

# DGPS Estaciones de Transmisión

## Una Nueva Generación de Estaciones de Transmisión DGPS

Robin E. Franko, *Leica Geosystems Inc., Torrance*

Satish K. Mittal, *Leica Geosystems Inc., Torrance*

Thomas A. Stansell, *Leica Geosystems Inc., Torrance*

Richard Harris, *AMSA*

Eddy D'Amico, *AMSA*

Stewart Cannon, *Consultor*

Leica Geosystems, Torrance

Septiembre de 1998

# Una Nueva Generación de Estaciones de Transmisión DGPS

Robin E. Franko, *Leica Geosystems Inc., Torrance*

Satish K. Mittal, *Leica Geosystems Inc., Torrance*

Thomas A. Stansell, *Leica Geosystems Inc., Torrance*

Richard Harris, *AMSA*

Eddy D'Amico, *AMSA*

Stewart Cannon, *Consultor*

## BIOGRAFÍAS

Robin Franko, ingeniero experta y decano del grupo es la responsable del desarrollo de los sistemas de corrección local *Beacon Systems* DGPS y de los receptores GPS para el ambiente Marino. Ella se graduó de licenciatura en Matemáticas y Ciencias Computacionales en 1980 de la Universidad del Estado de California en Long Beach. Robin ha estado trabajando en Leica y Magnavox por 17 años, donde ha tenido una gran participación en el desarrollo del Sistema Integrado de Navegación Series 5000

Satish Mittal es el Gerente de Producto para los Sistemas Diferenciales GPS incluyendo los sistemas de corrección local *Beacon Systems* DGPS en Leica. Satish recibió el grado de Ingeniería Eléctrica en 1974 y la Maestría en 1976, ambas de la Universidad Banaras Hindu en la India. En 1986 obtuvo una maestría adicional en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Toronto en Canadá. Él tiene más de 15 años de experiencia en varias disciplinas de la electrónica marina incluyendo el desarrollo de los sofisticados sistemas de navegación integrados a gran escala y los sistemas DGPS.

Tom Stansell es Vicepresidente de la compañía *Leica Geosystems* en Torrance, California, en donde ha estado involucrado en el desarrollo tecnológico y en las relaciones estratégicas de la misma compañía. Tom se graduó de Ingeniería Eléctrica en 1957 y obtuvo el grado de Maestría en el mismo ramo en 1964, ambos de la Universidad de Virginia. Él participó en el desarrollo del Sistema de Navegación Satélite de Tránsito en el Laboratorio de Física Aplicada en Hopkins. En Magnavox, él dirigió el desarrollo de muchos productos GPS y de Tránsito, además de la tecnología implícita. Él es autor de muchos documentos técnicos y recibió el premio *ION Weems* en 1996 por contribuciones continuas en el arte y la ciencia de la navegación.

Richard Harris terminó su licenciatura en Comunicaciones y en Ingeniería Eléctrica en 1984 y su Ph.D. en Ingeniería Eléctrica en 1996 en la Universidad de Queensland, Australia. Después de trabajar para el Gobierno Australiano, en el Departamento de Aviación y Defensa, en 1989 Richard se unió a la Autoridad de Seguridad Marítima Australiana (AMSA), organización vinculada al Departamento de Transporte y Comunicaciones. Actualmente él es el Gerente de Ingeniería de Proyectos con Operaciones de Ingeniería de Mantenimiento a la vez.

Edmondo D'Amico es ingeniero y ha estado trabajando para la Autoridad de Seguridad Marítima en los últimos tres años y medio. Previo a esto y por seis años, él estuvo trabajando en las transmisiones de radio y televisión. Actualmente él es el ingeniero de sistemas para el programa DGPS de la Autoridad de Seguridad Marítima Australiana y él es la autoridad técnica experta en GPS y DGPS. Él obtuvo el grado de Ingeniería en Comunicaciones de la Universidad de Canberra (UCAN), en 1989 y esta próximo a terminar el grado de Maestría en la misma institución.

Stewart Cannons se graduó de la Universidad de New Brunswick en 1980 de Ingeniero en Agrimensura. Él tiene más de 18 años de experiencia en el diseño y desarrollo de sistemas integrados de navegación con aplicaciones comerciales y militares. Durante toda su carrera, Stewart ha estado involucrado en las operaciones a mar adentro por todo el mundo. Dirigió la arquitectura de software objeto-orientada para navegación integrada y el sistema de administración de datos para la Corporación Pelagos. Actualmente él es el Vicepresidente de Racal Survey Ltd., y se encuentra a cargo del desarrollo del software de esta compañía a nivel mundial.

## ABSTRACTO

Basado en la experiencia práctica de tres Estaciones de Transmisión Diferenciales GPS (DGPS) experimentales y de una evaluación cuidadosa hacia las futuras necesidades, la Autoridad de Seguridad Marítima Australiana (AMSA) ha preparado una especificación para una red avanzada DGPS. La red especificada podrá ubicarse dentro de los estándares internacionales, es simple de instalar, fácil de operar, remota y localmente, y podrán proveer una precisión excelente y una habilidad operacional aún bajo condiciones adversas. Los requerimientos emergentes para las necesidades iniciales de las tres Estaciones de Transmisión fueron una Estación de Transmisión provisional (para propósitos de entrenamiento y mantenimiento), hardware y software para actualizar las Estaciones de Transmisión experimentales existentes, y cuatro Estaciones de Control.

En mayo de 1996, AMSA asignó el contrato a Leica, y todo lo referente a la Transmisión y las Estaciones de Control fueron instaladas en 1997. En marzo de 1998, se declaró operacional sólo una de las tres Estaciones de Transmisión experimental. Se comisionaron las otras dos Estaciones de Transmisión experimental, pero aún no han sido declaradas operacionales. En base a la excelente ejecución de los sitios instalados se planteó la opción para cuatro Estaciones de Transmisión adicionales, que se comisionarían para finales de Noviembre de 1998.

AMSA utiliza la cuarta Estación de Control para monitoreo remoto y control de las Estaciones de Transmisión DGPS. Además utiliza una versión portátil del software para la Estación de Control en Windows 95 para mantenimiento y acceder la red AMSA vía módem donde quiera que el personal viaje en Australia.

Se utiliza Windows NT para el resto del software de sistema, con el cual se toma completa ventaja de la capacidad multitareas de éste. El usuario maneja una interfaz en Windows, lo que hace la operación de éste poderoso sistema, simple, intuitivo y fácil de absorber.

Las Estaciones de Transmisión están disponibles en receptores de referencia sencilla o en doble frecuencia GPS y una integridad de monitoreo de sencilla frecuencia GPS. Los receptores de referencia y la integridad de monitoreo se encuentran dentro de los últimos RSIM y RTCM estándares de mensaje, son extremadamente resistentes y se diseñaron para operaciones continuas sin supervisión constante.

En general, el diseño proporciona una completa solución ya que cuenta con una integridad de monitoreo continuo, virtualmente sin interrupciones o fallas, y el cual es de fácil instalación, mantenimiento y operación. Este documento describe esta nueva generación del Sistema

DGPS, sus aptitudes y además el excelente campo de ejecución de la red DGPS Australiana.

## INTRODUCTION

La Autoridad de Seguridad Marítima Australiana (AMSA), es la administración marítima primaria en Australia y le ha sido asignado legalmente por el Gobierno Federal el incrementar la seguridad de los marinos y embarcaciones, así mismo proteger el ambiente Marino de la contaminación. Bajo esta premisa, AMSA identificó la necesidad del servicio DGPS para proporcionar la información de posicionamiento más precisa de las embarcaciones cerca de la línea costera. En 1994, AMSA instaló tres Estaciones de Transmisión DGPS experimentales para investigar la capacidad de ejecución en varias localidades bajo condiciones prácticas.

En octubre de 1995, AMSA emitió el Requerimiento para Consideración RFT (*Request For Tender*) para la adquisición del sistema operacional DGPS. Debido a la naturaleza crítica del proyecto, AMSA encomendó a Connell Wagner Pty. Ltd. (grupo independiente reconocido internacionalmente en el ramo por su gran experiencia) el asistir en el desarrollo de las Especificaciones Técnicas. Las opiniones de esta compañía fueron esenciales para AMSA, las cuales asintieron que el Sistema DGPS debe seguir los estándares relevantes prevalecientes y recomendaciones de las siguientes organizaciones: Comisión para los Servicios Marítimos Radio Técnicos RTCM (*Radio Technical Commission for Maritime Services*), Asociación Internacional de Autoridad de Faros IALA (*International Association of Lighthouse Authorities*), y Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU (*International Telecommunications Union*). Para así asegurar que el equipo de a bordo en embarcaciones internacionales podrá ser capaz de recibir y usar el servicio DGPS de AMSA.

