

MEJORA CONTINUA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE AIS-ATON EN LA VÍA NAVEGABLE SANTA FE – OCÉANO

Ing. Mariano Luis Marpegan

RESUMEN

La empresa concesionaria de la operación y mantenimiento del sistema de señalización y tareas de dragado de la vía navegable troncal Santa Fe – Océano ha implementado desde el año 2005 una Red de AIS sobre la vía navegable troncal en el Río de la Plata.

La experiencia acumulada en el abordaje de la instalación de equipos AIS en señales flotantes está siendo volcada en el desarrollo de un Guideline específico a través del Comité de Ingeniería en Ayudas a la Navegación de IALA, en el cual la Gerencia de Balizamiento de Hidrovia S.A. participa activamente.

La instalación de equipos TX de AIS (AIS-AtoN) en las señales críticas y puntos de interés a lo largo de la vía navegable ha producido una sinergia en el sistema de señalización ya implementado y redundante en una mayor seguridad a la navegación brindando un elevado nivel de servicio en una de las rutas fluvio-marítima más extensas del mundo.

1. INTRODUCCIÓN

El Sistema de Identificación Automático es un sistema que permite la identificación y el seguimiento de buques y ayudas a la navegación de la manera On Line. El control puede efectuarse desde otros buques, desde aeronaves o desde estaciones costeras.

Un transmisor AIS-Aton instalado en una Ayuda a la Navegación, transmitirá a una frecuencia predeterminada la identidad de la señal, su posición, el tipo de señal, indicación de fuera de posición, información meteorológica si corresponde, etc. a otros barcos y a receptores situados en la costa.

La necesidad de instalar estos equipos electrónicos en las señales, hace que los mismos estén sometidos a condiciones medioambientales poco favorables, debido a que nos encontramos con dispositivos AIS montados a 1,5 m sobre el pelo de agua.



Figura 1: Señal II-B con AIS instalado

Por tal motivo dicha red de AIS-AtoN ha requerido desde su implementación una mejora continua en lo que respecta a la metodología de instalación.

2. INTEGRACION DE UN EQUIPO AIS EN UNA AYUDA A LA NAVEGACIÓN

La mejor metodología de trabajo aplicada para evitar fallas al momento de realizar la instalación de un equipo AIS en una ayuda a la navegación, sea integrado o no, es asegurar la calidad, ya sea de los componentes, como del personal afectado y de los procesos involucrados y fomentar la capacitación del personal técnico que interactúa en toda las etapas de la implementación.

Cuando el equipo no es integrado desde el proveedor, esta tarea deberá realizarla el servicio a cargo de la instalación y la manera más convencional de realizarlo es a través de la utilización de recintos estancos que aseguren la durabilidad del equipo AIS.

Al estandarizar el montaje se está asegurando un recinto capaz de soportar las inclemencias del medio ambiente, conservando así la integridad de los equipos que alojan en su interior.

Dicho recinto puede ser construido en base a 2 cajas estancas (Grado de protección > IP66), una dentro de la otra para tener doble seguridad ante la inundación de la caja externa y protección por condensación.

GRADO DE PROTECCIÓN IP

La instalación de un equipo electrónico en una ayuda a la navegación conlleva a que el mismo va a estar expuesto a las condiciones medioambientales reinantes en el ámbito de operación de la señal.

En pos de resguardar la integridad del equipo, incrementar su vida útil y asegurar su fiabilidad, la instalación en su conjunto debe impedir la generación del ciclo de condensación.

PROBLEMÁTICA

Las instalaciones de un equipo AIS-AtoN están expuestas a bruscos cambios de temperatura durante la noche, lo cual genera que el vapor de agua presente en la caja IP se condense generando gotas de agua las cuales rápidamente anulan la protección del desecante instalado.

El aire al enfriarse y liberar el vapor de agua en forma de gotas genera una reducción de volumen de aire lo cual se traduce en vacío dentro de la caja IP, si la hermeticidad de la caja no evita que ingrese aire húmedo al interior de la caja el cambio de temperatura Día/Noche genera una condensación constante del vapor de agua ingresado por las noche producto del ingreso de aire dentro del recipiente por efecto vacío.

Esta condensación se produce cuando el gradiente de temperatura enfría una masa de aire hasta alcanzar el punto de saturación, el cual representa la temperatura en la cual una masa de aire no puede mantener las moléculas de agua en estado gaseoso y las libera en forma de gotas de agua.

Para que se produzca la saturación deben coexistir estos tres factores.

- Gradiente de temperatura (Diferencia de temperatura entre el aire dentro y fuera de la caja IP).
- Vapor de Agua (El aire a mas temperatura carga mayor vapor de agua).
- Circulación de aire.

Anulando uno de estos tres factores se anula la condensación continua.

