

## Trabajo Fin de Grado

Sistemas de posicionamiento global en el  
Ejército de Tierra y su integración en tiempo  
real con los sistemas de información.

Autor

CAC D. Iván Barrantes Simón

Director/es

Director académico: D. Francisco Viñado Lereu

Director militar: Cap. D. Aníbal Isidro Rodríguez García

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

**2021**





## Agradecimientos

Quisiera agradecer a todas aquellas personas, que con su esfuerzo y dedicación han hecho posible el desarrollo de esta investigación, y que me han permitido llevarlo a cabo.

En primer lugar, a mi director académico, el profesor D. Francisco Viñado Lereu, por su continua supervisión del proyecto. Ha estado ayudándome en todo momento, asesorándome constantemente sobre los enfoques posibles para la correcta elaboración del trabajo.

En segundo lugar, a mi tutor militar, el Capitán D. Aníbal Isidro Rodríguez García, por proponer el título que me ha permitido conocer en profundidad el empleo de los medios satélite, así como la integración de señales en redes clasificadas, lo que me ha proporcionado un gran conocimiento de diversas áreas del arma de Transmisiones. También quisiera agradecer la dedicación completa que me ha proporcionado la Tercera Compañía del Batallón III, ya que, tanto oficiales, como suboficiales y tropa han empleado todo el tiempo necesario para enseñarme los medios de los que dispone el Regimiento, así como su empleo.

En tercer lugar, a los Tenientes D. Francisco Raya Ortega y D. David Bermell Sánchez, siendo las personas que durante las maniobras realizadas en la base Jaime I ubicada en Bétera, (Valencia), me han mostrado cómo funciona un Centro de Transmisiones, realizando una continua supervisión del proyecto, asesorándome y facilitándome material y recursos.

Finalmente, a mi familia, y en especial a mi pareja, quienes han estado constantemente apoyándome. Sin ellos nada de esto habría sido posible.

A todos, gracias.





## RESUMEN

Durante los últimos años ha surgido la necesidad del empleo de terminales satélite para transmitir las señales referentes a programas que hasta el día de hoy utilizaban medios de enlace vía radio. Además, la integración de esta información en los Sistemas de Información para su posterior explotación requiere de la búsqueda de nuevas fórmulas con elementos que permitan un intercambio eficiente de la señal entre dos redes con niveles de seguridad diferentes. Esto se debe a la creciente exigencia de los ejercicios donde se despliegan las unidades de Transmisiones.

En el presente trabajo realizaremos una puesta a punto de las estaciones SORIA para su perfecto funcionamiento con el sistema BMS, así como su configuración para que el envío de los datos se realice mediante satélite. Una vez recibida la información en el Centro de Transmisiones, llevaremos a cabo una discusión y propuesta de esquema para el tratamiento de la información. Se mostrará paso a paso todo el proceso a seguir para una correcta ejecución del sistema permitiendo la integración inmediata de los datos de la Zona de Operaciones en los Sistemas de Información del Centro de Transmisiones. Además, dicho tratamiento será acorde a los niveles de seguridad establecidos por las normativas vigentes.

## Palabras clave

*Battle Management System*

Estación SORIA

Enlace satélite

Sistemas de Información

Sistema para el Mando y Control Nacional del Ejército de Tierra-Desplegable



## ABSTRACT

In recent years, the need has arisen for the use of satellite terminals to transmit signals referring to programs that until today used radio link means. In addition, the integration of this information in the Information Systems for its subsequent exploitation requires the search for new formulas with elements that allow an efficient exchange of the signal between two networks with different security levels. This is due to the increasing demand of the exercises where the Transmission units are deployed.

In this work we will carry out a set-up of the SORIA stations for their perfect operation with the BMS system, as well as their configuration so that the data is sent by satellite. Once the information is received in the Transmission Center, we will carry out a discussion and proposal of a scheme for the treatment of the information. The entire process to be followed for a correct execution of the system will be shown step by step, allowing the immediate integration of the Operations Zone into the Information Systems of the Transmission Center. In addition, said treatment Will be in accordance with the security levels established by current regulations.

## Keywords

Battle Management System

SORIA station

Satellite link

Integration

*Sistema para el Mando y Control Nacional del Ejército de Tierra-Desplegable*



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Agradecimientos .....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>III</b>
<b>Palabras clave .....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>IV</b>
<b>Keywords .....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....</b>	<b>XII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Unidad de Transmisiones .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Introducción a los principales elementos de estudio .....</b>	<b>2</b>
1.2.1. Estación SORIA.....	2
1.2.2. Battle Management System .....	4
1.2.3. Sistema para el Mando y Control Nacional del Ejército de Tierra-Desplegable.....	4
1.2.3.1 Nodos .....	4
1.2.3.2 Redes lógicas .....	5
1.2.3.3 Usuarios.....	5
1.2.4. Clasificación de la información .....	5
<b>1.3. Motivación .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4. Desarrollo del proyecto .....</b>	<b>8</b>



<b>2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA .....</b>	<b>9</b>
2.1. Objetivos y alcance .....	9
2.2. Metodología.....	9
<b>3. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
<b>4. DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS .....</b>	<b>13</b>
4.1. Planeamiento .....	13
4.1.1. Fichero de BMS.....	13
4.1.1.1 Definiciones.....	13
4.1.1.2 Creación de un archivo ORBAT.....	13
4.1.1.3 Creación de un Fichero BMS .....	15
4.1.2. Autorización Acceso a Satélite.....	17
4.1.3. Configuración del nodo de Sistemas de información .....	19
4.1.3.1 Procedimiento Pre-Clonado .....	19
4.1.3.2 Procedimiento Post-Clonado .....	19
4.1.3.2.1 Asignación de usuarios de administración por rol .....	20
4.1.3.2.2 Procedimiento de arquitectura PKI .....	20
4.1.3.2.3 Procedimiento de licenciamiento KMS .....	20
4.1.3.2.3 Procedimiento de preparación WSUS .....	20
4.1.4. Fichero de Misión de ANTARES .....	21
4.2. Ejecución.....	22
4.2.1. Protocolo NFFI en la transmisión de datos.....	23
4.2.2. Esquema de red de la maniobra.....	24
4.2.3. Manera de proceder para el correcto desarrollo del proyecto.....	26





4.2.3.1 Transmisión de la señal BMS a través de la estación SORIA .....	26
4.2.3.2 Recepción de la señal y guiado hasta su integración .....	29
4.2.3.3 Integración de la señal BMS en los Sistemas de Información .....	31
4.2.3.3.1 Elementos requeridos para el ensayo.....	34
4.2.3.3.1.1 Transceptor NXF-742 .....	34
4.2.3.3.1.2 Diodo 110 .....	34
4.2.3.3.1.3 Cable de fibra óptica y UTP.....	34
4.2.3.3.2 Ensayo de la integración .....	35
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>43</b>
<i>Anexo I. Regimiento de Transmisiones nº21.....</i>	<i>45</i>
<i>Anexo II. Comparativa entre las radios PR4G, Harris RF-5800H y SPEARNET.....</i>	<i>47</i>
<i>Anexo III. Estación SORIA .....</i>	<i>49</i>
<i>Anexo IV. Despliegue de la maniobra .....</i>	<i>53</i>
<i>Anexo V. Distribución temporal.....</i>	<i>55</i>
<i>Anexo VI. Procedimiento de creación de un FBMS .....</i>	<i>57</i>
<i>Anexo VII. Autorización Acceso Satélite .....</i>	<i>61</i>
<i>Anexo VIII. Modelo de referencia TCP/IP.....</i>	<i>65</i>
<i>Anexo IX. Modelo de referencia OSI.....</i>	<i>67</i>
<i>Anexo X. Transceptor NXF-742 .....</i>	<i>69</i>
<i>Anexo XI. Diodo 110.....</i>	<i>71</i>



<b><i>Anexo XII. Ensayo detallado de la integración.....</i></b>	<b><i>73</i></b>
--	------------------



## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Estación SORIA.....</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2. Esquema de interconexión de los medios de la estación SORIA .....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3. Esquema de despliegue del ejercicio BST II .....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4. Aspecto inicial de la aplicación BMS-ET .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 5. Ventana de creación de ORBAT .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6. Organización Operativa .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 7. Organización Operativa en la aplicación GFM .....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 8. Despliegue en Fichero BMS .....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 9. Modelo de Autorización Acceso Satélite .....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 10. Aplicación de Sistemas de Información CANCERBERO.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 11. Visualización de la herramienta ANTARES.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 12. Esquema de red de la maniobra .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 13. Terminal BMS instalado en la estación SORIA .....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 14. Enlace entre terminal y estación SORIA .....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15. Transmisión de señal vía satélite .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 16. Módem de la estación SORIA.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 17. Recepción de la información desde la estación hasta el Diodo.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 18. Configuración de dos direcciones IP .....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 19. Redireccionamiento de direcciones IP .....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 20. Esquema de integración entre redes BMS (DL) y ANTARES (MS) .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 21. Esquema de integración entre redes de ANTARES (DL y MS) .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 22. Esquema de integración entre servidores de redes DL y MS.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 23. Configuración de NFFI en ANTARES .....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 24. Envío de datos sin éxito entre BMS y ANTARES.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 25. Introducción manual de dirección IP .....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 26. Envío de datos con éxito entre BMS y ANTARES.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 27. PC_PRAL visualizado en ANTARES .....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 28. Organigrama de la estructura de la Fuerza Terrestre.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 29. Organigrama de la estructura del Mando de Apoyo a la Maniobra.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 30. Radio PR4G V3 .....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 31. Radio Harris RF-5800H .....</i>	<i>48</i>



<i>Figura 32. Radioteléfono SPEARNET .....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 33. Esquema estación SORIA .....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 34. Configuración parte superior SORIA.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 35. Integración de los medios de comunicación.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 36. Integración SOTAS .....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 37. GESCOM en un PC.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 38. Despliegue PC TAC (X: 716641, Y: 4389042) .....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 39. Despliegue PC ALT (X: 716819, Y: 4388739).....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 40. Despliegue PC MOV (X: 716481, Y: 438866) .....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 41. Despliegue PC PRAL (X: 708057, Y: 4398422) .....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 42. Actividades según la evolución del proyecto.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 43. Diagrama temporal .....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 44. Nodo BMS .....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 45. BMS-Configurator .....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 46. Nodo ANTARES .....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 47. Red externa y red interna.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 48. Generación de FBMS .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 49. Autorización Acceso Satélite (1) .....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 50. Autorización Acceso Satélite (2) .....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 51. Autorización Acceso Satélite (3) .....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 52. Modelo TCP/IP .....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 53. Modelo OSI.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 54. Transceptor NXF-742 .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 55. Diodo 110 .....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 56. Esquema físico de la integración .....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 57. Traza UDP.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 58. Conectividad en la integración .....</i>	<i>74</i>



## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Grados de clasificación de la información .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2. Distribución de direcciones IP .....</i>	<i>26</i>



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Abreviatura	Extensión
<b>AAS</b>	Autorización de Acceso a Satélite
<b>ARP</b>	<i>Address Resolution Protocol</i>
<b>BW</b>	<i>Bandwidth</i>
<b>BMS</b>	<i>Battle Management System</i>
<b>BON</b>	Batallón
<b>C2IS</b>	<i>Command and Control Information System</i>
<b>Cap.</b>	Capitán
<b>CCN</b>	Centro Criptológico Nacional
<b>CIS</b>	<i>Communication and Information System</i>
<b>CISCC</b>	<i>Communication and Information System Control Center</i>
<b>CNI</b>	Centro Nacional de Inteligencia
<b>COE</b>	<i>Common Operating Environment</i>
<b>CPU</b>	<i>Central Processing Unit</i>
<b>DL</b>	Difusión Limitada
<b>E. T</b>	Ejército de Tierra
<b>KMS</b>	<i>Key Management System</i>
<b>FBMS</b>	Fichero de BMS
<b>FM</b>	Fichero de Misión
<b>GESCOM</b>	Gestor de Comunicaciones
<b>GFM</b>	Gestor de Ficheros de Misión
<b>GPS</b>	<i>Ground Proximity System</i>
<b>HF</b>	<i>High Frequency</i>
<b>IS</b>	<i>Information System</i>
<b>ISAF</b>	<i>International Security Assistance Force</i>
<b>MAC</b>	<i>Media Access Control</i>
<b>MATRANS</b>	Mando de Transmisiones



<b>MS</b>	<i>Mission Secret</i>
<b>NFFI</b>	<i>Nato Friendly Force Information</i>
<b>PC</b>	<i>Post Commanding</i>
<b>PKI</b>	<i>Public Key Infrastructure</i>
<b>PRAL</b>	Principal
<b>RGTO</b>	Regimiento
<b>RRC</b>	Red de Radio de Combate
<b>SC2NET-D</b>	Sistema de Mando y Control Nacional del Ejército de Tierra-Desplegable
<b>SAS</b>	Solicitud de Acceso a Satélite
<b>SAT</b>	Satélite
<b>SOTM</b>	<i>Satellite on The Move</i>
<b>SW</b>	<i>Switch</i>
<b>TFG</b>	Trabajo de Fin de Grado
<b>TIC</b>	Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones
<b>UHF</b>	<i>Ultra High Frequency</i>
<b>UTP</b>	<i>Unshielded twisted pair</i>
<b>VHF</b>	<i>Very High Frequency</i>
<b>WSUS</b>	<i>Windows Server Update Services</i>







# 1 INTRODUCCIÓN

Todas las pruebas e investigaciones necesarias para llevar a cabo el correcto desarrollo de la memoria se realizaron con el apoyo del Tercer Batallón del Regimiento de Transmisiones nº21, ubicado en Marines, Valencia (ver *Anexo I. Regimiento de Transmisiones nº21*).

## 1.1 Unidad de Transmisiones

Las Unidades de Transmisiones son las encargadas de establecer comunicación mediante sus sistemas de telecomunicaciones, así como de realizar interconexiones entre las diferentes Unidades que se encuentren desplegadas en la maniobra o en una misión internacional. Además, el objeto de este enlace no es solamente establecer un mero medio de comunicación, sino, implementar las medidas de seguridad necesarias para que cualquier usuario no apto en el ejercicio sea incapaz de interceptar, modificar y/o anular las comunicaciones.

Todo ejercicio o despliegue de este tipo de unidades se caracteriza por la división de los diferentes medios, estaciones y terminales que componen el Centro de Transmisiones en cuatro áreas. Cada una de ellas se caracteriza a través del empleo de unos medios determinados:

- **Área de Red Radio de Combate:** En esta área se encuentran desplegados los medios que emplean la radio como terminal de emisión y recepción de señales. Como terminales usualmente empleados se encuentran la radio PR4G, la radio HARRIS RF-5800H y la SPEARNET. Todas ellas emplean rangos de frecuencias distintos, siendo la PR4G es la destinada al trabajo con frecuencias altas (VHF) y cuyo uso es más extendido. Para más información acerca de las tres radios, se lleva a cabo una comparativa de prestaciones en el *Anexo II. Comparativa entre las radios PR4G, Harris RF-5800H y SPEARNET*.
- **Área de Satélite:** Es el área correspondiente a la transmisión de las señales por vía satélite (SAT). A diferencia del área anterior, en ésta el personal requiere de una mayor especialización, tanto por la complejidad de los medios, como por el mayor planeamiento para su posterior empleo. En esta área destaca la estación SORIA, la cual se detallará posteriormente.
- **Área de Red Táctica Principal:** La Red Táctica Principal emplea medios de transmisión cuya banda de trabajo son frecuencias muy elevadas, de manera que esta se realiza en la línea de contacto visual o *Line Of Sight* (LOS). Por ello, estos medios se emplean habitualmente cuando se necesita transmitir señales en distancias cortas.
- **Área de Sistemas de Información:** Una vez las señales son emitidas, el objetivo es integrarlas en la red interna para tratar la información contenida en esas señales. Esto se lleva a cabo a través de cableado y terminales para una posterior explotación por parte de los usuarios. Todos los elementos y configuraciones de redes se encuentran en el área de Sistemas de Información (IS por su traducción al inglés).

Esta estructuración descrita tiene como misión garantizar el adecuado funcionamiento de los servicios que se van a proporcionar al Puesto de Mando (PC por su traducción al inglés). Toda maniobra y apoyo a otra unidad se debe llevar a cabo garantizando el continuo suministro de la información que a través de estos servicios se solicitan antes del despliegue.

## 1.2 Introducción a los principales elementos de estudio

En este apartado se presentan los principales sistemas que van a componer esta investigación, exponiendo las características y cualidades que comprenden su empleo como elementos idóneos para el éxito de este proyecto. Cabe destacar, que para el estudio de estos sistemas se asistió tanto al ejercicio *BST II* en la base *Jaime I* (Bétera) para la realización de pruebas, como al aula de Sistemas de Información y Comunicación (CIS por su traducción al inglés) de la base *General Almirante* (Marines) para la recepción de manuales y otras referencias de investigación.

### 1.2.1 Estación SORIA

La estación SORIA (ver *Anexo III. Estación SORIA*) consiste en un vehículo motorizado, siendo en este caso un vehículo Urovesa VAMTAC, ver *Figura 1*, que actúa como estación CIS. Cabe destacar, que el término estación hace mención a todo el conjunto de sistemas de comunicaciones y medios, así como antenas, por lo que es capaz de ser instalada sobre diferentes tipos de vehículos, siendo igualmente la misma estación. Pertenece al área de Satélite en todo centro de transmisiones y se caracteriza por tener la capacidad de establecer enlace a través de distintas bandas de frecuencia. A pesar de pertenecer al área de Satélite, es la única estación que tiene medios tanto de esta área, como del área de Red Radio de Combate. De esta manera, la estación dispone de comunicaciones por satélite, así como por enlace vía radio (UHF mediante la radio SPEARNET, VHF a través de la radio PR4G y HF con el empleo de la radio Harris RF-5800H).

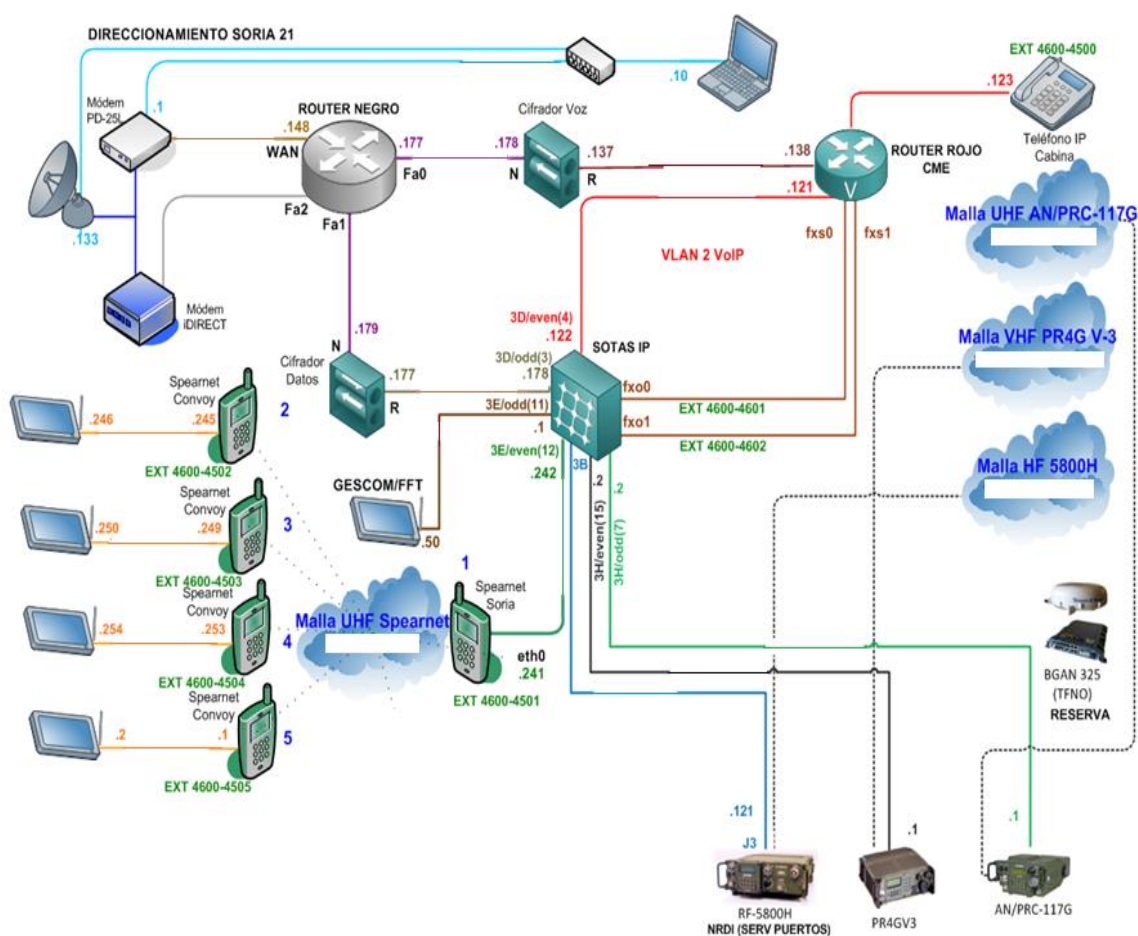


*Figura 1. Estación SORIA*



El concepto operativo de esta estación es el de servir de nodo CIS, ofreciendo las capacidades descritas en movimiento, lo que la hace útil en situaciones como el desplazamiento de un convoy en Zona de Operaciones.

Toda interacción entre los diferentes medios se realiza con la ayuda del subsistema de conmutación e integración SOTAS, el cual se encarga de la interconexión física de todas las comunicaciones por radio y satélite a nivel de voz y datos. Una vez se han centralizado todas estas señales, el sistema de integración se conecta al Gestor de Comunicaciones (GESCOM). Aplicación software que tiene como cometido el encaminamiento automático de las comunicaciones, con el objetivo de llevar a cabo un uso más eficiente de los diferentes medios de la estación. Como ejemplo de ello, una señal procedente de una radio la puede encaminar y transmitirla por satélite, o viceversa. A continuación, se muestra un plano con las interconexiones de los diferentes sistemas existentes en la estación SORIA (ver *Figura 2*).



*Figura 2. Esquema de interconexión de los medios de la estación SORIA (Pradanos, 2018)*

Como se puede observar en la figura anterior, una vez el *hardware* SOTAS recibe las señales provenientes de los diferentes medios, el GESCOM se encarga de administrar el encaminamiento que más convenga. Mientras que el subsistema de conmutación se encuentra en la zona superior del interior del SORIA, el *software* puede instalarse en cualquier ordenador, estando normalmente establecido en el dispositivo que manipula el operario de la estación (ver *Figura 36*).



### 1.2.2 *Battle Management System*

El programa informático *Battle Management System* (BMS) es una evolución de los Sistemas de Información de Mando y Control (C2IS por su traducción al inglés), con el objetivo de mejorar el mando y control de las unidades, alcanzando así la superioridad en el empleo, distribución y tratamiento de la información. Destaca por su empleo como elemento de posición y seguimiento de las unidades en el Ejército de Tierra, y su uso es cada vez mayor entre los diferentes ejercicios que realizan todas las Unidades.

Para poder operar con el BMS se requiere de la creación de un fichero, el cual consiste en la configuración de todo lo que comprende a los usuarios, así como de las redes y medios de comunicación que se emplean posteriormente. En adelante nos referiremos al mismo como Fichero de BMS. Una vez creada la red de la maniobra y los clientes, se guarda y se configura en todos los terminales que van a ejecutar el programa, convirtiendo así al BMS en un sistema de Mando y Control. Sin este fichero simplemente se tendría un software con funcionalidades de navegación (Vegas, 2020).

En esta investigación tiene una gran importancia la correcta creación del Fichero de BMS (FBMS), ya que, al ser empleado hasta ahora mediante terminales radio, se debe configurar de manera que sea capaz de enviar las señales por satélite, lo que requiere un fichero totalmente distinto y que supone una novedad para su relación con los sistemas de transmisiones.

### 1.2.3 *Sistema para el Mando y Control Nacional del Ejército de Tierra-Desplegable*

El Sistema para el Mando y Control Nacional del Ejército de Tierra-Desplegable (SC2NET-D) se basa en el conjunto de medios, procedimientos y personal que permiten el almacenamiento y tratamiento de la información. Así, se facilita el planeamiento y conducción de las operaciones a través de los Sistemas de Información, lo que permite a los Cuadros de Mando ejercer autoridad sobre las unidades subordinadas, con el objetivo de cumplir la misión. Hasta la fecha actual, octubre 2021, se encontraba la versión v4.2, basándose en la composición de servidores físicos para la configuración de todos los servicios. Actualmente se dispone de la versión v5, en la cual existen únicamente dos servidores físicos, estando todos los servidores que proporcionan servicios virtualizados (Rodríguez, 2020).

La confección de SC2NET-D se divide en tres áreas:

1. Nodos: Se ligan unos con otros, creando las redes lógicas, lo que permite la inserción y actualización de datos de la Base de Datos.
2. Redes lógicas: A través de ellas fluyen todos los datos que contienen información de los distintos servicios.
3. Usuarios: Aquellos que gestionan y explotan la información obtenida.

#### 1.2.3.1 *Nodos*

Un nodo se define como el conjunto de capacidades, medios, *hardware*, *software* y personal que realizan las funciones del sistema, de manera que, un conjunto de nodos interrelacionados conforma la red de SC2NET-D. En cuanto a uso, se pueden diferenciar varios tipos de nodos:





- Nodos aislados: Es el que se crea para ser empleado por un usuario.
- Nodos pasarela: Se utilizan para filtrar la información, y se pueden asociar a dos o más redes lógicas.
- Nodos desplegables: Se crean para ser proyectados a cualquier zona del territorio y empleados por los usuarios que conforman un Puesto de Mando.
- Nodos permanentes: Son los creados para instalarse en un puesto fijo.

Para la realización del ejercicio *BST II* se emplearon tres nodos desplegables, cada uno encuadrado en su respectivo Centro de Transmisiones. Dentro del área de IS, en ellos se realizarán las configuraciones y gestiones necesarias para que los clientes de los diferentes Puestos de Mando puedan explotar los servicios e intercambiar información entre ellos.

### 1.2.3.2 Redes lógicas

La función principal de estas redes es la de difundir la información entre dos nodos, con el objetivo de que se comparta información, aun encontrándose en redes diferentes. Para ello se lleva a cabo el empleo de dispositivos como pasarelas que permiten interconectar dos redes distintas, con protocolos diferentes, a cualquier nivel de comunicación. Esto tiene como finalidad que los datos puedan ser transferidos, actuando como puente entre dos redes incompatibles. A un nivel más técnico, la pasarela tiene como propósito traducir la información de un protocolo utilizado en una red origen, a otro protocolo empleado en la red de destino (Gracia, 2018).

### 1.2.3.3 Usuarios

En lo que a SC2NET-D respecta, existen dos tipos de usuarios:

- Administradores: Se encargan de la administración de los nodos del sistema, y realizan su trabajo en los Centros de Transmisiones.
- Clientes: Son los usuarios que emplean los servicios para la conducción de las operaciones. Están integrados en los PC.