AMSA convocó a una junta de consejo interno para la revisión de todas las propuestas y evaluarlas, para ello comprometió a Connell Wagner analizar las respuestas técnicas. En mayo de 1996, AMSA otorgó el contrato a *Leica Geosystems Inc.* para proporcionar e instalar cuatro Estaciones de Transmisión DGPS (tres operacionales y una provisional), cuatro Estaciones de Control, y el equipo para actualizar las tres Estaciones de Transmisión experimentales existentes.

Las primeras instalaciones estuvieron en Sydney (Julio de 1997), Mackay (Septiembre de 1997), y en Cape Flattery (Febrero de 1998). Basados en la excelente ejecución, AMSA ha planteado la opción de comprar cuatro Estaciones adicionales, las cuales se asignarán a finales de 1998 en Ingham, Gladstone, Lockhart River, y Brisbane. Esto proporcionará cobertura completa a la costa de

Queensland y a las principales entradas de la Gran Barrera Acantilada (*Great Barrier Reef*).

En Febrero de 1998, AMSA declaró éste servicio DGPS operacional.

Leica desarrollo la red de sistema de corrección local DGPS *Beacon System* basado en las especificaciones de AMSA y en 25 años de experiencia en el desarrollo, ingeniería, y aplicación de GPS.

## **DISEÑO DEL SISTEMA - GENERALIDADES**

Cada Estación de Transmisión DGPS esta dentro de una red de otras Estaciones de Transmisión y Estaciones de Control, las cuales proveen correcciones DGPS a los usuarios de la región vía señales de radiofaros marinos. Los radiofaros marinos operan de 283.5 a 325.0 KHz banda de frecuencia, y las correcciones por modulación de la dirección guía normal de transmisión DGPS encuentran la señal con la información corregida por DGPS.

Los mensajes de corrección son transmitidos a través de una Estación de Transmisión. Cada Estación de Transmisión esta equipada con tres receptores GPS, de los cuales uno se encuentra activo. El segundo es un Receptor de Referencia de respaldo, que a su vez generan los mensajes DGPS. El tercer Receptor GPS es para Monitoreo de Integridad, el cual navega hacia lugares conocidos usando las correcciones recibidas DGPS para proporcionar un chequeo independiente de calidad en las correcciones de Transmisión DGPS. El resultado de estas pruebas se reporta en el estado de información contenida en el encabezado de los mensajes DGPS (RTCM). Si el Monitoreo de Integridad detecta una falla en el Receptor de Referencia primario, el software de la Estación de Transmisión cambiará automáticamente al Receptor de Referencia de respaldo.

Potencialmente se pueden tener muchas Estaciones de Transmisión sin personal en el lugar. Estas se encuentran directamente monitoreadas y controladas por unas cuantas Estaciones de Control que cuentan con personal las 24 horas al día, de las cuales solo se requiere ocasional intervención humana. Las Estaciones de Control están conectadas a las Estaciones de Transmisión por una Red de Comunicación de Área Amplia y enlazadas a una conexión de módem y teléfono como respaldo. Físicamente, las Estaciones de Control consisten de una persona encargada del equipo de computo, con dos impresoras una para alarma y la otra para generación de reportes. El Software de las Estaciones de Control, operan bajo Windows NT, el cual permite a un operador monitorear la red entera de Estaciones de Transmisión y responder rápidamente y efectivamente en caso de problemas. Adicionalmente, una versión del software de las Estaciones de Control se ejecuta bajo Windows 95, lo

que permite al personal autorizado trabajar en el monitoreo y control desde otras localidades como es apropiado.

## **DISEÑO DEL SISTEMA - HARDWARE**

El sistema de corrección local DPGS *Beacon System* de AMSA consta de un número de Estaciones de Control vinculadas a las Estaciones de Transmisión despobladas vía comunicación en red. Las Estaciones de Transmisión están instaladas en puntos estratégicos de la línea costera Australiana, y las Estaciones de Control están instaladas en sitios operacionales regionales. Todo el equipo opera continuamente, además, se usa como vínculo de comunicación una red de área amplia.

### **Estaciones de Transmisión**

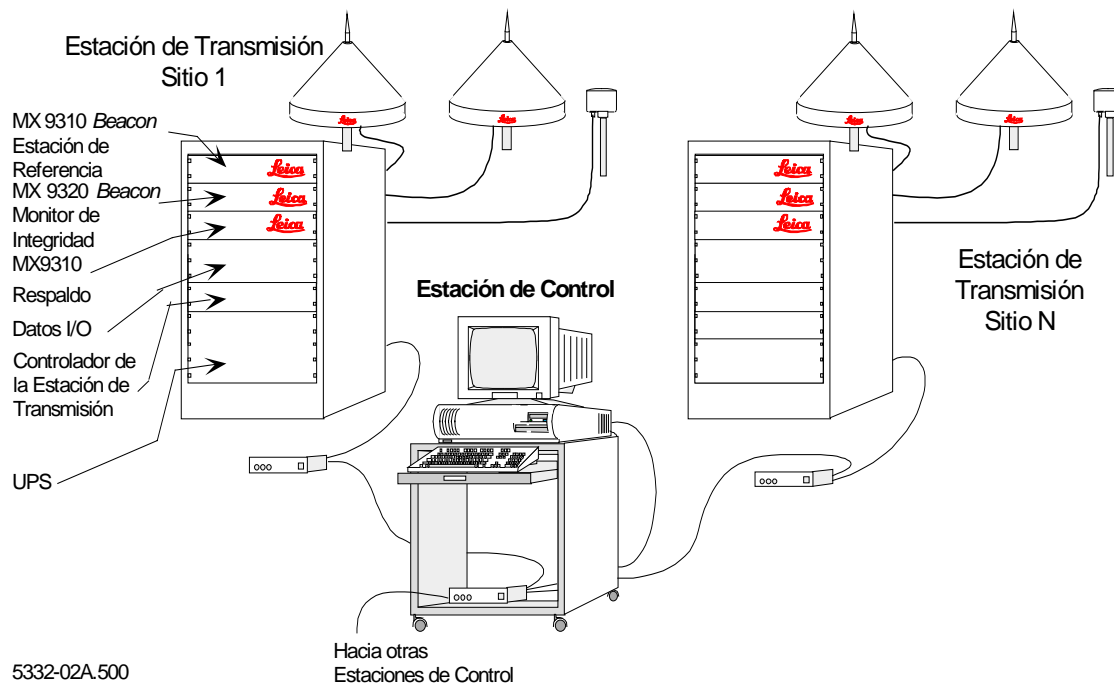
Una Estación de Transmisión (como se muestra en la figura 1) consiste de dos Estaciones de Referencia MX9310 *Beacon* (cada uno contiene un Receptor de Referencia GPS y un Modulador MSK *Beacon*), un Monitor de Integridad MX9320 *Beacon* (Receptor de Integridad GPS y receptor/demodulador DGPS), de Datos I/O que interconectan y cambian los elementos del sistema, el Controlador de las Estaciones de Transmisión el cual se encuentra en la computadora de control, y un suministro de energía ininterrumpible (*UPS*) con batería de respaldo y conductores duales *Beacon* (no se muestran en la fig.). El Controlador de la Estación de Transmisión opera la Estación de Transmisión, el cual reporta y recibe instrucciones de las Estaciones de Control habitados.

La red de Transmisión Australiana consiste de siete Estaciones de Transmisión (incluyendo la estación provisional), cada una esta conectada a una Estación de Control regional habitada, la conexión es vía una red de área amplia y con líneas de respaldo de marcación directa vía módem. Las Estaciones de Transmisión envían correcciones DGPS continuamente e información concerniente al usuario. Se cuenta con equipo adicional, para casos aun de simples falla, de tal manera que éste sea fácilmente reemplazado y la transmisión no se altere. En general, las Estaciones de Transmisión operan automáticamente, reportándose a las Estaciones de Control periódicamente, o si ocurre una condición de falla o error fuera de tolerancia.

Los Controladores de las Estaciones de Transmisión están diseñados y programados para operar las Estaciones de Transmisión automáticamente y con completa integridad, incluyendo la solución a la mayoría de los problemas que se presentan al cambiar entre los componentes del equipo con el equipo adicional. Esto se debe a que no se puede garantizar la comunicación con las Estaciones de Control contra la falla de la red de comunicación, aun por periodos cortos de tiempo, y no se debe exponer el envío de las precisas y veraces correcciones DGPS.