En este sentido es fundamental preservar la estanqueidad, pero por sobre todo debe existir un ámbito de equilibrio entre presiones exterior e interior que no permita la circulación de aire cortando el ciclo que genera la condensación.

LOCALIZACION DE LAS ANTENAS VHF Y GPS

EN SEÑALES FLOTANTES

En señales del tipo flotantes, instalar las antenas de VHF y GPS en la zona mas elevada de su super-estructura tiene la desventaja de ser estos sitios vulnerables desde el punto de vista estructural de la señal, siendo esta localización la de mayor oscilación durante el movimiento sincrónico pendulante que ejerce la señal en su operación.

Es esta zona también la que impacta sobre la obra muerta de una embarcación cuando ésta la embiste.

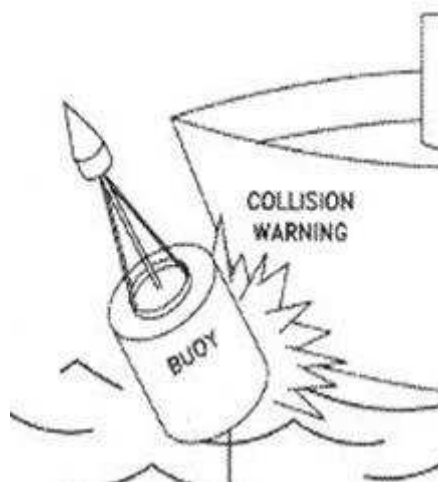


Figura 2: Esquema de impacto



Figura 3: Estado que puede regresar una instalación

EN SEÑALES FIJAS

Para este tipo de señales, cuanto más envergadura tiene la señal, mayor es la altura que puede alcanzarse en la instalación de la antena de VHF y mayor protección física se le puede dar.

Así mismo las señales fijas como balizas o faros no suelen estar en cercanía inmediata del canal de navegación con lo cual es más difícil que sean embestidas por embarcaciones.

Sin embargo existe la posibilidad que su cercanía con la costa las haga más vulnerables al daño de terceros, es decir por vandalismo, para lo cual es imposible materializar una protección física porque interferiría en el normal funcionamiento de las antenas.

Es importante destacar la necesidad de contar con un horizonte libre y sin sombras que permita a la onda de VHF propagarse con el mayor rango posible asociado a la potencia del equipo.

En las instalaciones sobre balizas emplazadas en el ámbito portuario puede ocurrir que no exista línea de visión directa con la estación de monitoreo y sea necesario instalar un equipo repetidor que triangule la información a la estación receptora.

ANTENA GPS

Durante el diseño de la instalación de la antena de GPS en una AtoN debe priorizarse que quede el 100 % del tiempo libre de obstrucciones en su vertical, considerando también el ángulo de divergencia vertical de visión.

Es muy importante estudiar minuciosamente como es la distribución de satélites en función de la ubicación geográfica, dado que ello está directamente relacionado al tiempo de búsqueda de satélites necesario para que el equipo pueda llegar a la mínima cantidad y poder sincronizar.

En la medida que se pueda optimizar la secuencia de búsqueda, recepción de señal GPS y sincronizar para transmitir, se podrá reducir la ventana de tiempo del equipo en la fase de sincronización, con lo cual redunda en un menor consumo energético.



Figura 4: Antena GPS impactada

RANGO DE TRANSMISION

En un sistema de operación en banda VHF, como es sabido el alcance de Transmisión (Tx) y Recepción (Rx) está directamente relacionado a la altura de las antenas. Por este motivo es que la ubicación de las mismas es de vital importancia debiéndose lograr de manera segura para su instalación y mantenimiento la posición más elevada en la señal.

Considerando la curvatura de la tierra, se puede calcular la distancia en línea recta entre dos puntos elevados sobre el terreno, imaginando una esfera ideal totalmente lisa, es decir, exenta de irregularidades. Sin embargo las alturas que deben considerarse en los cálculos, son la de

los puntos en cuestión sobre la superficie real, más la altura de los mismos sobre el nivel del mar en el sitio considerado.

En la figura 1 se describe una vista en corte del geoide, si se traza una línea que sea tangente a la circunferencia y que pase por el extremo superior del punto considerado (la antena en este caso) queda formado un triángulo rectángulo por ejemplo el OAB donde:

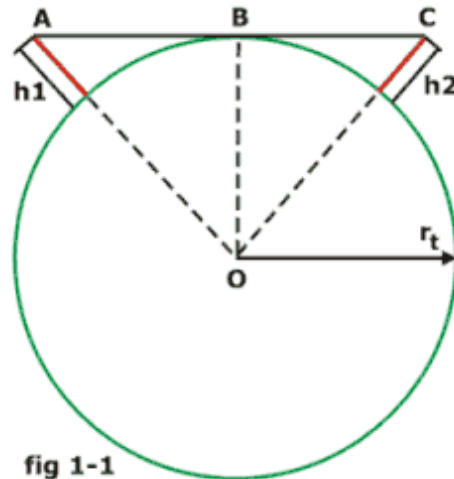


Figura 5: Esquema de cálculo de alcances

$$OA = r_t + h_1.$$

Siendo:

r_t : Radio de la tierra

h_1 : Altura de la antena 1 más la altura de la posición con respecto al nivel del mar

h_2 : Altura de la antena 2 más la altura de la posición con respecto al nivel del mar

AB: Distancia del punto hasta el horizonte de ese punto.