### 1.2.4 Clasificación de la información

En el ámbito de ejercicios y operaciones militares, toda información recibe una clasificación de seguridad, lo que autoriza un trato u otro de esta. En lo que respecta a estas operaciones, según el ámbito en el que se encuentre, se puede tener una clasificación OTAN, europea o nacional. El Centro Criptológico Nacional (CCN) facilita una guía según la cual se representan estos grados de información.

En función de las directrices que marca el CCN, cada nivel de seguridad lleva asociados unos protocolos. En función de ese nivel, la red tiene unos requisitos u otros. En la presente investigación se va a emplear la clasificación de seguridad nacional para referirnos a las distintas redes. En la siguiente tabla, *Tabla 1*, aparecen estos grados de clasificación, del nivel más restrictivo, inicio parte superior de la tabla, al menos restrictivo:



*Tabla 1. Grados de clasificación de la información (CCN-STIC 001, 2016)*

Nacional	NATO	Unión Europea
Secreto	Cosmic Top Secret (CTS)	UE Top Secret
Reservado/Mission Secret (MS)	NATO Secret (NS)	UE Secret
Confidencial	NATO Confidential (NC)	EU Confidential
Difusión Limitada (DL)	NATO Restricted (NR)	EU Restricted
Sin Clasificar/Uso oficial	NATO Unclassified (UN)	EU Sensitive Information Limite (EUSI)

Cuando la información fluye en redes en las que no se ha tratado el contenido, recibe el nombre de Difusión Limitada (DL) o Sin Clasificar/Uso oficial. Estos dos grados permiten que la información se pueda transmitir y explotar para su uso, aunque no es recomendable debido a los niveles de seguridad. Cabe señalar que en el Ministerio de Defensa el nivel mínimo empleado es el correspondiente a DL.

Habitualmente se busca que los usuarios que se encuentran en PC Principales exploten la información de forma segura, requiriendo que la red de trabajo esté clasificada en dos escalones superiores. Corresponde en este caso la red de grado Reservado o también denominada como *Mission Secret* (MS). Este salto de dos grados en la clasificación en vez de uno se emplea con la finalidad de garantizar un nivel elevado de seguridad. Cuanto mayor es ese grado de clasificación, mayor es su restricción.

Para poder intercambiar la información de una red a otra, el CCN emplea unas determinadas acreditaciones de seguridad, (CCN-STIC 001, 2016), obligando al usuario a emplear un elemento que actúe como una pasarela unidireccional, de manera que la información fluya desde una red de menor clasificación a otra red de mayor, como es el caso de la transición de una red de DL a una red de MS, evitando que la información pueda fluir en sentido contrario. Notemos que la red MS dispondría de toda la información de la red DL y otra información que no queremos que esté disponible en la red DL, de ahí la necesidad de una pasarela unidireccional entre las redes.

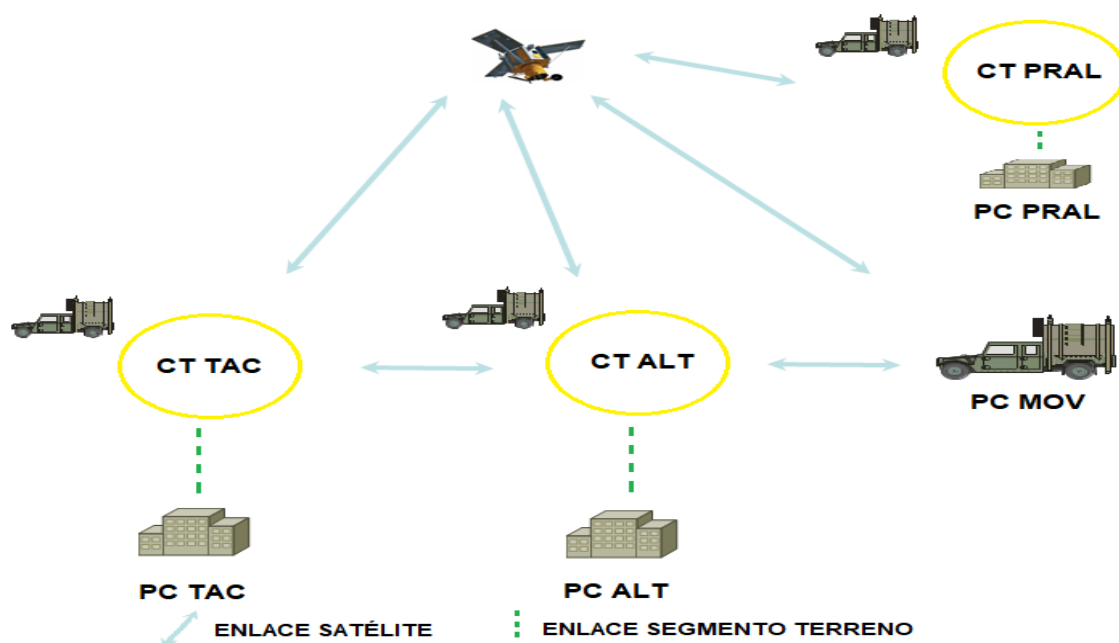
### 1.3 Motivación

De esta forma surge la presente investigación, que tiene como finalidad enfocar el uso del BMS a través de terminales satélite y el tratamiento de la información en la red MS dentro de SC2NET-D. Como escenario de la maniobra, se escogió el ejercicio *BST II* (ver *Figura 3*) realizado entre los días uno y treinta del mes de septiembre de 2021, en el cual se preveía desplegar un Centro de Transmisiones Táctico (CT TAC), un Centro de Transmisiones Alternativo (CT ALT), un Centro de Transmisiones Principal (CT PRAL), tres Puestos de Mando (PC TAC, PC ALT y PC PRAL) y un Puesto de Mando Móvil (PC MOV) con la distribución que a continuación se menciona:



- CT y PC TACT: Base *Jaime I*, Bétera (Valencia).
- CT y PC ALT: Base *Jaime I*, Bétera (Valencia).
- PC MOV: Base *Jaime I*, Bétera (Valencia).
- CT y PC PRAL: Base *General Almirante*, Marines (Valencia).

En el cuarto anexo se puede observar la posición exacta en la cartografía de este despliegue (ver *Anexo IV. Despliegue de la maniobra*).



*Figura 3. Esquema de despliegue del ejercicio BST II*

Con el montaje de los Centros de Transmisiones, el personal encuadrado en el área de IS se encargaría de configurar todos los servicios esenciales para la realización de la maniobra, lo que conllevaría la creación, tanto de los usuarios que estarían en el correspondiente PC, como de los servicios que explotarían en la red de SC2NET-D (JCHAT, ANTARES, SHAREPOINT, etc.). Una vez realizada esta tarea, la señal se enviaría por medio satélite entre los CT y desde ellos a través de segmento terreno mediante fibra óptica a los distintos PC. Estos recibirían la información y la integrarían en sus equipos finales para que los usuarios encuadrados en cada PC pudieran explotar los servicios configurados.

En cuanto al servicio BMS, su configuración y transmisión de la señal se llevará a cabo a través de la estación SORIA de los distintos CT y el que realizará la función de Puesto de Mando Móvil. La emisión por este medio permite que se pueda observar el continuo funcionamiento del programa, ya que la estación se puede desplazar por el terreno. De esta manera, se puede realizar un seguimiento de la estación desde los diferentes PC.

## 1.4 Desarrollo del proyecto

En la sección 1 introducimos los elementos básicos que todo lector del presente manuscrito debe conocer con el fin de alcanzar una apropiada comprensión del trabajo. Así como la motivación que nos ha llevado a su desarrollo.



En la sección 2 estableceremos los objetivos que buscamos alcanzar con la realización del proyecto, así como el alcance de los mismos para un correcto desarrollo de la investigación propuesta. Además, estableceremos la metodología que guiará los procedimientos que se llevarán a cabo.

En la sección 3 mostraremos la situación previa del campo.

En la sección 4 expondremos todas las pruebas experimentales llevadas a cabo con el fin de alcanzar nuestras metas, junto a los datos obtenidos de las mismas. Exactamente el desarrollo puede ser esquematizado del siguiente modo:

1. Planeamiento
  - 1.1. Fichero de BMS
  - 1.2. Autorización Acceso a Satélite (AAS)
  - 1.3. Configuración del nodo de Sistemas de Información
    - 1.3.1. Procedimiento Pre-Clonado
    - 1.3.2. Procedimiento Post-Clonado
      - 1.3.2.1. Asignación de usuarios de administración por rol
      - 1.3.2.2. Procedimiento de arquitectura PKI
      - 1.3.2.3. Procedimiento de licenciamiento KMS
      - 1.3.2.4. Procedimiento de preparación WSUS
  - 1.4. Fichero de Misión de ANTARES
2. Ejecución
  - 2.1. Protocolo NFFI en la transmisión de datos
  - 2.2. Esquema de red de la maniobra
  - 2.3. Manera de proceder para el correcto desarrollo del proyecto
    - 2.3.1. Transmisión de la señal a través de la estación SORIA
    - 2.3.2. Recepción de la señal y guiado hasta su integración
    - 2.3.3. Integración de la señal en los Sistemas de Información
      - 2.3.3.1. Elementos necesarios para el ensayo
        - 2.3.3.1.1. Transceptor NXF-742
        - 2.3.3.1.2. Diodo 110
        - 2.3.3.1.3. Cable de fibra óptica y UTP
      - 2.3.3.2. Ensayo de la integración

En la sección 5 mostraremos las conclusiones obtenidas después de haber realizado todas las pruebas técnicas necesarias. Dando respuesta a los objetivos marcados en la sección 2. Además, marcaremos unas líneas futuras de trabajo a seguir.





## 2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### 2.1 Objetivos y alcance

A continuación, detallamos los objetivos a alcanzar en el desarrollo del presente proyecto:

Objetivo 1: Implementar el empleo de terminales satélite para la transmisión de una señal del programa BMS desde una estación SORIA establecida en el campo de batalla a otra estación SORIA establecida en el Centro de Transmisiones Principal.

Nótese que obviamente la localización de ambas estaciones SORIA es irrelevante siempre que en ambas localizaciones haya cobertura del mismo.

Objetivo 2: Integrar las señales recibidas en la estación SORIA, establecida en el Centro de Transmisiones Principal, en la red de SC2NET-D.

Para lograr los objetivos marcados necesitaremos establecer una serie de objetivos intermedios:

- Objetivo 1.1 Adaptar la estación SORIA para la transmisión vía satélite.
- Objetivo 1.2 Configurar el programa BMS teniendo en cuenta los requisitos necesarios, tanto para su transmisión por vía satélite como su integración en redes clasificadas.
- Objetivo 1.3 Carga operativa de la configuración del programa BMS en la estación SORIA y verificación de la señal GPS.
- Objetivo 1.4 Transmisión de la señal del programa BMS al satélite desde la estación SORIA y confirmación de que en el resto de estaciones SORIA, establecidas en los distintos Centros de Transmisiones, se recibe esta.

Llegado este punto se habrá logrado alcanzar el Objetivo 1. Con la señal recibida en la estación SORIA, establecida en el CT\_PRAL, daremos paso a la integración de la señal, Objetivo 2. Nos marcaremos los siguientes subobjetivos para lograrlo:

- Objetivo 2.1 Búsqueda y análisis del esquema idóneo, en función de los recursos disponibles, para el intercambio de señal entre las redes de Difusión Limitada y *Mission Secret*.
- Objetivo 2.2 Adaptar los terminales de la red de integración para un correcto intercambio de la información.

### 2.2 Metodología

Para la presente investigación se van a llevar a cabo tanto métodos cualitativos como cuantitativos.

Por una parte, se va a requerir la colaboración de personal encuadrado en el área de Satélite de manera que puedan proporcionar documentación de la estación SORIA. Entre esta información se encontrará el diagrama de redes, donde se podrá observar cómo los diferentes elementos electrónicos comunican las distintas salidas de la estación (satélite, radio) a través del GESCOM. También se estudiará el apartado correspondiente al funcionamiento de la estación y cómo recoge toda señal y la envía por el recorrido que eficiente considera. En cuanto a la



configuración y empleo de BMS, van a participar en el estudio expertos en este programa, que van a facilitar manuales para el correcto entendimiento y manejo del mismo.

Toda la investigación anterior se llevará a cabo en la base militar *Jaime I*, donde actualmente tiene el Batallón desplegada la estación para la realización del ejercicio programado para el mes de septiembre de 2021.

Por otro lado, para la recepción de la señal procedente del SORIA y la transferencia de información entre redes va a colaborar personal que actualmente se encuentra en el aula CIS del regimiento situado en Marines, (Valencia). En el CIS se encuentra gran cantidad de material perteneciente a IS de los tres Batallones, por lo que es de gran ayuda para la parte del trabajo que se enfoca en ese apartado. Para esta parte del estudio se ejecutará el programa BMS a modo de experimentación en un ordenador personal, recopilando todas las pruebas y errores que nos pueda proporcionar al recibir la señal y atravesar la información por la pasarela unidireccional que se encargue de replicar la señal. Cabe destacar, que todo lo relacionado con este apartado se estudiará en la base *General Almirante*, en el aula anteriormente mencionada.

También se va a emplear el uso de un diagrama de Gannt como herramienta de medición del tiempo en el planeamiento y ejecución de la investigación. Este cronograma del proyecto nos permite planificar las actividades, así como facilitar el seguimiento del mismo y adaptar la realización de la investigación al tiempo disponible. Esta planificación se desarrolla en base al *Anexo V. Distribución temporal*.



### 3 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

A lo largo de los últimos años, como herramienta para facilitar el Mando y Control de las unidades en el Ejército de Tierra se ha empleado el programa BMS mediante la radio PR4G en el área correspondiente a la Red Radio de Combate. Este programa se caracteriza por mostrar en tiempo real el posicionamiento de las unidades, así como su seguimiento a lo largo del tiempo. Sin embargo, el continuo desarrollo de sistemas de telecomunicaciones, así como el uso cada vez mayor de satélites en las comunicaciones a distancia, ha conllevado a un estudio más profundo de esta área.

El empleo de satélites tiene, por un lado, la ventaja de un alcance muy elevado, ya que un radioenlace, a pesar de su alcance, se limita más en el contacto entre unidades. Como consecuencia de esta ventaja, permite elevar la comunicación hasta niveles superiores, como, por ejemplo, un Regimiento o Brigada, que además carecen de PR4G entre sus medios y disponen de estaciones satélite en su despliegue. Sin embargo, el empleo de terminales SAT como medios de transmisión para transmitir programas empleados en radioenlaces todavía es una novedad, por lo que se necesita mayor tiempo de investigación.

Además, el uso de la estación SORIA permite que, gracias a su satélite en movimiento, tenga varias ventajas que lo convierten en una estación indispensable para la emisión de cierta información. Por ejemplo, se tiene la peculiaridad de que, estando desplegados en Zonas de Operaciones, gracias a su empleo como estación en un vehículo motorizado, se tenga la certeza de que el seguimiento de nuestro convoy se está llevando a cabo sin interferencias, tanto en la base de la misma operación, como en Territorio Nacional, evitando así la necesidad de realizar un despliegue para su uso. A diferencia de los alcances a través de radioenlaces, para distancias largas se elimina el empleo de otro medio que actúe como repetidor, ya que con medios satélite se puede decir que la burbuja de alcance es global.

Una vez la señal alcanza al terminal receptor y se guía hasta el área de IS, el problema fundamental que ha surgido hasta la actualidad es la necesidad de intercambiar la información entre dos redes con niveles de seguridad diferentes. Esto se debe a que cuando las señales se transmiten, lo hacen en una red de cierta seguridad baja, pero cuando esta información se emplea para dar servicio a los usuarios se pretende que se emplee una red de mayor seguridad. Por lo tanto, existe un salto de seguridad entre la radiación de señales y la explotación de esa información por parte de los usuarios. Para separar estos dos tipos de redes se ha empleado una pasarela cuyo cometido es el de actuar de manera unidireccional, permitiendo que los datos fluyan en un único sentido, separando así dos redes contiguas.

La pasarela empleada en los últimos años consiste en un *software* instalado en un terminal, cuyo cometido es el de permitir que los datos que se configuren fluyan en un único sentido. Esto tiene los inconvenientes de un retardo en el tiempo de la transmisión debido a su forma de llevar a cabo esta integración, por lo que últimamente se ha estudiado la aplicación de otro tipo de elementos como pasarelas unidireccionales que eliminan ese aumento de tiempo. Como se verá más adelante, la aparición de este elemento es reciente, por lo que todavía se requiere de una mayor investigación sobre su uso, así como instruir al personal para el manejo de estos dispositivos.

Por último, existe cierta diferencia entre las herramientas empleadas por parte de los usuarios de la red de SC2NET-D y el programa BMS, lo que muchas veces implica problemas de incompatibilidad o necesaria adaptación entre ellas para poder emplearlo. Por ello, existe un proyecto que tiene como objetivo actualizar estas herramientas, facilitando así la integración de programas externos como BMS y los de esta red.





## 4 DESARROLLO: ANÁLISIS Y RESULTADOS

A continuación, se procederá a realizar las pruebas necesarias para alcanzar los objetivos marcados. Además, toda información recopilada en los diferentes ensayos se acompañará mediante el empleo de imágenes, que ayudarán al lector a entender mejor los pasos seguidos, así como una mejor visualización de los posibles errores y sus causas.

Siguiendo el desarrollo de la investigación marcado en el punto 1.4. *Desarrollo del proyecto*, abordaremos, en primer lugar, al planeamiento del estudio, lo que conllevará una inicialización de los programas y herramientas que se van a emplear posteriormente en los apartados siguientes.

### 4.1 Planeamiento

#### 4.1.1 Fichero de BMS

Este apartado describe como se configuran las diferentes herramientas que tiene el programa BMS con el fin último de elaborar un fichero, el cual posteriormente será cargado en cada uno de los nodos participantes del ejercicio para una correcta integración entre ellos. Más adelante se mostrará en detalle cómo se configura para establecer qué nodos participan y cómo se comunican entre ellos.

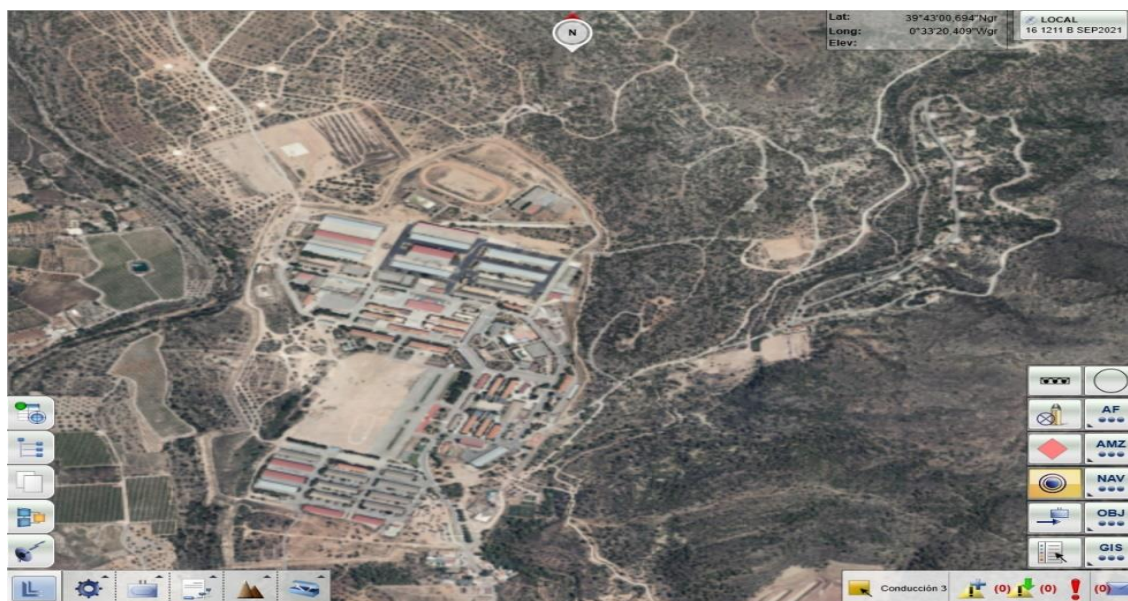
##### 4.1.1.1 Definiciones

1. ORBAT: Archivo que contiene las fuerzas del ejercicio y la relación entre ellas (aliado, hostil o neutro). Este archivo debe crearse en primer lugar.
2. Nodo: Es importante resaltar que la definición de nodo no es igual para SC2NET-D que para BMS. En BMS consiste en un vehículo de transmisiones con distintas radios (UHF, VHF y HF), medios Ethernet, etc. De tal manera que cada red de la que sea cliente consume una de esas radios o recursos (interfaces). Tal es así, que, si un nodo es cliente de dos redes diferentes y las comunicaciones a través de ellas son Ethernet, obligatoriamente el nodo tendrá que tener dos interfaces Ethernet.
3. Interfaces: Son los recursos que emplea un nodo para la transmisión de la información, como puede ser una radio, o una salida Ethernet.
4. Fichero BMS: Es el documento principal del programa. Se genera con las herramientas que proporciona BMS y tiene toda la información necesaria para la conducción del ejercicio. Como consecuencia de ello, en este documento se carga el ORBAT anteriormente creado y se configuran los nodos participantes, las redes y las interfaces de datos asociadas a cada una de ellas.

##### 4.1.1.2 Creación de un archivo ORBAT

Para la creación del archivo ORBAT se debe abrir la aplicación denominada *BMS-ET*, en la cual se puede observar la cartografía y diferentes herramientas que facilitan la creación y modificación del despliegue de las unidades (ver *Figura 4*).

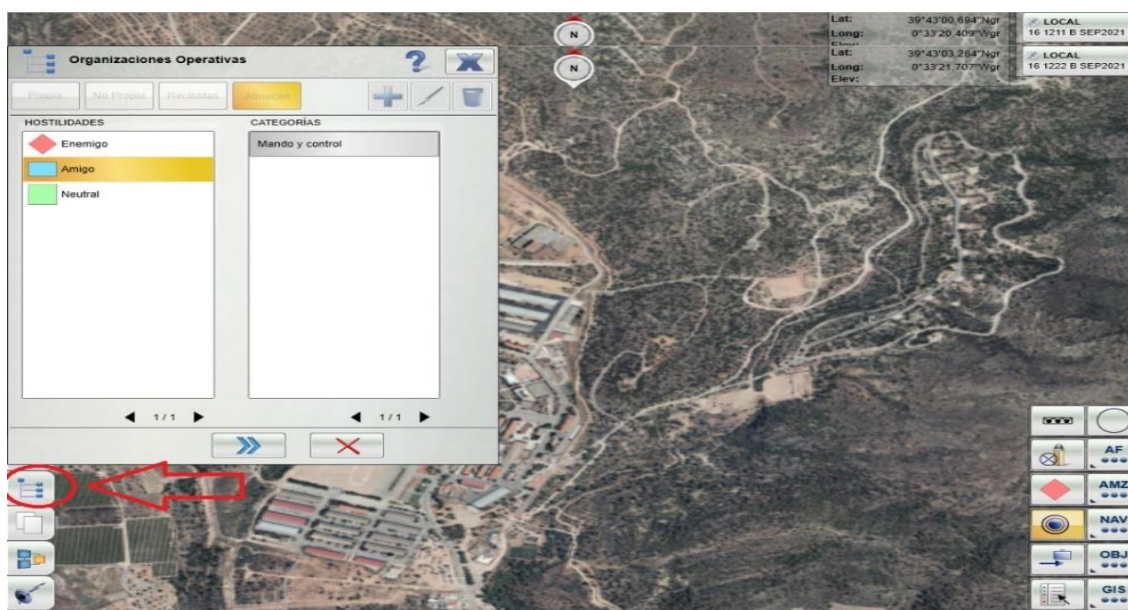




*Figura 4. Aspecto inicial de la aplicación BMS-ET*

Una vez seleccionada la cartografía correspondiente al ejercicio, se crea la Organización Operativa que va a estar operando en el terreno. En nuestro caso, se crearán tres Puestos de Mando (PC TAC, PC ALT y PC MOV), los cuales estarán desplegados en la base *Jaime I*, y un Puesto de Mando Principal en la base *General Almirante*. Para ello, se selecciona la pestaña Abrir ORBAT y se inicia la creación del archivo (ver *Figura 5*).

Cabe destacar, que es irrelevante la posición asignada a las unidades en la creación del archivo. Una vez se carga el FBMS en los respectivos nodos, con la ayuda del GPS aparece cada unidad directamente en su posición. Sin embargo, todos los equipos deben tener cargada en sus programas BMS la misma cartografía, ya que, de no ser así, puede dar error a la hora de cargar el fichero. Por ello, se crearon en la base *General Almirante* tanto los mapas de la maniobra, como un único documento con toda la Organización Operativa, de manera que, al finalizar su creación, se suministrarán ambos archivos a los distintos CT.

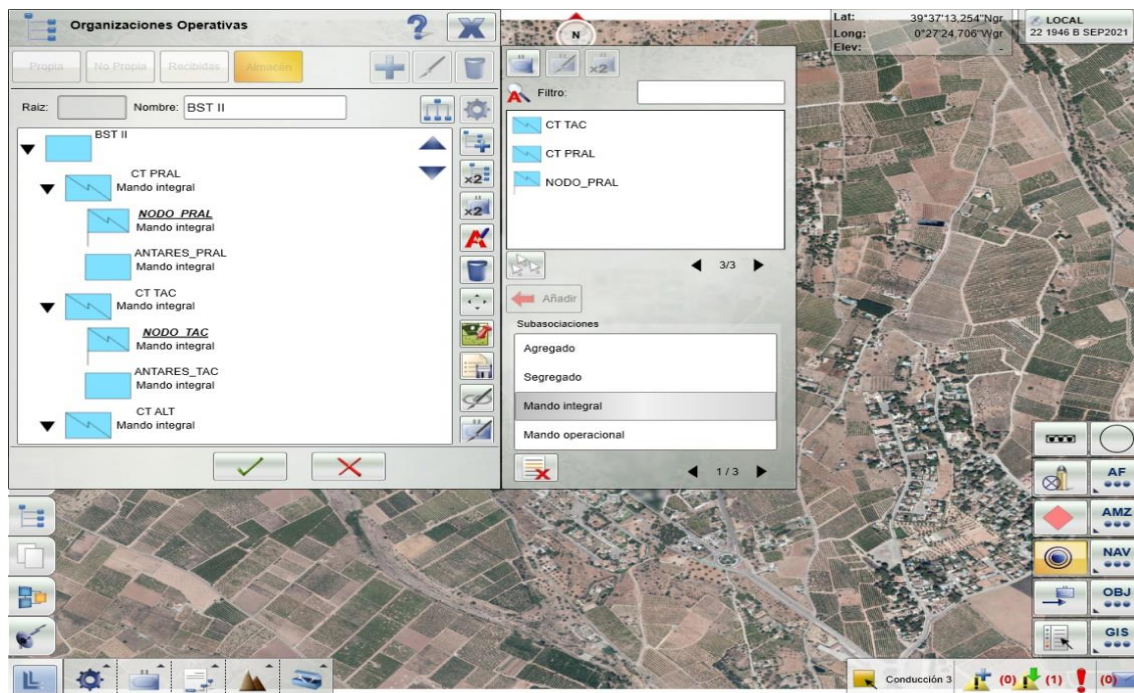


*Figura 5. Ventana de creación de ORBAT*



Con la creación de la Organización Operativa mostrada en la *Figura 6* ya se tiene creado el archivo ORBAT, por lo que se concluye la aplicación *BMS-ET*. Únicamente falta guardarlo para su posterior apertura en la aplicación *Gestor Ficheros de Misión* (GFM).