# Autoridad de Seguridad Marítima Australiana

## Diagrama Bloque del Sistema



**Figura 1. Diagrama Bloque del Sistema**

Cada Estación de Transmisión monitorea continuamente sus propias transmisiones por medio de un Monitor de Integridad *Beacon*. El Monitor detecta fallas o condiciones fuera de tolerancia que alteraran el estado de la transmisión, para luego ser modificados. Entonces, automáticamente se notifica a la Estación de Control y al navegante. Si todos los monitoreos de transmisión directa se pierden, la estación continuará la transmisión en modo “no monitoreado”, informando a los usuarios el estado actual. Además, la Estación de Transmisión se puede controlar remotamente a través de la Estación de Control o por un operador en el lugar.

Las funciones de la Estación de Transmisión DGPS son:

- Cálculo y transmisión de las correcciones DGPS.
- Transmisión de los pronósticos guía e información del estado de la estación de referencia.
- Detección de fallas tanto DGPS como del equipo de transmisión *Beacon* o ambas, con transferencia automática hacia el equipo extra sin demoras y transmisión de mensajes de alarma hacia la Estación de Control.
- Monitoreo y registro de bitácora de los datos estadísticos de desempeño. Estos datos se envían periódicamente a la Estación de Control. Si ocurre una situación fuera de tolerancia, el sistema emite un

aviso a los usuarios locales y notifica a la Estación de Control.

### **Rendimiento**

La red DGPS AMSA ha sido diseñada para maximizar el rendimiento del sistema, virtualmente sin interrupciones o fallas. Leica ha mejorado el rendimiento del sistema de las siguientes maneras:

- Extra funciones de sistema.
- Unidad de energía alterna (UPS) como respaldo durante fallas de la energía eléctrica.
- Continuo monitoreo bajo periodos de tiempo determinado del estado actual de la computadora del Controlador de la Estación de Transmisión.
- Operación automática de las Estaciones de Transmisión.
- Notificación automática para el usuario de los cambios en las correcciones DGPS.
- Múltiples métodos de comunicación para controlar y monitorear las Estaciones de Control desde localidades remotas.
- Mantenimiento con mínimas interrupciones y fallas.

La Redundancia de las principales funciones se considera fundamental para asegurar que la operación del sistema continuará sin interrupción en casos de falla del hardware.

Cada Estación de Transmisión contiene dos MX 9310 Estaciones de Referencia *Beacon*, un MX 9320 Monitor de Integridad *Beacon*, un Controlador de la Estación de Transmisión, y Transmisores duales *Beacon*. Cada Estación de Referencia incluye un modulador MSK, el cual también se puede cambiar para alimentar los transmisores *Beacon*.

El Monitor de Integridad MX 9320 *Beacon*, continuamente monitorea la calidad de la transmisión DGPS al recibir las correcciones de Transmisión, aplicándolas, y comparando la solución de la navegación resultante con la posición conocida. En éste proceso, el Monitor de Integridad monitorea la disponibilidad y geometría del satélite GPS, las correcciones sin error y la calidad DGPS, la presencia de la señal DGPS, y el nivel de poder transmitido. Cuando se detecta cualquier condición de 'alarma', se envía inmediatamente un mensaje de alarma al Controlador de la Estación de Transmisión para respuesta local así como a la Estación de Control.

Ambas Estaciones de Referencia permanecen completamente funcionales y están conectadas a uno de los dos transmisores. Al equipo que actualmente transmite las correcciones se le llama activo o unidad primaria y al otro se le conoce como respaldo o unidad pasiva. El segundo juego de hardware trabaja como respaldo listo para ser activado en cualquier momento. Si por cualquier razón, las transmisiones DGPS se empiezan a alterar, la unidad de respaldo se activa automáticamente desde el Controlador de la Estación de Transmisión o manualmente desde la Estación de Control usando el presente criterio.

Cualquier falla que resulte en una pérdida de señal hacia el transmisor *Beacon* o un significativo decremento en la potencia de salida, provoca que el sistema cambie automáticamente del transmisor número uno hacia el número 2. El Controlador de las Estaciones de Transmisión monitorea a las Estaciones de Referencia, Monitores de Integridad, Moduladores y Transmisores, para detectar cualquier falla que ocurra en cualquiera de estos sistemas.

En caso de grandes fallas de energía en la Estación de Transmisión, el Controlador de la Estación de Transmisión tiene suficiente tiempo para establecer contacto con la Estación de Control y reportar el problema, ya que cuenta con una batería de respaldo (UPS). Adicionalmente, el Controlador de la Estación de Transmisión tiene integrado un *watchdog timer*, el cual reinicializa el Controlador de la Estación de Transmisión automáticamente al momento en que la actividad se suspende, para así proporcionar una operación autónoma.

Se mantiene la transmisión de corrección DGPS en caso de falla ya sea del CPU o del vínculo de comunicación.

Aunque las Estaciones de Referencia están controladas desde el Controlador de la Estación de Transmisión, éstas están diseñadas para trabajar sin ser atendidas físicamente. Si llegará a ocurrir una falla, la cual requiere un cambio del Transmisor *Beacon* o de Estación de Referencia, pero debido a la falla, el cambio no toma efecto, entonces la Estación de Referencia continua operando pero en estado 'desfavorable'.

Un aspecto de confiabilidad es la calidad de las correcciones DGPS transmitidas al usuario. Para ello se proporciona una indicación de calidad en la cabecera del mensaje RTCM con las condiciones de la información transmitida. Como parte del diseño del sistema, se mantiene un ciclo de retroalimentación desde el Monitor de Integridad directamente hacia ambas Estaciones de Referencia. Se transmiten periódicamente mensajes de retroalimentación desde el Monitor de Integridad hacia las Estaciones de Referencia indicando una de las siguientes condiciones:

- Correcciones DGPS OK
- Fuera de Tolerancia DGPS (Estación de Referencia Desfavorable)
- Estación de Referencia No Monitoreada

Los resultados de retroalimentación de entrada hacia la Estación de Referencia se reflejan en los subsecuentes mensajes transmitidos RTCM. El estado de *Correcciones DGPS OK* se transmite cuando el Monitor de Integridad ha reportado que las Correcciones DGPS han pasado todas las revisiones de calidad. Si la posición de error en el Monitor de Integridad excede la tolerancia especificada por el usuario, el estado de condición RTCM deberá indicar *Estación de Referencia Desfavorable*. La *Estación de Referencia No Monitoreada* puede ocurrir por una variedad de razones:

- La Estación de Referencia no esta recibiendo mensajes de retroalimentación del Monitor de Integridad.
- El Monitor de Integridad esta recibiendo la información DGPS, pero no puede validarla.
- La Estación de Referencia no esta recibiendo mensajes de retroalimentación del Monitor de Integridad (mínimo uno por hora), estos mensajes identifican aquellos satélites que serán rastreados por el Monitor de Integridad.

Al momento en que el Monitor de Integridad detecta a un satélite, ese satélite es identificado automáticamente por la Estación de Referencia y por el Monitor de Integridad como parte de la retroalimentación automática entre el Monitor de Integridad y la Estación de Referencia. Si se detecta alguna anomalía en una de las señales del satélite, se brinca la retroalimentación periódica y el Monitor de Integridad genera un mensaje inmediato para informar la condición de la Estación de Referencia.

Los mensajes para el operador en tiempo-real forman parte del sistema de diseño. Los mensajes indicando inminentes cambios de estado, señales pobres del satélite, etc., son interpretados por el usuario y se pueden generar a cualquier hora. Estos mensajes permiten al operador notificar a los usuarios DGPS de condiciones importantes en modo oportuno.

Además, la completa integridad de cualquier sistema debe incluir al usuario. El equipo empleado por el usuario debe ser capaz de detectar los cambios de la condición de la Estación de Referencia e informarla al usuario. Las correcciones no favorables nunca deberán ser aplicadas por el usuario del equipo, y las correcciones 'no monitoreadas' deberán ser cuidadosamente revisadas. Desafortunadamente, algunos usuarios del equipo prestan muy poca o nada de atención a estos mensajes de integridad. El equipo a bordo Leica proporciona a los usuarios completa integridad del sistema con alarmas en el sistema, reportando los cambios de condición en la Estación de Referencia, y analizando continuamente medidas y correcciones inválidas.

Se utilizan Métodos de comunicación múltiple para proporcionar seguridad adicional por monitoreo y controlar los sitios de Estaciones de Transmisión. El Controlador de la Estación de transmisión y la Estación de Control fueron desarrolladas para soportar dos vínculos de comunicación:

- Conexión Ethernet hacia un router Cisco –usando protocolo TCP/IP;
- Módem de marcación directa vía un puerto de datos RS-232.

Se cuenta con éstos dos medios de comunicación en caso de que alguno falle, se tiene el respaldo del otro.

