

ANEXO A

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS CUNATITATIVO

El análisis cuantitativo de los programas debe llevarse a cabo en base a una serie de requisitos marcados por la Unidad, que también establecerá la importancia (**peso específico**) del requerimiento asignándole un valor del 1 al 10, siendo 1 un requisito muy poco importante y 10 uno esencial:

$$\text{Peso específico} = \{1, \dots, 10\}$$

Los pesos específicos se asignarán según el siguiente criterio:

CRITERIOS DE ASIGNACIÓN DE LOS PESOS ESPECÍFICOS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muy poco importante	Poco importante	Muy poco relevante	Poco relevante	Indiferente	Relevante	Muy relevante	Importante	Muy importante	Esencial

Tabla A.1 Criterios de asignación de los pesos específicos. *Elaboración propia*

Así, a cada requisito se le asignará una ponderación porcentual (**peso relativo**), fruto de comparar su peso específico con los del resto de requisitos:

$$\text{Peso relativo} = \frac{\text{Peso específico del requisito}}{\sum \text{Pesos específicos de todos los requisitos}} \times 100$$

Ahora, para cada programa a evaluar, se debe comparar si satisface todos los requisitos, detallando cómo lo hace y el grado individual de cumplimiento (**grado individual**) de dicho requisito, siendo 0 no satisfecho y 5 completamente cumplido:

$$\text{Grado individual} = \{0, \dots, 5\}$$

De este modo, el criterio de asignación de un grado individual de cumplimiento de un requisito será:

CRITERIOS DE ASIGNACIÓN DE LOS GRADOS INDIVIDUALES DE CUMPLIMIENTO					
0	1	2	3	4	5
No cumplido en absoluto	Cumplido de forma muy poco satisfactoria	Cumplido de forma poco satisfactoria	Cumplido de forma parcial	Cumplido de forma casi completa	Cumplido de forma totalmente satisfactoria

Tabla A.2 Criterios de asignación de los grados individuales de cumplimiento. *Elaboración propia*

También es preciso calcular el valor que añade al programa el hecho de satisfacer en un grado concreto un determinado requisito en función del peso relativo de éste (**grado individual ponderado**):

$$\text{Grado individual ponderado} = \text{Peso relativo} \times \text{Grado individual}$$

Ahora, sólo resta calcular el grado general de satisfacción de requisitos en función de su ponderación relativa (**grado general**), entendido como el sumatorio de los grados individuales ponderados:

$$\text{Grado general} = \sum \text{Grados individuales}$$

Finalmente, sólo nos queda valorar aquellas utilidades que presente el programa analizado y que, si bien no cumplen un requisito concreto establecido por la Unidad, sí que constituyen un valor añadido a tener en cuenta a la hora de valorar cualitativamente el *software*. Para ello, debe estimarse el grado de utilidad que esta función adicional proporciona a la Unidad (**grado adicional**) valorándolo de 1 a 5 (siendo 1 el mínimo y 5 el máximo):

$$\text{Grado adicional} = \{1, \dots, 5\}$$

El criterio de asignación de un grado de utilidad adicional que aporta cada nueva funcionalidad será:

CRITERIOS DE ASIGNACIÓN DE LOS GRADOS ADICIONALES				
1	2	3	4	5
Muy poca utilidad	Poca utilidad	Útil	Bastante utilidad	Mucha utilidad

Tabla A.3 Criterios de asignación de los grados adicionales. *Elaboración propia*

Para introducir este grado adicional en la valoración cuantitativa general, lo multiplicamos por un **valor de ponderación** (equivalente al menor peso relativo de todos los requisitos evaluados) para obtener el **grado adicional ponderado**:

$$\text{Valor de ponderación} = \min \{ \text{Peso relativo} \}$$

$$\text{Grado adicional ponderado} = \text{Grado adicional} \times \text{Valor de ponderación}$$

Sólo resta sumar todos los grados adicionales ponderados para obtener la utilidad extra que reportan las utilidades adicionales del programa (**grado adicional conjunto**):

$$\text{Grado adicional conjunto} = \sum \text{Grados adicionales ponderados}$$

Finalmente, para obtener la **valoración cuantitativa final** del programa basta con sumar el grado adicional conjunto y grado general de cumplimiento de los requisitos, calculado previamente:

$$\text{Valoración cuantitativa final} = \text{Grado general} + \text{Grado adicional conjunto}$$

ANEXO B

INFORMACIÓN ADICIONAL DEL PROYECTO

En el presente anexo se relaciona información de carácter adicional relativa a la realización de las evaluaciones cuantitativas y cualitativas que constituyen la base del presente trabajo. Esta información comprende: datos técnicos del *hardware* empleado en el análisis de los programas, cartografía empleada para las pruebas de uso de estos programas y fechas y localizaciones de las pruebas de campo de los diferentes programas clasificados como SIG-tácticos vehiculares.

FICHA TÉCNICA DEL *HARDWARE* EMPLEADO

En la siguiente tabla se muestra esquemáticamente la información técnica de los dispositivos informáticos empleados tanto para las pruebas de campo de los SIG-tácticos vehiculares (*tablet*) como para las pruebas de uso de los no vehiculares (ordenador portátil). En cuanto al dispositivo GPS Garmin eTrex 30 empleado, dado que la evaluación de su *software* no puede ser independiente del dispositivo físico, las características de su *hardware* se reseñan en el **Anexo H**.

FICHA TÉCNICA DEL <i>HARDWARE</i> EMPLEADO						
DISPOSITIVO	NOMBRE	SISTEMA OPERATIVO	PULGADAS	RAM	MEMORIA INTERNA	PROCESADOR
<i>Tablet</i>	Samsung Galaxy Tab 3	<i>Android 4.4.2</i>	7.0"	1 GB	8 GB	Dual Core 1,2 GHz
Ordenador portátil	Toshiba Satellite L755 - 1HW	<i>Windows 7 Home Premium</i>	15.6"	6 GB	640 GB	Intel Core i5 - 2450M CPU 2,5 GHz

Tabla B.1 *Ficha técnica del hardware empleado. Elaboración propia a partir de la información contenida en los dispositivos*

CARTOGRAFÍA EMPLEADA PARA LAS PRUEBAS DE USO

Los productos cartográficos empleados para las pruebas de uso y de campo del presente trabajo han sido obtenidos de la página *web* del IGN (<http://www.ign.es/ign/main/index.do>) y de la cartografía digital militar generada por el CEGET y disponible en la Intranet del ET.

En estas pruebas se han empleado los archivos ráster (mapas civiles y militares de escala 1:25.000 y 1:50.000 y ortofotografías aéreas de 25 cm de resolución y escala 1:5.000) y matriciales (MDE de paso de malla de 5 m) que se enumeran a continuación:

Capas ráster (mapas):

- IGN MTN25k UTM H30 ETRS89 PROVINCIA DE VALLADOLID ESCALA 1:25.000
- IGN MTN25k UTM H30 ETRS89 PROVINCIA DE ZARAGOZA ESCALA 1:25.000
- IGN MTN25k UTM H30 ETRS89 PROVINCIA DE MÁLAGA ESCALA 1:25.000
- CEGET 25k UTM H30 ED50 SERIE 5V CMT "RENEDO-CABEZÓN" ESCALA 1:25.000
- CEGET 25k UTM H30 ED50 SERIE 5V CENAD "SAN GREGORIO" ESCALA 1:25.000
- CEGET 50k UTM H30 ED50 SERIE L PROVINCIA DE VALLADOLID ESCALA 1:50.000

- CEGET 50k UTM H30 ED50 SERIE L CENAD "SAN GREGORIO" ESCALA 1:50.000

Capas ráster (ortofotografías aéreas)

- IGN PNOA25 UTM H30 ETRS89 PROVINCIA DE MÁLAGA ESCALA 1:5.000
- IGN PNOA25 UTM H30 ETRS89 PROVINCIA DE VALLADOLID ESCALA 1:5.000
- IGN PNOA25 UTM H30 ETRS89 PROVINCIA DE ZARAGOZA ESCALA 1:5.000

Archivos matriciales (MDT):

- IGN MDT05 LIDAR UTM H30 ETRS89 PROVINCIA DE VALLADOLID PASO DE MALLA 5M
- IGN MDT05 LIDAR UTM H30 ETRS89 PROVINCIA DE ZARAGOZA PASO DE MALLA 5M

INFORMACIÓN DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

En la **Tabla B.2** se enumeran las diferentes pruebas de campo llevadas a cabo con los distintos SIG-tácticos vehiculares entre el 3 de octubre de 2014 y el 5 de junio 2015 en las diferentes prácticas con vehículos en las cuales ha sido posible el empleo y prueba de los diferentes programas, dentro del Programa de Instrucción y Adiestramiento IV de la Academia General Militar para la Especialidad Fundamental de Caballería y de la realización de diversos ejercicios durante el desarrollo de las PEXT en el GCRECO "Santiago" VII (Santovenia de Pisuegra, Valladolid).

INFORMACIÓN DE LAS PRUEBAS DE CAMPO					
#	FECHA	LUGAR	PROGRAMA	ACTIVIDAD	VEHÍCULO
1	3-oct-14	CENAD "San Gregorio"	Garmin GPS	Ejercicio táctico (combate de encuentro)	VEC
2	14-nov-14	CENAD "San Gregorio"	OruxMaps	Ejercicio táctico (operación NEO)	VEC
3	10-feb-15	Ronda (Málaga)	TwoNav	Marcha mecanizada	VEC
4	11-feb-15	Ronda (Málaga)	OruxMaps	Ejercicio táctico (reconocimiento de ruta)	VAMTAC
5	12-feb-15	Ronda (Málaga)	OruxMaps	Ejercicio táctico (escolta de convoy)	VEC
6	18-mar-15	Provincia de Valladolid	Carta Digital	Reconocimiento de zona	VAMTAC
7	19-mar-15	Provincia de Valladolid	Carta Digital	Reconocimiento de zona	VAMTAC
8	7-abr-15	Provincia de Valladolid	TwoNav	Reconocimiento de itinerario	VAMTAC
9	14-may-15	CENAD "San Gregorio"	OziExplorer	Ejercicio táctico (despliegues de seguridad)	VEC
10	15-may-15	CENAD "San Gregorio"	OruxMaps	Ejercicio táctico (apertura y paso de brechas)	VEC

Tabla B.2 Información de las pruebas de campo. Elaboración propia

ANEXO C

EXPLICACIÓN DE LOS REQUISITOS PARA LOS SIG VEHICULARES

A continuación, se explican de forma detallada tanto el motivo como el porqué de cada uno de los treinta y siete (37) requisitos establecidos para los SIG-tácticos vehiculares por las PU de Caballería así como la razón de la ponderación dada a cada uno de estos requerimientos, que aparecen reflejados de forma esquemática en la **Tabla 2.2** de la memoria del trabajo.

1. **Navegación con GPS:** el principal uso que tiene un programa SIG vehicular para una PU de Caballería es el ser un medio de asistencia a la navegación mediante satélite que le facilite al usuario los movimientos tácticos y logísticos por el terreno en el que desarrolla sus actividades, de forma que el jefe de vehículo pueda reducir la atención que debe prestar a dirigir los desplazamientos de su conductor, relegando este aspecto a un segundo plano de manera que pueda concentrar su atención en el desarrollo de la actividad que se esté llevando a cabo o, en el caso de los jefes de Unidad (Pelotón, Sección, Escuadrón, Grupo), en la ejecución de los cometidos asignados, la conducción de sus Unidades subordinadas o la transmisión y recepción de información y órdenes a los escalones superior e inferiores. Por todo ello, a este requisito se le ha asignado un peso específico de 10/10, dado que un SIG que no ofrezca la posibilidad de ser empleado para la navegación con GPS/GLONASS no presenta utilidad real para un usuario táctico vehicular.
2. **Empleo de simbología militar OTAN:** para una PU de Caballería resulta interesante poder emplear en sus programas SIG vehiculares la simbología militar estándar de la OTAN, marcada por el Acuerdo de Normalización (STANAG) 2019 de dicha organización, que establece la forma de representar Unidades, armas, situaciones, material, equipo, movimientos, zonas, cometidos, etc. de forma gráfica. No obstante, aunque el poder emplear esta simbología estandarizada ayudaría a las PU a agilizar la recogida y transmisión de la información obtenida en vigilancias y reconocimientos, no resulta un aspecto fundamental para éstas, ya que dentro de cada Unidad es frecuente que se creen Normas Operativas (NOP) internas que establecen los criterios de representación, identificación o registro (campos de información a rellenar, forma de hacerlo...). de la información recabada por sus componentes en los reconocimientos, de forma que otorgan homogeneidad y coherencia a todos los productos internos, haciéndolos no obstante menos interoperables con otras Unidades que se rijan por sus propias NOP. Por ello, se le ha asignado un peso específico de 3/10, ya que si bien añade valor al SIG analizado, el tener la posibilidad de empleo de simbología militar estándar no resulta un aspecto realmente fundamental para una PU de Caballería y, más aún, añade dificultad al empleo y reduce la agilidad en su uso al aumentar enormemente la cantidad de elementos entre la que el usuario debería escoger para representar un producto de su reconocimiento.
3. **Creación de waypoints directamente sobre mapa:** este requerimiento ha recibido una ponderación de 9/10 ya que para un usuario táctico vehicular resulta imperativo el poder crear de forma rápida e intuitiva un *waypoint* directamente sobre el mapa, de forma que pueda registrar, mediante una geometría puntual, información de interés relativa a un punto o zona del terreno. Esta creación de *waypoints* sobre el mapa debe ser, obviamente, lo más precisa y simple posible, para facilitar al usuario la realización de sus actividades.

4. **Creación de waypoints introducidos por coordenadas:** este requisito ha recibido una ponderación de 8/10 ya que no resulta tan vital para una PU de Caballería como la creación de *waypoints* sobre el propio mapa, si bien para un usuario vehicular resulta muy importante poder marcar un punto del terreno introduciendo manualmente las coordenadas del mismo (que generalmente le serán comunicadas por el escalón superior a fin de asignarle una misión relativa al punto o proporcionarle información del mismo, o por el subordinado, a fin de ponerle en conocimiento de algún dato relevante relativo a un punto del terreno).
5. **Creación de rutas sobre el mapa:** para un usuario vehicular resulta muy importante poder trazar de forma manual y directamente sobre el mapa, del modo más rápido, preciso e intuitivo posible, un itinerario (bien un *track* o bien una ruta) tanto para emplearlo él mismo como para hacérselo llegar a sus subordinados o su escalón superior, a modo de orden o de información, respectivamente. Por ello, a este requisito se le ha asignado un peso de 8/10.
6. **Alerta de proximidad a waypoint:** en ciertas situaciones, para un usuario vehicular el hecho de que el programa que emplea para ayudarse en la navegación le avise al llegar a una distancia determinada de un punto del terreno concreto puede resultar de utilidad siempre y cuando se pueda determinar manualmente tanto el radio de alerta en torno al punto como aquellos puntos a los que se quiera asociar una alerta de cercanía. No obstante, esta función no resulta algo esencial para una PU de Caballería, por lo que se le ha asignado una ponderación de 3/10.
7. **Cálculo de rumbos:** durante la ejecución de temas tácticos de combate o el desarrollo de misiones reales en el exterior, a un usuario vehicular le resulta muy provechoso el poder obtener un rumbo respecto a su posición de cara a elaborar cartas de tiro o designar objetivos mediante el empleo de los grados con respecto al Norte geográfico, de forma que el resto de elementos de la Unidad, sin conocer la orientación del vehículo que designa el objetivo (dato necesario para emplear la referencia horaria en la que las 12 son el frente de la posición del que designa el objetivo), pueda determinar de forma directa dónde se encuentra éste. Por ello, a este requerimiento se le ha asignado un peso de 7/10.
8. **Cálculo de áreas:** a este requerimiento únicamente se le ha asignado un peso de 2/10 ya que el usuario puede, llegado el caso, querer conocer la superficie de una zona determinada del terreno pero no es una situación frecuente ni un dato generalmente requerido.
9. **Distancias al usuario:** siguiendo con la elaboración de cartas de tiro y designación de objetivos mencionadas en el requisito 7, para llevar a cabo estas actividades también es necesario conocer la distancia que separa un punto de referencia del terreno o un objetivo del vehículo desde el que se designa. Por ello a este requisito se le ha asignado un peso de 7/10, ya que el hecho de que el SIG empleado permita obtener estas distancias resulta algo de gran utilidad para el usuario que, además, puede emplear esta herramienta para obtener datos de distancia con respecto a su posición para otros fines distintos a los mencionados (estimación del terreno dentro del alcance de sus armas, elección de puestos de tiro...).
10. **Distancias entre puntos:** continuando con el requisito anterior, al usuario también le puede resultar útil conocer la distancia que separa dos puntos del terreno distintos a su posición (longitud de itinerarios, distancia a una posición enemiga, separación entre dos observatorios o posiciones propias o del adversario...). Por ello, a este requisito también se le ha asignado un peso de 7/10.
11. **Carga de dos (2) capas ráster:** para el usuario vehicular resulta muy útil que el programa empleado permita cargar al menos dos capas ráster distintas, de forma que se pueda

modificar la transparencia de una u otra para obtener visualizaciones del terreno en las que se combinen, por ejemplo, una ortofotografía aérea y un mapa, o un mapa de la series militares del CEGET con uno civil producido por el IGN, de forma que ambas capas se complementen y faciliten al usuario la navegación y la lectura del terreno que le rodea y por el que se está desplazando y actuando. Es por esto que al presente requerimiento se le ha asignado un peso de 6/10.

12. **Grabar y exportar itinerario:** a este requisito se le ha asignado un peso de 7/10 porque resulta importante que el usuario pueda grabar y exportar el itinerario que va siguiendo sobre el terreno de cara a almacenarlo para emplearlo en un futuro, transmitirlo a sus superiores o subordinados o estudiar sus características (perfil de alturas, pendientes...).
13. **Importar y exportar GPX:** el GPX es el formato universal de intercambio de datos GPS/GLONASS entre aplicaciones SIG, por lo que resulta indispensable que el sistema adoptado por el ET para sus PU de Caballería permita cargar y transferir los archivos vectoriales en este formato, tanto para recibirlos de los subordinados o el escalón superior como para transmitir los productos del reconocimiento a sus superiores o para intercambiarlos con Unidades de otros Ejércitos u otras Armas que, a pesar de que empleen un programa SIG distinto, podrán abrir y emplear estos archivos de forma automática. Por todo ello, a este requisito se le ha asignado una ponderación de 9/10.
14. **Altura de la posición del usuario mediante MDE:** Llegado el caso, puede que al usuario le resulte provechoso conocer la altura exacta a la que se encuentra su posición, si bien no resulta un requisito esencial, por lo que se le ha asignado una ponderación de 2/10. No obstante, resulta preciso que esta altura se obtenga, en cualquier caso, mediante un MDE para garantizar que el usuario pueda conocerla independientemente de si tiene o no señal GPS (que también puede emplearse para determinar la altura de la posición actual) o de la calidad de recepción de la misma.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** de cara a obtener información de un punto del terreno o, más importante, a la hora de solicitar apoyos de fuegos de morteros o artillería, al usuario le resulta muy útil que el SIG empleado le permita obtener una lectura aproximada de la altura de un punto concreto del terreno mediante un MDE, que reflejaría con mayor exactitud la altitud del terreno en un lugar concreto que el mero empleo de las curvas de nivel y cotas del mapa topográfico convencional. Por ello, a esta funcionalidad se le ha otorgado una ponderación de 4/10.
16. **Navegación 3D mediante MDE:** si el SIG vehicular empleado permite al usuario activar una vista en tres dimensiones que le posibilite navegar al tiempo que ve el terreno de forma tridimensional (de modo que le sea muchísimo más sencillo e intuitivo percibir la orografía y el contorno del terreno circundante que si tuviese que emplear las curvas de nivel y cotas tradicionales de todo mapa topográfico) la atención que la navegación requiere para el usuario se vería reducida en buena medida respecto al empleo de un programa que sólo le permita la navegación asistida por GPS sobre un mapa bidimensional. No obstante, por no resultar algo imprescindible, a este requisito se le ha asignado una ponderación de 3/10.
17. **Abrir archivos DTED:** ponderación 5/10. El formato de datos DTED es empleado dentro del marco de la OTAN para los archivos matriciales (generalmente, MDE) por lo que resulta conveniente que el SIG vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatible con este tipo de archivos.

18. **Abrir archivos ASCII Grid:** ponderación 5/10. El formato de datos *ASCII Grid* (.asc) es frecuentemente empleado en el marco de los SIG para guardar archivos matriciales (como es el caso del IGN) por lo que resulta conveniente que el sistema vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatible con este tipo de archivos.
19. **Abrir archivos GEO:** ponderación 5/10. El formato de datos GEO es empleado dentro del marco del ET para los archivos matriciales (es el formato de datos nativo de la Carta Digital y el empleado por el CEGET para la producción de archivos matriciales) por lo que resulta conveniente que el programa SIG vehicular a ser empleado por las PU de Caballería sea compatible con este tipo de archivos.
20. **Abrir archivos Shapefile:** ponderación 5/10. El formato de datos *Shapefile* (.shp) es frecuentemente empleado dentro del mundo SIG para guardar archivos vectoriales por lo que resulta conveniente que el programa SIG vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatible con este tipo de archivos.
21. **Abrir archivos FRE:** ponderación 5/10. El formato de datos FRE es empleado dentro del marco del ET español para guardar los archivos ráster (el CEGET genera sus productos cartográficos digitales ráster en este formato) por lo que resulta conveniente que el SIG vehicular a ser empleado por las PU de Caballería sea compatible con este tipo de archivos.
22. **Abrir archivos ECW:** ponderación 5/10. El formato de datos ECW es muy frecuentemente empleado dentro del marco de los SIG (como es el caso de, por ejemplo, del IGN) y de la OTAN para los archivos ráster por lo que resulta conveniente que el SIG vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatible con este tipo de archivos.
23. **Abrir archivos GeoTIFF:** ponderación 5/10. El formato de datos GeoTIFF es empleado dentro del marco de los SIG (como es el caso del IGN) para generar archivos ráster por lo que resulta conveniente que el SIG vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatible con este tipo de archivos.
24. **Introducir texto en un waypoint:** para una PU de Caballería el poder marcar un punto relevante del terreno resulta casi tan importante como el poder añadir información significativa relativa al mismo para proporcionar al mando datos relevantes a modo de productos de los reconocimientos, de forma que le ayuden al planeamiento y la conducción de las operaciones. Por ello, a este requisito se le ha asignado una ponderación de 8/10.
25. **Crear fotowaypoints:** si añadir información textual a un punto del terreno resulta esencial para que una PU de Caballería pueda extraer utilidad de un SIG vehicular, el hecho de que este sistema permita no sólo asociar una descripción textual sino una imagen o fotografía (bien cargada desde la galería multimedia del dispositivo o bien efectuada *ad hoc* por el usuario con la cámara de éste) deviene en una utilidad mucho mayor para la Unidad, ya que esto posibilita proporcionar información relativa a ciertos aspectos (apariencia del punto, características, etc.) de forma mucho más visual e inmediata que a través de texto. No obstante, por no tratarse de una condición indispensable para que el SIG sea de utilidad, sino de una funcionalidad que le añade valor, se le ha otorgado una ponderación de 4/5.
26. **Posibilidad de abrir una brújula sobre el usuario:** tal como se indicaba en el requisito 7, a un usuario vehicular táctico le resulta muy útil poder designar objetivos o blancos mediante un rumbo en grados con respecto al Norte. Sin embargo, el empleo de una herramienta que dé una lectura del rumbo exacto puede resultar demasiado poco ágil en un ambiente de combate, por lo que el poder mostrar una brújula o rosa de los vientos superpuesta a la posición actual del usuario permite realizar estas lecturas de manera más rápida aún,

sacrificando no obstante algo de precisión y del grado de visualización del plano (al estorbar la figura de la brújula). Por ello, a este requisito se le ha asignado un peso de 4/10.

27. **Interfaz de uso táctico:** este requisito recibe una ponderación de 10/10. Esto se debe a que para que un SIG-táctico vehicular sea útil para una PU de Caballería es indispensable que su interfaz presente un diseño y un empleo fácil, intuitivo, simple y rápido, permitiendo su uso en un vehículo en movimiento tanto por carretera como por caminos, pistas o campo a través. Asimismo, debe permitir emplear el programa sin valerse de punteros táctiles e, incluso, si el usuario lleva puestos guantes de combate o de frío, de forma que los menús y botones que sea necesario emplear para usar el programa sean los mínimos posibles y de un tamaño suficientemente grande como para que el usuario, con la falta de precisión inherente al movimiento del vehículo y el uso de guantes, pueda emplearlo de forma efectiva. Si un programa SIG no permite este modo de empleo propio de un ambiente táctico, no puede resultar de utilidad para una PU de Caballería en plataformas vehiculares.
28. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** cuando se emplea una ortofotografía aérea puede resultar difícil para el usuario, especialmente si no está acostumbrado a trabajar con ellas o no conoce el lugar que aparece en la imagen, apreciar las distancias y dimensiones de los elementos representados. Asimismo, si se están empleando mapas topográficos sin rejilla propia o con una rejilla en un sistema de referencia distinto al empleado por el usuario, éste carece de las referencias de distancia proporcionadas por estas rejillas. Por todo ello, resulta de utilidad que el SIG a elegir permita cargar manualmente rejillas en sistemas de referencia elegidos por el usuario, de modo que se muestren sobre el visor superpuestas a la fotografía o mapa cargados, dándosele por tanto a este requisito una ponderación de 6/10.
29. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** en el ámbito de las fuerzas terrestres, el sistema de coordenadas empleado es el UTM (coordenadas en metros). No obstante, las fuerzas aéreas emplean las coordenadas geográficas. Por ello, se hace necesario que el programa SIG empleado por las PU de Caballería ofrezca la posibilidad de trabajar con ambos sistemas de coordenadas de cara a posibilitar tanto su empleo por los propios usuarios terrestres (empleando las coordenadas UTM) como la transmisión de datos geográficos por parte de las Unidades de tierra a medios de apoyo aéreo (en geográficas). Por ello, el presente requisito tiene una ponderación de 8/10.
30. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** las coordenadas UTM MGRS son empleadas por las fuerzas militares de la OTAN y se caracterizan por designar los puntos del terreno mediante 5 dígitos tanto para la posición horizontal como para la vertical (a diferencia de las coordenadas UTM convencionales, que emplean 6 y 7 dígitos respectivamente). El peso individual dado a este requisito es de 4/10 por resultar un valor añadido al programa pero no un aspecto fundamental para posibilitar su empleo por parte de una PU de Caballería.
31. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** este requisito recibe una ponderación de 9/10 por ser estos tres sistemas los más empleados en el ámbito del ET español, siendo el ED50 el sistema de referencia oficial en España hasta 2007 (pudiendo ser empleado hasta el 2015), año en que fue reemplazado por el ETRS89 [13]. Por su parte, el WGS84 es el sistema de coordenadas geográficas más extendido al ser de aplicación para el conjunto del globo terráqueo.

32. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** de cara a poder ser empleado en operaciones fuera de España, el SIG elegido debería poder permitir al usuario establecer de forma manual el sistema de referencia a emplear por el programa (definiendo los parámetros de elipsoide, *datum* y sistema de coordenadas del país donde se lleva a cabo la misión internacional). Por ello, a este requisito se le ha dado un peso de 9/10.
33. **Aviso de proximidad textual:** la alerta de proximidad que se mencionaba en el requisito 6 se podrá ver materializada de diversas maneras (sonido, vibración del dispositivo...). Sin embargo, únicamente las alertas visuales resultan útiles para un usuario táctico, ya que el ambiente vehicular, caracterizado por el ruido y las vibraciones del motor del propio vehículo, hace de las alertas sonoras o por vibración un elemento prácticamente inútil. Por ello, es necesario que este aviso de proximidad pueda ser establecido por el usuario en forma de un mensaje de texto que emerja en pantalla al entrarse dentro del radio del punto y activarse la alerta de cercanía, de modo que el usuario pueda elegir qué mensaje asignar a cada punto en el que se establezca una alerta. Por ello, a este requisito, adicional al sexto, se le ha asignado un peso de 1/10.
34. **Aviso de proximidad con foto:** continuando con lo referido en el apartado anterior, una alternativa al aviso de proximidad textual es el aviso visual (mediante una imagen o fotografía), que resulta incluso de mayor utilidad que el de texto al permitir aportar información extra de forma gráfica e inmediata al aviso textual activado o proporcionar información por sí mismo si se prescinde del texto. Por ello, a este aspecto se le ha asignado un peso de 3/10.
35. **Rutas con distintos colores:** el hecho de que el programa permita al usuario establecer un color diferente para cada ruta/*track* creado o cargado hace posible que la distinción entre ellos sea más intuitiva y que se puedan asociar (por NOP) determinados colores a determinados tipos de geometrías lineales (itinerarios principales, alternativos, corredores de movilidad enemigos, sondeos, tramos intransitables o *slow go*...). Por ello, se ha asignado un peso de 4/10 a este requisito.
36. **Waypoints con distintos colores:** análogamente al caso de las rutas, el hecho de que el programa SIG permita seleccionar un color diferente para representar cada *waypoint* resulta de utilidad para el usuario de cara a distinguir o clasificar diferentes tipos de puntos del terreno. Más aún, la gran cantidad de lugares, situaciones, elementos, etc. que pueden ser representados mediante un *waypoint* en el transcurso de un reconocimiento, ejercicio, etc. (posición de un enemigo, punto concreto a reconocer, observatorio, posición de tiro, posición de bloqueo, sector de tiro u observación...) hace que a este requisito se le haya asignado un mayor peso que al anterior (5/10) por resultar todavía más necesario que el programa SIG permita editar el color de representación de un punto que el de una línea.
37. **Modo de empleo nocturno:** para un usuario táctico vehicular resulta muy importante que el SIG empleado permita activar un modo de empleo nocturno que posibilite su uso sin que con ello se estorbe al conductor del vehículo si éste se encuentra empleado gafas de visión nocturna que, por ser intensificadores de la luz residual del ambiente [62], magnifican el brillo de la pantalla del dispositivo, pudiendo llegar a cegar al conductor impidiéndole realizar su labor. Además, en un ambiente nocturno táctico en el que el vehículo se desplace sin luces o únicamente con luces de guerra, el hecho de que la pantalla del dispositivo no deslumbre al usuario, impidiendo que su retina se adapte a la falta de luz y dificultando por tanto su capacidad para ver el terreno circundante, resulta un aspecto muy positivo e importante. Por todo ello, se valora positivamente (con un peso de 7/10) que el SIG permita

activar un modo de uso nocturno no sólo consistente en la reducción al máximo del brillo de la pantalla del dispositivo (algo ya disponible en todas las *tablets* del mercado) sino en el empleo otros métodos como, por ejemplo, la aplicación de un filtro de colores.

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]

ANEXO D

INFORME SOBRE CARTA DIGITAL ANDROID

A continuación se presenta el informe de análisis del Carta Digital *Android* conteniendo la evaluación de uso del programa y la justificación de los resultados del análisis cuantitativo reflejado en la memoria.

EVALUACIÓN DE USO DEL PROGRAMA

Requerimientos: para funcionar, el programa debe ser ejecutado en un dispositivo con sistema operativo *Android* y las siguientes especificaciones técnicas [14]: procesador de 1 GHz, memoria RAM de al menos 768 MB (recomendados 1 GB), pantalla táctil con resolución de 320x480 píxeles, memoria local libre de al menos 200 MB (recomendados 4 GB) y antena GPS/GLONASS incorporada (o posibilidad de enlazar mediante *Bluetooth* con una pastilla GPS/GLONASS externa). Asimismo, es recomendado que el dispositivo posea un sensor magnético.

Interfaz: el programa presenta una interfaz extremadamente simple (ver **Figura D.1**) y su empleo resulta muy sencillo, incluso si no se está utilizando un puntero táctil, si se está usando en un vehículo en movimiento o si el usuario no ha recibido ninguna formación previa sobre el programa. Todo esto, junto con la posibilidad de activar un modo de uso nocturno que disminuye al máximo el brillo de la pantalla del dispositivo o la opción de reducir todas las ventanas de información para visualizar el mapa en una pantalla despejada, sin que estorben barras de herramientas o menús hace al programa idóneo en lo que a manejo se refiere para ser usado por una PU de Caballería.

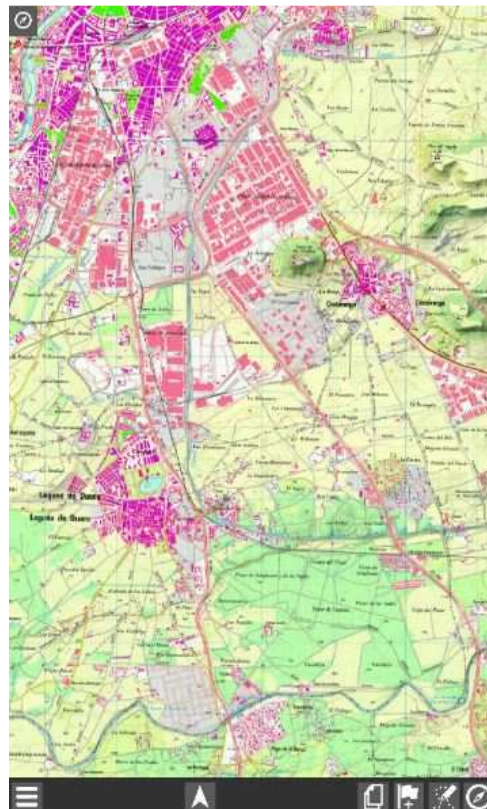


Figura D.1 Interfaz del Carta Digital Android. Captura de pantalla del programa en ejecución

Además, elementos como el botón de reorientado automático del mapa al Norte de la cuadrícula o el botón de geolocalización, que permite activar el seguimiento de la posición del usuario manteniendo el sentido del mapa u orientándolo con el Norte en la dirección de avance del dispositivo, suponen funcionalidades que añaden valor al programa de cara a su empleo táctico-vehicular.

No obstante, el programa presenta un fallo recurrente consistente en la detención del programa durante el inicio de su ejecución, que requiere al usuario cerrar la aplicación y volver a abrirla repetidamente hasta que se inicia de forma correcta. Finalmente, el programa ofrece, a través de diferentes ventanas desplegadas en la interfaz principal, información acerca del rumbo (brújula), velocidad, coordenadas, altitud y error en la geolocalización del usuario, resultando todos estos datos de utilidad para una PU de Caballería.

Capas ráster: el programa permite cargar entre una (1) y tres (3) capas ráster en formatos ECW y GeoTIFF, si bien no reconoce el formato nativo del Carta Digital *Windows* (FRE). Igualmente, para emplear los archivos ráster es necesario que el programa genere, previamente a su primer uso, un archivo piramidal OVR (.ovr) que optimice el archivo, si bien presenta con gran frecuencia problemas para cargar capas ráster a no ser que el proceso de generación del archivo piramidal haya sido realizado previamente con el Carta Digital *Windows*, en este caso generando un archivo de formato PYR (.pyr), y se haya transferido entonces la capa al dispositivo móvil. Por otro lado, el gestor de capas ráster permite cambiar la transparencia de cada archivo cargado, por lo que pueden superponerse diferentes capas y obtener una vista combinada de éstas (por ejemplo, una ortofotografía aérea y un mapa).

Igualmente, el programa ofrece, por defecto, acceso a tres servidores de mapas online (WMS): el IGN Base (que ofrece una cartografía del Instituto Geográfico Nacional de poca utilidad para una Unidad de Caballería, siendo preferible que enlazase con el servidor de mapas de escala 1:25.000 del Centro Nacional de Información Geográfica, CNIG, del IGN), el PNOA de máxima actualidad (que ofrece fotografías aéreas de gran utilidad para las PU tomadas como parte del Plan Nacional de Otofografía Aérea del CNIG) y el *OpenStreet* (que resulta de utilidad prácticamente nula para una Unidad de Caballería).

Archivos vectoriales: el programa guarda automáticamente todas las geometrías vectoriales que crea el usuario en formato GPX, lo cual constituye una gran ventaja al permitir que sean exportadas directamente a cualquier otro dispositivo de navegación digital. Igualmente, existe la posibilidad de importar o exportar archivos GPX a través del correo electrónico (de cierta utilidad en territorio nacional pero restringido en ZO por razones de seguridad) o bien a través del navegador de archivos del dispositivo, lo cual constituye un elemento de utilidad a la hora de agilizar el proceso de entrega y recepción de información.

El programa permite crear dos tipos de geometrías vectoriales: puntos (*waypoints*) y líneas (trazas y rutas). Los *waypoints* pueden crearse directamente sobre el mapa (con dos *taps* sobre la pantalla en el punto deseado) o a través del gestor de *waypoints*, introduciendo manualmente las coordenadas o seleccionando la opción de asignar al punto la última ubicación conocida del usuario. Además, es posible añadir información asociada al *waypoint* en forma de texto (nombre del punto y descripción del mismo). Asimismo, es posible activar una alerta de proximidad a los *waypoints* o activar una función que permite al usuario navegar con la ayuda del programa directamente al punto seleccionado, si bien esto resulta de poca utilidad para una Unidad de Caballería.

En cuanto a las trazas, éstas pueden ser importadas desde otro dispositivo o grabadas en tiempo real marcando el itinerario seguido por el usuario (permitiendo el programa pausar, terminar sin guardar, reanudar o guardar el grabado de la traza en cualquier momento) pero no permite dibujar directamente sobre el mapa una traza a modo de itinerario a seguir por el usuario o para ser exportado a otro

dispositivo, lo cual constituye una seria limitación para el programa, ya que éste únicamente permite crear rutas, entendidas éstas como un conjunto de *waypoints* unidos entre sí por líneas rectas sobre las que navega el programa, si bien estas rutas no son empleadas por las PU de Caballería, que generalmente utilizan las trazas como medio de navegación de itinerarios.

Igualmente, el proceso de creación de una ruta resulta extremadamente laborioso, al tenerse que ir añadiendo a la misma los distintos *waypoints* que la definen de forma individual, y debiéndose evitar también que se produzcan solapes del itinerario a lo largo de la ruta. Todo ello hace de las rutas un elemento de poca o ninguna utilidad para una Unidad de Caballería.

Archivos matriciales: el programa no presenta la opción de cargar un MDT, independientemente del formato del archivo matricial, por lo que no se puede obtener ni una vista 3D de navegación ni la altura de la posición del usuario o de un punto del terreno, que se presenta, a elección del usuario, directamente a través del sistema GPS/GLONASS (elevación elipsoidal) o corrigiendo el dato aportado por el GPS/GLONASS mediante el modelo de geoide EGM2008 [14].