Una vez creada la Organización Operativa, se puede observar en el programa, al igual que en el ejercicio *BST II*, tres CT con sus respectivos PC y un PC Móvil. Aunque el fichero ORBAT no se ejecutará en los terminales de SC2NET-D se deben reflejar estos en la Organización Operativa para poder crear más adelante la red interna que va a comunicar este programa con el BMS.



*Figura 6. Organización Operativa*

Es importante mencionar, que tanto las estaciones SORIA de los distintos CT como el PC MOV van a ser los nodos móviles a los que se les configuren las redes e interfaces. De esta manera, la señal que se enviará entre ellos se conducirá entre los respectivos Centros de Transmisiones para su integración en SC2NET-D y su posterior visualización en los terminales encuadrados allí.

#### 4.1.1.3 Creación de un Fichero BMS

Para un desarrollo más detallado de todos los pasos a seguir puede consultarse el *Anexo VI. Procedimiento de creación de un FBMS*. La mayor parte de las figuras que se vinculan a lo largo de la explicación hacen referencia a este anexo. En ningún caso estas son imprescindibles para poder seguir a la perfección esta sección.

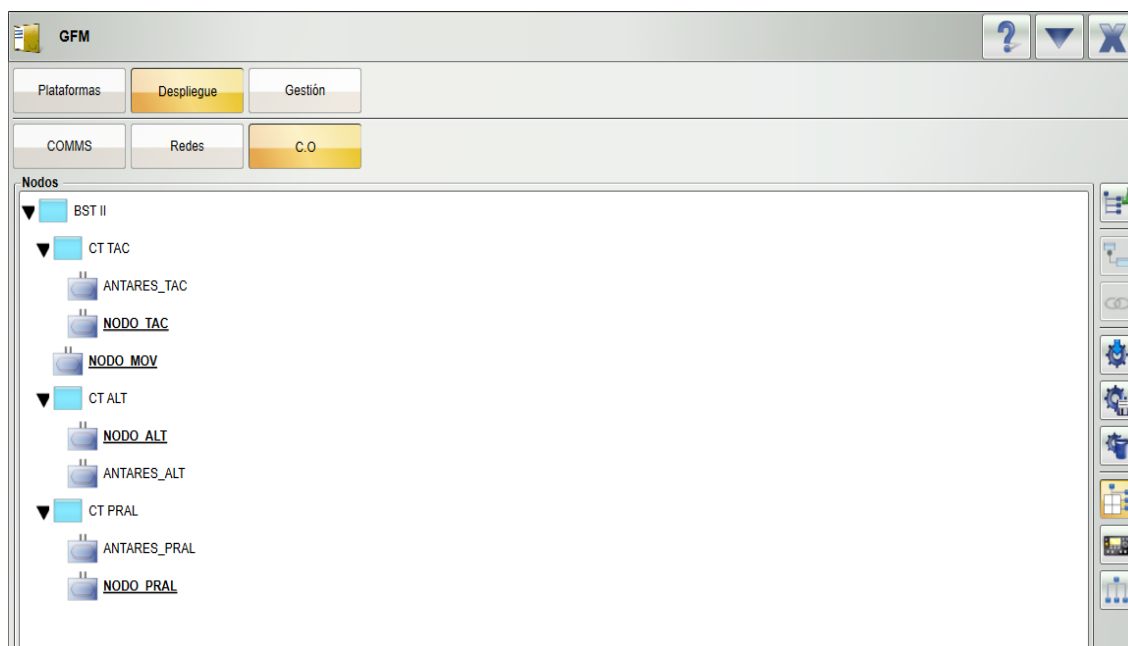
Una vez creado el ORBAT con la estructura de la maniobra, se ejecutará la aplicación GFM para la apertura del archivo. Con esta herramienta se iniciará la creación de nodos, con la posterior configuración de las redes e interfaces necesarios para la maniobra, así como su implementación con los distintos nodos del ejercicio. De esta manera, cada nodo dispone de un medio de empleo (radio, satélite, etc.), y dentro de ese medio se tiene la red creada que posteriormente se empleará.





Es importante destacar, que aquí es donde comienza la novedad de la investigación en cuanto a la transmisión por satélite. Cuando se crea un Fichero BMS, los medios que se seleccionan son siempre la radio PR4G como radioenlace. Sin embargo, para la salida de la señal a través de un medio satélite, se debe escoger una interfaz distinta, como se verá más adelante.

En primer lugar, para la creación del FBMS se abrirá la aplicación anteriormente mencionada y se procederá a abrir el ORBAT creado, de tal manera que se obtendrá una imagen que muestre la estructura creada en el apartado anterior. (ver *Figura 7*).



*Figura 7. Organización Operativa en la aplicación GFM*

A continuación, se procederá a crear los nodos necesarios para la maniobra. En la configuración de cada uno de ellos, existe un apartado para seleccionar el medio por el que va a transmitir la señal, así como si dispone de GPS. Al ser enlaces vía satélite, en la ventana *Medios* se escoge la opción de *Ethernet*, ya que es la configuración correcta para poder emitir por ese medio SAT. Además, cada nodo tiene asignado un Identificador (ID), el cuál aparece en la parte superior de la configuración (ver *Figura 44*). Este ID deberá ser el mismo que se introduzca en la aplicación *BMS-Configurator* en el apartado *Nodo*, ya que, si no coinciden, dará error la aplicación BMS al cargar el correspondiente Fichero, por no reconocer ninguna coincidencia (ver *Figura 45*).

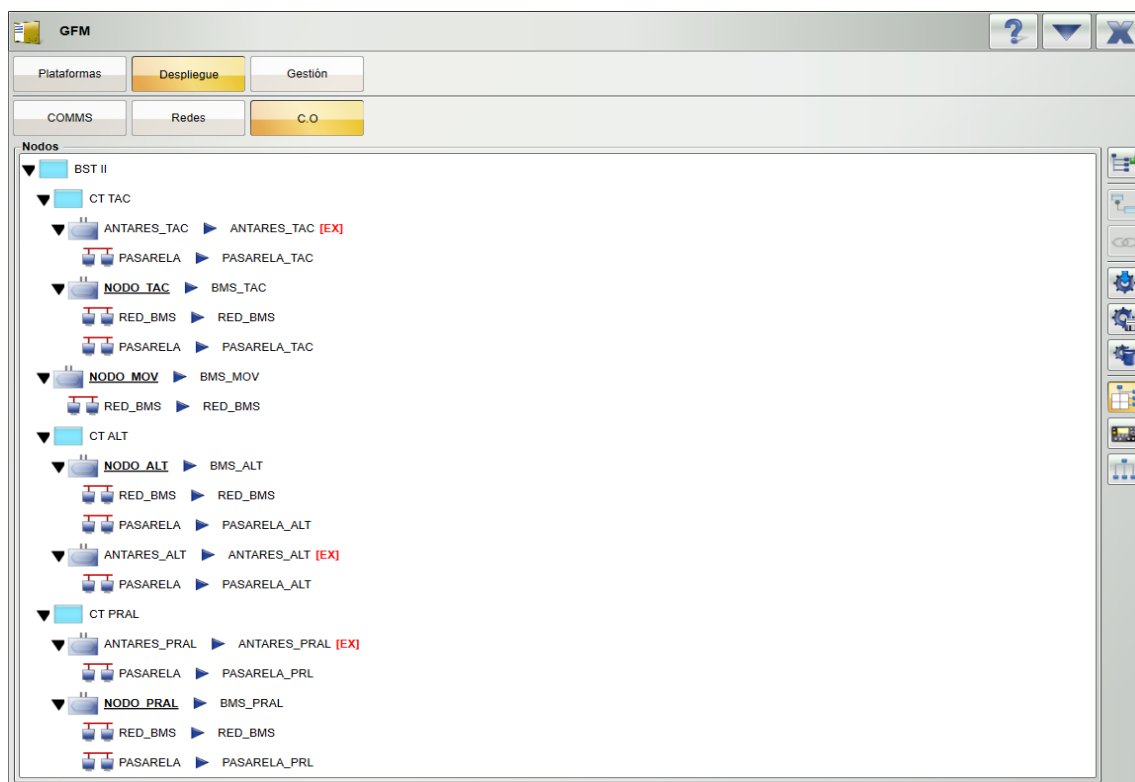
Una vez creados todos los elementos correspondientes al FBMS, cada nodo BMS tiene creados dos medios: la red global BMS que interconectará al resto de nodos de este programa y su red interna que actuará como pasarela entre los equipos BMS y SC2NET-D (ver *Figura 46*). Por otro lado, a los nodos creados referentes a los terminales que se hallan en SC2NET-D, únicamente se les añade el medio de la red interna, además, se les seleccionará como nodo externo para el correcto funcionamiento del intercambio de información. Se puede observar la creación de las distintas redes en el *Figura 47*.

Para finalizar la creación del fichero, como última visualización del programa GFM se tiene el despliegue de la maniobra, donde se representa cada nodo con sus respectivas redes (ver *Figura 8*). Se puede observar cómo los nodos BMS tienen la red global y la red interna que hace de pasarela, mientras que los nodos de ANTARES solamente tienen esta última. Una vez





finalizada esta tarea, se guarda el fichero y ya se puede suministrar al resto de nodos, para que todos abran este archivo en el programa BMS de sus correspondientes equipos (ver *Figura 48*). No se debe olvidar que cada nodo tiene su ID única, que debe coincidir con la del programa *BMS Configurator*.



*Figura 8. Despliegue en Fichero BMS*

#### 4.1.2 Autorización Acceso a Satélite

Debido al empleo cada vez mayor de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (TIC) cada vez es más frecuente la aparición de ciber amenazas, que atentan contra la seguridad nacional. Es por ello, que se han elaborado una serie de documentos CCN-STIC bajo el CCN, cuyo objetivo es acreditar los sistemas que trabajan con información clasificada con el establecimiento de un marco de referencia para llevar a cabo la tarea de dar seguridad a los sistemas de las TIC. En consecuencia, *todos los sistemas que manejen información clasificada DL o superior y empleen medios o procedimientos de cifra, será obligatorio el cumplimiento de la correspondiente normativa, y el empleo de productos con certificación criptológica del CCN* (Centro Criptológico Nacional, s.f.).

Es por ello, que cada vez que se requiere del uso de terminales satélite en el ámbito de aplicación del Ejército de Tierra para la transmisión de información clasificada, se debe elaborar una Solicitud de Acceso a Satélite (SAS). Este documento autoriza al personal responsable de los medios satélite al uso de este medio para la transmisión de este tipo de información.

El SAS lo redacta el responsable del área de Satélite, y constituye una serie de documentos en los cuales figura toda la información relacionada con los datos esenciales para el enlace. Así como, la cantidad de ancho de banda que se solicita, las frecuencias que se emplearán y el tiempo que se utilizará este medio de transmisión.



Una vez se cumplimenta el documento y se eleva al escalón superior, cuando se autoriza la petición se recibe lo que se denomina la Autorización de Acceso a Satélite (AAS). En este documento se refleja lo que se solicitó anteriormente en el SAS, y las modificaciones realizadas por la autoridad a la que corresponde la emisión de este documento (ver *Figura 9*).

```
CONFIDENCIAL
PRECEDENCIA ACCION: R
PRECEDENCIA INFO: R
DE: JCGS
PARA: 2º AJEMA-JECON-JETELDEF-JESANCA-JESATAL
INFO: ALFLOT-PRINCIPE-JESATEAL-JESANCLA
SIC: SGH
N/0: 261-SP-G/OPE/XXXX/AA DE DD MMM.

ASUNTO: AUTORIZACION DE ACCESO AL SATELITE AAS NUM. 09/370 TEC02A SPA D2 BIS
REF: A) .....

B) PROCEDIMIENTO PARA PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LAS
COMUNICACIONES MILITARES VIA SATELITE Y NORMA OPERATIVA
O-501 PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ENLACE.

1.-ESTE MENSAJE CONFIRMA Y DOCUMENTA EL ACCESO AL SATELITE
PROPORCIONANDO INSTRUCCIONES DE OPERACION Y CONTROL PARA LOS
TERMINALES QUE PARTICIPAN EN LA MISION DEL MENSAJE DE REF. A)

2.-SEGUN LO ESTABLECIDO EN LOS DOCUMENTOS DE REF. B)
3.-EL ACCESO AL SATELITE SE AUTORIZA DESDE EL 191445Z MAY 09

HASTA EL INDEFINIDO.
4.-CRS: TORREJON, TEL:914004602, FAX:916776588, RCT:8182000
5.-CRS ALT.: BERMEJA, TEL:918750207/08 FAX:918750210, RCT:8182407
6.-EL PROCEDIMIENTO DE ACCESO AL SATELITE SERA EL ESTABLECIDO

SEGUN EL DOCUMENTO DE REF. B)
7.-SEGUN EL DOCUMENTO DE REF. B)
8.-SE ESTABLECEN LOS SIGUIENTES CRITERIOS PARA LA MISION:
A) PRIORIDAD DE MISION: GRUPO: 02. LA FRECUENCIA DE BEACON ES:

FREC. BEACON: (SPA) 7749.503 MHZ.
FREC. BEACON: (SPA) 7493.000 MHZ TONO PURO.

B) PARA EL TERMINAL ORIGEN: ESTX1 (ESTACION SATELITE TORREJON X1)
PUNTO DE CONTACTO: SUBOFICIAL DE SERVICIO
LOCALIZACION GEOGRAFICA: (XXº XX' XX" NORTE/XXº XX' XX" OESTE)
PIRE UTIL TERMINAL ORIGEN: 41.43 DBW
AZIMUT TERMINAL ORIGEN: 217.04 GRADOS
ELEVACION TERMINAL ORIGEN: 35.715 GRADOS
FRECUENCIA TX TERMINAL ORIGEN, CADENA 52: XXXX.XXXXXX MHZ
FRECUENCIA RX TERMINAL ORIGEN, CADENA 52: XXXX.XXXXXX MHZ
```

Página 1

*Figura 9. Modelo de Autorización Acceso Satélite (Ministerio de Defensa, s.f.)*

En el séptimo anexo se puede encontrar el documento completo de este modelo. (ver *Anexo VII. Autorización Acceso Satélite*).

Como se puede observar en la imagen anterior, se detalla todo lo referente a:

- El inicio de esta Autorización (punto tres).
- Las estaciones de Anclaje principal y alternativa (puntos cuatro y cinco).
- La localización geográfica del satélite al que se debe enlazar y las frecuencias que se deben emplear para la comunicación (color amarillo).



Estación de Anclaje es aquella que supervisa y gestiona el enlace de medios satélite. Además, se encarga de suministrar a los medios el ancho de banda que se solicita para el correspondiente ejercicio, y como último cometido también regula que la potencia emitida esté dentro de unos límites aceptables.

Una vez se autoriza, se recibe el AAS y se establece enlace con el satélite, se debe controlar la comunicación, tanto por el nivel de frecuencia, como la calidad de la señal, de manera que se va regulando con la ayuda de la Estación de Anclaje.

Con este documento autorizado y el Fichero de BMS creado, ya se pueden activar los medios satélite, iniciar el programa BMS y emitir la posición al resto de nodos. A partir de ahora sería tarea del área de IS la configuración de lo que respecta a SC2NET-D y sus medios para tratar la información que se recibe.

### *4.1.3 Configuración del nodo de Sistemas de información*

La configuración del nodo de Sistemas de Información es esencial para llevar a cabo un correcto funcionamiento de un ejercicio. En este proceso tiene una gran importancia el personal encuadrado en esta área, ya que su tarea principal es la administración y gestión de este componente, con el fin de que la maniobra se realice satisfactoriamente, dando continuidad al ejercicio.

Para llevar a cabo esta configuración se deben realizar dos procedimientos, los cuales van a depender de en qué momento exacto se encuentre la maniobra.

#### *4.1.3.1 Procedimiento Pre-Clonado*

Inicialmente, los administradores del nodo desplegable se encargan de realizar una copia del servidor principal en el respectivo nodo, con objeto de tener la configuración de las máquinas virtuales actualizada. Sin embargo, con esto se obtiene un nodo con gran cantidad de recursos y servicios que posiblemente no se emplearán en la maniobra. Por ello, se debe proceder al Post-Clonado para la eliminación de todo aquello que no se vaya a emplear, realizando la puesta a punto del nodo.

#### *4.1.3.2 Procedimiento Post-Clonado*

El objetivo fundamental del procedimiento Post-Clonado es la adaptación de las configuraciones de las máquinas virtuales transferidas al nuevo entorno del ejercicio u operación en el que se encuentren. Dicha adaptación se efectuará tanto a nivel funcional como a nivel de seguridad.

Una vez se tiene la máquina con el procedimiento de Pre-Clonado realizado, este paso se basa en la adaptación del nodo a la maniobra. De esta forma, los administradores tratan de eliminar toda información no necesaria, así como la asignación de usuarios o la preparación de la máquina a través de licencias y actualizaciones necesarias.

A continuación, se describen procedimientos específicos que requieren especial atención. Se deberán llevar a cabo para garantizar el correcto uso del sistema conforme a su diseño y arquitectura para otorgar funcionalidad completa con la seguridad adecuada. Estos procedimientos son:



- Asignación de usuarios de administración por rol.
- Procedimiento de arquitectura *Public Key Infrastructure*.
- Procedimiento de licenciamiento *Key Management System*.
- Procedimiento de preparación *Windows Server Update Services*.

#### 4.1.3.2.1 Asignación de usuarios de administración por rol

En cuanto al primer punto, se deberán ejecutar las acciones de organización de personal previas a la explotación del Sistema. Es decir, para un determinado rol, como por ejemplo Seguridad o Comunicaciones, se deberá asignar a un usuario que se hará responsable de esa área. Una vez finalizada la transferencia de roles, los administradores deberán utilizar únicamente el usuario del que se han responsabilizado.

Cuando se concluya esta asignación, se reflejará en una matriz, en la cual se puedan observar los diferentes roles, así como el personal responsable y su cuenta de usuario.

#### 4.1.3.2.2 Procedimiento de arquitectura PKI

La Infraestructura de Clave Pública o *Public Key Infrastructure* (PKI) es un conjunto de políticas, procedimientos y roles para la creación, administración y empleo de certificados digitales. De esta manera, el cometido de esta arquitectura es la transferencia segura de información.

Es imprescindible el uso correcto de políticas de seguridad en esta tecnología, ya que, el uso incorrecto de transmisión o almacenamiento de información puede poner en peligro la seguridad del sistema, y con ello el fracaso del ejercicio.

#### 4.1.3.2.3 Procedimiento de licenciamiento KMS

*Key Management System* o Sistema de Gestión de Claves (KMS) es la tecnología que autoriza determinados servicios a través de la red local. Es decir, KMS permite la activación sin conectarse a los servidores *Microsoft* y mediante un proceso automatizado activa una copia de *Windows*. (Domínguez, 2020)

#### 4.1.3.2.4 Procedimiento de preparación WSUS

*Windows Server Update Services* (WSUS) hace referencia a las actualizaciones de seguridad para los sistemas operativos de *Microsoft*. Con esta herramienta, los administradores se encargan de que el nodo obtenga todas las novedades necesarias para su ejecución. En cuanto al modo de funcionamiento, los servidores desplegados en ejercicios descargan automáticamente las actualizaciones desde un servidor principal.

Es por ello, que el servidor principal está continuamente recibiendo actualizaciones de *Windows Server*, de tal forma, que cuando un nodo es requerido para un ejercicio, los administradores se encargan de copiar todas las actualizaciones del servidor principal al servidor que se va a emplear.



#### 4.1.4 Fichero de Misión de ANTARES

En lo que respecta al área de IS, el Fichero de Misión (FM) es un conjunto de archivos que sirven para establecer un inicio común en todos los nodos de un despliegue táctico. Por ello, es necesario que al iniciar una operación todos los nodos tengan una información común para evitar incongruencias en las bases de datos a lo largo del desarrollo de la misión. En ello se asemeja al FBMS, donde los nodos deben tener la misma información configurada para evitar errores.

En cuanto al suministro del archivo, un nodo central creará el FM y lo distribuirá al resto de nodos del despliegue. Además, éste se cargará solo en el servidor de SC2NET-D. Mientras que el FBMS lo podrá crear un administrador o responsable del área de Satélite. La responsabilidad de la creación y distribución del FM corresponderá a un nivel superior, siendo el Centro de Control de los Sistemas de Información y Comunicación (CISCC).

El FM contiene un conjunto de datos referidos a la situación táctica inicial, plantillas de medios y personal, gestión de usuarios (usuarios, perfiles y mensajería) y gestión de red (nodos, redes y réplica). Importante resaltar, que solo puede haber un FM por ejercicio.

Para la creación del FM perteneciente al área de IS emplearemos CANCERBERO, aplicación que almacena una serie de herramientas que gestionan y configuran todo lo relacionado con los determinados servicios de SC2NET-D. El FM contiene los nodos, así como los usuarios y las redes que se encuentran en IS. Como consecuencia de ello, cada herramienta de CANCERBERO tiene unos cometidos que la convierten en única, siendo necesario el conocimiento de todas ellas para la correcta creación del FM. Una vez ejecutado CANCERBERO, tal y como puede verse en la *Figura 10*, aparecen varias herramientas (CASTOR, ALTAIR, NETADMIN, etc.), cada una de ellas con su único cometido para la creación del FM. Sin embargo, para nuestro estudio se detallará más adelante la herramienta ANTARES, cuyo principal objetivo es proporcionar funcionalidades tácticas, siendo un Sistema de Información Geográfica (GIS).



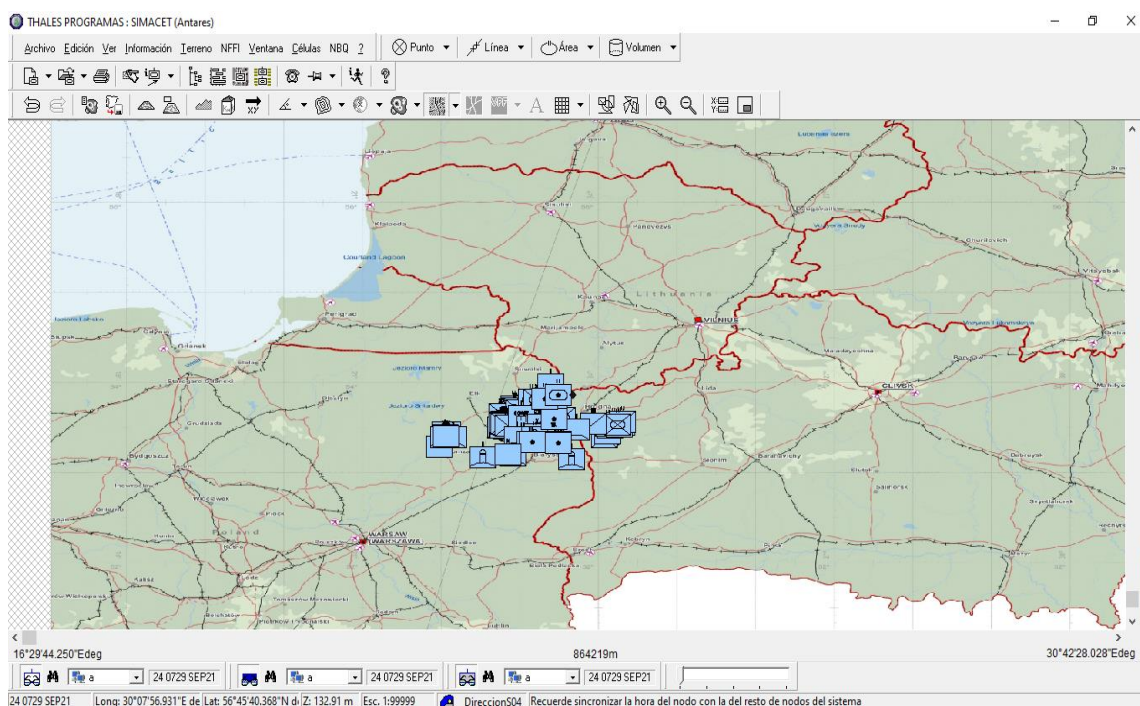
*Figura 10. Aplicación de Sistemas de Información CANCERBERO*

En cuanto a las diferentes herramientas mencionadas anteriormente, su finalidad es:





- **ALTAIR:** Permite la creación, recuperación y carga del fichero de misión. También permite gestionar con qué base de datos se va a trabajar: con la base de datos local del propio equipo, o con la base de datos de un servidor.
- **CASTOR:** Es la herramienta donde se crean los perfiles y grupos de usuario, así como de los propios usuarios. Como cometidos tiene la administración y gestión de éstos, la carga del conjunto cartográfico y permite modificar la ruta de archivos.
- **NETADMIN:** Permite la creación de los nodos (bases de datos) y redes, así como la asociación de nodos a redes. También se autoriza la configuración de la red lógica de réplicas (nodos pasarela y réplica inter-redes).
- **ANTARES:** Por definición, es la aplicación de usuario que proporciona capacidades GIS y diferentes funcionalidades tácticas. En esta herramienta se permite la creación y modificación de unidades, personal, material, datos meteorológicos y geográficos para una operación (ver *Figura 11*). Sobre los usuarios, se les puede dar permisos sobre los objetos durante el proceso de creación de los mismos. Como acción a destacar, realiza el intercambio de información entre BMS y SIMACET a través del protocolo *Nato Force Friendly Information* (NFFI), el cual se detallará más adelante.



*Figura 11. Visualización de la herramienta ANTARES*

## 4.2 Ejecución

Una vez establecido el planeamiento y configurado todo lo requerido para llevar a cabo las pruebas, se realizarán los ensayos necesarios para cumplir con los objetivos del estudio.



#### 4.2.1 Protocolo NFFI en la transmisión de datos

Para llevar a cabo una integración entre dos redes de distinto grado de seguridad, existen dos protocolos diferentes, siendo TCP y UDP los dos empleados en la capa de transporte del modelo TCP/IP, siendo fundamentales para las comunicaciones a través de medios satélite (ver *Anexo VIII. Modelo de referencia TCP/IP*). Es importante tener en cuenta cual se emplea, ya que dependiendo de la opción escogida puede permitir que se realice con éxito o no el intercambio de señal. En lo que respecta al BMS, el programa puede trabajar tanto en protocolo TCP como en UDP, según la opción escogida en la configuración del fichero.

