



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Estudio de la ubicación y diseño de una Base Semipermanente de
una Agrupación Reforzada de Desembarco de Infantería de Marina*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Ignacio Moreu Rubio

DIRECTORES: Mercedes Solla Carracelas

CURSO ACADÉMICO: 2017-2018

Universida_deVigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Estudio de la ubicación y diseño de una Base Semipermanente de
una Agrupación Reforzada de Desembarco de Infantería de Marina*

Grado en Ingeniería Mecánica

Intensificación en Tecnología Naval

Cuerpo General / Infantería de Marina

UniversidadeVigo

RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) consiste en la realización de un estudio del terreno, en la Provincia de Pontevedra, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y cuyo objetivo principal es optimizar la ubicación de una Base Semipermanente (BSP). En la selección de zonas óptimas para su instalación y despliegue se establecieron una serie de requerimientos o criterios, tales como la superficie mínima de la base necesaria para alojar una unidad militar del tipo Agrupación Reforzada de Desembarco (ARD), uso de suelo (Corine Land Cover e Inventario Forestal Nacional), presencia de zonas de especial protección de la biodiversidad, pendiente, lejanía a núcleos de población y costa, etc. El diseño de la BSP, y sus restricciones, se aplicaron en base a la doctrina de Infantería de Marina “Organización de una base táctica sobre medios semipermanentes (BT S/P –IM)”. El software utilizado fue el gvSIG. Como resultado se obtuvo una zona óptima en la zona de Cabo Home (Península del Morrazo), en la que se cumplen todos los aspectos del terreno requeridos, así como la existencia de playas aptas para el desembarco de una ARD. Una vez seleccionada la zona de instalación de la BSP, se realizó una propuesta de distribución organizativa de la misma teniendo en cuenta las indicaciones de la doctrina, principalmente de superficies mínimas para cada una de las zonas en las que se divide y limitaciones de pendiente. Como método de presentación de los resultados obtenidos se realizaron diferentes mapas temáticos, todos ellos con información relevante para la instalación de la BSP.

PALABRAS CLAVE

Base Semipermanente (BSP), BRIMAR, SIG, capa, geoproceto

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecerle el TFG a mi tutora, Mercedes Solla Carracelas, por su incansable paciencia e interés por el presente trabajo, sin la cual no habría sido posible la finalización del trabajo.

También agradecerle al Capitán García Yubero todo el interés mostrado por el trabajo y la aportación de la doctrina de Infantería de Marina utilizada a lo largo del mismo.

Por último, me gustaría agradecer a todos mis compañeros de camareta, los AF Carlos Supervielle, Jose Cuartero y Jaime Ferrando por el continuo ambiente de estudio en la camareta en las horas asignadas para trabajar en el TFG.

CONTENIDO

Contenido	1
Índice de Figuras	3
Índice de Tablas.....	5
Lista de Acrónimos	7
1 Introducción y objetivos	9
1.1 Motivación	9
1.2 Objetivos	10
1.2.1 Objetivos generales.....	10
1.2.2 Objetivos específicos	11
2 Estado del arte	13
2.1 Sistemas de Información Geográfica	13
2.1.1 Definición	13
2.1.2 Estructura de datos.....	13
2.1.3 Modelos vectoriales y ráster	14
2.1.4 Ventajas de los SIG	15
2.1.5 Los SIG en el mundo militar	16
2.1.6 Los SIG en las FAS	18
2.1.7 Software existente.....	19
2.2 Evolución histórica de los SIG.....	21
2.3 Infraestructura y fortificaciones	22
2.3.1 Diseño de una BSP	23
2.3.2 Infraestructura de la BSP	24
2.3.3 Despliegue y conformación de la BSP	27
3 Desarrollo del TFG.....	29
3.1 Criterios de zona/emplazamiento.....	29
3.1.1 Localización general	29
3.1.2 Espacios Naturales Protegidos y Red Natura 2000	29
3.1.3 Usos del suelo (Corine Land Cover 2012)	30
3.1.4 Vías de comunicación.....	32
3.1.5 Recursos hidrográficos	32
3.1.6 Cercanía a playas aptas para el desembarco	32
3.1.7 Núcleos de población.....	32
3.1.8 Superficie de la BSP	32

3.2 Fuentes de datos geográficos	33
3.2.1 Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente	33
3.2.2 Ministerio de Fomento (Instituto Geográfico Nacional, IGN)	34
3.2.3 Xunta de Galicia	34
3.2.4 Geoportal Diputación de Pontevedra (IDEPO)	35
3.3 Software utilizado: gvSIG.....	35
3.4 Filtros y geoprosesamientos utilizados	35
3.4.1 Filtro	36
3.4.2 Intersección.....	37
3.4.3 Diferencia	38
3.4.4 Reproyección	39
3.4.5 Área de influencia (Buffer).....	40
3.4.6 Recortar.....	41
3.5 Metodología gvSIG para la selección de la zona óptima.....	42
3.6 Modelo de distribución de la BSP.....	55
4 Resultados obtenidos.....	61
4.1 Análisis de la zona óptima	61
4.2 Diseño BSP	66
4.3 Cartografía elaborada.....	70
4.4 Presupuesto	70
5 Conclusiones y líneas futuras	73
5.1 Conclusiones	73
5.2 Líneas futuras.....	74
5.2.1 Diseño de una BSP con metodología BIM (Building Information Modeling).....	74
5.2.2 Método eficiente de distribución de una BSP.....	75
5.2.3 Continuación del TFG	75
6 Bibliografía.....	77
Anexo I: Mapas Temáticos.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Ejemplo componente espacial y temática (atributos)	13
Figura 2-2 Ejemplo de información espacial por capas [4].....	14
Figura 2-3 Ejemplo modelo vectorial y ráster.....	15
Figura 2-4 Ejemplo gráfico de una salida de SYMAP [17]	22
Figura 2-5 Tienda tipo “DRASH” [13]	26
Figura 2-6 Instalación de módulos Hesco-Bastion con alambrada rápida [19]	27
Figura 3-1 Modelo BSP [18]	33
Figura 3-2 Ventana de especificación de <i>Filtro</i> sin aplicar.....	36
Figura 3-3 Ventana de especificación de <i>Filtro</i> ya aplicado el nuevo conjunto	36
Figura 3-4 Capa resultante con los atributos (DS_CCAA = “Andalucía”) extraídos de la capa inicial.....	37
Figura 3-5 Ejemplo de <i>Intersección</i> entre una capa de playas de España y otra de únicamente el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía	37
Figura 3-6 Resultado de la <i>Intersección</i> de ambas capas: playas de la Comunidad Autónoma de Galicia.....	38
Figura 3-7 Ejemplo gráfico del geoproceso <i>Diferencia</i> entre una capa de la Península y otra de la Comunidad Autónoma de Andalucía	38
Figura 3-8 Resultado del geoproceso <i>Diferencia</i> entre ambas capas	39
Figura 3-9 Ventana de selección del Sistema de Proyección Cartográfico de destino	39
Figura 3-10 Ejemplo gráfico del geoproceso <i>Reproyectar</i> del sistema EPSG23029 al EPSG25829 en la ENM.....	40
Figura 3-11 Proceso de realizar el geoproceso <i>Área de Influencia</i> con la capa de entrada “Ciudades”	40
Figura 3-12 Representación gráfica del resultado de realizar el geoproceso <i>Área de Influencia</i>	41
Figura 3-13 Representación gráfica del resultado de realizar el geoproceso <i>Recorte</i>	41
Figura 3-14 Filtro de Pontevedra	42
Figura 3-15 Concellos de Pontevedra	43
Figura 3-16 Tabla de atributos de la capa de municipios (concellos)	43
Figura 3-17 Parroquias de Pontevedra	44
Figura 3-18 Resultado de descartar los Espacios Naturales Protegidos.....	44
Figura 3-19 Capa de trabajo sin espacios de la Red Natura 2000	45
Figura 3-20 Creación del <i>Buffer</i> de los núcleos de población.....	45
Figura 3-21 “Capa de trabajo” sin núcleos de población	46
Figura 3-22 “Capa de trabajo” con CLC (Corine Land Cover 2012)	46
Figura 3-23 Operación “ <i>Filtro</i> ” para los usos del suelo.....	47
Figura 3-24 <i>Buffer</i> con radio de 5 Km de la costa de Pontevedra.....	47

Figura 3-25 “Capa de trabajo” a una distancia máxima de 5 Km de costa	48
Figura 3-26 Creación del nuevo campo “AREA_KM2” en la tabla de atributos	48
Figura 3-27 Filtro “AREA_KM2 >= 0.22” (Siendo el área en Km ²)	49
Figura 3-28 Zonas aptas por extensión (superficie) del terreno: antes (izquierda) y después (derecha) del “Filtro”	49
Figura 3-29 Proceso de añadir la capa WMS del PNOA	50
Figura 3-30 WMS PNOA solapado con la capa de trabajo.....	50
Figura 3-31 Selección de la Zona 1.....	51
Figura 3-32 Selección de la Zona 2.....	52
Figura 3-33 Selección de la Zona 3.....	52
Figura 3-34 Zona 1 con vías de comunicación y fuentes de agua.....	53
Figura 3-35 Zona 2 con vías de comunicación y fuentes de agua.....	54
Figura 3-36 Zona 3 con vías de comunicación y fuentes de agua.....	54
Figura 3-37 Ubicación final BSP	55
Figura 3-38 Ejemplo distribución Zona de Cocina y Servicios [1].....	56
Figura 3-39 Ejemplo distribución Depósito de munición [1]	58
Figura 3-40 Ejemplo distribución Centro de carburante [18]	58
Figura 3-41 Ejemplo distribución Zona de mantenimiento 2º Escalón [18].....	59
Figura 3-42 Ejemplo distribución del PC UASC y PCLA (Role1) [18].....	60
Figura 4-1 Tabla de atributos referente a la zona de trabajo	61
Figura 4-2 Pendiente obtenida a partir del MDT200	62
Figura 4-3 Capa de MFE25 sobre la zona de estudio	62
Figura 4-4 Zona óptima solapada con ambas capas de pendiente y del MFE25	63
Figura 4-5 Opciones para la ubicación de la BSP según la pendiente del terreno	64
Figura 4-6 Diferentes clasificaciones de la capa MFE25.....	64
Figura 4-7 Posibles zonas para la BSP con datos de los “Tipos Estructurales” del MFE25	65
Figura 4-8 Posibles zonas para BSP con la clasificación del Inventario Forestal Nacional (IFN).....	65
Figura 4-9 Perímetro exterior de la BSP	66
Figura 4-10 Ejemplo de localización del punto de toma de helicópteros según la pendiente.....	67
Figura 4-11 Ejemplo de distribución área de descanso	68
Figura 4-12 Ejemplo de distribución de área vehículos	69
Figura 4-13 Ejemplo de distribución de zonas en la BSP	69
Figura 5-1 Estructura de módulos Hesco-Bastión de una Base Táctica [33].....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas de cada modelo de datos	15
Tabla 2 Comparativa de SIG gratuitos [13]	20
Tabla 3 Módulos necesarios dependiendo de la entidad de la Fuerza [16]	25
Tabla 4 Código Corine Land Cover [22].....	31
Tabla 5 Precio módulos Hesco-Bastion [32].....	71
Tabla 6 Precio material de fortificaciones [32]	71

LISTA DE ACRÓNIMOS

ARD	Agrupación Reforzada de Desembarco
ATLANTE	Avión Táctico de Largo Alcance No Tripulado Español
BIM	Building Information Modeling
BRIMAR	Brigada de Infantería de Marina
BSP	Base Semipermanente
BT S/P	Base Táctica sobre medios Semi Permanentes
C2	Mando y Control
CCAR	Centro de Carburante
CECOM	Centro de Comunicaciones
CGIS	Canadian Geographical Information Systems
CLC	CORINE Land Cover
CMUN	Centro de Munición
Cte	Comandante
DOS	Day of Supply
ED50	European Datum 1950
EPSG	European Petroleum Survey Group)
ESRI	Enviromental Systems Research Institute
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
FAS	Fuerzas Armadas
FD	Fuerza de Desembarco
GASC	Grupo de Apoyos y Servicios de Combate
GNU	General Public License
GRUMA	Grupo de Movilidad Anfibia
GvSIG	Generalidad Valenciana Sistema de Información Geográfica
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IDEPO	Geoportal Diputación de Pontevedra
IFN	Inventario Forestal Nacional
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IM	Infantería de Marina
LAN	Local Area Network
LIC	Lugares de Interés Comunitaria
LIDAR	Light Detection and Ranging
MDT	Modelo Digital del Terreno

MDT	Modelo Digital del Terreno
MFE	Mapa Forestal de España
MFE25	Mapa Forestal de España a escala 1:25.000
MIMO	Map in- Map out
NBQ	Nuclear, Biológica y Química
OGC	Open Geospatial Consortium
PC	Puesto de Control
PCAL	Puesto de Clasificación
PNOA	Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
QGIS	Quantum Geographical Information System
QRF	Quick Reaction Force
SATCOM	Satellite Communication
SHP	Shapefile
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SOP	Standard Operating Procedure
SPC	Sistema Proyectivo Cartográfico
SPOD	Surface Port of Debarkation
SVA	Soporte Vital Avanzado
SVB	Soporte Vital Básico
SYMAP	Synagraphic Mapping Technique
TA	Trozo Avanzado
TEAR	Tercio de Armada
TFG	Trabajo de Fin de Grado
UASC	Unidad de Apoyo y Servicios de Combate
UTM	Universal Transverse Mercator
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service
WMTS	Web Map Tiled Service
ZEC	Zonas Especiales de Conservación
ZEPA	Zonas de Especial Protección para las Aves
ZO	Zona de Operaciones

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Motivación

En una época de cambios en las operaciones internacionales, la instalación de Bases de carácter semipermanente es un requisito indispensable para las unidades militares. El Tercio de Armada (TEAR) de Infantería de Marina (IM), dispone de material suficiente para desplegar una Base Semipermanente capaz de sostener y abastecer una Agrupación Reforzada de Desembarco (ARD) de un total de 1.100 efectivos [1].

La BRIMAR (Brigada de Infantería de Marina) está encuadrada dentro de la Armada Española y constituye el puño ofensivo de la misma. Se trata de una fuerza adiestrada para la realización de operaciones anfibas en cualquier marco de operaciones proporcionando acceso a la Armada a cualquier teatro de operaciones.

La capacidad anfibia y expedicionaria destacable de la BRIMAR, hace necesaria la habilidad de despliegue de sus medios de apoyo de combate y de apoyo de servicios de combate, los cuales deben ser siempre lo más reducidos posibles haciendo patente la austeridad e independencia de las unidades de Infantería de Marina.

Para el apoyo de las operaciones, el TEAR dispone de medios de rápido despliegue y recuperación que proporcionan la capacidad de constituir una Base Semipermanente (BSP) que atienda a las consideraciones tácticas de la misión. Una de las principales diferencias entre una unidad de Infantería de Marina y una unidad del Ejército de Tierra es el mínimo tiempo de alerta con el que cuenta la primera para el despliegue. Esto lleva a las unidades de Infantería de Marina a tener planeados y previstos todos los aspectos que normalmente afectan a este tipo de operaciones, entre los que destaca el estudio del terreno.

En el caso particular de ubicación de una BSP, son muchos los factores y características del terreno a estudiar para su correcta instalación. La cercanía a puntos de abastecimiento de agua (ríos, embalses o incluso al mar), vías de comunicación (carreteras, pistas, caminos, sendas), cercanía a playas aptas para el desembarco (con una longitud suficiente para el despliegue de la unidad), pendiente del terreno seleccionado (según la instalación, permitirá una mayor o menor pendiente), usos del suelo (urbano, forestal, humedales, etc.) y cubierta arbórea (bosque denso, bosque mixto, landas y matorrales, etc.), entre otros. Según la entidad de la unidad que deba albergar la base, deberá tener unas dimensiones u otras.

Otro factor de vital importancia a la hora de ubicar una BSP es el tipo de misión que se va a desarrollar en la Zona de Operaciones (ZO) en la que nos encontremos, ya que la misión dependerá de la situación táctica, y esta afectará directamente sobre el tipo de fortificaciones a emplear, buscando

una mayor o menor cubierta (protección frente al fuego enemigo) según la hostilidad del enemigo. Asimismo, la unidad contará con unas u otras ventajas como puede ser la observación sobre el enemigo si se encuentra a una mayor cota o, por el contrario, conseguir ocultación ubicándola a menor cota (tácticamente hablando, la ocultación consiste en el enmascaramiento de una unidad y de sus actividades para la observación enemiga). Con estas características bien determinadas se facilitará la protección de la base y su mejor cumplimiento de la misión [2].

Los métodos y procedimientos utilizados tradicionalmente para la ubicación y despliegue de estas BSP no son del todo óptimos, puesto que se realizan mediante el estudio de elementos cartográficos (mapas y planos topográficos). Estos métodos impiden la máxima explotación del terreno al ser estudios menos precisos y más superficiales, a la vez que conllevan una cantidad de trabajo desproporcional a la cantidad de información obtenida. Esto lleva a plantear la posibilidad de automatizar dichos procedimientos, optimizando así la selección de los emplazamientos de una BSP mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). De este modo, se reducirá el tiempo y esfuerzo empleados, obteniendo resultados mucho más detallados y precisos al considerar un mayor volumen de datos e información del terreno.

Son tantos los aspectos del terreno a tener en cuenta a la hora de establecer una BSP, que este Trabajo de Fin de Grado (TFG) contempla la utilización de un Sistema de Información Geográfica que, de forma computerizada, optimice el reconocimiento del terreno para la ubicación y diseño de una BSP de una Agrupación Reforzada de Desembarco de Infantería de Marina. Estos sistemas se presentan como una herramienta de gran potencial y versatilidad para la realización de este tipo de estudios, ya que se pueden realizar análisis del terreno de forma prácticamente automática proporcionando productos cartográficos de gran calidad. La característica más destacable de estos sistemas es el poder recuperar y actualizar los análisis en todo momento, de manera que el estudio esté siempre adaptado a la situación actual; una función que cobra mucha importancia para integrar los efectos causados por la climatología, erosión del terreno, etc. No obstante, y a pesar de su utilidad, es necesario conocer el procedimiento tradicional de estudio del terreno para comprender el proceso en su conjunto y, en caso de necesidad, emplearlo como sistema alternativo. De este modo, mediante el uso de un SIG, se tendrán en cuenta cantidad de variables o aspectos del terreno (hidrografía, relieve, usos del suelo, núcleos y densidad de población, infraestructura viaria, etc.) que ayuden a identificar la ubicación más óptima de la base en función de la misión para la que se diseña.

1.2 Objetivos

Los Sistemas de Información Geográfica han resultado ser una clara ventaja a la hora de realizar estudios del terreno para la toma de decisiones. Por lo tanto, en este trabajo se materializará la necesidad del uso de los SIG en el ámbito militar. Se mostrarán las ventajas que presentan estos sistemas frente a los métodos tradicionales para el estudio del terreno, dejando en evidencia la necesidad que tienen las unidades militares de poseer estos sistemas, que no solo reducirán el tiempo en la toma de decisiones, sino que también reducirán el esfuerzo en la realización de estos estudios a la vez que se incluye una mayor extensión del terreno a analizar.

1.2.1 Objetivos generales

- Realizar un estudio del terreno mediante herramientas SIG (atendiendo a aspectos tales como: acceso a playas para realización de operaciones anfibia, usos del suelo, relieve, hidrografía, núcleos de población, comunicaciones, etc.) que nos facilite la elección de la ubicación más idónea para una Base Semipermanente en la Provincia de Pontevedra. Esta elección de la ubicación está fundamentada únicamente en aspectos topográficos del terreno, obviando cualquier aspecto táctico al carecer de situación táctica.
- Diseño de la base propuesta y distribución de sus diferentes zonas en concordancia con las características que debe cumplir cada una de ellas en base a la doctrina (Standard

Operating Procedure - SOP 407) de “Organización de una base táctica sobre medios semi-permanentes (BT S/P- IM) [1].

1.2.2 Objetivos específicos

- Conocer los aspectos generales de una Base de carácter Semipermanente capaz de albergar una Agrupación Reforzada de Desembarco (ARD) (según aspectos tales como los medios de los que debe disponer, servicios, logística, dimensiones, etc.).
- Aprendizaje y aplicación de una herramienta SIG (en concreto, se utilizará el software gvSIG para la realización del estudio del terreno y selección de la ubicación de la base).
- Recopilación de datos geoespaciales y temáticos procedentes de distintas fuentes cartográficas oficiales como el Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente o la Xunta de Galicia.
- Georreferenciación de todos los datos recopilados a un mismo Sistema de Proyección Cartográfico (UTM ETRS89) para el solape de los mismos.
- Obtención de la capa de curvas de nivel con el software QGIS (gvSIG no ofrece dicha funcionalidad) a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) disponible en el centro de descargas del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Conocer las características que debe cumplir el terreno para la viabilidad de la instalación de una Base Semipermanente (desde el punto de vista de superficies requeridas, usos del suelo, vegetación, pendiente, etc.).
- Elaboración de mapas cartográficos que proporcionen información referente a la ubicación de la zona óptima para la instalación de la base, su hidrografía, pendiente, especies arbóreas, etc., así como el mapa de organización de la BSP.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Sistemas de Información Geográfica

2.1.1 Definición

Un sistema de Información Geográfica (SIG) consiste en una integración de datos geográficos, software y hardware, cuya finalidad es la de almacenar, manipular y analizar la información geográfica referenciada para así resolver problemas de gestión y planificación territorial.

2.1.2 Estructura de datos

Como su definición dice, es un software capaz de almacenar, analizar y visualizar información de un determinado elemento que se encuentre ubicado en un lugar geográfico de un mapa. Se trata tanto de datos geográficos (componente espacial) como alfanuméricos (componente temática o atributos) (Figura 2-1), así como información geométrica necesaria para la posible visualización del mismo (por ejemplo, un modelo vectorial de división territorial administrativa en el que cada entidad o atributo es un polígono). Toda esta información está contenida en un mapa digital de manera que, señalando un objeto cartográfico, podamos conocer su posición geográfica y atributos [3].

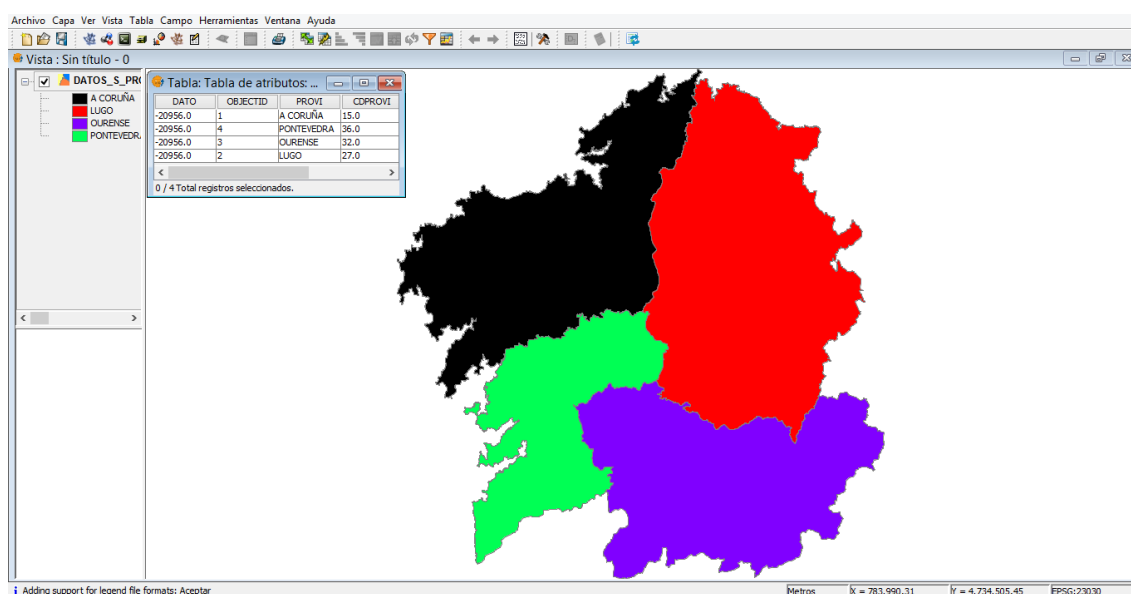


Figura 2-1 Ejemplo componente espacial y temática (atributos)

No obstante, un sistema SIG no se limita a la ubicación de elementos en el terreno y su información temática, sino que también posibilita establecer relaciones topológicas entre elementos u objetos cartográficos, permitiendo así un análisis integral del territorio, mejorando la gestión y planeamiento del mismo con buen criterio.

La mayor ventaja de un SIG es la facilidad de gestionar la información espacial. En un SIG la información se organiza en capas (unidades temáticas). Cada capa contiene información de una naturaleza diferente y puede considerarse como una variable (hidrografía, altimetría, litología, etc.), permitiendo trabajar con cada una de forma independiente y de manera rápida y sencilla. Haciendo superposición de capas, y funciones de geoprocésamiento (solape, enlace espacial, etc.), el usuario puede crear nueva información mediante la combinación de diferentes capas. Para ello, las capas deben estar georreferenciadas en un sistema de proyección común para que puedan superponerse.

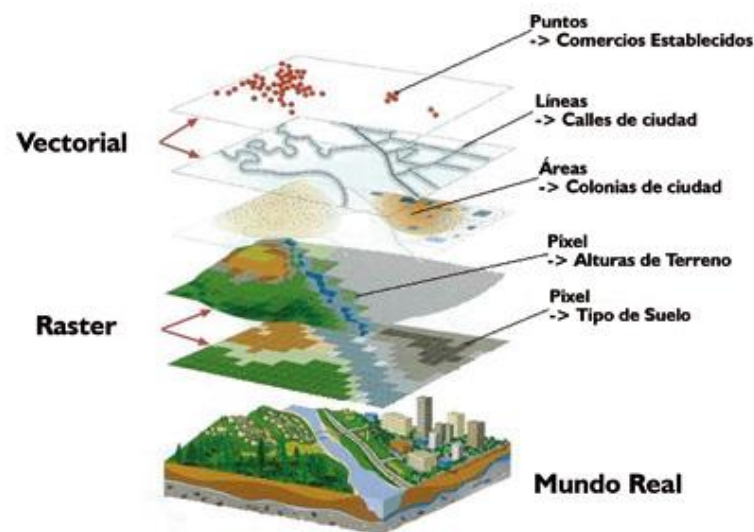


Figura 2-2 Ejemplo de información espacial por capas [4]

2.1.3 Modelos vectoriales y ráster

Las bases de datos espaciales de los Sistemas de Información Geográfica son básicamente modelos del mundo real expresados de manera digital. Consiste en datos referenciados con respecto al espacio (datos georreferenciados).

Las reglas que se siguen para modelizar el mundo real en bases de datos mediante objetos discretos son las que constituyen los modelos de datos de los SIG. Básicamente, las estructuras de datos en un SIG se engloban en dos modelos:

2.1.3.1 Modelos Vectoriales

Sistemas que utilizan vectores para la descripción de objetos geográficos. Se trata de vectores definidos a través de la localización geográfica de puntos, líneas o polígonos.

2.1.3.2 Modelos Ráster

Se trata de un sistema que funciona por vecindad entre objetos geográficos, de modo que divide la zona de trabajo en una malla regular de celdas idénticas denominadas píxeles. Al ser una malla regular, conoceremos el lugar céntrico de cada píxel, por lo tanto, conoceremos las coordenadas del centro exacto de cada celda de manera que todos los píxeles están georreferenciados.

El tamaño de los píxeles en la base de datos debe ser variable según la escala con la que estemos trabajando para así obtener una mayor o menor resolución según la precisión de la información que necesitemos. A menor tamaño de píxel, mayor resolución. Sin embargo, a mayor resolución tendremos mayor coste computacional, lo que requerirá más tiempo para procesar la información [5].

En un modelo ráster, un objeto se define por el número de píxeles que lo contienen.

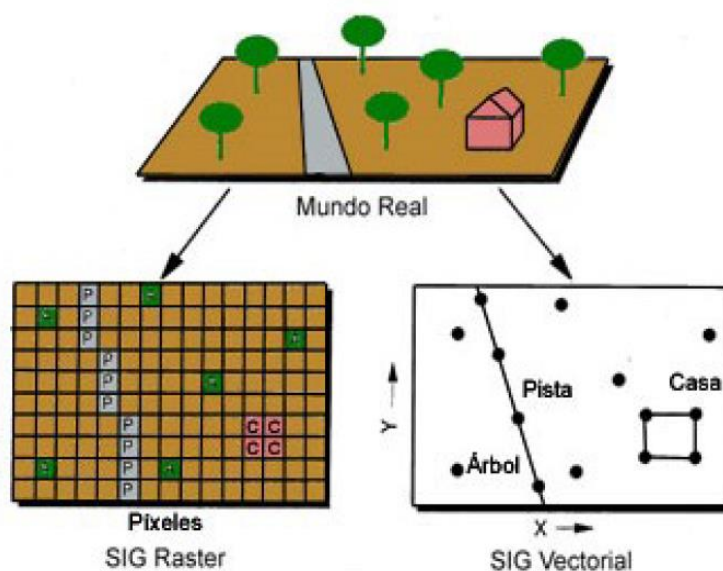


Figura 2-3 Ejemplo modelo vectorial y ráster

DATOS	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<u>VECTORIAL</u>	- A igual información menos espacio en disco - Mejor para topologías (redes) - Mejor calidad de salida gráfica.	- Estructura compleja. - Superposición con limitaciones. - Peor con datos muy heterogéneos. - No trata imagen digital.
<u>RASTER</u>	- Estructura simple. - Superposición eficiente. - Mejor con datos muy heterogéneos. - Tratamiento de imágenes.	- A igual información más espacio en disco. - Limitaciones en topologías. - Peores calidades de salidas gráficas.