Sistemas de coordenadas y datum: el programa ofrece la posibilidad de trabajar con coordenadas geográficas o UTM y con los *datum* ED50, ETRS89 y WGS84. El hecho de que limite los *datum* disponibles a los tres de mayor empleo por el ET constituye una ventaja al prevenir posibles equivocaciones o confusiones del usuario al configurar el dispositivo para la navegación, si bien no ofrece la posibilidad de crear sistemas de referencia de forma manual, ni de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS, de aplicación y origen militares, o de colocar sobre la pantalla de navegación una rejilla.

EXPLICACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PROGRAMA

A continuación se recoge la justificación de los valores otorgados a los grados individuales de cumplimiento de cada uno de los requisitos evaluados en el análisis del Carta Digital *Android* como SIG-táctico vehicular. Asimismo, se explican con detalle las funcionalidades adicionales consideradas para la elaboración de dicho análisis:

1. **Navegación con GPS:** calificación 5/5 por permitir de forma completamente satisfactoria la navegación tanto con la antena GPS/GLONASS propia del dispositivo como mediante el empleo de una pastilla GPS/GLONASS *bluetooth*.
2. **Empleo de simbología militar OTAN:** calificación 0/5 por no permitir de forma predeterminada el empleo de simbología militar OTAN para *waypoints* y/o trazas. Igualmente, al no permitir editar el icono de representación de los *waypoints*, no existe forma de cargar de forma externa dicha simbología en el programa.
3. **Creación de *waypoints* directamente sobre mapa:** calificación 4/5 por permitir crear un *waypoint* de forma táctil directamente sobre el mapa que se está visualizando, si bien no alcanza la puntuación máxima porque el sistema empleado para marcar los *waypoints* (el doble *tap* sobre la pantalla) provoca frecuentes errores de precisión en la localización de los puntos deseados.
4. **Creación de *waypoints* introducidos por coordenadas:** calificación 4/5 por permitir crear *waypoints* a través de la introducción de las coordenadas del punto deseado, si bien no obtiene la puntuación máxima por resultar el proceso de creación de un *waypoint* por esta vía excesivamente poco ágil en términos de pasos a realizar.
5. **Creación de rutas sobre el mapa:** calificación 1/5 porque, si bien permite crear rutas de forma manual, la manera de hacerlo, descrita en el apartado **Archivos vectoriales** de la evaluación cualitativa previamente consignada, resulta extremadamente inoperativa.

6. **Alerta de proximidad a waypoint:** calificación 2/5 porque, aunque permite establecer una alerta de proximidad a *waypoints*, ésta debe ser establecida para una distancia igual a todos los puntos, sin poder variarla ni activarla de forma independiente sólo en los *waypoints* que le usuario escoja.
7. **Cálculo de rumbos:** calificación 1/5 dado que no existe una herramienta propiamente dedicada a obtener rumbos de forma manual sino que éstos deben ser obtenidos de forma aproximada (y mediante una estimación visual extremadamente poco precisa) a través de la brújula descrita en el apartado **Interfaz** de la evaluación cualitativa del programa.
8. **Cálculo de áreas:** calificación 0/5 ya que no posee esta función.
9. **Distancias al usuario:** calificación 1/5 dado que se puede calcular la distancia entre el usuario y un punto del terreno pero no de forma directa sino mediante un proceso excesivamente lento y complicado: creando un *waypoint* en el punto deseado y activando la opción de navegar a dicho punto, de forma que se muestre la distancia al mismo.
10. **Distancias entre puntos:** calificación 0/5, dado que no es posible obtener de ninguna forma distancias entre dos puntos del terreno.
11. **Carga de dos (2) capas ráster:** calificación 4/5 ya que permite cargar hasta tres (3) capas ráster, si bien éstas resultan muy lentas de cargar y visualizar, especialmente si se activan de manera simultánea, cuando los archivos empleados representan un área extensa del terreno y, por tanto, presentan un tamaño elevado en términos de memoria empleada.
12. **Grabar y exportar itinerario:** calificación 5/5, dado que es posible grabar de forma precisa y muy intuitiva el itinerario recorrido por el usuario en tiempo real, pausando y reiniciando la grabación o desechando el segmento grabado. Igualmente, permite exportar directamente el itinerario grabado y guardado como un archivo GPX.
13. **Importar y exportar GPX:** calificación 5/5, ya que el programa guarda automáticamente todos los archivos vectoriales en formato GPX y ofrece un acceso directo a las funciones "Importar GPX" y "Exportar GPX", que permiten realizar estas acciones de forma rápida e intuitiva.
14. **Altura de la posición del usuario mediante MDE:** calificación 3/5, ya que permite obtener de forma directa en la interfaz principal la altura del usuario en su posición actual, si bien no se le da la puntuación máxima por no hacerse esto a través de un MDE sino mediante la señal GPS/GLONASS recibida por el dispositivo.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** calificación 0/5, dado que el programa no permite obtener, mediante un MDE, la altura de un punto distinto a la posición actual del usuario.
16. **Navegación 3D mediante MDE:** calificación 0/5, porque el programa no permite activar una vista en 3D.
17. **Abrir archivos DTED:** calificación 0/5, dado que el programa no permite abrir y cargar este archivo matricial.
18. **Abrir archivos ASCII Grid:** calificación 0/5, dado que el programa no permite abrir y cargar este archivo matricial.
19. **Abrir archivos GEO:** calificación 0/5 dado que el programa no permite abrir y cargar este archivo matricial.

20. **Abrir archivos Shapefile:** calificación 0/5, ya que el programa no abre archivos vectoriales con este formato.
21. **Abrir archivos FRE:** calificación 0/5, ya que el programa no abre archivos ráster con este formato, a pesar de que sea el nativo del Carta Digital para *Windows* y sea el que emplea para generar su cartografía digital el CEGET.
22. **Abrir archivos ECW:** calificación 4/5, porque si bien el programa permite abrir este formato de archivos ráster, presenta un problema de visualización relacionado con la generación de un archivo piramidal de optimización ya explicado en el apartado **Capas ráster** de la evaluación cualitativa.
23. **Abrir archivos GeoTIFF:** calificación 4/5, ya que a pesar de permitir cargar este formato ráster el programa presenta el mismo problema reseñado en el punto anterior.
24. **Introducir texto en un waypoint:** calificación 5/5, dado que permite asociar de forma rápida e intuitiva un texto a un punto determinado, apareciendo por defecto la hora y fecha en que se creó el *waypoint* si el usuario no introduce su propio texto.
25. **Crear fotowaypoints:** calificación 0/5 ya que no permite la creación de estos *waypoints* en los que se asocia una foto a un punto del terreno.
26. **Posibilidad de abrir una brújula sobre el usuario:** calificación 3/5, debido a que si bien sí que permite visualizar una brújula mostrando el Norte magnético y el rumbo del usuario, el programa no permite abrirla sobre el icono de posición sino en la esquina superior izquierda de la interfaz principal.
27. **Interfaz de uso táctico:** calificación 5/5, ya que tal y como se señalaba en el apartado **Interfaz** de la evaluación cualitativa del programa, éste presenta un diseño tan simple e intuitivo que resulta óptimo para su empleo en ambientes vehiculares tácticos.
28. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** calificación 0/5, dado que no permite cargar ninguna rejilla sobre la interfaz de navegación.
29. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** calificación 5/5, ya que el programa permite trabajar tanto con coordenadas UTM y geográficas.
30. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** calificación 0/5, ya que el programa no permite trabajar con coordenadas de tipo UTM MGRS.
31. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** calificación 5/5, dado que el programa ofrece la posibilidad de emplear los sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84.
32. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** calificación 0/5, ya que el programa no ofrece la posibilidad de emplear sistemas de referencia distintos a los mencionados en el punto anterior, ni crear sistemas nuevos de forma manual por el usuario.
33. **Aviso de proximidad textual:** calificación 2/5, ya que el aviso de proximidad que puede activarse muestra un aviso textual de cercanía al *waypoint*, si bien éste no puede ser modificado por el usuario para mostrar un texto introducido manualmente.
34. **Aviso de proximidad con foto:** calificación 0/5, dado que los avisos de proximidad en ningún caso pueden asociarse a imágenes.

35. **Rutas con distintos colores:** calificación 2/5, ya que permite modificar el color con el que se representan todas las rutas, si bien éste no se puede establecer de forma individualizada ni se permite configurar el color de visualización aparte de una amplia lista predeterminada.
36. **Waypoints con distintos colores:** calificación 2/5, ya que sucede lo mismo que se señalaba en el punto anterior para las rutas.
37. **Modo de empleo nocturno:** calificación 4/5, ya que el programa tiene la opción de activar un modo de empleo nocturno consistente en reducir al mínimo el brillo del dispositivo, si bien este método no constituye una herramienta excesivamente valiosa al poderse reducir igualmente el brillo de la pantalla de forma manual desde el panel de ajustes del propio dispositivo.

Las funcionalidades adicionales del programa son:

1. **Posibilidad de modificar la transparencia de cada capa cargada:** utilidad 5/5, ya que esta función, de gran utilidad para un usuario táctico vehicular, permite superponer y visualizar simultáneamente hasta tres capas ráster haciendo posible, por ejemplo, combinar ortofotografías aéreas con mapas convencionales o combinar mapas del IGN con mapas del CEGET.
2. **Posibilidad de exportar por correo electrónico archivos GPX:** utilidad 1/5 por ofrecer una posibilidad que, como se menciona en el apartado **Archivos vectoriales** de la evaluación cualitativa, resulta útil de forma relativa y únicamente en el transcurso de maniobras o ejercicios en España, ya que la seguridad de las comunicaciones prohíbe el empleo de sistemas como el *email* en operaciones reales.
3. **Posibilidad de activar una navegación directa a un waypoint:** utilidad 1/5 por resultar una funcionalidad de muy limitada utilidad para un usuario vehicular.
4. **Posibilidad de activar la navegación de una ruta:** utilidad 1/5 por resultar una funcionalidad de muy limitada utilidad para un usuario vehicular.
5. **Señala las tres coordenadas de la posición actual:** utilidad 4/5, dado que el hecho de poder consultar directamente en la interfaz principal y de forma precisa las coordenadas de la posición actual del usuario (en los ejes vertical y horizontal y en elevación) resulta de una gran utilidad para éste.
6. **Señala el error en la geolocalización del usuario:** utilidad 3/5, ya que permite al usuario valorar la exactitud de su navegación a través de una estimación del error en la representación gráfica de su posición en base al número de satélites adquiridos y el grado de adquisición de éstos.
7. **Posibilidad de copiar a un portapapeles las coordenadas actuales:** utilidad 3/5, dado que permite que el usuario copie de forma extremadamente rápida, simple y directa, las coordenadas de su posición actual de cara a emplearlas en la creación de *waypoints* posteriores o pegarlas en archivos de texto propios o externos al programa.
8. **Señala la velocidad de desplazamiento del usuario:** utilidad 1/5, dado que permite al usuario tener conocimiento de su velocidad de avance, si bien resulta más preciso recurrir al velocímetro del conductor del vehículo.
9. **Únicamente permite usar datum ED50, ETRS89 o WGS84:** utilidad 2/5 ya que, aunque uno de los requisitos existentes es la posibilidad de crear sistemas de referencia de forma manual por parte del usuario, el hecho de que el programa limite de

forma predeterminada los *datum* utilizables a los tres de mayor aplicación en el ámbito militar, resulta, como se señalaba en el apartado **Sistemas de coordenadas y datum** de la evaluación cualitativa, de gran utilidad para un usuario táctico al prevenirse errores en la elección del sistema de referencia que se quiere emplear.

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]

ANEXO E

INFORME SOBRE ORUXMAPS ANDROID

A continuación se presenta el informe de análisis del OruxMaps *Android* conteniendo la evaluación de uso del programa y la justificación de los resultados del análisis cuantitativo reflejado en la memoria.

EVALUACIÓN DE USO DEL PROGRAMA

Requerimientos: para funcionar, el programa debe ser ejecutado en un dispositivo con sistema operativo *Android* 2.1 o superior [26]. Asimismo, es necesario que incorpore una antena GPS/GLONASS (o que presente la posibilidad de enlazar mediante *Bluetooth* con una pastilla GPS/GLONASS externa).

Interfaz: el programa presenta una interfaz de complejidad media (ver **Figura E.1**) y su empleo no resulta excesivamente complicado, si bien la gran profusión de funciones, menús desplegables y opciones que hacen recomendable una formación previa, poco exhaustiva, del usuario, ya que no resulta demasiado intuitivo. Asimismo, para su uso en un vehículo en movimiento resulta aconsejable emplear un puntero táctil para el acceso a las funciones que no se muestran en la pantalla principal.

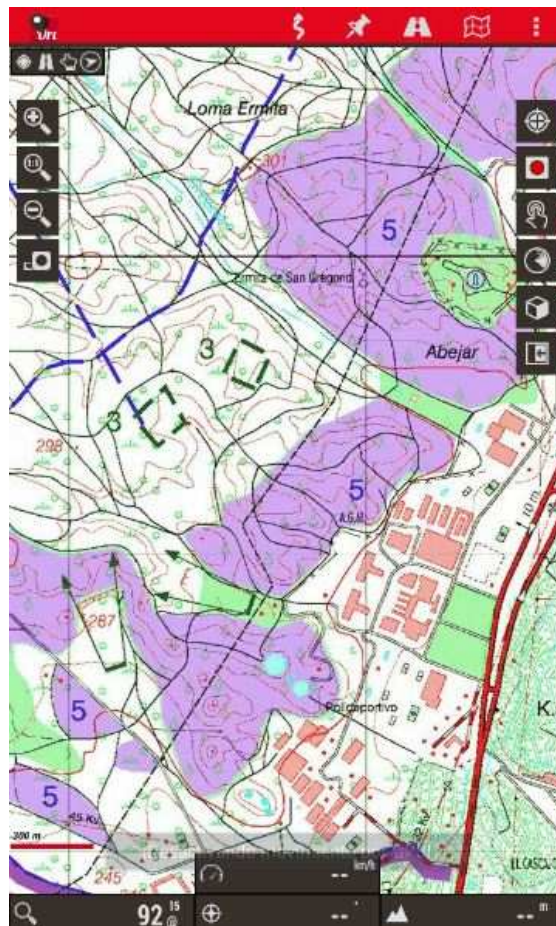


Figura E.1 Interfaz del OruxMaps *Android*. Captura de pantalla del programa en ejecución

El programa presenta la posibilidad de activar un modo de empleo nocturno en el que se aplica un filtro total a contraste alto [26] a todos los colores mostrados en pantalla, lo que resulta muy útil para su empleo en una situación táctica nocturna en la que el conductor deba servirse de gafas de visión nocturna

por no poder emplear las luces del vehículo. Igualmente, el programa ofrece la posibilidad de minimizar todos los desplegables para visualizar la pantalla de navegación despejada casi por completo.

Además, funcionalidades como el botón de geolocalización, que permite activar el seguimiento de la posición del usuario manteniendo el sentido del mapa, o la posibilidad de aumentar o disminuir el zoom sobre el mapa empleando los botones laterales de volumen del dispositivo, así como la posibilidad de editar las botoneras para modificar los iconos visibles en las barras de herramientas de la interfaz principal o de mostrar, junto al icono de posición del usuario un triángulo verde que muestra la "zona vista" del usuario (dirección en la que está mirando) suponen funciones que añaden valor al programa de cara a su empleo táctico-vehicular. No obstante, la ingente cantidad de funciones y atributos que presenta (que incluyen, incluso, un pulsómetro), resultan de poca o ninguna utilidad para una PU de Caballería, y hacen que el programa resulte excesivamente recargado de opciones de cara a su empleo en un ambiente táctico, si bien alguna de las que ofrece, como la posibilidad de calcular distancias respecto del centro del visor y de los rumbos respecto del centro del visor al punto deseado, sí que resulta de cierta utilidad para una Unidad táctica.

Por último, el programa ofrece, a través de diferentes ventanas desplegables en la interfaz principal, información acerca del rumbo, velocidad, retraso respecto al tiempo previsto de llegada, distancia a recorrer, porcentaje de ruta recorrida, escala métrica gráfica del mapa, hora estimada de llegada y altitud del usuario, resultando todos estos datos de utilidad para una PU de Caballería, si bien el hecho de que no muestre las coordenadas actuales del dispositivo ni el error de la geolocalización, junto a la ingente cantidad de información mostrada en los paneles de navegación, lo hacen hasta cierto punto desaconsejable, dado que sobrecarga al usuario de una Unidad de Caballería.

Capas ráster: el programa permite cargar una (1) capa ráster en formatos nativos de OruxMaps (.otrk2.xml para los metadatos y .db para los mapas en sí) así como en los formatos .RMAP y .MAP e .IMG, si bien no abre archivos tipo .ECW, .FRE o GeoTIFF. Por otro lado, el programa ofrece diversas direcciones WMS así como la posibilidad de editar éstas según las preferencias del usuario, siendo las predeterminadas, en el caso de España, las capas ráster PNOA y MTN25k del CNIG, que sí resultan útiles para una PU de Caballería. Respecto a esto último, es necesario reseñar que la obtención de cartografía por parte de una Unidad en ningún caso debería estar supeditada a un WMS al que el usuario se conecte a través de su propio dispositivo mediante datos móviles.

No obstante, dada la problemática de los formatos ráster admitidos por el programa, resulta imprescindible descargarse la cartografía directamente desde la aplicación o convertir los archivos ráster que se tengan mediante el programa OruxMaps *Desktop* a los formatos nativos del programa, lo que constituye una seria contraindicación para su adopción por las PU de Caballería.

Archivos vectoriales: el programa guarda automáticamente todas las geometrías vectoriales que crea el usuario en formato GPX, KML o KMZ lo cual constituye una gran ventaja al permitir que sean exportadas directamente a cualquier otro dispositivo de navegación digital. Igualmente, existe la posibilidad de importar o exportar archivos GPX a través del navegador de archivos del dispositivo, lo cual constituye un elemento de utilidad a la hora de agilizar el proceso de entrega y recepción de información.

El programa permite crear dos tipos de geometrías vectoriales: puntos (*waypoints*) y líneas (*tracks* y rutas). Los *waypoints* pueden crearse directamente sobre el mapa (pulsando durante varios segundos sobre la pantalla en el punto deseado) o a través del gestor de *waypoints*, introduciendo manualmente las coordenadas. Además, es posible añadir información asociada al *waypoint* en forma de texto (nombre del punto y descripción del mismo). Asimismo, es posible crear *fotowaypoints*, esto es, asociar una fotografía a un punto del terreno y añadirle un nombre y una descripción textual, lo que resulta de una inmensa utilidad para Unidades de reconocimiento. Igualmente, es posible activar una función que permite al

usuario navegar con la ayuda del programa directamente al punto seleccionado, si bien esto resulta de poca utilidad para una Unidad de Caballería. El programa permite también crear tipos predeterminados de *waypoints* a los que asocia de forma automática un nombre y un icono, lo que resulta muy práctico para una PU de Caballería en términos de ahorro de tiempo y estandarización de los productos del reconocimiento.

En cuanto a los *tracks*, éstos pueden ser importados desde otro dispositivo o grabados en tiempo real marcando el itinerario seguido por el usuario (permitiendo el programa pausar, terminar sin guardar, reanudar o guardar el grabado de la traza en cualquier momento). Además, se puede dibujar directamente sobre el mapa un *track* a modo de itinerario a seguir por el usuario o para ser exportado a otro dispositivo, lo cual constituye un punto a favor para el programa. También permite crear rutas mediante la selección múltiple de *waypoints* (siendo posible activar filtros en base a distintos atributos para elegir los puntos deseados) y unión de los mismos de forma rápida, pudiéndose invertir el sentido de marcha de la ruta de forma directa mediante un botón.

Finalmente, el programa permite activar una alerta sonora de proximidad a *waypoint* o de alejamiento de la ruta a seguir, lo cual constituye una función sin aplicación para una PU de Caballería, dado que al usuario le resulta imposible oír un aviso sonoro en un vehículo en movimiento al verse afectado tanto por el efecto pantalla que ejerce el casco de interfonía como por el ruido del motor del vehículo.

Archivos matriciales: el programa permite la carga de archivos MDE matriciales con los que obtener una vista 3D del terreno para ayudar a la navegación. No obstante, únicamente abre los archivos en los formatos nativos de OruxMaps (.hgt o .dermt y .hdr), de forma que no pueden emplearse archivos en formatos .GEO, .ASC, o .DTED sin antes convertirlos mediante el programa OruxMaps *Desktop*, lo cual constituye un serio inconveniente.

Sistemas de coordenadas y datum: el programa ofrece la posibilidad de trabajar con coordenadas geográficas, UTM o UTM MGRS y con una inmensa cantidad de *datum* diferentes, entre los que se incluyen el ED50, el ETRS89 y el WGS84. El hecho de que la cantidad de *datum* disponibles sea tan amplia hace que la imposibilidad de que el usuario cree sus propios sistemas de referencia manualmente no sea una limitación seria.

EXPLICACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PROGRAMA

A continuación se recoge la justificación de los valores otorgados a los grados individuales de cumplimiento de cada uno de los requisitos evaluados en el análisis del OruxMaps *Android* como SIG-táctico vehicular. Asimismo, se explican con detalle las funcionalidades adicionales consideradas para la elaboración de dicho análisis:

1. **Navegación con GPS:** calificación 5/5 por permitir de forma completamente satisfactoria la navegación tanto con la antena GPS/GLONASS propia del dispositivo como mediante el empleo de una pastilla GPS/GLONASS por *bluetooth*.
2. **Empleo de simbología militar OTAN:** calificación 3/5 por permitir establecer distintos iconos estandarizados para los *waypoints*, de forma que sería posible cargar los símbolos tácticos de la OTAN para su empleo por los usuarios, si bien el programa no presenta la opción de forma directa.
3. **Creación de waypoints directamente sobre mapa:** calificación 4/5 por permitir crear un *waypoint* de forma táctil directamente sobre el mapa que se está visualizando, si bien no alcanza la puntuación máxima porque el sistema empleado para marcar los *waypoints* (pulsación prolongada) provoca errores de precisión en la localización de los puntos deseados en el caso de que el usuario se encuentre sometido a movimientos oscilantes

(frecuentes en un vehículo de combate) que hagan que el punto de contacto con la pantalla se desplace durante la pulsación.

4. **Creación de waypoints introducidos por coordenadas:** calificación 4/5 por permitir crear *waypoints* a través de la introducción de las coordenadas del punto deseado, si bien no obtiene la puntuación máxima por resultar el proceso de creación de un *waypoint* por esta vía excesivamente poco ágil en términos de pasos a realizar.
5. **Creación de rutas sobre el mapa:** calificación 5/5 porque, permite crear rutas de forma rápida y muy precisa mediante la unión de *waypoints* de forma táctil directamente sobre el plano mediante un único *tap* (de manera que se marcan de forma más precisa que en el caso de creación de un *waypoint* aislado).
6. **Alerta de proximidad a waypoint:** calificación 2/5 porque, aunque permite establecer una alerta de proximidad a *waypoints*, ésta debe ser establecida para una distancia igual a todos los puntos, sin poder variarla ni activarla de forma independiente sólo en los *waypoints* deseados y, además, el aviso de proximidad es sonoro (resulta prácticamente imposible que el usuario escuche el sonido dentro del vehículo) y vibratorio (siendo imprescindible que el usuario esté en contacto con el dispositivo para percibir la alerta, lo que no es garantía de que se perciba dentro de un vehículo dadas las vibraciones producidas por el propio motor del vehículo).
7. **Cálculo de rumbos:** calificación 1/5 dado que no existe una herramienta propiamente dedicada a obtener rumbos de forma manual sino que éstos deben ser obtenidos de forma aproximada (y mediante una estimación visual extremadamente poco precisa) a través de la brújula descrita en el apartado **Interfaz** de la evaluación cualitativa del programa.
8. **Cálculo de áreas:** calificación 1/5 ya que aunque posee esta función sólo permite emplearla para calcular áreas ocupadas por geometrías vectoriales lineales y no poligonales, como sería deseable en este caso.
9. **Distancias al usuario:** calificación 3/5 dado que se puede calcular la distancia entre el usuario y un punto del terreno, aunque no de forma directa sino estableciendo manualmente la posición del usuario como punto primero, y dirigiendo el cursor al segundo punto, con lo que se pierde precisión.
10. **Distancias entre puntos:** calificación 5/5, dado que es posible obtener de forma directa la distancia entre dos puntos del terreno cualesquiera.
11. **Carga de dos (2) capas ráster:** calificación 2/5 ya que aunque permite cargar únicamente una (1) capa ráster, el programa divide por defecto la capa en secciones, que va cargando conforme el usuario se aproxima a ellas o las ubica en el visor; de esta forma, resulta posible cargar capas de un gran tamaño sin que el programa tenga problemas para hacerlas visibles en la interfaz principal, constituyendo esto una gran ventaja a la hora de emplear este programa con cartografía de espacios extensos.
12. **Grabar y exportar itinerario:** calificación 5/5, dado que es posible grabar de forma precisa y muy intuitiva el itinerario recorrido por el usuario en tiempo real, pausando y reiniciando la grabación o desechando el segmento grabado. Igualmente, permite exportar directamente el itinerario grabado y guardado como un archivo GPX, .KMX o .KMZ.
13. **Importar y exportar GPX:** calificación 5/5, ya que el programa guarda automáticamente todos los archivos vectoriales en formato GPX y ofrece un acceso considerablemente

sencillo a las funciones "Importar GPX" y "Exportar GPX", que permiten realizar estas acciones de forma rápida y bastante intuitiva.

14. **Altura de la posición del usuario mediante MDE:** calificación 2/5, ya que permite obtener de forma directa en los paneles de información la altura del usuario en su posición actual, si bien no se le da la puntuación máxima porque la lectura del dato de altitud no resulta directa en la interfaz de navegación, lo cual constituye una gran limitación a la utilidad de esta información para el usuario.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** calificación 0/5, dado que el programa no permite obtener, mediante un MDE, la altura de un punto distinto a la posición actual del usuario.
16. **Navegación 3D mediante MDE:** calificación 4/5, porque el programa permite activar una vista en 3D con la cual navegar o analizar el terreno, si bien emplea sus propios formatos (.hgt o .dermt y .hdr) y no resulta posible cargar archivos matriciales con otros formatos de uso más extendido.
17. **Abrir archivos DTED:** calificación 0/5, dado que el programa no permite abrir y cargar estos archivos matriciales.
18. **Abrir archivos ASCII Grid:** calificación 0/5, dado que el programa no permite abrir y cargar estos archivos matriciales.
19. **Abrir archivos GEO:** calificación 0/5 dado que el programa no permite abrir y cargar estos archivos matriciales.
20. **Abrir archivos Shapefile:** calificación 0/5, ya que el programa no abre archivos vectoriales con este formato.
21. **Abrir archivos FRE:** calificación 0/5, ya que el programa no abre archivos ráster con este formato.
22. **Abrir archivos ECW:** calificación 0/5, ya que, como se señalaba en el apartado **Capas ráster** de la evaluación cualitativa, el programa únicamente carga sus formatos nativos de datos ráster o archivos .RMAP, .MAP e .IMG.
23. **Abrir archivos GeoTIFF:** calificación 0/5, ya que no permite cargar archivos ráster en este formato, lo que constituye, como en el punto anterior, una seria limitación para el programa.
24. **Introducir texto en un waypoint:** calificación 5/5, dado que permite asociar de forma rápida e intuitiva un texto a un punto determinado, apareciendo por defecto la hora y fecha en que se creó el *waypoint*.
25. **Crear fotowaypoints:** calificación 5/5 ya que permite crear de forma rápida y sencilla *waypoints* con una fotografía asociada, que puede ser extraída bien de la galería del dispositivo o bien realizada *in situ* por el usuario.
26. **Posibilidad de abrir una brújula sobre el usuario:** calificación 3/5, debida a que si bien sí que permite visualizar una brújula mostrando el Norte magnético y el rumbo del usuario, no permite abrirla sobre el icono de posición sino en el panel de información lateral.
27. **Interfaz de uso táctico:** calificación 4/5, ya que tal y como se señalaba en el apartado **Interfaz** de la evaluación cualitativa del programa, éste presenta un diseño sensiblemente complicado y poco intuitivo, lo que dificulta ligeramente su empleo por una PU, si bien no resulta complicado instruir a los usuarios en su manejo.

28. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** calificación 0/5, dado que no permite cargar ninguna rejilla sobre la interfaz de navegación.
29. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** calificación 5/5, ya que el programa permite trabajar tanto con coordenadas UTM como geográficas.
30. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** calificación 5/5, ya que el programa permite trabajar con coordenadas de tipo UTM MGRS.
31. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** calificación 5/5, dado que el programa ofrece la posibilidad de emplear los sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84.
32. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** calificación 3/5, ya que aunque el programa no ofrece la posibilidad de crear sistemas de referencia de forma manual, sí que ofrece un inmenso catálogo de sistemas a escoger por el usuario, de forma que no resulta preciso que éste cree uno nuevo. No obstante, como se menciona en el apartado **Sistemas de coordenadas y datum**, esta profusión de opciones puede resultar confusa para el usuario, induciendo a errores y resultando con ello contraproducente.
33. **Aviso de proximidad textual:** calificación 0/5, ya que el aviso de proximidad no puede ser textual, únicamente, como ya se ha mencionado, sonoro y/o vibratorio.
34. **Aviso de proximidad con foto:** calificación 0/5, dado que los avisos de proximidad en ningún caso pueden asociarse a imágenes.
35. **Rutas con distintos colores:** calificación 3/5, ya que aunque permite modificar el color con el que se representan todas las rutas siendo posible configurar el color de visualización a partir de una paleta cromática completa, no se puede establecer de forma individualizada a cada una de ellas.
36. **Waypoints con distintos colores:** calificación 4/5, ya que ofrece la posibilidad, ya mencionada, de elegir diferentes tipos de iconos para representar los waypoints individualmente.
37. **Modo de empleo nocturno:** calificación 5/5, ya que el programa tiene la opción de activar un modo de empleo nocturno consistente en aplicar un filtro total a contraste alto a todos los colores que aparecen en pantalla lo que, conjugado con la reducción del brillo de la pantalla del dispositivo que puede configurarse desde el panel de ajustes del mismo, sí que resulta de gran utilidad para realizar movimientos en oscuridad en los que el conductor porte gafas de visión nocturna.

Las funcionalidades adicionales del programa son:

1. **Posibilidad de editar los WMS a emplear según las preferencias del usuario:** utilidad 2/5 dado que resulta de utilidad al usuario únicamente en el transcurso de ejercicios y maniobras donde disponga de una conexión segura y fiable a la red. Sin embargo, como ya se ha mencionado en varias ocasiones, esta función no resulta de utilidad en operaciones, donde la seguridad de las comunicaciones impide el empleo de los datos móviles y donde se supone que el usuario debe tener toda la cartografía de la zona antes de tener que emplearla y, de no ser así, puede obtenerla a través del contingente del que forma parte.
2. **Posibilidad de mostrar gran cantidad de información en pantalla:** utilidad 1/5, ya que a pesar de que en principio pudiera parecer algo positivo, un exceso de información puede

llegar a ser contraproducente para el usuario, como ya se ha mencionado en el apartado **Interfaz** de la evaluación cualitativa del programa.

3. **Posibilidad de activar una navegación directa a un *waypoint***: utilidad 1/5 por resultar una funcionalidad de muy limitada utilidad para un usuario vehicular.
4. **Posibilidad de activar la navegación de una ruta**: utilidad 1/5 por resultar una funcionalidad de muy limitada utilidad para un usuario vehicular.
5. **Posibilidad de crear distintos tipos de *waypoints* predeterminados**: utilidad 5/5, ya que, además de permitir, como ya se ha señalado, el empleo de simbología militar OTAN, posibilita también la creación o establecimiento de determinados tipos de iconos estandarizados dentro de la misma PU para señalar diferentes características o puntos de interés del terreno, lo que facilita enormemente el intercambio y la interoperabilidad de la información entre los distintos miembros de la Unidad.
6. **Posibilidad de hacer zoom con los botones laterales de volumen**: utilidad 4/5 por permitir acercar o alejar la vista del mapa de forma más fiable, sencilla y precisa que mediante el uso de la pantalla táctil (método común a la mayoría de programas de este tipo).
7. **Posibilidad de abrir archivos ráster .RMAP, .MAP e .IMG**: utilidad 2/5 ya que aumenta la cantidad de formatos distintos que puede abrir el programa, si bien no evita la seria limitación de ser compatible con formatos que no son los de uso común para las PU del ET.
8. **Señala la velocidad de desplazamiento del usuario**: utilidad 1/5, dado que permite al usuario tener conocimiento de su velocidad de avance, si bien resulta más preciso recurrir al velocímetro del conductor del vehículo.
9. **Posibilidad de editar el contenido de las botoneras de herramientas**: utilidad 1/5 ya que aunque para el usuario resulta útil poder configurar según sus preferencias las barras de herramientas del programa, no constituye un verdadero punto a favor dado que aumenta la dificultad de uso del programa y limita su interoperabilidad entre distintos usuarios.
10. **Escala métrica gráfica en la interfaz principal**: utilidad 2/5, ya que constituye una herramienta razonablemente útil para la navegación y apreciación de la escala de visualización de la capa cargada, si bien no resulta tan útil como lo sería una rejilla de coordenadas.
11. **Posibilidad de activar una representación gráfica de la "zona vista"**: utilidad 3/5, dado que permite al usuario, de forma gráfica e intuitiva, identificar cuál es el sector sobre el que tiene visual en cualquier momento.
12. **Posibilidad de guardar y exportar archivos vectoriales en formato .KMX o .KMZ**: utilidad 2/5 ya que, aunque el GPX es el formato estándar de intercambio de datos vectoriales, los formatos .KMX y .KMZ también son utilizados con frecuencia y resultan compatibles con buen número de programas SIG vehiculares y no vehiculares.
13. **Posibilidad de aplicar filtros por atributos a los archivos vectoriales**: utilidad 2/5 por permitir buscar, en el caso de tener grandes cantidades de archivos en las bibliotecas de *waypoints* y *tracks*, aquellos que resultan necesarios en un momento concreto.

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]

ANEXO F

INFORME SOBRE TWONAV PREMIUM

A continuación se presenta el informe de análisis del TwoNav Premium conteniendo la evaluación de uso del programa y la justificación de los resultados del análisis cuantitativo reflejado en la memoria.

EVALUACIÓN DE USO DEL PROGRAMA

Interfaz: el programa presenta una interfaz de complejidad baja (ver **Figura F.1**), con botones de gran tamaño que facilitan su uso en un vehículo en movimiento. Asimismo, el hecho de que la pantalla principal de navegación presente un aspecto despejado, con apenas barras de herramientas y datos, resulta un aspecto muy positivo para una PU de Caballería. Del mismo modo, su empleo resulta considerablemente intuitivo a pesar de la gran profusión de funciones, ya que los menús desplegables y las opciones no son excesivos, por lo que no se requiere una formación previa de los usuarios.

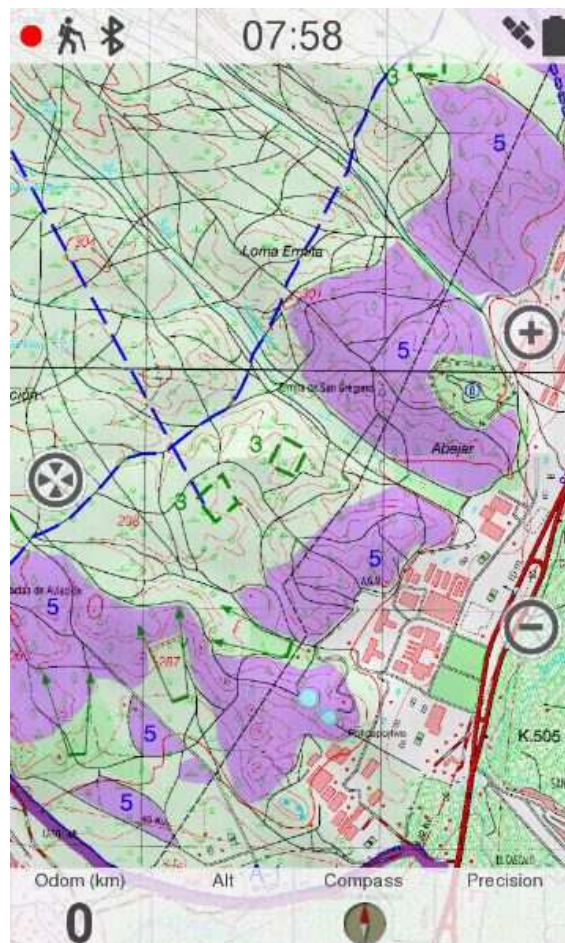


Figura F.1 Interfaz del TwoNav Premium. Captura de pantalla del programa en ejecución

El programa presenta además la posibilidad de activar un modo de empleo nocturno consistente en reducir al máximo el brillo de la pantalla, tanto de forma manual como automática según la hora del ocaso. Del mismo modo, el programa ofrece la posibilidad de ocultar todos los desplegables para visualizar la pantalla de navegación despejada completamente, a excepción de los botones de zoom, lo que constituye un elemento facilitador de la navegación.

Además, funcionalidades como el botón orientación del mapa (que permite girarlo para que el mapa quede orientado por el Norte magnético o por la dirección de marcha), la posibilidad de aumentar o disminuir el zoom sobre el mapa empleando unos botones específicos, así como la opción de elegir entre rotar o desplazar el mapa de forma excluyente (evitando que el usuario cometa errores a la hora de manejar el plano) o la posibilidad de editar las botoneras para modificar los iconos visibles en la barra de herramientas y la de datos (incluyendo una brújula -de tamaño excesivamente reducido- o una gráfica con el perfil de alturas de la ruta que se está siguiendo) de la interfaz principal suponen características que añaden valor al programa de cara a su empleo táctico-vehicular. Éste presenta, además, otras funciones útiles, como la posibilidad de activar distintos niveles de consumo de la batería (alto rendimiento, estándar, económico o supervivencia) en función de las posibilidades del usuario a la hora de conectar el dispositivo a una alimentación eléctrica; o la opción de activar distintos perfiles de uso del programa (a pie, en vehículo...).

No obstante, gran parte de la ingente cantidad de posibilidades que presenta (que incluyen su uso como navegación asistida por carretera, el *geocaching*, el *eRoadBook* o la función "Amigos"), resulta de poca o ninguna utilidad para una PU de Caballería, ya que su empleo es eminentemente civil.

Por último, el programa muestra el estado de adquisición de los satélites GPS/GLONASS, así como el número de éstos que han sido adquiridos (no así la medida gráfica o numérica del error de posicionamiento) lo que sí que resulta útil en cierta medida para un usuario táctico.