En esta investigación trabajaremos con el protocolo UDP, ya que se prioriza la velocidad de transmisión (Vienazindyte, 2019) y el elemento que actúa como pasarela unidireccional emplea ese tipo de protocolo para establecer comunicación. Dentro del protocolo de transporte UDP existen varios protocolos para llevar a cabo la comunicación entre dos puntos. El protocolo que se emplea en esta investigación es el *Nato Force Friendly Information* (NFFI), el cual surgió como una solución de interoperabilidad en lo que respecta a la Fuerza Internacional de Asistencia para la Seguridad (ISAF por su traducción al inglés). El NFFI tiene como objetivo el intercambio de información de posiciones de fuerzas propias y cubre los dos niveles de la capa de transporte de las comunicaciones anteriormente mencionados:

- SIP1: protocolo TCP confiable.
- SIP2: protocolo UDP no confiable

En cuanto a la integración del programa BMS en la red de SC2NET-D existen varias soluciones, siendo las pasarelas empleadas:

*Common Operating Environment* (COE)

Diodo

*Firewall* físico.

Dependiendo de los recursos disponibles se usará una u otra. A continuación, realizaremos un análisis de estas tres pasarelas para concluir cuál de ellas puede resultarnos de mayor utilidad para nuestro proyecto.

El COE se ha empleado en repetidas ocasiones como solución a la hora de integrar BMS en los Sistemas de Información. Este cliente es un dispositivo que conoce los protocolos de dos o más sistemas de mando y control diferentes, de manera que actúa de traductor, permitiendo que unidades de una maniobra BMS se repliquen de manera automática en tiempo casi real. Sin embargo, para emplear el COE se requiere de un terminal que tenga instalado este *software* y que actúe como intercambiador de información entre el terminal BMS y el correspondiente a SC2NET-D, por lo que se deben emplear más recursos. Además, este cliente pasarela trabaja con la base de datos *Oracle*, actualmente, septiembre de 2021, en desuso. Como último inconveniente, el uso de un terminal con el *software* instalado implica que la réplica entre el terminal origen y destino pueda tardar entre dos y tres minutos, este tiempo no es aceptable en muchas maniobras.

El empleo del Diodo como método de interconexión entre dos sistemas diferentes es una solución poco habitual, debido a la escasa investigación acerca de este elemento. En cuanto a aplicaciones reales, en determinados ejercicios se ha empleado el Diodo de la empresa AUTEK como pasarela entre dos redes distintas. Este dispositivo tiene la ventaja de que, además de trabajar en la capa tres (ver *Anexo IX. Modelo de referencia OSI*), permite una mayor configuración. Esto hace que él mismo reconozca las direcciones de los terminales de salida, por



lo que no se deben introducir rutas estáticas a mano, como sí ocurre con diodos de capa dos (Castillo, 2018). Además, permite establecer un puerto de salida para la transmisión de datos. Sin embargo, el protocolo NFFI tiene la particularidad de que aleatoriamente cambia de puerto, lo que convierte a este modelo de Diodo en un dispositivo que no se puede emplear, al menos hasta que se permita configurarlo para permitir esos saltos. Además, los diodos de la empresa AUTEK tienen un gran tamaño y se requiere del empleo de servidores y monitores, lo que se traduce en una gran cantidad de recursos para su uso.

Por otro lado, existe el modelo de Diodo 110, el cual va a ser el que se emplee en este estudio. Este diodo trabaja en capa dos, por lo que no reconoce las direcciones IP de los terminales de recepción, como consecuencia de ello, se deben configurar todas las rutas manualmente. Sin embargo, debido al empleo de ese nivel de capa, no fragmenta la cabecera NFFI, con lo que no existen problemas a la hora de cambiar aleatoriamente el puerto de salida, ya que su única finalidad es transmitir la información en un sentido. A diferencia del Diodo de la empresa AUTEK, este elemento no requiere de gran cantidad de recursos, ya que es un dispositivo de reducido tamaño que simplemente se conecta por ambos lados a los terminales de las redes BMS y SC2NET-D. Un inconveniente que tiene este tipo de diodo a la hora de interconectar dos redes, es que trabaja con fibra óptica, por lo que se debe de disponer de transformadores de la señal de cableado de par trenzado (UTP) y cableado de esta fibra, tal como se detallará más adelante.

En cuanto al *Firewall*, es un dispositivo de seguridad de la red que monitoriza el tráfico entrante y saliente en función de un conjunto de restricciones de seguridad ya definidas (Cisco, s.f.). En cuanto a su modelo de interconexión, es un elemento físico de capa tres, lo que permite que sea más configurable que el Diodo 110. Como consecuencia, se permite que se puedan intercambiar gran variedad de archivos por el puerto de salida preconfigurado. Además, gracias a la capa de trabajo permite reconocer las direcciones IP de los terminales finales, por lo que no hay que introducir direcciones estáticas manualmente. El uso de un *Firewall* permite que determinados archivos establecidos se puedan transmitir en dirección opuesta, lo que crea la posibilidad de que los usuarios que se encuentran en la red clasificada, puedan enviar alertas o mensajes de cierta urgencia a la red que se encuentra al otro lado de la pasarela, lo que hace que en ningún momento la red clasificada se encuentre aislada, como ocurre con el Diodo 110.

La cuestión de por qué no se emplea un *Firewall* en lugar de un diodo, es debido a acreditaciones de Seguridad Nacional que impone el CCN. Estas acreditaciones priorizan el uso de un elemento que únicamente traspasa información en un sentido, a otro que permita el intercambio de información en ambos, aunque sea bajo configuración. (CCN, 2018)

#### 4.2.2 Esquema de red de la maniobra

Para una mejor comprensión del esquema de la maniobra, posteriormente se ha diseñado un diagrama que muestra, tanto la composición de la red DL, como la red MS (ver *Figura 12*). En ellas se puede observar los equipos que son necesarios para su montaje, así como las direcciones de red IP que se han asignado para su configuración. A continuación de la imagen, se muestra en una tabla con mejor presentación la asignación de las diferentes redes a los equipos.

En cada Centro de Transmisiones y en el PC\_MOV se ha creado una Red Pasarela o red interna, la cual tiene como objetivo integrar la comunicación entre terminal BMS y terminal ANTARES. Por ello, a la hora de crear el FBMS se ha tenido en cuenta la creación de estas pasarelas.



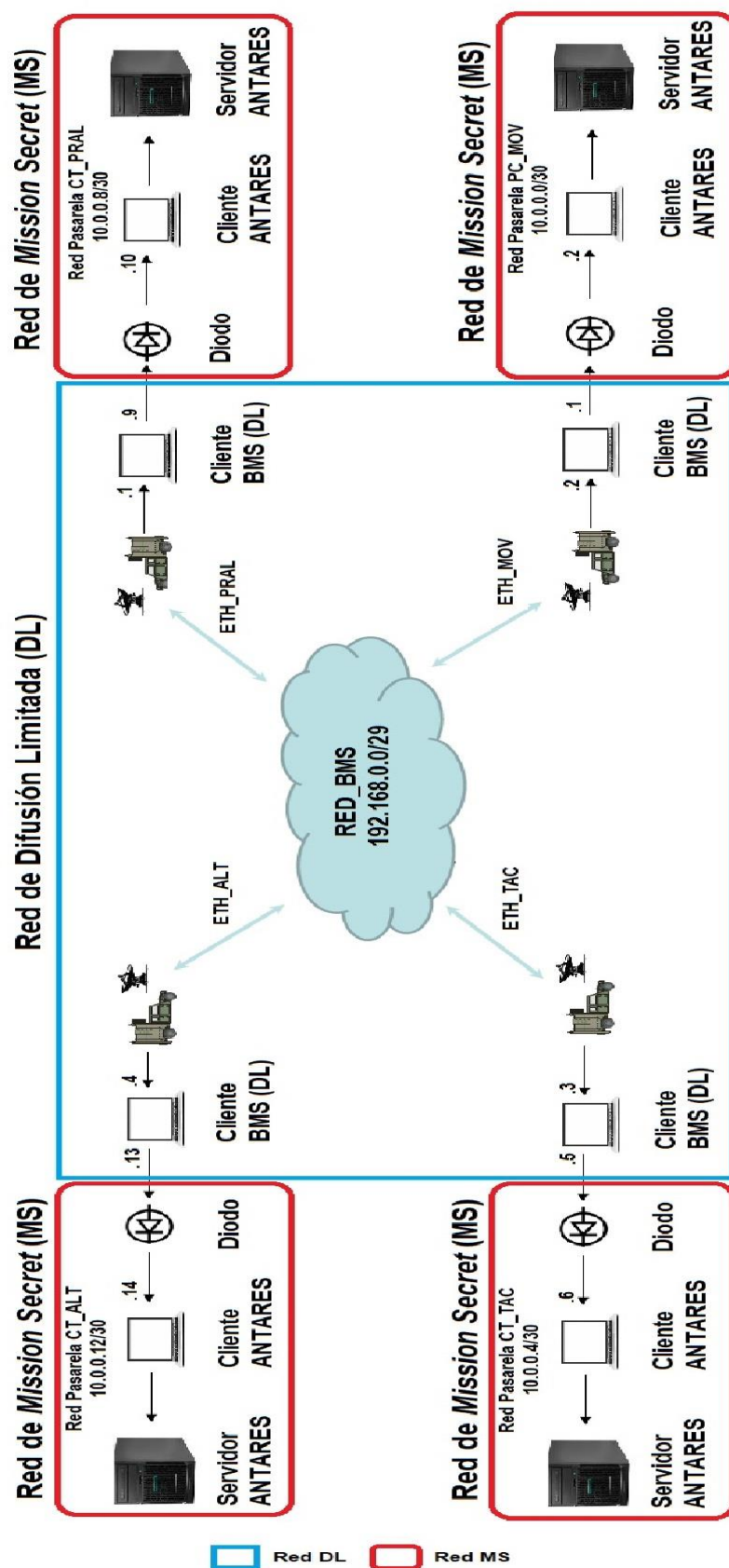


Figura 12. Esquema de red de la maniobra



En la *Tabla 2* se refleja la dirección IP que recibe cada terminal, dependiendo del Centro de Transmisiones donde se encuentre, así como si se trata de la red global BMS o cada red interna entre terminales.

*Tabla 2. Distribución de direcciones IP*

DESPLIEGUE	RED_BMS	Red Pasarela (BMS)	Red Pasarela (ANT.)
CT_PRAL	192.168.0.1	10.0.0.9	10.0.0.10
PC_MOV	192.168.0.2	10.0.0.1	10.0.0.2
CT_TAC	192.168.0.3	10.0.0.5	10.0.0.6
CT_ALT	192.168.0.4	10.0.0.13	10.0.0.14

#### 4.2.3 Manera de proceder para el correcto desarrollo del proyecto

Una vez realizados todos los pasos detallados en el planeamiento se llevará a cabo la transmisión vía satélite de la señal BMS y su integración en SC2NET-D con objeto de demostrar si finalmente es posible la realización de estos cometidos. Para ello se va a dividir la investigación en dos apartados, con la finalidad de una mejor separación de las tareas y los resultados.

##### 4.2.3.1 Transmisión de la señal BMS a través de la estación SORIA

Para la realización con éxito de esta parte de la investigación, se debe de tener en cuenta una serie de cometidos previos para la transmisión de la señal, como se vio reflejado en los subobjetivos dentro del Objetivo 1.

Como equipo inicial para la realización de la prueba se utilizará la *Tablet* instalada en la estación, ya que, siendo un elemento propio de la estación, tiene todas las conexiones establecidas. Además, el personal encuadrado en esta área está especializado en el manejo de este dispositivo, por lo que es una tarea más sencilla (ver *Figura 13*).



*Figura 13. Terminal BMS instalado en la estación SORIA*



En primer lugar, se tiene que configurar el terminal BMS para establecer comunicación con la estación. Para ello, con la ayuda del diagrama de red planteado en la *Figura 12* se observa la red global de BMS, que integra tanto la estación como el terminal BMS. Se configura la dirección IP en el terminal, estableciendo así conexión entre éste y el sistema SOTAS para asegurar que la información llega al núcleo de la estación. Es importante señalar, que, aunque la señal se transmite por medio satélite, la integración GPS se obtiene a través de la antena vehicular perteneciente a la radio PR4G. Por ello, una vez establecido el enlace entre equipo y estación, se debe comprobar si la conexión llega hasta la radio y posteriormente hasta la antena, con objeto de asegurar que la señal entre el equipo BMS y la antena vehicular funciona sin problemas.

Establecido enlace sin ningún error, se obtienen las coordenadas en el terminal, por lo que, seguidamente se abre el programa BMS, se carga el FBMS y recibe señal GPS. A partir de este momento es el GESCOM el que se encarga de integrar la señal en la estación y lanzarla por vía SAT.

Con las consideraciones previas expuestas se procedió a la realización de la prueba experimental. Una vez se conecta el periférico que contiene la cartografía y el FBMS creado, el terminal BMS no fue capaz de cargar los mapas de la maniobra y dio error al leer el FBMS. Esto se debió a que ambos archivos se crearon en un ordenador que contenía la versión v1.1 de BMS, mientras que la *Tablet* disponía de la versión anterior (v.0.1). Por ello, documentos de versiones más recientes las consideraba erróneas.

Para solucionarlo se planteó la creación del FBMS en la *Tablet* de la estación, pero se seguía con el mismo problema, no permitiendo cargar la cartografía. Se propuso actualizar el *software* de la *Tablet*, pero se rechazó esta medida por riesgo de incompatibilidad con el resto de estaciones que trabajan con BMS, ya que todas operan con la misma versión. Por ello se tuvo que llevar a cabo otra solución.

Como alternativa a la *Tablet*, se propuso realizar la conexión con el ordenador personal donde se creó el FBMS, conectando este terminal que disponía de la versión de BMS V1.1 con el sistema SOTAS (ver *Figura 14*).



*Figura 14. Enlace entre terminal y estación SORIA*





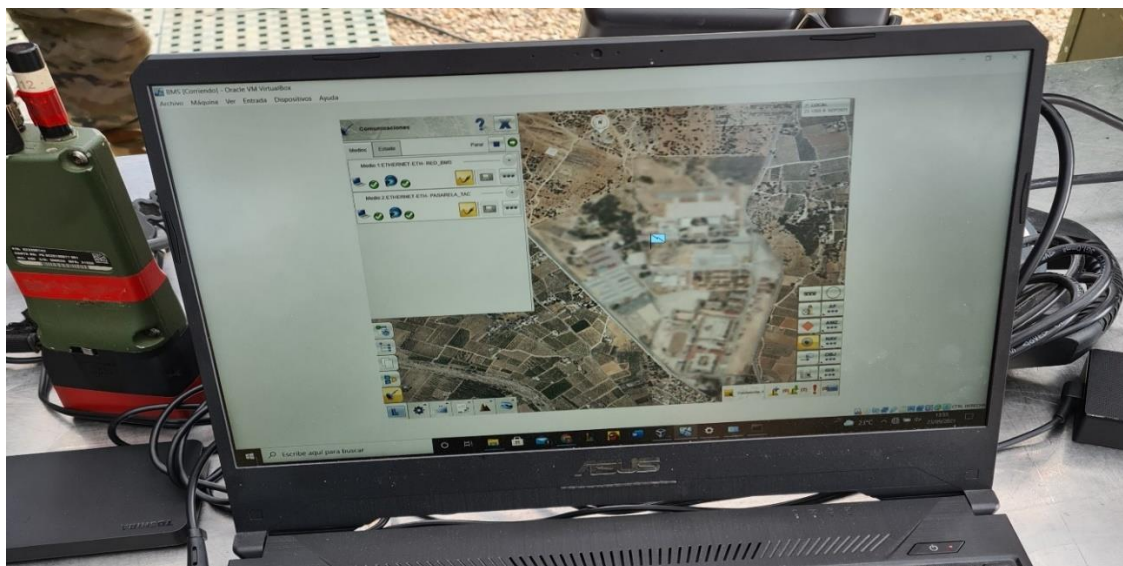
Como se puede observar en la figura anterior, el terminal escogido para realizar la segunda prueba se conecta con el SOTAS de la estación mediante un UTP con la interfaz física RJ-45.

El problema que surgió al establecer enlace entre estos dos elementos, es que la comunicación era nueva, ya que el cable utilizado no era el mismo que el que estaba instalado en la estación y contenía la *Tablet*. Por lo tanto, se tuvieron que realizar los pasos previos mencionados anteriormente de interconexión, lo que se tradujo en cambiar la dirección IP del ordenador para introducirlo en la red que contiene la estación, y comprobar si existía enlace.

Una vez establecida esta conexión y existiendo enlace entre ambos elementos, se debe proceder a confirmar que con este terminal también existe enlace con la radio PR4G y la antena, para confirmar que se tendrá señal GPS sin problemas.

Siguiendo con los cometidos previos a la transmisión de la señal, el paso posterior a la comprobación de todas las comunicaciones es cargar en el terminal el Fichero de BMS y la cartografía contenidos en el periférico. El objeto es asegurar que no se genera ningún error al establecer enlace con la estación. Una vez realizado todo esto, se pudo comprobar que la integración a través del GESCOM era satisfactoria, lo que permitió la transmisión de la información a través de la antena satélite con la conexión Ethernet configurada anteriormente. En la *Figura 15* se observan dos iconos verdes. El primero corresponde a la conexión local, es decir, al enlace entre el terminal y el puerto de salida que conecta al SOTAS. El segundo hace referencia a la verificación de la señal GPS.

Cabe señalar que el Nodo que se registró en el ordenador fue el correspondiente al CT TAC, por lo que la unidad que se representa en el mapa es el PC TAC. Para ello simplemente se configura en el programa *BMS Configurator* la ID 0003, la cual corresponde a ese nodo en el FBMS.



*Figura 15. Transmisión de señal vía satélite*

Finalmente, se pudo concluir que se había completado la primera parte de la investigación con éxito. El equipo reconoció la señal GPS y la estación fue capaz de encaminar la información hasta la antena satélite, lo cual se llevó a cabo de manera satisfactoria.

Para poder verificar que la estación SORIA emitía correctamente y llegaba la señal al satélite, existen unos elementos en la estación que permiten verificar este enlace, como se muestra en la siguiente figura:



*Figura 16. Módem de la estación SORIA*

La estación SORIA cuenta con dos módems, mostrados en la *Figura 16*. Este dispositivo muestra al personal de la estación el estado del enlace con el satélite, como ayuda para su supervisión. Para su interpretación, se debe tener en cuenta los siguientes estados:

- RX TRAFFIC: Muestra que hay tráfico de datos por parte del satélite a la estación SORIA.
- TX TRAFFIC: Existe tráfico de datos de la estación SORIA al satélite.
- TX CARRIER: La estación transmite correctamente al exterior.

En cuanto a los parámetros que aparecen en pantalla, *Eb/No: 6.0db* y *BER: <1E-12*, indican tanto la potencia de emisión del satélite, como la tasa de error de bits. Tanto los parámetros de pantalla como los estados anteriores interpretan que la estación transmite correctamente. Cabe destacar, que la estación cuenta con dos módems, debido a que el superior actúa como principal, mientras que inferior tiene la función de estar en espera, por si el primero presenta cualquier error de comunicación.

Asegurada su emisión y la recepción de la señal por parte del satélite, a partir de este punto se debe centrar la investigación en la segunda parte: recepción de la señal en un terminal BMS.

#### *4.2.3.2 Recepción de la señal y guiado hasta su integración*

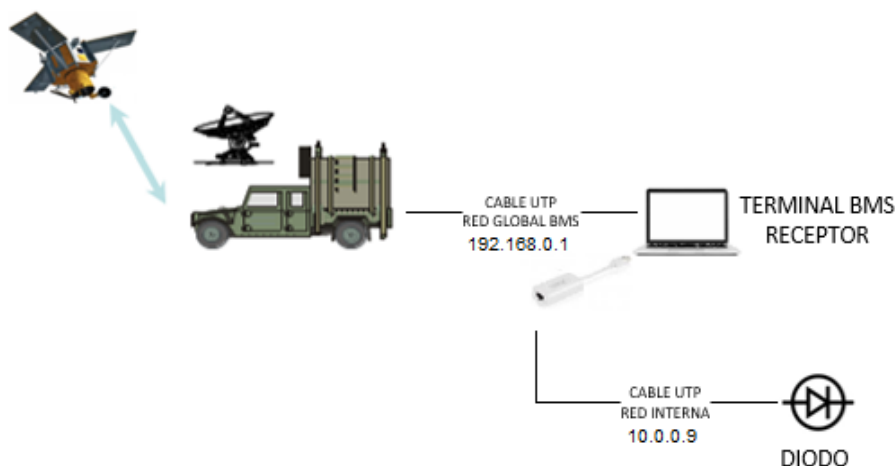
Cuando la señal de BMS se emite a través del medio satélite de la estación SORIA, la recepción se debe realizar en este mismo medio desplegado en las cercanías del aula CIS, donde se encuentra todo el material necesario para la integración de la señal. Para poder recibir la señal en este medio, únicamente se debe configurar la estación receptora para que se encuentre en el mismo rango de frecuencias. Para ello, se debe emplear el mismo AAS que se utilizó en la configuración de la estación SORIA de transmisión.

La falta de recursos debido al ejercicio *BST II* realizado en el mes de septiembre de 2021 conllevó que la compañía no tuviera medios disponibles para proporcionar una estación SORIA como medio de recepción de la señal. Por ello, esta parte no se pudo realizar de forma experimental. Dicho esto, este hecho no tiene mayor trascendencia en el desarrollo del proyecto por su falta de complejidad técnica. A continuación, daremos por hecho que la señal se recibió en la unidad y describiremos como se guiaría la información hasta su integración.

Una vez la emisión llega a la estación SORIA que se encuentra en el CT\_PRAL, se guía la transmisión desde el router de la estación hacia el terminal BMS de la unidad, que posteriormente integrará la señal en la red de SC2NET-D.



El siguiente inconveniente que surge es la necesidad de conectar dos cables UTP al terminal BMS receptor, el cual únicamente dispone de una salida RJ-45. El primero de los cables UTP se corresponde con la conexión con el SORIA y el segundo cable UTP con la entrada al circuito de integración de los Sistemas de Información. Para solventar esta situación usaremos un adaptador de USB a RJ-45 (ver *Figura 17*).



*Figura 17. Recepción de la información desde la estación hasta el Diodo*

Cada una de las conexiones correspondientes a los cables UTP trabaja con redes distintas. La conexión SORIA-BMS receptor trabaja con la red global BMS y la conexión BMS receptor-red SC2NET-D emplea la red interna. Este hecho nos obliga a trabajar con dos direcciones IP distintas en el propio terminal BMS, una para cada una de las redes.

La conexión entre las dos direcciones IP se realiza manualmente en la consola de comandos de Windows *Command Prompt* (cmd), de tal manera que la dirección de la red interna, 10.0.0.9, se configura como la puerta de enlace del terminal BMS, quedando como muestra la *Figura 18*.

```

Símbolo del sistema
(c) 2018 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.
C:\Users\Aula>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador de Ethernet Virtual:

    Sufixo DNS específico para la conexión. . . :
    Vínculo: dirección IPv6 local. . . : fe80::f1c0:ac87:c505:67cd%5
    Dirección IPv4. . . . . : 192.168.0.1
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.248
    Puerta de enlace predeterminada . . . . . : 10.0.0.9
  
```

*Figura 18. Configuración de dos direcciones IP*

Debido a la existencia de dos redes distintas en el terminal BMS debemos indicarle cuál de ellas es la red de entrada de información, red global BMS, y cuál es la red receptora de información, red interna. Para ello se emplea el comando `route add dirección_ip red_bms máscara_red_bms dirección_ip red_interna`. Se muestra en la *Figura 19*.

```

C:\Users\Aula>
C:\Users\Aula>route add 192.168.0.1 mask 255.255.255.248 10.0.0.9
  
```

*Figura 19. Redireccionamiento de direcciones IP*



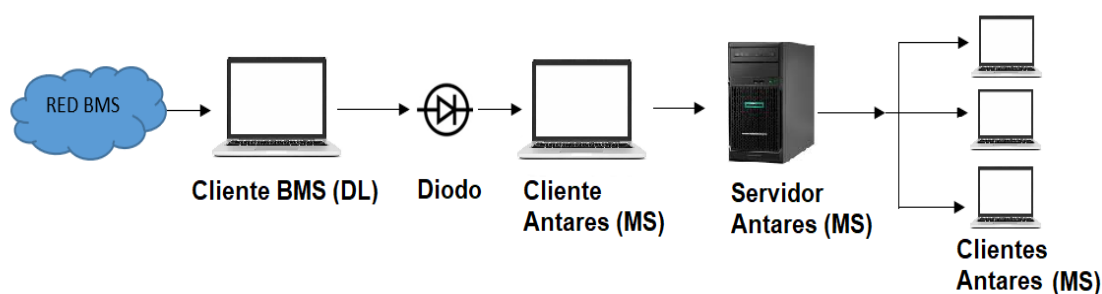
Finalmente se tiene el terminal receptor configurado para redireccionar la información, por lo que se puede proceder a la integración de la señal a través de la pasarela unidireccional, como se detallará más adelante.

#### 4.2.3.3 Integración de la señal BMS en los Sistemas de Información

Una vez la señal se emita a través del medio satélite y se reciba en el terminal de recepción, se deberá tratar la información para conseguir la visualización de las unidades en el programa ANTARES perteneciente a SC2NET-D. Para ello, el terminal de recepción dispone de BMS, ya que este terminal está conectado con la estación SORIA establecida en cada Centro de Transmisiones y el PC MOV. Seguidamente, el objetivo consistirá en intercambiar esa información entre redes, de la red DL a la red MS, red securizada. Para lograr este fin se empleará un Diodo como pasarela unidireccional, lo que permitirá separar una red de otra.

El empleo de este Diodo tiene diversas configuraciones de uso, dependiendo de la magnitud y los requisitos del ejercicio correspondiente. Por ello, en primer lugar, realizaremos una discusión de las diferentes posibles configuraciones que podemos utilizar. Con el objetivo de averiguar cuál de ellas se adapta mejor a nuestra situación.

En la *Figura 20* se presenta un primer esquema sencillo. Posteriormente se presentarán otras configuraciones para una maniobra más exigente.