Tabla 1 Ventajas y desventajas de cada modelo de datos

2.1.4 Ventajas de los SIG

En cuanto a las ventajas que puede presentar un sistema SIG, destaca la posibilidad de poder realizar análisis complejos y problemas de realidad espacial sin ninguna complejidad y de forma rápida, así como la ventaja cualitativa que presenta con respecto a los métodos tradicionales. También podemos destacar la cantidad de soluciones que presenta en cualquier caso de estudio [6].

Hoy en día todas las empresas e instituciones hacen uso de tecnologías SIG para mejorar la eficiencia de sus proyectos, ya que estas tecnologías presentan abundantes ventajas con respecto a los métodos tradicionales:

- Se trata de un sistema que trabaja con información exacta, centralizada y actualizada, ya que este sistema nos permitirá ir incluyendo actualizaciones a la información de manera complementaria que van a enriquecer nuestra base de datos. Es un sistema eficiente e interactivo.
- Consiste en un formato digital que no tiene nada que ver con los tradicionales planos y mapas de papel, sino que nos permite trabajar con formas compactas.
- Al funcionar con sistemas informáticos, estos nos permiten trabajar de forma simultánea con grandes cantidades de datos. No solo facilita trabajar con grandes volúmenes de datos, sino que también nos permite almacenarlos físicamente y representarlos de manera independiente.
- Nos permite combinar información de diferentes fuentes y escalas.
- Se pueden combinar diferentes procedimientos de trabajo y conjuntos de datos diferentes. Esto no sería posible con ningún método manual.
- Los sistemas SIG evitan actividades redundantes.
- Es un sistema muy rápido y, tan rápido como procesamos información, obtenemos productos cartográficos o realizamos un estudio en detalle del terreno.
- Como ya se ha comentado anteriormente, los resultados obtenidos al realizar un análisis de datos espaciales con un software SIG poseen gran calidad en relación al tiempo invertido y su coste, ya que algunos de estos softwares son de código abierto y su coste es nulo.

2.1.5 Los SIG en el mundo militar

Un SIG en el ámbito militar supone un sistema de Mando y Control (C2) que permita almacenar, analizar, gestionar y actualizar información geográfica militar para la posterior toma de decisiones por parte del Cte (comandante) en su correspondiente nivel de planeamiento (estratégico, operativo o táctico).

Sea cual sea el nivel de planeamiento en el que nos encontremos, el Cte de una unidad tiene la necesidad de información geográfica para poder realizar un correcto planeamiento y así ejecutar de manera eficiente su maniobra.

De entre la información que requiere el comandante para realizar el planeamiento se encuentran los medios disponibles, el enemigo, el tiempo atmosférico y el terreno, siendo este último el que se estudia mediante los Sistemas de Información Geográfica.

La información recopilada en los estudios del terreno forma parte de los datos de inteligencia básica y se obtiene desde tiempo de paz con constantes actualizaciones. En su estudio no se tiene en cuenta ni el enemigo ni la meteorología.

Sus capas temáticas más importantes, según la doctrina de “Integración terreno enemigo y otros factores – OR7-018” [2], son:

- Formas superficiales y relieve.
- Pendientes.
- Suelos.
- Vegetación.
- Obras artificiales.
- Otras capas temáticas.

Gracias a los avances tecnológicos de los que disponemos hoy en día, la información geográfica se procesa de forma más rápida. Este gran avance, como ha demostrado la experiencia, ha facilitado el

cumplimiento de una misión en gran medida sin importar el grado de planeamiento preciso. Esto nos lleva a pensar que hay que gestionar la información geográfica en un ámbito militar de forma específica, añadiendo características especiales que permitan satisfacer las necesidades de las unidades militares. Según los aspectos a tener en cuenta en el planeamiento militar, un SIG militar debe contar con los siguientes aspectos específicos [7]:

- Aspectos geográficos
 - Para el buen uso de este sistema, y su mejor aprovechamiento, se debe contar tanto con información general de mapas digitales disponibles a cualquier usuario como con información más específica que influya de manera más directa en una operación militar.
 - La cartografía debe ser digitalizada acorde a las tecnologías disponibles con la simbología típica militar y que sirva, según el nivel al que se esté planeando, para la conducción de la operación.
 - La cartografía debe permitir a los usuarios actualizarla o realizar cambios a la misma sobre la marcha.
 - El sistema de información puede incluir una base de datos con información estadística del clima e información meteorológica según los datos históricos de cada zona.
- Aspectos tecnológicos
 - Para que los SIG realicen su función correctamente es necesario poseer equipos suficientemente capaces de soportar este tipo de software.
 - El sistema debe permitir efectuar consultas inteligentes que involucren consultas sobre la localización de entidades geográficas o la existencia de estas.
 - Debe permitir la interacción entre los usuarios, de forma que las diferentes entidades militares puedan ir actualizando el escenario según se vaya obteniendo información sobre el mismo, dándole a este un carácter más dinámico y facilitando el planeamiento en tiempo real.
 - Debe permitir el uso de diferentes formatos de datos, como el uso de imágenes satelitales, para integrar toda información obtenida y unificarla.
 - Debe permitir unificar todos los datos obtenidos para que el Cte de cada unidad pueda tomar decisiones y obtener conclusiones, realizando un juicio más completo de la situación, según los aspectos básicos de la decisión, terreno, tiempo atmosférico, enemigo y medios propios.
- Aspectos administrativos
 - En cuanto al sistema, deberá ser capaz de analizar y manejar grandes cantidades de datos. Esto significa que habrá que concretar los requerimientos de información militar que se requieren y que realmente aporten algo al comandante y otros usuarios a la hora de hacer uso de este.
 - Es precisa una organización administrativa, de forma que cada función de análisis y estudio del terreno lo realice la persona adecuada y así obtener mejores resultados.
 - Los SIG son mucho mejor gestionados por personal profesional de la materia, y sacarán un mayor provecho de este obteniendo más información y más precisa. Por lo tanto, es necesario tener gente especializada en la materia que opere estos sistemas.
 - Todo SIG requiere ser financiado para que esté actualizado conforme a las tecnologías actuales, los avances del software, etc. Esto requiere que el sistema sea gestionado por algún operario que se encargue de actualizarlo de forma permanente.

Los SIG, según el uso que se va a hacer de ellos en el ámbito militar, pueden ser clasificados de la siguiente forma:

a) Personal

Los SIG enfocados a personal cumplen las siguientes funciones entre otras:

- Despliegue y ubicación de instalaciones administrativas.
- Ubicación, antecedentes y características específicas de la población de cada zona.

b) Inteligencia

Enfocados a la obtención de inteligencia:

- Obtener un mejor conocimiento del escenario en el que se va a trabajar para hacer una mejor estructuración.
- Ubicar zonas peligrosas conforme al terreno y el enemigo para reducir al máximo el número de bajas.
- Obtener posible ubicación de puntos de sabotaje, emboscadas, puestos de observación, etc.

c) Operaciones

Funcionalidades de los SIG enfocadas a operaciones:

- Localización de objetivos.
- Determinación de posibles rutas para realización de patrullas e itinerarios.
- Determinación de posibles blancos.
- Localización de posibles avenidas de aproximación peligrosas del enemigo.
- Localización de áreas favorables para empleo de humos.
- Ubicación de obstáculos naturales y artificiales para evitar los mismos o tomar las medidas necesarias para sacar provecho de los mismos.
- Lugares aptos para la concentración de tropas (**posible BSP**).
- Zonas aptas para el avance de medios mecanizados, u empleo de otras unidades especiales que requieran de características del terreno específicas.

d) Logística

Funciones de los SIG enmarcados en el ámbito de la logística:

- Realización de división territorial, áreas de influencia de cada unidad, dividir sectores y áreas de responsabilidad.
- Selección de zonas que cumplan características para desplegar instalaciones logísticas (**posible BSP**).
- Ubicar zonas que cumplan los requisitos para facilitar el funcionamiento del tren logístico, así como zonas que faciliten la explotación de agua para las unidades.

Después de haber visto un resumen de las funcionalidades de los SIG en el ámbito militar, cabe destacar que no deja de ser una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, pero lo más importante es el factor humano, por lo que la decisión final será tomada por el Cte de la unidad haciendo uso o no de estas herramientas.

2.1.6 Los SIG en las FAS

En cuanto a los sistemas SIG en nuestras Fuerzas Armadas (FAS), estos pueden variar según las necesidades en operaciones de nuestras unidades. Las necesidades de las que pueden precisar nuestras FAS abarcan diversos campos como puede ser el campo de la inteligencia, muy importante para la toma de decisiones y el planeamiento, el campo de la defensa en el cual entra la defensa de área que

contiene el establecimiento de bases u otras instalaciones de protección, u otros campos como C2 (mando y control) o vigilancia.

Los países que hacen uso de sistemas SIG en el campo militar se encuentran en la vanguardia de todas estas necesidades, y los que no cuentan con estos sistemas es cuestión de tiempo que actualicen su forma de trabajo.

En el caso de nuestras FAS, existen múltiples empresas nacionales que han tomado parte en adaptar el concepto de los SIG para funciones militares. De la misma forma que en el caso civil, los sistemas SIG se encuentran en proceso de perfeccionamiento y mejora, y por eso es necesaria la continua actualización de los mismos a versiones más nuevas y completas.

Ejemplos de sistemas militares más representativos con los que cuentan las FAS que contienen tecnología SIG son:

- TALOS (Sistema de mando y control (C2) distribuido a dos niveles de mando, que permite realizar la coordinación y ejecución del apoyo de fuegos integrado en la maniobra terrestre de ambos niveles (brigada y batallones), para su uso por el Ejército de Tierra y por la Armada [8], [9]).
- ATLANTE (Avión Táctico de Largo Alcance No Tripulado Español [10]).

2.1.7 Software existente

Existen abundantes software SIG en el mercado que se presentan como una herramienta que facilita al usuario la toma de decisiones. A continuación, se listan una serie de software SIG, algunos de carácter comercial y de pago y otros con código abierto [11].

- ArcGIS

Software diseñado por la empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute). Se trata de un software completo de gestión de información geográfica que utiliza estándares abiertos para facilitar la comunicación con servidores y bases de datos como COM, XML etc.

- GRASS

Llamado habitualmente como “La hierba” es un software con código abierto y por lo tanto gratuito para los usuarios. Su desarrollo comenzó hace 28 años con el objetivo de crear una herramienta de análisis de datos geoespaciales eficiente, y hoy en día su fácil uso y adquisición lo hacen un software usado a nivel mundial.

- GvSIG

Software desarrollado por la Comunidad Valenciana. Se trata de un software de carácter gratuito para los usuarios, consiste en un software diseñado para capturar, almacenar, manipular, toma de decisiones y planificación sobre información geográfica. Se trata de un software muy intuitivo y fácil de manejar, compatible con la mayor parte de los formatos soportados por los SIG. Permite trabajar con modelos ráster y vectoriales. Es un software de análisis de datos geoespaciales muy potente.

Como ya he comentado, se trata de un software libre, y está basado en el lenguaje de programación JAVA con licencia GNU/GPL, lo que permite mejoras al software por parte de los usuarios y está disponible para los sistemas operativos más utilizados.

- Idrisi TAIGA

La ventaja que presenta frente a otros softwares SIG son sus módulos avanzados para el análisis de imágenes y modelización temporal de acontecimientos mediante el uso de datos ráster. Contiene funciones tanto de análisis espacial, como la mayoría de sistemas SIG, como de visualización de información espacial e imagen.

- Open JUMP

Al igual que gvSIG, es un sistema desarrollado con el lenguaje de programación JAVA, abierto y mejorado por la comunidad de usuarios. Cuenta con visualizador de datos WFS (Web Feature Service). Sin embargo, cuenta con limitaciones en cuanto al análisis de imágenes ráster, ámbito en el que se está trabajando para su mejora.

- Sextante

Software desarrollado por la Comunidad Autónoma de Extremadura. Se desarrolló en sus inicios para facilitar el análisis de la información forestal en proyectos autonómicos de Extremadura. Este proyecto fue iniciado en el 2004 tras el cual se demostró que, con sus aplicaciones desarrolladas en el ámbito forestal, está muy por delante de otros sistemas SIG, ya que presenta una gran variedad de análisis en el ámbito forestal. Se trata de un Software desarrollado y distribuido de forma gratuita como un programa de código abierto con licencia GNU y que trabaja en soporte gvSIG.

- QGIS

Anteriormente conocido como Quantum GIS, se trata de un Sistema de Información Geográfica de código libre que soportan los principales sistemas operativos del mercado como Mac OS, Linux, Microsoft Windows, etc. Permite trabajar con formatos ráster y vectoriales. Es uno de los softwares SIG gratuitos más utilizados a nivel mundial [12].

COMPARATIVE FREE GIS TABLE							
Product	JUMP	Kosmo	SAGA	SEXTANTE	gvSIG	uDIG	Quantum GIS
Simple query							
Lengths							
Areas							
Attribute information							
Metadata							
Vector analysis tools							
Buffer							
Clip							
Dissolve							
Merge							
Union							
Spatial Joint							
Convex Hull							
Diference							
Intersection							
Overlay							
Geometry Function							
Presenting results							
Unique symbol thematic mapping							
Unic value thematic mapping							
Graduated colour thematic mapping							
Variable feature size thematic mapping							
Fixed size labelling							
Real size labelling							
Layout							
Views							
Imagery georeference							
Scales							
Legends							
Graphical objects							
North							
Text							
Boxes							
3D views							
Profiles							
Template							
Export to pdf/bmp							

Tabla 2 Comparativa de SIG gratuitos [13]

2.2 Evolución histórica de los SIG

Los antecedentes de los SIG se remontan a los años 1960 y 1970, cuando surgieron nuevos métodos de uso de los mapas para la planificación y valoración de recursos. Esto ocurrió cuando se consideró que las diferentes características de la superficie de la tierra no eran independientes, sino que debían ser estudiadas de forma integrada al guardar algún tipo de relación las unas con las otras [14].

Se comenzó superponiendo copias transparentes de mapas, unas sobre otras, sobre mesas iluminadas que dieran una visión del conjunto de mapas sobre los que se estaba trabajando y así encontrar puntos coincidentes en diferentes mapas.

Es en 1953, con la obra “Elements of Cartography”, cuando John K. Wright consideró que el ámbito de la cartografía y la informática debían unirse para dar mayores prestaciones. Sin embargo, para entonces los sistemas informáticos con los que se disponía eran muy limitados, por lo que no se realizó hasta que la informática alcanzó su nivel de madurez.

El primer indicio de la creación de un sistema informático SIG data de 1959 con Waldo Tobler, que define un sistema al que denomina MIMO (Map in- Map out) a partir del cual hace posible la transformación de mapas físicos a formato digital fácil de editar, manipular y generar nuevos mapas. Se puede decir que es el precursor de los sistemas SIG [15].

El primer Sistema de Información Geográfica propiamente dicho surge a principios de los años 60 en Canadá, creado por Roger Tomlinson y denominado CGIS (Canadian Geographical Information Systems) [16]. Su objetivo era el de la gestión de todos los datos geográficos canadienses referentes a los territorios rurales. Fue pionero en el campo de los Sistemas de Información Geográfica y es, a partir de este, dónde se considera el nacimiento de los SIG y a Tomlinson como el padre de estos sistemas.

Tras la creación de los primeros Sistemas de Información Geográfica, no solo nace una nueva herramienta que facilitará el trabajo en este campo, sino que comienza la creación de nuevas técnicas que anteriormente no se habían ni propuesto, surgiendo problemas ligados a las capacidades de los ordenadores de aquel entonces. Muchos problemas de almacenamiento son solucionados por la Matriz de Morton, gracias a la cual se superan deficiencias en los equipos de antaño como la carencia de unidades de almacenamiento.

En 1964, geógrafos y técnicos de la Universidad de Harvard desarrollaron SYMAP (Synagraphic Mapping Technique) [17], una técnica sinagráfica para la elaboración de mapas. Esta herramienta era capaz de representar información espacial a través de gráficos generados por ordenador. En un principio no se obtenía con mucha calidad (Figura 2-4), pero se apreció el potencial que tendría el desarrollo de estos software, y se impulsó el avance hacia sistemas más avanzados que abrieron la era de los sistemas SIG en la que vivimos ahora.

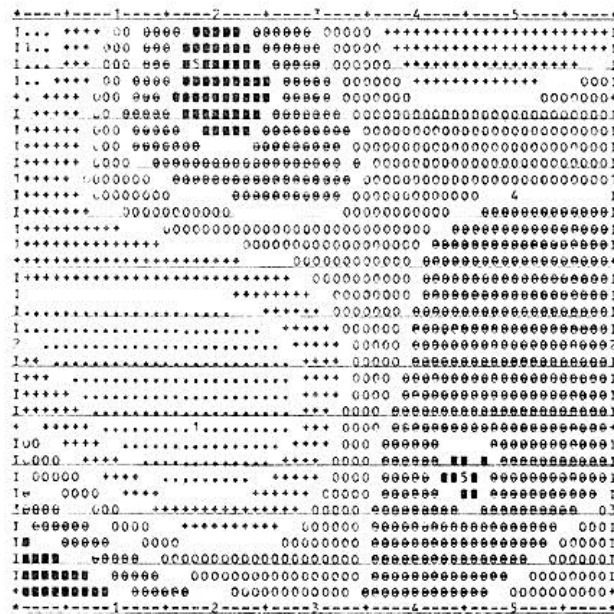


Figura 2-4 Ejemplo gráfico de una salida de SYMAP [17]

Los comienzos de los modelos ráster sin embargo surgen en 1969 con el desarrollo de GRID (cuyo significado es “cuadrícula”), un programa que almacena los datos en forma de cuadrículas. Hasta entonces la información en forma de cuadrícula ya era usada para las salidas de los programas, pero fue a partir de 1969 cuando se comenzó a utilizar para el almacenamiento de datos.

En la década de los 70 es cuando se impulsa la investigación y el desarrollo de los SIG. Se observa que estos SIG primitivos tienen un gran futuro y se desarrollan sin haber entrado aún en una época de uso masivo. Estos evolucionan muy rápidamente, siendo cada vez más conocidos y utilizados por un mayor y creciente público.

Con el avance en las tecnologías en los años 70, se da un gran impulso a los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones cartográficas. A su vez, se trabaja en otros sectores asociados como la topografía, fotogrametría, etc.

Es entonces a finales de los años 70, y principios de los años 80, cuando los SIG se convertían en sistemas utilizados de manera general y alcanzan un modelo plenamente operativo. Conforme las tecnologías avanzan, los software se van perfeccionando, y con este perfeccionamiento aumenta su aceptación y empleo. A día de hoy podemos encontrar estos SIG en organismos públicos, instituciones académicas, industria privada, instalaciones militares, etc. [18].

2.3 Infraestructura y fortificaciones

El diseño de la Base Semipermanente (BSP) se ha llevado a cabo en base a la doctrina (Standard Operating Procedure - SOP 407) de “Organización de una base táctica sobre medios semi-permanentes (BT S/P- IM) [1].

La Brigada de Infantería de Marina (BRIMAR) está organizada, equipada y adiestrada para constituir la Fuerza de Desembarco (FD) que necesita la Armada a la hora de ejecutar operaciones anfibias. Su movilidad estratégica y alto grado de alistamiento hacen que sea una Unidad idónea para participar en operaciones conjunto-combinadas de carácter expedicionario.

El hecho de que sea una fuerza expedicionaria con características anfibias implica que será preciso el despliegue de las Unidad de Apoyo y Servicios de Combate (UASC), las cuales están

dimensionadas en el grado justo de lo imprescindible ya que estas fuerzas expedicionarias se caracterizan por su austeridad y su alto grado de alistamiento.

Es por ello que las unidades de UASC se disponen en campaña bajo el criterio que presente la mayor eficiencia posible. De la misma forma que deberán establecerse según el carácter de la misión y su permanencia en el tiempo, lo que hará que la infraestructura se vea reforzada o aligerada según la prolongación de esta en el tiempo.

La necesidad de las fuerzas de Infantería de Marina de ser capaces de desplegar de forma aislada desde la mar, o incluso por aire, una Base de carácter semipermanente que permita el sostenimiento de las operaciones, la vida y el bienestar de una organización operativa tipo en situaciones adversas y bajo actuaciones exigentes, fue una necesidad clara tras la Operación Mar Caribe (Haití 2004-2006).

El Tercio de Armada (TEAR) dispone de recursos de rápido ensamblaje y recuperación, que permiten constituir una BSP adaptada a nuestras formas de acción para el apoyo directo a las operaciones.

Debido a esta necesidad, entre los cometidos esenciales del TEAR se encuentra el de la organización de este tipo de infraestructuras con un mínimo tiempo de alerta, circunstancia que aconseja tener planeados y previstos todos los aspectos y factores que afectan normalmente a este tipo de operaciones.

2.3.1 Diseño de una BSP

El TEAR dispone de suficientes medios y capacidades para la instalación de una Base Táctica de Carácter Semi-Permanente en Zona de Operaciones, con o sin apoyo de la nación en la cual se vaya a realizar la instalación de la misma.

Esta base es operada con el mínimo de cargas tanto administrativas como el mínimo soporte de condiciones de vida, protección de la fuerza o sanidad, ya que prácticamente todos los recursos son empleados para la eficacia militar de la fuerza apoyada.

2.3.1.1 Consideraciones para el diseño

Se deben tener en cuenta una serie de consideraciones a la hora de determinar el diseño de una BSP:

1. La base debe contar con un alto grado de autosuficiencia, esto significa que debe ser capaz de su sostenibilidad minimizando al máximo su dependencia del exterior.
2. Permite la vida y el funcionamiento total de la Fuerza con condiciones ambientales adversas. Por lo tanto, todos sus elementos deben estar adecuados para aguantar dichas condiciones.
3. Debe ser capaz de realizar una sencilla transformación para proporcionar protección NBQ (Nuclear, Biológica y Química).
4. Incluye elementos que reducen al mínimo el impacto ambiental.
5. Para la sencillez en la instalación de la BSP, su diseño es modular, y se exige que todos sus sistemas y equipos sean compatibles con los de los otros Ejércitos nacionales y aliados.
6. El despliegue de la BSP será escalonado, de forma que, partiendo de una estructura básica, se van incorporando elementos progresivamente hasta constituir un conjunto que cubra todas las necesidades de la Fuerza. Debe ser acorde a las características de la ZO y a la duración de la misión.
7. La BSP debe ser fácilmente transportable tanto por medios de desembarco como por aviones de transporte y carga.
8. De la misma forma que para su sostenimiento la base precisa del mínimo número de personas, su montaje precisa de un mínimo número de personas.

9. La distribución de la BSP se hace por áreas diferenciadas de forma que unas áreas no afecten el trabajo de las otras, como por ejemplo el área de trabajos no afecte sobre el área de descanso.
10. Debemos tener en cuenta que debe haber un mínimo de maquinaria para acondicionar el terreno en caso de que este no sea óptimo (nivelación del terreno, preparación de fosas sépticas, zanjas de protección, etc.). Para ello se precisará de medios de zapadores para realizar las funciones de fortificación.

2.3.1.2 Decisiones básicas que afectan al diseño de una BSP

1. Según la función de la BSP
 - a. Es necesario determinar las capacidades mínimas y máximas que se van a exigir a la BSP según el tipo de misión que se vaya a desarrollar, es decir, los servicios que debe prestar, su capacidad de autonomía logística, etc.
 - b. Los módulos de los que dispone la BRIMAR para la instalación de una BSP son módulos pre-configurados que, según el tipo de función que vaya a tener la BSP, serán o no desplegados, así como según el número de personal que vaya a apoyar.
2. Localización
 - a. La localización de una base es una de las decisiones básicas que debe tomar el comandante. Esta se encuentra condicionada por los factores militares de la operación. El comandante contará con el apoyo de especialistas en las funciones de combate: sanidad, comunicaciones, rutas de aprovisionamiento, riesgo de incendio, etc.
 - b. La correcta localización de la BSP es esencial debido al esfuerzo que supone y el coste de un cambio de emplazamiento.
3. Valoración de riesgos
 - a. Se debe realizar un análisis de riesgos principalmente en torno a dos áreas, seguridad operativa y protección física:
 - i. El nivel de protección física de la infraestructura debe ser determinado por el comandante. La instalación de una infraestructura de este nivel puede requerir el empleo de personal contratado, de forma que nuestro personal no sea empleado en labores secundarias. La protección física será la encargada de llevar el control de entrada y de estancia de este personal contratado.
 - ii. Se deben aplicar normas sanitarias para llevar a cabo una gestión segura de la infraestructura. Estas normas sanitarias pueden recoger la gestión de residuos, el tratamiento de agua, el control de depósitos, etc.
4. Tiempo de despliegue
 - a. A no ser que nuestras infraestructuras se encuentren bajo un planeamiento a mayor escala, y vayan a ser entregadas a otra fuerza para la realización de un relevo, es necesaria la estimación de su vida en términos absolutos.
 - b. El TEAR cuenta con recursos materiales que llegan hasta los 4 meses de uso.

2.3.2 Infraestructura de la BSP

El despliegue de la BSP debe ser escalonado. De esta manera, partiendo de una estructura básica, se van añadiendo módulos progresivamente de forma que se cubran todas las necesidades de la Unidad, siguiendo a su vez las características del terreno, de la Zona de Operaciones (ZO) y dependiendo de la duración de la BSP. Es por ello que el diseño de la infraestructura debe ser modular.

Gracias a los diferentes módulos se podrán incorporar capacidades a la BSP de forma sencilla y rápida, y mediante las partes ya terminadas de la base apoyarnos para finalizar el montaje del resto de instalaciones.

Según la entidad de la fuerza serán necesarios un mayor o menor número de módulos. A continuación, se muestra una tabla con una estación de módulos según el número de efectivos (Tabla 3).

MODULOS	250	500	750	1000-1500
COCINA	1	2	3	4
LAVAVAJILLA	1	1	2	2
FRIGORIFICO	1	1	2	2
CONGELADOR	1	1	1	1
CLASE I	1	2	3	5
ISOTERMO MUNICION	3	3	3	3
LAVANDERIA	1	1	1	1
GENERADOR	2	2	4	4
ELECTRONICO (NATO II)	1	1	1	1
ARMAS (NATO II)	1	1	1	1
RUEDAS	1	1	1	1
REP/ HERRAM VCI	1	1	1	1
REP HUMMER/IVECO	1	1	1	1
CADENAS	1	1	1	1
REP. AAV's	1	1	1	1
REP. MAQUINARIA	1	1	1	1
REP CARROS	1	1	1	1
REP OBUSES	1	1	1	1
GENERADOR RUEDAS	1	1	1	1
GENERADOR CADENAS	1	1	1	1
PLANTA GENERADORA	1	1	1	1
WC	2	2	4	4
WC/DUCHAS	2	3	4	5
DUCHAS	1	1	2	2
AGUAS RESIDUALES	1	2	2	2

TIENDAS DE ALOJAMIENTO	250	500	750	1000-1500
M2	1	1	1	2
M4	5	9	15	30
M6	15	31	45	60

SANIDAD	250	500	750	1000-1500
TELEMEDICINA	1	1	1	1
FARMACIA	0	0	1	1
GENERADOR	1	1	1	1
TIENDA M6	3	3	3	3

Tabla 3 Módulos necesarios dependiendo de la entidad de la Fuerza [1]

Para el despliegue de la BSP más completa, deberían incluirse las siguientes instalaciones:

1. Instalaciones de Asistencia Sanitaria

Un Puesto de Clasificación (PCLA), constituido por tres tiendas del tipo DRASH (Figura 2-5), con funciones de Consulta y Triage (método utilizado por las emergencias sanitarias para clasificar a los heridos según la emergencia, priorizando la hora de recibir tratamiento), hospitalización y Rx, y estabilización.

Deberá contar a su vez con un generador para dar alimentación a todas las instalaciones sanitarias, dos ambulancias tácticas de evacuación con Soporte Vital Básico (SVB) y otras dos ambulancias tácticas con capacidad de Soporte Vital Avanzado (SVA).



Figura 2-5 Tienda tipo “DRASH” [13]

2. Instalaciones de mantenimiento de sistemas

Compuestas por módulos de repuestos y pertrechos y contenedores taller cuyo fin es el de proporcionar capacidades de mantenimiento de segundo escalón en campaña.

3. Instalaciones para almacenamiento y suministro de recursos

Compuestas por contenedores, cisternas, depósitos y aljibes que nos permiten el almacenamiento duradero y seguro de recursos. Mediante equipos de frío y contenedores con control de temperatura se logra almacenar los recursos requeridos para mantener la autonomía logística de la base, y gracias a estos sistemas paliamos con los factores climáticos de la situación de la base.