De esta manera se estima el alcance de recepción de datos que tendrá un AIS instalado en un buque versus el alcance de transmisión de un AIS instalado en una señal flotante. Para estimar el alcance conociendo la altura de la antena del buque en cuestión, simplemente se suma la altura de la antena del buque a la altura de la antena de la señal quedando la siguiente formula.

$$\text{Alcance} = 2,55 \times \left(\sqrt{\text{Altura antena Emisor (metros)}} + \sqrt{\text{Altura antena Receptor (metros)}} \right)$$

Por lo que se concluye que mientras más alta estén las antenas de Tx / Rx, mayor será el alcance.

A1: Altura sobre el nivel del mar de la antena del AIS instalado en el barco ≈ 25 m.

A2: Altura sobre el nivel del mar de la antena del AIS instalado en la señal

Ejemplo de cálculo para la estimación del alcance logrado para distintos tipos de señal flotante.

Señal flotante tipo Spar – Altura del AIS-Aton - A2=10m Alcance= 41.2 Km

Señal flotante tipo Boya IV-B – Altura del AIS-Aton - A2=4m Alcance= 35.3 Km

ALCANCE EXTRAORDINARIO - DUCTOS O REFRACCIÓN TROPOSFÉRICA

Puede ocurrir que en ciertas zonas y bajo determinadas condiciones medioambientales se presente en la tropósfera un fenómeno meteorológico que forma ductos o canales de propagación para las frecuencias de VHF a lo largo de grandes distancias.

Este fenómeno se da cuando por condiciones climáticas hay distintos índices de refracción en la tropósfera, haciendo que las ondas electromagnéticas sean dobladas hacia la tierra y genera que el alcance de la comunicación de VHF se extienda ampliamente.

