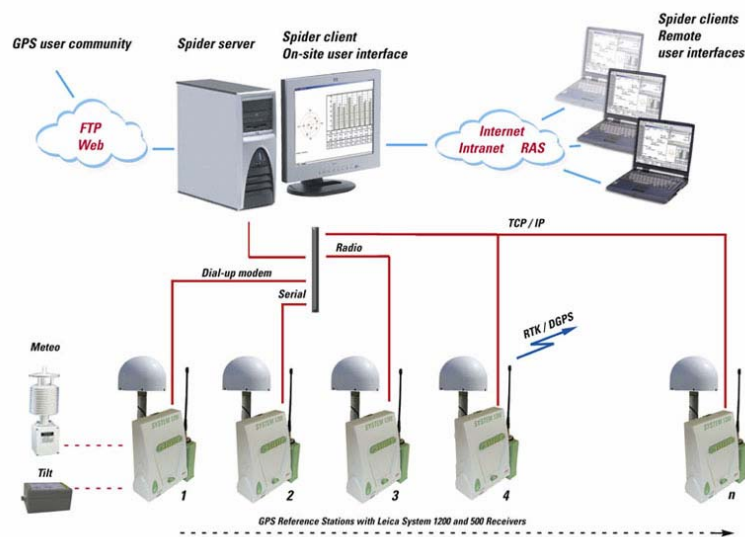
Otro de los retos mayores de las máquinas virtuales es la registración de licencias del sistema operativo emulado dentro otro sistema operativo. En el caso de las maquinas virtuales para aplicación de GPS a tiempo real, como es el caso de la red “Puerto Rico Vernix RTK Network”, la licencia esta basada en un equipo de USB el cual contiene las licencias para la aplicación del programa Leica Spider. Esta licencia debe ser capturada desde un USB físico al ambiente creado para la aplicación de GPS a tiempo real.

### 2.2.6 Selección de opción correcta

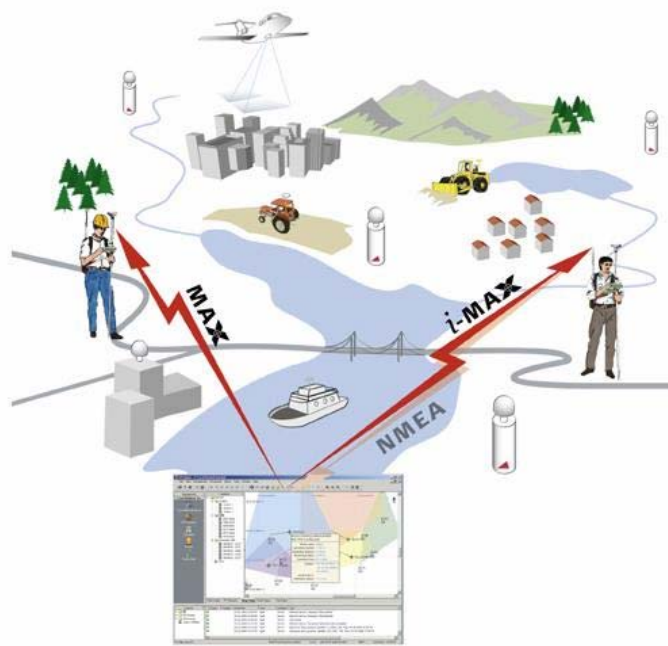
El reto al desarrollarla tecnología para una máquina virtual es pesar y comparar los beneficios contra los recursos económicos necesarios. Dichas máquinas mejoran la utilización, facilidades de manejo, reducciones en tiempo de falla y promueven la movilidad de las aplicaciones en diversos escenarios.