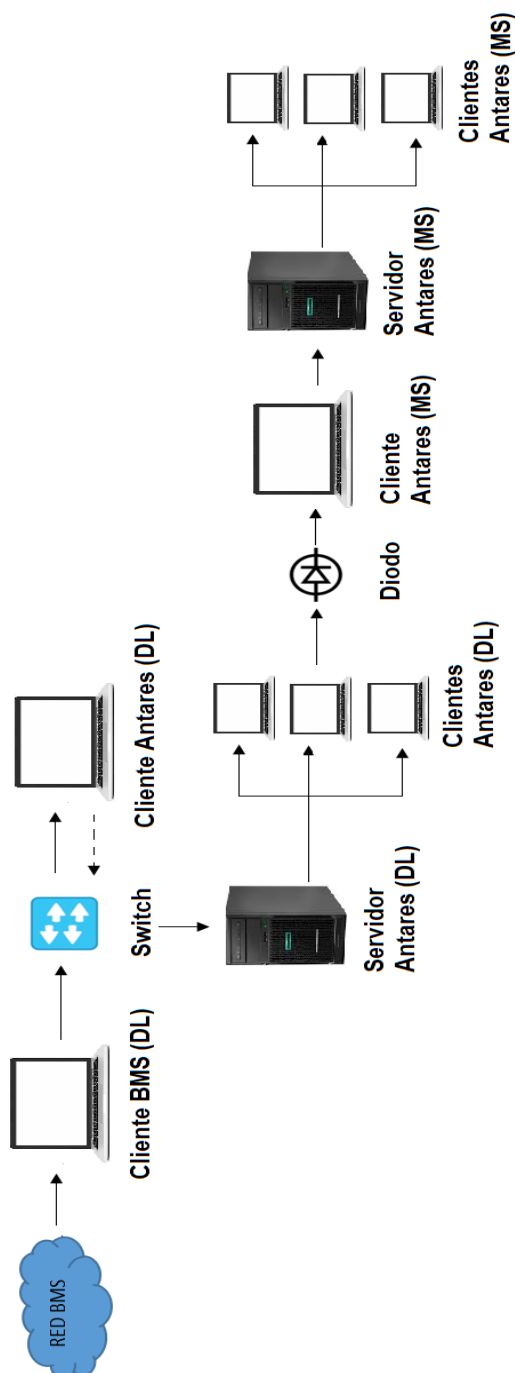


*Figura 20. Esquema de integración entre redes BMS (DL) y ANTARES (MS)*

En la imagen anterior se observa cómo en un primer momento el cliente BMS de la red de Difusión Limitada se conecta con el cliente ANTARES de la red *Mission Secret* a través del Diodo, el cual se encarga de permitir que la información fluya únicamente en un sentido. Una vez se tiene la señal en la red securizada, el Cliente ANTARES se conecta al servidor de la misma red. Realizada esta conexión, el servidor se encarga de replicar la señal a todos los clientes de la red, obteniendo así el resultado de recibir la información del terminal BMS en una red segura.

En cuanto a la conexión entre BMS y ANTARES, este intercambio de información se lleva a cabo a través del protocolo de comunicación NFFI que emplean ambos terminales, notemos que el Diodo trabaja con este protocolo de comunicación.

Es por ello, que a la hora de escoger el protocolo NFFI adecuado en el Fichero de BMS, se escoge el NFFI SIP2, ya que UDP, como se mencionaba anteriormente, es la capa del nivel de transporte que permite una conexión más rápida, además es la que permite este tipo de pasarela. La única desventaja que tiene el uso de este protocolo, es que solamente permite la visualización de unidades y alarmas, por lo que no se representaría en ANTARES otro tipo de ilustraciones, reduciendo así la eficacia del BMS en SC2NET-D.



*Figura 21. Esquema de integración entre redes de ANTARES (DL y MS)*

En la *Figura 21* se muestra una configuración alternativa más compleja. Esta nueva configuración requiere de una mayor cantidad de recursos para el intercambio de información entre redes. En un primer momento, al igual que en *Figura 20*, se dispone de un cliente ANTARES (DL) cuyo único fin es el de recibir la señal de BMS y replicarla al servidor de esta misma red, de manera que el servidor se va actualizando en tiempo real con la información que le llega del terminal. Esto se realiza debido a que el terminal BMS no puede conectarse directamente a un servidor de ANTARES, por lo que es necesario el empleo de un terminal que tenga instalado ese programa.



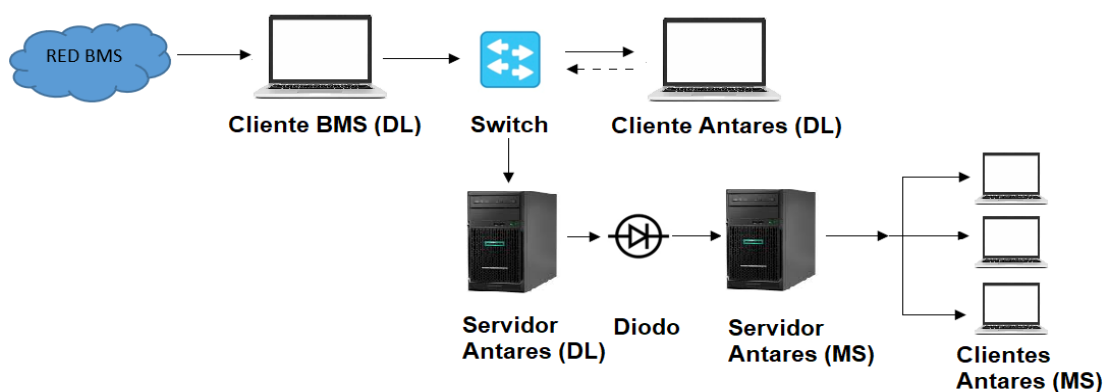


La diferencia con la *Figura 20* radica en que en este tramo se sigue teniendo información en la misma red. Una vez la señal llega a los distintos clientes ANTARES de la red DL, uno de ellos es el seleccionado para intercambiar la información a través del Diodo, permitiendo que se pase a la red MS. A partir de este momento el diagrama sigue los mismos pasos que el caso anterior, ya que el cliente ANTARES (MS) replica la información al servidor de esta misma red y finalmente a los usuarios de la red *Mission Secret*.

Este planteamiento tiene una mayor complejidad que el anterior ya que se requiere de un mayor número de recursos, así como más equipos que se deben configurar. Esto finalmente se traduce en mayor personal encargándose de la gestión de los equipos, y una mayor posibilidad de que alguno de ellos falle y fracase la integración.

En cuanto a su posible empleo, este esquema es el indicado para una integración a un nivel más elevado en lo que se refiere a la complejidad de la maniobra, donde posiblemente estaría un Centro de Transmisiones en el campo de batalla. Lo habitual es pensar que lo idóneo es trabajar siempre sobre redes securizadas. Sin embargo, debido a la posibilidad de tener que realizar un desplazamiento a otra zona más segura, prima la velocidad de actuación por encima de la seguridad. Por ello, es recomendable emplear el menor número de elementos que puedan ralentizar esta exigencia, por lo que se prefiere trabajar en una red DL, si ello conlleva el menor empleo de cifradores y dispositivos que separen dos redes diferentes. Es un diagrama más exigente a la hora de disponer de recursos, pero en situaciones puntuales puede ser más útil que el de la *Figura 20*.

A continuación, se detallará un tercer esquema, *Figura 22*. Inicialmente se escogió como diagrama principal para la realización de pruebas debido a su reducido número de recursos, pero finalmente se desechó por las razones que se expondrán.



*Figura 22. Esquema de integración entre servidores de redes DL y MS*

Este esquema, *Figura 22*, tiene la particularidad de que, al igual que en el primer diagrama, se evita el empleo de clientes de ANTARES en la red DL gracias al intercambio unidireccional de información entre servidores de ambas redes. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, para el empleo del Diodo se debe tratar la información bajo la capa de transporte UDP. Por otro lado, los servidores trabajan en la capa de transporte TCP, por lo que no permite el empleo del Diodo como intercambiador de señal. Además, para lograr una conexión entre servidores, se deben comunicar entre ellos para conocer sus direcciones de Control de Acceso al Medio (MAC), lo que el empleo del Diodo dificulta debido a que el primer servidor solicita esta información, pero no consigue recibirla. Para ello se debería introducir la dirección manualmente, modificando la tabla de Protocolo de Resolución de Direcciones (ARP) de ambos servidores, lo que se traduce en más complejidad a la hora de emplear este elemento.



En conclusión, de los tres diagramas propuestos, el diagrama de interconexión reflejado en la *Figura 20* entre la red BMS (DL) y el cliente de ANTARES (MS) es el esquema escogido para realizar las pruebas de este proyecto. Es el diagrama apropiado para una maniobra más sencilla, donde se tiene una cantidad de clientes reducida (similar a treinta o cuarenta usuarios) y se permite que todos operen en la red MS. A continuación, se mostrará todo lo requerido para llevar a cabo la prueba, así como los resultados de ésta.

#### 4.2.3.3.1 Elementos requeridos para el ensayo

Para la integración de una señal, se aumenta o disminuye el número de recursos en función de si se emplea un mismo tipo de cableado, o, por el contrario, se trabaja con varios tipos. Como en esta investigación se trabaja con fibra óptica además de cable UTP, se requiere de los siguientes elementos:

- Transceptor NXF-742.
- Diodo 110.
- Cable de fibra óptica y UTP.

A continuación, veremos en más detalle estos elementos.

##### 4.2.3.3.1.1 Transceptor NXF-742

El transceptor o comúnmente denominado *transceiver*, es un dispositivo electrónico compuesto por un transmisor y un receptor unidos internamente. Permite que, al conectar dos cables diferentes, se intercambie la señal de uno a otro, ver *Anexo X. Transceptor NXF-742*. El *transceiver* empleado es el modelo NXF-742, el cual convierte la señal de fibra óptica a cable UTP. Esto se debe a que el Diodo 110 trabaja con esta fibra, mientras que los terminales requieren de una interfaz física RJ-45 para su uso. En cuanto a la fibra óptica, existen dos cables separados debido a que este tipo de cableado trabaja con un hilo como transmisor, y el otro como receptor.

##### 4.2.3.3.1.2 Diodo 110

Existen diversos tipos de Diodos, dependiendo de la capa donde trabajen y el grado de configuración. En este caso se ha empleado el Diodo 110 como pasarela unidireccional de datos, ya que trabaja en capa dos y no se tienen los problemas de salto aleatorio de puertos que se tiene con otro tipo de diodos que trabajan en una capa superior (Diodo *AUTEK*).

El diodo empleado trabaja con fibra óptica, por lo que tiene dos hilos a la entrada y uno a la salida, ver *Anexo XI. Diodo 110*. Esto se debe a que la fibra óptica emplea cada hilo para un cometido diferente (transmisión y recepción). Por ello, en la entrada del Diodo se tiene señal de transmisión y recepción, mientras que a la salida solo tiene transmisión, lo que evita que la información pueda fluir en sentido opuesto.

##### 4.2.3.3.1.3 Cable de fibra óptica y UTP

Para el desarrollo de las pruebas se tienen dos cableados diferentes. El cable UTP que se conecta a los terminales. Los hilos de transmisión y recepción del Diodo corresponden a fibra óptica. El empleo de esta fibra tiene como ventajas la velocidad de transmisión y la ausencia de

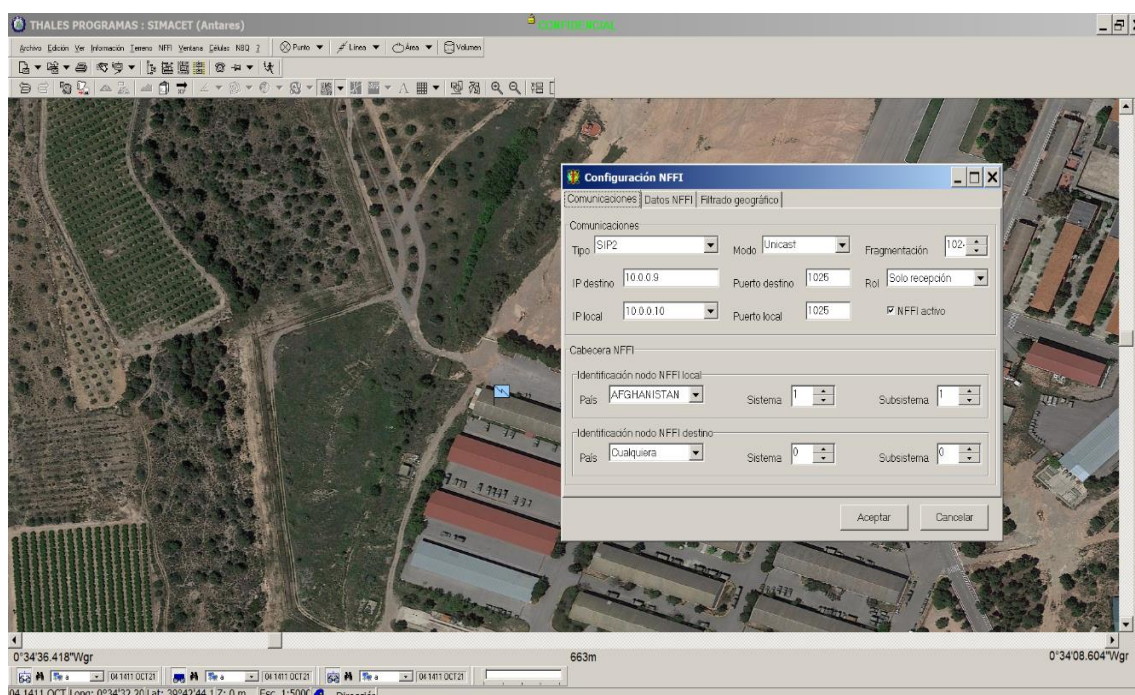


interferencias. Esto permite que las respuestas de esta integración no sean tan lentas, como sí ocurre con otras pasarelas.

#### 4.2.3.3.2 Ensayo de la integración

Una vez fijado el esquema a realizar y los elementos necesarios para realizar el estudio, el siguiente cometido es integrar la señal procedente de un terminal BMS en la red de SC2NET-D, con el objetivo de visualizar las unidades en el programa de ANTARES. Esto se llevó a cabo en el aula CIS de la base *General Almirante*.

Como pasos previos a la realización de la prueba, se debe cargar el fichero BMS en el terminal que tiene instalado este programa con objeto de sincronizar este con el resto de terminales y recibir la señal vía satélite correctamente. En cuanto al terminal de SC2NET-D, se debe abrir también el fichero de ANTARES correspondiente. Además, este programa permite configurar el protocolo NFFI (ver *Figura 23*). Esta herramienta de configuración permite que se pueda añadir el puerto de salida, así como la dirección IP de comunicación entre ambos terminales, y más opciones. Esto es importante, ya que la configuración NFFI debe coincidir tanto en ANTARES como en el fichero BMS. Si existe alguna diferencia, el protocolo considera que hay un error de compatibilidad y no se obtiene su visualización.



*Figura 23. Configuración de NFFI en ANTARES*

Con estos pasos previos de configuración realizados, no debería de haber errores a la hora de representar una unidad del terminal BMS en el terminal ANTARES. En primer lugar, se realizó una prueba sin Diodo, realizándose con éxito, ya que replicaba las unidades entre un terminal y otro. Sin embargo, cuando se realizó la prueba con éste instalado, surgió el problema de que los datos no se intercambiaban entre ambos terminales. Para entender por qué la señal no llegaba de un equipo a otro, se procedió a rastrear los paquetes a través del programa *Wireshark* (ver *Figura 24*).

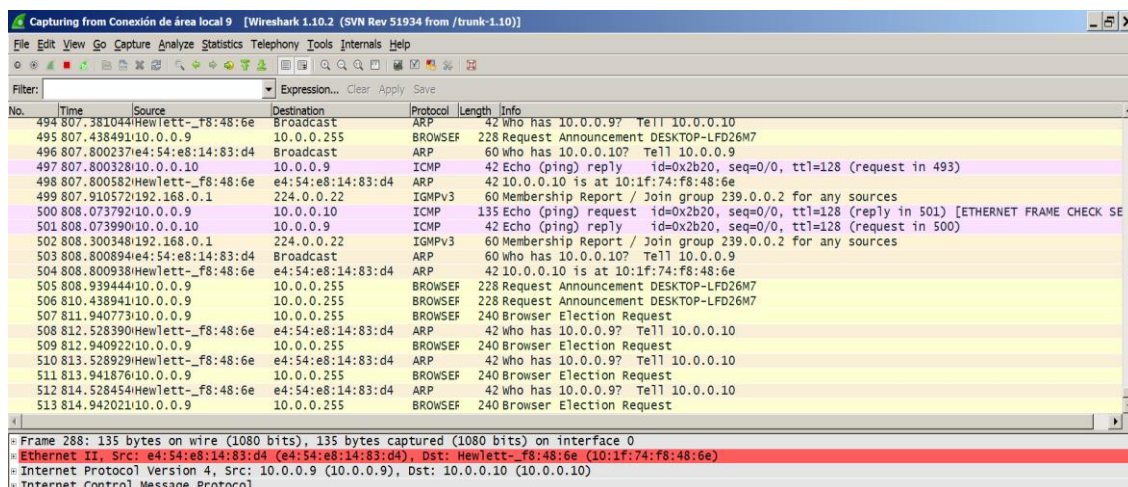


Figura 24. Envío de datos sin éxito entre BMS y ANTARES

Como se ve en la figura anterior, el terminal BMS con dirección IP 10.0.0.9 (dirección correspondiente a la red interna del CT\_PRAL, ver *Tabla 2*) envía paquetes al terminal ANTARES (dirección IP 10.0.0.10). Estos no vuelven debido a la presencia del Diodo, que impide que los datos viajen en sentido opuesto. Los paquetes de protocolo *ICMP* corresponden a datos enviados para hallar el estado de la conexión, mientras que los del protocolo *ARP* hacen referencia a peticiones del terminal emisor de dirección MAC del terminal destino para completar su tabla arp.

Para conseguir que ambos terminales establezcan comunicación entre ellos, únicamente se debe introducir la dirección IP de destino (10.0.0.10) manualmente en el terminal BMS, empleando para ello la consola de comandos de Windows *cmd* (ver *Figura 25*). Estas direcciones IP introducidas manualmente se denominan *rutas estáticas*, debido a que el equipo no es capaz de aprenderlas automáticamente.

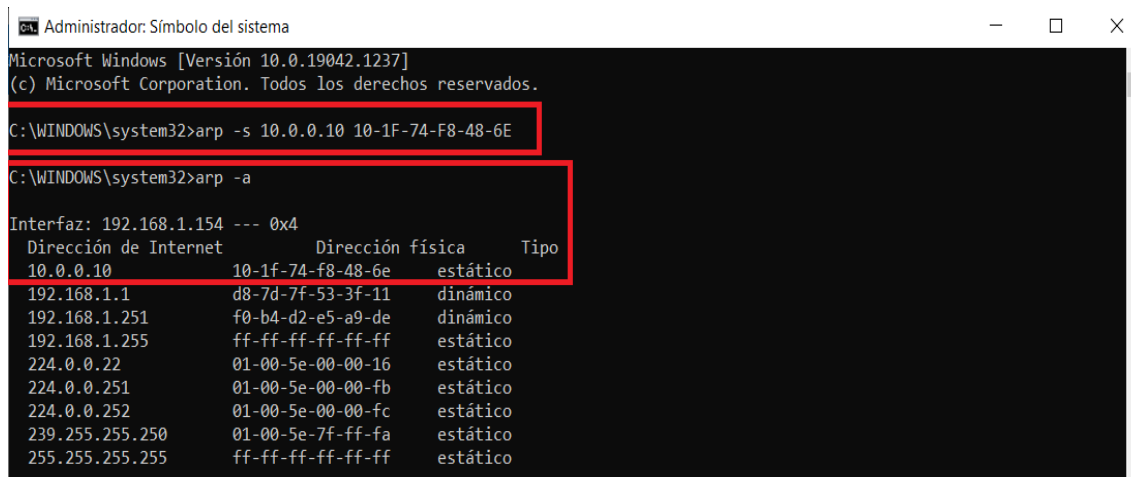


Figura 25. Introducción manual de dirección IP

El comando *arp -s* se emplea para introducir a mano la dirección IP y MAC del terminal receptor, y el comando *arp -a* muestra en el listado que la configuración aparece correctamente. Una vez realizado este paso, se procede nuevamente a enviar paquetes de un terminal a otro.





Capturing from Conexión de área local 9 [Wireshark 1.10.2 (SVN Rev 51934 from /trunk-1.10)]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: Expression... Clear Apply Save

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
113	500.265978	Hewlett- <sub>f8:48:6e</sub>	Broadcast	ARP	42	Who has 10.0.0.9? Tell 10.0.0.10
114	500.999641	Hewlett- <sub>f8:48:6e</sub>	Broadcast	ARP	42	Who has 10.0.0.9? Tell 10.0.0.10
115	501.999130	Hewlett- <sub>f8:48:6e</sub>	Broadcast	ARP	42	Who has 10.0.0.9? Tell 10.0.0.10
116	508.288757	192.168.0.1	239.0.0.1	UDP	143	Source port: 44444 Destination port: 44444
117	515.768568	e4:54:e8:14:83:d4	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.10? Tell 10.0.0.9
118	515.768750	Hewlett- <sub>f8:48:6e</sub>	e4:54:e8:14:83:d4	ARP	42	10.0.0.10 is at 10:1f:74:f8:48:6e
119	530.287727	10.0.0.9	10.0.0.255	NBNS	92	Name query NB DESKTOP-LFD26M7<lc>
120	531.037971	10.0.0.9	10.0.0.255	NBNS	92	Name query NB DESKTOP-LFD26M7<lc>
121	531.789042	10.0.0.9	10.0.0.255	NBNS	92	Name query NB DESKTOP-LFD26M7<lc>
122	532.607858	10.0.0.10	10.0.0.11	BROWSE	250	Domain/workgroup Announcement MMM, NT Workstation, Domain Enum
123	546.266274	10.0.0.9	10.0.0.10	ICMP	135	Echo (ping) request id=0x06b0, seq=0/0, ttl=128 [ETHERNET FRAME CHECK SEQUENCE INCORRECT]
124	546.266450	10.0.0.10	10.0.0.9	ICMP	42	Echo (ping) reply id=0x06b0, seq=0/0, ttl=128 (request in 123)
125	550.999526	Hewlett- <sub>f8:48:6e</sub>	e4:54:e8:14:83:d4	ARP	42	Who has 10.0.0.9? Tell 10.0.0.10
126	551.999882	Hewlett- <sub>f8:48:6e</sub>	e4:54:e8:14:83:d4	ARP	42	Who has 10.0.0.9? Tell 10.0.0.10
127	552.999359	Hewlett- <sub>f8:48:6e</sub>	e4:54:e8:14:83:d4	ARP	42	Who has 10.0.0.9? Tell 10.0.0.10
128	554.291814	192.168.0.1	239.0.0.1	UDP	143	Source port: 44444 Destination port: 44444
129	576.768160	e4:54:e8:14:83:d4	Broadcast	ARP	60	Who has 10.0.0.10? Tell 10.0.0.9
130	576.768204	Hewlett- <sub>f8:48:6e</sub>	e4:54:e8:14:83:d4	ARP	42	10.0.0.10 is at 10:1f:74:f8:48:6e
131	592.266750	10.0.0.9	10.0.0.10	ICMP	135	Echo (ping) request id=0x06b0, seq=0/0, ttl=128 (reply in 132) [ETHERNET FRAME CHECK SEQUENCE INCORRECT]
132	592.266978	10.0.0.10	10.0.0.9	ICMP	42	Echo (ping) reply id=0x06b0, seq=0/0, ttl=128 (request in 131)

Frame 1: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits) on interface 0  
 Ethernet II, Src: Hewlett-<sub>f8:48:6e</sub> (10:1f:74:f8:48:6e), Dst: e4:54:e8:14:83:d4 (e4:54:e8:14:83:d4)  
 Address Resolution Protocol (request)

Figura 26. Envío de datos con éxito entre BMS y ANTARES

En la Figura 26 se observa como los paquetes de destino 10.0.0.10 llegan correctamente, ya que el terminal BMS tiene configurado donde tiene que enviarlos. La fila de color azul donde aparece el protocolo UDP es el paquete que envía el terminal BMS con la información de la posición de la unidad. En el Anexo XII. *Ensayo detallado de la integración* se puede ver más en profundidad el esquema físico empleado, así como una imagen con ese paquete UDP con más detalle.

Con los terminales configurados correctamente y habiendo intercambio de información entre ellos, se procedió a realizar la prueba nuevamente. Como se puede ver en la siguiente imagen, al encontrarse todos los elementos de integración en el aula CIS situada en Marines se escogió la unidad que se encuentra en la base *General Almirante*, siendo la correspondiente al PC PRAL. Para ello, se debió cargar en el terminal ANTARES el nodo de ID 0001, siendo el correspondiente a esta unidad. Una vez cargado el fichero BMS, en este terminal aparece la unidad señalada, y como fin último se tiene su representación en el otro terminal (ver Figura 27).

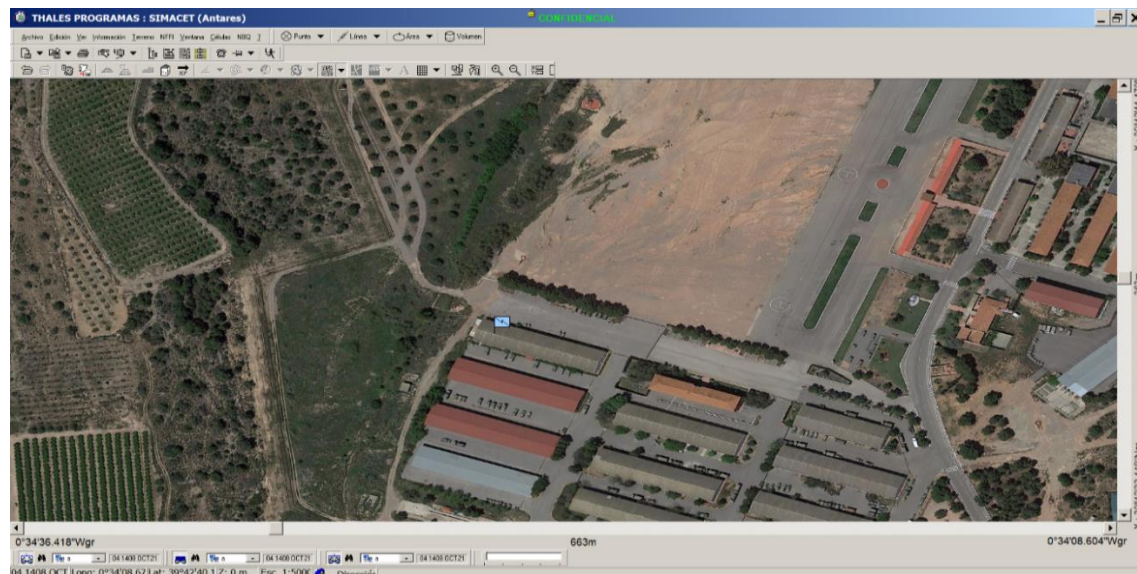


Figura 27. PC\_PRAL visualizado en ANTARES



La integración requirió de bastante tiempo de investigación y pruebas, ya que en un primer momento se tuvo el error de que el terminal ANTARES no recibía el paquete NFFI por desconocer en el terminal origen la dirección IP destino, por lo que se tuvo que añadir la red de manera manual (ruta estática). En el segundo intento, el paquete UDP se recibía en el terminal ANTARES, pero no se mostraba en el mapa, debido a que el envío de paquetes en el FBMS estaba configurado como *unicast* (los paquetes se envían a una única dirección) mientras que en el FM de ANTARES estaba establecido como *multicast* (los paquetes se envían a todos los destinatarios) lo que daba error de no compatibilidad entre ambos terminales y por tanto no mostraba ninguna unidad.