El protocolo de comunicación dentro de la Estación de Transmisión entre el equipo GPS y el Controlador de la Estación de Transmisión adhiere al Monitor de Integridad de la Estación de Referencia (RSIM) una especificación desarrollada por la RTCM y endosada por la IALA

El Mantenimiento de la red DGPS de AMSA es un importante factor de diseño, cuando se requiere, éste debe ser rápido y fácil, causando mínimas interrupciones y fallas a la estación. Aunque el hardware de la computadora para el Controlador de la Estación de Transmisión y la Estación de Control y porciones de la red DGPS se proveen en el mercado como plataformas estándares, éstos también pueden fallar. Como resultado, cada sistema contiene un CD ROM drive (con interface SCSI) que permite a técnicos actualizar y configurar el completo sistema operativo Windows NT en menos de 20 minutos. Ya que la red DGPS corre bajo Windows NT, los técnicos no se consternan al cargar los apropiados drives SCI para el CD ROM, ya que Windows NT carga

automáticamente los drives de los dispositivos conectados al momento de arrancar. De tal manera que los técnicos simplemente conectan el cable al puerto SCSI y reinician el sistema. Windows NT se encarga del resto.

El mantenimiento desde el punto de vista tiempo-real es una característica del sistema. El usuario puede reinicializar desde cualquiera de los receptores GPS localizados en la Estación de Transmisión, tanto localmente o desde un sitio remoto. Las líneas digitales I/O conectadas a cada dispositivo le dan al usuario el control de encender, o reinicializar varias funciones de hardware (sistemas de alarma, puertas de seguridad, etc.)

## **DISEÑO DEL SISTEMA - SOFTWARE**

Los Sistemas *Beacon* DGPS AMSA están basados en un diseño que permite flexibilidad, fácil uso, y proporciona futura expansión. El sistema soporta lenguajes de programación de alto nivel (C o Pascal) y cuenta con protección de memoria. Se han incorporado a la perspectiva Leica la administración de base de datos, protección con contraseña, impresión, tareas múltiples y vínculos con paquetes de software externo en venta.

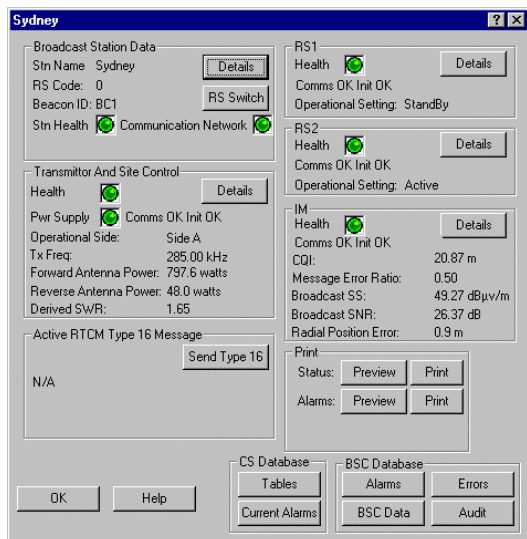
### **Sistema Operativo**

El Sistema Operativo Windows NT proporciona una plataforma ideal a la Estación de Control y al controlador de la Estación de Transmisión. Este consta de seguridad, estabilidad, soporte hacia múltiples idiomas, capacidad multitareas, familiaridad de la interfaz con el operador y el soporte técnico a largo plazo por parte de Microsoft hace que Windows NT sea la mejor elección para el Sistema Operativo de los Sistemas *Beacon* DGPS AMSA.

### **Fácil de Usar**

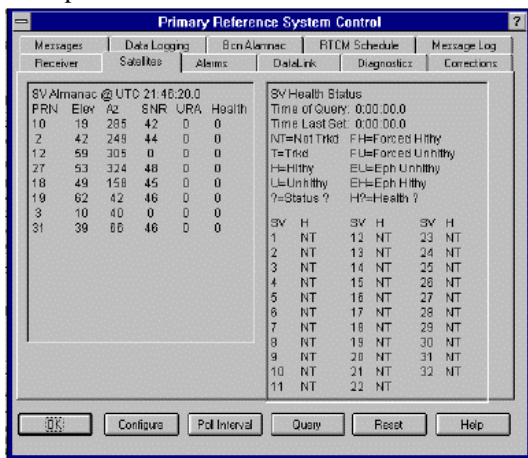
La documentación de Windows NT incluye guías para el diseño de la interface para el operador y la operación lo cual asegura que será tan manejable como cualquier otra aplicación de Windows, capaz de usar en menos tiempo que con los sistemas de la competencia. Además, Windows NT proporciona el marco para implementar ayuda en contexto - sensitivo de una manera estándar. El sistema AMSA ha sido diseñado teniendo en mente todos estos principios.

La Estación de Control y el Controlador de la Estación de Transmisión aparecen como una aplicación estándar de Windows para el operador, en los cuales se tiene el formato familiar de la barra de menú, y la barra de estado, minimizar o cambiar el tamaño de la ventana principal. Además es posible ejecutar otras aplicaciones simultáneamente mientras que el software continua trabajando en el trasfondo o mientras esta minimizado.



**Figura 2: Ventana de la Estación de Control.**

Se usan controles estándar de Windows para una completa interacción con el operador. En general, la ventana de Windows muestra importantes datos e indicadores del estado en forma de luces de semáforo (ver la figura 2), con el fin de ayudar al operador determinar el estado del sistema de un sólo vistazo. Las ventanas secundarias se pueden acceder con un simple click del ratón. Esto permite al operador ver el estado operacional de todos los Controladores de la Estación de Transmisión mientras, cuando es requerido, inspecciona en detalle varios parámetros del sistema.



**Figura 3: Ventana de Control de la Estación de Referencia.**

Se usan ventanas de control con indicadores por su habilidad para agrupar objetos de datos de un origen común en una forma organizada. Por ejemplo, el operador es capaz de ver todos los datos desde una Estación de Referencia en una simple hoja de propiedades que

contiene múltiples indicadores (ver la figura 3). Esto proporciona una interface intuitiva para el operador de control e inspección.

### **Pantalla de Alarma**

El operador AMSA permite especificar condiciones de alarma al usar los menús desplegables de la ventana. Esto se puede ejecutar desde la Estación de Control o desde el Controlador de la Estación de Transmisión. Cuando la Estación de Control recibe una alarma, se despliega un cuadro de mensaje permanente hasta que el operador responde, sin considerar las actuales funciones del sistema. Este mensaje contiene una lista de todas las alarmas, junto a ellas un botón de para confirmar que fue recibida. La ventana de alarma muestra la condición de alarma particular, origen, duración y el presente estado. Esto permite al operador rápidamente identificar el origen de la alarma y tomar las medidas necesarias. La ventana de alarma permanece hasta que la condición de alarma es rectificadas o se confirma que fue recibida.

### **Base de Datos**

Las bases de datos retenidas en la Estación de Control están actualizadas por la información enviada por Controladores de las Estaciones de Transmisión sobre la red para obtener el estado, alarma y datos de error. Todos los mensajes de datos RSIM desde cada Controlador de la Estación de Transmisión son registrados y archivados en una base de datos en el disco duro local. Los datos de alarma se registran en la base de datos de Alarmas y se manda a la impresora de alarmas. La Estación de Control, que es la principal, genera un reporte semanal para cada Controlador de Estación de Transmisión.

El operador de la Estación de Control interactúa con el sistema vía teclado y ratón, especifica las configuraciones de la Estación de Control y el Controlador de la Estación de Transmisión, e iniciar los datos solicitados usando gráficas, cuadros de diálogo y tablas. Están conectadas dos impresoras, una es la impresora del sistema, su función es imprimir la información general del reporte/estado y la otra es una impresora de alarma, la cual crea impresiones independientes de todas las alarmas registradas.

Un módulo administrador de la base de datos permite al operador ver los datos seleccionados y generar impresiones utilizando la impresora del sistema.

La figura 4 muestra gráficamente la posición de error para una sitio sencillo de la Estación de Transmisión.

Además de la posición de error, la Estación de Control y el Controlador de la Estación de Transmisión pueden mostrar gráficamente la siguiente información:

- Potencia hacia delante
- Potencia hacia atrás

- Fuerza de la Señal
- Relación Señal a Ruido
- Relación Error Mensaje
- Indicador de la Calidad de Corrección

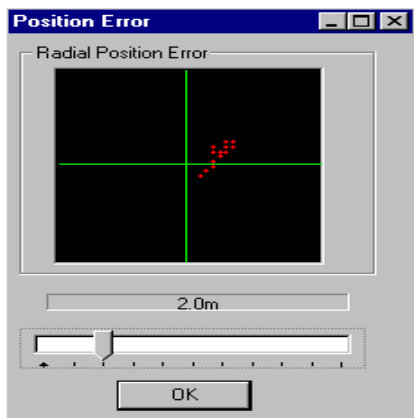


Figura 4: Pantalla de Posición de Error

### Protección con Contraseña

Se utilizan las características de seguridad de Windows NT, de tal manera que la jerarquía del operador en forma individual cuenta con seguridad y contraseña para protección, para así acceder la Información de la Base de Datos de la Estación de Transmisión. Esto proporciona a AMSA la habilidad de predefinir y asignar diferentes controles a cada operador, los cuales constan de niveles de seguridad y contener selecciones no accesibles a ciertos usuarios.