### 3. APLICACIÓN DE GPS EN PUERTO RICO

El uso de una maquina virtual para las aplicaciones de GPS a tiempo real en Puerto Rico marca un avance en la tecnología de esta índole ya que permite a los usuarios la exclusividad, eficiencia y confiabilidad de los datos recopilados a tiempo real. En Puerto Rico la compañía Vernix Engineering Corporation, empresa dedicada a la ingeniería civil y agrimensura, se ha dedicado en el ultimo año y medio al desarrollo de la primera Red de GPS con ajuste a tiempo real en Puerto Rico. Para lograr esto fue necesaria la adquisición de varias antenas de GPS de doble frecuencia, un servidor de computadoras con capacidad para ejecutar todos los procesos, archivar la información generada, y un programa de computadoras que tuviese la capacidad de computar, modelar y transmitir correcciones a tiempo real por medio de la red de Internet. A continuación le presentamos un esquemático del proceso de posicionamiento a tiempo real.



**Figura 1:** Arquitectura de una red geodésica GPS.



**Figura 2:** Procesos de una red GPS a tiempo real.

El uso de la tecnología correcta junto al desarrollo de las primera maquina virtual para aplicaciones de GPS en Puerto Rico ha permitido que la adquisición de datos a tiempo real por medio de una red geodésica robusta y una infraestructura de telefonía móvil es una confiable y precisa. A continuación estamos presentando una tabla comparativa entre los valores medidos en puntos de control utilizando la red proveedora de servicios de GPS Vernix Engineering RTK Network y los valores computados por el Nacional Geodetic Survey (NGS pos sus siglas en inglés), Agencia Federal responsable de realizar dicha tarea .

| Estación       | GPS-13    |                                   |             |         |
|----------------|-----------|-----------------------------------|-------------|---------|
| Red            | CDMA      | <b>Medidas a tiempo Real</b>      |             |         |
| T/SIG (seg)    | 14        | Norte                             | Este        | Elev.   |
| T/PA (seg)     | 18        | 242403.8298                       | 125328.8334 | 18.3029 |
| L. Base (mts.) | 3,820.627 | <b>Coordenadas NGS Publicadas</b> |             |         |
| Calidad H      | 0.0056    | Norte                             | Este        | Elev.   |
| Calidad V      | 0.0114    | 242403.813                        | 125328.816  | 18.28   |
| Formato        | Leica     | <b>Diferencias</b>                |             |         |
| Obs (seg)      | 60        | 0.0168                            | 0.0174      | 0.0229  |

| Estación       | GPS-27     |                                   |             |       |
|----------------|------------|-----------------------------------|-------------|-------|
| Red            | CDMA       | <b>Medidas a tiempo Real</b>      |             |       |
| T/SIG (seg)    | 9          | Norte                             | Este        | Elev. |
| T/PA (seg)     | 16         | 249512.4695                       | 122687.2028 | 2.33  |
| L. Base (mts.) | 11,249.421 | <b>Coordenadas NGS Publicadas</b> |             |       |
| Calidad H      | 0.0071     | Norte                             | Este        | Elev  |
| Calidad V      | 0.0124     | 249512.465                        | 122687.182  | 2.428 |
| Formato        | Leica      | <b>Diferencias</b>                |             |       |