Para corregir este error, se podía cambiar el parámetro tanto en el FBMS, como en el FM de ANTARES. En nuestro caso, sirvió con abrir la configuración de NFFI de ANTARES y cambiar el modo de envío de paquetes a *unicast*. Por último, el paquete NFFI llegaba con éxito, pero no aparecía la unidad en el mapa debido a que el nombre PC\_PRAL no lo consigue leer debido a la aparición de caracteres especiales, por lo que en último momento se tuvo que modificar el nombre para eliminar el carácter barra baja y que apareciese sin más inconvenientes.

Finalmente, se puede afirmar que de manera satisfactoria se representó la unidad BMS en el programa de SC2NET-D ANTARES con el Diodo actuando como pasarela. De esta forma, refiriéndonos al esquema mostrado en la *Figura 20*, se consigue saltar de una red de Difusión Limitada a una red *Mission Secret*, con el objetivo de que en un ejercicio se pueda trabajar con esta información de manera segura.

Además, no solo se consigue trabajar en una red securizada, sino que se evita que la información que posteriormente se trabaja en esa red se pueda representar en la red DL gracias al empleo de una pasarela unidireccional. Como consecuencia, podemos afirmar que todo el proceso de emisión de la señal a través de medios satélite y su integración en SC2NET-D con un Diodo se realizó con éxito, pudiendo emplearse en ejercicios futuros donde los recursos lo permitan.



## 5 CONCLUSIONES

Finalizadas todas las pruebas técnicas englobadas en el proyecto *Sistemas de posicionamiento global en el E.T y su integración en tiempo real con los IS*, se pueden obtener las conclusiones del estudio que a continuación se detallan en función de los objetivos marcados.

El Objetivo 1 se ha culminado de manera satisfactoria. Se logró configurar las estaciones SORIA para la emisión y recepción de la señal del programa BMS. En cuanto al Objetivo 1.4, se pudo cumplir parcialmente. La estación SORIA emisora fue capaz de emitir la señal al satélite, pero no se disponía de estaciones receptoras SORIA. Por tanto, no se pudo verificar la llegada de la señal a una estación SORIA establecida en un Centro de Transmisiones. A pesar de ello la señal enviada desde el SORIA en el campo de maniobras llegó correctamente al satélite, por lo que no es esperable que se hubieran producido incidencias en la recepción de la señal replicada.

En cuanto al Objetivo 2, se ha integrado con éxito la señal en la red de SC2NET-D. Además, siguiendo el Objetivo 2.1 se mostró que no existe una única solución, proponiendo y mostrando que se pueden implementar diversos esquemas de integración dependiendo de los recursos disponibles y de las necesidades de la operación.

Esta investigación muestra las pautas a seguir para que las unidades sean capaces en futuras operaciones de disponer de más herramientas para la transmisión de la señal del programa BMS, así como la capacidad de integrar la información para poder explotarla una vez se encuentra en redes clasificadas.

### Líneas futuras

En esta investigación se ha empleado un medio satélite para la emisión de la señal de BMS. En cambio, actualmente, el envío de la señal en las maniobras de las unidades se realiza mediante radioenlaces. Por ello, el siguiente paso lógico sería llevar a cabo una comparativa entre la emisión por satélite y la emisión por radioenlace. Así como una búsqueda de situaciones en las que uno u otro sistema sea más recomendable.

En cuanto a la integración de señales, investigaciones recientes apuestan por la integración de un nuevo programa en la red de SC2NET-D denominado PROMETEO. Este programa tiene como objetivo reemplazar al actual CANCERBERO, por lo que se trata de una renovación de software. La herramienta de Sistemas de Información Geográfica (GIS) integrada hasta ahora en el programa CANCERBERO, octubre 2021, es ANTARES, que será sustituida por el *software* ATLAS del programa PROMETEO, siendo una herramienta totalmente renovada, recibiendo un manejo más intuitivo y con mayor fluidez a la hora de cargar cartografía y unidades (Álvarez, 2020).

Como futura línea de acción en lo que respecta a la integración de información entre dos redes diferentes, se puede analizar la compatibilidad de ATLAS con el programa BMS, razonando si realmente esta renovación de *software* supone un gran avance para el manejo por parte de los usuarios, o, si, por el contrario, no tiene gran relevancia con respecto a ANTARES.





## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C. D. D. d. I. R., 2020. *Pruebas nodo sc2net y funcionalidad prometeo*, Madrid: s.n.
- Cartagena, A. U. d., 2004. *cartagena99*. [En línea]  
Disponible en: [https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/tema3\\_2004.pdf](https://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/tema3_2004.pdf)  
[Último acceso: 14 09 2021].
- Castillo, J. A., 2018. *Modelo OSI: qué es y para qué se utiliza*. [En línea]  
Disponible en: <https://www.profesionalreview.com/2018/11/22/modelo-osi/>  
[Último acceso: 10 10 2021].
- CCN, 2018. *Configuración segura de pasarelas de AUTEK INGENIERÍA, s.l.:* s.n.
- C. C. N., s.f. *ccn-cert.cni*. [En línea]  
Disponible en: <https://www.ccn-cert.cni.es/series-ccn-stic/guias-de-acceso-publico-ccn-stic/8-ccn-stic-101-procedimiento-de-acreditacion-nacional/file.html>  
[Último acceso: 20 09 2021].
- CCN-STIC 001, 2016. *Política de seguridad de las TIC*, s.l.: s.n.
- Cisco, s.f. *cisco.com*. [En línea]  
Disponible en: [https://www.cisco.com/c/es\\_es/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html](https://www.cisco.com/c/es_es/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html)  
[Último acceso: 21 10 2021].
- comunicacionesseguras, s.f. *docplayer*. [En línea]  
Disponible en: <https://docplayer.es/4460382-Comunicacionesseguras-falcon-ii-rf-5800h-mp-radio-de-mochila-en-alta-frecuencia.html>  
[Último acceso: 23 10 2021].
- contrataciondelestado.es, s.f. *contrataciondelestado.es*. [En línea]  
Disponible en: <https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/718f2a33-93ea-4335-b35b-d50c8db9b8fb/DOC20181005114947025+PPT.pdf?MOD=AJPERES>
- Domínguez, M., 2020. *Medium.com*. [En línea]  
Disponible en: <https://medium.com/@mr.dominguez/qu%C3%A9-es-un-kms-para-activar-windows-y-office-469be54468ae>  
[Último acceso: 21 09 2021].
- ET, s.f. *Ejercito.defensa.gob*. [En línea]  
Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Valencia/rt21/>  
[Último acceso: 10 09 2021].



- ET, s.f. *Ejercito.defensa.gob.* [En línea]  
Disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Valencia/matrans/>  
[Último acceso: 12 09 2021].
- ET, s.f. *Ejercito.defensa.gob.* [En línea]  
Disponible en:  
<https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/transmisiones/Spearnet.html>  
[Último acceso: 25 10 2021].
- ET, s.f. *Ejercito.defensa.gob.* [En línea]  
Disponible en:  
<https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/transmisiones/Radiotelefono.html>  
[Último acceso: 24 10 2021].
- ET, s.f. *Ejercito.defensa.gob.* [En línea]  
Disponible en:  
[https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/transmisiones/Harris\\_5800.html](https://ejercito.defensa.gob.es/materiales/transmisiones/Harris_5800.html)  
[Último acceso: 24 10 2021].
- ET, s.f. *ejercito.defensa.gob.es.* [En línea]  
Disponible en:  
[https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Coruna/mando\\_apoyo\\_manioobra/Organizacion/index.html](https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Coruna/mando_apoyo_manioobra/Organizacion/index.html)  
[Último acceso: 04 09 2021].
- ET, s.f. *ejercito.defensa.gob.es.* [En línea]  
Disponible en:  
<https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Sevilla/futer/Organizacion/organigrama.html>  
[Último acceso: 04 09 2021].
- Exelis, 2016. *silو.tips.* [En línea]  
Disponible en: <https://silو.tips/download/radio-spearnet-para-miembros-de-equipo>  
[Último acceso: 20 10 2021].
- gr.ssr, s.f. *Grupo de Radiación de la Universidad Politécnica de Madrid.* [En línea]  
Disponible en:  
[https://www.gr.ssr.upm.es/docencia/grado/rdpr/transparencias/transp\\_tema3.pdf](https://www.gr.ssr.upm.es/docencia/grado/rdpr/transparencias/transp_tema3.pdf)  
[Último acceso: 16 09 2021].
- Gracia, C. R. A., 2018. *Virtualización y securización de nodo SIMACET para su uso en unidades de entidad Pequeña Unidad.*, Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa.
- Infodefensa, 2008. *Infodefensa.* [En línea]  
Disponible en: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3149132/combatiente-futuro-espanol-probara-mini-radio->



spearnet-multinacional-estadounidense-itt

[Último acceso: 24 10 2021].

- Infodefensa, 2020. *infodefensa.com*. [En línea]  
Disponible en: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3124177/thales-pondra-punto-radios-pr4g-ejercito-espanol-68-millones>  
[Último acceso: 24 10 2021].
- Lahoz, C. D. J. A. Q., 2020. *Versión prueba prometeo*, Sevilla: s.n.
- lovtechnology, s.f. *lovtechnology.com*. [En línea]  
Disponible en: <https://lovtechnology.com/las-capas-del-modelo-osi/>  
[Último acceso: 16 10 2021].
- Ministerio de Defensa, s.f. <https://www.defensa.gob.es/>. [En línea]  
Disponible en: <https://www.defensa.gob.es/>
- Pradanos, B. O. C., 2018. *Curso de introducción estación SORIA*, s.l.: s.n.
- Rodríguez, C. E. F., 2020. *Integración de diferentes dominios de seguridad: aplicación en sistemas militares*, Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa.
- slideplayer.es, 2015. *slideplayer.es*. [En línea]  
Disponible en: <https://slideplayer.es/slide/5551376/>  
[Último acceso: 14 10 2021].
- upanama, s.f. *upanama.e-ducativa*. [En línea]  
Disponible en: [https://upanama.e-ducativa.com/archivos/repositorio/6000/6126/html/51\\_proto.htm](https://upanama.e-ducativa.com/archivos/repositorio/6000/6126/html/51_proto.htm)  
[Último acceso: 29 09 2021].
- Vegas, C. D. A. H., 2020. *Estudio de posibles implementaciones en el BMS (Battle Management System)*, Zaragoza: Centro Universitario de la Defensa.
- Vienazindyte, I., 2019. *NordVPN*. [En línea]  
Disponible en: <https://nordvpn.com/es/blog/protocolo-tcp-udp/>  
[Último acceso: 06 10 2021].



## **ANEXOS**





## Anexo I. Regimiento de Transmisiones nº21

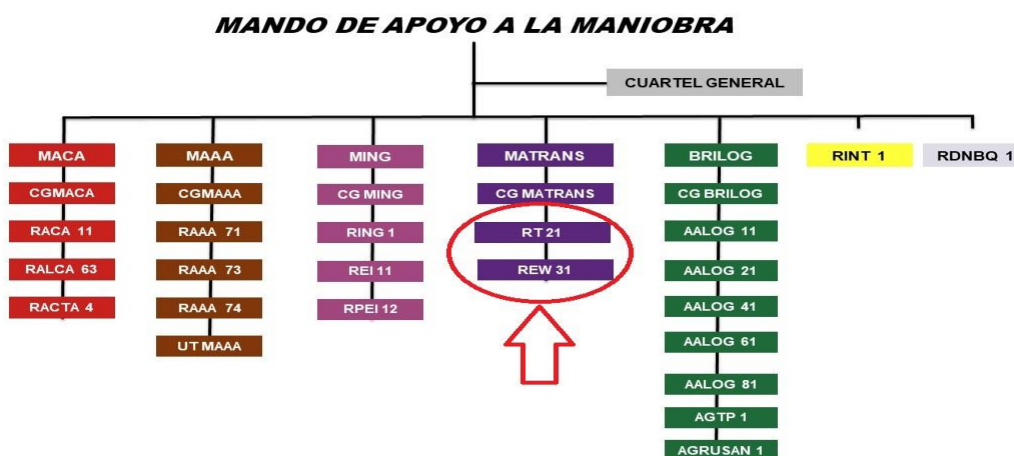
El Regimiento de Transmisiones 21 pertenece al Mando de Transmisiones, que a su vez está encuadrado dentro del Mando de Apoyo a la Maniobra de la Fuerza Terrestre (Ver *Figura 28*). Además, debido a su elevado nivel técnico y la disposición de los equipos más modernos y con altas capacidades, es el encargado de proporcionar los servicios de información y comunicaciones a los más altos elementos de mando del Ejército de Tierra (ET, s.f.). En la siguiente imagen se muestra la organización operativa de la Fuerza Terrestre.



### Organización Básica 2020

*Figura 28. Organigrama de la estructura de la Fuerza Terrestre (ET, s.f.)*

En cuanto a la estructura del Mando de Transmisiones, está compuesto por el Cuartel General del MATRANS, por el Regimiento de Transmisiones nº21 (RT-21) y por el Regimiento de Guerra Electrónica nº31 (REW 31) (ET, s.f.). En la siguiente imagen, *Figura 29*, se observa la composición del Mando de Apoyo a la Maniobra.



*Figura 29. Organigrama de la estructura del Mando de Apoyo a la Maniobra (ET, s.f.)*







## Anexo II. Comparativa entre las radios PR4G, Harris RF-5800H y SPEARNET

Los tres radioteléfonos expuestos a continuación son los medios más extendidos en la dotación de las unidades del Ejército de Tierra, en lo que a transmisión vía radio se refiere.

PR4G: Uno de los medios más extendidos en la dotación de las unidades del Ejército de Tierra son los radioteléfonos PR4G (ver *Figura 30*), tanto en su configuración vehicular como portátil. Existen varias versiones, V1, V2 y V3, siendo ésta última la que proporciona mayores prestaciones. Dada su banda de frecuencias, trabaja en el rango de frecuencias muy altas o VHF (ET, s.f.).

Prestaciones de la radio PR4G:

- Banda de frecuencias: 30 a 87.975MHz.
- Espaciado de canales: 25 kHz.
- Potencia: de 0.5 a 50W.
- Alcance: de 6 a 50 kilómetros.



*Figura 30. Radio PR4G V3 (Infodefensa, 2020)*

Harris RF 5800-H (ver *Figura 31*): Además de las posibilidades de enlazar con HF, tiene un pequeño rango de enlace con equipos que trabajan con el rango de frecuencias de VHF, lo que permite cubrir enlaces a corto enlace y a larga distancia, llevando a cabo un mayor uso por parte de los usuarios (ET, s.f.).

Prestaciones de la radio Harris RF-5800H:

- Banda de frecuencias: 1.6 a 59.9999 MHz.
- Espaciado de canales: 100 Hz.
- Potencia: de 1 a 50 W.
- Alcance: 3.000 kilómetros.



*Figura 31. Radio Harris RF-5800H (comunicacionesseguras, s.f.)*

SPEARNET: Como objetivo de esta radio, se encuentra proveer al ejército de medios para la fase de desarrollo del Programa de Combatiente del Futuro Español. Cabe destacar, que la radio SPEARNET, ver *Figura 32*, es una de las más pequeñas que existen en el mercado y cuenta con GPS y posibilidad de trabajar en red, dos de los requisitos del programa español anteriormente mencionado (Infodefensa, 2008).

Prestaciones del radioteléfono SPEARNET:

- Banda de frecuencias: 30 MHz a 2 GHz.
- Espaciado de canales: 20 Hz.
- Potencia: de 0,6 W a 5 W.
- Alcance: 6.000 kilómetros.



*Figura 32. Radioteléfono SPEARNET (Exelis, 2016)*



## Anexo III. Estación SORIA

En la siguiente figura (ver *Figura 33*) se muestra el esquema de instalación de los diferentes medios en la estación SORIA, de forma que se puede visualizar la estación completa.

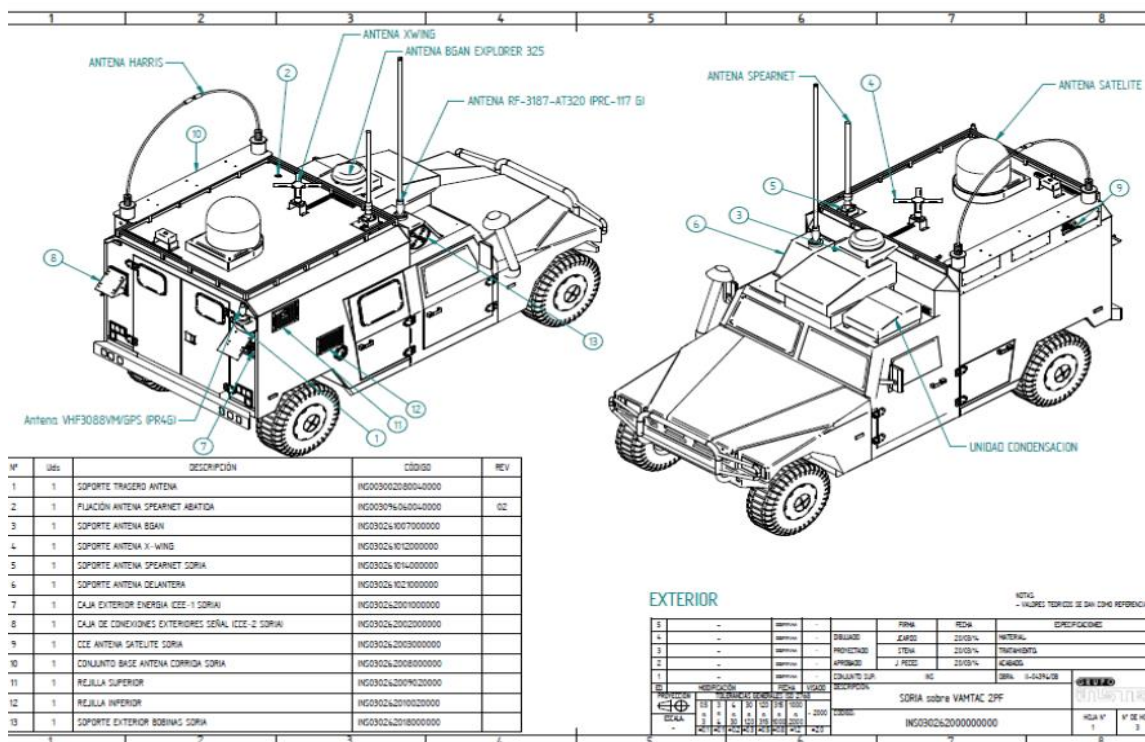


Figura 33. Esquema estación SORIA (Pradanos, 2018)

En la *Figura 34* se muestra la configuración de la parte superior de la estación SORIA, donde se puede observar detalladamente la ubicación de todo lo que compone esa parte.

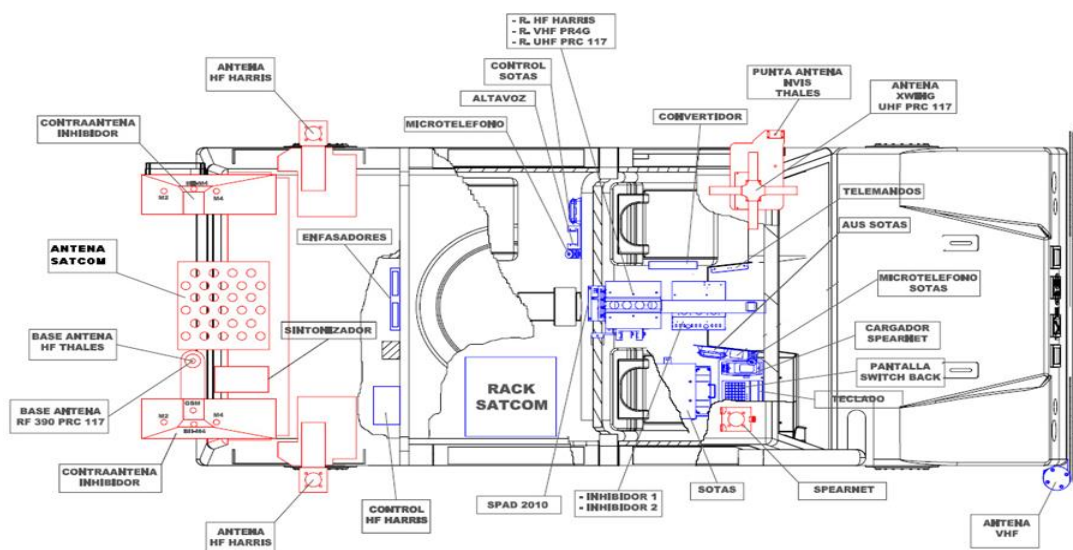
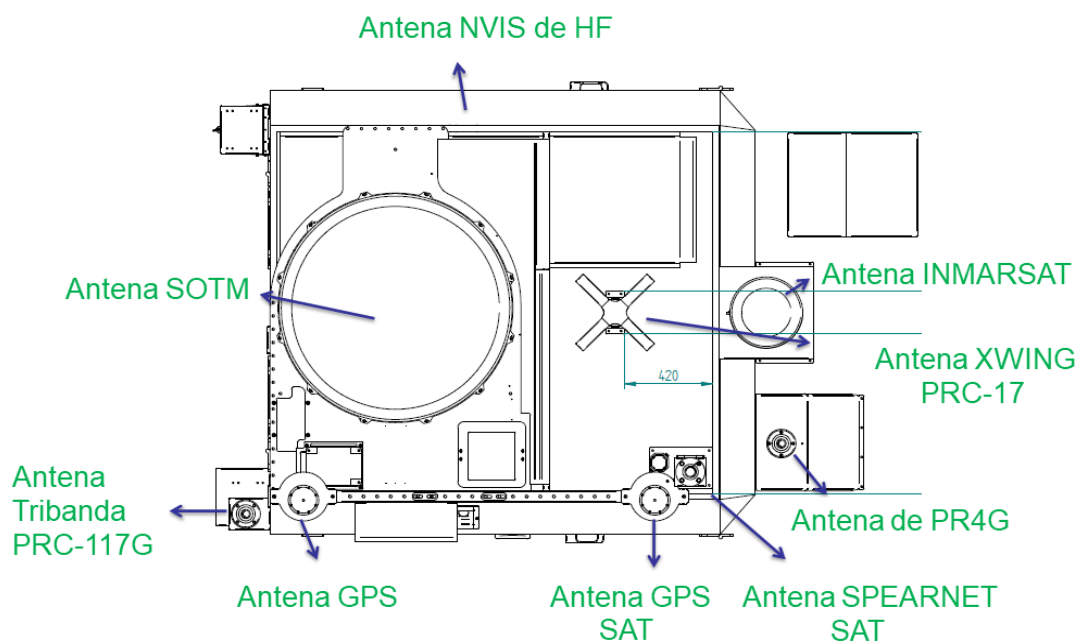


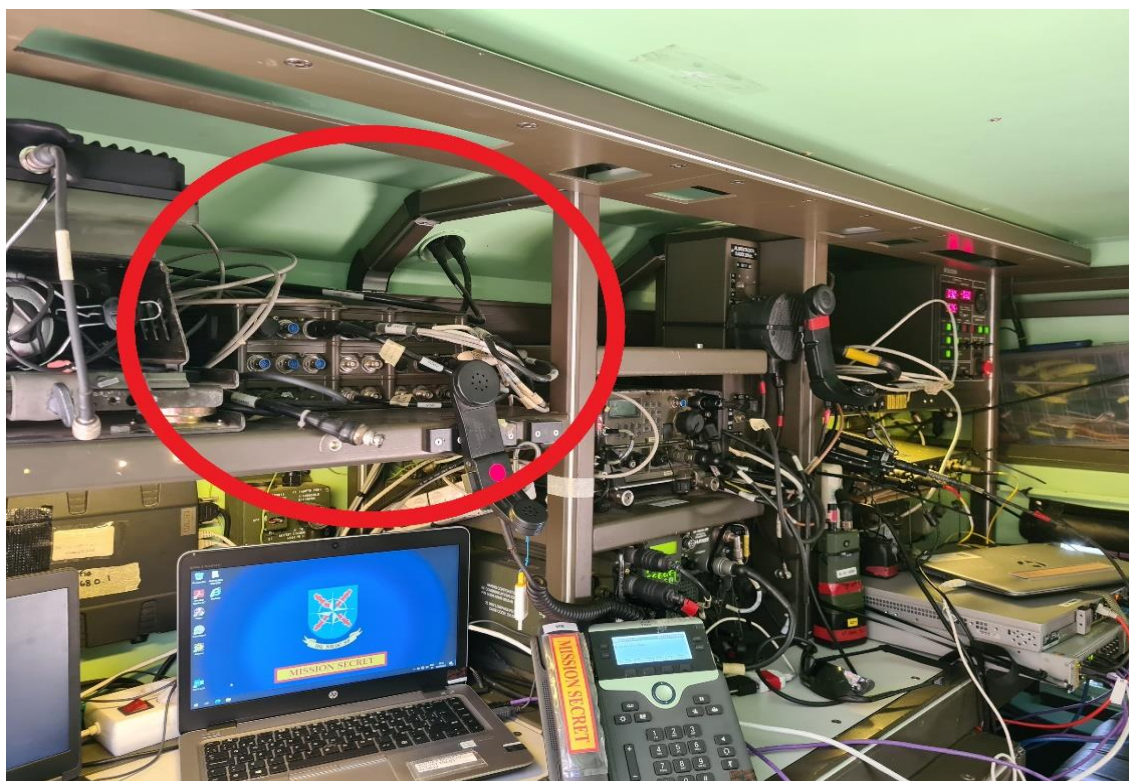
Figura 34. Configuración parte superior SORIA (Pradanos, 2018)

En cuanto a la *Figura 35*, aparece la zona de integración de los diferentes medios, donde se puede observar la ubicación de las antenas satélite, entre otras.



*Figura 35. Integración de los medios de comunicación (Pradanos, 2018)*

En la siguiente figura (ver *Figura 36*), se visualiza la posición del SOTAS, instalado en el interior de la estación SORIA.