Capas ráster: el programa permite cargar simultáneamente hasta dos (2) capas ráster en formatos .ECW, .RMAP, .RTMAP y .VMAP (si bien no abre archivos tipo .GeoTIFF ni .FRE) cuyo grado de transparencia puede ser modificado por el usuario, por lo que pueden superponerse diferentes capas y obtener una vista combinada de éstas (por ejemplo, una ortofotografía aérea y un mapa), resultando esto de gran utilidad para un usuario vehicular.

Por otro lado, el programa ofrece diversas direcciones WMS así como la posibilidad de que se busque de forma automática cualquier archivo de cartografía cercano a la posición actual del usuario, lo cual sí que resulta útil para una PU de Caballería, si bien ha de tenerse en cuenta, como ya se ha repetido, que la obtención de cartografía por parte de una Unidad en ningún caso debería estar supeditada a un WMS al que el usuario se conecte a través de su propio dispositivo mediante datos móviles.

Archivos vectoriales: el programa guarda por defecto los archivos vectoriales tipo punto en formato .WPT, las rutas en .RTE y los *tracks* en .TRK, lo cual constituye un inconveniente al hacerse preciso que el usuario, de cara a exportar los archivos vectoriales que haya generado, guarde manualmente éstos en formato .GPX mediante un procedimiento poco intuitivo. Sin embargo, el programa sí que abre de forma automática geometrías vectoriales lineales y puntuales en GPX, .KML o .KMZ, entre otros, lo cual resulta ventajoso para el usuario.

Al igual que el resto de programas de este tipo, éste permite crear dos tipos de geometrías vectoriales: puntos (*waypoints*) y líneas (*tracks* y rutas). Los *waypoints* pueden crearse directamente sobre el mapa (pulsando durante varios segundos sobre la pantalla en el punto deseado o empleando un procedimiento excesivamente largo que permite al usuario crear el *waypoint* sobre el mapa con un único *tap*, lo que resulta más preciso si se está empleando el programa en un vehículo en movimiento) o a través del gestor de *waypoints*, introduciendo manualmente la posición del punto y pudiéndose seleccionar tanto el sistema de coordenadas empleado para hacerlo como el *datum* y, en el caso de emplear el sistema UTM, la zona y huso correspondientes, lo que resulta una gran ventaja de cara a que el usuario pueda introducir puntos que reciba de terceros a pesar de que éstos no trabajen en su mismo sistema de referencia sin tener que recurrir a conversores de coordenadas.

Además, es posible añadir información asociada al *waypoint* en forma de texto (nombre del punto y descripción del mismo). Asimismo, es posible crear *fotowaypoints* y *videowaypoints*, esto es, asociar una fotografía o una grabación de imagen o sonido a un punto del terreno y añadirle un nombre y una descripción textual, lo que resulta de una inmensa utilidad para Unidades de reconocimiento. Igualmente, es posible activar una función que permite al usuario navegar con la ayuda del programa directamente al punto seleccionado, si bien esto resulta de poca utilidad para una Unidad de Caballería. El programa permite también asociar un icono diferente a cada *waypoint* creado, lo que resulta práctico para una PU de Caballería, en términos de estandarización de los productos del reconocimiento.

En cuanto a los *tracks*, éstos pueden ser importados desde otro dispositivo o grabados en tiempo real marcando el itinerario seguido por el usuario (permitiendo el programa pausar, terminar sin guardar, reanudar o guardar el grabado de la traza en cualquier momento), si bien no se puede dibujar directamente sobre el mapa un *track* a modo de itinerario a seguir por el usuario o para ser exportado a otro dispositivo, lo cual constituye un punto en contra del programa. Por otro lado, existe la posibilidad de modificar manualmente la apariencia de cada *track* así como la opción de añadir información a los *tracks* de forma manual, si bien éstos ya almacenan automáticamente una gran cantidad de información (velocidad a la que se ha recorrido cada tramo, perfil de altura del itinerario, etc.).

El programa también permite crear rutas mediante la selección múltiple de *waypoints* (siendo posible activar filtros en base a distintos atributos para elegir los puntos deseados) y unión de los mismos de forma rápida, pudiéndose invertir el sentido de marcha de la ruta de forma directa mediante un botón. No obstante, para añadir nuevos puntos a la ruta es preciso marcar por coordenadas introducidas manualmente, por posición actual del usuario o directamente sobre el mapa, cada uno de ellos siguiendo un proceso poco operativo.

El programa permite activar la navegación de un *track* o ruta determinado, lo que no es excesivamente útil para un usuario táctico, así como la navegación simulada del *track* o ruta seleccionado mediante una animación, lo cual pudiera resultar de alguna utilidad si se activa sobre una vista en 3D del terreno con una ortofotografía aérea cargada, de forma que usuario se familiarice con el camino que va a recorrer incluso si nunca ha estado en el área.

Finalmente, el programa permite el establecimiento de una alerta de proximidad a *waypoint* que activa un aviso sonoro (de poca utilidad en un entorno vehicular), textual (mostrando el texto asociado al punto al que se llega) o visual (activándose la vista de una imagen o vídeo asociados al punto, tanto si es un *foto* o *videowaypoint* como si se asocia uno expresamente para la alerta de proximidad del punto) cuando el usuario entra dentro de un radio de influencia (que puede ser determinado de forma manual para todos los *waypoints* al mismo tiempo) en torno al punto elegido.

Archivos matriciales: el programa permite la carga de archivos MDE matriciales con los que obtener una vista 3D del terreno para ayudar a la navegación (siendo posible, además, aplicar un realce a la representación tridimensional, facilitando la percepción del terreno por parte del usuario), conocer la altura de la posición actual del usuario o con los que corregir los *tracks* grabados (eliminando puntos erróneos, ajustando el número de puntos a la orografía real del terreno, calculando el tiempo estimado de llegada de forma más precisa, etc.). No obstante, el programa únicamente abre MDE en formato .CDEM, de forma que no pueden emplearse archivos en formatos .GEO, .ASC. o .DTED, lo cual constituye un serio inconveniente.

Sistemas de coordenadas y datum: El programa ofrece la posibilidad de trabajar con coordenadas geográficas, UTM o UTM MGRS y con una gran cantidad de *datum*, entre los que se incluyen el ED50, el ETRS89 y el WGS84. El hecho de que la cantidad de *datum* disponibles sea tan amplia constituye un sustitutivo al hecho de que no sea posible crear sistemas de referencia de forma manual según el criterio

del usuario. Asimismo, no permite colocar sobre la pantalla de navegación una rejilla en el *datum* que se desee, lo que resulta de utilidad a la hora de emplear ortofotografías o si se desea conocer el mallado de un plano.

Otras observaciones: el programa cuenta con versiones para sistemas operativos *Android*, *iOS* y *Windows Phone*, si bien no se trata de un *software* SIG libre, lo que constituye una desventaja de cara a la modificación de sus prestaciones y utilidades para hacerlo más adecuado a su empleo por usuarios militares.

EXPLICACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PROGRAMA

A continuación se recoge la justificación de los valores otorgados a los grados individuales de cumplimiento de cada uno de los requisitos evaluados en el análisis del *TwoNav Premium* como SIG-táctico vehicular:

1. **Navegación con GPS:** calificación 5/5 por permitir de forma completamente satisfactoria la navegación tanto con la antena GPS/GLONASS propia del dispositivo como mediante el empleo de una pastilla GPS/GLONASS por *bluetooth*.
2. **Empleo de simbología militar OTAN:** calificación 3/5 por permitir establecer distintos iconos estandarizados para los *waypoints*, de forma que sería posible cargar los símbolos tácticos de la OTAN para su empleo por los usuarios, si bien el programa no presenta la opción de forma directa.
3. **Creación de waypoints directamente sobre mapa:** calificación 5/5 por permitir crear un *waypoint* de forma táctil directamente sobre el mapa que se está visualizando mediante una pulsación larga o mediante un único *tap* sobre el mapa, previa elección de la opción "nuevo *waypoint*" en la barra de herramientas desplegable en la parte superior del visor (método más preciso y fiable).
4. **Creación de waypoints introducidos por coordenadas:** calificación 5/5 por permitir crear *waypoints* a través de la introducción de las coordenadas del punto deseado mediante una serie de pasos breves e intuitivos que resulta ágil de realizar.
5. **Creación de rutas sobre el mapa:** calificación 2/5 porque, si bien permite crear rutas de forma manual, la manera de hacerlo, descrita en el apartado **Archivos vectoriales** de la evaluación cualitativa previamente consignada, resulta completamente inoperativa.
6. **Alerta de proximidad a waypoint:** calificación 2/5 porque, aunque permite establecer una alerta de proximidad a *waypoints*, ésta debe ser establecida para una distancia igual a todos los puntos, sin poder variarla ni activarla de forma independiente sólo en los *waypoints* deseados.
7. **Cálculo de rumbos:** calificación 1/5 dado que no existe una herramienta propiamente dedicada a obtener rumbos de forma manual sino que éstos deben ser obtenidos de forma aproximada (y mediante una estimación visual extremadamente poco precisa) a través de la brújula mostrada en la barra de datos inferior del visor principal, o bien estableciendo un *waypoint* en la dirección deseada y obteniendo la lectura del rumbo de las propiedades del punto.
8. **Cálculo de áreas:** calificación 1/5 ya que aunque posee esta función sólo permite emplearla para calcular áreas ocupadas por geometrías vectoriales lineales y no poligonales, como sería deseable en este caso.

9. **Distancias al usuario:** calificación 1/5 dado que se puede calcular la distancia entre el usuario y un punto del terreno pero no de forma directa sino mediante un proceso excesivamente lento: creando un *waypoint* en el punto deseado y activando la opción de navegar a dicho punto, de forma que se muestre la distancia al mismo.
10. **Distancias entre puntos:** calificación 3/5, dado que no es posible obtener las distancias entre dos puntos del terreno de otra forma diferente al establecimiento de sendos *waypoints* en los puntos deseados y unión de los mismos mediante una ruta, de forma que se obtenga la distancia entre ambos al consultar las propiedades de la ruta creada.
11. **Carga de dos (2) capas ráster:** calificación 5/5 ya que permite cargar un dos (2) capas ráster, no mostrando problemas a la hora de mostrarlas en el visor principal aunque los archivos sean de un gran tamaño.
12. **Grabar y exportar itinerario:** calificación 4/5, dado que es posible grabar de forma precisa y muy intuitiva el itinerario recorrido por el usuario en tiempo real, pausando y reiniciando la grabación o desechando el segmento grabado. Sin embargo no obtiene la calificación máxima por no guardar por defecto los *tracks* en formato GPX sino en .TRK, siendo necesario que el usuario modifique los archivos para que se guarden en este primer formato.
13. **Importar y exportar GPX:** calificación 4/5, ya que aunque el programa guarda por defecto todos los archivos vectoriales en formato .WPT (para *waypoints*) o .TRK (para *tracks*), es posible guardar ambos tipos de geometrías en formato GPX. Igualmente, no ofrece la posibilidad de exportar o importar directamente archivos vectoriales (en formato GPX o diferente) si bien sí permite agrupar los *tracks* o *waypoints* por categorías a discreción del usuario, lo que supone una ventaja.
14. **Altura de la posición del usuario mediante MDE:** calificación 4/5, ya que permite obtener de forma directa en la interfaz principal la altura del usuario en su posición actual, bien a través de un MDE. Sin embargo, no se le da la máxima puntuación por ser necesario que el MDE cargado tenga el formato nativo del programa, siendo por ello que generalmente el usuario deberá emplear el GPS para obtener su altitud.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** calificación 4/5, dado que el programa permite obtener, mediante la creación de *waypoints*, la altura de un punto distinto a la posición actual del usuario. Recibe una calificación inferior a la máxima por presentar el mismo problema que se planteaba para el requisito anterior.
16. **Navegación 3D mediante MDE:** calificación 4/5, pues el programa permite activar una vista en 3D. Sin embargo, no se le da la máxima calificación al ser preciso que el archivo matricial sea del formato nativo del programa (.CDEM), no siendo por ello posible emplear MDE en formatos de uso común en el ámbito militar e intercambiables con otros programas similares.
17. **Abrir archivos DTED:** calificación 0/5, dado que el programa no permite abrir y cargar estos archivos matriciales.
18. **Abrir archivos ASCII Grid:** calificación 0/5, dado que el programa no permite abrir y cargar estos archivos matriciales.
19. **Abrir archivos GEO:** calificación 0/5 dado que el programa no permite abrir y cargar estos archivos matriciales.

20. **Abrir archivos Shapefile:** calificación 0/5, ya que el programa no abre archivos vectoriales con este formato.
21. **Abrir archivos FRE:** calificación 0/5, ya que el programa no abre archivos ráster con este formato.
22. **Abrir archivos ECW:** calificación 5/5, porque el programa permite abrir este formato de archivos ráster.
23. **Abrir archivos GeoTIFF:** calificación 0/5, ya que no permite abrir este formato.
24. **Introducir texto en un waypoint:** calificación 5/5, dado que permite asociar de forma rápida e intuitiva un texto a un punto determinado.
25. **Crear fotowaypoints:** calificación 5/5 ya que permite la creación de estos *waypoints* en los que se asocia una foto a un punto del terreno de forma rápida e intuitiva, bien realizando directamente una fotografía con el dispositivo o seleccionando un archivo de la galería de imágenes.
26. **Posibilidad de abrir una brújula sobre el usuario:** calificación 2/5, debida a que si bien sí que permite visualizar una brújula mostrando el Norte magnético, no permite abrirla sobre el icono de posición sino en la barra de datos inferior de la interfaz principal. Igualmente, el tamaño de la brújula y la práctica ausencia de limbo hacen muy difícil establecer rumbos exactos.
27. **Interfaz de uso táctico:** calificación 4/5 ya que el programa a pesar de que presenta una interfaz con una pequeña cantidad de botones de gran tamaño, que facilitan su empleo en situaciones vehiculares, su uso en sí resulta sensiblemente complicado y poco intuitivo a la hora de acceder a las diferentes funciones que no se recogen en el visor principal, lo que dificulta ligeramente su empleo por una PU, si bien su manejo por parte de usuarios no instruidos no resulta complicado.
28. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** calificación 0/5, dado que no permite cargar ninguna rejilla sobre la interfaz de navegación.
29. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** calificación 5/5, ya que el programa permite trabajar tanto con coordenadas UTM como geométricas.
30. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** calificación 5/5, ya que el programa permite trabajar con coordenadas de tipo UTM MGRS.
31. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** calificación 5/5, dado que el programa ofrece la posibilidad de emplear los sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84.
32. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** calificación 3/5, ya que aunque el programa no ofrece la posibilidad de crear sistemas de referencia de forma manual, sí que ofrece un inmenso catálogo de sistemas a escoger por el usuario, de forma que no resulta preciso que éste cree uno nuevo..
33. **Aviso de proximidad textual:** calificación 4/5, ya que el aviso de proximidad que puede activarse muestra un aviso textual de cercanía al *waypoint* que se corresponde con la descripción textual del mismo dada por el usuario. No obstante, no permite activar este aviso individualizadamente ni asociarle un texto distinto al de la descripción del punto.

34. **Aviso de proximidad con foto:** calificación 4/5, dado que los avisos de proximidad pueden mostrar la imagen asociada al *waypoint* al que el usuario se aproxima, si bien no se puede activar esta opción de forma individualizada, ni se puede establecer un aviso en forma de imagen para un *waypoint* sin fotografía asociada, o hacer que la imagen que aparezca en pantalla sea distinta a la del *foto waypoint*.
35. **Rutas con distintos colores:** calificación 3/5, ya que permite modificar el color con el que se representan tanto la ruta que el usuario está siguiendo en un momento concreto como todas las demás rutas cargadas, si bien el color de estas últimas no se puede establecer de forma individualizada ni se permite configurar el color de ambos tipos de ruta aparte de los recogidos en una lista predeterminada.
36. **Waypoints con distintos colores:** calificación 4/5, ya que permite establecer iconos individuales a cada punto del terreno que se marque, si bien el color y forma de éstos ya está predeterminado.
37. **Modo de empleo nocturno:** calificación 4/5, ya que el programa tiene la opción de activar un modo de empleo nocturno consistente en reducir al mínimo el brillo del dispositivo, si bien este método no constituye una herramienta excesivamente valiosa al poderse reducir igualmente el brillo de la pantalla de forma manual desde el panel de ajustes del propio dispositivo.

Las funcionalidades adicionales del programa son:

1. **Posibilidad de modificar la transparencia de cada capa cargada:** utilidad 5/5, ya que esta función, de gran utilidad para un usuario táctico vehicular, permite superponer y visualizar simultáneamente hasta tres capas ráster.
2. **Posibilidad de activar una navegación directa a un *waypoint*:** utilidad 1/5 por resultar una funcionalidad de muy limitada utilidad para un usuario vehicular.
3. **Posibilidad de activar la navegación de una ruta (unión de *waypoints*):** utilidad 1/5 por resultar una funcionalidad de muy limitada utilidad para un usuario vehicular.
4. **En todo momento señala las tres coordenadas de la posición actual:** utilidad 4/5, dado que el hecho de poder consultar directamente en la interfaz principal y de forma precisa las coordenadas de la posición actual del usuario (en los ejes horizontal y vertical y en elevación) resulta de una gran utilidad para éste.
5. **En todo momento señala la precisión de la geolocalización del usuario:** utilidad 3/5, ya que permite al usuario valorar la exactitud de su navegación a través de una estimación del error en la representación gráfica de su posición en base al número de satélites adquiridos y el grado de adquisición de éstos.
6. **En todo momento señala la velocidad de desplazamiento del usuario:** utilidad 1/5, dado que permite al usuario tener conocimiento de su velocidad de avance, si bien resulta más preciso recurrir al velocímetro del conductor del vehículo.
7. **Posibilidad de mostrar gran cantidad de información en pantalla:** utilidad 1/5, ya que a pesar de que en principio pudiera parecer algo positivo, un exceso de información puede llegar a ser contraproducente para el usuario.
8. **Posibilidad de hacer zoom mediante botones específicos en el lateral del visor:** utilidad 4/5, pues la existencia de unos botones de zoom en el lateral de la pantalla principal resulta de gran utilidad para el usuario, a la hora de poder aumentar o disminuir el tamaño del mapa

de forma más precisa y fiable (especialmente en un entorno vehicular en el que se producen movimientos constantes) que si se emplease el método convencional de "pellizco" sobre la pantalla.

9. **Posibilidad de abrir archivos ráster .RMAP, .RTMAP, .IMP y .MAP:** utilidad 2/5 ya que el hecho de que el dispositivo soporte estos formatos de archivo ráster junto con el ECW resulta una ventaja a favor del mismo, si bien no compensa completamente el hecho de que no permita cargar capas en formato GeoTIFF.
10. **Posibilidad de rotar o desplazar el mapa de forma excluyente:** utilidad 1/5, ya que el programa permite al usuario desplazar el plano en los ejes coordenados o rotarlo en sentido horario o antihorario empleando un único punto de contacto sobre la pantalla. Esto redundaría en una ventaja en lo que a manejo del programa se refiere, ya que evita que el usuario cometa errores a la hora de manejar el plano (por ejemplo, rotarlo cuando busca desplazarlo, un problema frecuente cuando se emplea una pantalla táctil en un vehículo en movimiento campo a través).
11. **Posibilidad de editar el contenido de las botoneras de datos y herramientas:** utilidad 1/5 ya que aunque para el usuario resulta útil poder configurar según sus preferencias las barras de datos, esto no constituye un verdadero punto a favor dado que limita la interoperabilidad del programa entre distintos usuarios.
12. **Posibilidad de abrir archivos vectoriales .WPT, .TRK, .VMAP, .KML y .KMZ:** utilidad 2/5 ya que, aunque el GPX es el formato estándar de intercambio de datos vectoriales, los formatos .KML, .WPT, .TRK y .KMZ también son utilizados con frecuencia y resultan compatibles con buen número de programas SIG vehiculares y no vehiculares.
13. **Posibilidad de crear videowaypoints:** utilidad 3/5, ya que un *videowaypoint* constituye una herramienta de cierta utilidad para un usuario vehicular en labores de reconocimiento de cara a proporcionar información acerca de un punto determinado del terreno. No obstante, la grabación de vídeos y su transmisión o transferencia como productos de reconocimiento no puede ser considerada como una opción a emplear de forma habitual ya que todo el proceso requeriría una gran cantidad de tiempo y el empleo de medios de captura y transmisión de datos más potentes de lo que es necesario si sólo se emplean *waypoints* con texto y *photowaypoints*, debido al mayor peso de los archivos de vídeo.
14. **Posibilidad de elegir el sistema de referencia del waypoint cuando se crea:** utilidad 2/5, pues permite a un usuario introducir *waypoints* empleando coordenadas que le sean transmitidas por radio a pesar de que éstas le sean proporcionadas en un sistema de referencia diferente al que se encuentra empleando en ese momento. Esto resulta de una indudable utilidad por ahorrar al usuario el tiempo que de no existir esta opción debería emplear en convertir las coordenadas de un sistema de referencia a otro.
15. **Posibilidad de activar distintos modos de consumo de la batería del dispositivo:** utilidad 1/5, pues permite al usuario seleccionar distintas modalidades de uso del dispositivo de cara a optimizar el consumo de su batería. La descripción de los distintos modos de uso está reflejada en el apartado **Interfaz** de la evaluación cualitativa del programa.
16. **Posibilidad de activar una simulación de recorrido de track o ruta:** utilidad 1/5, dado que es una función que pudiera resultar de cierta utilidad al usuario si se ejecuta sobre una vista en tres dimensiones de una ortofotografía aérea, de cara a que el individuo conozca de forma aproximada el camino que va a recorrer antes incluso de iniciar la marcha, tal y como se indicaba en el apartado **Archivos vectoriales**.

17. **Propiedades de los *tracks* muy completas (distancia, perfil, velocidad...):** utilidad 1/5, ya que proporciona al usuario una gran cantidad de información relativa a los diferentes *tracks* cargados en el programa, si bien ninguno de los datos es de vital relevancia, y debe mantenerse en mente que un exceso de información resulta contraproducente en un ámbito táctico.
18. **Posibilidad de activar múltiples perfiles de uso (a pie, en vehículo...):** utilidad 1/5, pues aunque estos perfiles resultan de utilidad de cara a que el programa realice sus cálculos y operaciones internos con mayor exactitud al conocer cómo se desplaza el usuario, hay que tener en cuenta que una PU de Caballería se moverá, prácticamente siempre, sobre plataformas vehiculares, por lo que la existencia de estos perfiles no resulta imprescindible.
19. **Posibilidad de anclar una posición que sustituya a la del usuario:** utilidad 1/5 ya que para un usuario táctico no resulta realmente práctico establecer ubicaciones simuladas que sustituyan la suya.
20. **Posibilidad de aplicar realces a la vista en 3D:** utilidad 2/5, debido a que permite que el usuario obtenga una mejor percepción del terreno y el relieve del mismo a pesar de que éste no presente formas muy pronunciadas, al permitir el programa exagerarlas ligeramente de cara a mejorar su interpretabilidad por el usuario.
21. **Posibilidad de ver el estatus de adquisición de satélites para la navegación GPS:** utilidad 2/5, ya que permite al usuario conocer la fiabilidad de la posición que el dispositivo muestra en pantalla.
22. **Existencia de versiones para *iPhone/iPad* y *Windows Phone*:** utilidad 1/5, pues aunque confiere cierta flexibilidad a la hora de poder emplear diferentes soportes informáticos para operar el programa, no debería ser necesario emplear más que un tipo de dispositivo (*tablet Android*) para todos los usuarios de todas las PU de Caballería del ET.
23. **Posibilidad de que el color de las rutas cambie conforme lo hace una variable:** utilidad 3/5, dado que permite al usuario configurar una ruta para que muestre mediante una gama de colores como varía alguna característica (altura, pendiente, etc.) de ésta, lo que resulta de utilidad a la hora de determinar la ruta óptima o de decidir el ritmo de progresión por una determinada zona.
24. **Posibilidad de emplear un MDE para dibujar curvas de nivel:** utilidad 1/5 ya que permite al usuario mejorar las curvas de nivel de un mapa cargado o generar éstas en una ortofotografía, de cara a ayudar al usuario a conocer el relieve de la zona de un modo más preciso que el que ofrece la fotografía aérea.
25. **Posibilidad de empleo de MDE para efectuar sombreados y relieves en mapas 2D:** utilidad 3/5 ya que permite al usuario mejorar significativamente la percepción que tiene del terreno por el que se desplaza y opera.
26. **Posibilidad de emplear el programa con la pantalla del dispositivo en suspensión:** utilidad 4/5 pues resulta una característica muy provechosa de cara a aumentar la duración de la vida útil de la batería que alimenta el dispositivo.

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]

ANEXO G

INFORME SOBRE OZIEXPLORER ANDROID

A continuación se presenta el informe de análisis del OziExplorer *Android* conteniendo la evaluación de uso del programa y la justificación de los resultados del análisis cuantitativo reflejado en la memoria.

EVALUACIÓN DE USO DEL PROGRAMA

Interfaz: el programa presenta una interfaz de complejidad baja, aunque con botones de tamaño muy reducido que dificultan enormemente su uso en un vehículo en movimiento, especialmente si no se dispone de un puntero para la pantalla táctil (**Figura G.1**). Por otro lado, el hecho de que la pantalla principal de navegación presente un aspecto despejado, con apenas barras de herramientas y datos a no ser que el usuario elija desplegarlas, resulta un aspecto muy positivo para una PU de Caballería. Del mismo modo, su empleo resulta considerablemente intuitivo ya que los menús desplegables y las opciones no son excesivos, por lo que no se requiere una formación previa de los usuarios, si bien en una valoración general el programa adolece de una excesiva simpleza y una gran carencia de potencia y posibilidades que limitan enormemente su utilidad, especialmente al conjugarse con los problemas en cuanto a compatibilidad de formatos que se explican en los siguientes apartados.

La posibilidad de aumentar o disminuir el zoom sobre el mapa empleando unos botones específicos y la posibilidad de editar los menús de datos desplegables para modificar la información visible en cada uno suponen características que añaden valor al programa de cara a su empleo táctico-vehicular, si bien el hecho de que la realización de zoom de forma táctil mediante el uso de dos dedos no funcione de forma correcta en muchas ocasiones, resulta un inconveniente.

Por otro lado, el programa ofrece la posibilidad de editar el tamaño de representación del usuario, así como la opción de mostrar una línea recta de pequeño tamaño que se proyecta desde el centro del icono del usuario hacia la dirección a la que se dirige o a la que apunta el dispositivo. Igualmente, existe la posibilidad de cargar entre uno (1) y cinco (5) anillos concéntricos separados entre sí una misma distancia (a definir por el usuario) y con su centro en el icono del usuario, lo que puede resultar de cierta utilidad de cara a un usuario táctico vehicular a la hora de poder determinar fácilmente la distancia que le separa de puntos del terreno cercanos o, por ejemplo, conocer qué área del terreno queda dentro de una determinada zona de influencia en torno a su posición.

Por último, el programa ofrece la posibilidad de cargar ocho paneles de información diferentes en el visor principal de navegación (resultando contraproducentes algunos por lo excesivo de su tamaño, que minimiza la zona de la pantalla dedicada a mostrar el mapa y la posición del usuario). La información mostrada en cada uno de los paneles (en muchos casos de poca o ninguna utilidad para una PU de Caballería) es la siguiente:

- 1) Número de satélites adquiridos y graficas de velocidad, rumbo y altitud del usuario.
- 2) Tres (3) cuentakilómetros de uso independiente.

3) Durante la navegación a un punto: lista de *waypoints* más cercanos, rumbo de la marcha, *waypoint* seleccionado y distancia a éste, hora de salida, velocidad, hora actual, siguiente punto, tiempo estimado en ruta y rumbo al *waypoint* seleccionado.

4) Durante la navegación de una ruta: nombre de la ruta, siguiente *waypoint*, tiempo estimado en ruta, hora estimada de llegada, moverse al *waypoint* siguiente o anterior, invertir sentido de la ruta, detener la navegación, crear *waypoint* de ruta y rumbo al siguiente *waypoint*.

4) Brújula y paneles que muestran gráfica y numéricamente el Norte, el rumbo de marcha, el rumbo al siguiente *waypoint* y tiempo estimado en ruta y de llegada (en caso de haberse activado la navegación a un punto o de ruta).

6) Fecha, hora actual, hora del ocaso y el alba, memoria total del dispositivo, memoria libre disponible, velocidad de movimiento, media de velocidad, máxima velocidad alcanzada, aceleración actual, mínima y máxima, altitud actual, altitud media y ratio de ascenso en metros por minuto.

7) Perfiles gráficos de altitud y velocidad.

8) Número de satélites adquiridos,, fecha y hora, porcentaje de batería del dispositivo restante y HDOP (*Horizontal Dilution Of Precision*, medida de la calidad de adquisición satelital en forma de escala numérica entre el 1, muy buena, y el 50, muy mala).

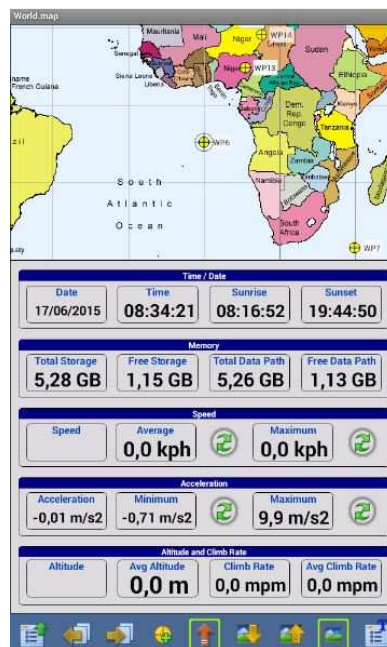


Figura G.1 Interfaz del OziExplorer Android. Captura de pantalla del programa en ejecución

Capas ráster: el programa permite cargar únicamente una (1) capa ráster, y ésta ha de estar en formato nativo de OziExplorer (.OzF) o en formatos PNG y JPG, de modo que no pueden emplearse archivos FRE ni GeoTIFF. Es posible, igualmente, trabajar con archivos ECW, si bien éstos se cargan muy lentamente a causa de la poca capacidad del programa y únicamente es posible aplicarles un zoom del 50% o el 60%. Por otro lado, tanto las capas en formato PNG como las JPG únicamente pueden ser empleadas por el programa si su tamaño es igual o inferior a 25 MB. Finalmente, todos los archivos ráster deben tener asociado un archivo de calibración .MAP que debe ser generado por el usuario manualmente a través de la versión *Windows* del programa (OziExplorerCE, ver **Anexo L**).

Todo esto constituye un conjunto de limitaciones muy serias que hacen que la utilidad del programa para una PU de Caballería, atendiendo a sus requerimientos, se extremadamente limitada por lo escaso de las posibilidades que ofrece y lo amplio de los hándicaps que presenta.

Finalmente, el programa ofrece la opción de buscar mapas de mayor o menor calidad (mayor o menor tamaño de *píxel*) de forma manual o automática en torno a una determinada zona o a la posición actual del usuario.

Archivos vectoriales: el programa guarda por defecto los archivos vectoriales tipo punto en formato .WPT/WBA, las rutas en .TTB/.RTE/.RT2 y los *tracks* en .WBA, lo cual constituye un muy importante inconveniente al no ser posible para el usuario, de cara a exportar los archivos vectoriales que haya generado, guardar éstos en formato .GPX. Sin embargo, el programa sí que abre de forma automática geometrías vectoriales lineales y puntuales en formatos GPX, .KML, .MPS, .PLT, .NMEA o .KMZ, lo cual resulta ventajoso para el usuario al otorgarle flexibilidad.

Al igual que el resto de programas de este tipo, este *software* permite crear dos tipos de geometrías vectoriales: puntos (*waypoints*) y líneas (*tracks* y rutas). Los *waypoints* pueden crearse directamente sobre el mapa (mediante un sistema extremadamente preciso, a través de una cruz filar), generando de forma automática un *waypoint* en la posición actual del usuario o creando un punto proyectándolo al introducir manualmente un rumbo y una distancia con respecto a la posición actual de usuario, generándose un *waypoint* en el punto del terreno resultante.

Además, es posible añadir información asociada al *waypoint* en forma de texto (nombre del punto y descripción del mismo) y escoger el color con el que se representará al punto en un paleta cromática completa. Igualmente, es posible activar una función que permite al usuario navegar con la ayuda del programa directamente al punto seleccionado, si bien esto resulta de poca utilidad para una Unidad de Caballería. Por otro lado, el programa ofrece la posibilidad de importar/exportar *waypoints* de forma directa, si bien lo hace a través de archivos .WPT en vez de .GPX, lo que le resta utilidad para un usuario táctico. Por otro lado, el programa sí que presenta una función útil como es un buscador de puntos cercanos a la posición actual del usuario, que presenta el resultado de la búsqueda en forma de lista.

En cuanto a los *tracks*, éstos pueden ser importados desde otro dispositivo o grabados en tiempo real marcando el itinerario seguido por el usuario, si bien no se puede dibujar directamente sobre el mapa un *track* a modo de itinerario a seguir por el usuario o para ser exportado a otro dispositivo, lo cual constituye un punto en contra del programa. Por otro lado, existe la posibilidad de modificar el color en que se representan todos los *tracks* y de optimizar de forma automática el número de puntos que constituyen el trazado de dicho *track*, si bien presenta una limitación de cierta importancia al no ser posible que el usuario seleccione qué *tracks* mostrar en pantalla y cuáles ocultar, de forma que únicamente permite cargar o borrar del visor todos los archivos de *track* simultáneamente.

El programa también permite crear rutas mediante la selección múltiple de *waypoints* y unión de los mismos de forma rápida; o bien mediante la creación *ad hoc* de puntos mediante el mencionado sistema de cruz filar. No obstante, el programa presenta la limitación de permitir cargar simultáneamente una (1) única ruta en pantalla. Por otro lado, es posible, al igual que en el caso de los *tracks*, modificar el color de representación de todas las rutas almacenadas en el dispositivo.

Finalmente, el programa permite activar la navegación de un *track* o ruta determinado, lo que no es excesivamente útil para un usuario táctico, así como establecimiento de una alerta de proximidad individualizada a *waypoint* que activa un aviso sonoro (de poca utilidad en un entorno vehicular y que requiere que el usuario introduzca en los archivos del programa un fichero .WAV con el sonido que quiera que se reproduzca en cada punto) cuando el usuario entra dentro de un radio de influencia en torno al punto elegido.

Archivos matriciales: el programa permite la carga de archivos MDE matriciales con los que obtener una vista 3D del terreno para ayudar a la navegación y conocer la altura de la posición actual del usuario. No obstante, el programa únicamente abre MDEs en formato .SRTM, de forma que no pueden emplearse archivos en formatos .GEO, .ASC, o .DTED, lo cual constituye un serio inconveniente.

Sistemas de coordenadas y datum: el programa no ofrece la posibilidad de cambiar los sistemas de referencia empleados, lo cual constituye una seria limitación para su uso por un usuario táctico vehicular. En cuanto a los sistemas de coordenadas, el programa ofrece la posibilidad de trabajar, entre otras, con coordenadas UTM, UTM MGRS y geográficas.

Otras observaciones: el programa ofrece la posibilidad de enviar vía SMS (*Short Message Service*) las coordenadas actuales de la posición del usuario (y de recibir las de otro dispositivo), lo que no constituye una ventaja significativa teniendo en cuenta tanto los ya mencionados criterios de seguridad en operaciones como el hecho de que un buen número de modelos comerciales de *tablets* no tienen capacidad para emplear este tipo de mensajería y de que la cobertura para el envío de estos SMS presenta frecuentes interrupciones en lugares apartados de núcleos poblacionales o repetidores telefónicos, por lo que no constituye una alternativa a ser tomada en cuenta para su uso por una PU de Caballería. Finalmente, el programa tiene un buscador toponímico *offline* de escala internacional que presenta una utilidad prácticamente nula para un usuario táctico de PU.

EXPLICACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PROGRAMA

A continuación se recoge la justificación de los valores otorgados a los grados individuales de cumplimiento de cada uno de los requisitos evaluados en el análisis del OziExplirer *Android* como SIG-táctico vehicular. Asimismo, se explican con detalle las funcionalidades adicionales consideradas para la elaboración de dicho análisis:

1. **Navegación con GPS:** calificación 5/5 por permitir de forma completamente satisfactoria la navegación tanto con la antena GPS propia del dispositivo como mediante el empleo de una pastilla GPS/GLONASS por *bluetooth*.
2. **Empleo de simbología militar OTAN:** calificación 0/5 por no permitir de forma predeterminada el empleo de simbología militar OTAN para *waypoints* y/o *tracks*. Igualmente, al no permitir editar el icono de representación de estas geometrías, no existe manera de cargar de forma externa dicha simbología en el programa, por lo que éste no cumple el requisito.
3. **Creación de waypoints directamente sobre mapa:** calificación 5/5 por permitir crear un *waypoint* de forma táctil directamente sobre el mapa que se está visualizando de forma muy precisa mediante una cruz filar.
4. **Creación de waypoints introducidos por coordenadas:** calificación 0/5 por no permitir crear *waypoints* a través de la introducción de las coordenadas del punto deseado.
5. **Creación de rutas sobre el mapa:** calificación 5/5 porque permite crear rutas de forma manual, muy rápida y precisa, bien uniendo *waypoints* previamente creados o bien marcando puntos sobre el mapa mediante la cruz filar siendo posible, además, invertir el sentido de la ruta de forma directa.
6. **Alerta de proximidad a waypoint:** calificación 2/5 porque, aunque permite establecer una alerta de proximidad individualizada a cada *waypoint*, ésta únicamente puede ser sonora (que, como ya se ha visto, resulta de nula utilidad para un usuario vehicular táctico) y, además, debe incluir un archivo de audio en formato .WAV para que el aviso pueda ser reproducido.