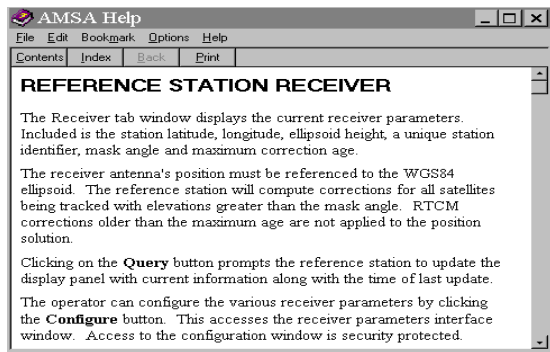


Figura 5: Ventana de Ayuda En-línea

### Ayuda En-línea

Se han implementado las características de la ayuda En-línea usando la Ayuda de Microsoft Windows. Cada cuadro de dialogo y pantalla tienen un botón que permite acceso a la pantalla de ayuda describiendo el uso y la terminología de la actual pantalla (ayuda contexto sensitiva). Una opción de Ayuda con el estilo de Windows esta disponible desde el Menú Principal, permitiendo acceso hacia un sistema típico de ayuda usando vínculos de Hipertexto, una opción de Contenido

y un Índice. La figura 5 muestra una ventana típica de ayuda.

### Control de la Red

AMSA usa una red de área amplia (WAN *wide area network*) para controlar las Estaciones de Transmisión desde cuatro Estaciones de Control, localizadas en el centro de Investigación y Rescate Australiano AusSAR (*Australian Search and Rescue*) en Canberra, y áreas operacionales en Melbourne y Brisbane. La Estación de Control AusSAR es el centro de monitoreo primario, el cual monitorea las estaciones de transmisión DGPS las 24 horas al día. Todas las estaciones DGPS AMSA se comunican vía un router y las líneas WAN de AMSA. La figura 6 muestra la ventana usada para configurar la conexión de la red para una Estación de Transmisión.

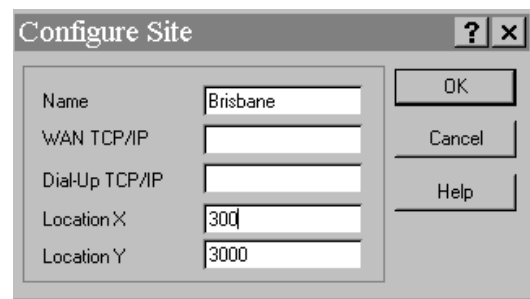


Figura 6: Ventana de Configuración de la Red

### RESULTADOS EN EL ÁREA DE PRUEBA

Para probar el sistema DGPS *Beacon*, se consideraron las siguientes categorías: disponibilidad de transmisión, monitoreo de la señal, y precisión de posición.

La disponibilidad de la Transmisión es una prueba en curso, la cual registra el número de horas operacionales y fuera de servicio para cada una de las Estaciones de Transmisión, de manera individual y combinadas.

Las pruebas de monitoreo de la señal tuvieron como finalidad verificar la calidad de la señal de la transmisión bajo condiciones variantes. Los sitios de monitoreo estuvieron en el rango de 65 a 152 NM desde las Estaciones de Transmisión y se vieron afectadas por diferentes niveles de ruido y únicos perfiles de ruta.

Las pruebas de la precisión de posición y las pruebas del monitoreo de la señal fueron conducidas por la AMSA en conjunción con la Universidad del Sur de Nueva Wales, la cual evaluó el desempeño de la precisión.

Es muy importante comprender que la precisión de posición con DGPS *Beacon*, se afecta principalmente por el intervalo en tiempo entre la recepción de los mensajes de corrección. Esto se debe a una Disponibilidad Selectiva (SA –*Selective Availability*, la cual es el proceso de reducir la precisión GPS para usuarios sin acceso

militar encriptado) lo que causa la única solución hacia una desviación aleatoria dentro del 95% de error dentro del límite de 100 m. Si se recupera cada mensaje DGPS, las correcciones se aplican frecuentemente y se minimiza el error. De cualquier manera, si alguno de los mensajes DGPS no se recuperan, las correcciones se aplican menos frecuentemente y la desviación SA es capaz de introducir un substancial error de navegación.

La dependencia de comunicación desde la Estación de Transmisión hacia el usuario, se afecta principalmente por ruidos de orígenes naturales así como causados por el hombre, como ejemplos típicos están los relámpagos y el ruido de motores. Entre más fuerte sea la señal, es menos probable que los ruidos interfieran con la recepción. Afortunadamente para las aplicaciones marinas, las señales *Beacon* se atenúan más sobre una ruta terrestre que sobre el agua.

Además es importante notar que el Gobierno Americano planea discontinuar el uso de SA para el 2006 (aunque muchos observadores esperan que esto ocurra antes). Cuando se desconecte SA, la precisión y la dependencia DGPS se incrementarán. Sin la desviación SA, las señales GPS serán extremadamente estables, y una buena corrección cada minuto o similar proporcionará una excelente precisión. Entonces, cuando SA se suspenda, se extenderá la cobertura, se mejorará la tolerancia por ruidos y la precisión incrementará.

### Disponibilidad de Transmisión

La tabla 1 muestra la disponibilidad del Servicio DGPS AMSA desde que se declaró operacional en febrero de 1998 (la actual es de junio 30 de 1998). Las figuras en la Tabla 1 son por un periodo de 90 días, en el cual solo hubo un corte de electricidad debido a una visita de mantenimiento en la Estación de Transmisión Cape Flattery.

Estación	Horas de Operación	Horas No Disponible	% Disponibilidad
Sydney	2160	0	100
Mackay	2160	0	100
Cape Flattery	2160	6	99.72
Horn Island	2160	0	100
<b>Total</b>	<b>12960</b>	<b>6</b>	<b>99.95</b>

Tabla 1: Disponibilidad de transmisión

### Programa de Monitoreo de la Señal DGPS

AMSA estableció un programa de monitoreo de la señal en orden de evaluar el desempeño del Servicio DGPS. El objetivo de este programa fue monitorear la calidad de las señales de transmisión desde las Estaciones de Transmisión. AMSA usó dos monitores de señal DGPS (equipo no Leica) para registrar los mensajes RTCM transmitidos desde las Estaciones de Transmisión. Los

datos capturados por periodos de 24 horas se guardaron en archivos de texto y se analizaron usando Excel.

Los datos registrados fueron la fuerza de la señal, la relación señal ruido (SNR), error radial, y el número de mensajes RTCM tipo 9 que fallaron por inconsistencia de datos. Los datos se agruparon por eventos en paquetes separados para eficiente almacenamiento, de tal manera que se observó que la fuerza de la señal estuvo en el rango de 14dB a 71dB a intervalos de 3dB, el rango de SNR fue de 0dB a 19+dB a intervalos de 1dB, el error radial estuvo en el rango de 0m a 45+m a intervalos de 5m. Cualquier dato capturado cuyo valor máximo fue mayor del grupo, fue registrado en el grupo de los valores más altos.

A continuación se presentan los resultados de las pruebas de precisión obtenidos de las Estaciones de Transmisión instalados en Sydney, Mackay y Cape Flattery, así como la estación actualizada en Isla Horn. Los sitios de monitoreo usados para estas pruebas se muestran en la Tabla 2. Se escogió a cada sitio por diferentes razones, algunos sitios de monitoreo se localizaron en áreas industriales ruidosas, mientras que otros fueron localizados en áreas rurales tranquilas. Algunos sitios tienen ruta marítima/terrestre para arribar a la Estación de Transmisión, mientras que para otros es una abrupta ruta terrestre. Algunos sitios se localizaron donde se esperaba que el servicio trabajaría bien (dentro de 100NM), mientras que otros se localizaron justo en los límites de la estimada área de cobertura.