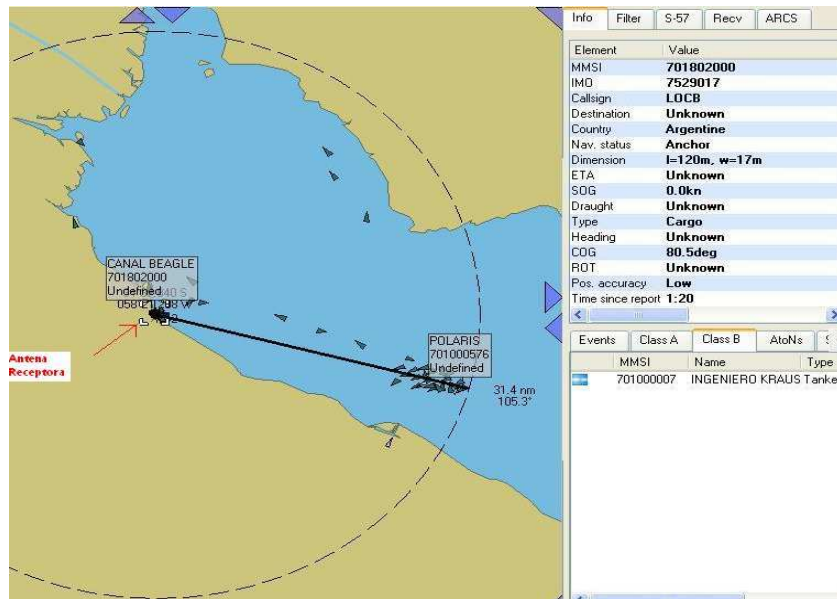


Figura 6: Situación normal – Alcance de recepción ≈ 35 km

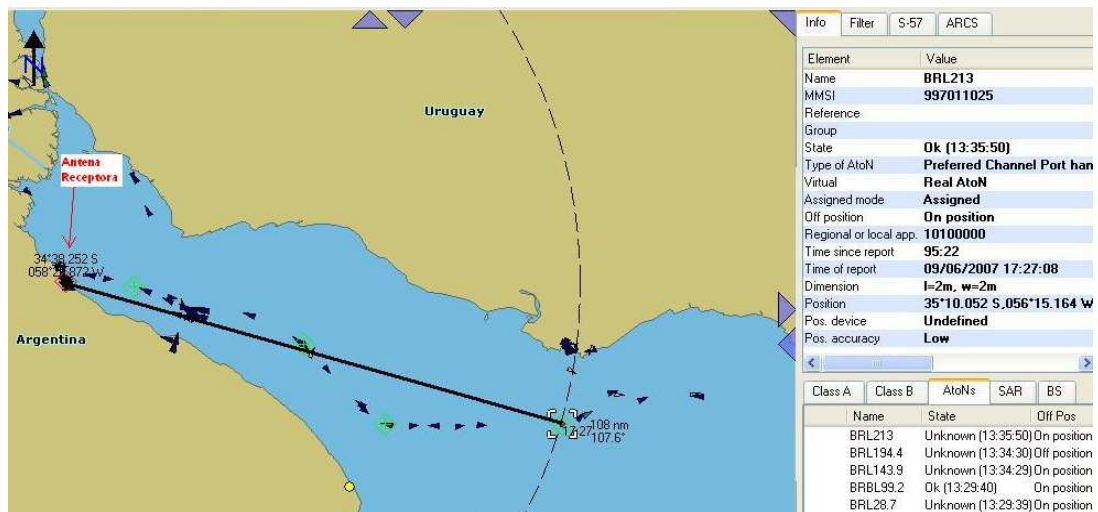


Figura 7: Situación con ductos – Alcance de recepción ≈ 200 km

SELECCION DE LA ANTENA VHF

Las mediciones y gráficas presentes fueron obtenidas mediante un Analizador de antena que tiene la particularidad de tener incorporado un generador de frecuencia y un medidor de potencia para la medición de la Relación de Onda Estacionaria (en adelante "ROE").

El ROE es la relación entre la tensión máxima y la mínima de la onda estacionaria. Se la puede relacionar con la potencia reflejada e incidente de la siguiente manera:

$$ROE = D+R / D-R$$

Donde D es el número de divisiones que marca el instrumento en la posición directa, y R es el número de divisiones que indica en inversa.

Para el caso de perfecta adaptación, el ROE es 1 y toda la potencia entregada por el equipo es irradiada por la antena, con lo cual toda instalación se debe ajustar a obtener el menor ROE posible en el ancho de banda o rango de frecuencia sobre el cual opera la antena.

Las antenas de VHF factibles de ser instaladas asociadas a un AIS deben ser del tipo VHF marina. Por lo general su frecuencia central es de 156-157 MHz y tienen un ancho de banda de entre 6 y 7 MHz. Por lo que aseguran un buen desempeño entre 152 y 160MHz, trabajando de manera óptima (ROE=1) en su frecuencia central.

Debido a que los canales de frecuencia usados en AIS están ubicados en 161,975 MHz y 162,025 MHz, es determinante utilizar una antena con mayor ancho de banda o sintonizada en una frecuencia más cercana a la de trabajo definida para AIS.

COMPARATIVA DE DISTINTAS ANTENAS MARINAS

La instalación de un equipo AIS debe diseñarse sobre la hipótesis de funcionamiento de sus antenas asociadas, dado que las antenas marinas son muy susceptibles a la presencia de objetos de metal, dieléctricos o seres humanos.

Con el objetivo de realizar la mejor elección de antena que haga mas eficiente el funcionamiento del AIS y por ende ganar en alcance de cobertura se presentan tres ensayos / mediciones sobre distintas antenas marinas asociadas a un AIS instalado en señales flotantes en operación

Como se puede observar en el gráfico Medición 1, la antena medida posee muy bajo ROE (Se obtiene un ROE muy cercano a 1 solo entre 156 MHz y 157 MHz), pero no tiene una buena respuesta en la frecuencia de interés, ya que el ROE resulta mayor a 10.

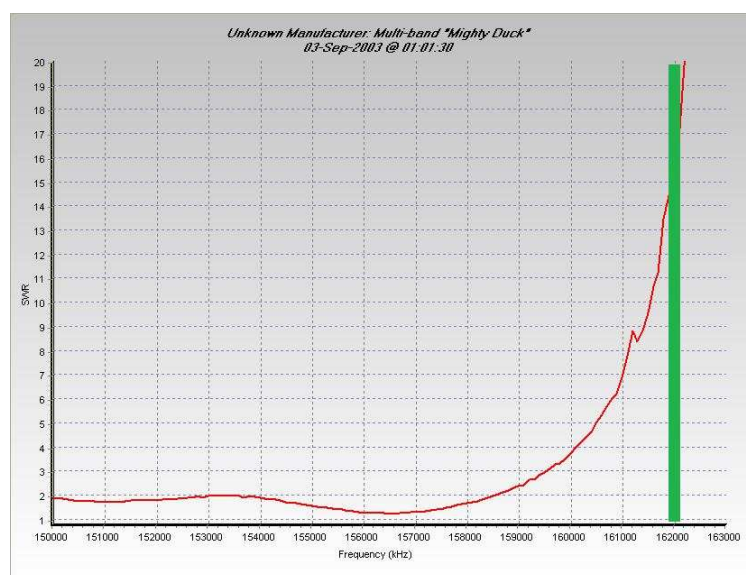


Figura 8: Medición 1

En el grafico Medición 2, esta antena ha obtenido mejores valores de ROE para la frecuencia de trabajo de AIS, bajando a un ROE=4.