7. **Cálculo de rumbos:** calificación 5/5 dado que el programa dispone de una brújula que muestra tanto gráficamente (mediante flechas y un limbo graduado) como numéricamente (mediante un panel de información) el rumbo del usuario con respecto al Norte o con respecto a un *waypoint* al que se esté navegando.
8. **Cálculo de áreas:** calificación 0/5 ya que no posee esta función.
9. **Distancias al usuario:** calificación 1/5 dado que se puede calcular la distancia entre el usuario y un punto del terreno pero no de forma directa sino mediante un proceso excesivamente complicado: creando un *waypoint* en el punto deseado y activando la opción de navegar a dicho punto, de forma que se muestre la distancia al mismo.
10. **Distancias entre puntos:** calificación 2/5, dado que resulta preciso marcar sendos *waypoints* en los puntos deseados y unir éstos mediante una ruta, de forma que la distancia entre ambos lugares aparezca en las propiedades de la ruta.
11. **Carga de dos (2) capas ráster:** calificación 2/5 ya que aunque sólo permite cargar una (1) capa ráster, el programa ofrece la posibilidad de buscar (bien automáticamente o de forma manual) mapas más detallados de la zona en la que se encuentra el usuario.
12. **Grabar y exportar itinerario:** calificación 3/5, dado que es posible grabar de forma precisa y muy intuitiva el itinerario recorrido por el usuario en tiempo real, pausando y reiniciando la grabación o desechando el segmento grabado, si bien el *track* no se guarda en formato GPX sino .RT2 (para la exportación) o .TTB.
13. **Importar y exportar GPX:** calificación 1/5, ya que el programa puede abrir archivos en formato GPX si bien los guarda automáticamente en formato .WBA (para *waypoints*), .TTB (para rutas y *tracks*). Por otro lado, el programa ofrece la posibilidad de importar y exportar archivos vectoriales de forma directa, si bien esta función resulta poco útil al no poderse emplear el formato GPX para la exportación de vectoriales, sino el .WPT para los *waypoints* y .RT2 (para *tracks* y rutas).
14. **Altura de la posición del usuario mediante MDE:** calificación 5/5, ya que permite obtener de forma directa en la interfaz principal la altura del usuario en su posición actual a través de un MDT.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** calificación 0/5, dado que el programa no permite obtener, mediante un MDT, la altura de un punto distinto a la posición actual del usuario.
16. **Navegación 3D mediante MDE:** calificación 4/5, porque el programa permite activar una vista en 3D si bien se hace preciso emplear un MDE con formato nativo de OziExplorer (.SRTM), lo que constituye una limitación importante.
17. **Abrir archivos DTED:** calificación 0/5, dado que el programa no permite abrir y cargar este tipo de MDE.
18. **Abrir archivos ASCII Grid:** calificación 0/5, dado que el programa no permite abrir y cargar este formato de archivos matriciales.
19. **Abrir archivos GEO:** calificación 0/5 dado que el programa no permite abrir y cargar archivos matriciales con este formato.
20. **Abrir archivos Shapefile:** calificación 0/5, ya que el programa no abre archivos vectoriales con este formato.

21. **Abrir archivos FRE:** calificación 0/5, ya que el programa no abre archivos ráster con este formato.
22. **Abrir archivos ECW:** calificación 3/5, porque si bien el programa permite abrir este formato de archivos ráster, presenta un problema de visualización que hace imposible aplicar un zoom superior al 50-60% a las capas ráster con este formato, que además se cargan para ser visualizadas con gran lentitud.
23. **Abrir archivos GeoTIFF:** calificación 0/5, ya no permite abrir este tipo archivos ráster.
24. **Introducir texto en un waypoint:** calificación 5/5, dado que permite asociar de forma rápida e intuitiva un texto a un punto determinado, apareciendo por defecto la hora y fecha en que se creó el *waypoint*.
25. **Crear fotowaypoints:** calificación 0/5 ya que no permite la creación de estos *waypoints* en los que se asocia una foto a un punto del terreno.
26. **Posibilidad de abrir una brújula sobre el usuario:** calificación 4/5, debido a que si bien sí que permite visualizar, tanto mediante un panel de información numérico como mediante una brújula mostrando el Norte magnético, el rumbo del usuario y el ángulo de éste con respecto al *waypoint* hacia el que se esté navegando (en caso de que se haya activado esta opción), no se permite abrir dicha brújula sobre el icono de posición sino en la parte inferior de la pantalla principal.
27. **Interfaz de uso táctico:** calificación 3/5, ya que tal si bien el diseño de la interfaz es extremadamente simple e intuitivo, el reducido tamaño de los iconos y el excesivo volumen de algunos de los paneles de información desplegados en la parte inferior de la pantalla de navegación resultan contraproducentes para un usuario vehicular.
28. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** calificación 0/5, dado que no permite cargar ninguna rejilla sobre la interfaz de navegación.
29. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** calificación 5/5, ya que el programa permite trabajar tanto con coordenadas UTM como geográficas.
30. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** calificación 5/5, ya que el programa permite trabajar con coordenadas de tipo UTM MGRS.
31. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** calificación 0/5, dado que el programa no ofrece la posibilidad de elegir el sistemas de referencia a emplear.
32. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** calificación 0/5, ya que el programa no ofrece la posibilidad de crear sistemas de referencia.
33. **Aviso de proximidad textual:** calificación 0/5, ya que el aviso de proximidad únicamente puede ser sonoro.
34. **Aviso de proximidad con foto:** calificación 0/5, dado que los avisos de proximidad en ningún caso pueden asociarse a imágenes.
35. **Rutas con distintos colores:** calificación 2/5, ya que permite modificar el color con el que se representan todas las rutas, si bien éste no se puede establecer de forma individualizada.
36. **Waypoints con distintos colores:** calificación 5/5, ya que permite editar de forma individual el color con el que se representa cada *waypoint* de forma individualizada, debiéndose elegir éste de una paleta cromática completa.

37. **Modo de empleo nocturno: calificación 2/5**, ya que el programa tiene la opción de activar un brillo de pantalla del 50%, si bien sería mejor a forma de modo de empleo nocturno que existiese la posibilidad de reducir al mínimo el brillo del dispositivo, siendo esto no obstante posible de realizar a través del panel de ajustes del dispositivo en sí.

Las funcionalidades adicionales del programa son:

1. **Posibilidad de buscar mapas de la zona de más o menos calidad:** utilidad 2/5 dado que, caso de que el usuario tenga cargadas distintas capas ráster para una misma zona, el programa permite que se pase de uno a otro conforme aumenta o disminuye el zoom sobre el plano, conservándose así una buena definición en la representación gráfica del terreno al tiempo que se optimiza el empleo de recursos por parte del programa al no tener que cargar a la vez varios mapas.
2. **Posibilidad de que el programa muestra los waypoints más cercanos al usuario:** utilidad 2/5, pues permite al usuario realizar una búsqueda rápida de puntos en sus inmediaciones, función que puede resultar de gran utilidad a un usuario táctico vehicular a la hora de conocer de forma casi inmediata qué puntos de interés hay a su alrededor.
3. **Buscador de localidades de todo el mundo por toponimia:** utilidad 1/5, ya que aunque a priori un usuario vehicular no debería necesitar, en ningún caso, emplear esta herramienta; si bien el hecho de que no requiera de datos móviles para su uso (el programa contiene una base de datos de ciudades de todo el mundo) posibilita que sea empleado en operaciones reales, por no comprometer la ya mencionada seguridad de las comunicaciones.
4. **Posibilidad de elegir entre ocho (8) paneles de información en pantalla:** utilidad 3/5 pues muestra una gran cantidad de información (ver apartado **Interfaz**) a costa de una buena parte del visor de navegación y sobrecargando de datos, en algunos paneles, al usuario. Asimismo, algunos datos proporcionados no resultan de ninguna utilidad para una PU de Caballería, por lo que esta funcionalidad adicional no ha recibido una mayor calificación en su utilidad.
5. **Posibilidad de hacer zoom con sendos botones específicos del visor principal:** utilidad 4/5, pues la existencia de unos botones de zoom en el lateral de la pantalla principal resulta de gran utilidad para el usuario, a la hora de poder aumentar o disminuir el tamaño del mapa de forma más precisa y fiable (especialmente en un entorno vehicular en el que se producen movimientos constantes) que si se emplease el método habitual de "pellizco" sobre la pantalla.
6. **Posibilidad de activar una navegación directa a un waypoint:** utilidad 1/5 por resultar una funcionalidad de muy limitada utilidad para un usuario vehicular.
7. **Posibilidad de activar la navegación de una ruta (unión de waypoints):** utilidad 1/5 por resultar una funcionalidad de muy limitada utilidad para un usuario vehicular.
8. **Posibilidad de elegir el tamaño del icono de usuario:** utilidad 1/5 ya que no constituye una opción que ayude al usuario de forma significativa en la navegación.
9. **Posibilidad de mostrar hasta cinco (5) anillos concéntricos alrededor del usuario:** utilidad 2/5, pues permite que el usuario configure el icono que le representa en pantalla añadiendo una serie de anillos concéntricos a su posición y de radio a determinar, que le pueden ayudar a apreciar a simple vista las distancias del mapa, determinar su llegada a un punto o zona determinado, si una zona se encuentra dentro del alcance de sus armas, etc.

10. **Posibilidad de ver el estatus de adquisición de satélites para la navegación GPS:** utilidad 2/5, ya que permite al usuario conocer la fiabilidad de la posición que el dispositivo muestra en pantalla.
11. **Posibilidad de trabajar con hasta tres (3) cuentakilómetros independientes:** utilidad 1/5 dado que realmente no constituye una herramienta de gran practicidad para un usuario vehicular.
12. **Posibilidad de ver en pantalla diversos parámetros de la navegación:** utilidad 4/5, pues a pesar de que un exceso de información resulta contraproducente en el ámbito de las PU de Caballería, el hecho de que el programa permita conocer diferentes parámetros relativos a la navegación del usuario (velocidad, rumbo, tiempo en ruta, tiempo estimado de llegada, hora actual, estado de adquisición de satélites y número de los mismos, altura, altitud media, velocidad media, etc.) sí que es práctico para éste.
13. **Información sobre la hora exacta de salida y puesta del sol:** utilidad 3/5, dado que constituye una información útil de cara a realizar planeamientos expeditos sobre el terreno por parte de un usuario táctico vehicular.
14. **Posibilidad de abrir archivos ráster en formato .PNG, .JPG y .OFZ:** utilidad 2/5 ya que el hecho de que el dispositivo únicamente soporte estos tres formatos de archivo ráster junto con el ECW (aún con limitaciones) resulta un serio inconveniente a su empleo, al hacerse necesario convertir la cartografía del IGN (formato .ECW o .GeoTIFF) o del CEGET (formato .FRE) a los formatos de archivo nativos de OziExplorer.
15. **Posibilidad de editar el contenido de las botoneras de datos:** utilidad 1/5 ya que aunque para el usuario resulta útil poder configurar según sus preferencias las barras de datos, esto no constituye un verdadero punto a favor dado que limita la interoperabilidad del programa entre distintos usuarios.
16. **Posibilidad de abrir vectoriales en .WPT, .PLT, .KML, .KMZ, .MPS y .MNEA:** utilidad 2/5 ya que, aunque el GPX es el formato estándar de intercambio de datos vectoriales, los formatos KMX, WPT y KMZ también son utilizados con frecuencia y resultan compatibles con buen número de programas SIG vehiculares y no vehiculares.
17. **Posibilidad de proyectar un waypoint por rumbo y distancia:** utilidad 3/5, dado que para un usuario vehicular resulta útil el poder marcar un *waypoint* introduciendo un rumbo y una distancia determinados, de cara a adquirir objetivos o localizar puntos del terreno a partir de estos dos datos, si bien no es tan útil como pudiera resultar la herramienta *Sight 'n Go* analizada en el dispositivo Garmin GPS *eTrex 30* (ver **Anexo H**).
18. **Optimización automática del número de puntos de un track:** utilidad 2/5, ya que mejora la representación gráfica de los *tracks* y permite ajustar su trazado, solventando errores y haciendo que cada uno de estos archivos vectoriales ocupe menos espacio y resulte más fácil de cargar y emplear.
19. **Posibilidad de mostrar una línea proyectada en la dirección del usuario:** utilidad 3/5, dado que permite al usuario, de forma gráfica e intuitiva, identificar cuál es el sector sobre el que tiene visual en cualquier momento y a qué dirección está orientado cuando no se encuentra en movimiento.
20. **Posibilidad de abrir archivos matriciales en formato .SRTM:** utilidad 2/5, dado que aunque gracias a que el programa admite este tipo de archivo matricial puede emplearse un MDE para obtener una vista de navegación tridimensional, el hecho de que únicamente sea

posible emplear este formato de archivos resulta una seria limitación al ser preciso convertir los procedentes del IGN (formato *ASCII Grid*) o del CEGET (formato GEO) al formato nativo del OziExplorer para poder usarlos.

21. **Posibilidad de enviar o recibir SMS con la posición actual del usuario:** utilidad 1/5 por ofrecer una posibilidad que resulta útil de forma relativa únicamente en el transcurso de maniobras o ejercicios, ya que la seguridad de las comunicaciones prohíbe el empleo de sistemas como la mensajería de texto en operaciones reales.

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]

ANEXO H

INFORME SOBRE GARMIN GPS ETREX 30

A continuación se presenta el informe de análisis del *software* propio del dispositivo Garmin GPS eTrex 30 conteniendo la evaluación de uso del programa y la justificación de los resultados del análisis cuantitativo reflejado en la memoria.

EVALUACIÓN DE USO DEL DISPOSITIVO

Características técnicas: dispositivo de 141,7 gramos de peso, reducido tamaño (5,4x10,3x3,3 cm) y pantalla no táctil de 2,2" con resolución de 176x220 *píxeles*. Emplea dos (2) pilas AA como fuente de alimentación que le otorgan una autonomía de aproximadamente 25 horas hasta que es preciso cambiar el juego de pilas. Cuenta con una protección IP67 (ver **punto 1.3** de la memoria del trabajo) contra polvo y agua. Asimismo, incorpora una brújula electrónica de tres ejes y un altímetro barométrico. Asimismo, cuenta con una antena GPS/GLONASS de alta sensibilidad y con un sistema de transmisión de datos vectoriales inalámbrica cercana para dispositivos Garmin. Finalmente, puede emplear satélites GPS y GLONASS para la navegación asistida y tiene una memoria interna de 1,7 GB con posibilidad de ser ampliada al admitir tarjetas de datos *microSD*. [19] [23]

Interfaz: el dispositivo presenta una interfaz de complejidad baja y su empleo no resulta excesivamente complicado gracias a la limitada cantidad de funciones, menús y ventanas que presenta, de forma que no se hace precisa una formación previa de los usuarios.

Dado que el dispositivo no cuenta con una pantalla táctil, todas las acciones deben ser realizadas a través de un *joystick* ("*Thumb Stick*"), un botón de retroceso y otro de menú y sendos botones de ascenso y descenso (ver **Figura H.1**). Esto hace que el manejo del dispositivo, inserción de textos o coordenadas, o selección de funciones o menús resulte excesivamente lento y laborioso, si bien también hace que su uso en un vehículo en movimiento sea más sencillo que el de los SIG vehiculares operados en *tablets* táctiles, especialmente en lo que respecta a los desplazamientos del mapa (mediante el *Thumb Stick*) y al aumento o disminución del zoom sobre el mismo (mediante los botones de ascenso y descenso).



Figura H.1 Aspecto del Gramin GPS eTrex 30. Extraído de [23]

El dispositivo presenta la posibilidad de activar un modo de empleo nocturno en el que se reduce al máximo el brillo de la pantalla (bien de forma manual, o bien de forma automática cuando el reloj del dispositivo detecta que se ha superado la hora del ocaso, volviéndose al modo de empleo diurno al pasarse la hora del alba).

En cuanto a la pantalla de navegación, ésta puede ser visualizada despejada por completo o conjuntamente con varios paneles de información (velocidad, rumbo cardinal del movimiento -no obstante, la brújula propiamente dicha, con limbo graduado, sólo es accesible en una ventana distinta a la del navegador-, distancia acumulada y altitud de la posición actual). No obstante, como ya se ha mencionado, el reducido tamaño y la escasa resolución de la pantalla hacen que su empleo no resulte del todo óptimo para un usuario vehicular.

Por otra parte, el dispositivo permite conocer el número de satélites adquiridos y el nivel de adquisición de los mismos, así como activar el seguimiento de la posición del usuario manteniendo el sentido del mapa o el de la marcha y la edición de los contenidos de los paneles de información y los menús de información del trayecto y brújula.

Finalmente, es posible visualizar el perfil de pendientes del itinerario recorrido así como calcular la distancia a un punto del terreno respecto a la posición actual del usuario de forma inmediata y precisa mediante el empleo del *Thumb Stick* o la separación entre dos puntos del terreno mediante la creación de sendos *waypoints* en sus posiciones y la unión de los mismos mediante una ruta. Igualmente, el dispositivo permite calcular el área del itinerario recorrido por el usuario, si bien el hecho de que no permita calcular la superficie de una geometría no transitada físicamente resulta una limitación.

Capas ráster: el dispositivo permite cargar varias capas ráster simultáneamente en formatos nativos de Garmin (.IMG y .JNX), si bien no abre archivos tipo ECW, FRE, .MAP, .RMAP, o GeoTIFF, siendo por ello preciso convertir la cartografía proporcionada por el CEGET, descargada del IGN o conseguida por otros medios en formatos ráster comunes, a los formatos nativos del programa mediante el programa SIG no vehicular MapSource (ver **Anexo M**), lo que constituye una seria contraindicación para su adopción por las PU de Caballería. De forma análoga, la poca capacidad del dispositivo, que se ve lastrado por su pequeño tamaño, hace que la carga de los mapas conforme el usuario avanza por el terreno o explora el mapa con el cursor resulte excesivamente lenta, si bien la conversión de los mapas a formato fragmentado .JNX solventa parcialmente este problema.

Archivos vectoriales: el dispositivo guarda automáticamente todas las geometrías vectoriales que crea el usuario en formato GPX lo cual constituye una gran ventaja al permitir que sean exportadas directamente a cualquier otro dispositivo de navegación digital, si bien éste es el único formato vectorial soportado por el aparato. Igualmente, existe la posibilidad de transferir (importar o exportar) de forma inalámbrica los archivos GPX entre dispositivos Garmin mediante el sistema de transmisión inalámbrica cercana (aproximadamente 3 metros de alcance) que incluye el dispositivo.

El dispositivo permite crear dos tipos de geometrías vectoriales: puntos (*waypoints*) y líneas (*tracks* y rutas). Los *waypoints* deben crearse a través del gestor de *waypoints*, introduciendo manualmente las coordenadas, ya que si se intentan crear directamente sobre el mapa (pulsando con el *Thumb Stick* sobre el punto deseado) únicamente se activa la navegación directa al punto marcado, sin crearse en él un *waypoint* como tal. Por otro lado, es posible añadir información asociada al *waypoint* en forma de texto (nombre del punto y descripción del mismo). Igualmente, es posible activar una función que permite al usuario navegar con la ayuda del programa directamente al punto seleccionado. El dispositivo permite también asignar a cada *waypoint* un icono distinto (a elegir de entre una amplia lista de figuras predeterminadas), lo que resulta muy práctico para una PU de Caballería, en términos de ahorro de tiempo y estandarización de los productos del reconocimiento.

A pesar de que no es posible crear ni importar *photowaypoints*, el dispositivo cuenta con un visor de imágenes en el que pueden almacenarse fotografías georreferenciadas acerca de las que se pueden obtener datos como distancia a la localización actual del usuario o rumbo respecto de la misma.

Por último, en lo que se refiere a *waypoints*, el dispositivo presenta dos herramientas que merecen mención aparte: "Promediar *waypoint*" y "Sight 'n Go". La primera permite perfeccionar la ubicación de un *waypoint* al máximo, si bien el procedimiento requerido, consistente en situarse físicamente sobre el punto entre 4 y 8 veces, dejando 8 minutos de tiempo entre cada colocación, y debiendo esperar a que se complete al 100% una barra de estado de geolocalización, lo que resulta completamente inoperativo para una PU de Caballería. Por otro lado, la función *Sight 'n Go* sí que resulta de una inmensa utilidad para un usuario táctico vehicular a la hora de designar objetivos o ubicar las coordenadas de un punto del terreno. La herramienta consiste en la proyección de un *waypoint* estableciendo un rumbo apuntando con el dispositivo en una dirección concreta y marcando una distancia aproximada (en metros o kilómetros) respecto a la posición actual, quedando establecido el punto en el lugar resultante.

En cuanto a los *tracks*, éstos pueden ser importados desde otro dispositivo o grabados en tiempo real marcando el itinerario seguido por el usuario (permitiendo el dispositivo pausar, terminar sin guardar, reanudar o guardar el grabado de la traza en cualquier momento). Además, se puede dibujar directamente sobre el mapa un *track* a modo de itinerario a seguir por el usuario o para ser exportado a otro dispositivo, lo cual constituye un punto a favor para el programa. También permite crear rutas mediante la selección múltiple de *waypoints* (siendo posible elegirlos de entre los ya creados o marcarlos directamente sobre el mapa) y unión de los mismos de forma rápida, pudiéndose invertir el sentido de marcha de la ruta de forma directa mediante un botón.

Finalmente, el dispositivo permite tanto seleccionar el color de representación de *tracks* y rutas como activar una alerta sonora de proximidad a un punto del terreno a elegir por el usuario (que deberá, asimismo, seleccionar el radio -en millas- de proximidad), lo cual constituye una función sin aplicación para una PU de Caballería, dado que al usuario le resulta imposible oír un aviso sonoro en un vehículo en movimiento.

Archivos matriciales: el dispositivo no permite la carga y uso de archivos matriciales.

Sistemas de coordenadas y datum: el dispositivo ofrece la posibilidad de trabajar con coordenadas geográficas, UTM o UTM MGRS (entre otros muchos sistemas disponibles) y con una inmensa cantidad de *datum*, entre los que se incluyen el ED50 y el WGS84, si bien no se puede trabajar con el ETRS89, lo que constituye un serio problema a la hora de ser empleado por una PU de Caballería, especialmente teniendo en cuenta que desde 2007 toda la producción cartográfica del CEGET y el IGN abandonó el ED50 para emplear el ETRS89 [13]. No obstante, el hecho de que la cantidad de *datum* disponibles sea tan amplia constituye un sustituto a la imposibilidad de que el usuario cree manualmente sus propios sistemas de referencia.

Otras observaciones: el dispositivo cuenta, adicionalmente, con calculadora, cronómetro, despertador y calendario (herramientas de poca utilidad para una PU de Caballería). Igualmente, permite realizar capturas de pantalla y proporciona al usuario información relativa a la hora de salida y ocaso del sol y la luna. Esto último sí que resulta práctico para una Unidad táctica de cara a efectuar planeamientos expeditos sobre el terreno.

EXPLICACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL DISPOSITIVO

A continuación se recoge la justificación de los valores otorgados a los grados individuales de cumplimiento de cada uno de los requisitos evaluados en el análisis del Garmin GPS *etrex30* como SIG-táctico vehicular. Asimismo, se explican con detalle las funcionalidades adicionales consideradas para la elaboración de dicho análisis:

1. **Navegación con GPS:** calificación 5/5 por permitir de forma completamente satisfactoria la navegación con la antena GPS/GLONASS del dispositivo, que resulta más potente y precisa que las integradas en las *tablet* que sirven de soporte a los otros programas SIG analizados.
2. **Empleo de simbología militar OTAN:** calificación 3/5 por permitir establecer distintos iconos estandarizados para los *waypoints*, de forma que sería posible cargar los símbolos tácticos de la OTAN para su empleo por los usuarios, si bien el dispositivo no presenta la opción de forma directa.
3. **Creación de *waypoints* directamente sobre mapa:** calificación 2/5 por permitir crear un *waypoint* directamente sobre el mapa que se está visualizando, si bien no alcanza la puntuación máxima porque los puntos marcados sobre el mapa empleando el *joystick* del dispositivo sólo quedan almacenados de forma temporal, estableciéndose automáticamente la navegación a dicho *waypoint*, el cual desaparece al cesar esa navegación.
4. **Creación de *waypoints* introducidos por coordenadas:** calificación 3/5 por permitir crear *waypoints* a través de la introducción de las coordenadas del punto deseado, si bien no obtiene la puntuación máxima por resultar el proceso de creación de un *waypoint* por esta vía excesivamente poco ágil a la hora de elegir cada número integrante de dichas coordenadas empleando el *Thumb Stick* del dispositivo.
5. **Creación de rutas sobre el mapa:** calificación 5/5 porque, permite crear rutas de forma rápida y muy precisa mediante la unión de *waypoints* mediante el *joystick* directamente sobre el plano mediante un único *click* sobre el punto deseado.
6. **Alerta de proximidad a *waypoint*:** calificación 2/5 porque, aunque permite establecer una alerta de proximidad a *waypoints* de forma individualizada, ésta es sonora (resulta, como ya se ha mencionado en análisis anteriores, prácticamente imposible que el usuario escuche el sonido dentro del vehículo). Igualmente, el dispositivo presenta el inconveniente de que únicamente puede introducirse la distancia a la que saltará la alarma de proximidad empleando las millas en vez de metros o kilómetros como unidad de medida.
7. **Cálculo de rumbos:** calificación 4/5 dado que el dispositivo cuenta tanto con una brújula convencional en la que el rumbo debe determinarse visualmente con el limbo, como con una herramienta (*Sight 'n Go*) que muestra numéricamente el ángulo que forma con el Norte magnético la dirección hacia la que se apunta el dispositivo. No obstante, no se le da la máxima puntuación por ser necesario salir del visor principal para obtener el rumbo de cualquiera de las dos formas descritas.
8. **Cálculo de áreas:** calificación 1/5 ya que aunque posee esta función sólo permite emplearla para calcular el área de una zona recorrida por el usuario de forma física, no la establecida manualmente sobre el mapa.
9. **Distancias al usuario:** calificación 5/5 dado que se puede calcular la distancia entre el usuario y un punto del terreno de forma directa, rápida y precisa mediante el *Thumb Stick*.

10. **Distancias entre puntos:** calificación 3/5, dado que no es posible obtener las distancias entre dos puntos del terreno de otra forma diferente al establecimiento de sendos *waypoints* en los puntos deseados y unión de los mismos mediante una ruta, de forma que se obtenga la distancia entre ambos al consultar las propiedades de la ruta creada
11. **Carga de dos (2) capas ráster:** calificación 2/5 ya que aunque permite cargar varias capas ráster, el dispositivo presenta serias dificultades para cargar los mapas activados conforme el usuario avanza, a no ser que se encuentren en el formato fragmentado .JNX, constituyendo esto una gran desventaja a la hora de emplearlo con cartografía de espacios extensos.
12. **Grabar y exportar itinerario:** calificación 5/5, dado que es posible grabar de forma precisa y muy intuitiva el itinerario recorrido por el usuario en tiempo real, pausando y reiniciando la grabación o desechando el segmento grabado. Igualmente, permite exportar el itinerario grabado y guardado como un archivo GPX.
13. **Importar y exportar GPX:** calificación 5/5, ya que el programa guarda automáticamente todos los archivos vectoriales en formato GPX y resulta sencillo importar o exportar estos archivos conectando el dispositivo a un ordenador o empleando la función de conexión inalámbrica entre dispositivos Garmin.
14. **Altura de la posición del usuario mediante MDE:** calificación 3/5, ya que permite obtener de forma directa en los paneles de información del visor principal (si se activan, o, en caso contrario, en la ventana del procesador de trayecto) la altura del usuario en su posición actual mediante los valores arrojados por el altímetro barométrico del propio dispositivo.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** calificación 3/5, dado que el dispositivo permite obtener, mediante el altímetro barométrico que incorpora, la altura de un punto distinto a la posición actual del usuario haciendo *click* en dicho punto con el *Thumb Stick*.
16. **Navegación 3D mediante MDE:** calificación 0/5, porque el dispositivo no permite activar una vista en 3D con la cual navegar o analizar el terreno.
17. **Abrir archivos DTED:** calificación 0/5, dado que el dispositivo no permite abrir y cargar archivos matriciales.
18. **Abrir archivos ASCII Grid:** calificación 0/5, dado que el dispositivo no permite abrir y cargar archivos matriciales.
19. **Abrir archivos GEO:** calificación 0/5 dado que el dispositivo no permite abrir y cargar archivos matriciales.
20. **Abrir archivos Shapefile:** calificación 0/5, ya que el dispositivo no abre archivos vectoriales con este formato.
21. **Abrir archivos FRE:** calificación 0/5, ya que el dispositivo no abre archivos ráster con este formato.
22. **Abrir archivos ECW:** calificación 0/5, ya que el dispositivo no abre archivos ráster con este formato.
23. **Abrir archivos GeoTIFF:** calificación 0/5, ya que no permite cargar archivos ráster en este formato.
24. **Introducir texto en un waypoint:** calificación 3/5, dado que permite asociar de forma intuitiva un texto a un punto determinado, si bien la necesidad de emplear el *Thumb Stick*

para seleccionar cada letra constituye una seria limitación para un usuario vehicular a la hora de escribir de forma rápida una descripción de un punto determinado.

25. **Crear fotowaypoints:** calificación 0/5 ya que no permite crear *waypoints* con una fotografía asociada.
26. **Posibilidad de abrir una brújula sobre el usuario:** calificación 3/5, debida a que si bien sí que permite, como ya se ha dicho, visualizar una brújula mostrando el Norte magnético y la orientación del usuario o el *Sight 'n Go* con el rumbo en grados del dispositivo, no permite abrirla sobre el icono de posición ni sobre el visor principal, sino en una ventana independiente.
27. **Interfaz de uso táctico:** calificación 4/5, ya que aunque la interfaz del dispositivo y los distintos procesos necesarios para ejecutar sus funcionalidades resultan extremadamente simples e intuitivos, el hecho de que la pantalla tenga un tamaño y resolución tan reducidos y no sea táctil, sino que requiera el empleo de botoneras de desplazamiento y el *Thumb Stick* hacen que su uso resulte sensiblemente lento con respecto a las posibilidades que ofrecen los programas SIG vehiculares sobre *tablet* analizados. No obstante, el tamaño muy reducido del dispositivo en su conjunto lo hace muy adecuado para su empleo en vehículos de combate ya que en ningún caso estorba la labor del jefe del mismo.
28. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** calificación 0/5, dado que no permite cargar ninguna rejilla sobre la interfaz de navegación.
29. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** calificación 5/5, ya que el dispositivo permite trabajar tanto con coordenadas UTM como geográficas.
30. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** calificación 5/5, ya que el dispositivo permite trabajar con coordenadas de tipo UTM MGRS.
31. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** calificación 1/5, dado que el dispositivo sí que ofrece la posibilidad de emplear los sistemas de referencia ED50 y WGS84 pero no es posible trabajar con ETRS89, lo que constituye una muy importante limitación de cara a su empleo por una PU de Caballería tal y como se señalaba en el apartado **Sistemas de coordenadas y datum** de la evaluación cualitativa del dispositivo.
32. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** calificación 3/5, ya que aunque el dispositivo no ofrece la posibilidad de crear sistemas de referencia de forma manual, sí que ofrece un inmenso catálogo de sistemas a escoger por el usuario, de forma que no resulta preciso que éste cree uno nuevo.
33. **Aviso de proximidad textual:** calificación 0/5, ya que el aviso de proximidad no puede ser textual, únicamente, como ya se ha mencionado, sonoro.
34. **Aviso de proximidad con foto:** calificación 0/5, dado que los avisos de proximidad en ningún caso pueden asociarse a imágenes.
35. **Rutas con distintos colores:** calificación 2/5, ya que permite modificar el color con el que se representan todas las rutas, no pudiéndose establecer de forma individualizada pero sí siendo posible configurar el color de visualización a partir de una lista de colores.
36. **Waypoints con distintos colores:** calificación 4/5, ya que sólo ofrece la posibilidad de elegir diferentes tipos de iconos para representar los *waypoints* individualmente.

37. **Modo de empleo nocturno:** calificación 4/5, ya que el dispositivo presenta la opción de reducir al mínimo el brillo del dispositivo.

Las funcionalidades adicionales del dispositivo son:

1. **Posibilidad de activar una navegación directa a un *waypoint*:** utilidad 1/5 por resultar una funcionalidad de muy limitada utilidad para un usuario vehicular.
2. **Posibilidad de activar la navegación de una ruta:** utilidad 1/5 por resultar una funcionalidad de muy limitada utilidad para un usuario vehicular.
3. **Posibilidad de emplear el dispositivo con la pantalla en suspensión:** utilidad 4/5 pues resulta una característica muy provechosa de cara a aumentar la duración de la vida útil de las pilas que alimentan el dispositivo.
4. **Posibilidad de hacer zoom con los botones laterales del dispositivo:** utilidad 4/5 por permitir acercar o alejar la vista del mapa de forma más fiable, sencilla y precisa que mediante el uso de la pantalla táctil (método común al resto de programas de este tipo que funcionan en soporte *Android*).
5. **El mapa se desliza empleando el *Thumb Stick*:** utilidad 3/5, dado que permite al usuario mover la capa de mapas de forma más precisa que si lo hiciera empleando una pantalla táctil, aunque a una velocidad menor.
6. **Posibilidad de abrir archivos ráster *.JNX* e *.IMG*:** utilidad 2/5 ya que el hecho de que el dispositivo únicamente soporte estos dos formatos de archivo ráster resulta una seria limitación a su empleo, al hacerse necesario convertir la cartografía del IGN (formato ECW o GeoTIFF) o del CEGET (formato FRE) a los formatos de archivo nativos de Garmin.
7. **Señala la velocidad de desplazamiento del usuario:** utilidad 1/5, dado que permite al usuario tener conocimiento de su velocidad de avance, si bien resulta más preciso recurrir al velocímetro del conductor del vehículo.
8. **Posibilidad de editar el contenido de las botoneras de datos:** utilidad 1/5 ya que aunque para el usuario resulta útil poder configurar según sus preferencias las barras de datos del dispositivo, no constituye un verdadero punto a favor dado que aumenta la dificultad de uso del dispositivo y limita su interoperabilidad entre distintos usuarios.
9. **Escala métrica gráfica en la interfaz principal:** utilidad 2/5, ya que constituye una herramienta razonablemente útil para la navegación y apreciación de la escala de visualización de la capa cargada, si bien no resulta tan útil como lo sería una rejilla de coordenadas.
10. **Posibilidad de aplicar filtros por atributos a los archivos vectoriales:** Utilidad 2/5 por permitir buscar, en el caso de tener grandes cantidades de archivos en las bibliotecas de *waypoints* y *tracks*, aquellos que resultan necesarios en un momento concreto.
11. **Empleo de pilas AA como fuente de alimentación:** utilidad 4/5 ya que el hecho de que el dispositivo no tenga una batería recargable como las *tablet* sino que emplee pilas AA desechables hace que el dispositivo pueda ser empleado por más tiempo que una *tablet* con su carga inicial y que, al agotarse ésta, resulte muy rápido cambiar las pilas agotadas por otras nuevas, siendo preciso, en el caso del resto de programas vehiculares analizados, volver a cargar la batería del dispositivo, lo que constituye una seria limitación a la hora de emplearlo en un vehículo de combate.

12. **Posibilidad de almacenar imágenes georreferenciadas:** utilidad 1/5, debido a que estas imágenes no son *foto waypoints* sino fotografías de las que se pueden extraer valores como rumbo respecto a la posición actual del usuario o distancia entre ambas localizaciones, no constituyendo, sin embargo, una herramienta realmente útil para un usuario táctico vehicular.
13. **Existencia de calculadora, calendario, cronómetro y despertador:** utilidad 1/5, ya que añaden funcionalidades al dispositivo que, si bien son prácticas, no son realmente necesarias para una PU de Caballería.
14. **Herramienta "Promediar *waypoint*":** utilidad 3/5, ya que permite aumentar significativamente la precisión con la que se marca un *waypoint*, si bien el procedimiento para hacerlo (ver **Archivos vectoriales** en la evaluación cualitativa del dispositivo) resulta demasiado largo e inoperativo para un usuario táctico.
15. **Posibilidad de activar una ubicación simulada:** utilidad 1/5 ya que para un usuario táctico no resulta realmente práctico establecer ubicaciones simuladas que sustituyan la suya.
16. **Herramienta "Sight 'n Go":** utilidad 5/5. Esta función (descrita en el apartado **Archivos vectoriales** de la evaluación cualitativa del dispositivo antes reflejada) resulta extremadamente útil para un usuario táctico vehicular, ya que permite obtener la posición geográfica estimada de un punto de cara a realizar designaciones de objetivos más precisas que las que puedan hacerse manualmente.
17. **Solidez y tamaño compacto:** utilidad 3/5, ya que si bien el dispositivo reúne unas características de tamaño, resistencia y protección muy elevadas, ya señaladas en el apartado **Características técnicas**, que le hacen muy adecuado para su empleo por PU de Caballería, el hecho de que estas características limiten en gran medida su capacidad de carga de archivos y hagan que la pantalla del dispositivo sea excesivamente reducida y de calidad muy limitada, constituyen al mismo tiempo un pro y un contra para el aparato.
18. **Posibilidad de activación automática del modo noche:** utilidad 2/5, ya que si bien resulta útil el hecho de que el dispositivo pueda ponerse automáticamente en modo nocturno o modo diurno en función de la hora actual y la hora de ocaso o amanecer (establecidas por señal satélite), tampoco constituye una función demasiado práctica para un usuario vehicular.
19. **Posibilidad de hacer capturas de pantalla:** utilidad 1/5, ya que no ofrece una gran utilidad para un usuario táctico vehicular.
20. **Información sobre el alba y el ocaso solar y lunar:** utilidad 3/5, dado que constituye una información útil de cara a realizar planeamientos expeditos sobre el terreno.
21. **Posibilidad de ver el estatus de adquisición de satélites para la navegación GPS:** utilidad 2/5, ya que permite al usuario conocer la fiabilidad de la posición que el dispositivo muestra en pantalla.

ANEXO I

EXPLICACIÓN DE LOS REQUISITOS PARA LOS SIG NO VEHICULARES

A continuación, se explican de forma detallada tanto el motivo como el porqué de cada uno de los cuarenta y cuatro (44) requisitos establecidos para los programas clasificados como SIG-tácticos no vehiculares para las PU de Caballería así como la ponderación dada a cada uno de estos requerimientos, que aparecen reflejados de forma esquemática en la **Tabla 3.2** de la memoria del presente trabajo.