Sitio de Monitoreo / Señal DGPS	Dist. (NM)	Ruta	Ruido	Húmedo/ Seco	SS **
<b>Sydney</b>					
Jervis Bay	65	Mar/ tierra	R*	Seco	51
Newcastle	76	Terreno abrupto	I*	Seco	54
Canberra	146	Terreno abrupto	S*	Seco	30
<b>Mackay</b>					
Bowen	86	Mar/ tierra	R*	Seco	63
Rossllyn Bay	152	tierra	S*	seco	42
<b>Cape Flattery</b>					
Cairns Depot	120	Mar/ tierra	I*	húmedo	54
Cairns Suburb	130	Tierra	S*	Húmedo	51
<b>Horn Island Actualización</b>					
Weipa	126	Tierra	S*	Húmedo	39

\*R = Rural, I = Industrial, S = Suburbano

\*\*SS = Fuerza de la Señal en dBµV/m

Tabla 2: Sitios de Monitoreo de la Señal DGPS

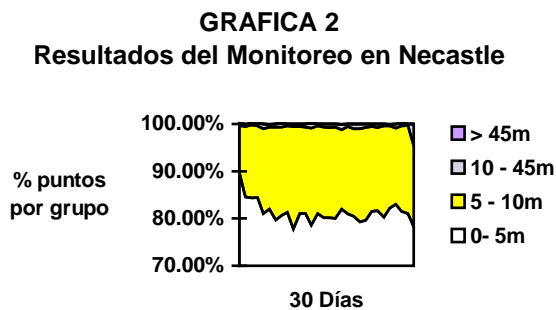
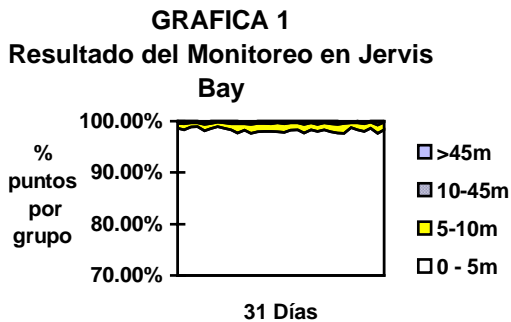
El servicio DGPS debe proporcionar correcciones para permitir en 10m una precisión mejor del 95% todo el

tiempo para estar dentro de los requerimientos de precisión de AMSA. Por esta razón se escogió al grupo de errores radiales de 5m.

Las siguientes gráficas muestran el porcentaje de observaciones de los grupos de error en distancia radial de 0-5m, 5-10m, 10-45m y >45m. Además estas gráficas indican el grupo en el cual el error de distancia radial de las observaciones ocurre 95%. Si el 95% de las lecturas están en el grupo de 0-5m entonces se puede confiar que la precisión es mejor que 5m, 95% del tiempo.

**Monitoreo de la Estación DGPS en Sydney**

Se escogió el monitoreo de los sitios en Newcastle y Jervis Bay, porque están localizados cerca de puertos importantes, requiriendo cobertura del Servicio DGPS. En Newcastle se ubicó en un área industrial la cual tiene altos niveles de ruido eléctrico, mientras que en Jervis Bay el sitio es tranquilo, para llegar a ambos lugares se tiene que cruzar las montañas. Se estableció un sitio más en Canberra para monitorear el servicio cerca de los límites estimados como área de cobertura, de nuevo sobre una abrupta ruta terrestre. Estos tres sitios fueron monitoreados durante el invierno cuando las tormentas eléctricas son bajas.

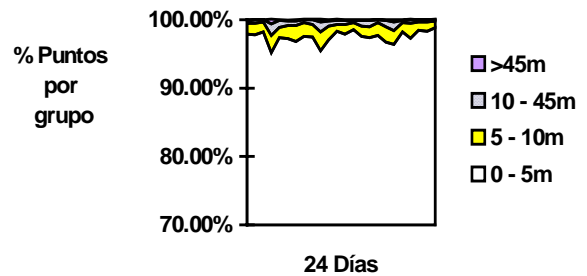


La fuerza de la señal durante el día en Jervis Bay y Newcastle fueron 51 y 54 dBμV/m, respectivamente. De estudios previos de AMSA se asume que la cobertura DGPS para 95% de disponibilidad se extiende hacia donde la señal durante el día es de 42 dBμV/m, por lo tanto, ambos sitios de monitoreo están dentro del área de

cobertura. En Jervis Bay (Gráfica 1) la precisión es mejor que 5m el 95% del tiempo, mientras que en Newcastle (Gráfica 2) la precisión es mejor que 10m el 95% del tiempo. La diferencia en precisión se debe a una gran interferencia generado por ruido humano en los mensajes recibidos, la mayoría de estos mensajes son de alta corrección y llegan fuera de tiempo.

Aunque la fuerza de la señal durante el día en Canberra (Gráfica 3) fue sólo de 30 dBμV/m, la precisión se encontró ser mejor de 5m el 95% del tiempo con 10dB de SNR registrado. Esto es significativo, así como los resultados mostrados en las áreas donde se tienen muchos ruidos atmosféricos o provocados por el hombre, que la señal DGPS se puede recibir con buena precisión, mucho mejor que lo especificado por AMSA (la especificación de AMSA de 95% de disponibilidad esta definida a una distancia donde la fuerza de la señal en el día sea de 42 dBμV/m.)

**GRAFICA 3**  
Resultado del Monitoreo en Canberra

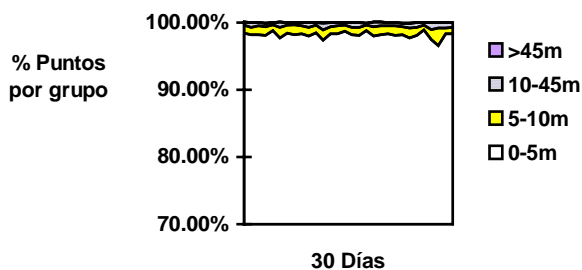


**Estación DGPS de Monitoreo en Mackay**

La estación DGPS en Mackay fue monitoreada desde Bowen y la Bahía de Rosslyn, aproximadamente 90 y 150 NM al norte y al sur de Mackay, respectivamente. La ruta desde Mackay hacia Bowen es parcialmente sobre el mar y parcialmente sobre tierra, mientras que la ruta hacia la Bahía Rosslyn es principalmente sobre tierra. Se consideraron los ruidos de zona rural y urbana respectivamente, ambos lugares fueron monitoreados durante el verano cuando la actividad de tormentas eléctricas es baja.

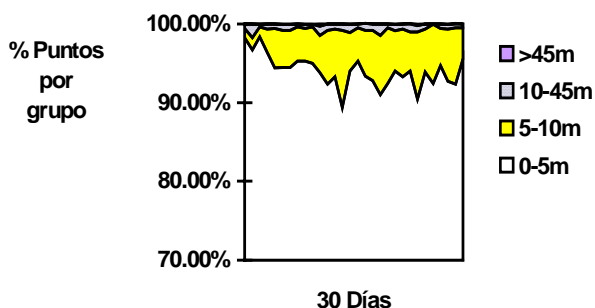
Se escogió como sitio de monitoreo a Bowen porque esta directamente más allá la ruta hacia el Interior de la Gran Barrera Aantilada. La fuerza de la señal recibida durante el día fue de 63 dBμV/m, lo cual indica que la cobertura desde Mackay se extiende más allá de Bowen. La Gráfica 4 muestra que más del 95% del error radial observado fue menor de 5m.

**GRAFICA 4**  
Resultados del Monitoreo en Bowen



La fuerza de la señal recibida durante el día en la Bahía de Rosslyn fue de 42 dBμV/m, esto es, en el límite de la cobertura asumida por AMSA. De la Gráfica 5 se puede ver que para el 95% del tiempo, 9 de 30 días tuvieron posición de errores en el rango de 0-5m mientras que el resto estuvo en el rango de 5-10m, por lo cual se puede asumir que el servicio de Mackay se extiende más allá de 150 NM sobre una ruta terrestre.

**GRAFICA 5**  
Resultado del Monitoreo en Rosslyn Bay



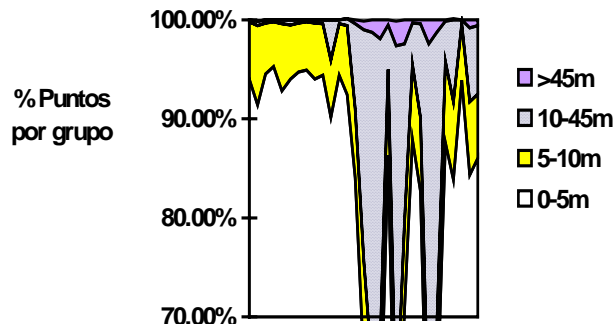
**Estación de Monitoreo en el Cape Flattery**

Para monitorear la Estación de Transmisión de Cape Flattery, se escogió Cairns Depot, que esta aproximadamente a 120 NM al sur de Cape Flattery. La ruta de Cape Flattery hacia el Cairns Depot esta parcialmente sobre el mar y tierra. Los ruidos a esta localidad se clasificaron como industriales. El periodo de monitoreo fue durante el verano cuando la actividad de tormentas eléctricas es alta.