Se dispone de 4 contenedores de 20 pies con capacidad de almacenamiento de 4 DOS (Day of Supply compuesto de una unidad de desayuno, una de comida y una de cena) por unidad, y 3 contenedores frigorífico.

4. Medios de apoyo general

a) *Energía eléctrica*

El TEAR cuenta con 2 plantas de energía y 4 contenedores generadores que permiten satisfacer las necesidades energéticas de toda la BSP, con capacidad de garantizar el funcionamiento de los equipos críticos como los sistemas de mando y control, los contenedores frigoríficos o los contenedores isoterms de munición mediante generadores auxiliares.

b) *Contenedores de ablución*

4 módulos de 20 pies de WC, 2 módulos de duchas y 5 módulos mixtos.

c) *Contenedores cocina y lavavajillas*

En el Grupo de Apoyos y Servicios de Combate (GASC) se cuenta con 3 cocinas completas, cada una compuesta por 2 módulos de 2 pies cada uno, así como de 2 lavavajillas. Cada cocina proporciona una capacidad de elaboración de comida de 600 personas por día.

d) *Contenedor lavandería*

Disponible en un módulo de lavandería de 20 pies que proporciona servicio de lavandería diario a 400 personas.

e) *Gestión de residuos*

Siempre que sea posible, se usarán los medios del país anfitrión. De no ser posible, el TEAR tiene capacidad de gestión de residuos mediante 2 contenedores de 20 pies de recogida de aguas residuales, aunque estos requieren uso de componentes químicos.

f) *Agua*

Siempre que sea posible, se deberá garantizar en la medida de lo posible la instalación de tomas de agua en la propia BSP. Actualmente el TEAR dispone de 4 potabilizadores de agua, 2 con una capacidad de 1.600 litros/hora y 2 con una capacidad de 500 litros/hora.

La producción de agua potable se verá sujeta a la salinidad del agua y su temperatura.

5. Sistema de comunicaciones interno

Para garantizar el enlace entre los puestos críticos de la BSP, se utilizará parte del sistema TETRAPOL. Debido a la sencillez de los equipos, así como su reducido tamaño, se desplegarán un total de 15 terminales y otros 5 quedarán en reserva por si alguno fallase. La distribución de los terminales entre los puntos críticos de la BSP abarca desde el jefe de la Unidad de Seguridad, pasando por las torres de vigilancia, hasta el jefe de la QRF (Quick Reaction Force).

El sistema de comunicaciones, aparte de garantizar esta comunicación y enlace entre los diferentes puestos de la BSP, también será el encargado de la instalación de la centralita telefónica con sus terminales correspondientes, una Red LAN con acceso a correo, un sistema de megafonía, e incluso Internet para contribuir a la moral de las tropas que en esta BSP se alojen.

Es imprescindible garantizar el enlace tanto con las unidades subordinadas como con la unidad superior, en su caso con Territorio Nacional por lo que deberá instalar las antenas correspondientes de los sistemas SATCOM (Satellite Communication).

6. Instalaciones de seguridad y protección

Toda aquella instalación cuya función sea dar una respuesta flexible a cualquier tipo de amenaza. Debe ser capaz de ajustar el nivel de protección de las instalaciones en relación al nivel de amenaza. Para ello se hará uso de alambrada rápida y módulos Hesco-Bastion (Figura 2-6).

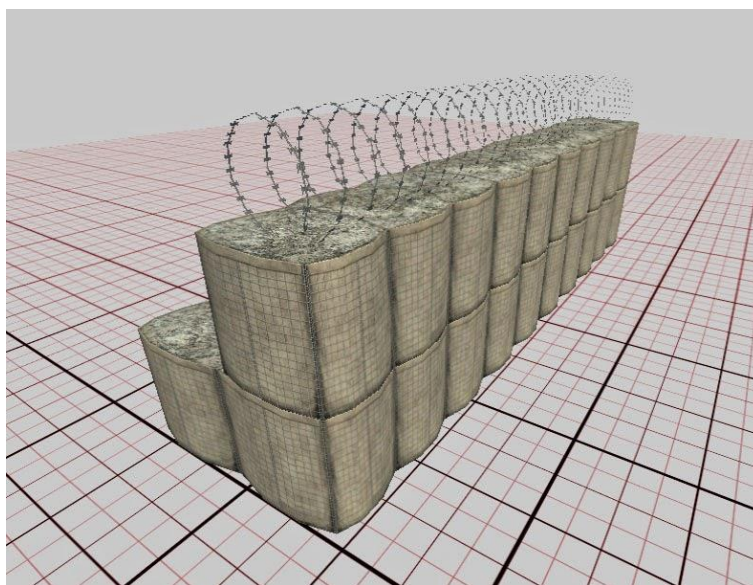


Figura 2-6 Instalación de módulos Hesco-Bastion con alambrada rápida [19]

2.3.3 Despliegue y conformación de la BSP

El despliegue de una BSP por lo general puede dividirse en 3 etapas diferentes, las cuales pueden solaparse o no en función de las circunstancias.

1. La primera fase consiste en desplegar el Equipo de Reconocimiento. Aunque es cierto que el funcionamiento de una BSP de Infantería de Marina (IM) no precisa de ninguna

infraestructura adicional de apoyo para su funcionamiento, eso no implica que el apoyo de cualquier infraestructura local sea un factor a tener en cuenta para el planeamiento. El uso de estas infraestructuras en beneficio propio tendrá un gran impacto en la instalación de la base. Es por ello que exista la necesidad de realizar un reconocimiento por parte de personal con experiencia de la Sección de Apoyo General de la Compañía de Zapadores del GRUMA (Grupo de Movilidad Anfibia) y de la Compañía de Aprovisionamiento del GASC (Grupo de Apoyo y Servicios de Combate).

El Equipo de Reconocimiento será el encargado de garantizar la agilidad, eficiencia y ahorro de recursos durante los primeros trabajos de constitución de la BSP.

Entre otros cometidos, se encargará de determinar los SPODs (Surface Port of Debarkation), las rutas desde los SPODs hasta el emplazamiento de la BSP, las capacidades que nos pueden aportar las empresas civiles de la zona, sus trabajadores y los recursos locales, disponibilidad de suministro de agua, energía, combustible, cualquier sistema de evacuación de aguas grises, etc. Todos estos factores pueden facilitar o agilizar en gran medida la instalación de una BSP.

2. Una segunda fase que puede solaparse con la primera fase, donde un Trozo Avanzado (TA) comienza con la instalación de los recursos críticos de vida, seguridad y funcionamiento, así como el replanteo del terreno. Entre estos trabajos, ordenados en orden de prioridad, se encuentran:
 - a. Explanar áreas de vida.
 - b. Suministro eléctrico básico.
 - c. Instalar garitas y cerrar el perímetro con alambrada rápida triple / Hesco-Bastion.
 - d. Preparar el terreno sobre el cual se asentará la zona de servicios, nivelación e instalación de duchas, contenedores de ablución, instalación de fosas sépticas y depósitos de agua.
 - e. Saneamiento de duchas, contenedores de ablución y suministro eléctrico.
 - f. Preparar la base sobre la que asentarán las cocinas, lavavajillas y lavandería, nivelación e instalación de los módulos.
 - g. Protección vertical de la fuerza (Hesco-Bastion y sacos terreros).
 - h. Construcción de polvorines.
 - i. Acondicionamiento de pistas interiores de la base.

El tiempo máximo para la finalización de todas estas tareas debe ser de 14 días.

3. La tercera y última fase se iniciará a la orden según vayan terminando los trabajos de la segunda fase, ya que consistirá en la mejora de los trabajos, instalaciones, suministros y protección hasta consolidar la BSP. Esta fase deberá estar lista en un margen de 4 y 6 días.

Que los trabajos anteriormente mencionados hayan terminado no implica que la BSP esté lista, los trabajos en una BSP no cesan nunca y siempre puede haber mejoras en la protección de las unidades.

A la hora de replegar una BSP se seguirá el proceso inverso al de su instalación, de manera que se recuperen todos los medios utilizados para poder volver a usarlos en futuros despliegues.

3 DESARROLLO DEL TFG

3.1 Criterios de zona/emplazamiento

El establecimiento de una Base Semipermanente (BSP) por la BRIMAR está sujeto a consideraciones geográficas, tácticas y logísticas. Según la doctrina de Infantería de Marina [1], podemos determinar una serie de características geográficas para el emplazamiento de una BSP.

- ❖ Zona apta para la toma de helicópteros.
- ❖ Amplitud para el despliegue de la unidad.
- ❖ Zona que favorezca el enlace radio.
- ❖ Cercanía a playas aptas para el desembarco.
- ❖ Vegetación que permita la construcción de una BSP.
- ❖ Distancia de seguridad a núcleos de población.
- ❖ Zona con acceso a carreteras y otras vías de comunicación para transporte de módulos.
- ❖ Abastecimiento de agua para la zona de servicios y cocina y comedor de la BSP.

Cabe destacar que el objeto del TFG es el de obtener una serie de zonas aptas en la Provincia de Pontevedra que reúna las características (condiciones) que se nombran a continuación, además de las anteriormente citadas que tienen un carácter más general.

Según la doctrina y los diferentes tipos de Base Táctica sobre medios Semi Permanentes (BT S/P), se tomará como objeto de estudio una BSP que albergue una unidad del tipo ARD con un total de 1.100 efectivos. A continuación, se listan una serie de criterios que deberá cumplir la BSP, no solo teniendo en cuenta consideraciones tácticas sino todo tipo de condiciones ergonómicas.

3.1.1 Localización general

La localización general en la que se va a desarrollar el estudio es la provincia de Pontevedra, situada al Sur-Oeste de la Comunidad Autónoma de Galicia.

3.1.2 Espacios Naturales Protegidos y Red Natura 2000

Se evitará situar la BSP en zonas clasificadas como Espacios Naturales Protegidos y en zonas de la Red Natura 2000.

Tienen consideración de Espacios Naturales Protegidos todos aquellos espacios del territorio nacional, incluyendo las aguas continentales y las aguas marítimas bajo soberanía nacional incluida la zona económica exclusiva y la plataforma continental, que cumplan al menos uno de los dos requisitos que establece la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad:

- Contener sistemas o elementos naturales representativos, singulares, frágiles, amenazados o de especial interés ecológico, científico, paisajístico, geológico o educativo.
- Estar dedicados especialmente a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, de la geodiversidad y de los recursos naturales y culturales asociados.

Los Espacios Naturales Protegidos, ya sean terrestres o marinos, se clasifican en 5 categorías básicas en el ámbito estatal. Sin embargo, debido a que cada Comunidad Autónoma ha desarrollado una legislación propia sobre los espacios protegidos, en la actualidad existen en España más de 40 denominaciones distintas para designar Espacios Naturales Protegidos [20].

La Red Natura 2000 es una red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad. Consta de Zonas Especiales de Conservación (ZEC) establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitat y de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) designadas en virtud de la Directiva Aves.

3.1.3 Usos del suelo (*Corine Land Cover 2012*)

En cuanto a los usos del suelo, según el Ministerio de Fomento, estos se pueden clasificar hasta en 3 niveles. Para la elección de las zonas aptas para la instalación de la BSP, se han descartado todas aquellas zonas clasificadas como no aptas por no recoger las condiciones necesarias que requiere la base.

Se ha trabajado en el nivel tres ya que da un mayor detalle del terreno y especifica más las zonas (Tabla 4), (ej. Nivel 1 Zonas de agricultura, Nivel 2 Tierras aradas y Nivel 3 Tierras aradas sin riego, Tierras aradas regadas permanentemente o Campos de arroz).

Se ha descartado para el emplazamiento de la BSP toda zona urbanizada que comprende desde el código 1.1.1 hasta el 1.4.2; de las zonas agrícolas se ha descartado únicamente el código 2.1.3 que corresponde a campos de arroz ya que están inundados; en cuanto a las zonas forestales se han mantenido casi todas, aunque los códigos 3.1.1 y 3.1.2 corresponden a zonas completamente arboladas dentro de las cuales la instalación de la BSP precisaría de una gran cantidad de medios para la preparación del terreno, de los cuales disponemos pero que llevaría mayor tiempo de instalación. De las zonas forestales también se ha descartado el código 3.3.2 por ser terreno rocoso que comprende acantilados entre otros, y en cuanto a los códigos del 4.1.1 al 5.2.3 se han descartado al completo ya que se trata de zonas del terreno inundadas permanentemente con aguas estancadas o en movimiento.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente comentado, hemos trabajado con los siguientes códigos [21]:

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
1 SUPERFICIES ARTIFICIALES	1.1 Tejido urbano	1.1.1 Tejido urbano continuo
		1.1.2 Tejido urbano discontinuo
	1.2 Zonas industriales, comerciales y de transportes	1.2.1 Zonas industriales o comerciales
		1.2.2 Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados
		1.2.3 Zonas portuarias
		1.2.4 Aeropuertos
		1.3.1 Zonas de extracción minera
	1.3 Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	1.3.2 Escombreras y vertederos
		1.3.3 Zonas de construcción

	1.4 Zonas verdes artificiales, no agrícolas	1.4.1 Zonas verdes urbanas
		1.4.2 Instalaciones deportivas y recreativas
2 ZONAS AGRÍCOLAS	2.1 Tierras de labor	2.1.1 Tierras de labor en secano
		2.1.2 Terrenos regados permanentemente
		2.1.3 Arrozales
	2.2 Cultivos permanentes	2.2.1 Viñedos
		2.2.2 Frutales
		2.2.3 Olivares
	2.3 Praderas	2.3.1 Praderas
	2.4 Zonas agrícolas heterogéneas	2.4.1 Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes
		2.4.2 Mosaico de cultivos
		2.4.3 Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural
		2.4.4 Sistemas agroforestales
3 ZONAS FORESTALES CON VEGETACIÓN NATURAL Y ESPACIOS ABIERTOS	3.1 Bosques	3.1.1 Bosques de frondosas
		3.1.2 Bosques de coníferas
		3.1.3 Bosque mixto
	3.2 Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea	3.2.1 Pastizales naturales
		3.2.2 Landas y matorrales
		3.2.3 Vegetación esclerófila
		3.2.4 Matorral boscoso de transición
	3.3 Espacios abiertos con poca o sin vegetación	3.3.1 Playas, dunas y arenales
		3.3.2 Roquedo
		3.3.3 Espacios con vegetación escasa
		3.3.4 Zonas quemadas
		3.3.5 Glaciares y nieves permanentes
4 ZONAS HÚMEDAS	4.1 Zonas húmedas continentales	4.1.1 Humedales y zonas pantanosas
		4.1.2 Turberas
	4.2 Zonas húmedas litorales	4.2.1 Marismas
		4.2.2 Salinas
		4.2.3 Zonas llanas intermareales
5 SUPERFICIES DE AGUA	5.1 Aguas continentales	5.1.1 Cursos de agua
		5.1.2 Láminas de agua
	5.2 Aguas marinas	5.2.1 Lagunas costeras
		5.2.2 Estuarios
		5.2.3 Mares y océanos

Tabla 4 Código Corine Land Cover [22]

3.1.4 Vías de comunicación

Las vías de comunicación son un aspecto clave para la viabilidad de la instalación de una BSP. Según las vías de comunicación con las que cuente la zona, la instalación de la base requerirá de un mayor o menor tiempo de preparación.

Es básico que la zona en la que se instale la BSP cuente con vías de comunicación, aunque es cierto que un abuso de estas puede ser perjudicial y presentar un punto débil para la misma. Es decir, la abundancia de vías de comunicación facilitará el transporte del material y maquinaria para realizar la instalación de la misma, y a su vez un abuso de estas vías de comunicación implica un mayor tránsito de personal ajeno a la unidad por la zona. Esto puede presentarse como una debilidad de la BSP si la ambientación de la operación fuese hostil; por ello, al carecer de ambientación para la realización del TFG, se escogerá una zona en la cual no escaseen las vías de comunicación, eso sí, procurando que estas sean vías secundarias, caminos y sendas con baja densidad de tránsito.

3.1.5 Recursos hidrográficos

En la medida de lo posible, el abastecimiento de agua debe ser obtenido desde tomas en la propia BSP, garantizando su calidad y, en caso de ser necesario, el tratamiento para su consumo. Por lo tanto, se buscará un emplazamiento con ríos u otros recursos de agua en las inmediaciones, aunque no será de carácter obligatorio puesto que el TEAR dispone de potabilizadoras que permiten la obtención de agua del mar si fuese necesario. Sin embargo, siempre será preferible la recogida de agua de masas de agua dulce. En caso de no contar con ninguna, la BSP deberá situarse en las inmediaciones de la costa [1].

3.1.6 Cercanía a playas aptas para el desembarco

El despliegue óptimo de una Base Semipermanente se realizará a través de medios de superficie lanzados desde los buques anfibios de la Armada Española, ya que proporcionan una considerablemente mayor carga logística que por medios aéreos. Esto implica que la zona de la BSP debe encontrarse a una distancia reducida de la playa de desembarco ya que, cuanto mayor sea esta distancia, las unidades requerirán de un apoyo logístico mayor para el transporte de los medios y módulos necesarios para la instalación de una BSP.

Es por ello que la BSP deberá encontrarse a una distancia máxima de 5 Km de la playa de desembarco, teniendo en cuenta que una playa apta para el desembarco de una unidad del tipo ARD debe tener una longitud mayor a 500 m.

En base a estos dos criterios se descartarán muchas zonas del ámbito de trabajo en el desarrollo del TFG.

3.1.7 Núcleos de población

Cualquier núcleo de población deberá encontrarse a una distancia mínima de 1.000 m del perímetro exterior de la zona de seguridad de la BSP. Esto quiere decir que se deberá mantener una distancia mínima de 1.000 m entre cualquier tipo de edificación o vía de comunicación y el perímetro de la BSP. Teniendo en cuenta que se trata de un caso didáctico en el que carecemos de ambientación operacional, hemos tomado como distancia de seguridad 1.000 m, pero esta distancia puede variar según el tipo de misión que se vaya a llevar a cabo y la presencia de enemigo en la zona.

3.1.8 Superficie de la BSP

El perímetro cercano necesario para la construcción de una BSP por doctrina debe ser de aproximadamente 960 m. Normalmente dividiéndose en 280 m de largo y 200 m de ancho (56.000 m²). Esta superficie de la BSP deberá ser dividida en las diferentes zonas en las que se compone, como son los aparcamientos, zona de toma de helicópteros, zona de vida, etc.

Sin embargo, existe un espacio comprendido entre el perímetro inmediato de la BSP y el perímetro exterior de la misma que comprende una distancia de 100-150 m entre ellos, y que vendrá determinado en base a la configuración del terreno, capacidades de las armas enemigas y otros criterios de seguridad.

El perímetro exterior de la zona de seguridad debe ser de una distancia aproximada de 1.900 m, manteniendo la relación de distancias del perímetro interior (520 m y 440 m) (Figura 3-1) con una superficie aproximada de 220.000 m². Este perímetro debe contar con 6 torres de vigilancia y unos 80 focos de iluminación.

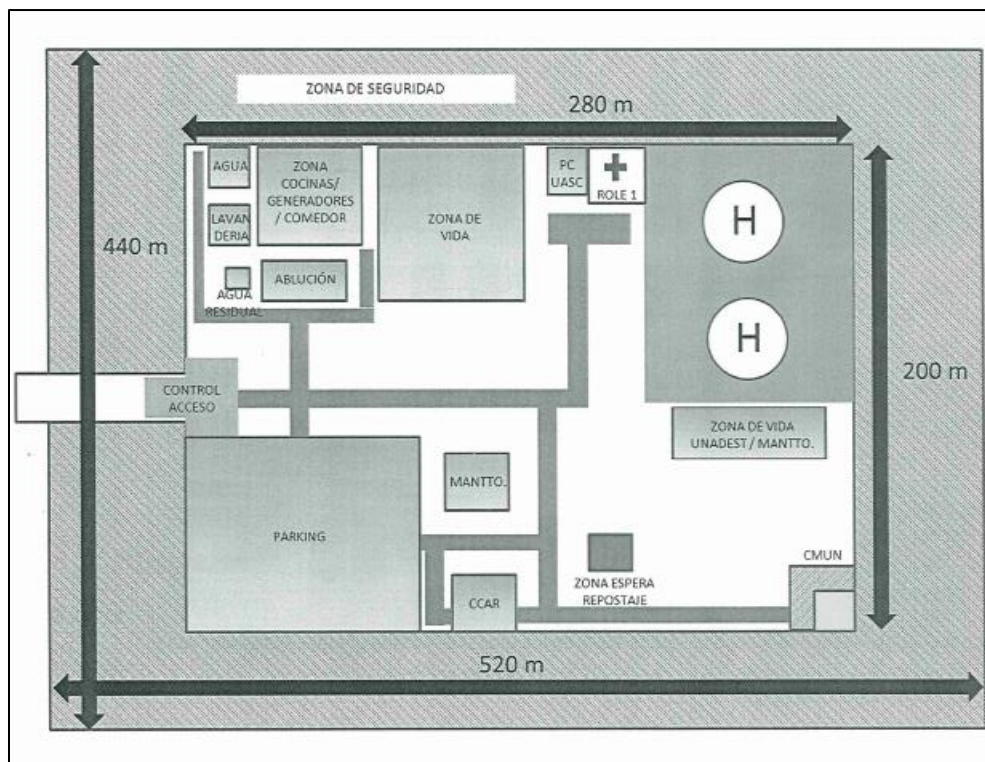


Figura 3-1 Modelo BSP [1]

3.2 Fuentes de datos geográficos

3.2.1 Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente

Nos facilita cartografía referente a la biodiversidad, agricultura, agua, alimentación, calidad y evaluación ambiental, costas y medio marino, desarrollo rural, ganadería y otros [20].

Se puede descargar información geográfica de utilidad en diversos formatos, entre ellos SHP, mediante el enlace [23].

Los datos descargados para la realización de este TFG en la página del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, han sido:

- Red Natura 2000
- Espacios Naturales Protegidos
- Hidrografía
- Mapa Forestal de España a escala 1:25.000 (MFE25)

El Mapa Forestal de España (MFE) es la cartografía oficial forestal básica a nivel estatal que recoge la distribución de los ecosistemas forestales españoles. Clasifica todo el

territorio según su uso principal. Asimismo, caracteriza, para cada recinto, el resto de usos existentes, distintos al principal, incluyendo su porcentaje de ocupación. Describe las tres especies arbóreas principales, su estado de desarrollo y ocupación relativa. También se incluyen otros indicadores cuantitativos como son la fracción de cabida cubierta, etc. Se caracterizan los ecosistemas arbustivos mediante una o dos formaciones desarboladas dominantes y también los ecosistemas herbáceos mediante su formación principal. A cada recinto forestal con vegetación se asocia un modelo de combustible. Cada recinto puede contener uno o varios atributos que indican características asignadas al territorio, y que a veces corresponden a características propias de un territorio determinado (región, comunidad autónoma).

3.2.2 Ministerio de Fomento (*Instituto Geográfico Nacional, IGN*)

Nos proporciona información geográfica que abarca datos topográficos y temáticos, concebidos para su explotación mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y capaces de servir de soporte tanto a consultas geográficas, como a la generación de productos cartográficos [24].

- Usos del suelo (CLC)

Mapa de ocupación del suelo en España correspondiente al proyecto europeo CORINE Land Cover (CLC) con una nomenclatura de 44 clases, versión del año de referencia 2012. En España, esta versión es el resultado de la generalización geométrica y semántica de SIOSE 2011, siendo el sistema geodésico de referencia utilizado el ETRS89 (en Canarias, WGS84/REGCAN95) y proyección UTM huso 30 (en Canarias, huso 28). El proyecto CORINE Land Cover (CLC) es responsabilidad desde 1995 de la Agencia Europea del Medio Ambiente con el objetivo fundamental de obtener una base de datos europea de ocupación del suelo a escala 1:100.000, útil para el análisis territorial y la gestión de políticas europeas. En la actualidad este proyecto está incluido en el Programa «Copernicus», cuyo principal objetivo es establecer un Sistema de Observación de la Tierra bajo el mandato de la Comisión Europea.

- Modelo Digital del Terreno (MDT200) a partir del cual se obtendrá, en este TFG, la capa de curvas de nivel que muestre las pendientes.

Modelo digital del terreno con paso de malla de 200 m, y distribución por provincias (rectángulo envolvente de cada provincia). Sistema geodésico de referencia ETRS89 (en Canarias REGCAN95, compatible con ETRS89) y proyección UTM en el huso correspondiente a cada provincia y también en el huso 30 extendido (para provincias en los husos 29 y 31). Canarias está proyectado en huso 28. El MDT200 se ha obtenido por interpolación de modelos digitales del terreno de 5 m de paso de malla procedente de la interpolación a partir de la clase terreno de vuelos LIDAR (Light Detection and Ranging) del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea), a excepción de las hojas de Andorra, Ceuta, Melilla, Isla de Alborán y Gibraltar (183-2, 1110-3, 1111-3, 1078B, 1078-2), obtenidas por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del (PNOA) [25].

3.2.3 Xunta de Galicia

Desde dicha fuente se nos da la posibilidad de descargar información geográfica contenida en la Comunidad Autónoma de Galicia, la cual nos proporciona cartografía referente a entidades de población, usos del suelo, redes de transporte, espacios naturales, litología, hidrografía y límites administrativos.

Nos facilita la descarga de información geográfica [26] en formato SHP. Los datos obtenidos a partir de esta fuente para la realización de este TFG han sido:

- Provincias
- Concellos
- Parroquias

- Vías de comunicación

3.2.4 Geoportal Diputación de Pontevedra (IDEPO)

La Diputación de Pontevedra contiene una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), la cual nos proporciona una serie de datos geográficos. Cuenta con un portal de Internet desde el cual tanto los gestores como la población pueden descargar los datos geográficos.

La información geográfica que nos proporciona es referente a la Provincia de Pontevedra y nos facilita información tanto de divisiones administrativas como de infraestructuras y servicios urbanos, agua, etc. [27].

- Núcleos de población

3.3 Software utilizado: gvSIG

GvSIG cuyas siglas significan Generalitat Valenciana Sistema de Información Geográfica. Como su nombre indica, tiene su origen en 2004 en la Comunidad Valenciana. Es un software gratuito con licencia GNU (General Public License). Se trata de un software libre por lo que cualquier persona con acceso a internet puede hacerse con una copia del programa con facilidad, lo que nos da una gran flexibilidad a la hora de trabajar en red si fuese necesario. Es un software multiplataforma, que puede ser instalado en los principales sistemas operativos que existen hoy en día, como pueden ser Linux, Windows y Mac OS x. También existe una versión para dispositivos móviles y Android. Programado con JAVA, lo que implica que se puede representar gráficamente en prácticamente cualquier equipo.

Se trata de un software de manejo de información geográfica que permite trabajar tanto con modelos ráster como con modelos vectoriales, así como acceder a servidores de mapas que cumplan especificaciones del OGC (Open Geospatial Consortium). Esto es una gran ventaja que presenta frente a otros Sistemas de Información Geográfica, la implementación de servicios OGC como WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service), WCS (Web Coverage Service), WMTS (Web Map Tiled Service), etc.

Entre otros, utiliza los formatos gráficos vectoriales GML, SHP, DXF, DWG, DGN o KML, y en cuanto a modelos ráster utiliza formatos como MrSID, GeoTIFF, ENVI o ECW.

Tiene una gran compatibilidad con otros programas como Autocad o Arcview, lo cual abre muchas puertas para la realización de trabajos posteriores. Implementa herramientas que permiten una gran precisión de edición cartográfica, así como muchas más funciones avanzadas en temas de teledetección, hidrología, etc.

Existen varias versiones de gvSIG, y su funcionalidad está prácticamente cubierta en su totalidad. GvSIG se ha convertido en una referencia de tecnologías SIG, y a día de hoy sigue en fase de desarrollo y perfeccionamiento [6] [28]. Está basado en un soporte de una comunidad creciente en el que todo usuario puede reportar mejoras o bugs para que un grupo de usuarios y desarrolladores hagan cambios al software ampliando sus capacidades [29].

El motivo principal por el que hemos elegido dicho software para la realización del presente TFG se debe a la facilidad de su manejo y aprendizaje gracias a la cantidad de información disponible en la red. Cabe destacar que se trata de un software muy intuitivo y para el que se encuentran multitud de tutoriales y manuales que nos facilitará su aprendizaje en un margen de tiempo acorde al disponible para la realización del trabajo.

3.4 Filtros y geoprosesamientos utilizados

GvSIG contiene multitud de funciones de geoprosesamiento que nos permitirá realizar el análisis de datos geoespaciales para la selección de ubicación e instalación de la BSP. A continuación, se describen las más utilizadas a lo largo del TFG y aquellas que se han considerado de mayor interés.

3.4.1 Filtro

La función *Filtro* permite seleccionar aquellos atributos que se desean extraer de una capa, y generar una nueva capa que contenga los atributos anteriormente asignados.

En el siguiente ejemplo se puede observar que, partiendo de la totalidad del territorio español (Figura 3-2), hemos aplicado un filtro seleccionando únicamente las zonas pertenecientes a la Comunidad Autónoma de Andalucía operando con el campo DS_CCAA (Figura 3-3) y, finalmente, en la Figura 3-4 se muestra la capa resultante con los atributos seleccionados.