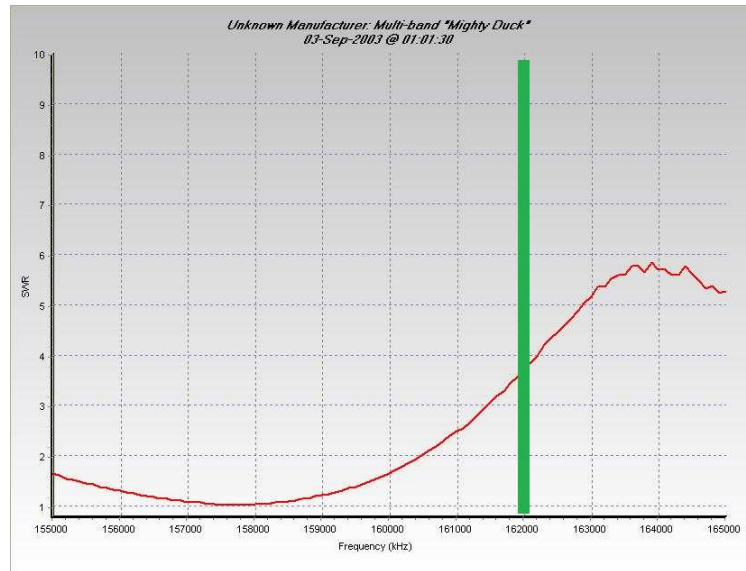


Figura 9: Medición 2

En el grafico Medición 3, se observa que este modelo de antena, especialmente diseñado para AIS, se caracteriza por tener mayor ancho de banda que las antenas marinas clásicas. Esto permite tener un ROE de 2 en la frecuencia de trabajo de AIS, número totalmente aceptable para instalaciones. Además se observa que el ROE se mantiene muy cercano a 1 entre 155 MHz y 159 MHz y tiene una respuesta mucho más plana que las anteriores, lo que evidencia la calidad de la antena

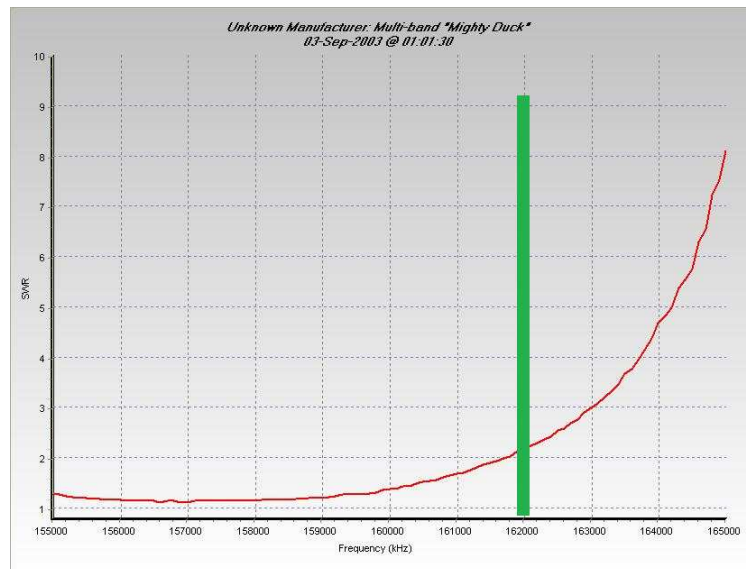


Figura 10: Medición 3

AFECTACIÓN DEL CABLEADO

Como se ha mencionado, las condiciones medioambientales a las que un AIS AtoN está sometido durante su operación afectan el normal funcionamiento en detrimento de su vida útil. Un aspecto fundamental a tener en cuenta es la protección que se le debe brindar al cableado de las antenas de VHF y GPS, esta ultima en caso de no tratarse de un equipo no integrado.

El envejecimiento que produce el medioambiente, los rayos ultravioletas y los gradientes de temperatura, genera en el cable una rigidización y pérdida de maleabilidad, oxidación de la malla con la consecuente disminución / pérdida de conductividad y aumento de la impedancia

PREPARACIÓN DEL EQUIPO AIS

En las integraciones de distintos dispositivos electrónicos debe prestarse especial atención a la fijación de los equipos mismos y a sus conexiones de modo tal que al momento de la puesta en funcionamiento y conexión de las antenas y los cables de seteo este todo correctamente firme y así evitar fallas por falsos contactos, pérdidas de datos, de eficiencia en el funcionamiento, y una eventual avería del equipo.