1. **Empleo de simbología militar OTAN:** para una PU de Caballería resulta interesante poder emplear en sus programas SIG no vehiculares la simbología militar estándar de la OTAN, marcada por el STANAG 2019 [49] de dicha organización de cara a poder representar despliegues propios y enemigos sobre el mapa, así como movimientos y operaciones, etc., de cara a posibilitar la realización del planeamiento de forma digital mediante el programa elegido y con la simbología adecuada. Por ello, dada la importancia de este requisito de cara a hacer del programa escogido la herramienta de planeamiento que la PU necesita, se le ha asignado un peso específico de 7/10.
2. **Creación de *waypoints* directamente sobre mapa:** este requerimiento ha recibido una ponderación de 8/10 ya que para un usuario táctico no vehicular resulta importante el poder marcar de forma rápida e intuitiva un punto directamente sobre el mapa, de forma que pueda registrar información de interés relativa a un punto o zona del terreno, situar Unidades durante el planeamiento o la conducción de operaciones, etc.
3. **Creación de *waypoints* introducidos por coordenadas:** este requisito ha recibido una ponderación de 8/10 ya que resulta tan vital para los usuarios no vehiculares de una PU de Caballería como la creación de *waypoints* sobre el propio mapa.
4. **Creación de rutas sobre el mapa:** para un usuario vehicular resulta muy importante poder trazar de forma manual y directamente sobre el mapa, del modo más rápido, preciso e intuitivo posible, un itinerario (bien un *track* o bien una ruta) tanto para emplearlo en el planeamiento como para hacérselo llegar a sus subordinados a modo de orden o de información. Por ello, a este requisito se le ha asignado un peso de 7/10.
5. **Existencia de un editor de mapas:** a una PU de Caballería le resulta muy interesante, si bien no imprescindible, disponer de un editor de mapas que permita, a partir de una o más capas ráster y vectoriales, crear un mapa mostrando el terreno y los elementos vectoriales que se requiera e incluyendo las escalas, cajetines de imágenes y texto, rejilla, leyenda, etc. necesarios. Por ello, a este requisito se le ha asignado un peso de 6/10.
6. **Cálculo de rumbos:** este requisito recibe un peso de 3/10 porque a un usuario no vehicular no le resulta particularmente útil ni necesario conocer un rumbo con respecto a un punto, si bien es una herramienta útil de cara a establecer, llegado el caso, sectores de tiro o vigilancia de las Unidades subordinadas durante el planeamiento.
7. **Cálculo de áreas:** a este requerimiento se le ha asignado un peso de 5/10 ya que el usuario puede querer conocer la superficie de una zona determinada del terreno durante la realización del planeamiento de unas maniobras o de una operación o puede necesitar dicha información para llevar a cabo diversos análisis del entorno o la situación.

8. **Editor de archivos ráster:** para que un programa SIG no vehicular resulte plenamente útil para una PU de Caballería, es necesario que éste incluya distintas opciones de edición de archivos ráster (corte, unión, superposición, rotación...). Por ello, a este requisito se le ha asignado una ponderación de 8/10.
9. **Editor de archivos matriciales:** al igual que en el caso anterior, pero en menor medida que en el caso de los archivos ráster, ya que éstos últimos se emplean con mayor frecuencia, resulta conveniente que el SIG no vehicular que se elija para las PU de Caballería disponga de un editor de archivos matriciales, por lo que a este requerimiento se le ha dado una ponderación de 6/10.
10. **Distancias entre puntos:** al usuario de un SIG no vehicular le resulta muy útil, de cara a realizar planeamientos, el poder conocer la distancia que separan dos puntos del terreno cualesquiera (alcance de las armas de la Unidad o del enemigo, alcance de los sistemas de visión propios o del adversario, distancia a recorrer, separación de dos posiciones...). Por ello, a este requisito se le ha asignado un peso de 7/10.
11. **Representación gráfica de pendientes:** de cara a planear un ejercicio, un movimiento, etc., a una PU de Caballería le resulta extremadamente útil poder representar de forma gráfica y visual, mediante un código de colores, las pendientes de un terreno determinado, de cara a saber si los distintos vehículos de la Unidad pueden o no superar la pendiente frontal o lateral del terreno sin arriesgarse a sufrir un accidente. Por esto, al presente requerimiento se le ha asignado un peso individual de 9/10.
12. **Representación gráfica de la visibilidad:** de forma análoga al caso anterior, a una PU de Caballería le resulta muy importante poder conocer, mediante una representación gráfica por colores, las zonas vistas y ocultas desde un determinado observatorio en un radio de observación determinado, tanto para buscar puntos donde establecer posiciones de tiro y observatorios como para determinar rutas ocultas del enemigo. Por ello, a este requisito también se le ha asignado un peso de 9/10.
13. **Importar y exportar GPX:** un aspecto fundamental para que tanto el SIG vehicular como el no vehicular empleados por las PU de Caballería resulten realmente útiles es que la transferencia de datos e información entre ambos resulte posible, rápida, fluida e intuitiva. Así pues, el programa SIG no vehicular, al igual que el vehicular (ver **Anexo C**), debe poder cargar y transferir los archivos vectoriales en este formato, tanto para recibirlos de los subordinados o del escalón superior como para transmitir los productos del reconocimiento a sus superiores o para intercambiarlos con Unidades de otros Ejércitos u otras Armas que, a pesar de que empleen un SIG distinto, podrán abrir y emplear estos archivos de forma automática. Por todo ello, a este requisito se le ha asignado una ponderación de 9/10.
14. **Posibilidad de transferencia a dispositivos móviles:** por el mismo motivo expuesto en el apartado anterior, a este requisito, consistente en la existencia de una función que permita agilizar y automatizar este intercambio entre dispositivos vehiculares y no vehiculares, se le ha dado un peso de 8/10.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** de cara a obtener información de un punto del terreno para labores de análisis o planeamiento, al usuario le resulta útil que el SIG empleado le permita obtener una lectura aproximada de la altura de un punto concreto del terreno mediante un MDE. Por ello, a esta funcionalidad se le ha otorgado una ponderación de 6/10.
16. **Vista de trabajo en 3D:** para un usuario táctico no vehicular puede resultar útil activar una vista de trabajo tridimensional que le permita obtener una imagen aproximada del terreno

por el que va a desplazarse u operar su Unidad, así como conocer de forma casi igual a la realidad el campo de visión que tendrá un vehículo u observatorio si se despliega en un punto determinado del terreno. Dado que esta herramienta resulta una funcionalidad adicional no indispensable pero útil, al requisito se le ha dado un peso de 5/10.

17. **Abrir archivos DTED:** ponderación 5/10. El formato de datos DTED es empleado dentro del marco de la OTAN para los archivos matriciales (generalmente, MDE) por lo que resulta conveniente que el SIG no vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatibles con este tipo de archivos.
18. **Abrir archivos ASCII Grid:** ponderación 5/10. El formato de datos *ASCII Grid* (.asc) es frecuentemente empleado en el marco de los programas SIG para guardar archivos matriciales (como es el caso del IGN) por lo que resulta conveniente que el sistema no vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatibles con este tipo de archivos.
19. **Abrir archivos GEO:** ponderación 5/10. El formato de datos GEO es empleado dentro del marco del ET para los archivos matriciales (es el formato de datos nativo de la Carta Digital y el empleado por el CEGET para la producción de archivos matriciales) por lo que resulta conveniente que el SIG no vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatibles con este tipo de archivos.
20. **Abrir archivos Shapefile:** ponderación 5/10. El formato de datos *Shapefile* (.shp) es frecuentemente empleado dentro del mundo SIG para guardar archivos vectoriales por lo que resulta conveniente que el SIG no vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatibles con este tipo de archivos.
21. **Abrir archivos GPX:** ponderación 5/10. El formato de datos vectoriales GPX es el estándar internacional de intercambio de datos GPS/GLONASS, por lo que es conveniente que el SIG no vehicular a ser empleado en las PU de Caballería del ET español sea compatible con este tipo de archivos.
22. **Abrir archivos FRE:** ponderación 5/10. El formato de datos FRE es empleado dentro del marco del ET español para guardar los archivos ráster (el CEGET genera sus productos cartográficos digitales en este formato) por lo que resulta conveniente que el programa SIG no vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatibles con este tipo de archivos.
23. **Abrir archivos ECW:** ponderación 5/10. El formato de datos ECW es muy frecuentemente empleado dentro del marco de los SIG (como es el caso de, por ejemplo, el IGN) y de la OTAN para los archivos ráster por lo que resulta conveniente que el SIG no vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatibles con este tipo de archivos.
24. **Abrir archivos GeoTIFF:** ponderación 5/10. El formato de datos GeoTIFF es empleado dentro del marco de los SIG (como es el caso del IGN) para generar archivos ráster por lo que resulta conveniente que el programa SIG no vehicular a ser empleado por las PU de Caballería del ET español sea compatibles con este tipo de archivos.
25. **Introducir texto en un waypoint:** como se veía en el **Anexo C** de la presente memoria, para una PU de Caballería resulta casi igual de importante el poder marcar un punto relevante del terreno como el poder añadir información significativa relativa al mismo para proporcionar al mando o a los subordinados datos relevantes a modo de productos de los

reconocimientos, objetivos, puntos de interés, etc., de forma que ayuden a los escalones inferiores a la ejecución de operaciones y a los superiores al planeamiento y la conducción de las mismas. Por ello, a este requisito se le ha asignado una ponderación de 8/10.

26. **Crear fotowaypoints:** como veíamos en el requisito anterior, añadir información textual a un punto del terreno resulta esencial para que una PU de Caballería pueda extraer utilidad de un programa SIG. Por ello, el hecho de que este sistema permita no sólo asociar una descripción en forma de texto sino de imagen o fotografía a un punto da al programa una utilidad mucho mayor para la Unidad, ya que esto posibilita proporcionar información relativa a ciertos aspectos (aparición del punto, características, etc.) de forma mucho más visual e inmediata que a través de texto. No obstante, por no tratarse de una condición indispensable para que el SIG sea de utilidad, sino de una funcionalidad que le añade valor, se le ha otorgado una ponderación de 4/5.
27. **Convertor de formatos ráster:** dada la gran disparidad de formatos de datos ráster existentes actualmente (ECW, FRE, GeoTIFF, .MAP, .RMAP, .PNG, .IMG, etc.) resulta muy importante que el SIG no vehicular con el que se dote a las PU de Caballería cuente con un convertor de capas ráster que permita al usuario trabajar con el formato que más le convenga en cada caso. Así, a este requisito se le ha asignado un peso de 7/10.
28. **Convertor de formatos matriciales:** de igual manera que se exponía en el punto anterior, la gran variedad de formatos matriciales existentes (GEO, DTED, .CDEM, etc.) se hace necesaria la inclusión de un convertor de archivos matriciales en el SIG no vehicular de las PU de Caballería recibiendo este requisito, por tanto, un peso de 7/10.
29. **Consulta de filtro por atributos:** para llevar a cabo tareas de análisis y búsqueda sobre bases de datos existentes resulta necesario que el programa SIG no vehicular a emplear cuente con la posibilidad de llevar a cabo filtros sobre distintas tablas asociadas a elementos vectoriales a modo de buscador según un determinado atributo de dichas tablas (por ejemplo, fecha de registro, nombre, lugar, tipo de elemento, etc.). Por ello, este requisito ha recibido una ponderación de 6/10.
30. **Consulta de combinación de tablas por atributos:** al igual que en el caso anterior, pero en menor medida (de ahí que su ponderación individual sea de 3/10), es conveniente que el SIG no vehicular empleado por las PU de Caballería cuente con la posibilidad de combinar diferentes tablas de una base de datos en función de un atributo común elegido por el usuario.
31. **Cálculo de la ruta óptima:** de cara a planear ejercicios, operaciones, marchas, etc., resulta muy práctico que el usuario no vehicular disponga de una herramienta que calcule automáticamente la ruta óptima de unión entre dos puntos cualesquiera del terreno, en consideración a la pendiente del mismo. Por ello, a este aspecto se le ha dado un peso individual de 8/10.
32. **Posibilidad de editar la geometría de los archivos vectoriales:** este requisito recibe un peso de 7/10 porque es importante que el usuario no vehicular tenga capacidad de modificar la geometría de los archivos vectoriales que cree o reciba de escalones superiores o subordinados, de cara a modificar su posición o, en el caso de líneas y áreas, su forma.
33. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** cuando se emplea una ortofotografía aérea puede resultar difícil para el usuario, especialmente si no está acostumbrado a trabajar con ellas o no conoce el lugar que aparece en la imagen, apreciar las distancias y dimensiones de los elementos representados. Asimismo, si se están

empleando mapas topográficos sin rejilla propia o con una rejilla en un sistema de referencia distinto al empleado por el usuario éste carece de las referencias de distancia proporcionadas por estas rejillas. Por todo ello, resulta de utilidad que el programa a elegir permita cargar manualmente rejillas en sistemas de referencia elegidos por el usuario, de modo que se muestren sobre el visor superpuestas a la fotografía o mapa cargados, dándosele por tanto a este requisito una ponderación de 6/10.

34. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** en el ámbito de las fuerzas terrestres, el sistema de coordenadas empleado es el UTM (coordenadas métricas). No obstante, las fuerzas aéreas emplean las coordenadas geográficas. Por ello, se hace necesario que el SIG empleado por las PU de Caballería ofrezca la posibilidad de trabajar con ambos sistemas de coordenadas de cara a posibilitar tanto su empleo por los propios usuarios terrestres (empleando las coordenadas UTM) como la transmisión de datos geográficos por parte de las Unidades de tierra a medios de apoyo aéreo (en geográficas), siendo esta necesidad aún más marcada, si cabe, en el caso de los usuarios no vehiculares, que se corresponden a PC que pueden tener que intercambiar coordenadas con PC de otros Ejércitos. Por ello, el presente requisito tiene una ponderación de 9/10.
35. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** las coordenadas UTM MGRS, que se explicaban en el **Anexo C** de la memoria, son empleadas en el entorno OTAN, por lo que, si bien el poder emplearlas no resulta un requisito fundamental, a este aspecto se le ha ponderado con un 5/10 (frente al 4/10 en el caso de los SIG vehiculares) ya que para un usuario no vehicular resulta importante poder intercambiar coordenadas de puntos con elementos de mando de Unidades de otros países, en el marco de las operaciones internacionales, siendo así que el poder emplear UTM MGRS proporciona mayor interoperabilidad al programa SIG no vehicular con los de otros países aliados.
36. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** este requisito recibe una ponderación de 9/10 por ser estos tres sistemas los más empleados en el ámbito del ET español, tal y como se explicaba en el **Anexo C** de la presente memoria.
37. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** de cara a poder ser empleado en operaciones fuera del TN, el SIG elegido debería poder permitir al usuario establecer de forma manual el sistema de referencia a emplear (definiendo los parámetros de elipsoide, *datum* y sistema de coordenadas del país donde se lleva a cabo la misión internacional). Por ello, a este requisito se le ha asignado una ponderación de 9/10.
38. **Consulta de zona de influencia o buffer:** la consulta vectorial de zona de influencia señala el área en torno a una geometría vectorial comprendida por el perímetro proyectado a una distancia determinada (a elegir por el usuario) en torno a la misma. Esta consulta resulta muy útil para la realización de tareas de planeamiento y análisis por parte de usuarios tácticos no vehiculares de una PU de Caballería al permitir, por ejemplo, determinar las zonas del terreno dentro del alcance de un determinado sistema de armas, el área en torno a un itinerario que puede verse afectada por un Artefacto Explosivo Improvisado (IED) colocado sobre dicha ruta, de forma que las zonas de espera y reunión de la Unidad se deban establecer más allá de dicho área, etc. Por esto, el requisito ha recibido un peso individual de 7/10.
39. **Consulta vectorial de cercanía:** a esta consulta, consistente en la selección de todos los datos vectoriales que se encuentran a una distancia elegida por el usuario respecto a otra

geometría vectorial escogida como referencia, se le ha dado un peso de 6/10 por resultar de utilidad en labores de planeamiento y análisis de información.

40. **Posibilidad de unir geometrías vectoriales:** este requerimiento recibe un peso de 6/10 pues para un usuario no vehicular resulta necesario poder unir geometrías vectoriales (líneas y áreas) durante la realización de trabajos de análisis o planeamiento.
41. **Representación gráfica de curvas de nivel:** a este requisito se le ha ponderado con un 7/10 porque para un usuario táctico no vehicular resulta de gran utilidad disponer de una herramienta que dibuje automáticamente las curvas de nivel de un terreno en base a un MDE, pudiendo escoger la separación entre curvas y su color de representación de forma que, por ejemplo, se mejoren mapas topográficos existentes o se asignen curvas de nivel a ortofotografías aéreas en las que, de no incorporarse estas curvas, resulta mucho más difícil apreciar la forma del terreno.
42. **Posibilidad de georreferenciar archivos ráster:** para una PU de Caballería resulta extremadamente útil que el SIG no vehicular empleado permita georreferenciar capas ráster permitiendo, por ejemplo, escanear mapas en papel para ser empleados como cartografía digital, mejorar la precisión del georreferenciado de un archivo o georreferenciar fotografías aéreas tomadas por satélite, aviones o Vehículos y Sistemas Aéreos No Tripulados (UAV/UAS). Por ello a este requisito se le ha dado una ponderación individual de 8/10.
43. **Posibilidad de extraer el perfil de altura de una ruta:** a este requerimiento se le ha dado un peso individual de 8/10 pues para un usuario no vehicular resulta muy interesante el poder conocer el perfil de alturas de una ruta o itinerario determinado de cara a analizar la idoneidad de su empleo para marchas tanto a pie como en vehículo.
44. **Convertor de coordenadas:** para un usuario táctico no vehicular puede resultar útil disponer de un convertor de coordenadas (especialmente de geográficas a UTM y viceversa, por la problemática ya mencionada del empleo de las primeras por las fuerzas aéreas y las segundas por las terrestres). Por ello, a este requisito se le ha dado un peso individual de 5/10.

ANEXO J

INFORME SOBRE CARTA DIGITAL

A continuación se presenta el informe de análisis del Carta Digital conteniendo la evaluación de uso del programa y la justificación de los resultados del análisis cuantitativo reflejado en la memoria.

EVALUACIÓN DE USO DEL PROGRAMA

Requerimientos: el programa requiere, para funcionar, un ordenador con un procesador de más de 200 Hz, una memoria RAM de, por lo menos, 128 MB, 50 MB de espacio libre en el disco duro principal, una pantalla con color de 16 *bits* o más y resolución igual o superior a 800x600 *píxeles* y un sistema operativo igual o superior al *Windows XP* [24].

Interfaz: El programa presenta una interfaz de complejidad media (ver **Figura J.1**), con un visor de mapa que ocupa la mayor parte de la pantalla, una barra de herramientas así como diversos menús desplegables en la parte superior y el gestor de capas ("Panel de Leyenda") en la parte izquierda. Cuenta, asimismo, con una ventana, denominada "navegador", que muestra la región en la que se encuentra la información geográfica cargada a una escala más reducida. El empleo del programa resulta poco intuitivo debido a que presenta una muy amplia gama de funciones cuyos procedimientos de empleo resultan algo complicados, por lo que se requiere una formación previa significativa de los usuarios.

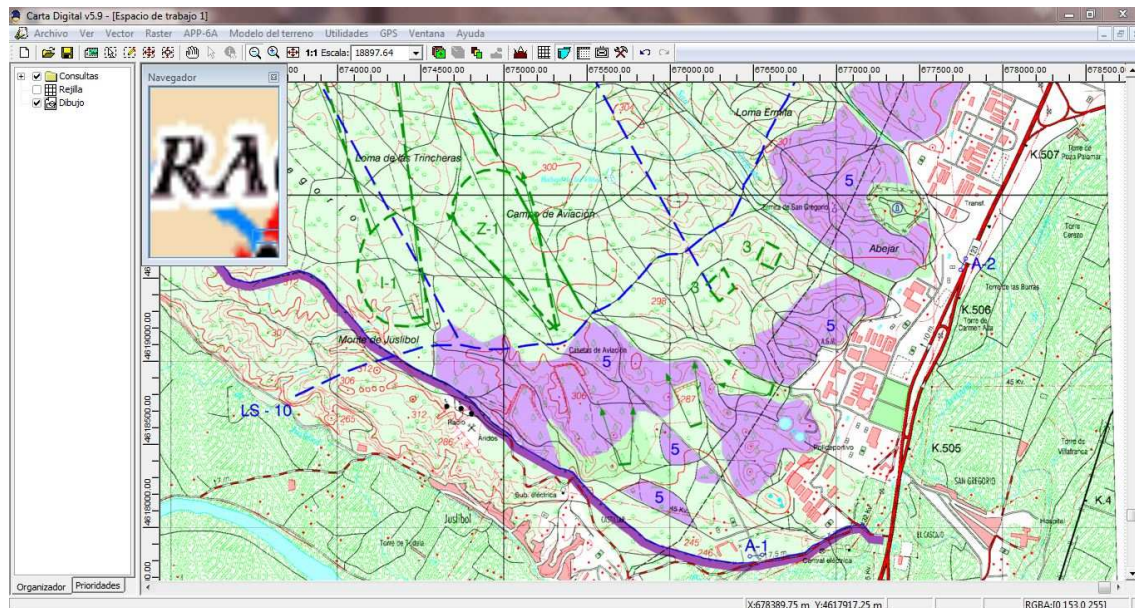


Figura J.1 Interfaz del Carta Digital. Captura de pantalla del programa en ejecución

Por otro lado, el programa permite al usuario configurar sus preferencias en diversos aspectos, para preestablecerlas de acuerdo a sus gustos individuales, lo que resta interoperabilidad al programa de forma muy reducida pues los cambios que se aplican son poco significativos (aparición de diversos elementos y de los resultados de algunas consultas, formato de impresión de mapa por defecto, ubicación de ficheros, etc.).

Pocas de las posibilidades que ofrece el programa son accesibles desde la barra de herramientas, si bien las demás son fácilmente alcanzables a través de menús desplegables de relativa sencillez y claridad. Además, la capacidad de ejecutar consultas y funciones de análisis por parte del programa resulta muy amplia ofreciéndose, en la mayoría de los casos, consultas de gran utilidad para una PU de Caballería.

Por último, el programa cuenta con una herramienta que permite modificar el zoom aplicado al mapa que se visualiza empleando una escala numérica (1:x) así como la opción de configurar, en el panel de leyenda, la visibilidad de los archivos cargados, el orden de las capas cargadas (de cara a modificar la superposición visual entre ellas), así como el grado de transparencia de las capas ráster y la forma gráfica de representación de los archivos vectoriales (color, grosor, etc.).

Capas ráster: el programa permite abrir capas ráster en formato ECW, GeoTIFF, JPEG, BMP, FRE y OZF2. Asimismo, permite obtener éstas a través de servicios WMS a los que se accede directamente a través del propio programa, siendo posible también que el usuario configure sus servidores del servicio según su propio criterio. El programa cuenta, adicionalmente, con una función denominada "Completar Descarga de Mapa", que baja automáticamente de Internet aquellos elementos que no se hayan descargado correctamente en un intento inicial, constituyendo esto una herramienta de gran utilidad si bien, como ya se vio anteriormente para los programas SIG vehiculares, en el ámbito de una PU de Caballería no debería confiarse en un servicio *online* para la obtención de cartografía digital, que debería de provenir de canales oficiales accesibles tanto en Territorio Nacional (TN) como en ZO.

El programa cuenta, además, con un conversor de formatos ráster que permite al usuario transformar archivos de un formato soportado a otro, con la única excepción del ECW, del que es posible transformar archivos pero que no puede ser asignado como formato de salida del conversor.

Por otro lado, el programa cuenta también con un editor de archivos ráster que permite rotar, filtrar, ecualizar y cortar una capa de forma manual directamente sobre el visor del mapa o empleando como molde para el corte un rectángulo o polígono vectorial previamente creado por el usuario sobre la zona a recortar. Asimismo, para archivos en formato FRE, el programa permite aplicar una función de unión ("Componer FRE") de varios archivos ráster, si bien esta función no se encuentra disponible para otros formatos aparte del nativo de Carta Digital. Por último, el programa también cuenta con una herramienta de "Edición de Cabecera" que permite modificar de forma directa y sencilla el *datum* de un mapa así como su resolución, metadatos (autor, *copyright*, fecha y descripción) y georreferenciación (mediante la modificación de las coordenadas correspondientes a los puntos de su esquina NO).

Por otro lado, existe una opción para archivos ráster ("Ver Información") que muestra al usuario, por pantalla, toda la información relevante relativa a la capa que tenga seleccionada (*path*, sistema de referenciación, coordenadas de sus esquinas NO y SE, resolución, tamaño del archivo, última modificación, dimensiones, tipo de compresión, *bits* por *píxel* y formato de archivo).

Finalmente, el programa cuenta también con una herramienta de georreferenciación de archivos ráster que puede emplearse tanto con ayuda de archivos de referencia (otras capas ráster que muestren la misma zona del terreno y cuya referenciación sea conocida) o de forma meramente manual. En el primer caso, el usuario debe asignar una serie de puntos de referencia tanto en el archivo referenciado como en el no referenciado, de forma que el programa asocia ambos y georreferencia cada punto del terreno marcado en el archivo sin referenciar. En el segundo caso, el usuario debe marcar igualmente una serie de puntos del terreno a los que, además, debe asociar de forma manual unas coordenadas, en función de la precisión de las cuales se georreferenciará de forma más o menos correcta el archivo.

Archivos vectoriales: el programa permite emplear archivos vectoriales de aplicación vehicular (*waypoints*, *tracks* o trazas y rutas en formatos KML, KMZ y GPX) y de aplicación no vehicular (puntos, líneas y polígonos con tablas de atributos asociadas en formatos *Shapefile*, SQL, DBF, MDB y Oracle Spatial).

En cuanto a los de aplicación vehicular, el programa permite crear *waypoints* de forma directa sobre el mapa (marcando de forma manual con el ratón el punto deseado) o mediante la introducción de coordenadas (creando un punto en un lugar cualquiera e introduciendo manualmente las coordenadas del punto deseado). A estos *waypoints* se les puede añadir un nombre, un valor de altura y una descripción textual. Por su parte, los *tracks* o trazas deben ser creados de forma manual (mediante el ratón) por el usuario, que ha de trazar el recorrido del *track* directamente sobre el mapa, pudiendo introducir un nombre y una descripción textual a cada *track* creado. En cuanto a las rutas, éstas deben ser creadas mediante la adición de puntos por parte del usuario empleando el puntero del ratón directamente sobre el mapa siendo posible, además, modificar la posición de los *waypoints* que integran la ruta y variar el orden en la lista que sigue el programa para crear los segmentos que unen ordenadamente los distintos puntos para generar la ruta. Al igual que en los casos anteriores, a las rutas puede modificárseles el nombre y la descripción textual.

En los tres casos (rutas, trazas y *waypoints*) el usuario puede modificar su geometría moviendo la figura manualmente sobre el mapa y, en el caso de las trazas, añadiendo nuevos puntos o moviendo los ya creados.

En cuanto a los de aplicación no vehicular (puntos, líneas y polígonos), deben ser creados por el usuario conformando un "Conjunto de datos" sobre una base de datos de Access, pudiéndose emplear plantillas (guardadas en formato nativo de Carta Digital, .ptf) que permiten estandarizar y agilizar el proceso de representación gráfica de las distintas geometrías, resultando una herramienta de inmensa utilidad para una PU de Caballería de cara a homogeneizar los trabajos de sus usuarios y ahorrar tiempo en su ejecución.

A la hora de crear estas geometrías, el usuario deberá generar una serie de tablas dentro del conjunto de datos, a las que deberá asignar un tipo de geometría (lineal, puntual o poligonal) y, dentro de cada una, una serie de atributos que puedan ser empleados para almacenar información y realizar consultas de análisis posteriormente. La información a añadir varía desde campos calculados (longitud de líneas, superficie y perímetro de polígonos, coordenadas de puntos) hasta campos booleanos (sí/no), fechas, números, cadenas de caracteres, etc. Finalmente, el usuario deberá elegir la forma de representación gráfica de cada elemento del conjunto de datos (color, grosor, icono, *tooltip*, etiquetas...).

En cuanto a la creación de estas geometrías, resulta sumamente simple para el usuario generar nuevos puntos, líneas o polígonos, haciéndolo mediante el ratón, de forma intuitiva y sobre el mapa, y siendo posible, además, modificar la posición de puntos, líneas y polígonos, añadir nuevas líneas a geometrías lineales, crear huecos o aumentar las áreas de los polígonos, etc., todo ello de modo intuitivo y simple.

Archivos matriciales: el programa permite abrir archivos matriciales en formato DTED y GEO. El programa cuenta también con un conversor de formatos matriciales que permite al usuario transformar archivos de un formato soportado a otro y, adicionalmente, *ASCII Grid*. El programa también tiene una herramienta de "Ver Información", que proporciona los mismos datos que se reseñaban en el apartado correspondiente a **Capas ráster**. Además, tiene un editor de archivos matriciales que permite cortar una capa de forma manual directamente sobre el visor del mapa o empleando como molde para el corte un

rectángulo o polígono vectorial previamente creado por el usuario sobre la zona a recortar. Asimismo, para archivos en formato GEO, el programa permite aplicar una función de unión ("Componer GEO") de varios archivos matriciales, si bien esta función no se encuentra disponible para otros formatos aparte del nativo del Carta Digital. Por último, el programa también cuenta con una herramienta de "Edición de Cabecera" idéntica a la descrita en el apartado **Capas ráster** de este informe.

Consultas y funciones de análisis: el programa cuenta con un buen número de consultas divididas en "Consultas de fuentes de datos", "Consultas vectoriales" y "Consultas matriciales". Entre las primeras encontramos la consulta SQL (que permite introducir manualmente una secuencia en lenguaje SQL para emplearla como filtro mediante el que realizar una búsqueda en las tablas del conjunto de datos elegido), el filtro por atributos (que aplica un filtro análogo al caso anterior mediante la construcción de sentencias lógicas), la consulta de rejillas (que permite al usuario generar tantas rejillas como quiera, en los *datum* que necesite, estableciendo también el paso de malla de las mismas y la forma de representación gráfica sobre el mapa), y la fuente de datos matriciales (que permite modificar la representación gráfica de los MDT mediante la realización de interpolaciones).

Dentro de las consultas vectoriales se encuentran: (i) la asignación de Z (que permite asignar un valor de altura a las geometrías vectoriales que se elijan bien a partir de un MDE cargado previamente o bien introduciendo manualmente un valor constante de altura igual para todos los vectoriales seleccionados), (ii) la consulta de centroide (que permite obtener el centro de gravedad, en forma de vectorial puntual, de cualquier geometría vectorial), (iii) la de cercanía (que muestra el punto, área o línea más cercanos a una geometría vectorial que el usuario designe), (iv) el cerco convexo (que permite unir geometrías de un mismo tipo para construir una polilínea que las envuelve a todas), (v) la consulta de combinación espacial (que posibilita al usuario unir geometrías en función de si se intersectan, cruzan, contienen una a la otra, etc.), (vi) la consulta de distancia (que selecciona automáticamente todos los vectoriales que se encuentran dentro de una distancia determinada por el usuario con respecto a una geometría que se toma como referencia), (vii) la consulta de diferencia (que, empleando una capa vectorial como restricción, elimina las áreas de otra capa que coinciden con ella), (viii) el filtro por tipo de geometría (que permite al usuario seleccionar automáticamente un tipo determinado de geometría vectorial a su elección), (ix) la generación de puntos (con la que el programa genera una nube de puntos de forma aleatoria, en tresbolillo o en cuadrícula, en función de un área, densidad y distancia entre puntos seleccionadas por el usuario), (x) la consulta de geometrías disjuntas (que permite crear un polígono que engloba a un conjunto de áreas seleccionadas), (xi) la consulta de intersección (que permite al usuario visualizar dónde intersectan las geometrías de una capa con las de otra), (xii) la reducción de líneas (que permite modificar el grosor y forma de las líneas que se determine, simplificándolas siguiendo criterios de proximidad de vértices de la línea o de ángulo entre segmentos de dicha línea), (xiii) la consulta de relación espacial (que permite al usuario ver si las geometrías de una capa y las de otra intersectan, contienen, cruzan, son igual o similares...), (xiv) la consulta de texto a punto (que transforma un texto en una geometría vectorial puntual, haciendo posible su volcado a una tabla de datos en formato *Shapefile*), (xv) la consulta de unión (que, a costa de borrar los atributos de las tablas de las capas de la base de datos correspondientes a las áreas o líneas seleccionadas, permite unir éstas) y (xvi) la consulta de zona de influencia (que permite establecer un área omnidireccional en torno a una geometría vectorial seleccionada posibilitando).

Finalmente, las consultas matriciales incluyen las siguientes funciones: (i) álgebra matricial (que permite al usuario realizar operaciones algebraicas de tres tipos: aritméticas, lógicas y de comparación, entre capas matriciales o sobre una de ellas), (ii) cotas significativas (que extrae, en forma de puntos, las

cotas máximas, mínimas y collados de un área del terreno), (iii) curvas de nivel (con la que el programa dibuja automáticamente las curvas de nivel de una zona de terreno determinada o todo el área abarcada por un MDE cargado, en base a éste, pudiendo el usuario seleccionar el grosor y color de representación de dichas líneas), (iv) visibilidad (que permite al usuario establecer un punto de observación y un radio de visión y, en base a un MDE, determinar las zonas vistas y ocultas mediante una representación gráfica por colores, modificables, en la que pueden introducirse valores de aumento de la precisión del cálculo de visibilidades como son, por ejemplo, la curvatura de la tierra o la presencia de vegetación, así como la altura del objetivo a visualizar y del observador), (v) pendientes (que permite al usuario visualizar gráficamente por colores, modificables, las pendientes de un área determinada o un MDE cargado, en base a éste, asignado el usuario el intervalo porcentual de pendientes al que asigna cada color), (vi) transitabilidad lineal (que establece la ruta óptima para unir dos puntos del terreno establecidos por el usuario de forma que no se supere una pendiente máxima admitida, que debe ser establecida por el usuario) y (vii) la transitabilidad matricial (que, de modo similar a la lineal, en base a unas ubicaciones, una pendiente máxima y un tiempo determinados por el usuario, establece el área alcanzable desde los diferentes puntos del terreno elegidos dentro de un mismo tiempo y sin superar la pendiente máxima establecida).

En líneas generales, casi todas las consultas y funciones de análisis proporcionadas por el programa resultan sencillas, rápidas e intuitivas a la hora de su realización, si bien es cierto que buen número de ellas resultan de muy poco o ningún interés para una PU de Caballería, no habiéndose incluido en este informe aquellas que tienen una nula aplicación para el caso estudiado en el trabajo.

Editor de mapas: el programa cuenta con una función de editor de mapas integrada dentro de la vista de trabajo a la que se denomina "Gestor de Impresión", al que se puede acceder directamente a través de un botón de la barra de herramientas o seleccionando manualmente el área a imprimir, introduciendo las coordenadas de los vértices del mapa a crear, seleccionando que se imprima la totalidad del área cubierta por todas las capas visibles o que se genere un mapa que muestre únicamente el área actual del visor. Una vez abierto el gestor de impresión, el usuario puede, de forma sencilla y considerablemente intuitiva, modificar la zona del mapa que se va a imprimir, moviéndolo manualmente, añadir cajetines de imagen, de texto, de imagen tridimensional generada con un MDE y de perfil de alturas. Asimismo, es posible añadir al mapa una escala gráfica, una leyenda, diferentes rejillas y las regletas de coordenadas en torno al perímetro exterior de la hoja.

De igual modo, el programa permite al usuario llevar a cabo diferentes acciones de edición de los elementos del mapa (posición del mapa en la hoja, tamaño de ésta, alineación y posición de los cajetines, resolución de la impresión, etc.).

Finalmente, a la hora de "imprimir" (generar) un mapa editado por el usuario, el programa permite crear archivos PDF, GeoTIFF, .TIFF, .PNG, .BMP, .JPG y FRE (si bien todos los formatos menos el FRE y el GeoTIFF no soportan imágenes de más de 4000 píxeles y reajustan el tamaño del plano a esta medida, aunque esto no supone una limitación seria al ser los formatos FRE y GeoTIFF los que más frecuentemente empleará una PU de Caballería); o bien guardar el formato de impresión como plantilla para generar nuevos mapas con un diseño idéntico al creado por el usuario (lo que permite estandarizar la generación de cartografía por parte de una PU de Caballería, de forma que todos sus integrantes creen mapas con un mismo modelo de presentación y ahorren tiempo en su creación al contar con una plantilla predeterminada) en un formato nativo de Carta Digital (.pft).

Sistemas de coordenadas y datum: el programa permite al usuario trabajar, entre otras, con coordenadas geográficas y UTM, así como con los *datum* ED50 y WGS84 y ETRS89, entre otros. Por otro lado, el programa permite al usuario crear sus propios sistemas de referencia de forma manual, así como cargar un número indefinido de rejillas con diferentes *datum* sobre el mapa (empleado para ello la consulta de fuentes de datos mencionada previamente en el apartado **Consultas y funciones de análisis**) de las que puede editar la apariencia de representación y el paso de malla.

Otras funciones: el programa cuenta con una herramienta de conversión de coordenadas, si bien únicamente permite pasar de ED50 a WGS84 y viceversa, siendo sólo posible convertir coordenadas de o a *datum* ETRS89 u otros si éstos son creados previamente por el usuario de forma manual. Asimismo, el programa permite al usuario calcular la distancia entre dos puntos que marque mediante el cursor del ratón sobre el terreno, así como la distancia acumulada entre tres o más de estos puntos. Igualmente, permite calcular el rumbo entre dos puntos con respecto al Norte mediante el mismo procedimiento que la distancia, y tiene una función de cálculo de la superficie comprendida dentro de un polígono creado por el usuario expresamente para saber su área. Por otro lado, también es posible conocer el área (y perímetro) de una superficie así como la distancia de una línea a través de la creación de campos calculados en geometrías vectoriales poligonales y lineales, respectivamente, que cree el usuario, si bien no sucede así para las rutas y los *tracks*, cuyas propiedades no brindan información acerca de la longitud.

Finalmente, el programa cuenta con un conversor que permite transformar los archivos vectoriales en matriciales y ráster en matriciales, y viceversa, a través de procedimientos bastante complejos.

Otras observaciones: el programa cuenta con un visor tridimensional basado en la utilización de ficheros MDE a los que pueden incorporarse archivos ráster (ortofotografías aéreas, mapas, etc.) y vectoriales (geometrías lineales, puntuales y poligonales) y que permite al usuario trabajar con una vista 3D del terreno pudiéndose modificar, además, la iluminación (grado de incidencia, color, intensidad), la niebla presente (color y densidad) y el momento del día (atardecer, mediodía, noche). Igualmente, mediante archivos vectoriales, el usuario puede representar en tres dimensiones diferentes objetos (edificaciones, vehículos, vegetación...) que aumentan, junto con las características anteriormente citadas, el realismo en la representación del entorno tridimensional, pudiéndose llegar a alcanzar grandes similitudes con la realidad. La utilidad de esta herramienta, innegable para una PU de Caballería, se ve acrecentada, si cabe, por la posibilidad de grabar vídeos en seguimiento de un itinerario marcado por el usuario en los que éste puede hacerse a la idea del aspecto de una ruta a seguir antes de llegar a ella, y por la posibilidad de realizar "fotografías" del visor tridimensional (exportables a PDF, .BMP o .JPEG) que posibilitan el conocimiento del terreno por parte de los usuarios tácticos vehiculares antes incluso de llegar a él, constituyendo por ello una herramienta de gran utilidad.

Por otro lado, el programa cuenta con una muy útil herramienta de "Transferencia a dispositivos móviles" que permite al usuario importar y exportar de forma inmediata y muy intuitiva archivos vectoriales (*waypoints*, *tracks* y rutas en formato GPX) y ráster y matriciales (en los diversos formatos soportados por el Carta Digital) entre el ordenador en el que se opera el programa y un dispositivo móvil que se haya conectado al primero, resultando esto de gran utilidad para una PU de Caballería, dado que el éxito en el empleo de los programas SIG vehiculares y no vehiculares para estas Unidades radica en la posibilidad de llevar a cabo una transferencia rápida y sencilla de información entre ambos sistemas.

EXPLICACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PROGRAMA

A continuación se recoge la justificación de los valores otorgados a los grados individuales de cumplimiento de cada uno de los requisitos evaluados en el análisis del Carta Digital como SIG-táctico no vehicular. Asimismo, se explican con detalle las funcionalidades adicionales consideradas para la elaboración de dicho análisis:

1. **Empleo de simbología militar OTAN:** calificación 5/5, ya que el programa cuenta con una herramienta exclusivamente dedicada a generar despliegues según la simbología del APP-6, siendo posible representar tanto Unidades (propias, enemigas, aliadas, desconocidas...) como movimientos, acciones, eventos, zonas de acción, ataques, armamento, vehículos, etc., conteniendo la totalidad de la simbología recogida por el STANAG 2029 de la OTAN para que el usuario pueda emplearla en sus labores.
2. **Creación de waypoints directamente sobre mapa:** calificación 5/5, ya que el programa permite marcar puntos del terreno de forma directa sobre el mapa visualizado a través del cursor del ratón de forma muy intuitiva y precisa.
3. **Creación de waypoints introducidos por coordenadas:** calificación 4/5 ya que aunque el programa no ofrece esta posibilidad de forma explícita, es posible crear un *waypoint* en cualquier punto del mapa y asignarle manualmente unas coordenadas que definan el punto que en verdad se desea marcar con un *waypoint*.
4. **Creación de rutas sobre el mapa:** calificación 5/5, ya que el programa permite crear tanto *tracks* (trazas) como rutas de forma precisa y muy intuitiva directamente sobre el plano (empleando el cursor del ratón). En el caso de las rutas, éstas se definen por una serie de *waypoints* ordenados, permitiendo el programa que el usuario modifique la posición y descripción de cada punto, lo elimine o lo suba o baje en la lista ordenada de *waypoints*, si bien no permite invertir directamente el sentido de la ruta. No obstante, como ya se ha señalado en apartados anteriores del trabajo, la herramienta realmente útil para una PU de Caballería es el *track* (traza), por lo que el programa ha recibido la máxima calificación a pesar de la limitación en la edición del sentido de las rutas.
5. **Existencia de un editor de mapas:** calificación 5/5, ya que el programa cuenta con un "Gestor de impresión" que permite al usuario crear mapas de forma rápida y bastante intuitiva, ofreciendo el programa diferentes alternativas para elegir el área de impresión, así como una gran variedad de cajetines y elementos a añadir al mapa (leyenda, texto, escala gráfica, regletas, rejillas, imágenes, etc.) y una gran cantidad de posibles formatos de salida para los mapas generados (PDF, FRE, .TIFF, GeoTIFF, .PNG, .BMP, .JPG...).
6. **Cálculo de rumbos:** calificación 5/5, ya que el programa permite, de forma manual y muy intuitiva, empleando el cursor del ratón, el cálculo del rumbo con respecto al Norte desde un punto a otro del terreno.
7. **Cálculo de áreas:** calificación 5/5, ya que el programa permite calcular el área de un polígono creado *ad hoc* por el usuario mediante el cursor del ratón así como introducir (en archivos vectoriales poligonales) un campo calculado que corresponda con la superficie de cada área creada por el usuario sobre el mapa.
8. **Editor de archivos ráster:** calificación 3/5, dado que el programa ofrece una serie de opciones de edición de capas ráster (unión de archivos en formato FRE, edición de

cabecera, rotación, filtro, ecualización y corte) que, si bien resultan muy útiles e intuitivas en su ejecución, no son todo lo completas que sería deseable para cumplir completamente con los requerimientos planteados por los usuarios no vehiculares de una PU de Caballería.

9. **Editor de archivos matriciales:** calificación 2/5, pues el programa ofrece una serie de opciones de edición de capas ráster (unión de archivos en formato GEO, edición de cabecera y corte) que, si bien resultan muy útiles e intuitivas en su ejecución, no son suficientemente completas como para satisfacer los requerimientos planteados.
10. **Distancias entre puntos:** calificación 5/5, dado que el programa permite calcular la distancia que separa dos puntos del terreno marcados por el usuario, la distancia acumulada entre tres o más puntos seleccionados manualmente y la longitud de las geometrías vectoriales lineales (mediante un campo calculado) creadas por el usuario (no así de las rutas o *tracks*).
11. **Representación gráfica de pendientes:** calificación 5/5, debido a que el programa permite al usuario seleccionar un área rectangular de terreno en la que representar de forma gráfica las pendientes de forma extremadamente intuitiva y rápida, asignando un código de colores en función del valor porcentual de pendiente, siendo posible modificar tanto el color de representación como el intervalo de pendientes correspondiente a cada color. Asimismo, es posible aplicar la consulta de forma directa a toda la extensión ocupada por el MDE cargado, lo que también resulta de utilidad para el usuario.
12. **Representación gráfica de la visibilidad:** calificación 5/5, ya que el programa permite que el usuario analice gráficamente la visibilidad desde un determinado punto del terreno, a elegir por él, determinando tanto la altura a la que se encuentra el observador como la del objetivo a observar, el radio de distancia de observación y otros factores, como la vegetación o la curvatura terrestre, todo ello de forma sencilla e intuitiva. También es posible asignar el punto del observador de forma manual, introduciendo el usuario las coordenadas del punto deseado.
13. **Importar y exportar GPX:** calificación 5/5, ya que el programa permite guardar o cargar de forma inmediata y muy intuitiva archivos vectoriales en formato GPX de forma inmediata a través del "Gestor GPX" y de la herramienta de transferencia a dispositivos móviles tratada en el punto siguiente. Más aún, el programa cuenta con la herramienta "Exportar a GPX", que permite seleccionar cualquier geometría vectorial no vehicular lineal o puntual y transformarla automáticamente en un *track* o *waypoint*, respectivamente, dando la posibilidad de que exista una transferibilidad real y muy rápida entre el trabajo realizado por los usuarios no vehiculares y el realizado por los vehiculares.
14. **Posibilidad de transferencia a dispositivos móviles:** calificación 5/5. El programa cuenta con una herramienta de transferencia de datos a dispositivos móviles de cualquier índole que permite transferir bidireccionalmente archivos ráster en cualquier formato soportado por el programa así como archivos vectoriales en formato GPX, lo cual constituye exactamente lo que una PU de Caballería requiere para conseguir una transmisión de datos fluida entre los usuarios tácticos vehiculares y los no vehiculares.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** calificación 5/5 ya que el programa muestra por defecto, siempre que se tenga cargado un MDT de la zona en la que se trabaja, la altura del punto señalado por el cursor del ratón.

16. **Vista de trabajo en 3D:** calificación 5/5, debido a que el programa cuenta con la posibilidad de activar una vista de trabajo tridimensional a partir de un MDE en la que puede modificarse la iluminación del entorno, la niebla presente y momento del día, así como añadir geometrías vectoriales tridimensionales para representar diversos elementos del terreno (vegetación, edificios, vehículos...). Por todo ello, esta vista de trabajo constituye una herramienta extremadamente útil para una PU de Caballería, motivo por el que ha recibido la máxima calificación.
17. **Abrir archivos DTED:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
18. **Abrir archivos ASCII Grid:** calificación 0/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
19. **Abrir archivos GEO:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
20. **Abrir archivos Shapefile:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
21. **Abrir archivos GPX:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
22. **Abrir archivos FRE:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
23. **Abrir archivos ECW:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
24. **Abrir archivos GeoTIFF:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
25. **Introducir texto en un waypoint:** calificación 5/5 ya que el programa permite introducir descripciones textuales en cada *waypoint* por parte del usuario a través de la edición de las propiedades del punto.
26. **Crear fotowaypoints:** calificación 0/5, ya que el programa no permite crear *waypoints* con una imagen asociada.
27. **Convertor de formatos ráster:** calificación 4/5, debido a que el programa cuenta con un convertor de formatos de archivos ráster que permite pasar de un formato a otro de los soportados por el programa a excepción del ECW, que no puede ser asignado como tipo de fichero de salida, motivo por el que el programa no recibe la máxima puntuación en este aspecto.
28. **Convertor de formatos matriciales:** calificación 5/5, debido a que el programa cuenta con un convertor de formatos de archivos matriciales que permite pasar de un formato a otro de todos los soportados por el programa y, adicionalmente, permite la conversión de y a formato *ASCII Grid*, a pesar de que éste no puede emplearse para trabajar con el programa.
29. **Consulta de filtro por atributos:** calificación 5/5, dado que el programa cuenta con esta herramienta de análisis para tablas de atributos de archivos vectoriales.

30. **Consulta de combinación de tablas por atributos:** calificación 0/5, por no disponer el programa de esta consulta.
31. **Cálculo de la ruta óptima:** calificación 5/5, pues el programa cuenta con esta función de análisis (consulta de transitabilidad lineal) para buscar el camino que atravesase una zona con la mínima pendiente para unir dos puntos del terreno determinados por el usuario.
32. **Posibilidad de editar la geometría de los archivos vectoriales:** calificación 5/5, ya que el programa permite modificar la posición de *waypoints*, *tracks* (trazas), puntos, líneas y polígonos. Además, es posible añadir nuevos puntos o modificar la posición de los ya existentes en un *track* y una línea, siendo posible agregar nuevas líneas a ésta última. Asimismo, los polígonos pueden ser ampliados y se pueden generar huecos en su interior. Por su parte, las rutas únicamente pueden modificarse cambiando la ubicación y orden de los *waypoints* que las constituyen.
33. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** calificación 5/5, dado que el programa permite cargar un número indefinido de rejillas en diferentes sistemas de referencia, pudiendo el usuario elegir las características de representación de cada rejilla (color, grosor y paso de malla) y si la muestra u oculta.
34. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** calificación 5/5, dado que el programa permite al usuario emplear ambos tipos de coordenadas.
35. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** calificación 0/5, ya que el programa no permite trabajar con este tipo de coordenadas.
36. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** calificación 5/5, pues el programa permite trabajar con estos tres sistemas de referencia aparte de otros muchos que pueden ser elegidos por el usuario.
37. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** calificación 5/5, pues el programa permite que el usuario cree manualmente su propio sistema de referencia (introduciendo el *datum*, elipsoide, proyección, etc.).
38. **Consulta de zona de influencia o buffer:** calificación 5/5 debido a que el programa presenta esta función de análisis, que el usuario puede ejecutar de forma sencilla y rápida.
39. **Consulta vectorial de cercanía:** calificación 5/5 debido a que el programa presenta esta función de análisis, que el usuario puede ejecutar de forma sencilla y rápida.
40. **Posibilidad de unir geometrías vectoriales:** calificación 5/5, pues el programa permite la unión de geometrías vectoriales a través de una consulta de gran simplicidad y rapidez.
41. **Representación gráfica de curvas de nivel:** calificación 5/5, ya que el usuario puede trazar un polígono rectangular dentro del cual el programa, en base a un MDE, dibuja las curvas de nivel con la separación, grosor y color que el usuario escoja. De esta forma, resulta muy rápido e intuitivo representar gráficamente las curvas de nivel, existiendo también la posibilidad de aplicar la consulta directamente a todo el MDE cargado en vez de a un área aislada, lo que puede resultar, asimismo, de gran utilidad para el usuario.
42. **Posibilidad de georreferenciar archivos ráster:** calificación 5/5, pues el programa cuenta con una herramienta de georreferenciación (descrita en el apartado **Capas ráster** de la

evaluación cualitativa) que resulta extremadamente útil a la par que sencilla e intuitiva de usar, motivo por el que el programa recibe la máxima calificación en este aspecto.

43. **Posibilidad de extraer el perfil de altura de una ruta:** calificación 5/5, ya que el programa permite al usuario marcar un itinerario manualmente, mediante el cursor del ratón, generando el programa el perfil de alturas de la ruta en base a un MDT cargado. Además, el programa permite invertir el sentido de la ruta así como modificar la escala del eje vertical y el horizontal y, también, guardar el perfil como un archivo PDF en el que se añaden, por defecto, datos relevantes sobre el perfil representado (punto inicial y final, distancia topográfica y horizontal, desnivel, cota máxima y cota mínima). Todo ello resulta de gran utilidad para un usuario no vehicular de cara a planificar posibles marchas motorizadas o a pie, o de conocer el desnivel de una ruta por la que debe ejecutar un movimiento táctico.
44. **Convertor de coordenadas:** calificación 3/5, ya que aunque el programa incluye esta función, únicamente permite, por defecto, convertir coordenadas entre los *datum* WGS84 y ED50, excluyendo el ETRS89 u otros que pudieran resultar de utilidad para el usuario a no ser que éste defina manualmente, con anterioridad, un nuevo *datum* con el que trabajar, motivo por el que, para este ítem, el programa no recibe la calificación máxima.

Las funcionalidades adicionales del programa son:

1. **Posibilidad de abrir archivos ráster en formatos .JPEG, .BMP y .OzF2:** utilidad 2/5 ya que aumenta la cantidad de formatos ráster distintos que puede abrir el programa.
2. **Posibilidad de abrir archivos vectoriales en formato .KML y .KMZ:** utilidad 2/5 ya que aumenta la cantidad de formatos vectoriales distintos que puede abrir el programa.
3. **Posibilidad de abrir bases de datos SQL, .DBF, Oracle Spatial y Access (.mdb):** utilidad 5/5, pues permite al usuario trabajar con bases de datos complejas y efectuar sobre ellas consultas y funciones de análisis.
4. **Posibilidad de emplear servicios WMS:** utilidad 2/5, ya que el programa permite enlazar de forma directa e intuitiva con servicios de mapas *online* de los que descargarse capas ráster, vectoriales o matriciales contando además con una herramienta que permite completar de forma automática la descarga de elementos que hayan quedado interrumpidas o con elementos mal descargados. De todos modos, a pesar de la utilidad que presenta esta herramienta en España, no ha recibido una mayor puntuación por no ser aconsejable su empleo en operaciones en el exterior.
5. **Función "Ver Información" de archivos ráster y matriciales:** utilidad 1/5, por permitir al usuario realizar de forma rápida una lectura de toda la información relevante relativa a una determinada capa ráster o matricial, si bien esta utilidad tampoco añade un valor excesivo al programa por no resultar determinante.
6. **Posibilidad de crear plantillas de mapas y conjuntos de datos en formato .PFT:** utilidad 3/5 ya que, como se explicaba en los apartados **Archivos vectoriales** y **Editor de mapas** de la evaluación cualitativa, esta opción hace posible que toda la cartografía generada por una PU de Caballería sea uniforme y homogénea, permitiendo también crear una serie de plantillas predeterminadas para representar distintos elementos mediante geometrías vectoriales que estandaricen los trabajos de los usuarios no vehiculares, al tiempo que

ahorra tiempo a los miembros de la Unidad a la hora de crear mapas al contar con una plantilla predeterminada sobre la que producirlos.

7. **Posibilidad de elegir el sistema de referencia del *waypoint* cuando se crea:** utilidad 1/5, pues permite a un usuario introducir *waypoints* empleando coordenadas a pesar de que éstas le sean proporcionadas en un sistema de referencia diferente al que se encuentra empleando en ese momento. Esto resulta de cierta utilidad por ahorrar al usuario el tiempo necesario para convertir las coordenadas de un sistema a otro mediante el Conversor de coordenadas del programa, si bien el proceso de conversión resulta muy ágil.
8. **Posibilidad de grabar vídeos tridimensionales:** utilidad 5/5, debido a que la función del programa que permite grabar vídeos en base a un itinerario y una vista tridimensional del terreno, mostrando la orografía, aspecto del terreno, archivos vectoriales tridimensionales activos, iluminación, vegetación, niebla, etc., resulta muy útil para un usuario táctico no vehicular de cara a presentar una vista aproximada de una determinada ruta a recorrer por la Unidad y de qué verán los usuarios vehiculares al desplazarse por el terreno, estimando las condiciones de visibilidad, luminosidad, etc. que habrá en el momento del desplazamiento real.
9. **Posibilidad de guardar imágenes tridimensionales:** utilidad 5/5, ya que la posibilidad de que el usuario realice "fotografías" del visor tridimensional y las guarde en formato PDF, .JPEG o .BMP para su posterior uso o difusión resulta de una innegable utilidad de cara a, por ejemplo, conocer con precisión la visibilidad de un determinado observatorio teniendo en cuenta la luminosidad, vegetación, edificios, presencia de niebla..., o permitir a un usuario táctico vehicular hacerse una idea aproximada de lo que verá desde un determinado puesto de observación o tiro antes incluso de que llegue a pisar el terreno físicamente.
10. **Consulta vectorial SQL:** utilidad 3/5, ya que amplía el abanico de consultas por fuentes de datos que el usuario puede efectuar sobre las tablas de la base de datos sobre la que está trabajando.
11. **Asignación de la altura a vectoriales:** utilidad 4/5, ya que permite asignar una altura constante (introducida manualmente) o en función de un MDE cargado a un conjunto de geometrías vectoriales, asociando así el valor de la altura del punto al punto en cuestión, posibilitando que el usuario establezca como propiedad de un punto la altura o que genere geometrías vectoriales a distinto nivel vertical en el plano tridimensional.
12. **Conversor ráster-matricial y vectorial-matricial:** utilidad 2/5, ya que aunque resulta de cierta utilidad para el usuario no vehicular el poder transformar geometrías vectoriales y ráster en matriciales y viceversa, el proceso para llevar a cabo esta conversión es excesivamente complejo y poco intuitivo.
13. **Consultas de edición de archivos matriciales:** utilidad 3/5. La consulta de fuente de datos matriciales permite al usuario modificar la representación gráfica de los MDE, lo que resulta de no demasiada utilidad. Por otro lado, la consulta de álgebra matricial permite aumentar el valor de alturas de todos los puntos de un MDE en un valor constante asignado por el usuario, lo cual sí que constituye una herramienta más útil, especialmente de cara a aumentar el realce de la representación tridimensional del terreno.
14. **Consulta de cotas significativas:** utilidad 5/5, ya que genera una capa vectorial puntual correspondiente con las cotas máximas, mínimas y los collados de un mapa o área a

determinar por el usuario, sirviendo como herramienta complementaria a la función de dibujar las curvas de nivel en la creación de cartografía propia de la Unidad.

15. **Consulta de transitabilidad matricial:** utilidad 5/5, ya que, de forma similar a la consulta de transitabilidad lineal (que permitía obtener la ruta óptima entre dos puntos), esta función permite al usuario determinar gráficamente la distancia que se podrá cubrir en un tiempo determinado en torno a diferentes puntos del terreno con un mismo esfuerzo (es decir, sin superar una determinada pendiente máxima). Esta herramienta resulta de gran utilidad de cara a determinar, por ejemplo, el área en la que una fuerza puede intervenir en un determinado espacio de tiempo en función de las bases que ocupe sobre el terreno, ayudando a la mejor distribución de estas posiciones o a la determinación de dónde debe colocarse una nueva para cubrir una mayor cantidad de territorio.
16. **Consulta de reducción de líneas:** utilidad 3/5, ya que permite al usuario modificar el grosor y forma de geometrías vectoriales lineales, simplificándolas de forma que le sea posible cambiar de escala un mapa haciendo que lo que se haya dibujado encima siga siendo válido.
17. **Consultas vectoriales de centroide, cerco convexo y texto a punto:** utilidad 2/5. Estas consultas permiten llevar a cabo acciones de escasa utilidad para el usuario (obtener el centro de gravedad de cualquier geometría vectorial, unir geometrías de un mismo tipo para construir una polilínea que las envuelve a todas y convertir textos en puntos vectoriales para poderlos volcar en tablas en formato *Shapefile*, respectivamente), si bien aumentan las posibilidades ofrecidas por el programa.
18. **Consultas vectoriales de diferencia, intersección, relación espacial y geometrías disjuntas:** utilidad 3/5, ya que aumentan las posibilidades de trabajo con archivos vectoriales al permitir, respectivamente, eliminar la parte de una capa vectorial que interseca con otra que actúa a modo de restricción, visualizar dónde intersecan las geometrías de una capa con las de otra, visualizar si las geometrías de una tabla y las de otra se tocan, contienen una a la otra, se cruzan, son iguales o parecidas, etc., y unir varias áreas vectoriales mediante un polígono que las engloba a todas.
19. **Consulta vectorial de distancia:** utilidad 3/5, ya que permite al usuario seleccionar y visualizar todas las geometrías vectoriales que se encuentran dentro de una determinada distancia con respecto a otra geometría que se toma como referencia.
20. **Consulta de filtro por tipo de geometría:** utilidad 2/5, ya que permite al usuario ahorrar tiempo al seleccionar automáticamente un tipo determinado de geometría vectorial.
21. **Consulta de generación de puntos:** utilidad 1/5, ya que permite generar puntos de forma aleatoria, en cuadrícula o en tresbolillo con diferentes densidades y distancia entre puntos, resultando una herramienta útil, por ejemplo, para la representación de la vegetación en 3D.
22. **Posibilidad de empleo como SIG vehicular:** utilidad 3/5. El programa permite, enlazándose vía *bluetooth* con un dispositivo GPS/GLONASS, activar un modo de navegación que posibilita su empleo como SIG táctico vehicular. Esta modalidad de empleo satisface buena parte de los requisitos establecidos por las PU de Caballería para los programas SIG vehiculares (carga de rejillas, trabajo con diferentes sistemas de coordenadas y referencia y creación manual de los mismos, marcado intuitivo de *waypoints*, *tracks* y rutas, etc.), sin embargo, el hecho de que el programa requiera de un ordenador para ser empleado hace que resulte poco útil para ser utilizado por un usuario táctico en el interior de un vehículo de combate (a excepción del VAMTAC, el Lince, o vehículos

similares) en los que, como veíamos, el espacio y la movilidad eran extremadamente reducidas, haciendo desaconsejable que el jefe de vehículo tenga que emplear un ordenador (de dimensiones y volumen mucho mayores que los de una *tablet*) mientras realiza sus cometidos.

ANEXO K

INFORME SOBRE gvSIG

A continuación se presenta el informe de análisis del gvSIG conteniendo la evaluación de uso del programa y la justificación de los resultados del análisis cuantitativo reflejado en la memoria.

EVALUACIÓN DE USO DEL PROGRAMA

Interfaz: el programa presenta una interfaz de complejidad media-alta, con un visor de mapa que ocupa la mayor parte de la pantalla, una barra de herramientas así como diversos menús desplegables en la parte superior y el gestor de capas ("Tabla de Contenidos") en la parte izquierda (ver **Figura K.1**). Cuenta, asimismo, con un minimapa, denominado "Localizador", que muestra la región en la que se encuentra la información geográfica cargada en el visor de mapa a una escala más reducida. El empleo del programa resulta muy poco intuitivo debido a que presenta una muy amplia gama de funciones cuyos procedimientos de empleo resultan excesivamente complicados, por lo que se requiere una formación previa significativa de los usuarios.

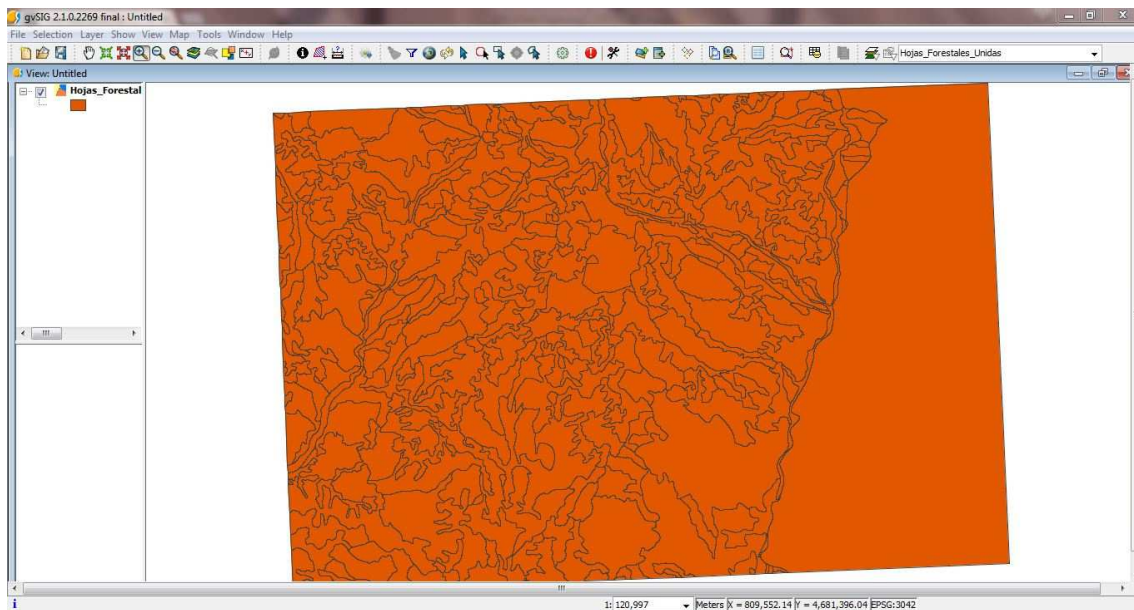


Figura K.1 Interfaz del gvSIG. Captura de pantalla del programa en ejecución

Por otro lado, el programa permite al usuario configurar sus preferencias en diversos aspectos, para preestablecerlas de acuerdo a sus gustos individuales, lo que resta interoperabilidad al programa de forma muy reducida pues los cambios que se aplican son poco significativos (aparición de diversos elementos, proyección por defecto, etc.).

Sólo unas pocas de las posibilidades que ofrece el programa son accesibles desde la barra de herramientas, si bien las demás son alcanzables a través de menús desplegables de relativa complejidad. Además, la capacidad de ejecutar consultas y funciones de análisis por parte del programa resulta muy amplia ofreciéndose, en la mayoría de los casos, consultas de utilidad para una PU de Caballería.

Por último, el programa cuenta con una herramienta que permite guardar distintos estados de zoom sobre un área determinada del mapa que se visualiza así como la opción de configurar, en el panel de leyenda, la visibilidad de los archivos cargados, el orden de las capas cargadas (de cara a modificar la superposición visual entre ellas), el grado de transparencia de las capas ráster y la forma gráfica de representación de los archivos vectoriales (color, grosor, etc.).

Capas ráster: el programa permite abrir capas ráster en formato ECW, GeoTIFF, .JPEG, .BMP, .MAP, .GIL, .JPG, .JP2 y .PNG. Asimismo, permite obtener éstas a través de servicios WMS a los que se accede directamente a través del propio programa, siendo posible también que el usuario configure sus servidores del servicio según su propio criterio.

Por otro lado, el programa cuenta también con un editor de archivos ráster que permite recortar, filtrar y unir capas ráster mediante procedimientos excesivamente complejos y poco intuitivos, que los hacen poco útiles para un usuario táctico no vehicular.

Finalmente, el programa cuenta también con una herramienta de georreferenciación de archivos ráster que puede emplearse tanto con ayuda de archivos de referencia (otras capas ráster que muestren la misma zona del terreno y cuya referenciación sea conocida) o de forma manual. En el primer caso, el usuario debe asignar una serie de puntos de referencia tanto en el archivo referenciado como en el no referenciado, de forma que el programa asocia ambos y georreferencia cada punto del terreno marcado en el archivo sin referenciar. En el segundo caso, el usuario debe marcar igualmente una serie de puntos del terreno a los que, además, debe asociar de forma manual unas coordenadas, en función de la precisión de las cuales se georreferenciará de forma más o menos correcta el archivo.

Archivos vectoriales: el programa permite emplear únicamente archivos vectoriales de aplicación no vehicular (puntos, líneas y polígonos con tablas de atributos asociadas en formatos *Shapefile*, SQL, .DBF, .MDB, .XLS y Oracle Spatial). El programa permite además obtener estos archivos vectoriales del servicio *Web Feature Service* (WFS) y *WFS-Transactional* (WFS-T), si bien, como ya se ha mencionado, no resulta una herramienta excesivamente útil para una PU de Caballería.

Estos vectoriales no vehiculares (puntos, líneas y polígonos), deben ser creados por el usuario generando una capa vectorial para cada tipo de elemento que quiera representar, escogiendo los campos de la tabla asociada a dicha capa y el tipo de geometría que contendrá la capa. La información a añadir varía desde campos *booleanos* (sí/no), fechas y números hasta cadenas de caracteres. Finalmente, el usuario deberá elegir la forma de representación gráfica de cada capa vectorial (color, grosor, icono, etiquetas...).

En cuanto a la creación de estas geometrías, resulta sumamente simple para el usuario generar nuevos puntos, líneas o polígonos, haciéndolo mediante el ratón, de forma intuitiva y sobre el mapa, y siendo posible, además, modificar la posición de puntos, líneas y polígonos, añadir nuevas líneas a geometrías lineales, crear huecos o aumentar las áreas de los polígonos, etc., todo ello de modo intuitivo y simple.

Por último, el programa cuenta con una herramienta de reproyección de capas vectoriales que permite cambiar su proyección de forma que en un mismo espacio de trabajo puedan emplearse archivos vectoriales cuyas proyecciones originales sean diferentes entre sí.

Resulta un grave inconveniente, no obstante, que el programa no permita la creación de archivos vectoriales vehiculares (*waypoints*, *tracks* y rutas) que puedan ser transferidos a un dispositivo móvil y empleados por un usuario táctico vehicular, hecho que resta interoperabilidad y transferencia entre SIG

vehicular y no vehicular, lo que constituía uno de los pilares fundamentales del empleo de estos sistemas por parte de una PU de Caballería.

Archivos matriciales: el programa permite abrir archivos matriciales en formato los mismos formatos soportados para capas ráster, pero provistos de los correspondientes metadatos para ser empleados. Asimismo, permite obtener éstos a través de servicios WCS (*Web Coverage Service*) a los que se accede directamente a través del propio programa. El programa cuenta también con un editor de archivos matriciales que permite recortar, filtrar y unir capas matriciales mediante procedimientos excesivamente complejos y poco intuitivos, que los hacen poco útiles para un usuario táctico no vehicular.

Por otro lado, el programa permite al usuario crear sus propios MDE a partir de archivos vectoriales de curvas de nivel con cota conocida, si bien el proceso, que pasa por rasterizar la capa vectorial y emplear herramientas de interpolación para asignar valores de cota a los puntos vacíos, resulta excesivamente complicada y poco intuitiva como para ser útil para un usuario táctico no vehicular.

Consultas y funciones de análisis: el programa presenta una gran variedad de consultas agrupadas en tres categorías: consultas de datos, vectoriales y matriciales. La primera categoría incluye las siguientes consultas: unir (une dos tablas de atributos a través de uno común sin afectar a los archivos vectoriales cuyas tablas se unen), importar campos (permite incorporar campos de atributos de una tabla a otra sin variar la de origen), crear SHP de geometrías derivadas (crea, en formato *Shapefile*, capas vectoriales de líneas a partir de capa de puntos y de polígonos a partir de líneas), importar/exportar datos (permite añadir en forma de capas vectoriales tablas de bases de datos externas o crear estas tablas a partir de las de atributos de una vectorial) y calculadora de campos (que permite calcular diferentes atributos de archivos vectoriales como área, perímetro o longitud).

En cuanto a las consultas vectoriales, estas incluyen: (i) área de influencia (genera una región omnidireccional en torno a una geometría seleccionada a una distancia y con un número de anillos concéntricos a determinar por el usuario), (ii) la de área de influencia lateral (similar a la anterior, pero generando la región sólo a un lado de la geometría de referencia), (iii) enlace espacial (posibilita al usuario unir la información temática de las geometrías si éstas intersectan), (iv) recortar (que extrae una zona de una capa vectorial empleando como molde una segunda capa, recortándose la parte común a ambas), (v) diferencia (de efecto contrario al de recortar, ya que en la nueva capa queda únicamente la parte que no es común a las dos iniciales), (vi) intersección (crea una nueva capa calculando para cada elemento de una capa sus intersecciones con los de la otra, de forma que cada intersección un elemento de la nueva capa, siendo los atributos de este los de las dos elementos intersecados), unión (permite unir dos o más capas vectoriales), (vii) *convex hull* (crea un polígono convexo que envuelve a todos los elementos de una capa), (viii) *dissolve* (aplicable tan sólo a capas de polígonos, fusiona en un solo elemento todos los que tengan un mismo valor en el campo de atributos que se designe), (ix) cortar líneas (sólo disponible para capas de líneas, crea un nuevo archivo al dividir las líneas del inicial en segmentos de la longitud que marque el usuario), (x) juntar (crea una capa con todos los elementos de las capas originales seleccionadas) y (xi) *traslación 2D* (permite desplazar los elementos que se seleccionen en el eje X y el Y según indique el usuario).

Por último, tenemos las consultas matriciales, que incluyen: (i) generación de curvas de nivel a través de una capa vectorial de líneas que representan las curvas correspondientes a un determinado MDE sobre el que se ejecuta la consulta, pudiendo el usuario elegir la distancia entre líneas y su representación gráfica; (ii) consulta de visibilidad, que genera, en base a un MDE, una capa representando las zonas vistas y ocultas desde un observatorio cuyas coordenadas, altura y alcance deben ser determinados por el usuario de forma manual (resultando una limitación el hecho de que éste

no pueda marcar sobre el mapa un punto del terreno donde establecer el observatorio), al igual que la altura del objetivo a observar; (iii) generación de sombreados (que crea una capa ráster con un efecto de sombreado en base a un MDE de forma que permita al usuario, a falta de una vista de trabajo tridimensional, hacerse a la idea de forma más precisa y sencilla del aspecto del terreno que se está estudiando, siendo posible elegir el ángulo de incidencia de la iluminación simulada que produciría el sombreado así como la exageración para representar las sombras proyectadas por el relieve topográfico del terreno), (iv) creación de un mapa de pendientes en base a un MDE y en toda la extensión de éste; y (v) representación, en base a un MDE, del perfil longitudinal de una ruta (perfil de alturas convencional a lo largo de un itinerario marcado por el usuario) así como el perfil transversal de dicha ruta (es decir, a partir de una ruta creada como capa vectorial lineal, el programa traza líneas de una longitud determinada y transversales a la ruta a una distancia constante entre sí y se muestra el perfil de alturas de éstas).

Editor de mapas: el programa cuenta con una herramienta diferente a la del visor normal de trabajo dedicada exclusivamente a la creación de mapas por parte del usuario. Esta herramienta permite la elección por parte del usuario del tamaño de la hoja en la que se creará el mapa, la resolución del mismo y su orientación en la página. El contenido del mapa a crear debe corresponderse con el de una vista de trabajo cargada en la sesión o creada específicamente para trabajar en la edición del mapa. Asimismo, el programa permite añadir nuevas capas una vez cargada la vista con la que se va a trabajar.

Por otro lado, el usuario puede añadir un nombre, una descripción, autor, fecha de creación y regleta al mapa, así como una rejilla, si bien sólo es posible cargar una (1) en cada mapa. Igualmente, el usuario puede añadir cajetines de texto, imagen, escala y leyenda al mapa, así como una representación de la dirección del Norte (ofreciendo el programa diferentes figuras para insertar), vistas de trabajo que se tengan cargadas en la sesión (en forma de cajetines diferenciados del mapa principal), geometrías vectoriales (líneas, puntos, polígonos) y un localizador (es decir, un cajetín que muestra el contexto geográfico de la porción de terreno representada en el mapa).

Finalmente, el programa permite que el usuario guarde el mapa creado en formatos PDF y PostScript (.ps) si bien no permite generarlo directamente en formatos aptos para su uso por un SIG vehicular (GeoTIFF, ECW, .JPG, etc.) ni como elementos sobre los que continuar trabajando en un ambiente no vehicular, lo cual constituye una tremenda limitación para esta herramienta.

Sistemas de coordenadas y datum: el programa permite al usuario trabajar, entre otras, con coordenadas geográficas y UTM, así como con los datum ED50, ETRS89 y WGS84, entre otros muchos, permitiendo además que el usuario cree sus propios sistemas de referencia de forma manual.

Otras funciones: el programa cuenta con una herramienta de cálculo de la distancia entre dos puntos que se marquen mediante el cursor del ratón sobre el terreno, así como la distancia acumulada entre tres o más de estos puntos. Igualmente, permite calcular la superficie y el perímetro de un polígono creado por el usuario expresamente para saber su área. Por otro lado, también es posible conocer el área (y perímetro) de una superficie así como la distancia de una línea a través de la creación de campos calculados en geometrías vectoriales poligonales y lineales, respectivamente, que cree el usuario.

Por otro lado, el programa cuenta con una función de obtención de coordenadas de un punto cualquiera del terreno que marque el usuario mediante el cursor del ratón, así como una herramienta que permite la lectura inmediata de la información relevante relativa a un punto del terreno que se elija por un procedimiento análogo al de la función anterior.

Otras observaciones: el programa permite, asimismo, llevar a cabo trabajos de teledetección mediante el estudio de imágenes captadas por sensores situados a bordo de plataformas aéreas o

satelitales (como, por ejemplo, radares de apertura sintética aeroportados) aplicando diferentes técnicas de análisis (realces, pretratamientos, clasificación digital, etc.) [7]. Si bien esta función resulta de utilidad para llevar a cabo estudios del terreno de forma remota, reconocimientos de instalaciones enemigas, etc., no es realmente práctica para una PU de Caballería, en la que herramientas como la teledetección resultan excesivamente complejas al desempeñar las labores de reconocimiento sus propias Unidades subordinadas y no contar con medios propios de adquisición de imágenes sobre las que llevar a cabo los estudios. No obstante, esta herramienta sí que resulta útil en los elementos de Inteligencia a nivel GU, por lo que sería posible tomar en consideración este programa para su empleo por este tipo de Unidades dentro del ET como SIG-operacional.

EXPLICACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PROGRAMA

A continuación se recoge la justificación de los valores otorgados a los grados individuales de cumplimiento de cada uno de los requisitos evaluados en el análisis del gvSIG como SIG-táctico no vehicular. Asimismo, se explican con detalle las funcionalidades adicionales consideradas para la elaboración de dicho análisis:

1. **Empleo de simbología militar OTAN:** calificación 1/5, debido a que el programa no permite la creación de geometrías vectoriales correspondientes con los diferentes símbolos militares OTAN establecidos por el STANAG 2019, si bien el usuario puede crear, manualmente, los diferentes iconos estandarizados resultando esto, no obstante, una tarea excesivamente lenta y tediosa, que no supone una alternativa realmente viable para un usuario táctico no vehicular.
2. **Creación de *waypoints* directamente sobre mapa:** calificación 0/5, ya que el programa no permite crear este tipo de geometrías vectoriales puntuales aprovechables por un usuario táctico vehicular.
3. **Creación de *waypoints* introducidos por coordenadas:** calificación 0/5. ya que el programa no permite crear este tipo de geometrías vectoriales puntuales.
4. **Creación de rutas sobre el mapa:** calificación 0/5 debido a que el programa no contempla la creación de archivos vectoriales lineales de tipo *track*/ruta que pudieran ser empleados por un usuario vehicular.
5. **Existencia de un editor de mapas:** calificación 2/5, dado que el programa cuenta con una herramienta de edición y creación de mapas muy completa y razonablemente intuitiva pero que sólo permite generar mapas en formatos PDF y PostScript (.ps), por lo que no resulta posible su empleo por parte de usuarios vehiculares para la navegación con medios digitales ni para que los usuarios no vehiculares continúen trabajando sobre ellos mediante un SIG.
6. **Cálculo de rumbos:** calificación 0/5, ya que el programa no incluye una herramienta de medición de rumbos con respecto al Norte.
7. **Cálculo de áreas:** calificación 5/5, ya que el programa permite calcular el área de un polígono creado por el usuario mediante el cursor del ratón así como introducir (en archivos vectoriales poligonales) un campo calculado que corresponda con la superficie de cada área creada por el usuario sobre el mapa
8. **Editor de archivos ráster:** calificación 2/5, debido a que el programa permite al usuario recortar, filtrar y unir capas ráster, pero lo hace a través de procesos de complejidad elevada

que dificultan el empleo de estas funciones y las hacen poco recomendables para un usuario no vehicular de una PU de Caballería. Asimismo, las posibilidades de edición de archivos ráster del programa son muy limitadas, por lo que se le ha asignado una calificación baja en este aspecto.

9. **Editor de archivos matriciales:** calificación 2/5, ya que el programa permite, al igual que en el caso de las capas ráster, recortar, filtrar y unir archivos matriciales, pero a través de procesos de gran complejidad poco recomendables para usuarios tácticos no vehiculares de una PU de Caballería.
10. **Distancias entre puntos:** calificación 5/5, dado que el programa permite calcular la distancia que separa dos puntos del terreno marcados por el usuario, la distancia acumulada entre tres o más puntos seleccionados manualmente y la longitud de las geometrías vectoriales lineales (mediante un campo calculado) creadas por el usuario.
11. **Representación gráfica de pendientes:** calificación 3/5, ya que el programa cuenta con esta función pero resulta complicado editar la apariencia de los resultados no siendo posible, además, elegir un área de la capa matricial de la que extraer las pendientes, pues se genera un mapa de éstas que cubre toda la extensión del MDE.
12. **Representación gráfica de la visibilidad:** calificación 3/5 pues, si bien el programa presenta esta consulta, resulta sensiblemente difícil aplicarla así como editar la apariencia de los resultados, por lo que no ha recibido una mayor calificación.
13. **Importar y exportar GPX:** calificación 0/5, pues el programa no permite emplear este formato de archivos.
14. **Posibilidad de transferencia a dispositivos móviles:** calificación 0/5, pues el programa no dispone de una herramienta de transferencia a dispositivos vehiculares, lo que limita de forma muy importante su utilidad para una PU de Caballería.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** calificación 2/5, ya que es posible extraer la información de altura de un punto de forma manual y sencilla, pero sólo sobre la capa del MDE cuando ésta está activada.
16. **Vista de trabajo en 3D:** calificación 0/5, pues el programa no permite activar un entorno de trabajo tridimensional.
17. **Abrir archivos DTED:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
18. **Abrir archivos ASCII Grid:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
19. **Abrir archivos GEO:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
20. **Abrir archivos Shapefile:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
21. **Abrir archivos GPX:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.

22. **Abrir archivos FRE:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
23. **Abrir archivos ECW:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
24. **Abrir archivos GeoTIFF:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
25. **Introducir texto en un *waypoint*:** calificación 0/5, ya que el programa no permite crear este tipo de geometrías vectoriales puntuales.
26. **Crear *fotowaypoints*:** calificación 0/5, ya que el programa no permite crear *waypoints* con imágenes asociadas.
27. **Conversor de formatos ráster:** calificación 5/5, por contar el programa con esta herramienta, cuyo uso resulta sencillo y rápido.
28. **Conversor de formatos matriciales:** calificación 5/5, ya que el programa cuenta con una herramienta de conversión de archivos matriciales de manejo sencillo e intuitivo.
29. **Consulta de filtro por atributos:** calificación 5/5, pues el programa presenta esta consulta.
30. **Consulta de combinación de tablas por atributos:** calificación 5/5, pues el programa presenta esta consulta.
31. **Cálculo de la ruta óptima:** calificación 5/5, ya que el programa cuenta con esta función de análisis.
32. **Posibilidad de editar la geometría de los archivos vectoriales:** calificación 5/5, ya que el programa permite modificar la posición de puntos, líneas y polígonos, siendo posible añadir nuevos puntos o modificar la posición de los ya existentes en una línea. Asimismo, los polígonos pueden ser ampliados y se pueden generar huecos en su interior.
33. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** calificación 0/5, pues el programa no permite al usuario cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia.
34. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** calificación 5/5, pues el programa permite trabajar con este tipo de coordenadas.
35. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** calificación 0/5, pues el programa no permite trabajar con este tipo de coordenadas.
36. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** calificación 5/5, pues el programa permite trabajar con estos tres sistemas de referencia aparte de otros muchos que pueden ser elegidos por el usuario.
37. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** calificación 5/5, pues el programa permite que el usuario cree manualmente su propio sistema de referencia (introduciendo el *datum*, elipsoide, proyección, etc.).
38. **Consulta de zona de influencia o *buffer*:** calificación 5/5, pues el programa cuenta con esta consulta.
39. **Consulta vectorial de cercanía:** calificación 5/5, ya que el programa cuenta con esta función de análisis.

40. **Posibilidad de unir geometrías vectoriales:** calificación 5/5, ya que el programa permite la unión de geometrías vectoriales de forma razonablemente sencilla.
41. **Representación gráfica de curvas de nivel:** calificación 5/5 debido a que el programa permite representar gráficamente sobre el mapa las curvas de nivel, pudiendo el usuario elegir la distancia entre éstas y su representación visual, todo ello a través de un proceso rápido y sencillo.
42. **Posibilidad de georreferenciar archivos ráster:** calificación 5/5, pues el programa cuenta con una herramienta de georreferenciación (descrita en el apartado **Capas ráster** de la evaluación cualitativa) que resulta extremadamente útil a la par que sencilla e intuitiva de usar, motivo por el que el programa recibe la máxima calificación en este aspecto.
43. **Posibilidad de extraer el perfil de altura de una ruta:** calificación 5/5, ya que el programa permite al usuario visualizar el perfil de alturas de una ruta por él determinada en base a un MDE mediante un proceso rápido y sencillo.
44. **Conversor de coordenadas:** calificación 0/5, pues el programa no cuenta con esta función.

Las funcionalidades adicionales del programa son:

1. **Posibilidad de abrir archivos vectoriales en formatos .KML y .GML:** utilidad 2/5 ya que aumenta la cantidad de formatos vectoriales distintos que puede abrir el programa.
2. **Posibilidad de abrir archivos ráster en formatos .BMP, .MAP, .GIL, .JPG, .JPEG, .JP2 y .PNG:** utilidad 2/5 ya que aumenta la cantidad de formatos ráster distintos que puede abrir el programa.
3. **Posibilidad de abrir bases de datos en formatos .DBF y Excel (.xls):** utilidad 5/5, pues permite al usuario trabajar con bases de datos complejas y efectuar sobre ellas consultas y funciones de análisis.
4. **Posibilidad de emplear WMS, WCS, WFS y WFS-T:** utilidad 2/5, ya que el programa permite enlazar de forma directa e intuitiva con estos servicios de los que descargarse capas ráster y vectoriales aunque, como ya se ha visto varias veces, el uso de esta herramienta no es aconsejable en operaciones en el extranjero.
5. **Posibilidad de guardar zooms:** utilidad 1/5, debido a que la función del programa descrita en el apartado Interfaz consistente en el guardado de distintos estados de zoom sobre un mapa no resulta una herramienta especialmente útil para una PU.
6. **Posibilidad de obtener las coordenadas de un punto cualquiera:** utilidad 2/5. El programa cuenta con una herramienta que permite al usuario obtener de forma inmediata las coordenadas de un punto del terreno cualquiera que seleccione con el cursor del ratón. Esta herramienta permite obtener las coordenadas de un punto de forma más ágil que si se tuviera que crear una geometría vectorial puntual de la que obtener las coordenadas a través de la lectura de sus propiedades, por lo que resulta de cierta utilidad para un usuario táctico no vehicular de una PU de Caballería.
7. **Posibilidad de obtener información de un punto cualquiera:** utilidad 2/5. El programa cuenta con una herramienta que permite al usuario obtener de forma inmediata la información relativa a un punto del terreno cualquiera que seleccione con el cursor del ratón.

Esta herramienta constituye una función de cierta utilidad al permitir al usuario conocer los datos relativos a un punto del terreno de forma inmediata.

8. **Conversor ráster-matricial, vectorial-matricial y vectorial-ráster:** utilidad 2/5, ya que aunque resulta de cierta utilidad para el usuario no vehicular el poder transformar geometrías vectoriales y ráster en matriciales y ráster en vectorial y viceversa, el proceso para llevar a cabo esta conversión es excesivamente complejo y muy poco intuitivo.
9. **Posibilidad de crear un MDE a partir de un archivo vectorial de curvas de nivel:** utilidad 1/5, ya que aunque es una herramienta de cierta utilidad, el proceso para emplearla resulta excesivamente complejo y poco intuitivo, por lo que no resulta particularmente apropiado para su empleo por una PU de Caballería.
10. **Posibilidad de reproyectar archivos vectoriales:** utilidad 4/5, ya que esta herramienta, que permite modificar la proyección de las capas vectoriales de forma que puedan emplearse para un mismo proyecto archivos vectoriales con distinta proyección de origen, resulta de bastante utilidad para un usuario táctico no vehicular y, además, resulta bastante sencilla y rápida de emplear.
11. **Consulta de perfiles transversales:** utilidad 2/5, ya que permite al usuario visualizar los perfiles de alturas a los lados de una ruta o camino a seguir, permitiéndole conocer, ante la imposibilidad de generar una vista de trabajo tridimensional, el aspecto aproximado del terreno a ambos lados del itinerario marcado.
12. **Consulta de generación de sombreados:** utilidad 3/5, ya que esta herramienta, de empleo intuitivo y sencillo y ante la falta de una vista de trabajo en 3D, permite al usuario percibir de forma más clara e intuitiva el relieve topográfico de un terreno al generar un sombreado, resultando por ello de bastante utilidad para éste, si bien no puede comprarse con un entorno tridimensional.
13. **Posibilidad de llevar a cabo tareas de teledetección:** utilidad 1/5, pues esta herramienta aumenta en gran medida las posibilidades del programa pero, para una PU de Caballería, resulta una función de nivel excesivamente alto, no teniendo aplicación práctica real en ella dada la necesaria instrucción específica de los usuarios no vehiculares en materia de teledetección, la carencia de medios remotos de obtención de información para trabajar y la poca necesidad de llevar a cabo estudios del terreno mediante medios digitales cuando las Unidades subordinadas llevan a cabo reconocimientos físicamente sobre el terreno.
14. **Posibilidad de importar campos de atributos:** utilidad 3/5, ya que da flexibilidad al usuario a la hora de trabajar con archivos vectoriales con tablas de datos asociadas, al permitir la transferencia de los campos de éstas de una capa vectorial a otra de forma sencilla y rápida y sin modificar la tabla de origen de los campos.
15. **Posibilidad de importar/exportar datos:** utilidad 3/5 pues, como en el caso anterior, aumenta la flexibilidad de empleo del programa al permitir añadir en forma de capas vectoriales información recogida en bases de datos externas o generar estas bases de datos a partir de las tablas de atributos de las capas ya creadas.
16. **Posibilidad de crear capas vectoriales de geometrías derivadas:** utilidad 1/5, pues esta función, que permite crear capas de líneas a partir de capas de puntos y capas de polígonos a partir de líneas, no resulta especialmente interesante para una PU de Caballería.

17. **Consulta de *buffer lateral*:** utilidad 2/5 ya que esta consulta, complementaria a la de área de influencia convencional (omnidireccional) requerida por las PU de Caballería, puede llegar a resultar de alguna utilidad para los usuarios en caso de necesitar generar, por ejemplo, un área de influencia en un único lateral de una ruta.
18. **Consultas recorte, diferencia, intersección, disolver, cortar líneas y traslación 2D:** utilidad 3/5, ya que aumentan las posibilidades de trabajo con archivos vectoriales al permitir, respectivamente, recortar una capa empleando otra como molde, eliminar la parte de una capa vectorial que intersecta con otra que actúa a modo de restricción, generar una capa nueva cuyos elementos sean la intersección de los de las capas originales, fusionar en un solo elemento todos los polígonos de una capa que tengan un mismo valor en el campo que se designe, recortar en segmentos equidistantes una capa de líneas y desplazar en los ejes coordenado y ordenado una determinada geometría vectorial según un valor de X e Y marcado por el usuario.

ANEXO L

INFORME SOBRE OZIEXPLORER CE

A continuación se presenta el informe de análisis del OziExplorerCE conteniendo la evaluación de uso del programa y la justificación de los resultados del análisis cuantitativo reflejado en la memoria.

EVALUACIÓN DE USO DEL PROGRAMA

Requerimientos: el programa necesita ser operado en un ordenador con sistema operativo Windows 95 o superior, un monitor de más de 16 bits y al menos 12 MB de memoria RAM [29].

Interfaz: el programa presenta una interfaz de complejidad media, con gran número de botones de pequeño tamaño en la barra de herramientas superior, si bien el resto de la pantalla se reserva para el visor del mapa, aspecto muy positivo (ver **Figura L.1**). Asimismo, la interfaz cuenta con un minimapa y una "Ventana Lupa" (que aumenta la región por la que el usuario pasa el cursor del ratón). El empleo del programa resulta considerablemente intuitivo debido a que, aun presentado una moderada gama de funciones disponibles, los procedimientos de empleo de cada una resultan sencillos, por lo que no se requiere una formación previa significativa de los usuarios.

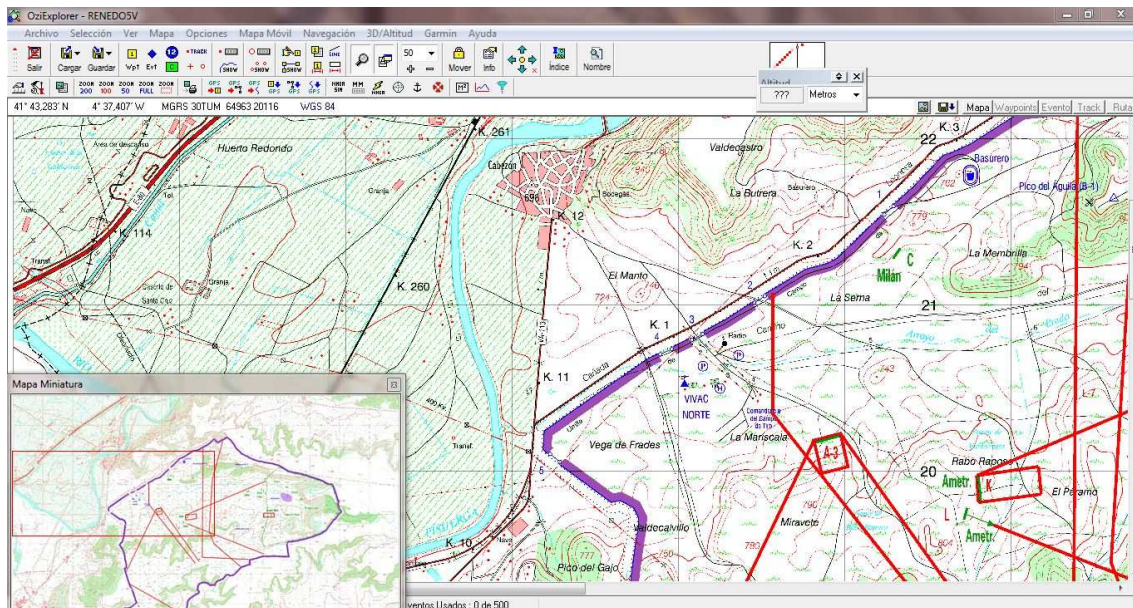


Figura L.1 Interfaz del OziExplorerCE. Captura de pantalla del programa en ejecución

Prácticamente todas las posibilidades que ofrece el programa son accesibles desde la barra de herramientas, siendo las demás fácilmente alcanzables a través de menús desplegados de gran sencillez y claridad. No obstante, la capacidad de ejecutar consultas y funciones de análisis por parte del programa resulta excesivamente limitada (ciñéndose al cálculo de áreas, distancias, rumbos y perfiles de altura y a la creación de waypoints, eventos, elementos de mapa, tracks, rutas y comentarios de mapa)

Igualmente, el programa ofrece al usuario la opción de configurar los botones que aparecen en la barra de herramientas de la forma que más le convenga así como que, al iniciarse una sesión, se muestre

en pantalla el mapa empleado en la sesión anterior, pudiéndose también elegir si mostrarlo al completo o con el zoom con el que lo dejó el usuario al cerrar la sesión, y aumentando el mismo área de terreno.

Por último, el programa cuenta con una herramienta que permite modificar el zoom aplicado al mapa que se visualiza empleando una escala porcentual, así como un modo de empleo nocturno que combina la aplicación de un filtro de color (rojo, azul o gris) con una reducción porcentual de la intensidad del brillo de la pantalla del ordenador.

Capas ráster: el programa cuenta con el grave inconveniente de estar diseñado de forma que sólo pueda trabajar con mapas que lleven asociados un archivo de calibración .MAP, que puede ser creado por el usuario sobre capas ráster en formato ECW, GeoTIFF, .BMP, .PNG, .JPG y los nativos del programa (.OzF y .OzF2).

De cara a generar este archivo de calibración, el programa permite al usuario llevar a cabo una suerte de georreferenciación que únicamente es útil para trabajar con archivos ráster en el propio programa, por no ser georreferenciables los archivos ráster en sí, sino producirse un archivo de referenciación que sólo es válido para el programa. Este proceso de calibración consiste en la introducción del *datum*, proyección y declinación magnética del mapa, así como el marcado de entre tres (3) y nueve (9) puntos del terreno representados en el mapa y cuyas coordenadas son conocidas por el usuario.

Archivos vectoriales: el programa permite crear, por defecto, tres tipos de geometrías vectoriales (líneas, polígonos y puntos) que se traducen en cinco tipos de archivos vectoriales, agrupados dentro de lo que se denomina "Objetos de Mapa": *waypoints*, rutas, *tracks*, eventos y elementos del mapa. El programa permite ocultar o mostrar de forma conjunta cada uno de los cinco tipos de archivos, así como cada elemento de forma individualizada. También posibilita la selección de un determinado tipo de elemento mediante la creación de un área rectangular con el ratón sobre el mapa, así como el desplazamiento de un *waypoint* ya creado de forma manual (mediante el ratón sobre el mapa) o cambiando sus coordenadas modificándose, consecuentemente, la geometría de las rutas que estén constituidas por un *waypoint* cuya ubicación se modifique.

Los formatos aceptados por el programa son GPX, *Shapefile* y .KML (para los cinco tipos de archivos) y .EVT (para eventos), .RTE (para rutas), .WPT (para *waypoints*), .PTL (para *tracks*) y quedando los elementos de mapa asociados al archivo .MAP.

En cuanto a los *waypoints*, el sistema permite marcar puntos del terreno mediante la introducción manual de coordenadas por parte del usuario, o directamente sobre el mapa, empleando para ello el cursor del ratón, o bien proyectándolo desde otro *waypoint* o desde el punto final de un *track*, señalando el usuario un rumbo y una distancia en función de las cuáles se definirá la ubicación del nuevo punto. Asimismo, es posible modificar la posición del *waypoint* una vez ha sido creado arrastrándolo con el ratón o introduciendo unas nuevas coordenadas de forma manual. Por otro lado, el programa permite modificar el nombre y la descripción textual del punto, así como asociarle un archivo cualquiera (texto, vídeo, imagen...) lo que resulta de gran utilidad de cara a almacenar información por parte de los usuarios no vehiculares. Igualmente, es posible elegir el icono de representación del *waypoint* de entre una lista de símbolos predeterminada, así como el color y tamaño del icono.

En cuanto a las rutas, el programa permite crearlas únicamente mediante la adición o sustracción de *waypoints* preexistentes (siendo posible invertir la ruta de forma directa). Por otro lado, el sistema permite añadir notas descriptivas a las rutas, así como modificar el nombre, color y grosor de cada una, lo que sí que resulta de utilidad para un usuario no vehicular.

En lo que respecta a los *tracks*, éstos deben ser grabados mediante la navegación con GPS para ser posteriormente transferidos al programa, el cual permite modificar el número (no se les asigna nombre), descripción, color y grosor de cada uno siendo posible, además, obtener una gráfica de alturas del itinerario seguido. Por otro lado, el programa permite crear polígonos a partir de un *track*, cerrando la geometría con una línea recta entre el punto inicial y el final del itinerario, y rallando el área comprendida dentro de la figura, en lo que denomina "zonas de alarma".

Por su parte, los elementos de mapa consisten en puntos del terreno, convertibles a *waypoint*, a los que se puede asociar un nombre, una descripción textual, un archivo (imagen, vídeo, texto, etc.) y un símbolo predeterminado o elaborado por el usuario.

Finalmente, los eventos son una suerte de *waypoint* simplificado que carece de nombre y descripción y del que únicamente puede editarse la forma, el tamaño y el color, por lo que no resultan realmente útiles para un usuario táctico no vehicular, centrado en el análisis y la recopilación de la información, más que en la obtención rápida de ésta, como es el caso de los usuarios vehiculares.

Archivos matriciales: el programa, previa instalación del complemento OziExplorer3D, permite al usuario trabajar con archivos matriciales (en formatos *ASCII Grid*, *DTED*, *BIL*, *USA DEM 24K* y *USA DEM 250K*) con los que activar una vista de trabajo tridimensional (en la que puede modificarse la iluminación y la niebla para personalizar la visualización del terreno, así como trabajar con *waypoints* y *tracks* y obtener la altura de un punto marcado del terreno o de la posición del cursor del ratón, siendo posible además obtener el perfil de alturas de una ruta o *track* grabado durante la navegación con GPS).

Consultas y funciones de análisis: el programa apenas cuenta con funciones de análisis y, en su mayor parte, éstas se pueden categorizar como de muy simples. Así, cuenta una herramienta que permite calcular de forma precisa e intuitiva el rumbo entre dos puntos marcados por el usuario con el ratón o entre dos *waypoints* preexistentes, calculando también la distancia entre dos o más puntos así como el área comprendida en un polígono cerrado o abierto (completando el programa el polígono por defecto trazando una línea recta entre sus puntos inicial y final).

Es posible, asimismo, añadir lo que se denominan "comentarios de mapa", consistentes en cadenas de texto que quedan asociadas al archivo *MAP* de calibración y se muestran sobre el mapa allí donde el usuario las crea, a fin de complementar la información proporcionada por el plano.

Por último, el programa permite generar listas de eventos, rutas o *waypoints* en formato PDF, en las que se muestra la totalidad de los archivos de cada uno de los tipos junto a su nombre, *datum*, mapa al que pertenecen, ubicación geográfica, altitud y descripción textual. Además, es posible preestablecer el país o región en el que se va a trabajar de cara a facilitar la calibración correcta de cada mapa.

Editor de mapas: el programa cuenta con una herramienta de "Imprimir mapa" que permite al usuario generar sus propios mapas en formato PDF eligiendo el área a imprimir, su orientación en la hoja, el tamaño de ésta, y si mostrar o no diversos datos referentes al mapa (*datum*, nombre, escala, fecha de creación y descripción textual).

Sistemas de coordenadas y datum: el programa permite al usuario trabajar, entre otras, con coordenadas geográficas, UTM y UTM MGRS, así como con los *datum* ED50 y WGS84, entre otros muchos, si bien no permite trabajar con el ETRS89, lo que constituye una significativa limitación de cara a su empleo por parte de una PU de Caballería, ya que, como se ha visto previamente, éste es el *datum* oficial de la cartografía civil y militar española desde 2007 [13]. Por otro lado, el programa presenta la ventaja de permitir al usuario crear hasta diez (10) *datum* de forma manual, aparte de la gran cantidad ya

existente. Asimismo, el usuario puede cargar hasta dos (2) rejillas con la representación gráfica y el paso de malla que desee, pudiendo también elegir el sistema de referencia de cada una de las rejillas.

Otras funciones: el programa cuenta con la posibilidad de activar su empleo como SIG vehicular al permitir el enlace con un GPS vía *bluetooth*, permitiendo al usuario la grabación del itinerario seguido, la activación de una brújula sobre su posición, la activación de alertas de proximidad a puntos, la proyección de una línea recta en la dirección de avance del dispositivo, la activación de los anillos concéntricos de proximidad a la ubicación actual (semejantes a los que se mencionaban en el **Anexo G**), así como otras funciones ya mencionadas en los análisis efectuados a los programas SIG-tácticos vehiculares.

Otras observaciones: el programa cuenta con una herramienta de transferencia de datos a dispositivos GPS para enviar o recibir mapas o archivos vectoriales en diferentes formatos. Sin embargo, dado que la transferencia de mapas únicamente puede realizarse con un dispositivo GPS, el uso de esta herramienta no resulta posible si el programa SIG vehicular empleado por las PU de Caballería funciona en una *tablet* con sistema operativo *Android*.

EXPLICACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PROGRAMA

A continuación se recoge la justificación de los valores otorgados a los grados individuales de cumplimiento de cada uno de los requisitos evaluados en el análisis del OziExplorerCE como SIG-táctico no vehicular. Asimismo, se explican con detalle las funcionalidades adicionales consideradas para la elaboración de dicho análisis:

1. **Empleo de simbología militar OTAN:** calificación 3/5 por permitir establecer distintos iconos estandarizados para los elementos de mapa y *waypoints*, de forma que sería posible cargar los símbolos tácticos de la OTAN para su empleo por los usuarios, si bien el programa no presenta la opción de forma directa. No es así en el caso de los eventos que, como veíamos, sólo pueden editarse en color.
2. **Creación de *waypoints* directamente sobre mapa:** calificación 5/5. El programa permite crear *waypoints* de forma manual sobre el mapa empleando el puntero del ratón de forma intuitiva, rápida y muy precisa.
3. **Creación de *waypoints* introducidos por coordenadas:** calificación 5/5. Es posible establecer un *waypoint* introduciendo manualmente las coordenadas de forma muy rápida e intuitiva.
4. **Creación de rutas sobre el mapa:** calificación 0/5, pues el programa no permite crear rutas de forma directa en el mapa empleando el cursor.
5. **Existencia de un editor de mapas:** calificación 3/5, debido a que el programa cuenta con una herramienta de "Imprimir mapa" que permite al usuario generar sus propios mapas en formato PDF (lo que constituye una limitación por no poderse generar en un formato ráster que permita continuar trabajando sobre ellos) eligiendo el área a imprimir, su orientación en la hoja, el tamaño de ésta, y si mostrar o no diversos datos referentes al mapa (*datum*, nombre, escala, fecha de creación y descripción textual). No obstante, la herramienta es excesivamente simple como para recibir una mayor calificación.
6. **Cálculo de rumbos:** calificación 5/5, ya que el programa permite determinar de forma precisa e intuitiva, empleando el ratón, el rumbo entre dos puntos. Más aún, permite continuar añadiendo puntos de los que se muestra el rumbo de cada nuevo punto con respecto al punto original.

7. **Cálculo de áreas:** calificación 5/5, pues el programa permite determinar el área comprendida en un polígono cerrado creado por el usuario directamente sobre el mapa con el cursor del ratón.
8. **Editor de archivos ráster:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta herramienta.
9. **Editor de archivos matriciales:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta herramienta.
10. **Distancias entre puntos:** calificación 5/5, dado que es posible calcular la distancia entre dos *waypoints* previamente creados y entre dos puntos mediante la misma herramienta vista para el cálculo de rumbos. Igualmente, permite la adición de nuevos puntos, mostrándose la distancia total del camino resultante de unir ordenadamente todos los puntos creados.
11. **Representación gráfica de pendientes:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta función de análisis.
12. **Representación gráfica de la visibilidad:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta función de análisis.
13. **Importar y exportar GPX:** calificación 5/5, debido a que el programa permite tanto guardar como abrir archivos vectoriales en formato GPX.
14. **Posibilidad de transferencia a dispositivos móviles:** calificación 2/5, dado que el programa cuenta con una herramienta de transferencia a dispositivos móviles extremadamente sencilla, rápida e intuitiva que, sin embargo, sólo es apta para intercambiar información con dispositivos GPS (tanto Garmin como de otros fabricantes) no siendo posible, en ningún caso, transferir datos entre el programa y un SIG vehicular sobre *Android*.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** calificación 4/5, dado que el programa, previa instalación de un complemento (el *OziExplorer3D*, como se veía en la memoria del trabajo) para poder trabajar con MDE, permite al usuario obtener lecturas de la altura del punto sobre el que pasa el cursor del ratón, así como de los distintos *waypoints* que se creen.
16. **Vista de trabajo en 3D:** calificación 3/5, dado que el programa requiere de la instalación de un complemento (el *OziExplorer 3D*) Por otro lado, este entorno resulta excesivamente limitado en sus posibilidades (activar una vista 3D, modificar parámetros de iluminación y niebla para representar el terreno y trabajar con *waypoints* y *tracks*), por lo que el programa no ha recibido una mayor calificación en este ámbito.
17. **Abrir archivos DTED:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir los archivos matriciales este formato.
18. **Abrir archivos ASCII Grid:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir los archivos matriciales este formato.
19. **Abrir archivos GEO:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
20. **Abrir archivos Shapefile:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir y guardar las geometrías vectoriales este formato de archivos.
21. **Abrir archivos GPX:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir y guardar las geometrías vectoriales este formato de archivos.

22. **Abrir archivos FRE:** calificación 0/5 ya que el programa no permite abrir capas ráster en este formato.
23. **Abrir archivos ECW:** calificación 2/5 ya que el programa permite abrir capas ráster en este formato pero sólo cuando van acompañadas de un archivo de calibración en formato .MAP.
24. **Abrir archivos GeoTIFF:** calificación 2/5 ya que el programa permite abrir capas ráster en este formato pero sólo cuando van acompañadas de un archivo de calibración .MAP.
25. **Introducir texto en un *waypoint*:** calificación 5/5, ya que el programa permite añadir información textual a modo de descripción de cada *waypoint* que el usuario cree.
26. **Crear *fotowaypoints*:** calificación 3/5, pues aunque el programa no permite crear este tipo de *waypoints* de forma directa, sí que permite asociar a un punto un hipervínculo que puede corresponderse con una imagen, vídeo o archivo de texto u otro tipo. No obstante, esta función no tiene transferencia a los programas SIG vehiculares, por lo que su utilidad se ve muy reducida sirviendo, de todos modos, para las tareas de análisis y planeamiento no vehiculares para las que está destinado un SIG no vehicular.
27. **Convertor de formatos ráster:** calificación 0/5, pues el programa no cuenta con esta herramienta.
28. **Convertor de formatos matriciales:** calificación 0/5, pues el programa no cuenta con esta herramienta.
29. **Consulta de filtro por atributos:** calificación 0/5, pues el programa no cuenta con esta herramienta.
30. **Consulta de combinación de tablas por atributos:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta función de análisis.
31. **Cálculo de la ruta óptima:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta función de análisis.
32. **Posibilidad de editar la geometría de los archivos vectoriales:** calificación 3/5, dado que permite modificar la posición de los *waypoints* de forma manual mediante el ratón o mediante la corrección de las coordenadas (variando, consecuentemente, la forma de las rutas que estén integradas por dichos puntos), si bien no es posible editar la forma de los *tracks* ni de las rutas de forma independiente a la posición de los *waypoints* que las constituyen.
33. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** calificación 2/5, dado que el programa sólo permite cargar hasta dos (2) rejillas en diferentes sistemas de referencia, pudiendo el usuario elegir las características de representación de cada rejilla (color, grosor y paso de malla) y si la muestra u oculta.
34. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** calificación 5/5, dado que el programa permite emplear ambos tipos de coordenadas.
35. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** calificación 5/5, dado que permite emplear este tipo de coordenadas.
36. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** calificación 1/5, dado que el dispositivo sí que ofrece la posibilidad de emplear los sistemas de

referencia ED50 y WGS84 pero no es posible trabajar con ETRS89, lo que constituye una muy importante limitación de cara a su empleo por una PU de Caballería.

37. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** calificación 4/5, ya que además de que el programa ofrece un amplio catálogo de sistemas a escoger por el usuario, también permite crear manualmente hasta un máximo de diez (10) sistemas de referencia distintos a los predeterminados.
38. **Consulta de zona de influencia o *buffer*:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta función de análisis.
39. **Consulta vectorial de cercanía:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta función de análisis.
40. **Posibilidad de unir geometrías vectoriales:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta posibilidad.
41. **Representación gráfica de curvas de nivel:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta función de análisis.
42. **Posibilidad de georreferenciar archivos ráster:** calificación 4/5, pues el programa permite georreferenciar archivos ráster para generar el archivo de calibración .MAP propio del programa, no siendo posible realizar la georreferenciación de imágenes para su empleo por otros programas (como podría ser el SIG vehicular que se escoja para las PU de Caballería). No obstante esta herramienta, consistente en asignar al mapa un *datum*, una proyección, una declinación magnética y entre tres (3) y nueve (9) puntos de referencia consistentes en lugares del mapa cuyas coordenadas son conocidas por el usuario, sí que resulta de utilidad para el trabajo estrictamente ceñido al ámbito no vehicular. Asimismo, es posible configurar la región o país a la que pertenece el mapa, de cara a facilitar su correcta calibración.
43. **Posibilidad de extraer el perfil de altura de una ruta:** calificación 3/5, ya que el programa permite abrir una gráfica de alturas de una ruta pero no así de un *track* a no ser que éste corresponda al grabado de un itinerario seguido mientras se navegaba con un receptor GNSS. Además, no es posible trazar una línea o conjunto de éstas para que el programa muestre el perfil de alturas del terreno que éstas atraviesan.
44. **Conversor de coordenadas:** calificación 0/5 por no presentar el programa esta función.

Las funcionalidades adicionales del programa son:

1. **Posibilidad de abrir archivos ráster en formatos .BMP, .PNG, .JPG, .OzF y .OzF2:** utilidad 1/5 ya que aumenta la cantidad de formatos distintos que puede abrir el programa, si bien sigue siendo necesario que cada capa vaya acompañada de su respectivo archivo de calibración en formato .MAP.
2. **Posibilidad de crear rutas por *waypoints*:** utilidad 1/5, dado que el programa posibilita al usuario la creación de rutas mediante la creación o adición de puntos, permitiendo, asimismo, modificar el orden de los *waypoints* así como el sentido de la ruta.
3. **Posibilidad de determinar el porcentaje de zoom con el que visualizar el plano:** utilidad 1/5. El programa cuenta con una herramienta que permite modificar el tanto por ciento de

zoom aplicado al mapa que se visualiza, herramienta que añade una mínima utilidad adicional al SIG.

4. **Posibilidad de activar una "Ventana Lupa":** utilidad 1/5. Si bien esta utilidad no resulta una función especialmente práctica, el programa permite activar la visualización de una ventana en la que se muestra, aumentada, la zona del mapa sobre la que se encuentra el cursor del ratón, permitiendo al usuario verla con mayor detalle,.
5. **Posibilidad de abrir archivos matriciales en formatos .GTopo30, .BIL, USA DEM 24K y USA DEM 250K:** utilidad 2/5 ya que el hecho de que el dispositivo soporte estos formatos de archivo matriciales junto con el DTED y el *ASCII Grid* resulta una ventaja a favor del mismo.
6. **Posibilidad de abrir archivos vectoriales en formato .KML, .PLT, .RTE, .EVT y .WPT:** utilidad 2/5 ya que, aunque el GPX es el formato estándar de intercambio de datos vectoriales, los formatos .KML, .WPT, .RTE y .PLT también son utilizados con frecuencia y resultan compatibles con buen número de programas SIG vehiculares y no vehiculares. Por su parte, los archivos .EVT son exclusivos del OziExplorer.
7. **Posibilidad de personalizar la barra de herramientas:** utilidad 1/5, ya que no resulta una función adicional demasiado útil pero añade flexibilidad al programa de cara a que cada usuario lo configure según sus preferencias restándole, no obstante, interoperabilidad entre distintos usuarios.
8. **Posibilidad de activar un modo de uso nocturno:** utilidad 1/5, ya que la modalidad de empleo nocturno del programa (consistente en una reducción porcentual del brillo de la pantalla y la aplicación de un filtro de color rojo, gris o azul a la misma) resulta una opción útil en un ambiente táctico, si bien no muy necesaria en un entorno no vehicular, debido a que generalmente en los PC de las PU existe algún tipo de iluminación artificial y, aunque no sea así, a sus usuarios no les resulta necesario percibir el entorno físico que les rodea, ya que generalmente se encontrarán en situación estática.
9. **Herramienta de "Filtrado de Tracks":** utilidad 2/5, pues consiste en una función que optimiza el número de puntos que constituyen un *track*, reduciéndolo de manera controlada para que éste resulte menos voluminoso.
10. **Posibilidad de proyectar waypoints:** utilidad 2/5, por consistir en una herramienta que permite al usuario crear un *waypoint* por proyección al asignar un rumbo y una distancia con respecto a otro punto o al punto final de un *track*, creándose un *waypoint* en el lugar resultante.
11. **Posibilidad de imprimir listas de eventos, rutas y waypoints:** utilidad 3/5, pues permite al usuario imprimir en un archivo PDF la lista de todos los eventos, rutas o *waypoints* con los que se está trabajando en la que aparecen el nombre, *datum*, mapa, altitud y descripción de cada geometría. Esta herramienta resulta relativamente útil de cara a permitir que el usuario genere documentos con los resultados de sus trabajos. No obstante, la herramienta resulta insuficiente por no permitir generar un único documento que contenga más de un tipo de geometría cada vez así como por no ser posible elegir qué elementos de una misma geometría se quieren añadir a la lista y cuáles no.