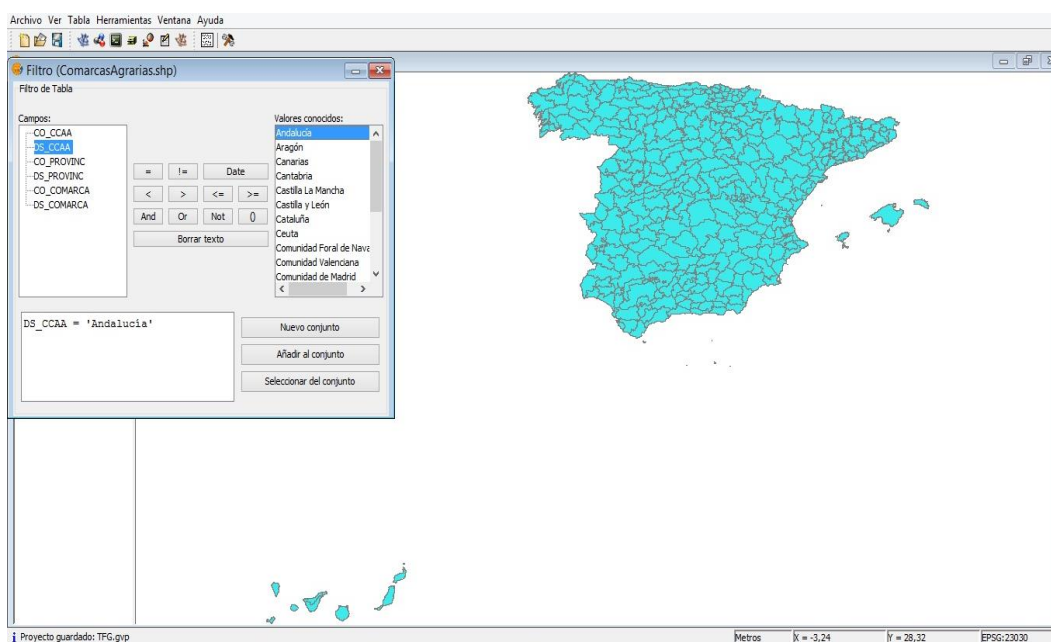


Figura 3-2 Ventana de especificación de *Filtro* sin aplicar

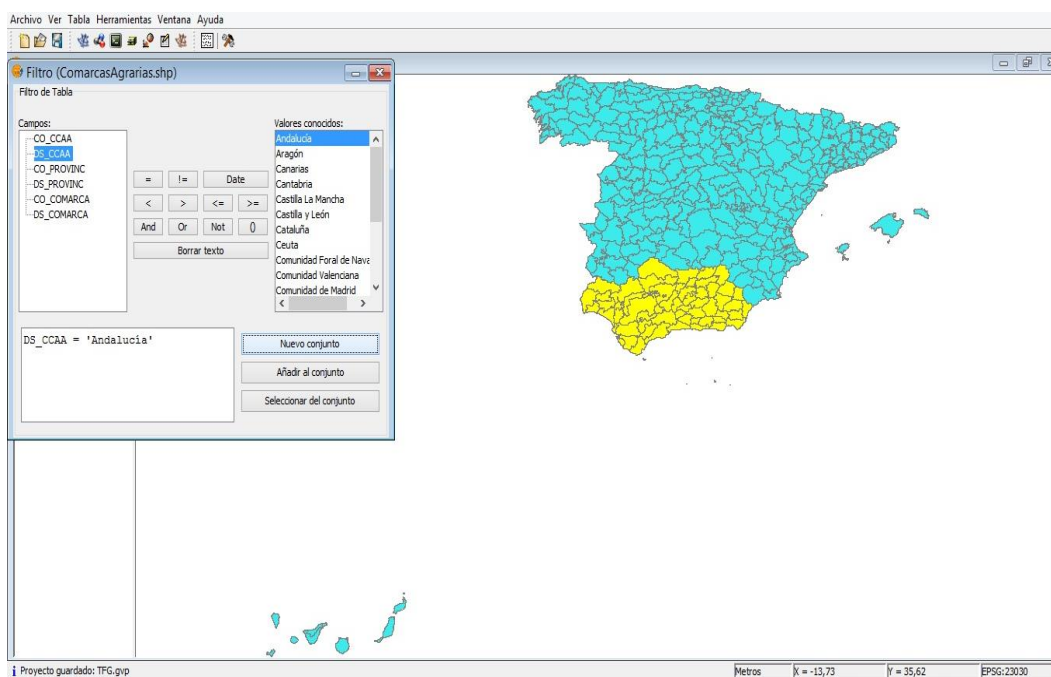


Figura 3-3 Ventana de especificación de *Filtro* ya aplicado el nuevo conjunto

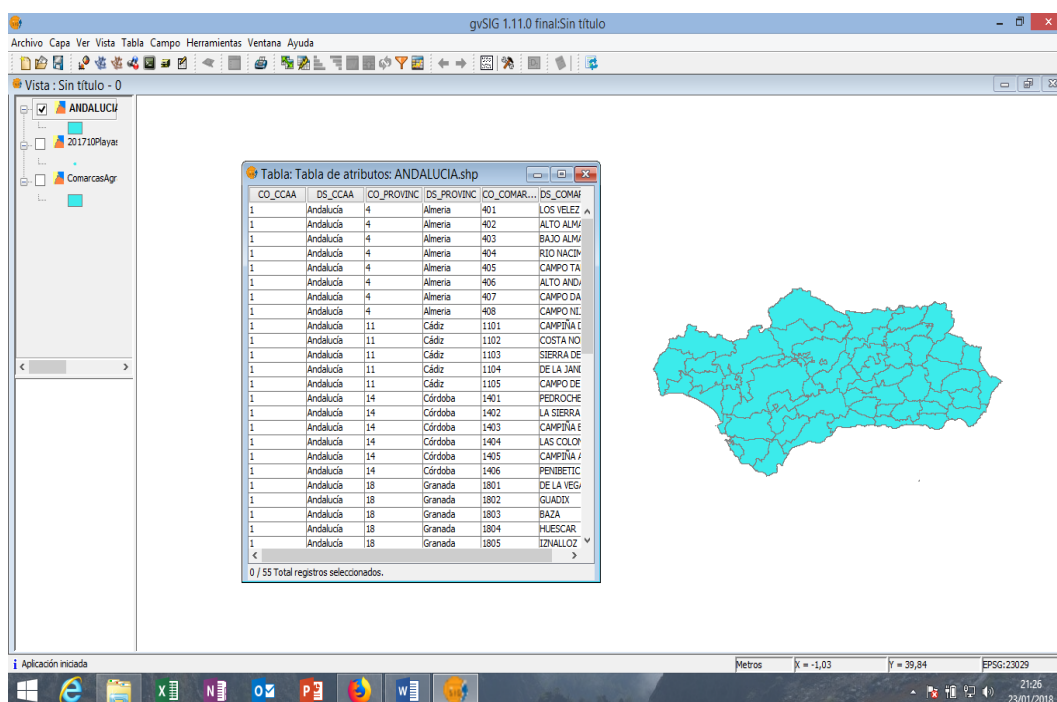


Figura 3-4 Capa resultante con los atributos (DS_CCAA = “Andalucía”) extraídos de la capa inicial

3.4.2 Intersección

Consiste en un geoproceso que trabaja con dos capas, una “capa de entrada” que es la capa sobre la cual se va a realizar la intersección, y una “capa de recorte” con la cual se realizará la intersección.

Se trata de una intersección de capas, por lo que obtendremos como capa resultante su superposición con todos los atributos alfanuméricos comunes a ambas capas.

Como se puede apreciar en el ejemplo de abajo (Figura 3-5, Figura 3-6), mediante una intersección entre la capa de entrada “playas de España” y la capa de recorte “Comunidad Autónoma de Andalucía”, obtenemos la capa resultante con las playas de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

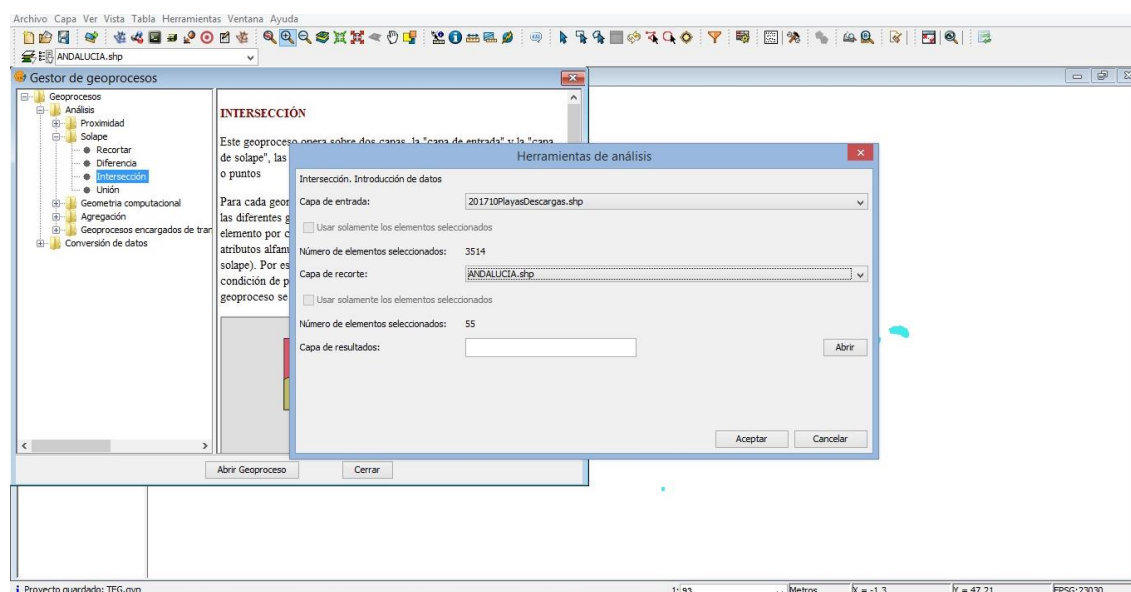


Figura 3-5 Ejemplo de *Intersección* entre una capa de playas de España y otra de únicamente el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía

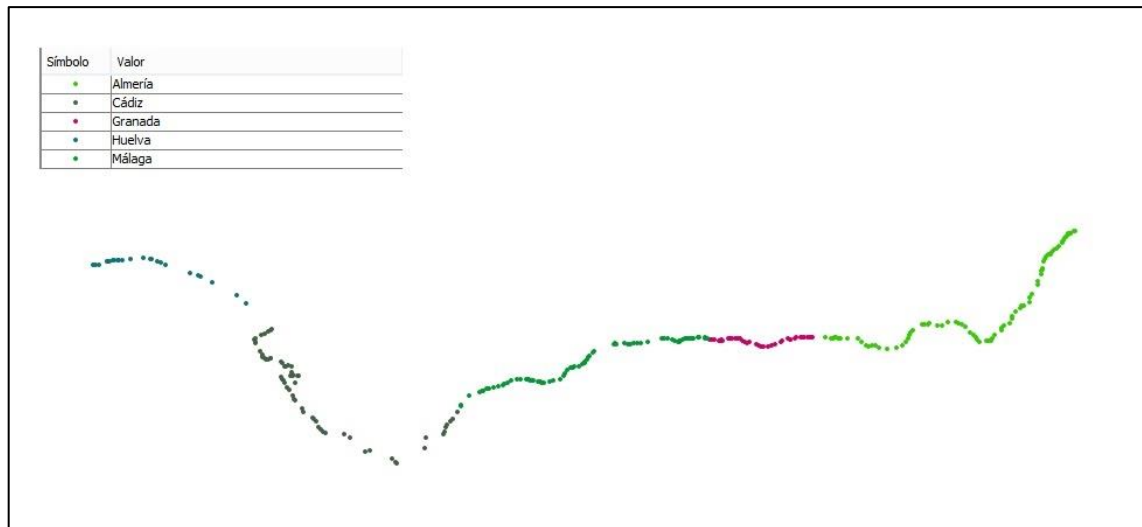


Figura 3-6 Resultado de la *Intersección* de ambas capas: playas de la Comunidad Autónoma de Galicia

3.4.3 Diferencia

Consiste en un geoproceto que trabaja con dos capas, una “capa de entrada” que es la capa sobre la cual se va a realizar la *Diferencia*, y una “capa de recorte” con la cual se realizará la *Diferencia*.

Mediante este geoproceto se obtienen aquellas zonas de la capa inicial que no están contenidas en la otra. La capa resultante mantendrá todos los datos alfanuméricos de la capa de entrada.

Como se puede apreciar en el ejemplo de abajo (Figura 3-7, Figura 3-8), mediante una diferencia entre la capa de entrada “Península” y la capa de recorte “Comunidad Autónoma de Andalucía”, obtenemos la capa resultante con la Península sin la Comunidad Autónoma de Andalucía.

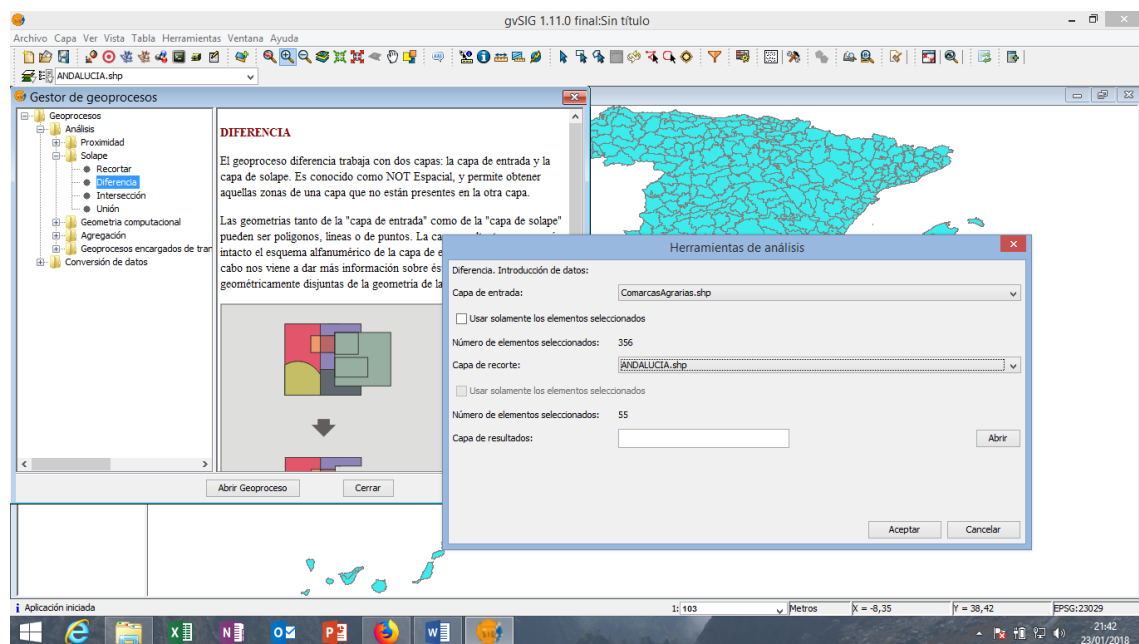


Figura 3-7 Ejemplo gráfico del geoproceto *Diferencia* entre una capa de la Península y otra de la Comunidad Autónoma de Andalucía

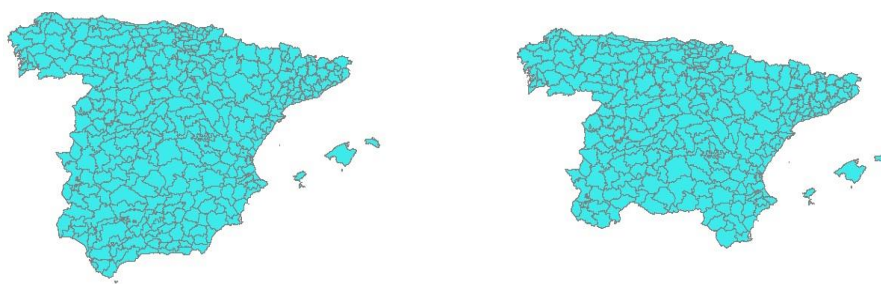


Figura 3-8 Resultado del geoproceso *Diferencia* entre ambas capas

3.4.4 Reproyección

Se trata de un geoproceso usado para configurar el Sistema Proyectivo Cartográfico (SPC) adecuado para la correcta georreferenciación de los datos (capas) en un SIG.

Dependiendo de la capa con la que trabajemos, se encontrará en un formato proyectivo u otro, de manera que necesitarán una *Reproyección* a un mismo SPC que muestre todos los datos georreferenciados (solapados) correctamente.

Una vez abierto el geoproceso *Reproyección*, seleccionamos el tipo de transformación que deseamos (a que sistema proyectivo queremos reprojectar nuestra capa) (Figura 3-9).

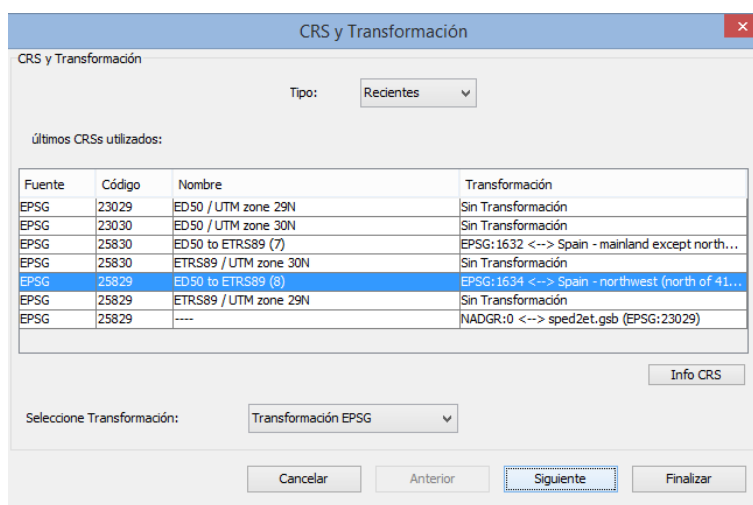


Figura 3-9 Ventana de selección del Sistema de Proyección Cartográfico de destino

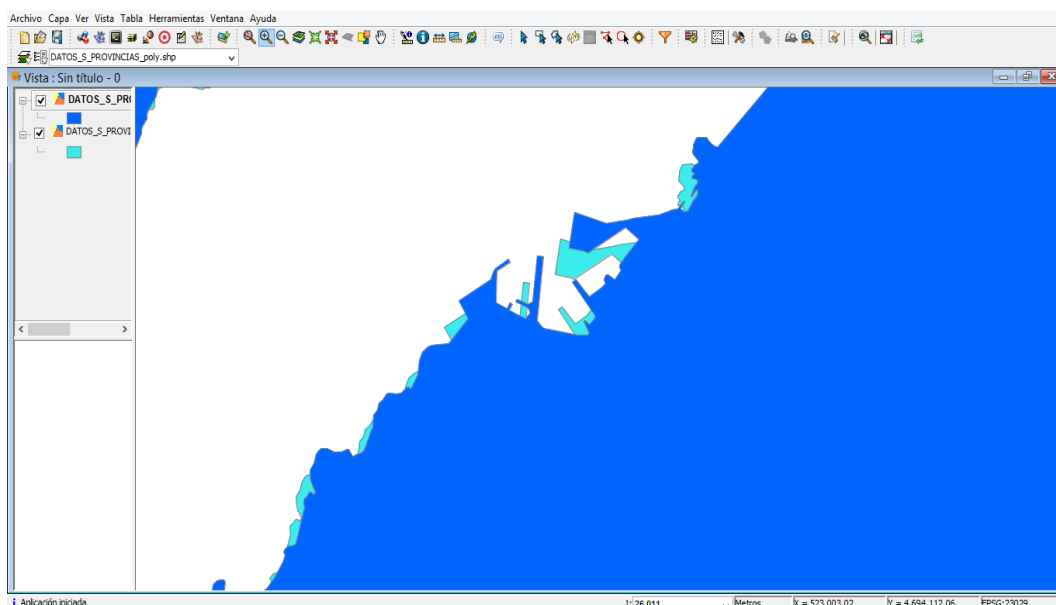


Figura 3-10 Ejemplo gráfico del geoproceso *Reproyectar* del sistema EPSG23029 al EPSG25829 en la ENM

3.4.5 Área de influencia (Buffer)

Se trata de un geoproceso que trabaja con una única “capa de entrada”, y a partir de esta crea una nueva capa vectorial de polígonos. Estos polígonos son las zonas de influencia que buscamos alrededor de los elementos de la “capa de entrada”.

La “capa de entrada” puede estar compuesta tanto por polígonos, como líneas o puntos. A partir de esta capa generamos anillos concéntricos de radio la distancia de influencia deseada en torno a las geometrías de entrada.

Tal y como se puede apreciar en el ejemplo (Figura 3-11, Figura 3-12), tras realizar el geoproceso *Área de influencia* con “capa de entrada” las ciudades de la Comunidad Autónoma de Galicia y un radio de 10 Km desde cada ciudad, obtenemos una nueva capa vectorial que abarca una franja de 10 Km de radio entorno a cada ciudad gallega.

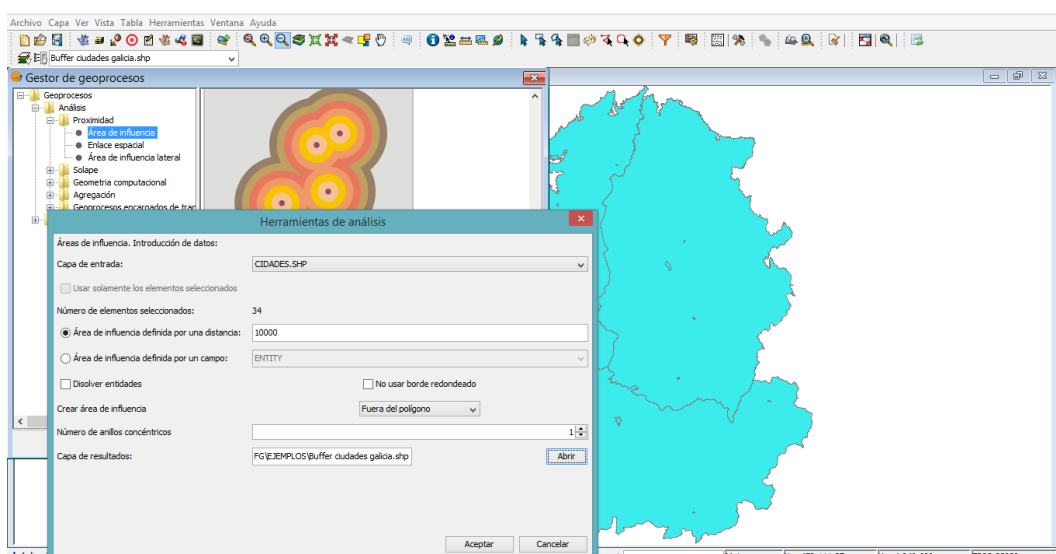


Figura 3-11 Proceso de realizar el geoproceso *Área de Influencia* con la capa de entrada “Ciudades”

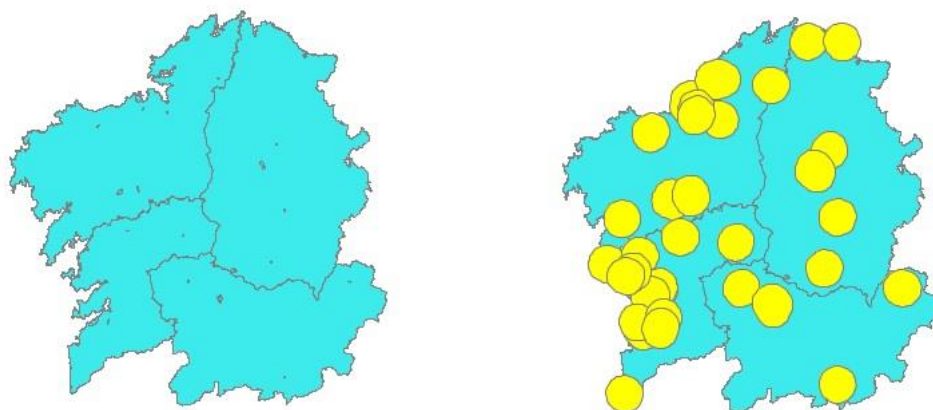


Figura 3-12 Representación gráfica del resultado de realizar el geoproceso *Área de Influencia*

3.4.6 Recortar

Consiste en un geoproceso que trabaja con dos capas diferentes, una “capa de entrada” y otra “capa de recorte”. La función de este geoproceso es limitar el ámbito de trabajo de una capa vectorial (capa de entrada) y quedarnos únicamente con las zonas de interés.

La “capa de entrada” es la capa que contiene la información con la que el usuario se quiere quedar, y la “capa de recorte” proporciona la geometría final deseada mediante el solape de estas capas.

Nuestra capa resultante, formada por elementos vectoriales, únicamente contendrá la información de la “capa de entrada” y toda aquella porción de geometría que quede fuera de la “capa de recorte” será desechada.

En el ejemplo (Figura 3-13), se utilizó como capa de entrada una capa de la Península Ibérica y las Islas Baleares, y como capa de recorte una capa de la Comunidad Autónoma de Madrid, obteniéndose como resultado la capa de la Comunidad Autónoma de Madrid con la información (tabla de atributos) presente en la capa de entrada.

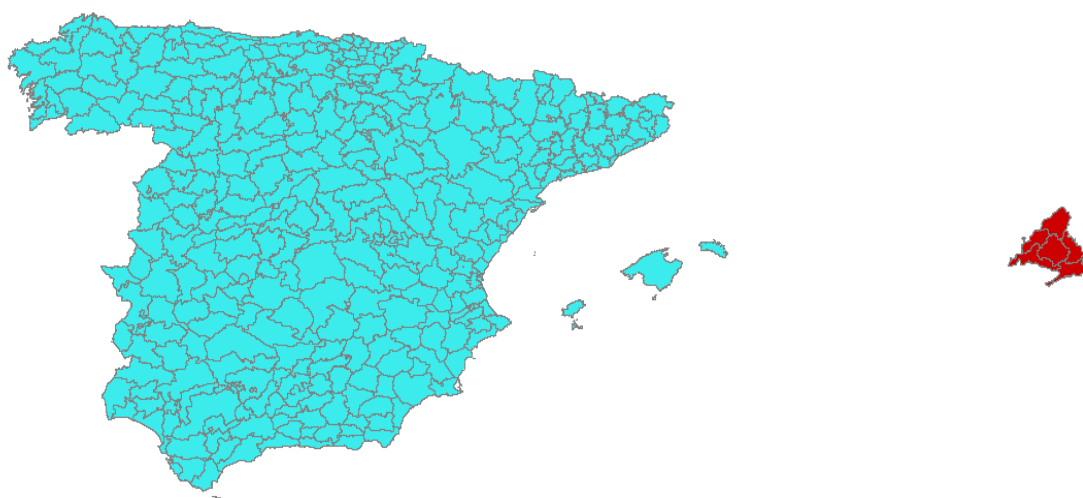


Figura 3-13 Representación gráfica del resultado de realizar el geoproceso *Recorte*

3.5 Metodología gvSIG para la selección de la zona óptima

En esta sección se incluyen los pasos y procesos que se han ido siguiendo a lo largo del TFG para la selección de todas aquellas zonas que cumplan con los requisitos previamente establecidos para la instalación de la BSP.

Antes de comenzar a trabajar, es necesario configurar el Sistema Proyectivo Cartográfico (SPC) adecuado para la correcta georreferenciación de los datos en nuestra zona de estudio, la Comunidad Autónoma de Galicia. En concreto, seleccionamos el sistema EPSG25829 el cual se corresponde con la Proyección UTM, Datum ETRS89 y huso 29 en el que se encuentra Galicia. No obstante, mucha de la cartografía disponible se encuentra en el sistema EPSG23029 el cual se corresponde con la Proyección UTM, Datum ED50 y huso 29, que era el sistema vigente en la Península hasta enero del 2015 [30]. Por lo tanto, en aquellos casos en los que trabajemos con cartografía antigua (en base a Datum ED50), se hará una reproyección cartográfica al sistema EPSG25829 para garantizar la georreferenciación y solape de los datos geográficos.

A continuación se enumeran los distintos pasos y procesos realizados con el gvSIG:

- 1) Aplicar un *Filtro* sobre la capa de “Provincias de Galicia” en el que se seleccione el atributo “Pontevedra” y crear una nueva capa de “Provincia de Pontevedra” (Figura 3-14).