El uso de una placa de goma intercalada entre el equipo AIS en el sistema de anclaje es una buena práctica para disminuir las vibraciones durante la operación.

En algunas instalaciones del tipo no integradas es recomendable instalar una llave polarizada intercalada entre el sistema de alimentación y la entrada del equipo, dicha llave debe quedar en el interior de la caja interna.

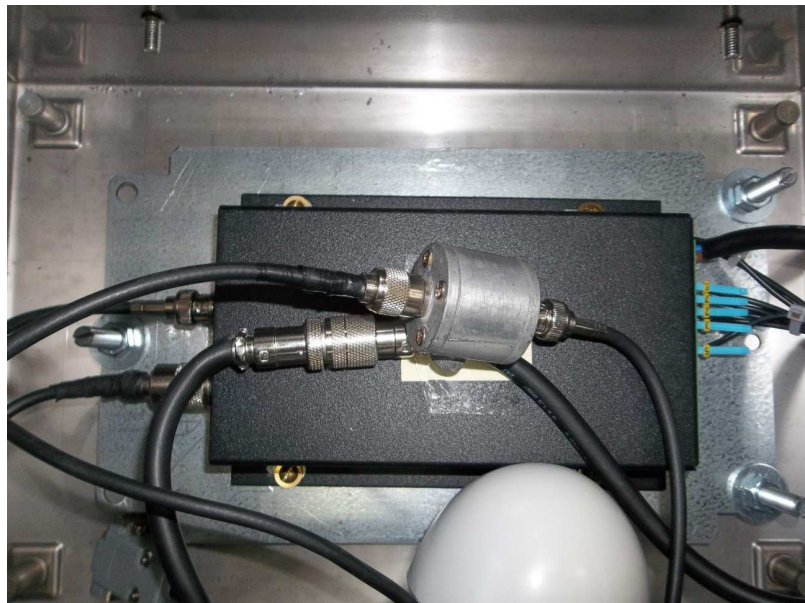


Figura 11: Equipo con sus protecciones

PREPARACIÓN DE LOS ORIFICIOS DE INGRESO EN LAS CAJAS ESTANCAS

La caja deberá ser completamente estanca, lo cual es un autentico reto debido a que naturalmente no posee las perforaciones sobre los lados necesarias para pasar los cables, y donde luego deberán ser montados los prensa cables o los conectores mismos.

Es vital sellar las juntas entre cada prensa cable y/o conector y el orificio en la caja aplicando algún tipo de pegamento de características flexibles, no rígido para que acompañe las deformaciones que se producen con los gradientes de temperatura.

ARMADO DE PRENSA CABLES

La colocación de los prensa cables y/o conectores debe controlarse cuidadosamente para evitar que las dos arandelas de goma, una del lado interno y otra en el lado externo de cada caja, queden prisioneras y se deterioren en el proceso de ajuste durante el enrosque de la tuerca interna y así lograr que el conjunto quede firmemente ajustado a los laterales.

En el caso de uso de prensa cables, es fundamental que los mismos sean del diámetro más cercano al del cable, para poder asegurar que los espacios a absorber y futura vía de ingreso de humedad sean lo más pequeños posibles.

Pueden llegar a ser necesarios distintos diámetros sucesivos, dado que no hay termo contraíble que ajuste prensa cables y cable coaxil a la vez.

SELLADO DE CONEXIONES EXTERNAS

Si la instalación se realiza con conectores o prensa cables, existe la posibilidad que pueda ser un punto de ingreso de humedad, motivo por el cual debe colocarse un termo contraíble, este elemento que preserva la acometida del cable a la caja externa contenedora del equipo puede ser colocado de manera simple o bien usar el termo contraíble con pasta de estanqueidad la cual sella todos los espacios existentes que pudieran quedar entre las diferencias de diámetros con el de los cables

Una vez presentados los tramos de termo contraíble a utilizar, se debe medir en que posición quedaran los cables para proceder con el ajuste de los mismos.

Una vez ajustados los termo contraíbles se deberá asegurar que la acometida del cableado quede en dirección hacia abajo tal como se muestra en la imagen para facilitar es desagote del agua.