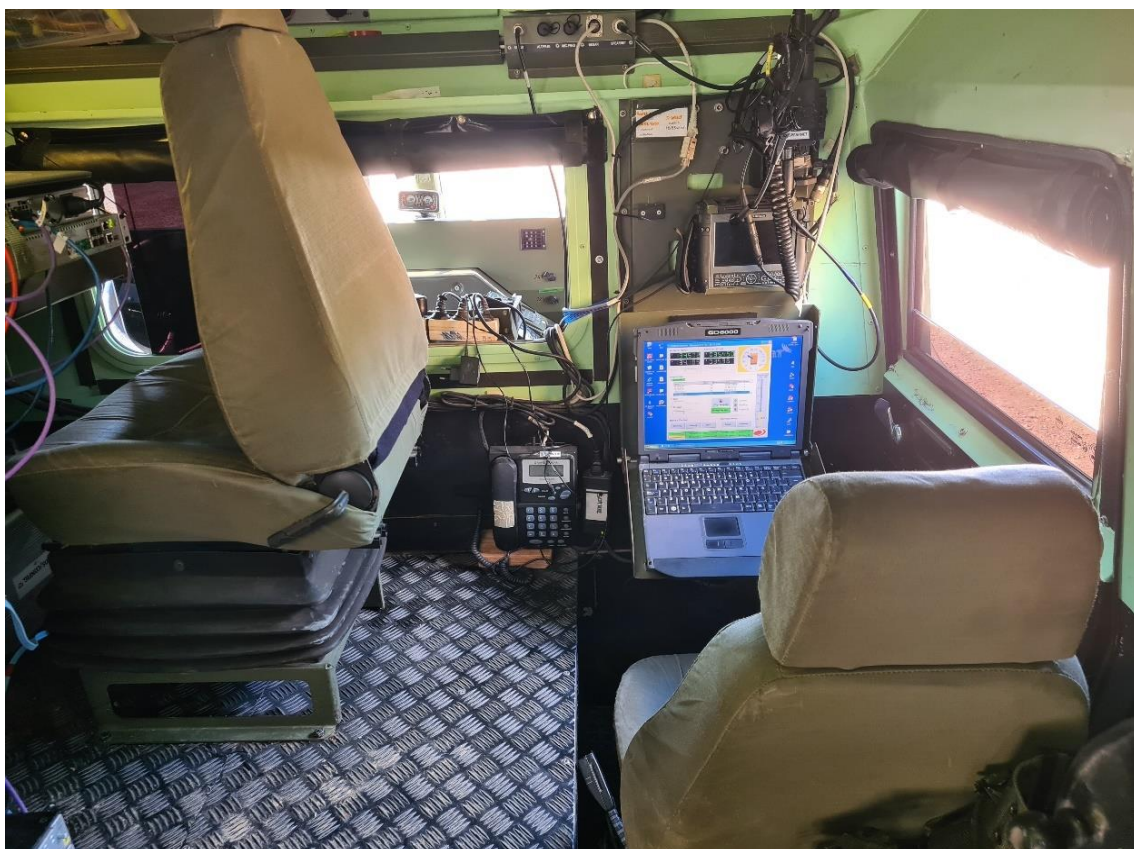


*Figura 36. Integración SOTAS*





El GESCOM, como elemento software, se encuentra instalado en el ordenador personal que se encuentra en el interior de la estación SORIA, (ver *Figura 37*).



*Figura 37. GESCOM en un PC*

A pesar de la escasa información de la estación SORIA en documentos públicos, si que se permite visualizar el Pliego de Prescripciones Técnicas, documento en el cual se definen los requisitos y especificaciones técnicas que debe cumplir la empresa. Con esto, se consigue que se lleve a cabo el contrato con el Ejército de Tierra. Para más información, se deja la siguiente referencia a la bibliografía: (contrataciondelestado.es, s.f.)



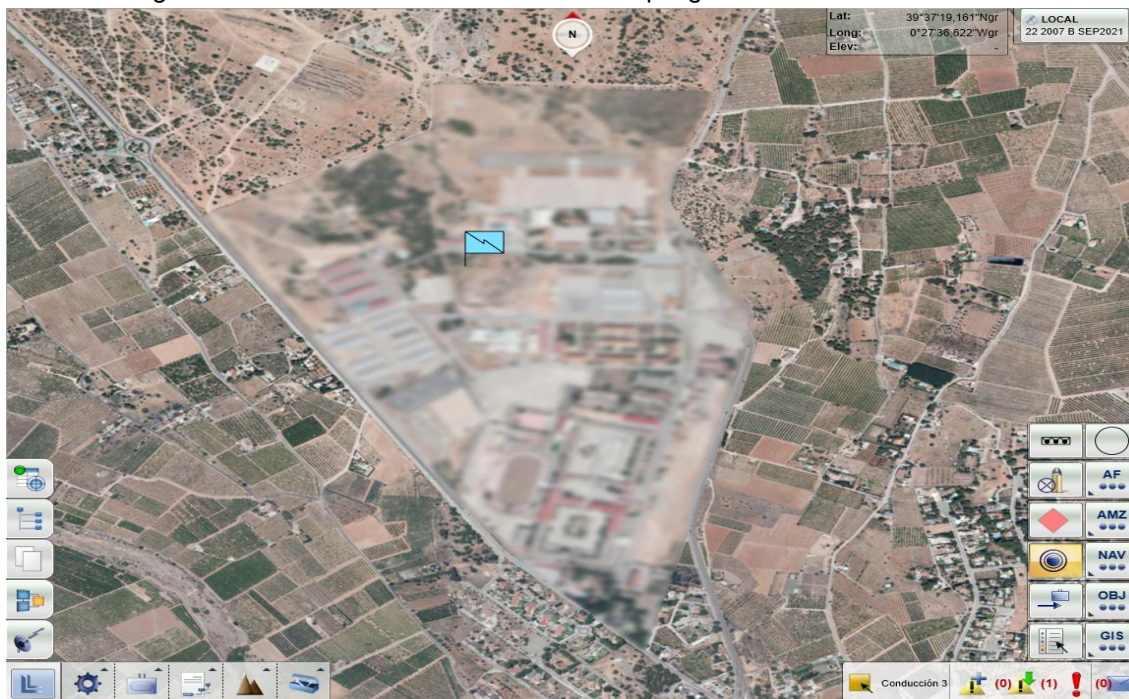




## Anexo IV. Despliegue de la maniobra

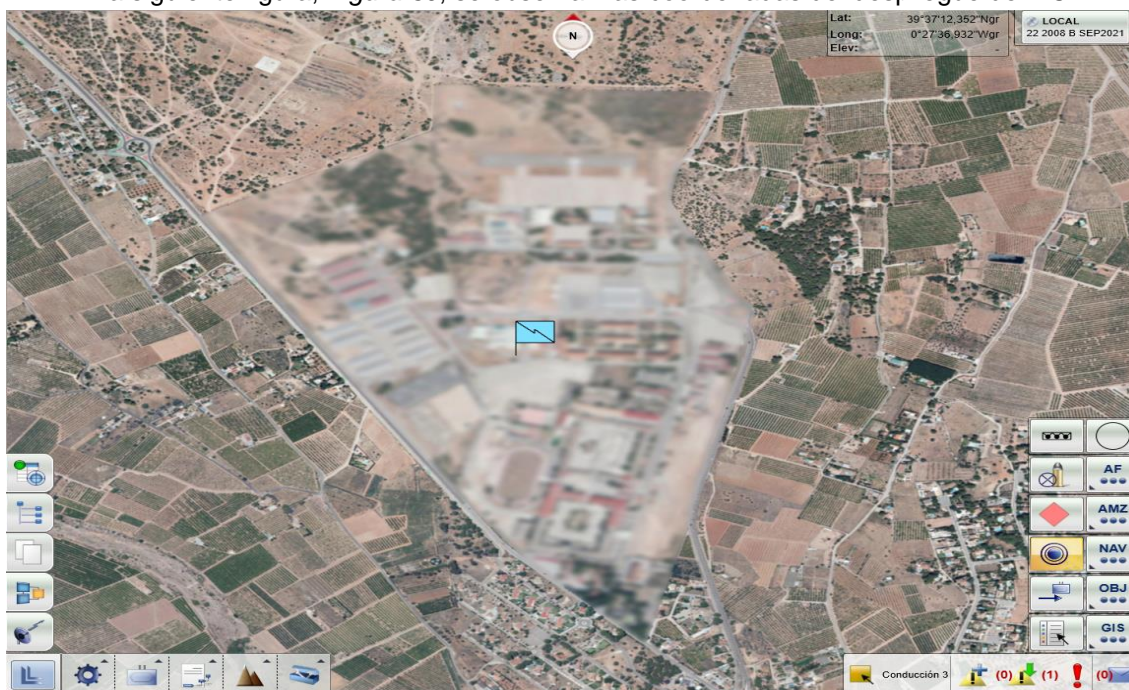
Todas las imágenes posteriores han sido proporcionadas a través del programa BMS-ET, cargando la cartografía y situando en el mapa la ubicación de cada PC.

En la *Figura 38* se encuentra la ubicación del despliegue del PC TAC.



*Figura 38. Despliegue PC TAC (X: 716641, Y: 4389042)*

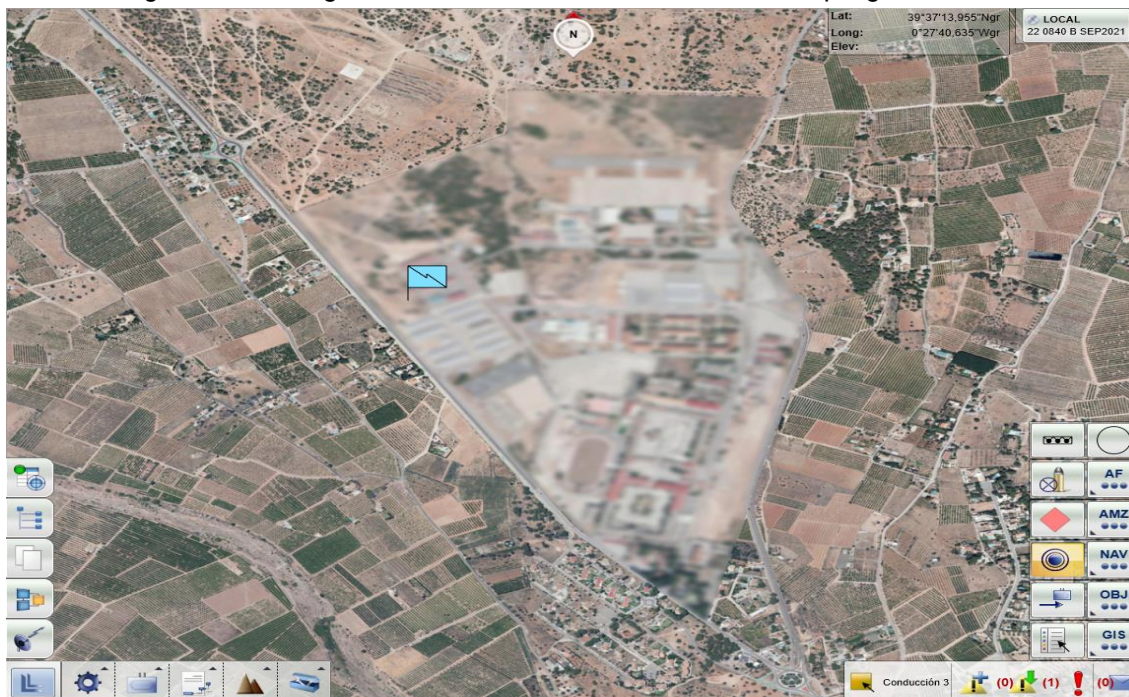
En la siguiente figura, *Figura 39*, se observan las coordenadas del despliegue del PC ALT.



*Figura 39. Despliegue PC ALT (X: 716819, Y: 4388739)*

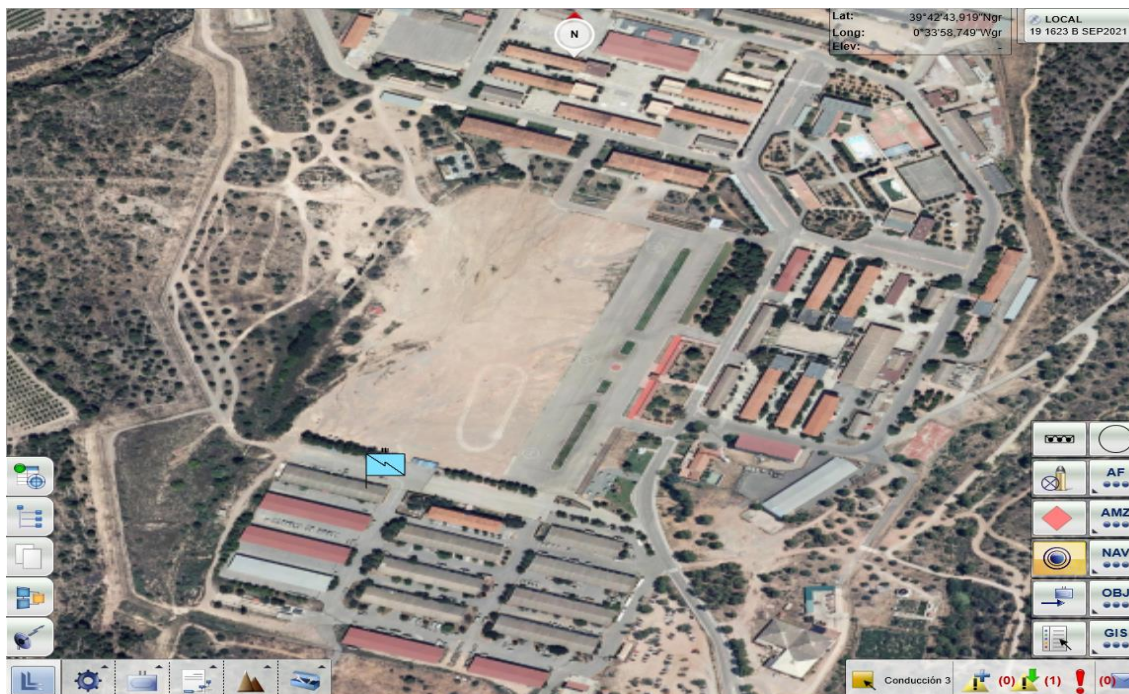


En la figura inferior, *Figura 40*, se encuentra la ubicación del despliegue del PC MOV.



*Figura 40. Despliegue PC MOV (X: 716481, Y: 438866)*

Por último, en la *Figura 41* aparecen las coordenadas del despliegue del PC PRAL en la base *General Almirante*.



*Figura 41. Despliegue PC PRAL (X: 708057, Y: 4398422)*



## Anexo V. Distribución temporal

En el Anexo V se muestra la evolución temporal que ha tenido la presente investigación. Para ello, en la *Figura 42* se puede observar la distribución de las tareas que se han realizado durante el tiempo programado para la realización de la investigación, mientras que en la *Figura 43* se hace referencia al diagrama de Gannt, con respecto a la imagen anterior.

		Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1		Inicio proyecto	0 days	1/06/21 8:00	1/06/21 8:00	
2		<b>Planificación del proyecto</b>	<b>25 days</b>	<b>1/06/21 8:00</b>	<b>6/07/21 8:00</b>	1
3		Determinación de hitos	13 days	1/06/21 8:00	17/06/21 17:00	
4		Búsqueda de manuales	12 days	18/06/21 8:00	5/07/21 17:00	3
5		Reunión con el tutor militar	0 days	15/06/21 8:00	15/06/21 8:00	
6		Reunión con el tutor académico	0 days	6/07/21 8:00	6/07/21 8:00	
7		<b>Elaboración de borrador</b>	<b>34 days</b>	<b>7/07/21 8:00</b>	<b>23/08/21 17:00</b>	6
8		Recopilación de información	13 days	7/07/21 8:00	23/07/21 17:00	
9		Lectura de elementos	10 days	26/07/21 8:00	6/08/21 17:00	8
10		Elaboración de índice	5 days	7/08/21 8:00	13/08/21 17:00	9
11		Determinación de objetivos	2 days	14/08/21 8:00	17/08/21 17:00	10
12		Entrega de plantilla	4 days	18/08/21 8:00	23/08/21 17:00	10;11
13		Reunión con el tutor militar	0 days	23/08/21 8:00	23/08/21 8:00	
14		<b>Determinación de medios</b>	<b>16 days</b>	<b>23/08/21 8:00</b>	<b>13/09/21 17:00</b>	13
15		Estación SORIA como medio SAT	4 days	23/08/21 8:00	26/08/21 17:00	
16		Diodo como integrador de señal	4 days	27/08/21 8:00	1/09/21 17:00	15
17		Redacción de antecedentes	4 days	2/09/21 8:00	7/09/21 17:00	15;16
18		Elaboración de borrador y corrección	4 days	8/09/21 8:00	13/09/21 17:00	17
19		<b>Realización de pruebas</b>	<b>24 days</b>	<b>14/09/21 8:00</b>	<b>15/10/21 17:00</b>	18
20		Pruebas de transmisión	9 days	14/09/21 8:00	24/09/21 17:00	
21		pruebas de integración	10 days	27/09/21 8:00	8/10/21 17:00	20
22		Recopilación de resultados	19 days	14/09/21 8:00	8/10/21 17:00	20SS
23		Reunión con el tutor académico	0 days	8/10/21 8:00	8/10/21 8:00	
24		Reunión con el tutor militar	0 days	13/10/21 8:00	13/10/21 8:00	
25		Elaboración de conclusiones	5 days	9/10/21 8:00	15/10/21 17:00	21;22
26		<b>Finalización del trabajo</b>	<b>8 days</b>	<b>18/10/21 8:00</b>	<b>27/10/21 17:00</b>	25
27		Revisión del proyecto	3 days	18/10/21 8:00	20/10/21 17:00	
28		Correcciones del trabajo	3 days	21/10/21 8:00	25/10/21 17:00	27
29		Comparación con los objetivos a seguir de la rúbrica	2 days	26/10/21 8:00	27/10/21 17:00	28
30		Finalización de la redacción del TFG	0 days	27/10/21 8:00	27/10/21 8:00	

*Figura 42. Actividades según la evolución del proyecto*



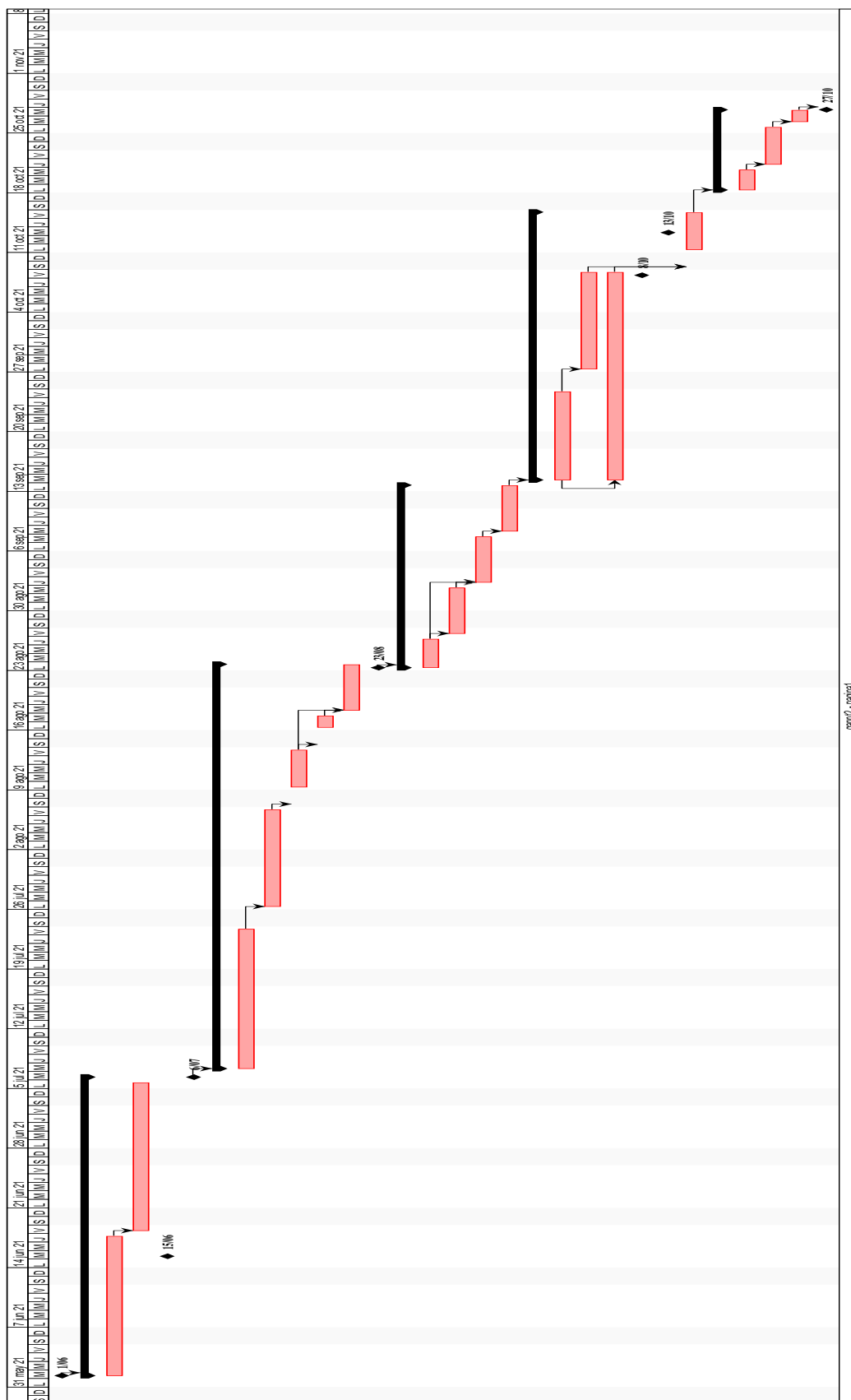


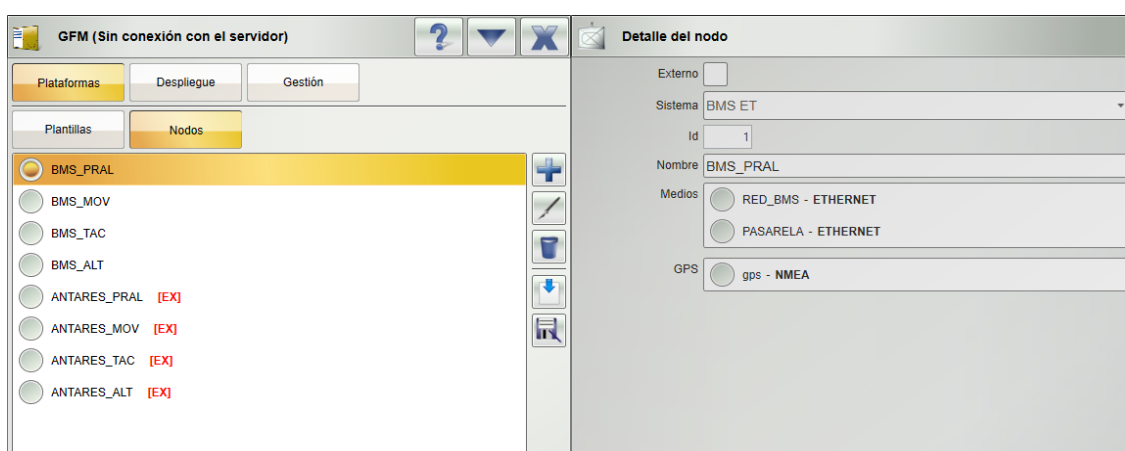
Figura 43. Diagrama temporal



## Anexo VI. Procedimiento de creación de un FBMS

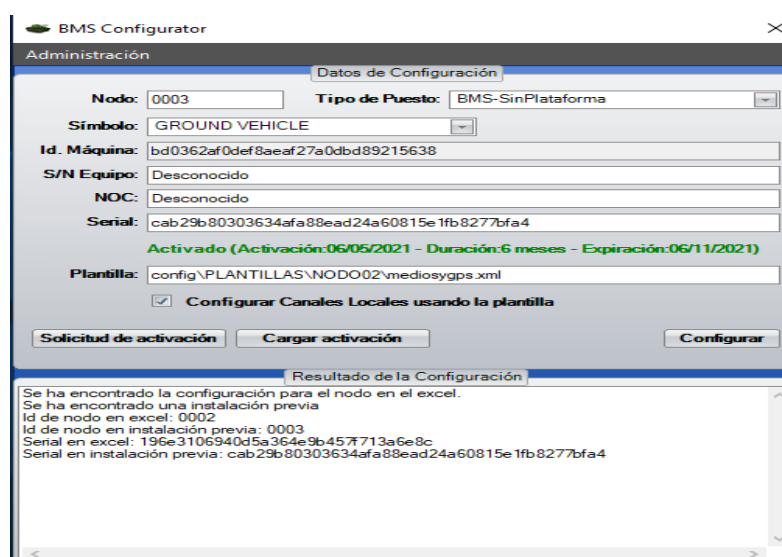
Debido a la cantidad de pasos seguidos para la creación del Fichero de BMS y el número de imágenes tomadas para su explicación, se crea un Anexo para la explicación detallada de su creación.

En la *Figura 44* se muestran los cuatro nodos correspondientes a los terminales BMS, BMS\_PRAL, BMS\_MOV, BMS\_TAC y BMS\_ALT, y seguidamente cada nodo de los cuatro siguientes ANTARES\_PRAL, ANTARES\_MOV, ANTARES\_TAC y ANTARES\_ALT, corresponde al terminal de SC2NET-D que se conecta mediante red interna al terminal BMS. Como ejemplo se ha seleccionado el nodo correspondiente al BMS Principal (BMS\_PRAL), donde se puede observar en el apartado de la derecha su correspondiente ID, así como los medios para su red global de BMS y su red interna de pasarela con el terminal de SC2NET-D.



*Figura 44. Nodo BMS*

En la siguiente figura, *Figura 45*, se muestra el aspecto de la aplicación BMS-Configurator, el cuál solicita que se introduzca el Nodo correspondiente. Dependiendo de la ID establecida para cada nodo en la creación del FBMS, en cada terminal se debe introducir el correspondiente, para que el programa automáticamente reconozca qué Nodo está ejecutando el BMS.



*Figura 45. BMS-Configurator*



La *Figura 46* hace referencia a la configuración del nodo que hace de pasarela ANTARES, donde se puede ver únicamente dispone de esa red. Los datos de código de país y de sistema no son relevantes, siendo preestablecidos para toda la configuración.

**GFM (Sin conexión con el servidor)**

Plataformas | Despliegue | Gestión

Plantillas | **Nodos**

- BMS\_PRAL
- BMS\_MOV
- BMS\_TAC
- BMS\_ALT
- ANTARES\_PRAL [EX]**
- ANTARES\_MOV [EX]
- ANTARES\_TAC [EX]
- ANTARES\_ALT [EX]

**Detalle del nodo**

Externo ☒

Código de país: 206

Código del sistema: 10

Id: 1

Nombre: ANTARES\_PRAL

Medios: PASARELA - ETHERNET

*Figura 46. Nodo ANTARES*

En la *Figura 47* se muestran las redes creadas para la posterior integración a cada nodo. Como puede observarse, existe una única red global de BMS, mientras que se tienen cuatro redes internas para conectar cada terminal BMS con el terminal de SC2NET-D. En la red de BMS escogida como ejemplo, se observa el interfaz de salida, siendo PID en este caso y NFFI en el caso de la pasarela. También se puede ver el prefijo de la red IP seleccionada para el ejercicio.

**GFM (Sin conexión con el servidor)**

Plataformas | Despliegue | Gestión

COMMS | **Redes** | C.O.