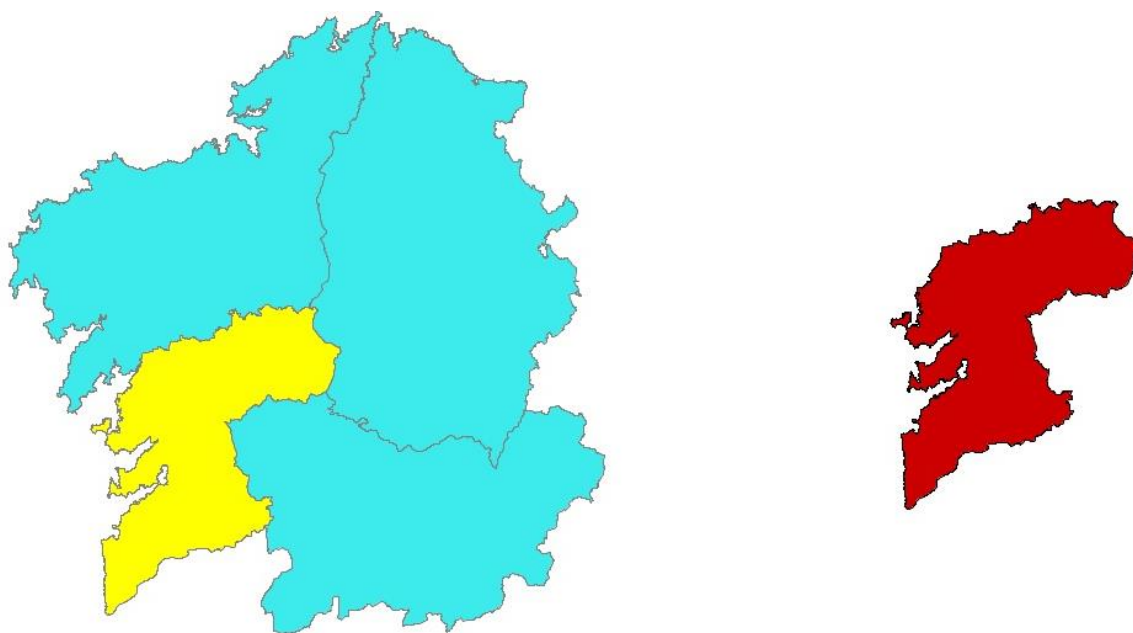


Figura 3-14 Filtro de Pontevedra

- 2) Añadir información de concellos (municipios) a la capa de “Provincia de Pontevedra”. Aplicamos para ello una *Intersección* entre la capa de entrada “Concellos de Galicia” y la capa de recorte “Provincia de Pontevedra”, dando como resultado la capa de “Concellos de Pontevedra” (Figura 3-15).

Observando la tabla de atributos de la Figura 3-16, se puede comprobar que la capa de “Concellos de Pontevedra” va sumando la información de las capas de origen (Provincias y Concellos)

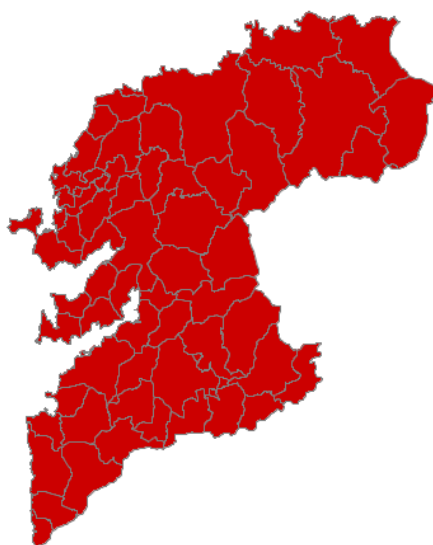


Figura 3-15 Concellos de Pontevedra

Tabla: Tabla de atributos: CONCELLOSPONTEVEDRA_POL.shp

MSLINK	MAPID	CDPROVI	CDMUNE	MUNE	SUP	DATO	OBJECTID	POB2002	DISTRITO	DISTRITOID	DATO	OBJECTID	PROVI	CDPROVI	MSLINK	MAPID
1001.0	100255.0	36.0	59.0	VILA DE CR...	154.96297	154.96297	252.0	7004.0	deza-taberós	16.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1002.0	100255.0	36.0	20.0	AGOLADA	147.85646	147.85646	253.0	4117.0	deza-taberós	16.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1003.0	100255.0	36.0	47.0	RODEIRO	154.89864	154.89864	254.0	4236.0	deza-taberós	16.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1004.0	100255.0	36.0	24.0	LALIN	326.82786	326.82786	255.0	20453.0	deza-taberós	16.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1005.0	100255.0	36.0	52.0	SILLEDA	167.96017	167.96017	256.0	9099.0	deza-taberós	16.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1006.0	100255.0	36.0	17.0	ESTRADA (A)	280.76612	280.76612	257.0	22125.0	deza-taberós	16.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1007.0	100255.0	36.0	44.0	PONTECESU...	6.69435	6.69435	258.0	3026.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1008.0	100255.0	36.0	56.0	VALGA	40.63814	40.63814	259.0	6173.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1009.0	100255.0	36.0	10.0	CATOIRA	29.3791	29.3791	260.0	3522.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1010.0	100255.0	36.0	5.0	CALDAS DE ...	68.15906	68.15906	261.0	9444.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1011.0	100255.0	36.0	15.0	OLINTIS	79.84675	79.84675	262.0	1573.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1012.0	100255.0	36.0	18.0	FORCAREI	168.38637	168.38637	263.0	4802.0	deza-taberós	16.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1013.0	100255.0	36.0	16.0	DOZON	74.22782	74.22782	264.0	2095.0	deza-taberós	16.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1014.0	100255.0	36.0	11.0	CERDEDO	79.84547	79.84547	265.0	2434.0	deza-taberós	16.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1015.0	100255.0	36.0	7.0	CAMPO LAM...	63.76456	63.76456	266.0	2256.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1016.0	100255.0	36.0	32.0	MORANA	41.33882	41.33882	267.0	4281.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1017.0	100255.0	36.0	40.0	PORTAS	22.61601	22.61601	268.0	3219.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1018.0	100255.0	36.0	60.0	VILAGARCI...	43.37667	43.37667	269.0	33907.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1019.0	100255.0	36.0	61.0	VILANOVA D...	27.30099	27.30099	270.0	10378.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1020.0	100255.0	36.0	46.0	RIBADUMIA	19.67875	19.67875	271.0	4182.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1021.0	100255.0	36.0	6.0	CAMBADOS	23.37499	23.37499	272.0	13438.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1022.0	100255.0	36.0	22.0	GROVE (O)	20.46853	20.46853	273.0	11075.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1023.0	100255.0	36.0	27.0	MEÁN	27.79782	27.79782	274.0	5384.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1024.0	100255.0	36.0	51.0	SANXENVO	45.00333	45.00333	275.0	16222.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1025.0	100255.0	36.0	28.0	MEIS	52.39092	52.39092	276.0	5009.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1026.0	100255.0	36.0	2.0	BARRO	37.64309	37.64309	277.0	3444.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1027.0	100255.0	36.0	12.0	COTOBADE	134.68423	134.68423	278.0	4629.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1028.0	100255.0	36.0	25.0	LAMA (A)	111.76414	111.76414	279.0	2882.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1029.0	100255.0	36.0	43.0	PONTECALD...	86.9937	86.9937	280.0	6292.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1030.0	100255.0	36.0	38.0	PONTEVEDRA	118.28516	118.28516	281.0	76798.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1031.0	100255.0	36.0	41.0	POIO	33.92832	33.92832	282.0	14394.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1032.0	100255.0	36.0	26.0	MARIN	36.37963	36.37963	283.0	25461.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1033.0	100255.0	36.0	58.0	VILABOIA	36.88005	36.88005	284.0	3756.0	caldas-o sal...	19.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1034.0	100255.0	36.0	53.0	SOUTOMAIOR	24.98879	24.98879	285.0	5513.0	vigo-baixo ...	18.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1035.0	100255.0	36.0	19.0	FORNELOS ...	83.10256	83.10256	286.0	2181.0	vigo-baixo ...	18.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0
1036.0	100255.0	36.0	13.0	COVELO (O)	125.30969	125.30969	287.0	3951.0	lo condado q...	17.0	-20956.0	4.0	PONTEVEDRA	36.0	3508.0	100255.0

21 / 82 Total registros seleccionados.

Figura 3-16 Tabla de atributos de la capa de municipios (concellos)

- Se repite la *Intersección* con la capa de entrada de “Parroquias de Galicia” y la capa de recorte de “Concellos de Pontevedra”, obteniendo así la capa de “Parroquias de Pontevedra” (Figura 3-17), en la que se encuentra información temática relativa a provincias, municipios, distritos y parroquias.

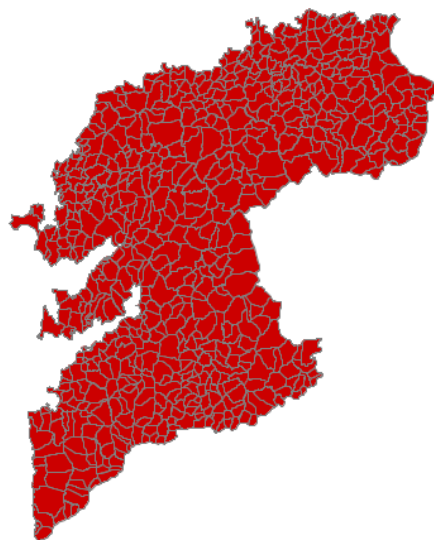


Figura 3-17 Parroquias de Pontevedra

- 4) Una vez obtenida la información territorial administrativa de nuestra zona de trabajo, procedemos a eliminar aquellas zonas del terreno no aptas para la instalación de la BSP. En primer lugar, eliminamos las zonas catalogadas como Espacios Naturales Protegidos (Parques Nacionales, Parques Naturales, etc.). Mediante el geoprocesamiento *Diferencia*, mediante la capa de entrada “Parroquias de Pontevedra” y la capa de recorte “Espacios Naturales Protegidos de Galicia”, obtendremos la capa resultante “Parroquias de Pontevedra sin Espacios Naturales Protegidos” (Figura 3-18).

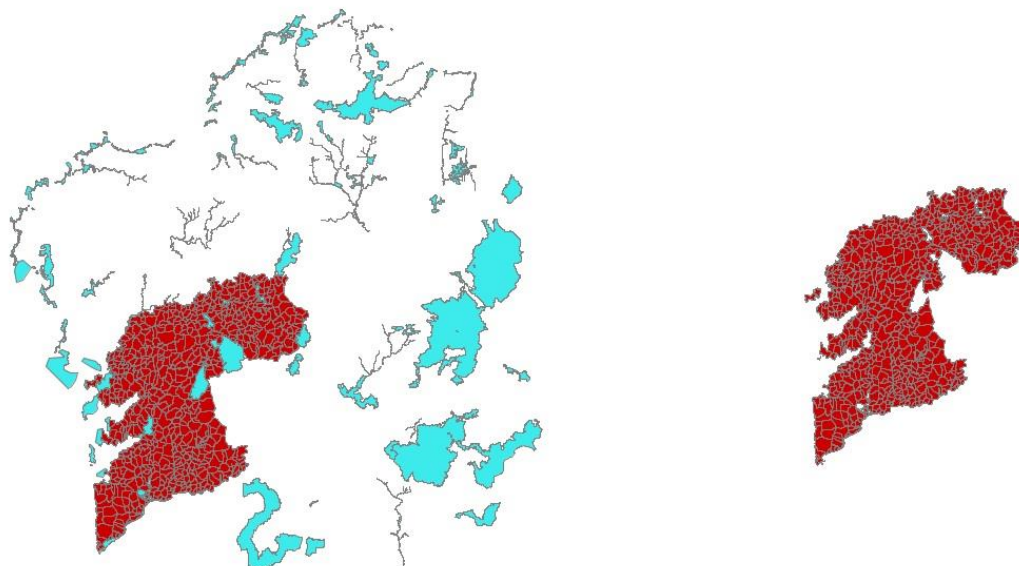


Figura 3-18 Resultado de descartar los Espacios Naturales Protegidos

- 5) Repetimos el proceso anterior con la capa de Red Natura 2000 (zonas ZEPA, LIC, etc.) y, mediante el geoproceso *Diferencia*, con capa de entrada “Parroquias de Pontevedra sin Espacios Naturales Protegidos” y capa de recorte “Red Natura 2000”, obtendremos la capa resultante “Pontevedra sin zonas protegidas” (Figura 3-19).

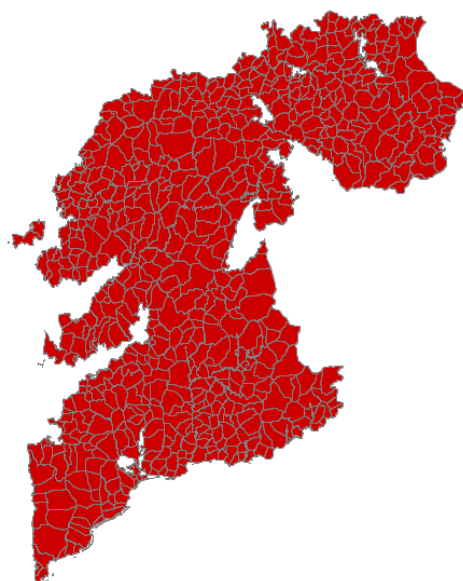


Figura 3-19 Capa de trabajo sin espacios de la Red Natura 2000

- 6) Una vez insertada la capa de “Núcleos de Población”, procedemos a realizar el geoproceso *Área de Influencia* sobre los núcleos con un radio de 1.000 m, siendo esta medida la adoptada como distancia de seguridad mínima a la BSP desde cualquier núcleo de población. En la siguiente imagen (Figura 3-20) se puede observar la creación del *Buffer* con las zonas no aptas para la instalación de la BSP.

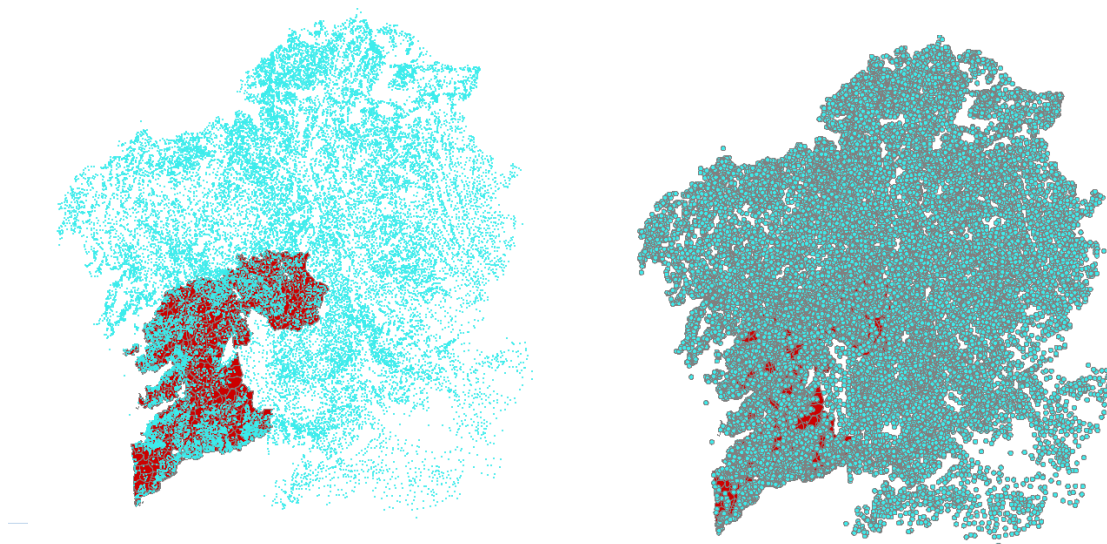


Figura 3-20 Creación del Buffer de los núcleos de población

- 7) A continuación se realiza la operación *Diferencia* con la capa de entrada “Pontevedra sin zonas protegidas” y la capa de recorte “Buffer de los núcleos de población” obtenida en el paso anterior, de forma que nos quedamos con todas las zonas de Pontevedra que se encuentren a una distancia de al menos 1.000 m de cualquier núcleo de población (Figura 3-21) a la que llamamos “Capa de trabajo”.

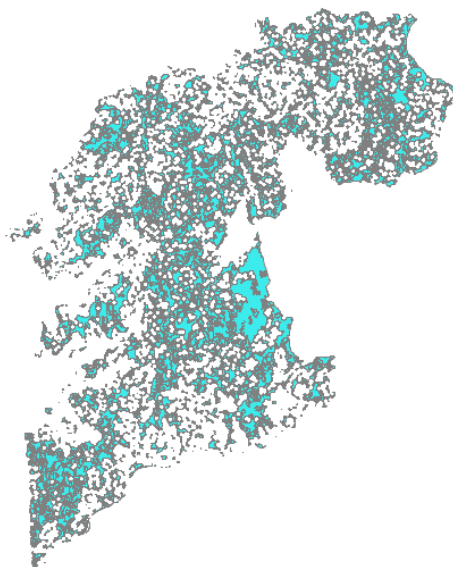


Figura 3-21 “Capa de trabajo” sin núcleos de población

- 8) Una vez obtenida la capa sin los núcleos de población, procedemos a obtener únicamente las zonas con uso del suelo apto para la instalación de la BSP. Realizamos en primer lugar una *Intersección* con capa de entrada “Capa de trabajo” y capa de recorte “CLC12” (siendo los usos del suelo de CORINE 2012). Obtenemos como resultado la “Capa de trabajo” de la Figura 3-22.

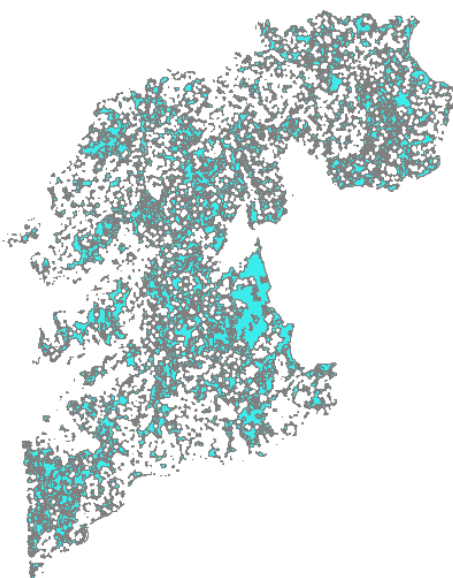


Figura 3-22 “Capa de trabajo” con CLC (Corine Land Cover 2012)

- 9) A continuación para hacer una selección de los suelos aptos para la instalación de la BSP, aplicamos un *Filtro* con los códigos del CLC que presenten las condiciones necesarias para la instalación de la misma, según las condiciones establecidas anteriormente (sección 3.1.3). Como resultado obtenemos una última capa de la cual se han extraído las zonas del terreno que presentan alguna característica que nos impida la instalación de la base (Figura 3-23). Como se puede apreciar, no varía mucho la capa al haberse discriminado anteriormente los núcleos de población.

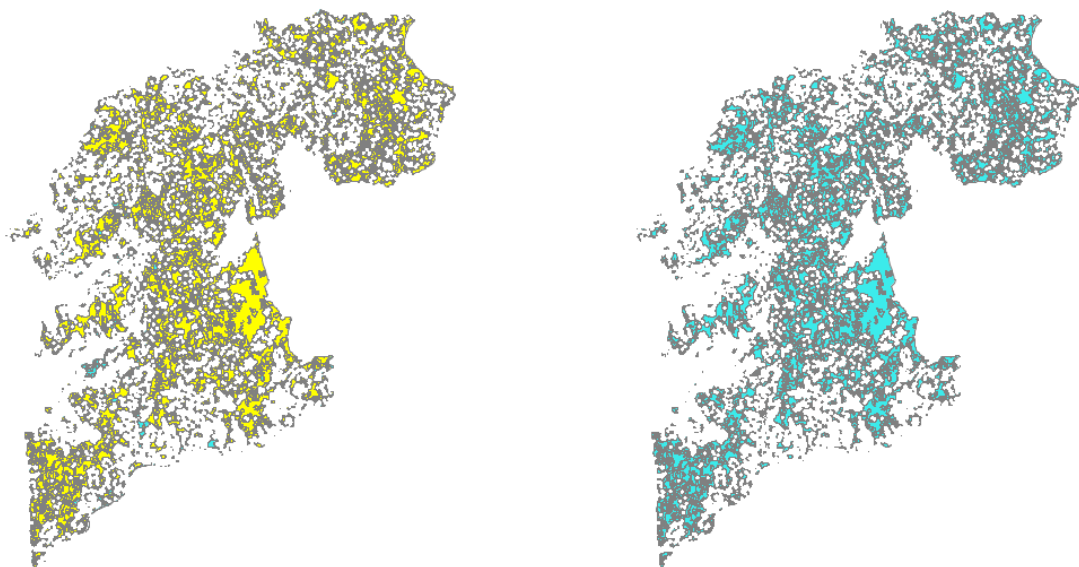


Figura 3-23 Operación “Filtro” para los usos del suelo

- 10) El siguiente paso será la creación de una nueva capa vectorial que contenga únicamente la costa de Pontevedra, y a esta capa vectorial aplicarle un geoproceso *Área de Influencia* de 5 Km para obtener todas las zonas del terreno aptas para la instalación de una BSP que se encuentren como máximo a una distancia de 5 Km de la costa, reduciendo la capa de trabajo considerablemente para enfocar la búsqueda del emplazamiento a una zona más cercana a costa.



Figura 3-24 Buffer con radio de 5 Km de la costa de Pontevedra

- 11) Para obtener las zonas aptas a 5 Km de costa, lo siguiente será aplicar el geoproceso *Recortar* entre el nuevo Buffer creado en el paso anterior, y la capa de trabajo con las áreas aptas para nuestra BSP; siendo la capa de entrada la “Capa de trabajo” y la capa de recorte “Buffer de la costa”, obteniendo así toda superficie contenida en la “Capa de trabajo” a menos de 5 Km de la costa (Figura 3-25).

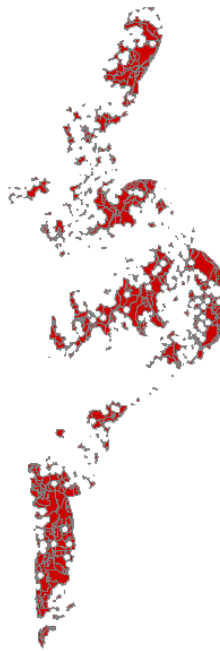


Figura 3-25 “Capa de trabajo” a una distancia máxima de 5 Km de costa

Haciendo un resumen de todo lo que contiene nuestra “Capa de trabajo” hasta el momento, se trata de una capa con datos de división administrativa y territorial (municipios, parroquias, etc.) sin Espacios Naturales Protegidos ni zonas catalogadas en la Red Natura 2000. A esta capa también se le han extraído los usos del suelo no aptos para la instalación de la BSP y todo espacio que se encuentre a menos de 1.000 m de distancia de un núcleo de población y a más de 5.000 m de distancia de la costa.

- 12) A continuación se modificará la tabla de atributos de nuestra “Capa de trabajo”, creando un nuevo campo que nos dé información sobre el área (superficie) de las zonas que quedan en nuestra capa de trabajo. Este nuevo campo lo denominamos “AREA_KM2” (Figura 3-26). Posteriormente, mediante la aplicación de un *Filtro*, realizamos una selección de aquellas zonas del terreno que cumplan con una superficie mayor o igual a 220.000 m² (Figura 3-27), obteniendo una capa de trabajo con superficies aptas (Figura 3-28).

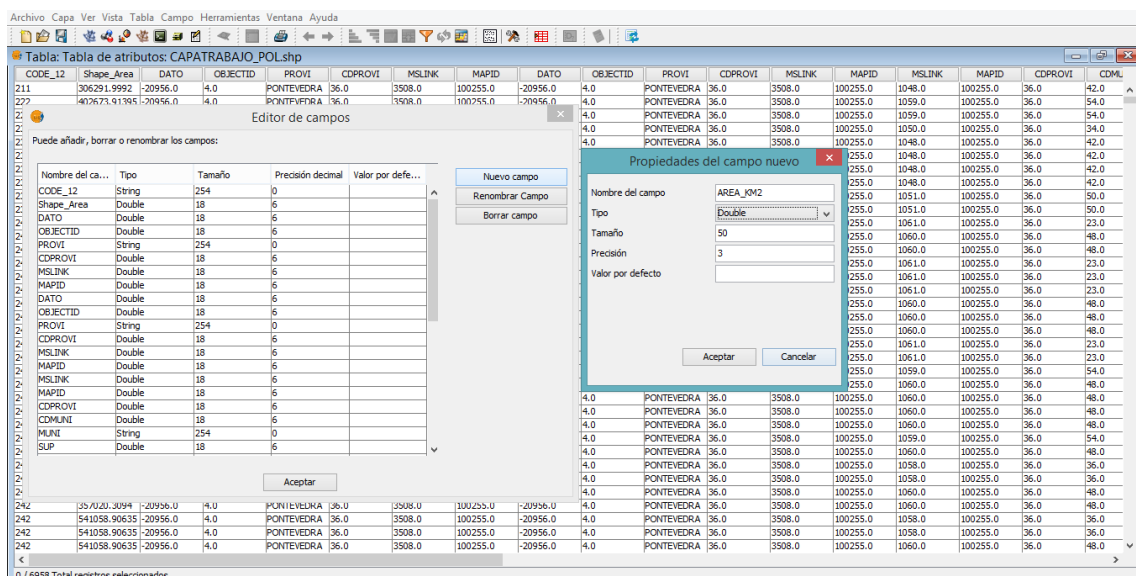


Figura 3-26 Creación del nuevo campo “AREA_KM2” en la tabla de atributos

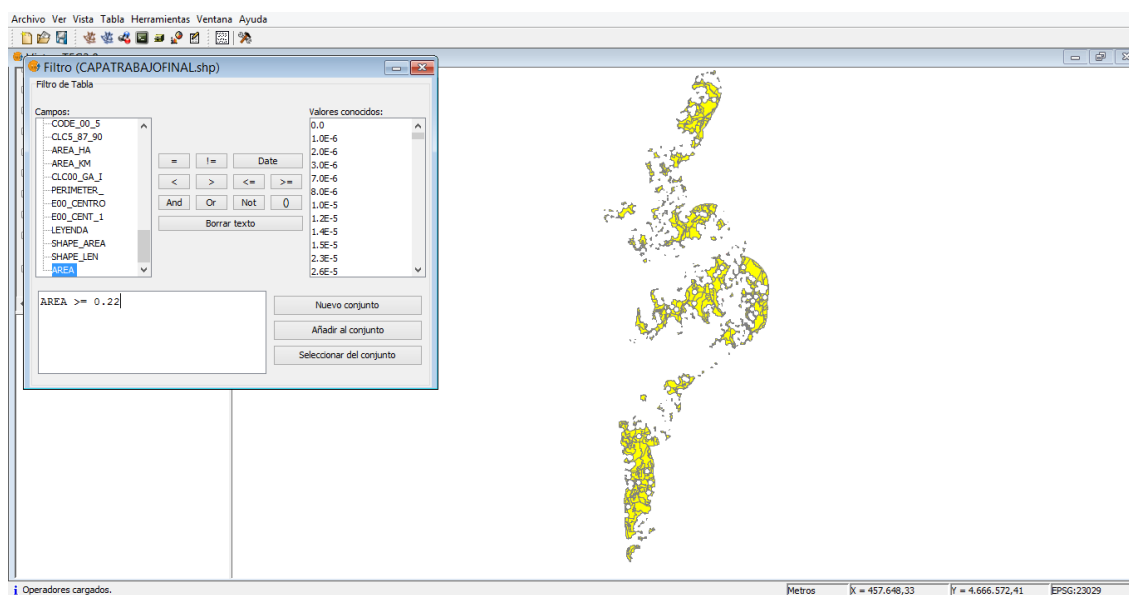


Figura 3-27 Filtro “AREA_KM2 >= 0.22” (Siendo el área en Km²)



Figura 3-28 Zonas aptas por extensión (superficie) del terreno: antes (izquierda) y después (derecha) del “Filtro”

- 13) A continuación mediante una inspección visual (PNOA), se seleccionan las zonas óptimas para la instalación de la BSP, teniendo en cuenta la proximidad a una playa de 500 m de longitud aproximadamente, que facilite la ejecución de un desembarco con los medios necesarios para la instalación de los módulos de la base y procurando evitar edificaciones dispersas por el monte u otras instalaciones. Para ello, se incluirá una nueva capa del Web Map Service (WMS) del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) (Figura 3-29) que muestre imágenes

satelitales de las zonas de estudio (Figura 3-30). Así pues, solapando ambas capas, se podrá realizar una mejor evaluación del terreno y retirar zonas que se encuentren en lugares inaccesibles para los medios de la BRIMAR, como por ejemplo el interior de la Ría de Pontevedra donde los buques de asalto anfibio no tienen acceso por mar.