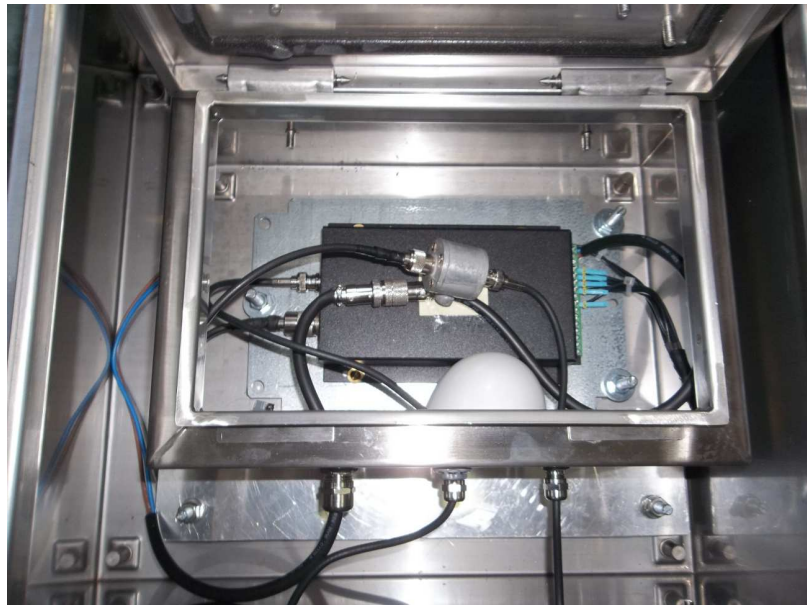


Figura 12: Doble caja IP69 con sus conexiones externas

3. CONSIDERACIONES GENERALES

SENSADO DE VARIABLES (VOLTAJE DE BATERIA, ENCENDIDO DE LA LINTERNA ON – OFF, TEST RACON, ETC)

La utilización de los regional bit del mensaje 21 para realizar el censado del sistema energético/fotovoltaico y lumínico de la señal convierte al AIS-AtoN en una herramienta de gestión muy eficiente a la hora de conocer los estándares reales del funcionamiento y prestación del equipo y por ende el sistema.

Los parámetros de configuración están establecidos en la Recomendación A-126 Edición 1.4, ítem 4.8.4, y los mismos deben ser establecidos en el software de gestión / visualización de AIS. Esta información se visualiza por rangos pudiendo establecer rangos de voltaje de 0.5 volt.

Cuando el AIS-AtoN está integrado con la linterna o bien cuando se lo vincula con el cable de sincronismo de la linterna produce una sinergia de las funcionalidades del sistema.

LICENCIAMIENTO LOCAL ANTE LA CNC

Cuando una ayuda a la navegación tiene un AIS asociado, pasa a ser parte de una red dinámica de información que el usuario administra según sus propios requerimientos.

El AIS puede ser Real, Sintético o Virtual (Recomendación A-126 Edición 1.4, ítem 4.2), pero en todos los casos debe estar debidamente registrado con su MMSI correspondiente (Recomendación A-126 Edición 1.4, ítem 4.3), el cual debe ser tramitado ante el organismo nacional de telecomunicaciones.

EQUILIBRIO ENERGETICO

Respecto a los consumos de corriente de los equipos en fase de standby, sincronización y transmisión, por estar en general energizados por un sistema fotovoltaico, este debe estar conceptualmente bien diseñado de modo tal que pueda entregar la potencia requerida por el equipo en todas sus fases y que no se produzca un desequilibrio energético ante el requerimiento de mayor intensidad de corriente en las fases más exigentes de funcionamiento del equipo

4. IMPLEMENTACION DE UN AIS-ATON EN LA BASE NAVAL ANTÁRTICA ARGENTINA

Como resultado del tratamiento en el Comité de Ingeniería en Ayudas a la Navegación (EEP 16), en analizar el funcionamiento de las ayudas a la navegación en áreas árticas donde las condiciones meteorológicas pueden afectar considerablemente el funcionamiento de las señales y de su equipamiento electrónico instalado, la empresa Argentina Hidrovia S.A., concesionaria de la operación y mantenimiento del dragado y el sistema de señalización en la vía navegable troncal Confluencia – Santa Fe / Santa Fe – Océano con una extensión de 1600km en conjunto con el Comando Naval Antártico de la Armada Argentina decidió instalar un equipo AIS-AtoN y una estación receptora de AIS en la Base Naval Orcadas.

ENTORNO

Esta Base Naval está ubicada en la Isla Laurie en coordenadas Lat: 60°44'S ; Long: 44°44'W, y constituye el archipiélago de las Islas Orcadas del Sur descubiertas por George Powell en 1821, pasando a ser una Base Naval Argentina de ocupación permanente desde el 22 de febrero de 1904 y desde el año 1952 es el Destacamento Naval Orcadas a cargo del Servicio de Hidrografía Naval (SHN) donde se realizan tareas de meteorología de superficie y de altura, central de pronósticos antárticos; magnetismo, componente vertical y horizontal, relevamientos geológicos; observación visual de auroras; estudios glaciológicos, estado del hielo en el mar; en biología, fauna, aves y mamíferos marinos.