- RED\_BMS - ETHERNET**
- PASARELA\_PRL - ETHERNET
- PASARELA\_TAC - ETHERNET
- PASARELA\_ALT - ETHERNET
- PASARELA\_MOV - ETHERNET

**Detalle de la red**

Nombre: RED\_BMS

IP de supervisión: 239.0.0.1

I. Supervisión (s): 46

Red asimétrica: ☐

Soporta multicast: ☒

Red plana: ☒

Prefijo IP: 192.168.0.0/29

Interfaces: PID - PID

*Figura 47. Red externa y red interna*

Para concluir con el FBMS, se selecciona la pestaña Generar, y de esta manera se procede a almacenar el FBMS para su posterior ejecución (ver *Figura 48*).



**GFM (Sin conexión con el servidor)**

Plataformas Despliegue **Gestión**

GDDI IHM **Fichero**

**Generación**

Configuración del fichero táctico  
 Añadir situación táctica ☐

Versiones anteriores BMS-ET  
 Generar fichero para versiones anteriores de BMS-ET ☐

Propiedades del fichero  
 Editable ☒  
 Cifrado ☐  
 Comentario

**Carga**

Propiedades del fichero  
 Fichero    
 Cifrado ☐  
 Cargar

Generar

Figura 48. Generación de FBMS







## Anexo VII. Autorización Acceso Satélite

A continuación, se encuentra el modelo del aspecto final de una Autorización de Acceso a Satélite. En las siguientes figuras, *Figura 49*, *Figura 50*, *Figura 51* se observa el documento completo.

CONFIDENCIAL  
 PRECEDENCIA ACCION: R  
 PRECEDENCIA INFO: R  
 DE: JCGS  
 PARA: 2º AJEMA-JECON-JETELDEF-JESANCA-JESATAL  
 INFO: ALFLOT-PRINCIPE-JESATEAL-JESANCLA  
 SIC: SGH  
 N/0: 261-SP-G/OPE/XXXX/AA DE DD MMM.

ASUNTO: AUTORIZACION DE ACCESO AL SATELITE AAS NUM. 09/370 TEC02A SPA D2 BIS  
 REF: A) .....

B) PROCEDIMIENTO PARA PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LAS  
 COMUNICACIONES MILITARES VIA SATELITE Y NORMA OPERATIVA  
 O-501 PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ENLACE.

1.-ESTE MENSAJE CONFIRMA Y DOCUMENTA EL ACCESO AL SATELITE  
 PROPORCIONANDO INSTRUCCIONES DE OPERACION Y CONTROL PARA LOS  
 TERMINALES QUE PARTICIPAN EN LA MISION DEL MENSAJE DE REF. A)

2.-SEGUN LO ESTABLECIDO EN LOS DOCUMENTOS DE REF. B)  
 3.-EL ACCESO AL SATELITE SE AUTORIZA DESDE EL 191445Z MAY 09

HASTA EL INDEFINIDO.  
 4.-CRS: TORREJON, TEL:914004602, FAX:916776588, RCT:8182000  
 5.-CRS ALT.: BERMEJA, TEL:918750207/08 FAX:918750210, RCT:8182407  
 6.-EL PROCEDIMIENTO DE ACCESO AL SATELITE SERA EL ESTABLECIDO

SEGUN EL DOCUMENTO DE REF. B)  
 7.-SEGUN EL DOCUMENTO DE REF. B)  
 8.-SE ESTABLECEN LOS SIGUIENTES CRITERIOS PARA LA MISION:  
 A) PRIORIDAD DE MISION: GRUPO: 02. LA FRECUENCIA DE BEACON ES:

FREC. BEACON: (SPA) 7749.503 MHZ.  
 FREC. BEACON: (SPA) 7493.000 MHZ TONO PURO.

B) PARA EL TERMINAL ORIGEN: ESTX1 (ESTACION SATELITE TORREJON X1)  
 PUNTO DE CONTACTO: SUBOFICIAL DE SERVICIO  
 LOCALIZACION GEOGRAFICA: (XXº XX' XX" NORTE/XXº XX' XX" OESTE)  
 PIRE UTIL TERMINAL ORIGEN: 41.43 DBW  
 AZIMUT TERMINAL ORIGEN: 217.04 GRADOS  
 ELEVACION TERMINAL ORIGEN: 35.715 GRADOS  
 FRECUENCIA TX TERMINAL ORIGEN, CADENA 52: XXXX.XXXXXX MHZ  
 FRECUENCIA RX TERMINAL ORIGEN, CADENA 52: XXXX.XXXXXX MHZ

Página 1

*Figura 49. Autorización Acceso Satélite (1) (Ministerio de Defensa, s.f.)*



CONTROL AUTOMATICO DE POTENCIA: MANTENER EBNO

EB/N0: 6.1 DB

VELOCIDAD BINARIA TX: 512 KBPS

VELOCIDAD BINARIA RX: 512 KBPS

CAP: METODO DE TRABAJO: P300

VELOCIDAD CANAL ESC (bps): 300

C) PARA EL TERMINAL DESTINO: TEC02 (ESTATICO PEÑONES CGS)

PUNTO DE CONTACTO: .....

LOCALIZACION GEOGRAFICA: (XX° XX' XX" NORTE/XX° XX' XX" OESTE)

PIRE UTIL TERMINAL DESTINO: 35.59 DBW

AZIMUT TERMINAL DESTINO: 220.37 GRADOS

ELEVACION TERMINAL DESTINO: 40.57 GRADOS

FRECUENCIA TX TERMINAL DESTINO, CADENA 1: XXXX.XXXXXX MHZ

FRECUENCIA RX TERMINAL DESTINO, CADENA 1: XXXX.XXXXXX MHZ

CONTROL AUTOMATICO DE POTENCIA: MANTENER EBNO

EB/N0: 6.0 DB

VELOCIDAD BINARIA TX: 512 KBPS

▲

VELOCIDAD BINARIA RX: 512 KBPS

CAP: METODO DE TRABAJO: P300

VELOCIDAD CANAL ESC (bps): 300

IDENTIFICACION DEL ENLACE: ESTX152TEC02A

TIPO DE MODULACION: QPSK

FEC: 789/1000 TURBO

RS: 1/1

CIFRADOR: NO

INTERFACE DEL MODEM: V.35

9.-CIRCUITOS DEDICADOS DEL FLEXIMUX 3600 DEL TERMINAL

9.1.1.-CIRCUITOS DE DATOS

DESIGNADOR PRI SLOT VEL PROT RCT

A) E190XXLXXXX (ELXXXX) 512 V.35

9.1.2.-CIRCUITOS DE VOZ

DESIGNADOR PRI SLOT VEL SEÑAL EQU

9.1.3.-DESARROLLO:

9.1.3.1.9.2.-

COORDINACION:

9.2.1.-JECONSIPRA/MON COORDINARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.

10.-OBSERVACIONES:

10.1.-PROGRAMACION CENTRALES:

CON MOTIVO DE LA AUTORIZACION DEL ASUNTO ES NECESARIO

MODIFICAR LA PROGRAMACION DE LAS CENTRALES CONECTADAS AL

Página 2

Figura 50. Autorización Acceso Satélite (2) (Ministerio de Defensa, s.f.)



SEGMENTO SATELITE EN LOS SIGUIENTES TERMINOS:

10.1.1.-SE DEFINIRA EN EL NODO ATM DEL RCT-190, LA NUMERACION MDC0 DE ACCESO A RUTA SOBRE EL TG: X-X-XX, EN EL CUAL SE ACTIVARAN "XX" CANALES (TS:XX al TS:XX).

10.1.2.-CENTRAL MD-110 EN RCT-190:

10.1.2.1.-SE DEFINIRA LA NUMERACION MCD0 COMO DESTINO EXTERNO, ASIGNANDOLO A LA RUTA DE INTERCONEXION CON EL NODO ATM DEL MISMO CENTRO (ROU:190).

10.1.2.2.-SE DEFINIRAN LAS EXTENSIONES EN LAS POSICIONES DE LA CENTRAL QUE SE ESPECIFICAN EN 9.1.2. Y SU CATEGORIA.

10.1.3.-EN LA CENTRAL MD-110 DEL RCT-101, SE DEFINIRA LA NUMERACION MCD COMO CODIGO DE DESTINO EXTERNO, ASIGNANDOLO A LAS RUTAS DE INTERCONEXION CON LA CENTRAL MD-110 DEL RCT-190 (ROU:50), ALTERNATIVA LAS RUTAS CON EL NODO ATM DEL RCT-100 (ROU=100).

10.2.-TERMINAL:

NOTA IMPORTANTE: EL OPERADOR DEL TERMINAL DEBE, ANTES DE LEVANTAR PORTADORA, LLAMAR A LA ESTACION DE ANCLAJE PARA COORDINAR LOS NIVELES DE PIRE SATELITE Y PROPORCIONAR UN NUMERO DE TELEFONO DE CONTACTO PERMANENTE.

EN CASO DE FIN ANTICIPADO DE LA AAS RESPECTO A LO PROGRAMADO EN AAS DEBERA AVISAR CON ANTERIORIDAD AL CONSIS ACTIVO PARA QUE EL GESTOR DE FLEXIMUX PUEDA REALIZAR LA DESCONEXION COMPLETA DE LOS CIRCUITOS. EN CASO CONTRARIO QUEDARAN ESTABLECIDOS HASTA UNA NUEVA AAS DEL TERMINAL DIFICULTANDO EL ESTABLECIMIENTO DE LOS NUEVOS SERVICIOS.

PARA CUALQUIER ACLARACION NECESARIA SOBRE LAS CADENAS UTILIZADAS EN LOS ASENTAMIENTOS RCT-101 Y RCT-190 SE CONTACTARA CON EL PERSONAL DESTINADO EN DICHS ASENTAMIENTOS.

EQUIP FMUX SRV

EXT/SERV RCT CAT



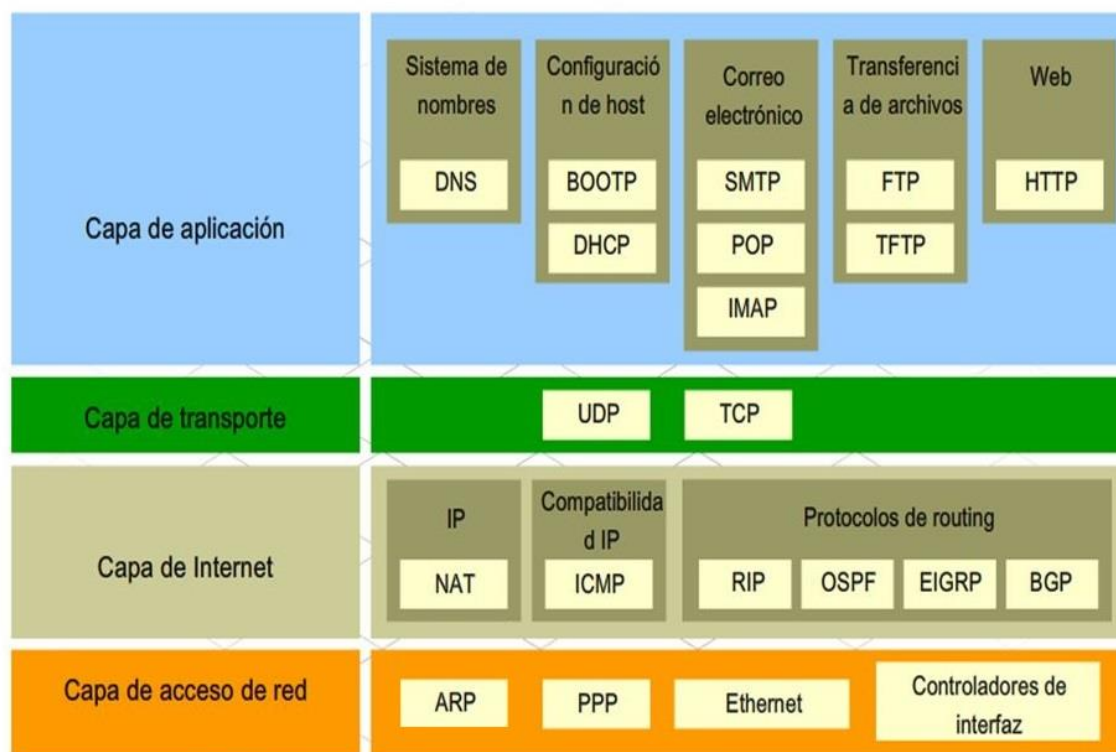


## Anexo VIII. Modelo de referencia TCP/IP

El modelo TCP/IP es una clasificación de protocolos de red. Este modelo incluye cuatro capas, siendo las mostradas en la *Figura 52*. Debido a que el conjunto de protocolos TCP/IP originalmente se creó con fines militares, está diseñado para cumplir con una cierta cantidad de criterios, siendo los de dividir mensajes en paquetes, detectar errores en la transmisión y enrutar datos por la red (upanama, s.f.)

La capa tres o Capa de Transporte emplea dos protocolos, siendo ellos UDP y TCP. La diferencia entre ellos radica, en que, el protocolo TCP garantiza un orden en la transmisión y recepción de paquetes de datos, numerando éstos. Garantiza mayor confiabilidad.

El protocolo UDP trabaja de manera similar al protocolo TCP, pero éste elimina los procedimientos de comprobación de errores. Sin embargo, a la falta de garantías de recepción de paquetes, se le añade velocidad en la transmisión de datos. Por ello, es un protocolo que se emplea cuando prioriza la velocidad de transmisión de datos y no es necesaria la corrección de errores.



*Figura 52. Modelo TCP/IP (slideplayer.es, 2015)*







## Anexo IX. Modelo de referencia OSI

El modelo *Open Systems Interconnection* o modelo OSI es un modelo de referencia para los protocolos de red. Su objetivo es conseguir la interconexión de sistemas de distinta procedencia para que entre ellos pueda fluir información sin ningún inconveniente.

Existen siete capas o niveles de abstracción, teniendo cada una de ellas una responsabilidad distinta. Para su numeración, el Nivel Físico corresponde a la primera capa, número los niveles sucesivamente hasta la séptima capa o Nivel de Aplicación (ver *Figura 53*).



*Figura 53. Modelo OSI (lovtechnology, s.f.)*

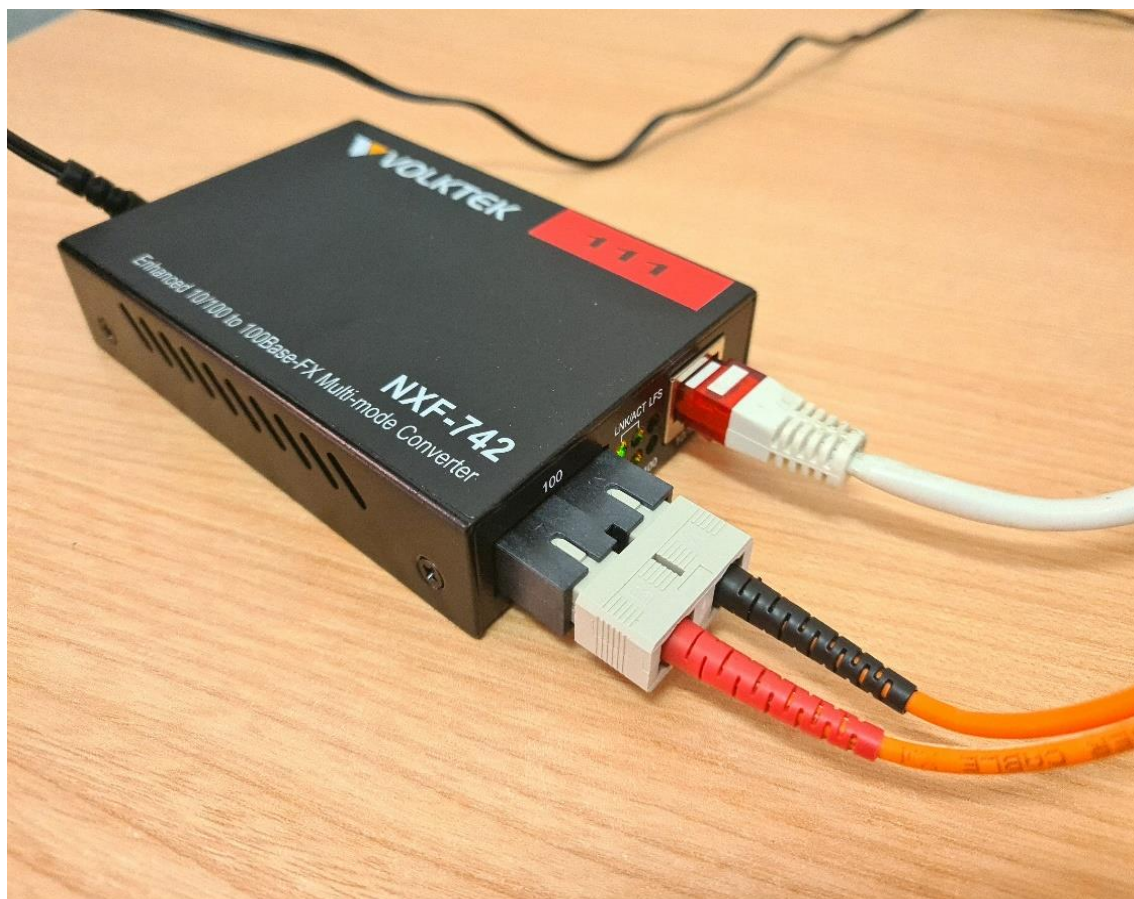
Como se puede observar en la *Figura 53*, la capa dos recibe el nombre de Enlace de Datos, y tiene como objetivo proporcionar direccionamiento físico entre dos equipos. De esta manera, se limita al uso de la dirección MAC.

Por otro lado, la capa tres o Red, tiene la responsabilidad del direccionamiento lógico. A diferencia de la capa dos, esta permite varios tipos de enrutamiento, tanto el estático y dinámico. Como consecuencia de ello, facilita la interconexión entre dos dispositivos.



## Anexo X. Transceptor NXF-742

Debido a la incompatibilidad de los terminales y el Diodo por el empleo de diferente cableado, para llevar a cabo la comunicación entre ambos se debe emplear el transceptor o *transceiver*. Como se observa en la *Figura 54*, dispone de una entrada para cableado UTP y otra entrada para fibra óptica. De esta manera, permite la interconexión entre un cableado y otro.



*Figura 54. Transceptor NXF-742*



## Anexo XI. Diodo 110

A continuación, se puede observar el diodo 110 empleado en la prueba de integración de la señal. Como se observa en la *Figura 55*, el diodo tiene los dos cables correspondientes para la fibra óptica en la entrada, mientras que en la salida solo tiene un único hilo correspondiente al de transmisión, evitando de esta forma el flujo de datos en sentido opuesto.

Para facilitar visualmente qué cableado es de entrada y cual es de salida, entre los conectores se observan unas flechas, las cuales indican el origen (entrada) y el destino (la salida de la información).



*Figura 55. Diodo 110*

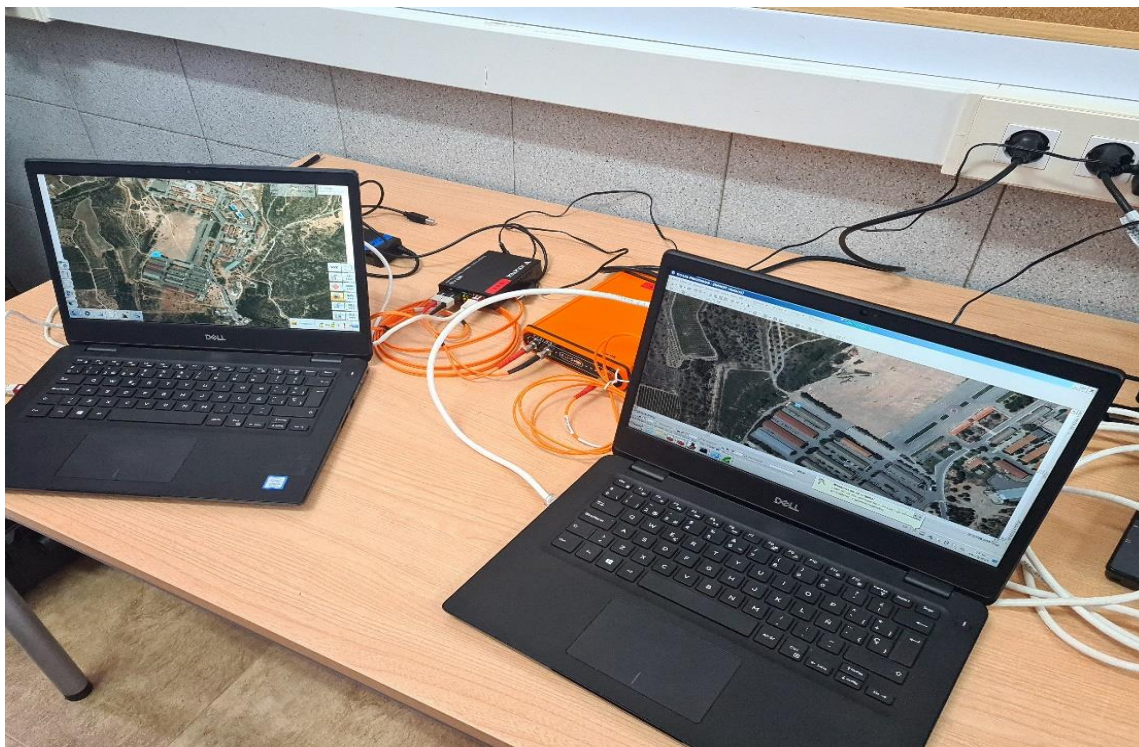






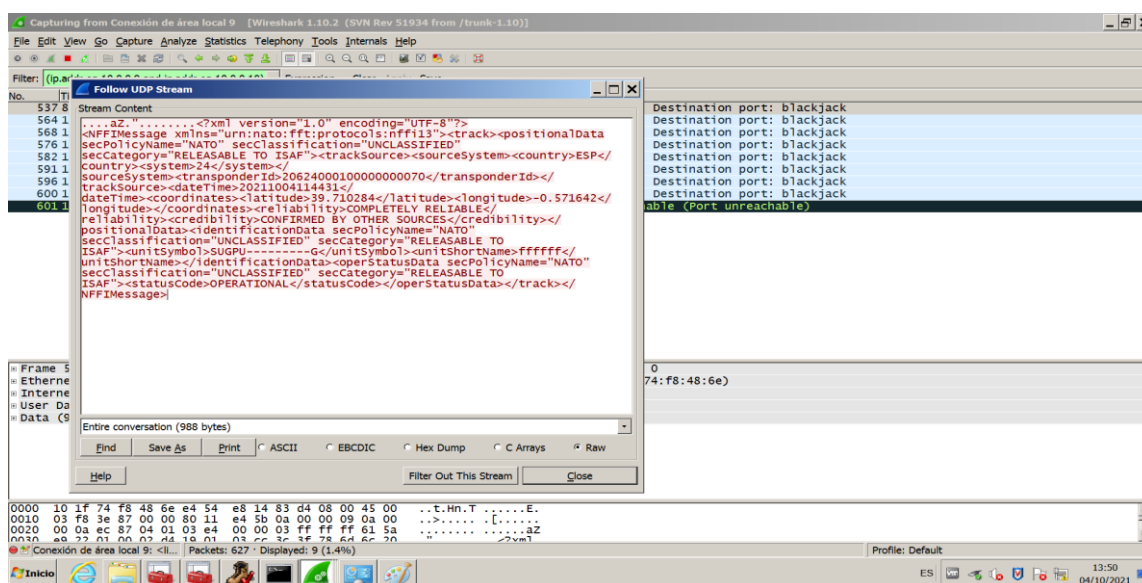
## Anexo XII. Ensayo detallado de la integración

Para realizar la integración se ha requerido de dos terminales. Uno de ellos con el programa BMS instalado y otro conectado a SC2NET-D, ejecutando el programa ANTARES. Además, se ha debido de conectar dos *transceiver* NXF-742 (Anexo X. Transceptor NXF-742) y un diodo 110 (Anexo XI. Diodo 110) para su empleo (ver *Figura 56*).



*Figura 56. Esquema físico de la integración*

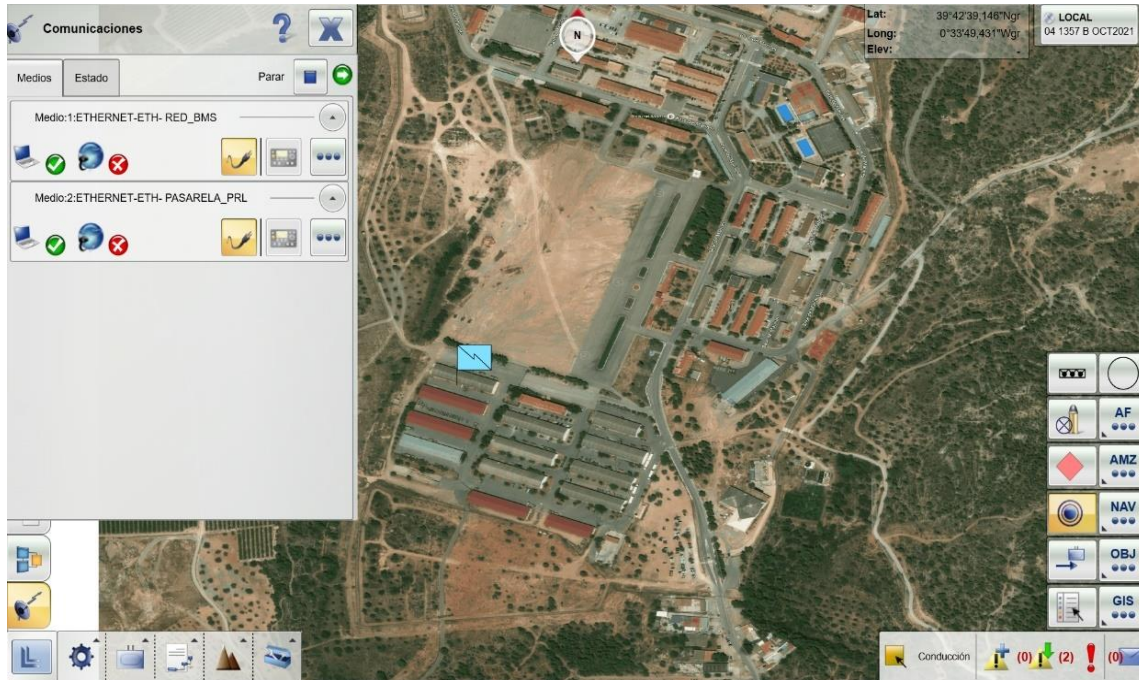
En la *Figura 57*, se observa el paquete de la capa de transporte UDP más detallado.



*Figura 57. Traza UDP*



Mientras que en la estación SORIA existía conectividad tanto a nivel local como global, es importante destacar que en la integración no se tiene esa última conectividad (ver *Figura 58*), por lo que aparece el segundo icono con una cruz marcada. Esto se debe a que la información solo fluye en un sentido, por lo que el programa se cree que no existe conexión. Sin embargo, las unidades se mandan sin problemas.



*Figura 58. Conectividad en la integración*