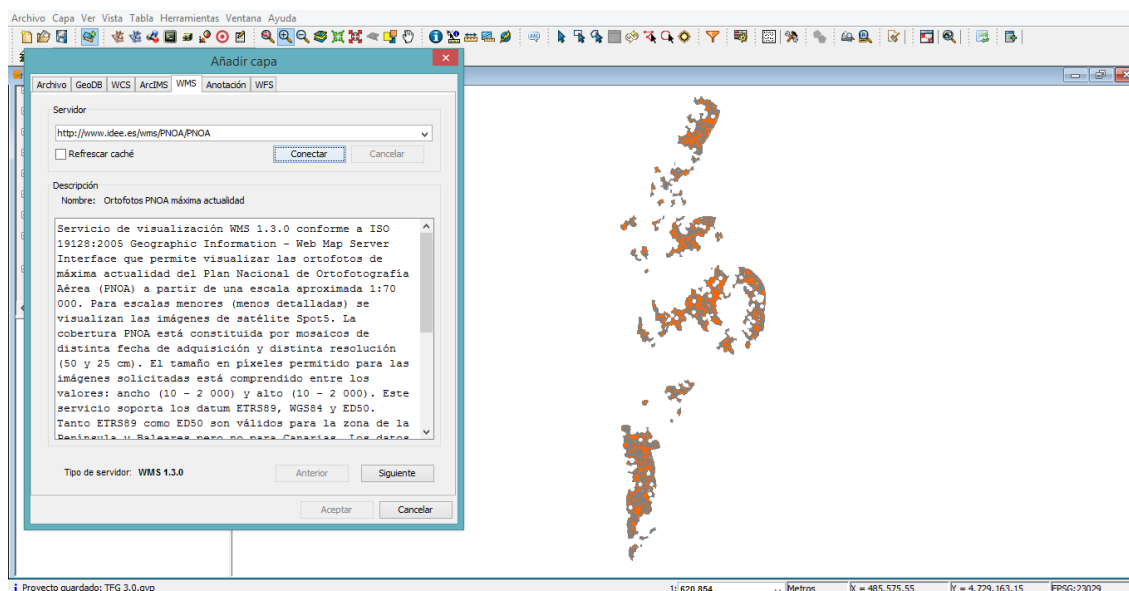


Figura 3-29 Proceso de añadir la capa WMS del PNOA

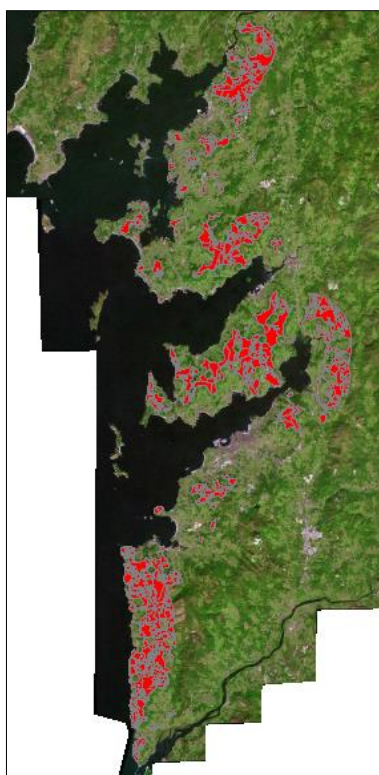


Figura 3-30 WMS PNOA solapado con la capa de trabajo

A continuación, se detallan las tres zonas resultantes que cumplen este criterio:

Zona 1

Situada entre Cabo Home y Punta Couso, a lo largo de la Costa de la Vela, encuadrada entre las Rías de Aldán y Vigo, y el Océano Atlántico. Al sur cuenta con un sector de desembarco con 2 playas, la playa de Barra y la playa de Nerga, que suman una longitud de 1,96 Km entre ambas; longitud más que suficiente para el desembarco de una ARD y a una distancia de 1 Km de la zona de trabajo. Al Norte de la zona también se encuentra la playa de Castiñeira con una longitud de 660 m, suficiente para la instalación de la BSP, pero con edificaciones y población en sus inmediaciones. Consultando la información de la tabla de atributos de la capa de trabajo, se sabe que el terreno de esta Zona 1 está ocupado, en su gran mayoría, por bosque frondoso. Dicho uso del suelo podría ralentizar la instalación de la BSP por motivos de preparación del terreno. Sin embargo, la zona cuenta con superficie suficiente de terreno óptimo para la instalación de la base (landas y matorrales, terrenos agrícolas con espacios de vegetación natural y bosque de coníferas).

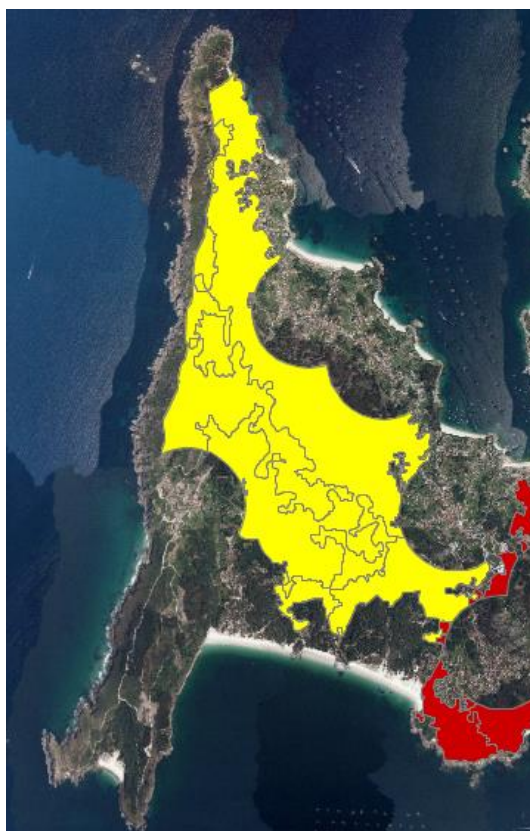


Figura 3-31 Selección de la Zona 1

Zona 2

Situada en la Península de O Grove, en la Ría de Arosa. La playa óptima de esta zona para el desembarco sería la playa de la Lanzada, situada al Suroeste de la zona de trabajo, con una longitud de 2,66 Km y a una distancia de aproximadamente 2 Km. En las inmediaciones de la zona se pueden encontrar otras playas aptas para el desembarco de la unidad, como la playa de Paxareiros (670 m de longitud) al Oeste de la zona de trabajo o la playa Areas das Pipas (600 m de longitud) al Noroeste de la zona de trabajo. En cuanto a la información adicional aportada por la tabla de atributos de la capa de trabajo, se sabe que en esta zona los usos del suelo son principalmente de landas y matorrales, lo que facilitaría en gran medida la instalación de la BSP.



Figura 3-32 Selección de la Zona 2

Zona 3

Situada en la cara Norte de la Ría de Pontevedra, entre las localidades de Combarro y Sanxenxo. A una distancia de aproximadamente 4,5 Km se encuentra la playa do Laño, con una longitud total de 440 m. Se trata de la playa menos apta para el desembarco de una ARD por presentar menor longitud en comparación con las playas presentes en las otras zonas. Sin embargo, la zona de trabajo es la más amplia de las 3, ofreciendo mayores posibilidades para la organización y distribución de la BSP. El terreno que comprende esta zona es principalmente de matorral boscoso de transición con bosque mixto y algunas zonas de bosque frondoso. Por su ubicación, en el interior de la Ría de Pontevedra, esta zona es la menos recomendable por la inoperabilidad y falta de maniobrabilidad de los buques anfibios en el interior de la ría.

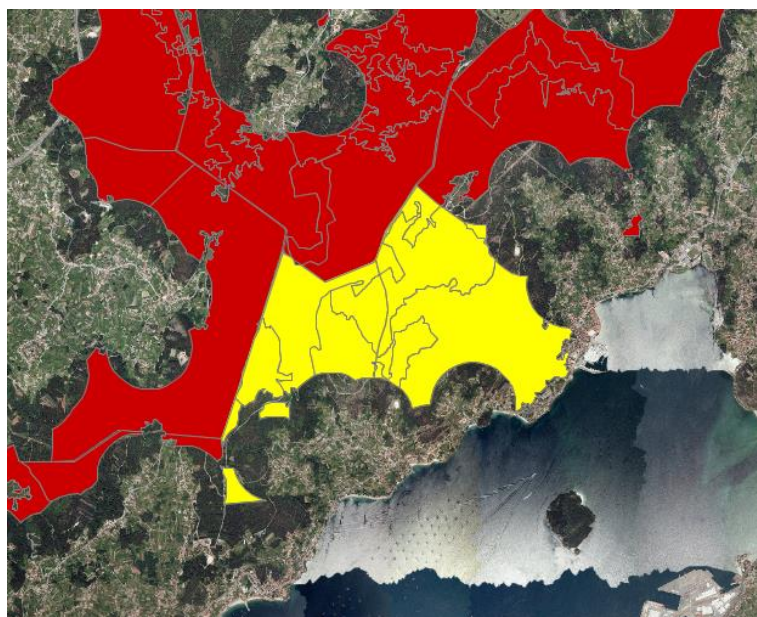


Figura 3-33 Selección de la Zona 3

- 14) En el siguiente, y último paso, se hace una discriminación de las zonas según proximidad a masas de agua (ríos, embalses, etc.) y cercanía y accesibilidad a vías de comunicación. Se priorizará en vías secundarias (carreteras, sendas, caminos, etc.) y se tratarán de evitar vías primarias tales como autopistas y autopistas.

Antes de insertar las capas de hidrografía e infraestructuras viarias, se exportó cada una de las tres zonas óptimas, por separado, a una nueva capa de trabajo con el fin de reducir el volumen de datos a procesar, obteniéndose las siguientes capas: “ZONA1”, “ZONA2” y “ZONA3” (Figura 3-34, Figura 3-35 y Figura 3-36).

Zona 1

En la Zona 1, como se puede observar en la Figura 3-34, existen numerosas sendas y caminos a través de las cuales la unidad podría progresar desde la playa hasta la zona seleccionada para la ubicación de la BSP. Asimismo, cuenta con tres pequeños ríos que podrían constituir una fuente de agua para la unidad basada en esta zona, así como un río de mayor envergadura al sur de la misma.

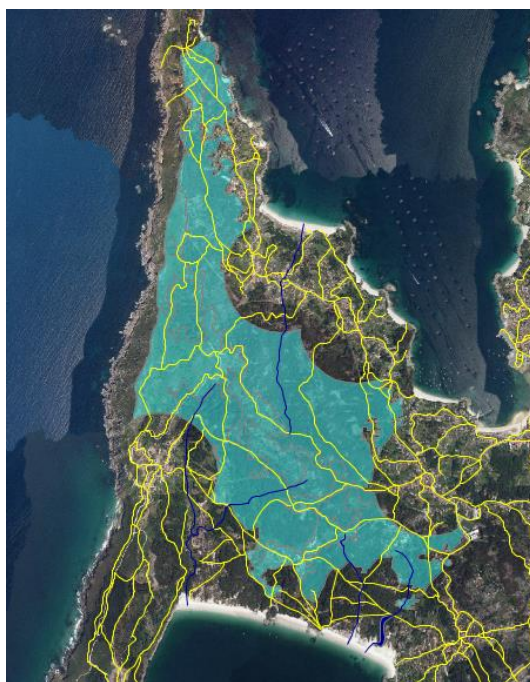


Figura 3-34 Zona 1 con vías de comunicación y fuentes de agua

Zona 2

En la Zona 2 (Figura 3-35), también existen numerosas sendas y caminos a través de las cuales los medios de la BRIMAR pueden realizar una progresión más discreta para llegar a la ubicación de la BSP. Sin embargo, en cuanto a los recursos de agua, la zona cuenta con únicamente dos pequeños ríos al sur y norte de la misma, lo que haría necesaria la instalación de contenedores potabilizadores de agua para recoger agua del mar, proceso que llevaría más tiempo e implicaría la descentralización de la BSP al tener que destacar una unidad a pie de playa que custodie dichos potabilizadores.



Figura 3-35 Zona 2 con vías de comunicación y fuentes de agua

Zona 3

La Zona 3 (Figura 3-36) es la superficie con un número mayor de avenidas de aproximación, entre las que se encuentran carreteras autonómicas, carreteras secundarias, sendas, caminos y otras carreteras a través de las cuales la unidad podría progresar. Sin embargo, esto no presenta una ventaja frente a las anteriores ya que la instalación de una BSP en una ubicación con tanto tránsito de personas puede resultar en una debilidad fácilmente explotable por el enemigo. En cuanto a los recursos de agua, esta zona cuenta con una serie de ríos que cruzan de Norte a Sur y que podrían abastecer la BSP de forma continua.

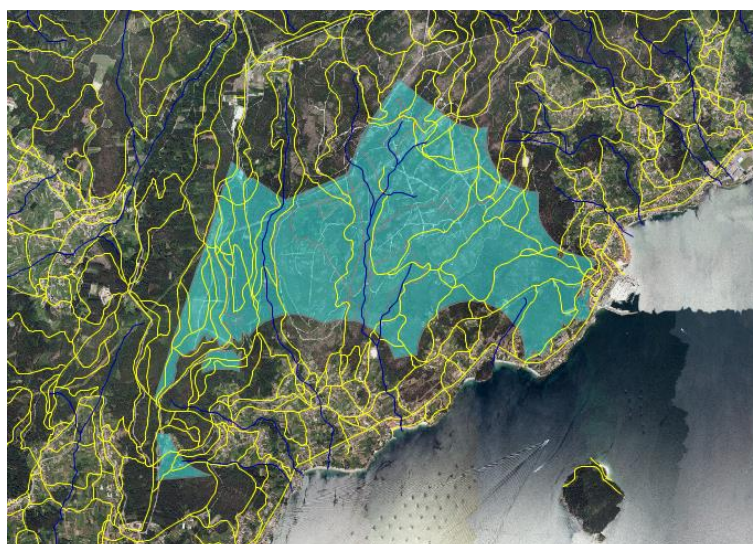


Figura 3-36 Zona 3 con vías de comunicación y fuentes de agua

Tras este análisis de las capacidades que ofrece cada una de las zonas aptas para la instalación de la BSP, se decide que la zona óptima, y por lo tanto la seleccionada, sea la Zona 1 (Figura 3-37).



Figura 3-37 Ubicación final BSP

3.6 Modelo de distribución de la BSP

Teniendo en cuenta que la distribución de zonas de una base nunca podrá cumplir una distribución exacta, sí que deberá ser lo más parecida al modelo de BSP que indica la doctrina.

Debe contener las siguientes zonas [1]:

- 1) Zona de seguridad
 - a. La zona de seguridad de una BSP es una zona comprendida entre el perímetro inmediato de la base y el perímetro exterior de la misma. El perímetro exterior debe ser aproximadamente de 1.900 m y dejar una separación del perímetro interior de unos 150 m. Todo esto se verá condicionado por la situación en el terreno, la capacidad de las armas del enemigo y otros criterios de seguridad.
 - b. En dicho perímetro se instalarán un total de 80 focos de iluminación, 6 torres de vigilancia y, habitualmente, una malla de alambrado de 2,2 m de altura.
- 2) Perímetro
 - a. El perímetro cercano divide la zona de seguridad del interior de la BSP. La construcción de este perímetro atenderá a medidas de seguridad mediante la instalación de concertina, módulos Hesco-Bastion, zanjas, garitas, accesos e iluminación.
 - b. Para la construcción del perímetro interior de la base se necesitan aproximadamente 530 Hesco-Bastión perimetrales.
- 3) Control de acceso
 - a. Consiste en un punto de control del personal que entra y sale de la BSP, así como control de vehículos. Este control de acceso se verá dotado de personal militar de guardia permanentemente. La instalación cubrirá una superficie total de 1.800 m² (45 x 45 m) en la cual se instalarán elementos que reduzcan la velocidad de vehículos como zigzag o depósitos de descarga de armamento.
- 4) Aparcamiento de vehículos
 - a. Se dimensionará en función al número de vehículos que deba alojar. Debe estar ubicada dentro de la BSP de forma que los vehículos realicen el mínimo recorrido

- por la BSP, que se encuentre cerca de lugares de trabajo y de mantenimiento, y alejado de zonas de descanso.
- b. Para una unidad tipo ARD, la superficie estándar que debe abarcar es de 20.000 m² de forma que deje a los vehículos espacio suficiente para maniobrar.
- 5) Punto de toma de helos
 - a. Entre las consideraciones a tener en cuenta para la instalación del punto de toma de helos, cabe destacar que este se encuentre próximo al PCLA (Puesto de Clasificación de heridos), así como estar ubicado en una zona con poca pendiente. Sus dimensiones, basadas en los helicópteros de los que dispone la Armada, es de 10.000 m².
 - 6) Zona de cocina/comedores
 - a. Módulos de cocina, comedores, lavandería, lavavajillas, frigoríficos, congelador y contenedores.
 - b. Abarcara una superficie de 1.200 m² (Figura 3-38).
 - 7) Zona de servicios
 - a. Compuesta por los módulos de fosas sépticas, duchas y WC. En la medida de lo posible se evitará acercar las fosas sépticas a la zona de vida. Sin embargo, las duchas y los WC sí que deben estar próximos. La Unidad de Apoyo al Desembarco (UAD) será la encargada de instalar las fosas sépticas, las cuales se deben situar un nivel por debajo para facilitar su evacuación.
 - b. Su superficie total debe tener unas dimensiones de 320 m² aproximadamente (Figura 3-38).
 - 8) Zona de depósitos de agua
 - a. Los depósitos de agua deberán encontrarse en un nivel superior para no forzar las bombas de agua y facilitar el suministro a cocina, zona de servicios, lavavajillas y lavandería.
 - b. Ocupará una superficie total de 190 m² (Figura 3-38).

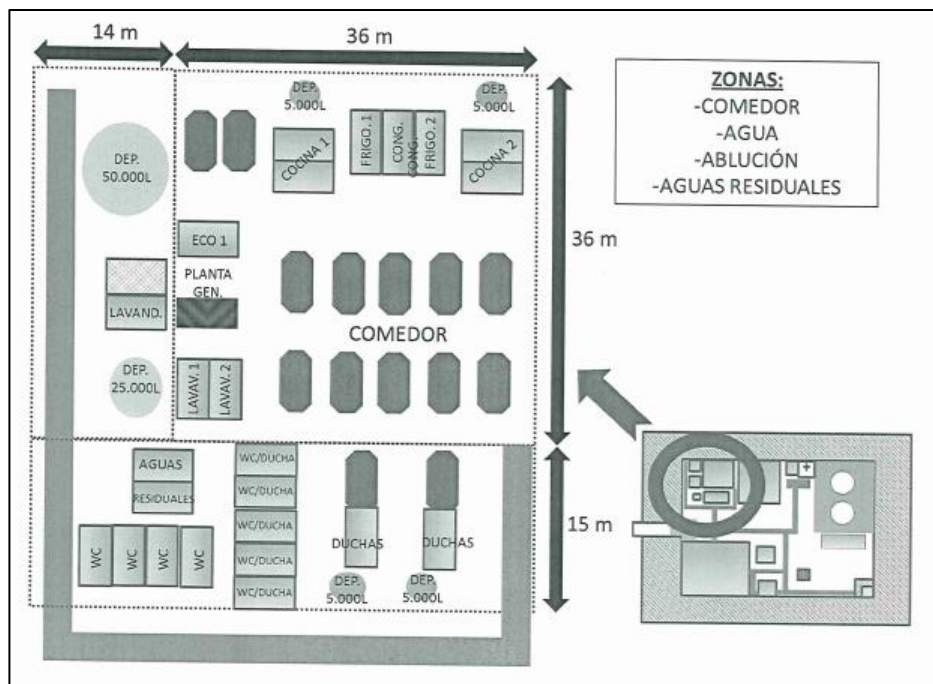


Figura 3-38 Ejemplo distribución Zona de Cocina y Servicios [1]

9) Zona de grupos electrógenos

- a. Los equipos electrógenos son los encargados de proporcionar suministro eléctrico a toda la BSP. Es recomendable que los grupos electrógenos estén situados en una zona central de la BSP, ya que desde estos partirán tantas líneas eléctricas como sean necesarias para cada zona de consumo, y a mayor longitud de línea, mayores pérdidas de potencia. Las líneas estarán conectadas a cajas de distribución que serán las encargadas de realizar el reparto de energía a diferentes puntos.
- b. Se estima que su dimensión debe ser de 200 m².

10) Zona de vida

- a. Debe tener amplitud suficiente para garantizar la comodidad de las tropas y garantizar su descanso. En esta zona se han de instalar los módulos de habitabilidad, tiendas de campaña y zonas de reunión. La ubicación de esta zona tiene que ser tal que minimice el tránsito de personal por el interior de la base, es decir, debe estar situada cerca de la zona de servicios. En cuanto al drenaje de aguas, en esta zona toma mayor importancia que en el resto de la BSP.
- b. A ser posible esta zona contará con protección vertical contra armas portátiles y granadas de morteros.
- c. Su dimensión variará según la entidad de la fuerza, para un ARD deberá ser de aproximadamente 3.000 m².

11) Zona del PC/CECOM

- a. El CECOM (Centro de Comunicaciones) deberá contar con superficie suficiente para albergar todos sus equipos e instalaciones de comunicaciones, y deberá mantener una distancia de seguridad con respecto al PC (Puesto de Control) para evitar radicación entre ambos.
- b. Superficie del PC será de 500 m² y del CECOM de 2.760 m².

12) Depósito de munición (CMUN)

- a. Deberán estar a cubierto para reducir daños en caso de explosión mediante una instalación de Hesco-Bastion, sacos terreros, merlones de tierra, etc. Estará situado en un lugar alejado del tránsito del personal.
- b. Como medida contra incendios contará con la instalación de una moto-bomba con depósito de agua de 1.500 l.
- c. Las dimensiones de las instalaciones como tal no precisan de más de 250 m². Sin embargo, se establece una zona de seguridad de 1.000 m² (Figura 3-39).

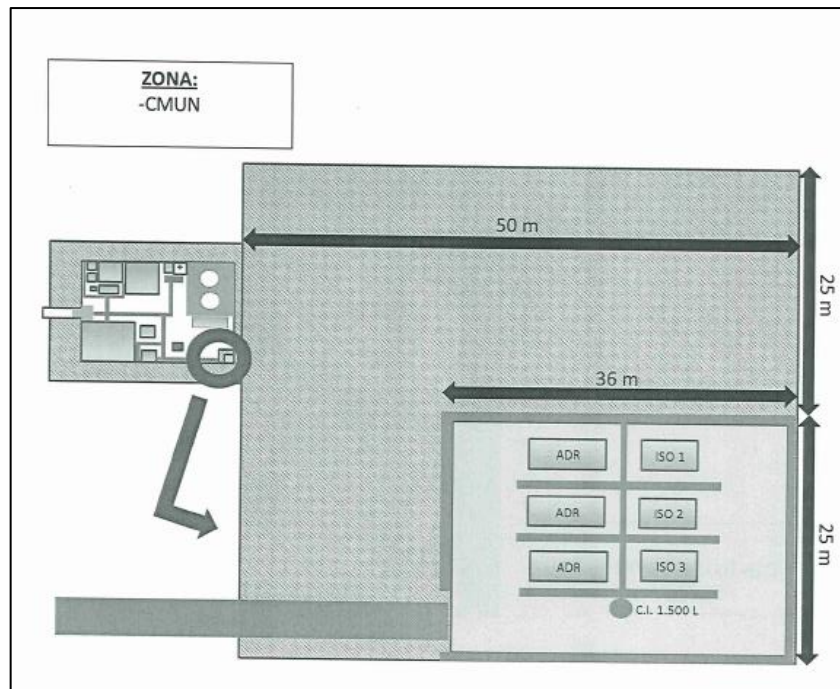


Figura 3-39 Ejemplo distribución Depósito de munición [1]

13) Centro de carburante (CCAR)

- Se tomarán las mismas consideraciones que para la instalación del depósito de munición, y a mayores se contará con una zona de espera en las inmediaciones del aparcamiento para evitar excesivo tránsito de vehículos por la BSP.
- Superficie de 500 m² (Figura 3-40).

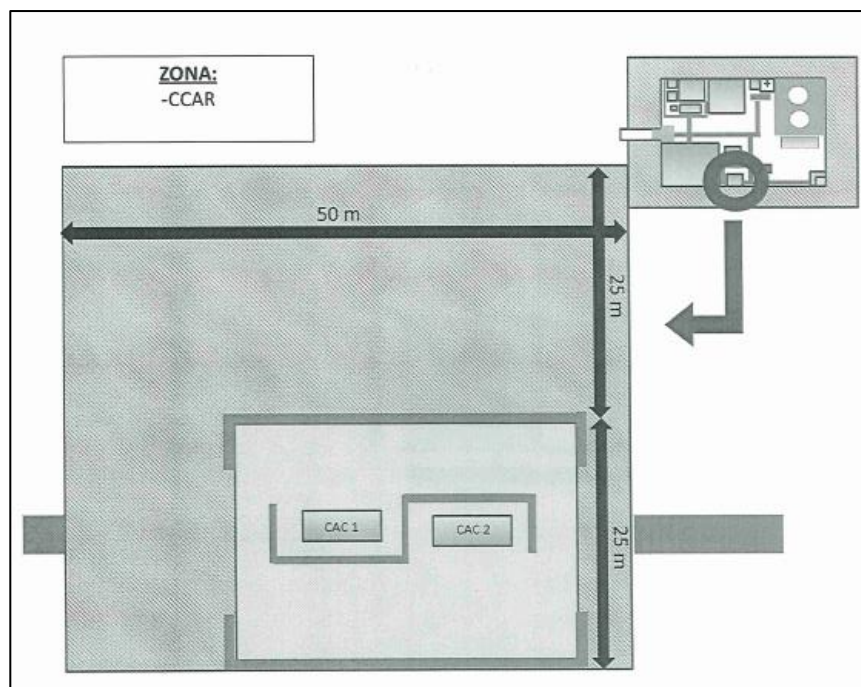


Figura 3-40 Ejemplo distribución Centro de carburante [1]

14) Pistas interiores

- a. Consiste en diferentes pistas que conecten las diferentes partes de la BSP aptas para vehículos. Debe tener una anchura superior a 4 m.

15) Zona mantenimiento 2º Escalón

- a. Se trata de una instalación compuesta por gran cantidad de módulos que deben colocarse según una distribución específica (Figura 3-41) para optimizar el mantenimiento del máximo número de vehículos a la vez. Estará situado en las cercanías del aparcamiento.
- b. Con unas dimensiones de 560 m².

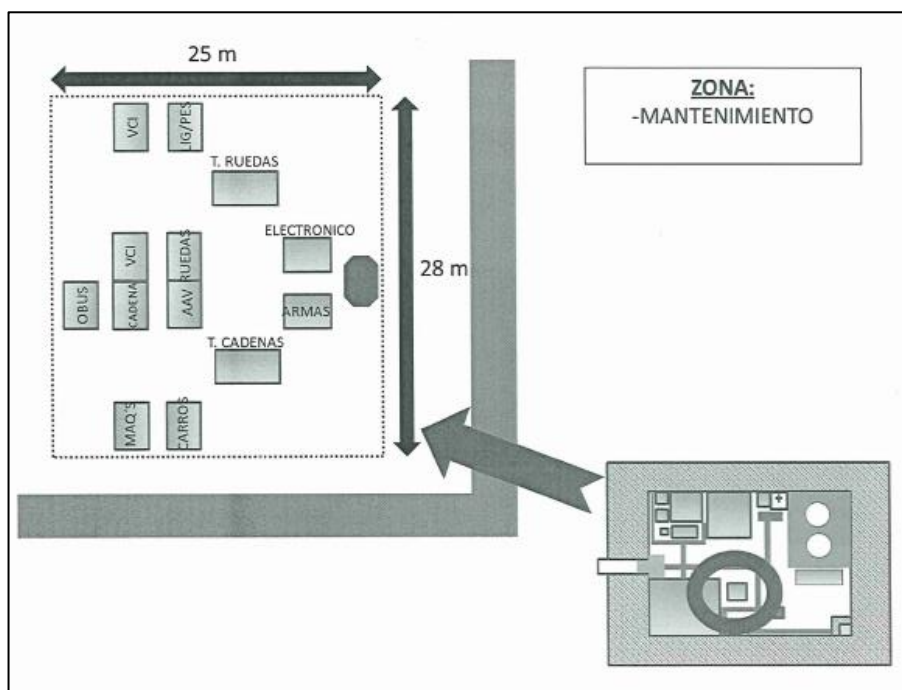


Figura 3-41 Ejemplo distribución Zona de mantenimiento 2º Escalón [1]

16) Role1 (PCLA)

- a. Esta instalación deberá estar situada en las inmediaciones del punto de toma de helicópteros (Figura 3-42) para favorecer la evacuación de bajas. Por el mismo motivo tendrá un fácil acceso.
- b. Las dimensiones del PCLA deberán ser de 300 m².

17) PC UASC

- a. El Puesto de Mando de la Unidad de Apoyo y Servicios de Combate no cubrirá mucha superficie dentro de la BSP, pero deberá estar próxima a la Unidad de Sanidad (Figura 3-42), y relativamente cerca de todas sus unidades subordinadas.
- b. Una superficie total de 150 m².