12. **Posibilidad de empleo como SIG vehicular:** utilidad 3/5. El programa permite, enlazándose vía *bluetooth* con un dispositivo GPS, activar un modo de navegación que posibilita su empleo como SIG táctico vehicular. Esta modalidad de empleo satisface gran parte de los requisitos establecidos por las PU de Caballería para los SIG vehiculares (alertas de proximidad, brújula sobre el usuario, carga de rejillas, trabajo con diferentes sistemas de coordenadas y referencia, creación intuitiva de *waypoints* y rutas, etc.), sin embargo, el hecho de que el programa requiera de un ordenador para ser empleado hace que resulte poco útil para ser utilizado por un usuario táctico en el interior de un vehículo de combate (a excepción del VAMTAC o el Lince) en los que, como se ha señalado con anterioridad, el espacio y la movilidad son extremadamente reducidas, haciendo desaconsejable que el jefe de vehículo tenga que emplear un ordenador (de dimensiones y volumen mucho mayores que los de una *tablet*) mientras realiza sus cometidos.
13. **Posibilidad de crear "Elementos de mapa":** utilidad 1/5, pues estos "elementos" constituyen meros puntos del terreno a los que puede asociarse un archivo (imagen, vídeo, documento de texto, etc.), una descripción, un símbolo propio del usuario o elegido de una lista predeterminada y un nombre. Así pues, constituyen una suerte de *waypoints* asociados al archivo de calibración .MAP del mapa y que pueden ser convertidos en *waypoints* por el usuario, por lo que su uso no resulta del todo útil, al poderse crear de forma directa *waypoints* con los mismos atributos.
14. **Posibilidad de crear "Eventos":** utilidad 1/5, pues constituyen una suerte de "*waypoints* simplificados" en los que únicamente puede editarse el color, forma y tamaño de representación, no siendo posible añadirles ni nombre ni descripción. Por ello, no resultan realmente útiles para los usuarios no vehiculares de una PU de Caballería, que buscan una mayor precisión y profusión en la información geográfica con la que trabajan. Por otro lado, esta herramienta sí que resultaría útil para un usuario vehicular, ya que permite marcar un punto del terreno de forma rápida para señalar (gráficamente, mediante el icono de representación) un determinado acontecimiento, amenaza, lugar, etc.
15. **Posibilidad de crear "Comentarios de mapa":** utilidad 2/5, pues se trata de información textual que el usuario puede agregar al mapa, quedando anclada a un determinado punto del mismo y añadiendo información relativa a la zona representada de forma que esté siempre a la vista y quede guardada dentro del archivo .MAP de calibración del mapa.
16. **Posibilidad de selección y ocultación de elementos:** utilidad 1/5. El programa permite ocultar o mostrar todos los archivos vectoriales de un tipo determinado o elegir qué elemento mostrar y cuál ocultar de forma individual. Asimismo, posibilita al usuario seleccionar, de forma manual y sobre el mapa, todos los elementos de un mismo tipo arrastrando el ratón. Ambas funciones resultan de una cierta utilidad para el usuario táctico no vehicular de cara a agilizar su labor.
17. **Posibilidad de mostrar el último mapa:** utilidad 1/5. El programa permite al usuario elegir la opción de que, al iniciar una sesión, se muestre en pantalla el último mapa sobre el que se trabajó en la sesión previa, siendo también posible configurar si verlo entero o con el zoom y la posición en que se dejó al cerrar la sesión anterior.

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]

ANEXO M

INFORME SOBRE MAPSOURCE

A continuación se presenta el informe de análisis del SIG-táctico no vehicular MapSource conteniendo la evaluación de uso del programa y la justificación de los resultados del análisis cuantitativo reflejado en la memoria.

EVALUACIÓN DE USO DEL PROGRAMA

Interfaz: el programa presenta una interfaz de complejidad muy baja (ver **Figura M.1**), dividiendo el espacio de trabajo en una barra de herramientas en la parte superior, unas fichas de datos en la parte izquierda (*waypoints*, rutas, *tracks* y mapas), el mapa y el minimapa en la parte central y una barra de estado en la parte inferior (coordenadas del cursor, elementos seleccionados y sistema de coordenadas con el que se está trabajando). El empleo del programa resulta considerablemente intuitivo debido a la muy limitada cantidad de funciones disponibles, por lo que no se requiere una formación previa de los usuarios.

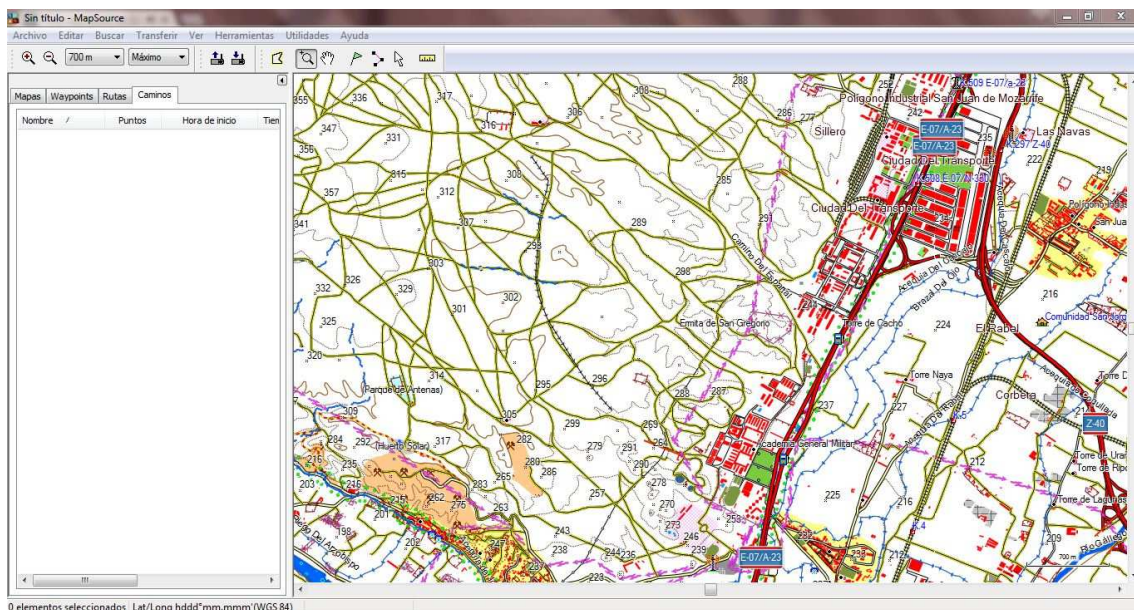


Figura M.1 Interfaz del MapSource. Captura de pantalla del programa en ejecución

Prácticamente todas las posibilidades que ofrece el programa son accesibles desde la barra de herramientas, si bien es cierto que éstas se limitan, prácticamente, a las creación de *waypoints*, *tracks* y rutas. Esta ausencia de funciones de análisis propias de un SIG hace que el programa sea excesivamente limitado para su empleo por usuarios no vehiculares de una PU de Caballería, que necesitan contar con la posibilidad de realizar consultas y análisis sobre la información geográfica digital de que disponen.

Por otro lado, el programa cuenta con una herramienta que permite modificar el zoom aplicado al mapa que se visualiza empleando una escala kilométrica, así como la opción de modificar el detalle con que se presenta la información del mapa (entre máximo nivel de detalle y mínimo, pasando por más alto, alto, mediano, bajo y más bajo).

Capas ráster: el programa, desarrollado por Garmin Ltd., cuenta con el grave inconveniente de estar diseñado de forma prácticamente exclusiva para su empleo con dispositivos GPS de esta casa, por lo que únicamente permite cargar mapas producidos o compatibles con estos dispositivos (especialmente, el .TOPO de Garmin). Por ello, no es posible cargar mapas en formatos ECW, GeoTIFF, FRE o similares, suponiendo esto un impedimento absoluto para el empleo del sistema por parte de una PU de Caballería.

Archivos vectoriales: el programa permite crear, por defecto, dos tipos de geometrías vectoriales (líneas y puntos) que se traducen en tres tipos de archivos vectoriales: *waypoints*, rutas y *tracks* (o "Caminos").

En cuanto a los primeros, el sistema permite marcar puntos del terreno bien mediante la introducción manual de coordenadas por parte del usuario o bien directamente sobre el mapa, empleando para ello el cursor del ratón. Asimismo, es posible modificar la posición del *waypoint* una vez ha sido creado arrastrándolo con el ratón. Por otro lado, el programa permite modificar el nombre y la descripción textual del punto, así como asociar un hipervínculo al *waypoint* que puede llevar a un archivo cualquiera (texto, vídeo, imagen...) lo que resulta de gran utilidad de cara a almacenar información por parte de los usuarios no vehiculares. Igualmente, es posible elegir el icono de representación del *waypoint* de entre una lista de símbolos predeterminada y añadir una gran cantidad de información adicional al punto cuyo carácter (calle, ciudad, provincia, código postal, país, teléfono...) resulta de muy poca utilidad para una PU. Finalmente, el programa permite al usuario crear hasta 16 categorías diferentes de puntos con las que clasificar los *waypoints* que se creen, lo que constituye una herramienta útil para los usuarios no vehiculares de cara a generar productos estandarizados, homogeneizados y debidamente ordenados.

En cuanto a las rutas, el programa permite crearlas tanto de forma manual (con el ratón) como mediante la adición o sustracción de *waypoints* preexistentes (siendo posible invertir la ruta de forma directa). Por otro lado, el sistema permite añadir notas descriptivas a las rutas, lo que sí que resulta de utilidad para un usuario no vehicular. No obstante, el programa modifica por defecto las rutas para hacerlas transcurrir, en la medida de lo posible, por carreteras, caminos, pistas forestales o cualquier otra vía de comunicación, lo que resulta contraproducente para una PU de Caballería, que puede necesitar trazar itinerarios campo a través.

Por último, los *tracks* deben ser creados manualmente con el ratón, permitiendo al usuario elegir el trazado exacto del camino a seguir, cumpliendo con ello los requerimientos de una PU de Caballería. No obstante, el programa presenta un inconveniente al permitir ver únicamente el perfil de alturas de una ruta y no de un *track*, con lo que impide obtener la gráfica de altitudes del tipo de archivo vectorial que la PU utilizaría, lo que implica una nueva limitación al programa.

Archivos matriciales: el programa no permite cargar ni trabajar con archivos matriciales.

Consultas y funciones de análisis: el programa apenas si cuenta con funciones de análisis y, en su mayor parte, éstas resultan de la mayor simpleza. Así, cuenta con un buscador de lugares por nombre y categoría que se describe en el apartado de funcionalidades adicionales del programa de la evaluación cuantitativa. Por otro lado, cuenta con una herramienta que permite calcular el rumbo entre dos puntos de forma precisa e intuitiva, calculando también la distancia entre dos o más puntos, así como el área comprendida en un polígono cerrado o abierto (completando el programa el polígono por defecto trazando una línea recta entre sus puntos inicial y final).

Editor de mapas: el programa permite editar los mapas Garmin de forma extremadamente limitada, permitiendo elegir las hojas de la serie 1:50.000 del IGN que se quiera para transferirlos a un dispositivo

Garmin GPS. Dado que las posibilidades del editor de mapas se ven limitadas a esta simple selección, se puede aseverar que son casi nulas para una PU.

Sistemas de coordenadas y datum: es posible trabajar con coordenadas geográficas y UTM, si bien el sistema UTM MGRS no está disponible en el programa. Por otro lado, resulta posible trabajar tanto con los sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84 como con una gran cantidad de sistemas diferentes por lo que, aunque el programa no permite per se crear sistemas de referencia manualmente, tampoco resulta necesario, generalmente, que el usuario cree uno diferente a los ya existentes.

Otras observaciones: el programa cuenta con una herramienta de transferencia de datos a dispositivos móviles para enviar o recibir mapas o archivos vectoriales. Sin embargo, la transferencia de mapas únicamente puede realizarse, como se veía en el apartado **Capas ráster**, con un dispositivo Garmin, por soportar el programa solamente los mapas empleados por estos aparatos. En cuanto a los archivos vectoriales, el sistema permite transferirlos tanto a dispositivos Garmin como a lectores de tarjetas de memoria externas. No obstante, en el caso de que a la PU se le asignase un programa SIG vehicular que funcione sobre una *tablet*, sería preciso que ésta contase con una tarjeta de memoria para poder transferir datos con el programa haciéndose preciso, además, que el usuario extrajese la memoria para conectarla al ordenador, lo que restaría velocidad y fluidez a la transmisión de datos, haciéndola pues poco recomendable para las necesidades de una PU de Caballería.

EXPLICACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PROGRAMA

A continuación se recoge la justificación de los valores otorgados a los grados individuales de cumplimiento de cada uno de los requisitos evaluados en el análisis del MapSource como SIG-táctico no vehicular. Asimismo, se explican con detalle las funcionalidades adicionales consideradas para la elaboración de dicho análisis:

1. **Empleo de simbología militar OTAN:** calificación 3/5 por permitir establecer distintos iconos estandarizados para los *waypoints*, de forma que sería posible cargar los símbolos tácticos de la OTAN para su empleo por los usuarios, si bien el programa no presenta la opción de forma directa.
2. **Creación de *waypoints* directamente sobre mapa:** calificación 5/5. El programa permite crear *waypoints* de forma manual sobre el mapa empleando el puntero del ratón de forma intuitiva, rápida y muy precisa.
3. **Creación de *waypoints* introducidos por coordenadas:** calificación 5/5. Es posible establecer un *waypoint* introduciendo manualmente las coordenadas de forma muy rápida e intuitiva.
4. **Creación de rutas sobre el mapa:** calificación 3/5, pues el programa permite crear rutas de forma directa en el mapa empleando el cursor del ratón de forma rápida, precisa e intuitiva, si bien al hacerlo el programa, por defecto, modifica la ruta para que discurra en la medida de lo posible por pistas, carreteras o caminos, lo que resulta un inconveniente si el usuario busca determinar un itinerario a seguir que no se corresponda con un camino sino que transcurra por campo abierto. No obstante, también presenta la opción de crear *tracks*, que pueden ser dibujados sobre el mapa con el mismo procedimiento que las rutas por parte del usuario respetándose en este caso el trazado por parte del programa.
5. **Existencia de un editor de mapas:** calificación 1/5. El programa únicamente permite trabajar con mapas propios de Garmin, lo cual supone una tremenda limitación para su uso

por PU de Caballería. No obstante, el programa sí que permite editar mapas de forma muy limitada al posibilitar al usuario la elección de una determinada cantidad de hojas de la serie 1:50.000 del IGN de cara a transferirlos a un dispositivo. No obstante, dado que las posibilidades del editor de mapas se ven limitadas a esta selección, por lo que el programa no ha recibido una mayor calificación en este aspecto.

6. **Cálculo de rumbos:** calificación 5/5, ya que el programa permite determinar de forma precisa e intuitiva, empleando el ratón, el rumbo entre dos puntos. Más aún, permite continuar añadiendo puntos de los que se muestra el rumbo de cada nuevo punto con respecto al punto original.
7. **Cálculo de áreas:** calificación 5/5, pues el programa permite determinar el área comprendida en un polígono (tanto cerrado como abierto por uno de sus lados, al completarlo por defecto el programa uniendo el punto inicial y el final mediante una línea recta) creado por el usuario con el cursor del ratón.
8. **Editor de archivos ráster:** calificación 0/5, pues el programa no ofrece la posibilidad de editar archivos ráster.
9. **Editor de archivos matriciales:** calificación 0/5, pues el programa no ofrece la posibilidad de editar archivos matriciales.
10. **Distancias entre puntos:** calificación 5/5, dado que es posible calcular la distancia entre dos puntos mediante la misma herramienta vista para el cálculo de rumbos en el requisito 6. Igualmente, permite la adición de nuevos puntos, mostrándose la distancia total del camino resultante de unir ordenadamente todos los puntos creados.
11. **Representación gráfica de pendientes:** calificación 0/5, ya que el programa no ofrece esta herramienta.
12. **Representación gráfica de la visibilidad:** calificación 0/5, ya que el programa no ofrece esta herramienta.
13. **Importar y exportar GPX:** calificación 5/5, debido a que el programa permite tanto guardar como abrir archivos vectoriales en formato GPX (líneas y puntos).
14. **Posibilidad de transferencia a dispositivos móviles:** calificación 2/5, dado que el programa cuenta con una herramienta de transferencia a dispositivos móviles extremadamente sencilla, rápida e intuitiva que, sin embargo, únicamente permite transferir datos a dispositivos GPS Garmin y a lectores de tarjetas externas de memoria, por lo que la transferencia de mapas es sólo posible del programa a dispositivos Garmin y la de archivos GPX puede realizarse tanto a estos dispositivos como a las *tablets* en las que funcionan los demás programas SIG vehiculares analizados en este trabajo, pero a través de las tarjetas de memoria de dichos dispositivos, de forma que, en caso de que éstos no cuenten con una tarjeta de memoria, resulta imposible transferir de forma directa los datos del programa no vehicular al vehicular.
15. **Altura de un punto mediante MDE:** calificación 1/5, dado que el programa no permite obtener la altura de ningún punto sino de aquellos que se forman parte, a modo de vértices, de una ruta.

16. **Vista de trabajo en 3D:** calificación 0/5, pues el programa no ofrece la posibilidad de trabajar con entornos tridimensionales.
17. **Abrir archivos DTED:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
18. **Abrir archivos ASCII Grid:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
19. **Abrir archivos GEO:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
20. **Abrir archivos Shapefile:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
21. **Abrir archivos GPX:** calificación 5/5, pues el programa permite abrir este formato de archivos.
22. **Abrir archivos FRE:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
23. **Abrir archivos ECW:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
24. **Abrir archivos GeoTIFF:** calificación 0/5, pues el programa no permite abrir este formato de archivos.
25. **Introducir texto en un waypoint:** calificación 5/5, ya que el programa permite añadir información textual a modo de descripción de cada *waypoint* que el usuario cree.
26. **Crear fotowaypoints:** calificación 3/5, pues a pesar de que el programa no permite crear este tipo de *waypoints* de forma directa, sí que permite asociar a un punto un hipervínculo que puede corresponderse con una imagen, vídeo o archivo de texto u otro tipo. No obstante, esta función no tiene transferencia a los programas SIG vehiculares, por lo que su utilidad se ve muy reducida sirviendo, de todos modos, para las tareas de análisis y planeamiento no vehiculares para las que está destinado.
27. **Convertor de formatos ráster:** calificación 0/5, pues el programa no cuenta con esta herramienta.
28. **Convertor de formatos matriciales:** calificación 0/5, pues el programa no cuenta con esta herramienta.
29. **Consulta de filtro por atributos:** calificación 0/5, pues el programa no cuenta con esta consulta.
30. **Consulta de combinación de tablas por atributos:** calificación 0/5, pues el programa no cuenta con esta herramienta.
31. **Cálculo de la ruta óptima:** calificación 1/5, dado que aunque el programa no ofrece como tal esta opción, el usuario puede emplear la herramienta de creación de rutas para trazar un itinerario que discurra en todo momento por vías de comunicación si bien en ningún caso esto implica que se trate de la ruta óptima en términos de pendiente.

32. **Posibilidad de editar la geometría de los archivos vectoriales:** calificación 2/5, dado que permite modificar la posición de los *waypoints* y la forma de las rutas, si bien no es posible editar la de los *tracks*.
33. **Posibilidad de cargar rejillas en diferentes sistemas de referencia:** calificación 0/5, dado que el programa no permite cargar ninguna rejilla.
34. **Posibilidad de emplear coordenadas UTM y geográficas:** calificación 5/5, dado que el programa permite emplear ambos tipos de coordenadas.
35. **Posibilidad de emplear el sistema de coordenadas UTM MGRS:** calificación 0/5, dado que no permite emplear este tipo de coordenadas.
36. **Posibilidad de trabajar con sistemas de referencia ED50, ETRS89 y WGS84:** calificación 5/5, pues el programa permite trabajar en cualquiera de estos tres sistemas de referencia.
37. **Posibilidad de crear sistemas de referencia manualmente:** calificación 3/5, ya que aunque el programa no ofrece la posibilidad de crear sistemas de referencia de forma manual, sí que ofrece un inmenso catálogo de sistemas a escoger por el usuario, de forma que no resulta preciso que éste cree uno nuevo.
38. **Consulta de zona de influencia o *buffer*:** calificación 0/5, dado que no permite realizar esta consulta.
39. **Consulta vectorial de cercanía:** calificación 0/5, dado que no permite realizar esta consulta.
40. **Posibilidad de unir geometrías vectoriales:** calificación 4/5, pues el programa permite unir los distintos *tracks* o rutas cargadas o creadas por el usuario.
41. **Representación gráfica de curvas de nivel:** calificación 0/5, dado que no tiene esta herramienta.
42. **Posibilidad de georreferenciar archivos ráster:** calificación 0/5, dado que no tiene esta herramienta.
43. **Posibilidad de extraer el perfil de altura de una ruta:** calificación 2/5, ya que el programa permite abrir una gráfica de alturas de una ruta (basada en el principio de seguimiento de las vías de comunicación, cuya escasa utilidad ya se ha mencionado) pero no así de un *track* (que, según veíamos, era el elemento realmente útil para una PU de Caballería).
44. **Conversor de coordenadas:** calificación 0/5, dado que no tiene esta herramienta.

Las funcionalidades adicionales del programa son:

1. **Buscador de lugares por nombre y categoría:** utilidad 1/5, pues el programa permite realizar búsquedas toponímicas marcando la palabra o palabras que debe contener un determinado lugar así como, si se quiere, la categoría a la que pertenezca dicha ubicación (hospitales, alojamientos, ciudades o compras, entre otros). Esta herramienta, que resulta de cierta utilidad de cara a agilizar el trabajo del usuario, se ve limitada por el hecho de que está diseñada para ser empleada en la cartografía propia de Garmin en base a la que funciona el programa, por lo que no añade un valor significativo al programa.
2. **Posibilidad de determinar el detalle de los mapas:** utilidad 1/5. El programa permite al usuario elegir el nivel de detalle de la información relativa al mapa que se muestra en

pantalla (mínima, más baja, baja, mediana, alta, más alta y máxima), si bien esta herramienta no resulta especialmente útil.

3. **Posibilidad de crear rutas por waypoints:** utilidad 1/5, dado que el programa posibilita al usuario la creación de rutas mediante la creación o adición de puntos, permitiendo, asimismo, modificar el orden de los *waypoints* así como el sentido de la ruta. No obstante, se repite la problemática citada en el requisito 4 de la evaluación cuantitativa del programa, ya que el programa modifica por defecto las rutas para que transcurran por vías de comunicación.
4. **Posibilidad de introducir indicaciones, notas y colores a las rutas y tracks:** utilidad 1/5, ya que el programa ofrece la posibilidad de elegir el color de representación de cada ruta (de entre una lista predeterminada) así como introducir notas textuales a modo de descripción de la ruta que incluye, además, indicaciones para la navegación, que no resultan útiles para los usuarios vehiculares si no emplean dispositivos Garmin. Asimismo, en el caso de los *tracks*, permite editar el color de representación de éstos de forma análoga a las rutas y, además, presenta información relativa a cada tramo del camino (longitud y altura).
5. **Posibilidad de crear categorías con las que agrupar a los waypoints:** utilidad 3/5, dado que el programa ofrece al usuario la posibilidad de crear hasta dieciséis (16) categorías diferentes de *waypoints* en base a las cuales agrupar cada uno de los puntos del terreno que marque para facilitar su clasificación y búsqueda.
6. **Posibilidad de determinar el zoom kilométrico con el que visualizar el plano:** utilidad 1/5. Como se veía en el apartado **Interfaz** de la evaluación cualitativa del programa, éste cuenta con una herramienta que permite modificar el zoom aplicado al mapa que se visualiza empleando una escala kilométrica, lo que le añade una mínima utilidad adicional desde el punto de vista de los usuarios tácticos no vehiculares.

[PÁGINA INTENCIONADAMENTE EN BLANCO]

ANEXO N

PROPUESTAS DE CAMBIO Y MEJORA EN LOS PROGRAMAS SELECCIONADOS

PROPUESTAS PARA EL SIG-TÁCTICO VEHICULAR SELECCIONADO: TWONAV *PREMIUM*

Una vez realizadas las evaluaciones de los programas clasificados en este proyecto como SIG-tácticos vehiculares, a continuación se presentan una serie de recomendaciones de cambio y mejora que deberían introducirse en el programa seleccionado como SIG-táctico vehicular, el *TwoNav Premium*, para mejorar aún más el grado de utilidad para una PU de Caballería. Ha de tenerse en cuenta, no obstante, que se trata de un *software* propietario de la empresa CompeGPS S.L. por lo que cualquier modificación del mismo debería contar con la aprobación y la colaboración de ésta.

1. Aumentar los formatos ráster aceptados por el programa, permitiendo la lectura y utilización de archivos GeoTIFF, FRE, .JPG, .JPEG y .BMP. De esta manera se incrementarían las posibilidades que ofrece el programa para aceptar mapas producidos por la práctica totalidad de centros cartográficos o de distribución.
2. Hacer el programa compatible con los formatos matriciales DTED, *ASCII Grid* y GEO posibilitando al usuario emplear los MDT producidos por el CEGET (en formato GEO), el IGN (en formato *ASCII Grid*) y del ámbito OTAN (en DTED).
3. Continuar aceptando los formatos vectoriales que el programa ya soporta (.WPT, .TRK, GPX, etc.) pero hacer que, por defecto, todos los vectoriales generados por el usuario o que se vayan a exportar se guarden en formato GPX, facilitándose así la interoperabilidad de este programa con el no vehicular y con otros programas similares de otras Unidades.
4. Incluir de forma predeterminada en el repositorio de iconos del programa la simbología OTAN del STANAG 2019, permitiéndose así crear archivos vectoriales directamente con esta simbología, aumentando así la utilidad que aporta el sistema a un usuario táctico.
5. Incluir herramientas de cálculo de rumbos y distancias con respecto a la posición actual del usuario que complementen las posibilidades ya existentes en el programa.
6. Mejorar la alerta de proximidad a un *waypoint* haciendo que ésta se active de forma individualizada a cada punto y se pueda elegir la distancia de aviso a cada *waypoint* de forma independiente.
7. Permitir la creación de rutas directamente sobre el mapa de forma táctil mediante la adición manual de *waypoints*.
8. Incluir la posibilidad de cargar al menos una (1) rejilla en un sistema de referencia a elegir por el usuario sobre el mapa que se está visualizando.
9. Aumentar el tamaño de la brújula que se muestra en la barra de datos, haciendo posible la visualización de un limbo graduado que mejore la apreciación de rumbos mediante esta herramienta.
10. Incluir, de forma gráfica, una representación visual del error en la geolocalización del usuario mediante una circunferencia centrada en éste que mostrando el radio de error.
11. Modificación del modo de empleo nocturno disponible en el programa, mejorándolo de una mera reducción del brillo de pantalla del dispositivo a la aplicación de un filtro total de contraste alto similar al disponible en el *OruxMaps Android* (ver **Anexo E**).

PROPUESTAS PARA EL SIG-TÁCTICO NO VEHICULAR SELECCIONADO: CARTA DIGITAL

De forma análoga al subapartado anterior, se presentan a continuación las propuestas de cambio y mejora que deberían incluirse en el Carta Digital para aumentar la utilidad que éste tiene para una PU de Caballería. Para ello, se utilizan las conclusiones extraídas de los análisis cuantitativos y cualitativos llevados a cabo sobre el grupo de programas clasificados como SIG-tácticos no vehiculares estudiados en este trabajo. A este respecto se debe señalar que, dado que el Carta Digital se desarrolla por el CEGET, dentro del ámbito del ET español, no existen problemas relativos a la propiedad del *software* a la hora de modificarlo.

1. Aumentar los formatos matriciales soportados por el programa, para mejorar las ya de por sí muy buenas características de compatibilidad de formatos de este programa, permitiendo cargar MDEs en formato *ASCII Grid* para poder usar archivos matriciales producidos por el IGN, y otros formatos bastante comunes de este tipo de archivos como .GTopo30, .BIL, USA DEM 24K o USA DEM 250K.
2. Incluir la posibilidad de crear *fotowaypoints* para mejorar las capacidades del programa en cuanto a interoperabilidad con el programa SIG vehicular elegido (que sí que permite estas geometrías puntuales) y de almacenamiento de información geográfica; e incluso considerar la posibilidad de crear *videowaypoints* para mejorar más aún estas capacidades.
3. Incluir, en los archivos vectoriales de tipo *track* y ruta, un atributo que muestre la longitud de las líneas creadas por el usuario y los segmentos que las componen.
4. Permitir la modificación de la representación de los archivos vectoriales vehiculares (*waypoints*, *tracks* y rutas) incluyendo distintas alternativas de iconos y colores a elegir entre las que estén las disponibles en el repositorio de simbología del STANAG 2019 de la OTAN, dado que, actualmente, esta simbología sólo está disponible en el programa para archivos vectoriales no vehiculares.
5. Permitir al usuario modificar la barra de herramientas del programa según sus preferencias, si bien debe tenerse en cuenta que esta utilidad trae consigo el inconveniente de restar homogeneidad a las distintas terminales de uso del programa, al adaptarlas a los criterios de los usuarios. No obstante, el hecho de que éstos puedan configurar su espacio de trabajo de acuerdo a sus preferencias redundaría también en una mayor agilidad de cada individuo a la hora de llevar a cabo sus tareas.
6. Añadir las consultas de combinación de capas por atributos, área de influencia lateral, perfiles de altura transversales, generación de sombreados en una capa ráster a partir de un MDE, reproyección de archivos vectoriales para trabajar con una misma capa vectorial en espacios de trabajo con diferente georreferenciación, y generación de un MDE a partir de un archivo vectorial de curvas de nivel. Todas estas herramientas de consultas vectoriales, de fuentes de datos y matriciales, disponibles en gvSIG (ver **Anexo K**), aumentarían las posibilidades de análisis y trabajo ofrecidas por el programa de forma significativa.
7. Incluir la posibilidad de trabajar con coordenadas UTM MGRS, de uso eminentemente militar dentro del entorno OTAN y que no deberían faltar, como opción, en un SIG-táctico.
8. Mejorar la herramienta de conversor de coordenadas, incluyendo de forma predeterminada otros sistemas de referencia frecuentemente empleados, especialmente el ETRS89, sin que sea preciso que el usuario los defina manualmente.
9. Mejorar las posibilidades de edición de archivos vectoriales que complementen las funciones ya disponibles, permitiendo realizar ediciones de recorte, diferencia, disolución, traslación bidimensional y generación de geometrías derivadas de forma análoga a como se hace en gvSIG (ver **Anexo K**).

ANEXO O

PROPOSICIÓN DE LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS COMPLEMENTARIAS AL TRABAJO FIN DE GRADO DESARROLLADO

A continuación se presentan, de forma desarrollada, las líneas de trabajo futuras mencionadas en el **apartado 4.3** de la memoria, complementarias al presente trabajo y que se centran en aspectos relacionados de forma colateral con el presente TFG:

Primera propuesta: como se indicaba en el **apartado 4.1**, uno de los principales problemas a los que se enfrenta una PU de Caballería en ZO es la transmisión segura y rápida de datos e información del mando a sus subordinados y viceversa. Por ello, un posible trabajo a desarrollar en un futuro sería el estudio de un método de transmisión de datos adecuado considerando la posibilidad de empleo de dispositivos *bluetooth* (similares a los *beacon* descritos en [64] o mediante el empleo de antenas *bluetooth* parecidas a las empleadas por los simuladores de duelo láser de Leopard y Pizarro [46]), la incorporación de una radio vehicular cifrada tipo PR4G-V3, SpearNet o similar dedicada en exclusiva a la transmisión de datos en modos digitales IP SAP. e IP MUX. [18] [60] o incluso el empleo de Comunicaciones por Satélite en Movimiento (SOTM) mediante Sistemas de Emisión por Satélite (SBS) militares como los estudiados en [65] o los proporcionados, en el ámbito civil, por empresas similares a INMARSAT [78]. En cualquier caso, el estudio debería tener en cuenta en todo momento los criterios de Seguridad de las Comunicaciones (COMSEC) y de las Operaciones (OPSEC), especialmente en los riesgos inherentes al posible empleo de tecnología civil COTS [70] para dar solución al aspecto de la transmisión de datos en ZO.



Figura O.1 Radioteléfonos SpearNet y PR4G V3. Extraído de [18] y [60]

Segunda propuesta: dado que el presente trabajo se centraba en escoger los programas SIG vehicular y no vehicular más adecuados para una PU de Caballería, una posible línea de trabajo futuro pasaría por realizar un estudio comparativo similar al realizado en este proyecto a fin de determinar cuáles serían los mejores soportes informáticos (*tablet* y ordenador portátil) con los que dotar a las PU a fin de que pudieran emplear los programas seleccionados en este trabajo, teniendo en cuenta las necesidades, ya mencionadas, de protección de los dispositivos y los criterios de empleo impuestos por el entorno táctico de los vehículos de Caballería (movimiento, reducidas dimensiones, etc.) y de los PC de los Grupos. Asimismo, resultaría pertinente, dentro de esta misma línea de trabajo, estudiar la integración de los SIG-tácticos escogidos y los sistemas de Seguimiento de las Fuerzas Propias (FFT) y Gestión del Campo de Batalla (BMS) disponibles actualmente en algunas PU del ET, de cara a explotar de forma

sinérgica la amplia gama de posibilidades que ofrece el empleo combinado de todos estos sistemas de Mando y Control (C2) táctico del ET y que actualmente se está desaprovechando [45].

Tercera propuesta: realización de un estudio análogo al llevado a cabo en este proyecto pero centrado en las GU del ET, de forma que se estudiaran los requisitos de éstas en cuanto a información geográfica y se determinase el programa SIG-operacional óptimo para una GU de cara a ser empleado, como se veía en el **apartado 1.3** de la memoria del trabajo y en la **Figura 1.1**, en los PC de las GU (de menor a mayor tamaño, Brigada, División, Cuerpo de Ejército y Ejército) así como en los órganos de mando de contingentes desplegados en misiones internacionales no bélicas (LCC, JOC, HQ NRDC, etc.).

Cuarta propuesta: diseño, estudio de la producción o compra e implementación de un afuste polivalente para una *tablet* a entregar de dotación a las PU de Caballería mencionada en la segunda propuesta y que permitiese instalar dicho dispositivo en todos los vehículos empleados por las Unidades de Caballería (BMR, VEC, VAMTAC, VRCC Centauro, RG-31 o Lince, entre otros) de forma que sus jefes pudieran valerse de las posibilidades otorgadas por el SIG-táctico vehicular escogido en el presente trabajo y, al mismo tiempo, contar con un medio de colocación del dispositivo de *hardware* necesario en la plataforma vehicular empleada, tanto para su empleo con el usuario asomado por la escotilla del vehículo como protegido en el interior de la torre (en el caso de los vehículos tipo VAMTAC, RG-31 o Lince, que no tienen esta morfología de torre sino que sitúan al jefe de vehículo obligatoriamente dentro del mismo, únicamente habría que considerar la opción de emplear el dispositivo desde dentro del vehículo). De esta forma, se conseguiría, por un lado, homogeneizar la forma en que los usuarios de un determinado tipo de vehículo ubican su *tablet* y, por otro, evitan que el usuario deba portarla en la mano (disminuyendo su ya reducida capacidad de movimiento y acción dentro del vehículo) o se vea forzado a idear un método de circunstancias para no tener que perder atención y movilidad estando pendiente de la ubicación del dispositivo.

Quinta propuesta: continuando con la figura del A-RECO mencionada en el **apartado 4.1** de la memoria, un posible trabajo futuro podría centrarse en estudiar la viabilidad e idoneidad de crear esta figura o una semejante en las PU de Caballería, así como en desarrollar y concretar los medios, cometidos y formación necesarios para crear este puesto.

Sexta propuesta: Como se exponía en el **apartado 4.1**, para que los SIG no vehiculares sean efectivos deben estar alimentados con bases de datos que contengan información actualizada, siendo necesario que todas las nuevas entradas de información de un usuario se repliquen de forma automática en las bases de datos empleadas por los demás usuarios. De esta forma, una posible línea futura de trabajo sería el desarrollo de un sistema de sincronización automático de bases de datos para el replicado de información cada cierto tiempo en todos los terminales SIG-tácticos de una fuerza en ZO, de modo que se pudiese extraer el máximo rendimiento del empleo de estos sistemas por las PU.

Séptima propuesta: otra posible línea de trabajo la constituye la búsqueda de una forma de interoperabilidad entre el modelo de datos de los SIG (explicado en el **apartado 1.4** de la memoria) y el modelo de datos de C2 de la OTAN, el JC3IEDM (explicado en [37] y empleado por el SIMACET español), dado que son incompatibles resultando extremadamente interesante, no obstante, que existiese la posibilidad de intercambiar información entre ambas estructuras en tiempo real y sobre el terreno.

Octava propuesta: una grave limitación a la que se enfrenta el usuario vehicular es la limitada duración de las cargas de la batería del dispositivo *tablet* que se emplee como soporte para el SIG vehicular, por lo que una futura línea de trabajo podría ser el desarrollo de un sistema de alimentación eléctrica instalado en los distintos vehículos de Caballería de forma generalizada que permitiese aumentar la autonomía de empleo de estos dispositivos de forma que puedan prestar apoyo a la navegación, la transmisión de información y el C2 en todo momento durante operaciones, maniobras o

acciones muy dilatadas en el tiempo o en las que no exista posibilidad de acceso a otros medios de alimentación eléctrica independientes (tendidos eléctricos, grupos electrógenos, etc.).

Novena propuesta: a la hora de emplear los SIG-tácticos a nivel tanto vehicular como no vehicular, se ha incidido a lo largo del trabajo en la importancia de intentar homogeneizar y unificar procedimientos y productos de los trabajos realizados, por lo que una importante línea de trabajo futura sería el desarrollo de protocolos estandarizados de empleo de los SIG-tácticos tanto para la recolección y transmisión de información como para el procesamiento y presentación de ésta, haciéndose especial hincapié en el empleo del SIG no vehicular para la realización de la Integración Terreno-Enemigo (INTE) [34] [63] de forma estándar en todas las PU de Caballería del ET.

Décima propuesta: otra línea de trabajo futura la constituye el estudio de viabilidad y utilidad del empleo, como fuente de información geográfica que alimente a los SIG-tácticos, de sensores terrestres remotos autorreparables no atendidos de pequeño tamaño con capacidad radar, de captura de imagen diurna y térmica, sonido, movimiento, etc. similares al sistema *Treasures* de la empresa israelí de electrónica Elbit Systems Ltd. mencionado en [64].



Figura O.2 Sensor de captura de imagen del sistema Pearls of Wisdom. Extraído de Defense Update

Decimoprimerá propuesta: una última propuesta de trabajo pasa por la realización de un proyecto de análisis comparativo de programas SIG vehiculares y no vehiculares de acuerdo a las necesidades de las PU de otras Especialidades Fundamentales (Ingenieros, Artillería, Transmisiones, Infantería) de cara a determinar los SIG-tácticos más adecuados a sus necesidades específicas y a las particularidades de sus modos de empleo y misiones asignadas.