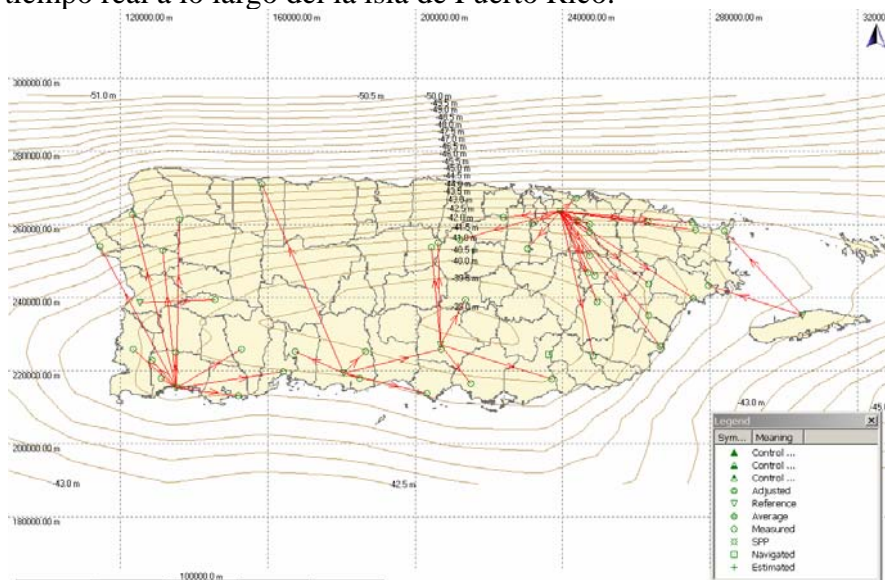
|                  |               |        |        |       |
|------------------|---------------|--------|--------|-------|
| <b>Estación</b>  | <b>GPS-13</b> |        |        |       |
| <b>Obs (seg)</b> | 60            | 0.0045 | 0.0208 | 0.098 |

|                       |               |                                   |             |        |
|-----------------------|---------------|-----------------------------------|-------------|--------|
| <b>Estación</b>       | <b>GPS-34</b> |                                   |             |        |
| <b>Red</b>            | CDMA          | <b>Medidas a tiempo Real</b>      |             |        |
| <b>T/SIG (seg)</b>    | 8             | Norte                             | Este        | Elev.  |
| <b>T/PA (seg)</b>     | 13            | 246369.3315                       | 121430.9503 | 4.0132 |
| <b>L. Base (mts.)</b> | 8,717.744     | <b>Coordenadas NGS Publicadas</b> |             |        |
| <b>Calidad H</b>      | 0.0088        | Norte                             | Este        | Elev.  |
| <b>Calidad V</b>      | 0.0153        | 246369.327                        | 121430.928  | 4.094  |
| <b>Formato</b>        | Leica         | <b>Diferencias</b>                |             |        |
| <b>Obs (seg)</b>      | 60            | 0.0045                            | 0.0223      | 0.0808 |

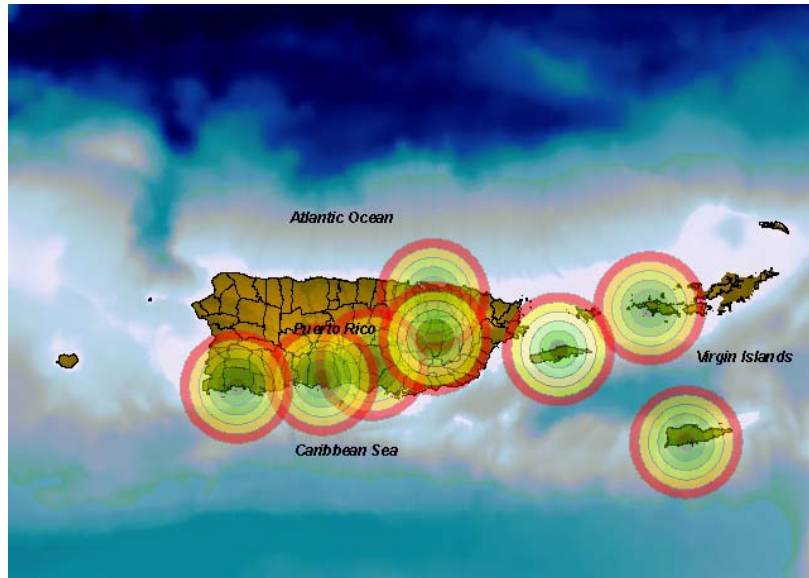
\*Nota:

- T/SIG significa el tiempo en segundo para recibir la primera corrección con calidad submétrica.
- T/PA significa el tiempo en segundo para recibir la corrección precisa al centímetro
- L. Base significa línea base desde la antena GPS de referencia hasta el usuario a tiempo real
- Calidad H y calidad V significa calidad horizontal y vertical respectivamente

El uso de esta tecnología ciertamente permite una flexibilidad enorme en diversos tipos de trabajos y bajo diferentes condiciones atmosféricas permitiendo así que otros grupos de profesionales que trabajan en ramas afines o relacionadas comiencen a utilizar estos tipos de servicios como parte de sus trabajos. Algunas de las ramas afines al uso de esta tecnología lo pueden ser, biólogos, geólogos, ingenieros, agrimensores, sociólogos entre otros. A continuación presentamos la figura número 6 la cual muestra trabajos de posicionamiento realizados a tiempo real a lo largo del la isla de Puerto Rico.



**Figura 3:** Diagrama de posicionamiento a tiempo real realizados con Red GPS en Puerto Rico



**Figura 4:** Red GPS a tiempo real en Puerto Rico

#### 4. CONCLUSIÓN

La implementación de estas nuevas tecnologías han suplementado en muy poco tiempo muchas de las técnicas tradicionalmente empleadas por este tipo de profesión. El avance de esta nueva tecnología permite el desarrollo y la actualización de procesos en beneficio al posicionamiento por red de GPS a tiempo real. El buscar nuevas aplicaciones mediante el uso del desarrollo de máquinas virtuales provee alternativas para soluciones más efectivas en problemas de funcionamiento efectivo experimentados por los profesionales del posicionamiento.

#### REFERENCIAS

- Silberschatz, Abraham; Galvin, Peter Baer; Gagne, Greg (2004). *Operating System Concepts*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons
- Deitel, Harvey M.; Deitel, Paul; Choffnes, David (2004). *Operating Systems*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall
- Jim, Jr. Smith, Ravi Nair, James E. Smith , *Virtual Machines: Versatile Platforms For Systems And Processes*, Publisher Morgan Kaufmann Publishers, May 2005

## **NOTAS BIBLIOGRAFICAS**

### **Carlos J. Rodríguez Rosario**

Academic experience: Bachelor's degree in Land Surveying (2002) and Civil Engineering bachelor's degree (2003) at the University of Puerto Rico at Mayagüez

Professional Standing: Professional Land Surveyor and Civil Engineer in Training  
Member of Puerto Rico College of Engineers and Land Surveyors

Current position: Associates of Vernix Engineering at Mayagüez, Puerto Rico since 2005.

Practical experience: Topography, geodetic leveling, route location, project stakeout, as-built plans, legal boundary survey, GPS static and RTK Surveys, GIS, CAD specialist, coastal surveys, hydrographic surveys, landuse mapping, land development, project management, tsunami evacuation map specialist among others.

#### Participation in Activities:

July 2000: Italy Study travel (3 credits in history and art of Italy)

March 2001: Regional and Southeast ASCE Civil Engineering Competition, Alabama, US

April 2002: Regional and Southeast ASCE Civil Engineering Competition, Florida, US

October 2002: FIG Conference Mayagüez, Puerto Rico

November 2004: NGS Convocation Washington, US

March 2005: COINAR Congress San Juan, Puerto Rico

October 2005: COPIMERA Congress La Habana, Cuba

March 2006: COINAR Congress San Juan, Puerto Rico

April 2006: ACSM Annual Conference, Florida, US

October 2006: 2006 FIG International Conference, Munich, Germany

October 2007: COPIMERA International Conference, Lima, Peru

## **CONTACTO**

Mr. Carlos J. Rodríguez, PE, PLS

Vernix Engineering Corp.

Frank Souffront Street # 617

Urb. Río Cristal

Mayagüez

PUERTO RICO

Tel. + 1 787 833 9918

Fax + 1 787 833 9918

Email: carlos\_rodriguez@vernixeng.com

Web site: www.vernixeng.com