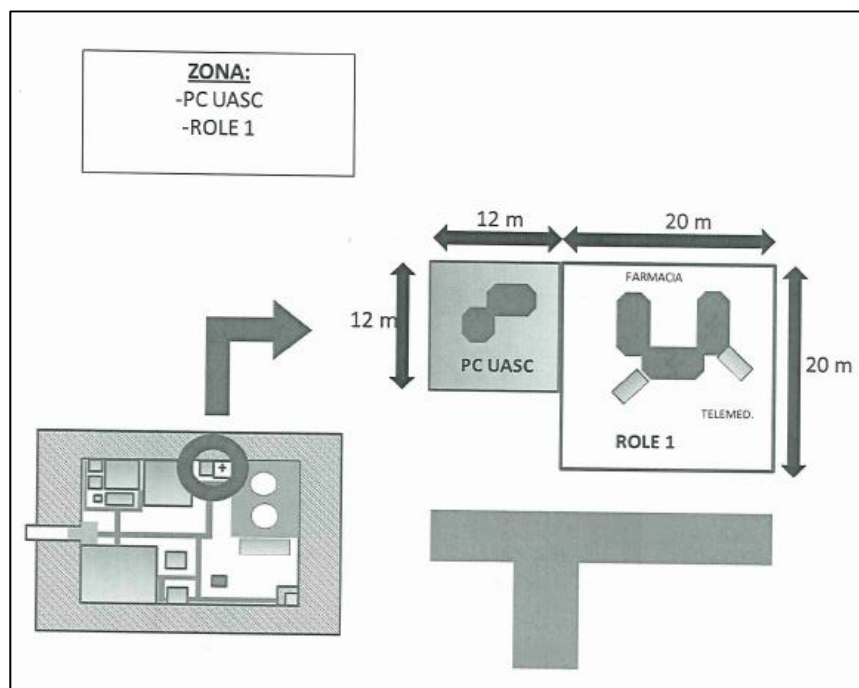


Figura 3-42 Ejemplo distribución del PC UASC y PCLA (Role1) [1]

4 RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 Análisis de la zona óptima

La zona escogida para el emplazamiento de la BSP se encuentra en la parte occidental de la península del Morrazo, en la Provincia de Pontevedra. Se trata de una zona con abundante vegetación, aunque cuenta con zonas de matorral bajo de fácil preparación para la instalación de la BSP. En las inmediaciones existen pequeños ríos que cruzan la zona y facilitarán el suministro de agua, así como avenidas de aproximación que facilitarán el acceso de maquinaria y medios de las unidades del TEAR.

Tanto al norte como al sur de la zona de trabajo existen playas aptas para el desembarco, destacando la cara sur con las playas de Barra y Nerga que presentan mayor extensión (1,96 Km de longitud) y mejores características para el desembarco.

CLC USOS DEL SUELO	PROVINCIA	MUNICIPIO	DISTRITO	PARROQUIA
BOSQUE DE CONÍFERAS	PONTEVEDRA	CANGAS	caldas-o salnés	HÍO (O) (SANTO ANDRÉ)
TERRENOS PRINCIPALMENTE AGRICOLAS ...	PONTEVEDRA	CANGAS	caldas-o salnés	HÍO (O) (SANTO ANDRÉ)
BOSQUES DE FRONDOSAS	PONTEVEDRA	CANGAS	caldas-o salnés	HÍO (O) (SANTO ANDRÉ)
LANDAS Y MATORRALES	PONTEVEDRA	CANGAS	caldas-o salnés	HÍO (O) (SANTO ANDRÉ)

Figura 4-1 Tabla de atributos referente a la zona de trabajo

Una vez seleccionada la zona óptima para la instalación de la BSP, se hace necesario un estudio de pendientes y de cubierta arbórea para una correcta distribución de las distintas zonas en las que se divide una base:

- 1) Estudio de pendientes. Las pendientes son aspectos del terreno de particular importancia militar que pueden llegar a hacer zonas intransitables, incluso para personal a pie. Además, debe conocerse, en función de la pendiente, qué tipo de vehículos las pueden transitar [2].
- 2) Estudio de cubierta arbórea. La vegetación puede ser el factor más importante del terreno o no tener ninguna importancia; en relación a la densidad de la misma. La vegetación proporciona pantalla contra la observación terrestre o aérea y también material para la organización del terreno. Sin embargo, es un obstáculo para el movimiento y para las operaciones aeromóviles o de envolvimiento vertical. Los aspectos más importantes a estudiar son los bosques (en todo lo que se refiere al espacio entre árboles, grosor de los troncos y tipos de hoja), los cultivos (en lo que se refiere a la forma de oponerse al movimiento), y otros como los cortafuegos [2].

Para el estudio de pendientes, factor limitante para algunas zonas de la BSP (helipuerto, PCLA, etc.), y dado que ninguna institución proporciona dicha información geoespacial, se generó una nueva capa de curvas de nivel a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) obtenido en el centro de descargas del IGN. GvSIG no ofrece esta funcionalidad, por lo que la generación de dicha capa fue realizada a partir del software QGIS (Quantum GIS) que sí la ofrece. En el ámbito de gvSIG el software que ofrece dicha funcionalidad es SEXTANTE (trabaja con soporte gvSIG), cuya descarga no fue posible por errores en el servidor.

El curvado fue generado considerando una equidistancia entre curvas de nivel de 10 m. Al incorporar esta nueva capa al proyecto SIG de trabajo, fue necesario hacer una reproyección al mismo sistema geodésico de referencia (Figura 4-2).



Figura 4-2 Pendiente obtenida a partir del MDT200

Además de la capa de curvas de nivel, se insertó la capa del Mapa Forestal de España a escala 1:25.000 de Pontevedra (MFE25) que proporciona más información sobre la ocupación arbórea en la zona (Figura 4-3).

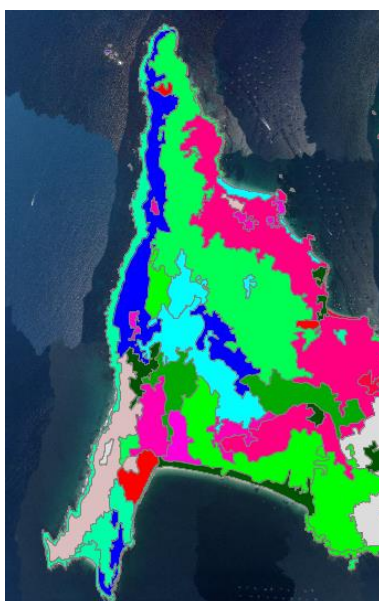


Figura 4-3 Capa de MFE25 sobre la zona de estudio

Realizando el geoproceso de *Recortar* con la capa de MFE25 como “capa de entrada” y la capa de la zona óptima como “capa de recorte”, se obtiene la información referente al MFE exclusivamente para la zona óptima, lo que permite realizar un análisis más preciso de la parcela descartando aquellas zonas con demasiado volumen de vegetación. A continuación, se añade la capa de pendientes, de forma que se pueda seleccionar la parcela más idónea para la ubicación de la BSP en base a ambos aspectos.

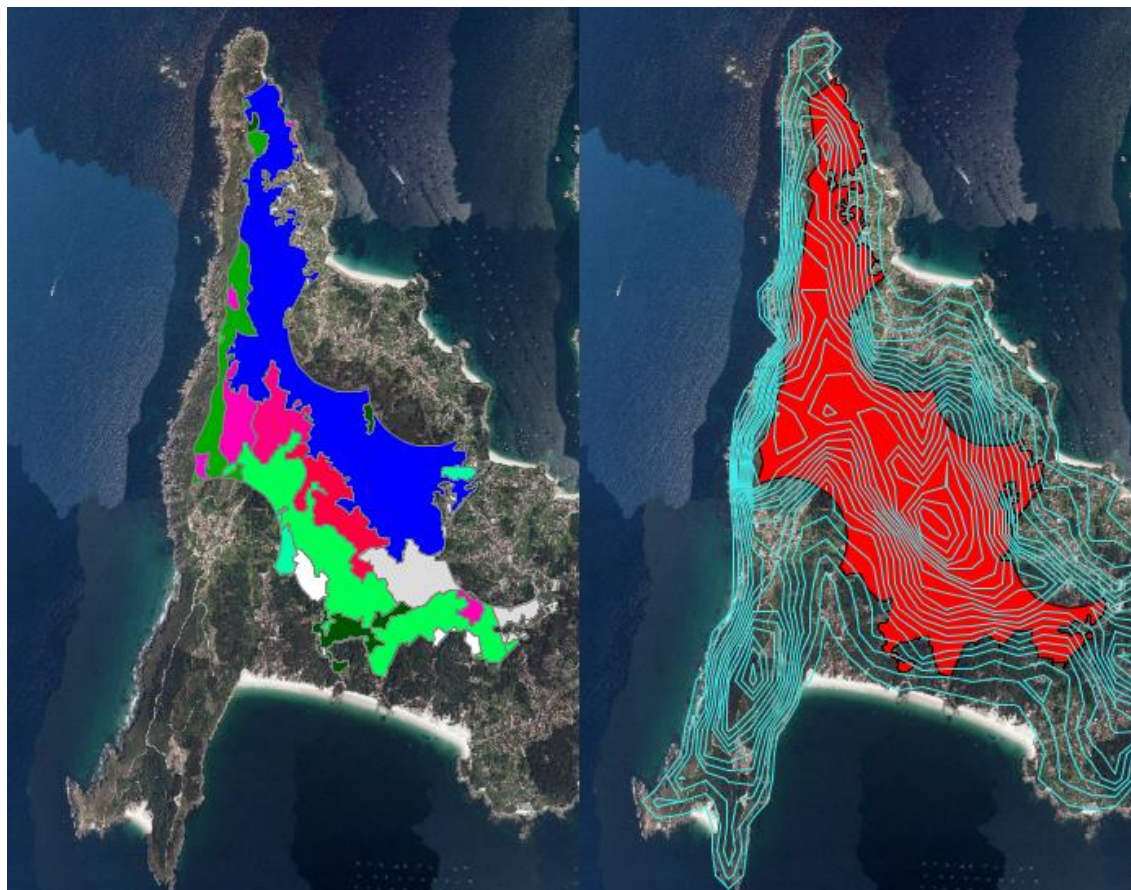


Figura 4-4 Zona óptima solapada con ambas capas de pendiente y del MFE25

Haciendo un estudio de la capa de pendientes, se puede observar que se trata de un terreno con un gran desnivel, que por lo general presenta grandes pendientes (superior al 20% en el 75% del terreno). Sin embargo, se pueden destacar tres zonas cuya pendiente es apta para la instalación de la BSP (Figura 4-5). De las tres zonas destacadas, se puede descartar una de manera inmediata, al no encontrarse esta en el interior del polígono de trabajo, lo que reduce la selección a dos zonas aptas y que serán analizadas en mayor profundidad según la información de la capa del MFE25.



Figura 4-5 Opciones para la ubicación de la BSP según la pendiente del terreno

Para llevar a cabo una selección con criterio entre ambas zonas (Zona 1 y Zona 2), se consultará la capa de MFE25 que aporta información referente a la distribución de los ecosistemas forestales españoles, y que clasifica todo el territorio según su uso forestal principal. Asimismo, caracteriza, para cada recinto, el resto de los usos existentes, distintos al principal, incluyendo su porcentaje de ocupación arbórea.

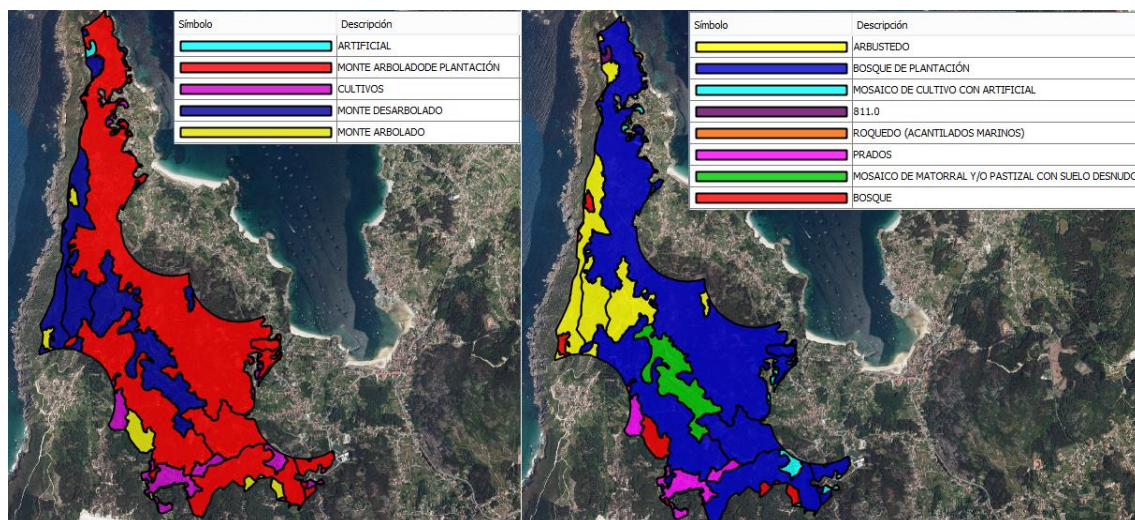


Figura 4-6 Diferentes clasificaciones de la capa MFE25

En cuanto al tipo estructural del terreno, como se puede observar en la Figura 4-7, la Zona 1 se encuentra en su gran mayoría en terreno de arbustos y matorrales. Profundizando más en los datos que proporciona la leyenda completa proporcionada por el Inventario Forestal Nacional (IFN) [31], se sabe que se trata de una superficie forestal de matorral, con superficies cubiertas por comunidades vegetales dominadas por matas y arbustos. Este tipo de terreno y ocupación facilitará la instalación de la BSP en gran medida.

Sin embargo, la Zona 2 (Figura 4-7) cuenta con una superficie mayor de bosque de plantación. Profundizando en la base de datos [31], se trata de una zona de arbolado forestal, lo que consiste en una agrupación de árboles en espesura y uso netamente forestal, cuyo origen es el de plantación. Esta cubierta arbórea complicaría en gran medida la instalación de la BSP y consumiría una gran cantidad de recursos en la preparación del terreno.

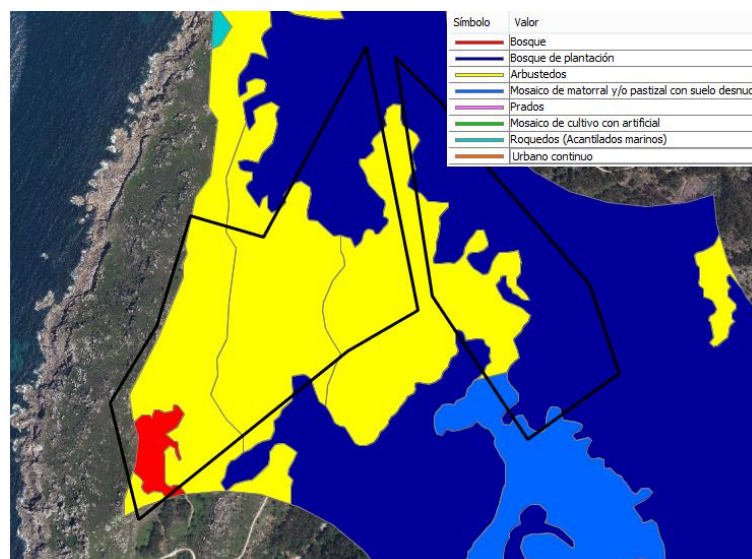


Figura 4-7 Posibles zonas para la BSP con datos de los “Tipos Estructurales” del MFE25

Resumiendo, según la clasificación del Inventario Nacional Forestal (Figura 4-8), la Zona 1 está compuesta casi por completo de zonas de monte desarbolado, mientras que la Zona 2 alterna entre zona de bosque desarbolado y monte arbolado de plantación. Según estos resultados, la Zona 1 se presenta como la ubicación óptima para la instalación de la BSP, para la cual distribuiremos sus zonas según los criterios establecidos por la doctrina de Infantería de Marina.

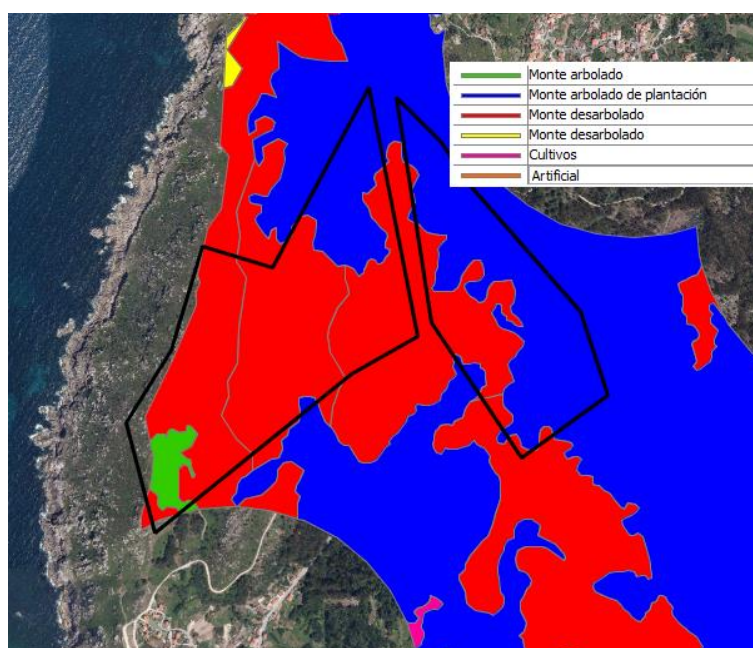


Figura 4-8 Posibles zonas para BSP con la clasificación del Inventario Forestal Nacional (IFN)

4.2 Diseño BSP

Una vez seleccionada la porción del terreno en la que se realizará la instalación de la BSP, lo siguiente será hacer una división de zonas de uso dentro de la misma. Para ello, se tendrán en cuenta aspectos de: superficie necesaria, pendiente, estado del terreno en cuanto a ocupación forestal, así como situación relativa entre las diferentes zonas (por ejemplo, la zona de vida se debe situar próxima a la zona de servicios).

Seleccionando una superficie que cumpla los requisitos del perímetro exterior, para cumplir con la zona de seguridad reglamentaria, se obtiene el polígono de perímetro exterior de la Figura 4-9. Parte de dicho perímetro se encuentra fuera de nuestra Zona 1, lo que no supone un impedimento ya que la zona de seguridad no debe cumplir los requisitos de terreno al ser una zona externa a la BSP propiamente dicha. Una vez seleccionado dicho perímetro exterior, de aproximadamente 1.900 m de longitud, se procede a hacer la distribución de zonas en función de los requisitos (sección 3.6) previamente establecidos según la doctrina.



Figura 4-9 Perímetro exterior de la BSP

A continuación se detalla la distribución de zonas dentro de la BSP (Figura 4-13):

- 1) Control de acceso
Se ubicará próximo a las principales vías de comunicación que se prevea que vayan a ser usadas por la fuerza alojada en la BSP.
- 2) Aparcamiento de vehículos
Deberá situarse cercano a lugares de trabajo y mantenimiento. También deberá encontrarse alejado de las zonas de descanso de las unidades, y de forma que minimice el movimiento de los vehículos por la BSP (cercano al control de acceso).
No precisa de ningún tipo de terreno específico ya que puede estar ubicado en zonas de ligera pendiente.
- 3) Punto de toma de helos
El punto de toma de helos es una de las zonas de la BSP que cuenta con mayores restricciones a la hora de su ubicación. Este se situará próximo al PCLA (Puesto de

Clasificación de heridos), de manera que el tiempo de evacuación de heridos sea el menor posible.

Se escoge la zona de la BSP con menor pendiente para garantizar la seguridad en la toma de los helicópteros (Figura 4-10).



Figura 4-10 Ejemplo de localización del punto de toma de helicópteros según la pendiente

4) PC UASC

Al tratarse del puesto de mando de la Unidad de Apoyo y Servicios de Combate, deberá encontrarse próximo a la Unidad de Sanidad, y relativamente cerca de todas sus unidades subordinadas, de manera que se garantice el correcto mando y control de su unidad.

5) Zona de vida

Ubicada de manera que se minimice el tránsito de unidades por la BSP. Es por ese motivo por el cual se encontrará cercana a la zona de servicios y comedor (Figura 4-11).

6) Zona de cocina/comedores

La única restricción con la que cuenta esta zona es la situación próxima a la zona de vida para minimizar así el tránsito de personal por la BSP (Figura 4-11).

Se procurará que se encuentre en una zona con escasa pendiente.

7) Zona de servicios

Se procurará que las fosas sépticas no se encuentren cercanas a la zona de vida. Sin embargo, las duchas y los WC sí que deben estar próximos a estas, por lo que se buscará un equilibrio entre ambas (Figura 4-11).

8) Zona de depósitos de agua

Debe estar próxima tanto a la zona de cocina y comedores como a la zona de servicios (Figura 4-11).



Figura 4-11 Ejemplo de distribución área de descanso

- 9) Zona de grupos electrógenos
Situado lo más central posible en la BSP, ya que desde estos partirán tantas líneas eléctricas como sean necesarias para cada zona de consumo; y a mayor longitud de línea, mayores pérdidas de potencia.
- 10) Zona del PC/CECOM
Para garantizar el correcto funcionamiento de ambas zonas, se deberán situar a una distancia de seguridad suficiente de manera que se eviten radiaciones entre ambas zonas.
En cuanto a su ubicación, no es necesario situarlo en ningún lugar específico siempre y cuando el enlace radio con el resto de la BSP sea el correcto.
- 11) Depósito de munición (CMUN)
Situado en un lugar alejado del tránsito del personal por motivos de seguridad.
- 12) Zona mantenimiento 2º Escalón
Situado en las cercanías del aparcamiento y del CCAR (Figura 4-12).
- 13) Centro de carburante (CCAR)
Situado en las cercanías del aparcamiento y lejos de zonas de tránsito de personal por motivos de seguridad (Figura 4-12).
- 14) Zona de espera
Se encontrará en las inmediaciones del aparcamiento de vehículos y cercano al centro de carburante, minimizando así el movimiento de vehículos por el interior de la base (Figura 4-12).



Figura 4-12 Ejemplo de distribución de área vehículos

15) Role1 (PCLA)

En las inmediaciones del punto de toma de helicópteros para favorecer la evacuación de bajas.

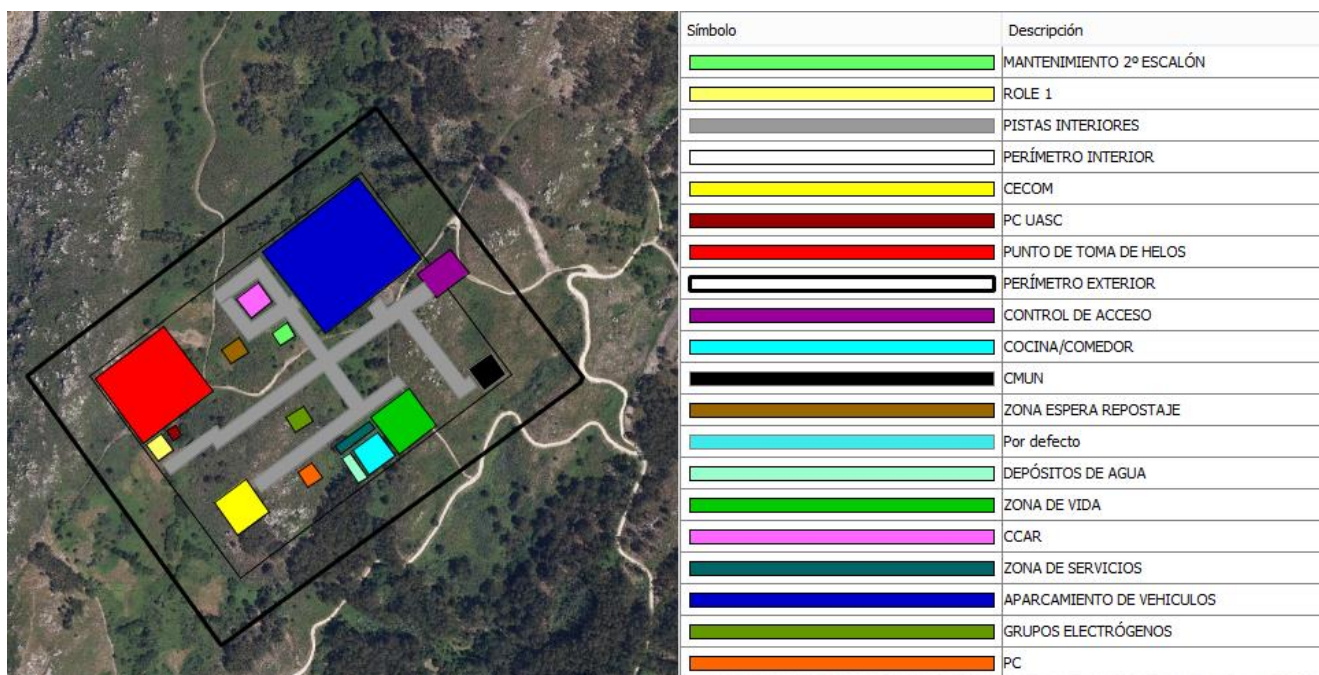


Figura 4-13 Ejemplo de distribución de zonas en la BSP

4.3 Cartografía elaborada

La cartografía (mapas temáticos) que se ha obtenido con la realización del presente TFG (Anexo I: Mapas Temáticos) es la siguiente:

Mapa 1 (Ubicación de las zonas aptas)

Mapa, a escala 1:200000, referente a la ubicación de las tres zonas aptas obtenidas en la Provincia de Pontevedra con todas las vías de comunicación presentes y las masas de agua.

Mapa 2 (Ubicación de la zona óptima)

Mapa, a escala 1:50000, que muestra la ubicación exacta de la zona óptima para la instalación de la BSP sin ninguna capa que añada información a parte de la capa del PNOA y la zona óptima como tal.

Mapa 3 (Zona óptima con vías de comunicación)

Mapa, a escala 1:50000, con información de las vías de comunicación en la zona óptima para la instalación de la BSP. En este mapa se muestran los diferentes tipos de vías de comunicación y una leyenda que identifica cada una de ellas.

Mapa 4 (Zona óptima con hidrografía)

Mapa, a escala 1:50000, con la misma estructura que el mapa 3 pero con información referente a las masas de agua (hidrografía) que se pueden encontrar en la zona.

Mapa 5 (Pendientes de la zona óptima)

Mapa, a escala 1:500000, de la zona óptima con una capa de curvas de nivel (pendientes) generada a partir del MDT de la zona, creada con una equidistancia de 10 m. Información esencial para la realización de la distribución de la BSP.

Mapa 6 (Especies arbóreas en la zona óptima)

Mapa, a escala 1:25000, que presenta las especies arbóreas principales encontradas en la zona óptima, pudiendo encontrar diferentes tipos de pinos, eucaliptos o incluso partes desarboladas que constituirán la ubicación perfecta para la instalación de la BSP.

Mapa 7 (Playa apta para el desembarco)

Mapa, escala 1:25000, que muestra información y datos del sector de desembarco encontrado al sur de la zona óptima. Proporciona información de playas y ubicación de las mismas.

Mapa 8 (Distribución de la BSP)

Mapa, a escala 1:5000, que proporciona información sobre una posible distribución de la BSP en una porción de terreno seleccionada dentro de la zona óptima teniendo en cuenta aspectos de pendientes del terreno y ocupación arbórea.

4.4 Presupuesto

El coste que presenta la instalación de una BSP de dichas dimensiones mediante medios de Infantería de Marina a primera vista puede parecer prácticamente despreciable. Sin embargo, no es así.

Al disponer de todos los medios en el Grupo de Apoyos y Servicios de Combate (GASC), los únicos gastos achacables a la instalación de la BSP son los de combustible (necesario para el funcionamiento de generadores, maquinaria, vehículos, etc.), manutención para la fuerza que se encuentre alojada en la base (raciones de campaña hasta que las zonas de cocina y comedor estén instaladas) y la adquisición del material de fortificaciones (módulos Hesco-Bastión, concertinas, piquetas, alambre de espino, grapas para alambrada, sacos terreros, etc.). Aunque cabe esperar que los módulos Hesco-Bastión puede ser material reaprovechable de otras misiones, los nuevos módulos, una

vez en uso, se deforman y pierden su resistencia debido a la presión ejercida por los sacos terreros sobre sus mallas metálicas.

Se puede llegar a contratar personal civil y empresas para la instalación de la base si la situación táctica lo permite. Sin embargo, esto no es necesario para el caso del presente TFG, ya que pueden ser los propios miembros de esta unidad los que operen la maquinaria y realicen todo trabajo enfocado a la instalación de la base y sus fortificaciones.

El presupuesto de adquisición de módulos Hesco-Bastión necesarios para la instalación de la BSP sería de un total de 1.005.703,88 € (Tabla 6). A este precio habría que sumarle el correspondiente al resto del material de fortificaciones, lo que sumaría una cantidad de 432.967,88 € (Tabla 6). El presupuesto total ascendería a una cantidad de aproximadamente 1.500.000 €.

Denominación	Cantidad (Módulos)	Precio unitario (€)	Precio total (€)
MIL-7	408	942	384.336
MIL-8	200	942	188.400
Gaviones Hesco-Bastion	-	-	572.736
Total	-	-	1.005.703,88

Tabla 5 Precio módulos Hesco-Bastion [32]

Denominación	Cantidad (Ud)	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Concertina	1.192	128,16	152.766,72
Alambre de espino	6.288 m	31,55 €/m	198.386,4
Piqueta larga 1,60 m	640	11,88	7.603,2
Piqueta corta 0,60 m	232	5,33	1.236,56
Grapas para alambrada	2.616	7,70 €/1000 Ud	23.100
Rollizo 8 x 0,20 m	160	150	24.000
Sacos terreros	11.250	2,30	25.875
Total	-	-	432.967,88

Tabla 6 Precio material de fortificaciones [32]

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Conclusiones

Una vez realizado el Trabajo de Fin de Grado, cumpliendo con los objetivos marcados (sección 1.2), se han alcanzado una serie de conclusiones las cuales se comentan a continuación.