La fuerza de la señal recibida durante el día en Cairns Depot fue de 54 dBμV/m, indicando que Cairns Depot estaba dentro del área de cobertura de Cape Flattery. No obstante, una detallado examen de la Gráfica 6 indica lo contrario. Para la primera mitad del periodo de monitoreo los resultados aparecieron razonables, pero a finales del periodo de monitoreo los resultados fueron inesperados.

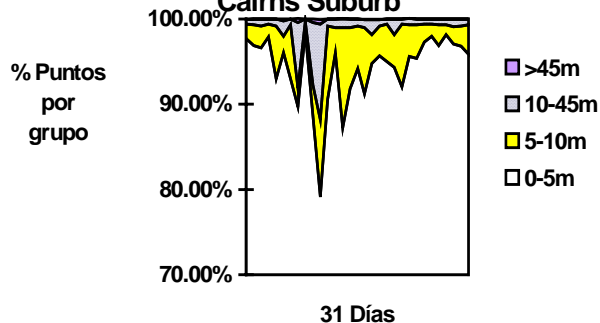
En el peor día sólo el 58% de las observaciones fueron menores de 10m.

**GRAFICA 6**  
Resultado del Monitoreo en Cairns Depot



De un examen detallado se descubrió que durante periodos pico para el uso de la potencia eléctrica en Cairns, incrementaba el número de mensajes que fallaba por inconsistencia de datos. El Far North Queensland Electricity Board confirmó que las líneas de alto voltaje cerca de Cairns Depot eran sobrecargadas alrededor de 7 AM a 5 PM, y se encontró un problema similar con la radio AM en la misma localidad. Para determinar si esta interferencia causada por el hombre aunada a los ruidos de la alta atmósfera era un significativo problema cerca de esta región, se cambio la señal del monitor a una localidad eléctricamente tranquila en un suburbio de Cairns.

**GRAFICA 7**  
Resultados del Monitoreo en Cairns Suburb



De los resultados de la Gráfica 7, es obvio que la precisión fue significativamente mejor en esta tranquila localidad. Sólo tres días de observación tuvieron la peor precisión de 10m el 95% del tiempo, debido al alto nivel de actividad de tormentas eléctricas. En el peor día cerca del 89% de los errores de posición fueron menores de 10m. Un examen detallado mostró que para estos tres días el grupo actual de error radial para el 95% del tiempo fue

el grupo de 10-15m. La fuerza de la señal recibida durante el día en el suburbio de Cairns fue de 51 dB $\mu$ V/m.

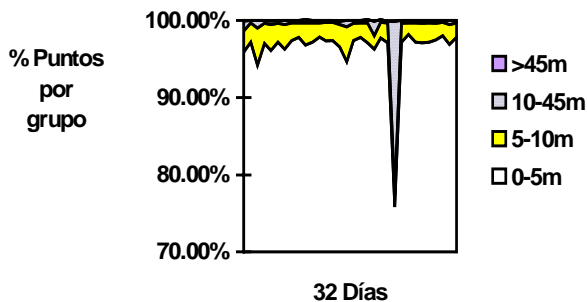
### **Monitoreo de la Estación DGPS Actualizada en la Isla Horn**

El monitoreo de la señal se localizó en Weipa, un concurrido puerto que esta aproximadamente a 126 NM de la Estación DGPS al sur de la Isla Horn. Es un camino pantanoso para llegar a Weipa desde la Isla Horn. Se escogió esta localidad porque se encuentra cerca a los límites estimados de la cobertura desde la estación en la Isla Horn, la fuerza de la señal recibida durante el día fue de 39 dB $\mu$ V/m.

En la mayoría de los 32 días del periodo de monitoreo más del 95% de las posiciones cayeron en dentro del rango de 0-5m de error radial. En el día número 23 éste valor cayó cerca del 76%. En un examen posterior, se encontró que no se recibieron correcciones válidas por un periodo de siete horas (aun cuando se transmitieron los mensajes desde la Estación de Transmisión), la razón de esto aun no ha sido determinada pero puede ser el resultado de un problema con la captura de la señal de monitoreo.

**GRAFICA 8**

#### **Resultados del Monitoreo en Weipa**



### **Conclusiones del Programa de Monitoreo DGPS**

Se puede concluir del programa de monitoreo DGPS, que las exactitudes obtenidas desde las Estaciones de Transmisión son mejores de 5m el 95% del tiempo en localidades donde el ruido producido por el hombre se define como rural/suburbano. Esto asume una fuerza de señal durante el día mayor que 42 dB $\mu$ V/m.

En localidades donde los ruidos producidos por la actividad humana se define como industrial, este valor se incrementa para ser de 5-10m. donde los ruidos atmosféricos y los producidos por el hombre son muy altos (como se experimentó en Cairns Depot), la precisión puede estar sobre 10m el 95% del tiempo. Los operadores de las Transmisiones DGPS pueden requerir usar una fuerza de señal durante el día mayor que 42 dB $\mu$ V/m en áreas de ruidos atmosféricos altos. No obstante, como se

dijo con anterioridad, esto no deberá ser un problema cuando se retire SA.

### **Valoración del Monitoreo DGPS por la UNSW**

La Universidad del Sur de Nueva Wales (UNSW) dirigió una valoración de manera independiente de la exactitud y desempeño de la Estación de Transmisión en Sydney durante Septiembre de 1997. La Universidad esta situada a pocos Kilómetros de la costa y a 20NM de la Estación en Sydney.

Se utilizó un Receptor DGPS MX52R *Beacon* Leica para demodular la transmisión del mensaje RTCM y para proporcionar información diferencial - lista a los receptores DGPS vía un puerto serial. El monitoreo se condujo en dos periodos; en el primer periodo de 25 días se uso un receptor GPS de 'bajo-extremo' y el segundo periodo de siete días usando un receptor GPS de 'alto-extremo' (ambos receptores no-Leica). La antena GPS se montó sobre un pilar que fue previamente examinado.

Durante el periodo de evaluación, la UNSW proporcionó diariamente esquemas de la posición horizontal de error, así como las estadísticas de tales significados, máximos, y valores diarios 2-sigma del error de la posición horizontal DGPS.

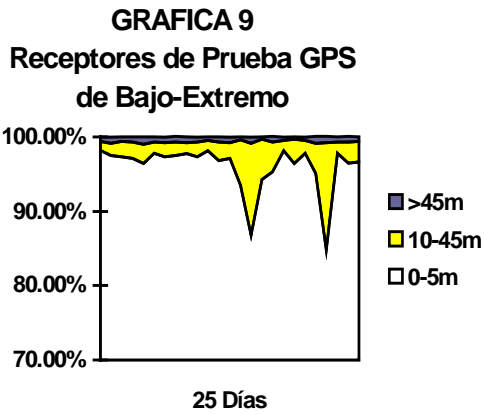
### **Sumario de Resultados**

Sumarios de los resultados para los dos periodos de monitoreo se muestran en las gráficas 9 y 10. Para objetivos de análisis estadístico, la UNSW hace la suposición de que la distribución de la precisión de las observaciones fueron Normales. Se excluyeron del análisis estadístico cualquier error de distancia radial mayor de 45m.

La UNSW uso tres grupos con los rangos de 0-5m, 5-45m y >45 para propósitos de este reporte. La mayoría de las observaciones cayeron en el rango de 0-5m. Las observaciones dentro del rango de 5-45m reflejaron un añejamiento en el mensaje de corrección mientras que aquellos en el rango de >45 indicaron una influencia a la posición calculada. Se utilizaron como otra medida de exactitud los niveles de confianza en la probabilidad circular (CEP).

### **Resultados del Primer Periodo de Monitoreo**

Para este periodo de monitoreo, los datos capturados fueron cada 30 segundos sobre un periodo de 24 horas por 25 días. En la mayoría de los 25 días del primer periodo del monitoreo, más del 95% de las posiciones cayeron dentro de rango de la distancia radial de 0-5m. Se encontró que en los días 15 y 22 este valor cayó abajo del nivel del 95%. En ambas ocasiones hubo un incremento en el rango de error de 5-45, indicando obsoletas la edad de las correcciones, produciendo posiciones razonables pero no tan precisas.