Sus costas, con algunas bahías más o menos amplias, suelen congelarse por influencia del mar de Weddell, impidiendo la navegación fuera de los meses del verano. La temperatura mínima es de - 13.0 °C y la máxima es de 3.2 °C



Figura 13: Vista General de la Base Orcadas

PROYECTO Y OBJETIVOS

Fue presentado inicialmente en Octubre de 2011, en el marco del EEP17 y conceptualmente consiste en comparar el funcionamiento del AIS-AtoN con los reportes que se efectúan en la Base Naval con el fin de establecer un correlato entre los parámetros de funcionamiento y el mensaje 21 transmitido con las variables climatológicas registradas.

La instalación y puesta en servicio del AIS-AtoN y del sistema de recepción se efectuó en la campaña Antártica 2011-2012.

Los objetivos que persigue esta iniciativa están fundados en:

- Analizar y comparar con otras zonas de operación con AIS la propagación especial que se registra cuando por condiciones climáticas hay distintos índices de refracción en la tropósfera, formándose canales de propagación para las frecuencias de VHF a lo largo de grandes distancias.
- Monitorear el estándar de funcionamiento de un equipo AIS-Aton expuesto a condiciones climáticas extremas, comparándolo con los reportes tri horarios que realiza la Base Naval.
- Independizar en esta primera fase del proyecto la energización del equipo de manera de no esconder dentro de las posibles fallas que pudiera presentar el equipo, la falta de energía.
- Potenciar con la Armada Argentina los conocimientos adquiridos en implementación de equipos electrónicos sometidos a condiciones medioambientales adversas.
- Desarrollar un protocolo de capacitación en AIS tanto para personal de la empresa como externo.

La instalación final de la antena transmisora y del propio equipo AIS se realizó en una de las antenas fijas de la base a una altura de 20 metros y la antena receptora ubicada en la cercanía de esta a una altura similar

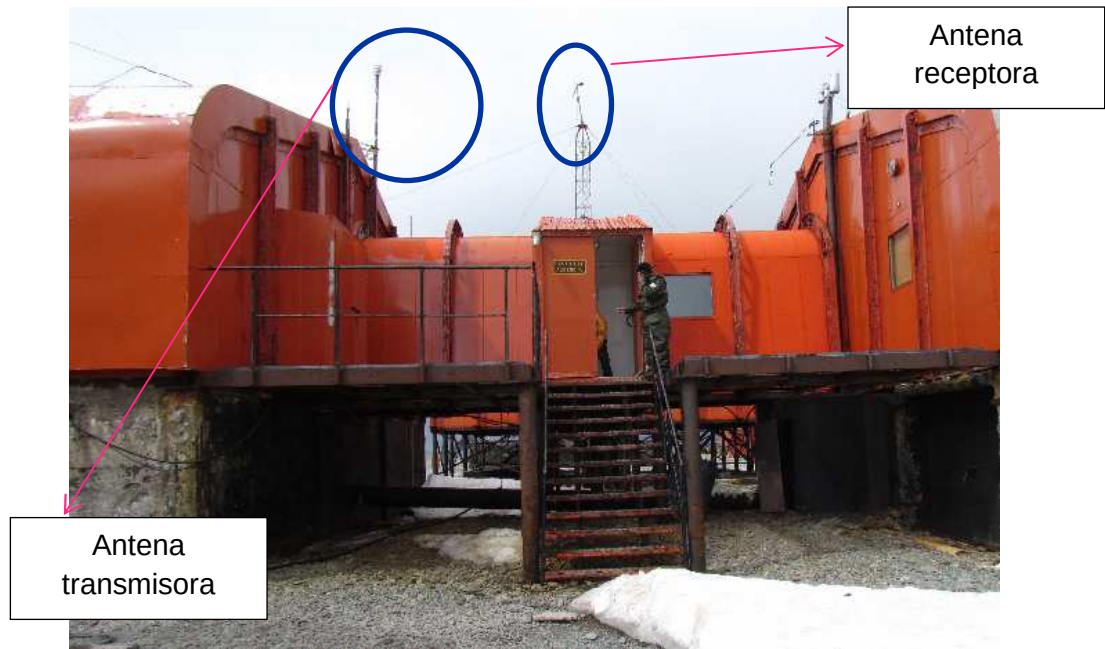


Figura 14: Arreglo final de la instalación de la antenas Tx y Rx

El equipo AIS-AtoN fue configurado con el nombre Base Antártica Orcadas, numero MMSI: 997011088 y señal distintiva LW9996. En la imagen se muestra la detección del AIS-AtoN visualizado a través de la carta geo-referenciada.



Figura 15: AIS-AtoN plotado en la carta Geo-referenciada

El sistema receptor está compuesto por un Equipo RX, un adaptador y derivador de conectores DB9, un convertidor, una fuente de alimentación, una UPS y un Switch no administrable que suministra el vínculo con el router del sistema satelital.