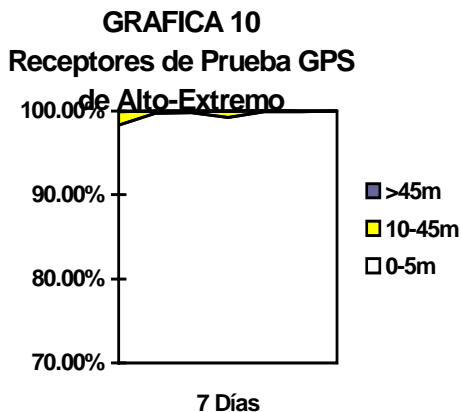


Los valores 2-sigma y el 95% CEP (porcentaje de error circular) se encontraron cerca (en el rango de 3.67m a 11.0m), en conjunto fue de 2.03m. Esta prueba además mostró que un error de distancia máxima en el rango de 150m. y 200m se observó en la mayoría de los días, sugiriendo un error grueso en posición. Para determinar si el receptor producía los errores, la UNSW decidió dirigir una segunda prueba usando un receptor GPS de ‘alto-extremo’.

**Resultados del Segundo Periodo del Monitoreo**

Para este periodo de monitoreo, los datos se capturaron cada 20 segundos sobre un periodo de 24 horas por una semana. Los datos capturados además incluían información de la edad del mensaje de corrección. En esta prueba solo se observaron siete valores de la distancia radial fueron mayores de 45m sobre esta semana de evaluación. Uno de esos errores resultado de un mensaje de corrección significativamente obsoleto; los otros seis valores se consideraron como valores gruesos.

El valor 2-sigma y los valores CEP 95% fueron de nuevo cercanos y más exactos que en la primera prueba (quedando en el rango de 0.79m a 3.15m), el conjunto estuvo en general en 0.17m.



**Conclusión del Reporte de UNSW**

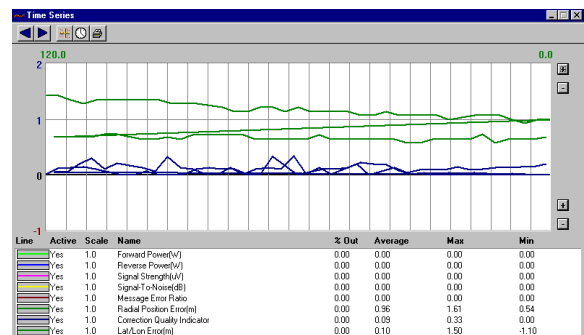
Los valores máximos muy grandes que ocurrieron diariamente en ambos periodos de monitoreo pueden causar preocupación al usuario final. De cualquier manera, las señales de monitoreo de la estación Sydney en Newcastle coincidieron en parte con las pruebas de la UNSW, así mismo se confirmó que estos valores pico no fueron transmitidos desde la Estación de Transmisión. Las gráficas impresas obtenidas diariamente sugirieron que estos errores gruesos fueron eventos aislados y tendieron a volver hacia un valor más razonable en el próximo periodo. Parece que los errores más grandes fueron causados por disturbios de múltiple - origen y la inhabilidad de esos receptores GPS para mitigarlos. La UNSW mencionó en el reporte las previas observaciones GPS que se han hecho en el mismo sitio las cuales mostraron similar evidencia de ambiente múltiple - origen.

Los receptores GPS de ‘bajo-extremo’ y de ‘alto-extremo’ usados para las pruebas de Valoración del Monitoreo DGPS por la UNSW, validaron la exactitud de las correcciones DGPS transmitidas desde la Estación de Transmisión en Sydney (mejores de 10m de exactitud el 95% del tiempo). Así mismo, se puede ver que aun en áreas de altos disturbios con múltiples orígenes, los receptores GPS pueden producir resultados precisos usando la información de la transmisión DGPS de los sitios DGPS Beacon de AMSA.

**MEJORAS DEL SISTEMA**

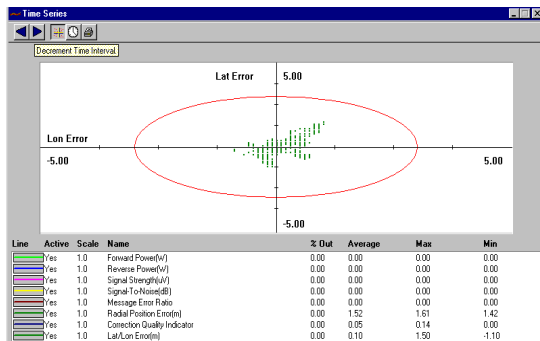
Recientemente Leica a puesto a disposición de clientes en China MSA e India DGLL, el software del Controlador de la Estación de Transmisión, todas las funciones de la Estación de Control están disponibles en el Controlador de la Estación de Transmisión. Las características adicionales que serán implementadas incluyen:

- Despliegue en tiempo-real de gráficas de series de tiempo con completo control del operador para la potencia hacia adelante, potencia hacia atrás, fuerza de la señal, relación senal-ruido, relación mensaje-error, error de posición radial y el indicador de la calidad del indicador de corrección (ver la figura 7).



**Figura 7: Gráficas de Series de Tiempo**

- Despliegue en tiempo-real del exacto error de la posición radial (ver la figura 8).



**Figura 8: Gráfica en tiempo-real del error de la posición radial**

- Registro de datos definido por el operador a un intervalo seleccionado por el usuario.
- Cálculo de estadísticas de los datos registrados. Esta característica toma ventaja con la capacidad multitareas de Windows NT, la cual no afecta la operación del sistema en tiempo-real, los resultados se muestran gráficamente y numéricamente.
- Soporte del idioma local. Por ejemplo, el uso del despliegue de caracteres chinos para el sistema MSA de la China.

## CONCLUSIONES

Este documento ilustra como la última generación de los Sistemas DGPS *Beacon* de Leica se diseñaron para satisfacer los estrictos requerimientos de AMSA. El Sistema de AMSA ha probado ser altamente confiable, virtualmente sin interrupciones ni fallas. Todas las pruebas independientes de las señales de cada Estación de Transmisión dieron resultados similares, y las precisiones estuvieron dentro de las especificaciones de la AMSA.

Los operadores de AMSA encontraron al sistema sencillo y fácil de usar. Por la intuitiva naturaleza del software Windows NT del Controlador de la Estación de Transmisión y de la Estación de Control, les tomo solo una hora a los operadores de AusSAR aprender a monitorear las alarmas y la Estación de Control y menos de un día a los operadores de AMSA aprender la completa funcionalidad de la Estación de Control. Los técnicos en Hardware tuvieron la experiencia positiva de manera similar, con las instalaciones en el lugar. Siguiendo la instalación de las tres primeras Estaciones de Transmisión, AMSA determino que solo se requieren 1.5 días para instalar el hardware y otros 1.5 días para comisionar el sitio, esto es con un total de 3 días el sitio se vuelve operacional.

Se tienen algunas importantes observaciones, como resultado de un riguroso proceso:

La nueva generación de los Sistemas DGPS *Beacon* de Leica, está siendo usada por AMSA, el cual satisface rigurosos estándares de desempeño, mantenimiento, fácil de instalar, fácil de usar e integridad.

Los usuarios de Navegación no deberán asumir que todo el equipo del usuario DGPS es equivalente. Se tienen grandes diferencias que van desde: mitigación de multi-origen GPS, sensibilidad de la señal *Beacon*, mitigación del ruido impulsivo en la banda de frecuencia *Beacon*, alarmas para el operador cuando la edad de las correcciones DGPS es obsoleta o cuando se reciben mensajes de aviso y directo acceso a los mensajes de aviso del Sistema *Beacon*. Para preservar la integridad, un navegador DGPS deberá hacerlo claro aun cuando la solución de navegación es completamente confiable o no. Estos puntos son vitales y pueden marcar la diferencia entre tragedia y seguridad de la vida en el mar.

Cuando la Disponibilidad Selectiva se desconecte, los Sistemas DGPS *Beacon* serán mucho más robustos y exactos. Sin SA se puede perder un alto porcentaje de mensajes sin afectar la precisión de la navegación. Como resultado, el navegador puede obtener la exactitud de la precisión en los límites de la cobertura *Beacon* en áreas ruidosas ya sean naturales o provocados por el hombre. Los Sistemas *Beacon* automáticamente lograrán e incrementaran la cobertura, precisión y el desempeño del servicio.

## REFERENCIAS

- [1] D'Amico, E & Harris, R, *Coverage of DGPS Broadcasting Stations*, Hamburg IALA Conference, June 1998.
- [2] Robertson, D, *The Accuracy and Performance of DGPS using the Australian Maritime Safety Authority DGPS Broadcast Station at Glenfield, Sydney*, School of Geomatic Engineering, University of New South Wales, January 1998.

*Microsoft, Windows, and Windows NT son marcas registradas y registros de la Corporación Microsoft en los Estados Unidos y/o otros países.*



Leica Geosystems Inc., 23868 Hawthorne Blvd,  
Torrance CA 90505, USA  
[www.leica.com/gps](http://www.leica.com/gps)

© Leica Geosystems Torrance USA, 1998, Paper presented at ION GPS '98 in Nashville (TN), Sept. 98

1022-Letter-9/98