Tal y como se ha podido observar a lo largo del TFG, se puede concluir que el terreno supone uno de los factores más importantes en el ámbito de cualquier operación militar. El terreno es un condicionante para cualquier tipo de operación, ya que este limitará el movimiento de las unidades, ralentizará el avance, proporcionará ventajas o desventajas frente al enemigo, supondrá obstáculos imposibilitando acciones, etc. Teniendo en cuenta el objetivo principal de este TFG, el estudio del terreno es imprescindible para la ubicación de una Base Semipermanente (BSP). Asimismo, a lo largo del desarrollo del TFG, para la selección de la zona óptima en la cual instalar la BSP, se han mostrado una gran cantidad de herramientas (geoprocesos) que ofrece gvSIG, haciendo patente la cantidad de funcionalidades y aplicaciones de las herramientas SIG.

Las herramientas SIG aplicadas a un contexto militar ofrecen infinidad de posibilidades. Ciertamente es que la cartografía convencional (mapas, planos, etc.) proporciona enormes cantidades de información sobre las que trabajar. Sin embargo, esta no se asimila al potencial que ofrece cualquier herramienta SIG a día de hoy. Con un software adecuado, la cartografía digital es un recurso de información del terreno desproporcionado en comparación con la cartografía convencional. Al igual que las tecnologías evolucionan a lo largo del tiempo, las instituciones que las utilizan deben evolucionar a la par, y es por ello que el uso de herramientas del tipo SIG deben ser introducidas en el mundo militar de forma continua, constituyendo una mejora en los métodos de reconocimiento del terreno de las unidades de reconocimiento para una optimización en la selección de los emplazamientos. De esta forma no solo se obtendrán mejores resultados, sino que también se ahorrará tiempo en la realización de estas funciones de reconocimiento. No obstante, cabe destacar que las aplicaciones SIG nunca sustituirán por completo el reconocimiento del terreno, ya que la información almacenada en mapas temáticos a través de los SIG puede estar desactualizada o incluso errónea. Es por ello que se puede concluir que el uso de los SIG constituirá un gran apoyo para las unidades de reconocimiento militares, pero siempre será necesario un reconocimiento físico para la correcta elección del terreno, confirmando así la información aportada por los SIG y su actualización. Un sistema no es excluyente del otro, sino que una correcta coordinación, así como un buen uso de ambos, optimizará el método de elección.

Volviendo a los resultados de este TFG, se puede concluir que la valoración final ha sido un éxito, habiendo cumplido con los objetivos marcados, se obtiene finalmente una zona óptima para la instalación de una Base Semipermanente con una superficie de 4,59 Km² en la Provincia de Pontevedra, situada en la zona de Cabo Home, entre la Ría de Aldán y la Ría de Vigo, en la Península

del Morrazo. El terreno obtenido pertenece al municipio de Cangas, y en particular al distrito de Caldas-o Salnés, perteneciente a la parroquia de Hío. Entre otros datos de esta zona cabe destacar la gran heterogeneidad en los usos del suelo de la Comunidad Autónoma de Galicia, y en especial de la Provincia de Pontevedra, al ser la provincia con más dispersión de núcleos de población. Este factor ha resultado ser uno de los más condicionantes para la elección de la zona óptima, ya que prácticamente en todo el territorio se pueden encontrar pequeños núcleos o zonas urbanas, lo que dificulta en gran medida encontrar zonas extensas de terreno sin edificaciones. Otro factor de importancia para la instalación de la BSP ha sido la distancia mínima de 5 Km a costa, unido a la condición anterior de suelo despoblado, que redujo de manera considerable la capa de trabajo.

La complicada orografía de Pontevedra ha supuesto un factor clave a la hora de ubicar el emplazamiento exacto de la BSP dentro de la zona óptima. La existencia de pendientes superiores al 20% en la mayor parte de la zona óptima redujo a 3 parcelas la posibilidad de la instalación de la BSP y, tras un estudio de la cubierta arbórea, este número se redujo a la que sería la parcela óptima. A pesar de todos estos condicionantes, finalmente se logra ubicar una zona apta para la instalación de la BSP, lo que demuestra la fiabilidad de este tipo de software SIG para el estudio del terreno tanto en el mundo civil como en el militar.

5.2 Líneas futuras

5.2.1 Diseño de una BSP con metodología BIM (Building Information Modeling)

Como propuesta para futuros Trabajos Fin de Grado, podría profundizarse en el diseño de una Base Táctica Semipermanente. En concreto, se propone la realización de un modelo 3D de la misma mediante metodología BIM, incluyendo las fortificaciones de los perímetros, tanto del exterior (con sus 6 torres de vigilancia, 80 focos de iluminación y mallas de alambrado) como el interior (con su instalación de módulos Hesco-Bastion, zanjas, garitas, accesos, iluminación, etc.) dejando entre ambas una zona de seguridad (Figura 5-1), así como el diseño de todas las estructuras de su interior (zona de vida, punto de toma de helicópteros, control de acceso, etc.).



Figura 5-1 Estructura de módulos Hesco-Bastión de una Base Táctica [33]

5.2.2 Método eficiente de distribución de una BSP

Otra propuesta de futuro TFG puede ser la implementación de un método de organización industrial para realizar una distribución de las zonas de una BSP de la manera más eficiente atendiendo a los criterios establecidos por doctrina (cercanía entre zonas y distancias de seguridad entre otras) mediante técnicas de decisión multicriterio, etc.

5.2.3 Continuación del TFG

Como continuación del TFG, se presenta la posibilidad de establecer las necesidades logísticas para la instalación de la base, enfocándolo a la cantidad exacta de módulos necesarios para realizar las fortificaciones, las tiendas, depósitos y toda aquella instalación del interior de la base que en este TFG solamente han sido mencionadas. Asimismo, se podría incluir una planificación de la instalación de la BSP, con un diagrama cronológico, estableciendo prioridades secuenciales para la construcción de cada módulo de la misma.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] G.4, Organización de una base Táctica sobre medios semi-permanentes (SOP 407), Infantería de Marina, 2015.
- [2] E. d. Tierra, INTE. Integración del terreno y otros factores., Granada, 2006.
- [3] L. U. P. Sur, «<https://langleruben.wordpress.com/>,» [En línea]. Available: <https://langleruben.wordpress.com/%C2%BFque-es-un-sig/>. [Último acceso: Enero 2018].
- [4] «Telecentro Regional en Tecnologías Geoespaciales,» [En línea]. Available: http://geoservice.igac.gov.co/contenidos_telecentro/fundamentos_sig/cursos/sem_2/uni2/index.php?id=2. [Último acceso: Marzo 2018].
- [5] I. G. A. Codazzi, «Centro de Investigación y desarrollo en información Geográfica,» [En línea]. Available: http://geoservice.igac.gov.co/contenidos_telecentro/fundamentos_sig/cursos/sem_2/uni2/index.php?id=2. [Último acceso: Febrero 2018].
- [6] CEA, «Confederación de empresarios de Andalucía,» CEA, [En línea]. Available: <http://sig.cea.es/ventajas>. [Último acceso: 20 Enero 2018].
- [7] J. E. G. PALACIOS, «CARTOMAP,» [En línea]. Available: http://cartomap.cl/escuela_militar/Sig/SIG-04.pdf. [Último acceso: Febrero 2018].
- [8] «Portal de Tecnología e innovación del Ministerio de Defensa,» 24 2014. [En línea]. Available: <http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/detalleiniciativa.aspx?iniciativaID=152>. [Último acceso: Enero 2018].
- [9] «GMV,» 30 10 2013. [En línea]. Available: <https://www.gmv.com/es/Empresa/Comunicacion/Noticias/2013/10/TALOS.html>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [10] «INDRA,» Indra, 2014. [En línea]. Available: <https://www.indracompany.com/es/indra/avion-tactico-largo-alcance-tripulado-espanol-atlante>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [11] «TodoSIG,» [En línea]. Available: <http://www.todosig.es/programas-sig.html>. [Último acceso: Enero 2018].

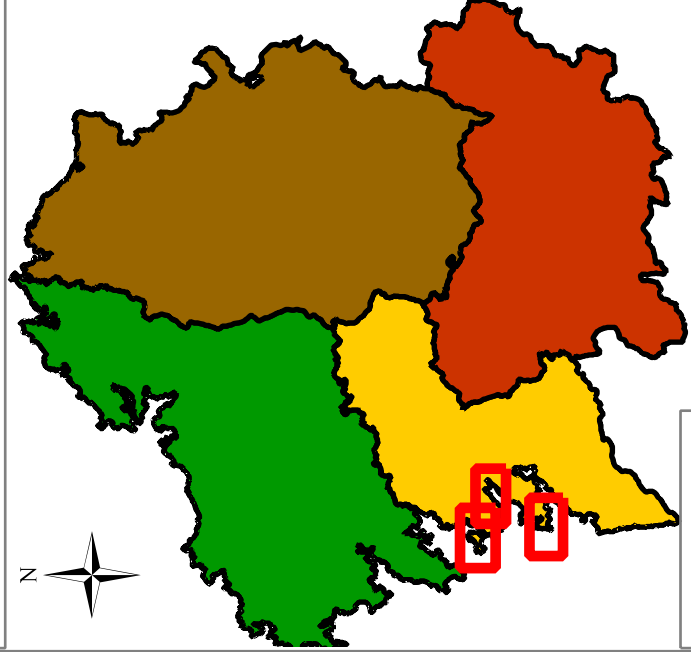
- [12] QGIS, «Wikipedia,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/QGIS>. [Último acceso: Marzo 2018].
- [13] «Google Imágenes,» [En línea]. Available: https://www.google.es/search?client=firefox-b-ab&dcr=0&biw=1252&bih=600&tbm=isch&sa=1&ei=5kKVWoa0KvG1gge9l7HAAQ&q=tienda+drash&oq=tienda+drash&gs_l=psy-ab.3..0i30k1.2500.6272.0.6373.22.15.4.1.1.0.318.2371.0j4j6j1.11.0....0...1c.1.64.psy-ab..6.14.1992...0j. [Último acceso: Marzo 2018].
- [14] S. d. i. geográfica, «Wikipedia,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica. [Último acceso: Febrero 2018].
- [15] M. N. DeMers, «GIS,» *Encyclopaedia Britannica*.
- [16] R. Tomlinson, «Esri,» [En línea]. Available: <http://www.esri.com/news/arcnews/fall12articles/origins-of-the-canada-geographic-information-system.html>.
- [17] «La Cartoteca,» 20 02 2006. [En línea]. Available: <http://alpoma.net/carto/?p=119>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [18] V. Olaya, *Sistemas de Información Geográfica*, 2014.
- [19] «Desarrollo y defensa,» [En línea]. Available: <http://desarrolloydefensa.blogspot.com.es/2014/06/sistema-hesco-bastion.html>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [20] A. y. M. A. Ministerio de Agricultura y Pesca, «Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente,» [En línea]. Available: <http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/default.aspx>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [21] CORINE, «Land Cover».
- [22] «Digimapas,» Cartografía Digital, 7 12 2016. [En línea]. Available: <https://digimapas.blogspot.com.es/2016/12/corine-land-cover-2012.html>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [23] A. y. M. A. Ministerio de Agricultura y Pesca, «Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente,» [En línea]. Available: <http://www.mapama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/default.aspx>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [24] «Ministerio de Fomento,» [En línea]. Available: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [25] «Ministerio de Fomento,» Instituto Geográfico Nacional (MDT200), [En línea]. Available: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/linkUnMD>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [26] «Xunta de Galicia,» [En línea]. Available: <http://mapas.xunta.gal/centro-de-descargas>. [Último acceso: Febrero 2018].
- [27] «Deputación de Pontevedra,» [En línea]. Available: <http://www.ide.depo.es/datos.html>. [Último acceso: 15 Febrero 2018].

- [28] GvSIG, «Wikipedia,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/GvSIG>. [Último acceso: Enero 2018].
- [29] A. Morales, «MappingGIS,» [En línea]. Available: <https://mappinggis.com/2012/08/cinco-razones-para-comenzar-a-usar-gvsig/>. [Último acceso: 20 Enero 2018].
- [30] «BOE, Capitulo 1, 15822 REAL DECRETO 1071/2007,» 207, 29 Agosto 2007.
- [31] «Ministerio de agriculturay pesca, alimentación y medio ambiente,» Información disponible y situación actual del MFE25, [En línea]. Available: http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe25_informacion_disp.aspx. [Último acceso: Marzo 2018].
- [32] GASC, «Valoración material de fortificaciones».
- [33] «Owen International,» 2015 - 2017. [En línea]. Available: <http://www.owenint.com.au/index.php/hesco>.
- [34] I. tecnologías, «GvSIG,» Marzo 2007. [En línea]. Available: http://downloads.gvsig.org/download/documents/learning/gvsig-courses/gvsig_des_1.0_u/Tutorial-gvSIG-1_0.pdf. [Último acceso: Enero 2018].

ANEXO I: MAPAS TEMÁTICOS

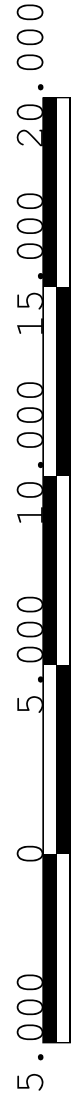


GALICIA

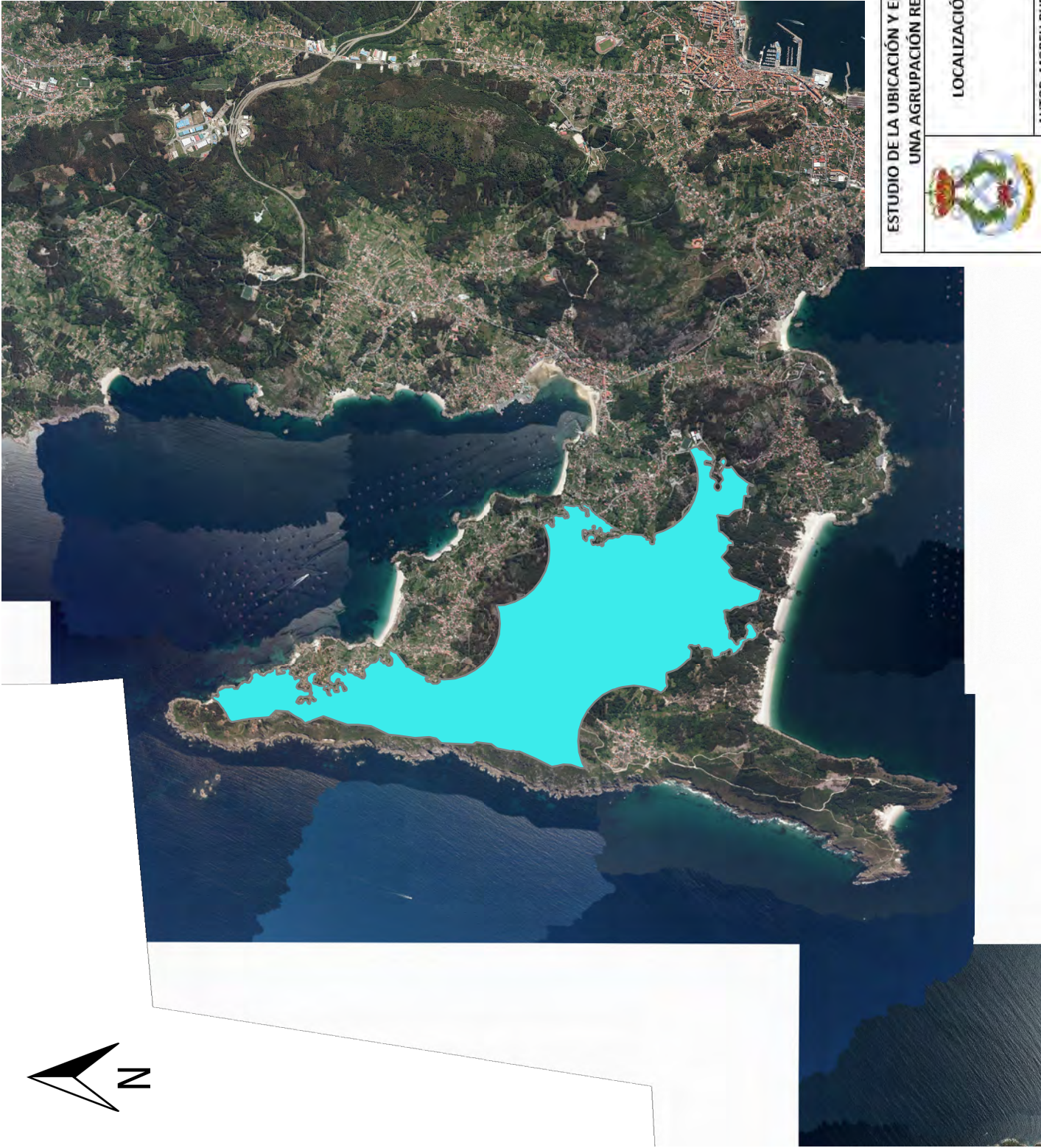


1:2500000

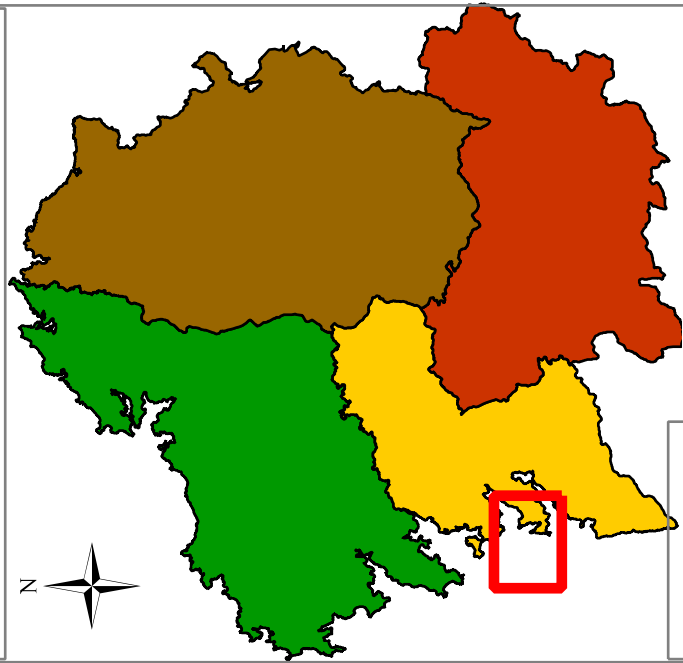
-  HIDROGRAFÍA-.shp
-  VIAS DE COMUNIACIÓN.shp



ESTUDIO DE LA UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO Y DISEÑO DE UNA BASE SEMIPERMANENTE DE UNA AGRUPACIÓN REFORZADA DE DESEMBARCO DE INFANTERÍA DE MARINA				
			LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS APTAS PARA LA INSTALACIÓN DE LA BSP	
AUTOR: MOREU RUBIO, IGNACIO TUTORA: SOLLA CARRACELAS, MERCEDES				
ESCUDO ENM		FIRMA		ESCUDO CUD
DATUM ETRS 89		ESCALA: 1:200000		DIN A4
COORDENADAS UTM		FECHA: 18 FEB 2018		N.º PLANO: 1



GALICIA



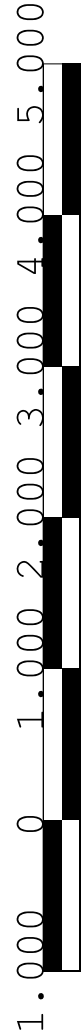
1:2500000

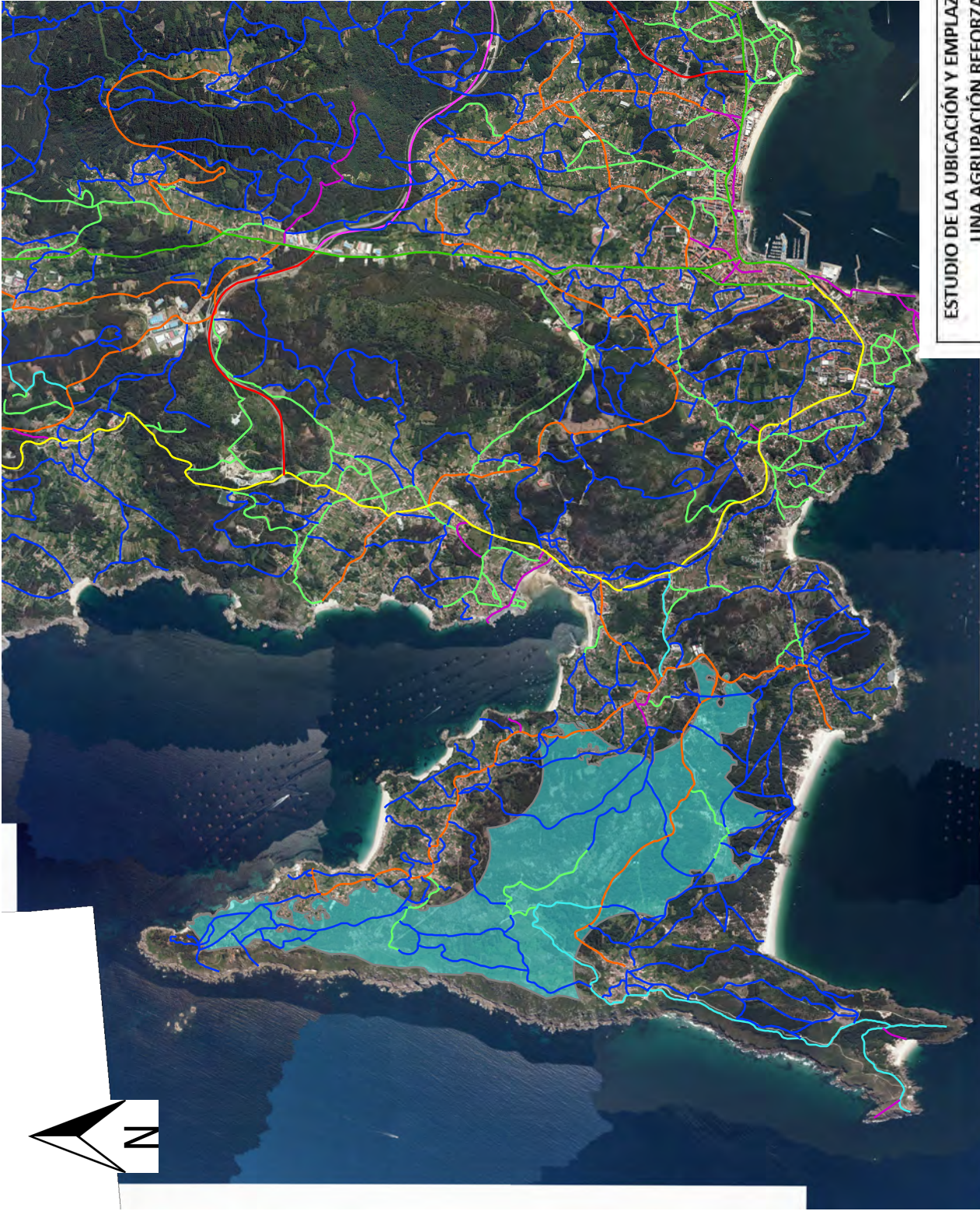
Descripción de la ubicación

La zona escogida para el emplazamiento de la BSP se encuentra en la parte occidental de la península del Morrazo, en la Provincia de Pontevedra. Se trata de una zona con abundante vegetación, aunque cuenta con zonas de matorral bajo de fácil preparación para la instalación de la BSP. En las inmediaciones existen pequeños ríos que cruzan la zona y facilitarán el suministro de agua, así como avenidas de aproximación que facilitarán el acceso de maquinaria y medios de las unidades del TEAR.

Tanto al norte como al sur de la zona de trabajo existen playas aptas para el desembarco, destacando la cara sur que tiene mayor longitud y mejores características para el desembarco.

ESTUDIO DE LA UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO Y DISEÑO DE UNA BASE SEMIPERMANENTE DE UNA AGRUPACIÓN REFORZADA DE DESEMBARCO DE INFANTERÍA DE MARINA				
			LOCALIZACIÓN DE LA ZONA ÓPTIMA PARA LA INSTALACIÓN DE LA BSP	
AUTOR: MOREU RUBIO, IGNACIO		FIRMA		
TUTORA: SOLLA CARRACELAS, MERCEDES				
ESCALA: 1:50000				
FECHA: 18 FEB 2018				
ESCUDO ENIM				
DATUM ETRS 89				
COORDENADAS UTM				





Tipos de vías de comunicación
existentes en la zona escogida
como óptima para la instalación
de la BSP .

LEYENDA

VIA_RAPIDA_25.shp

SENDA_25.shp

PRIMARIA_COMPLEMENT_25.shp

PRIMARIA_BASICA_25.shp

PISTA_25.shp

OUTRAS ESTRADAS_25.shp

DEPUTACION_25.shp

CORREDOR_25.shp

CAMINO_25.shp

ESTUDIO DE LA UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO Y DISEÑO DE UNA BASE SEMIPERMANENTE DE
UNA AGRUPACIÓN REFORZADA DE DESEMBARCO DE INFANTERÍA DE MARINA



AUTOR: MOREU RUBIO, IGNACIO

TUTORA: SOLLA CARRACELAS, MERCEDES

ESCALA: 1:50000

FECHA: 18 FEB 2018

DATUM
ETRS 89

COORDENADAS
UTM

1.000 0 1.000 2.000 3.000 4.000



1.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

3.000

4.000

0

1.000

2.000

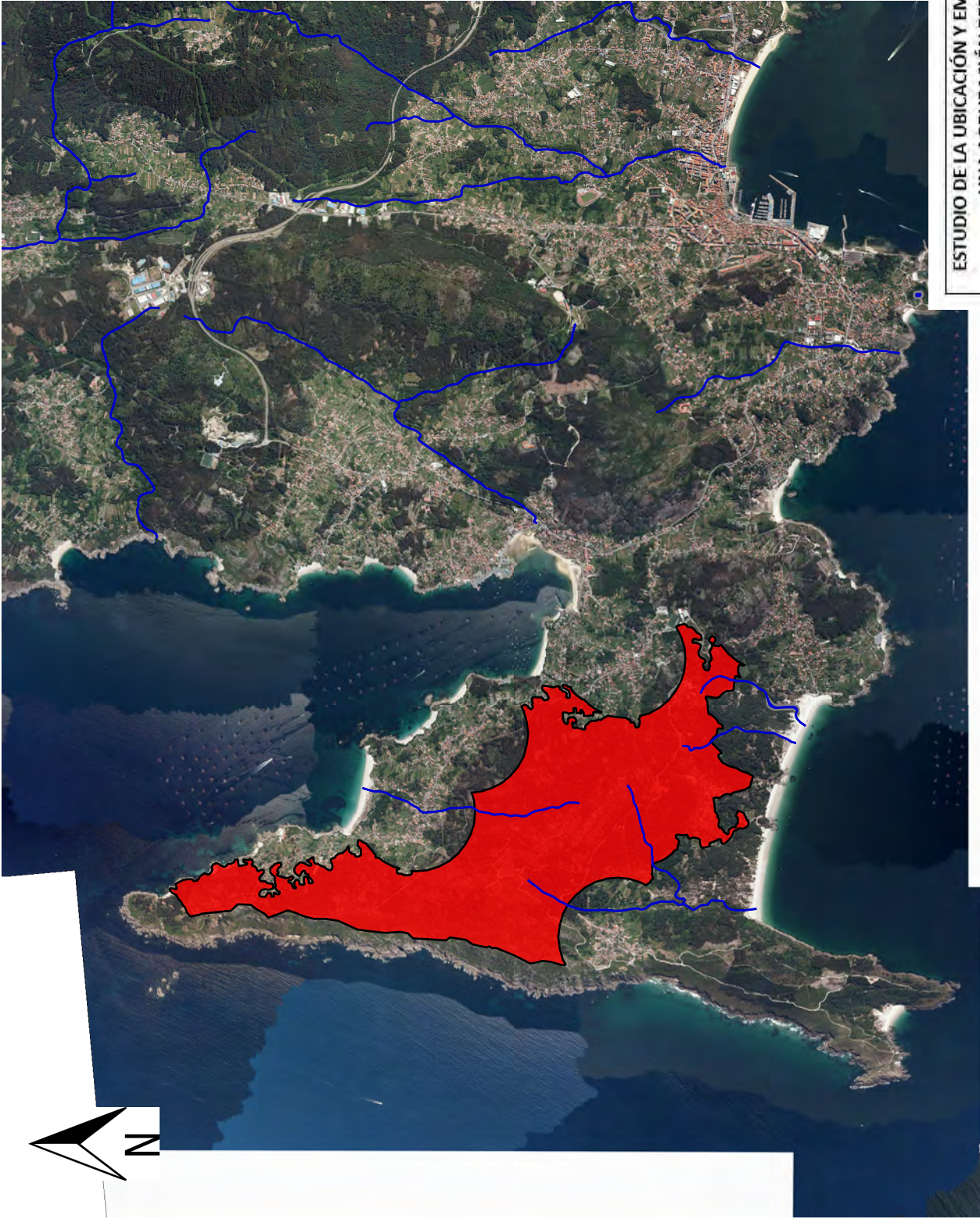
3.000

4.000

0

1.000

2.000



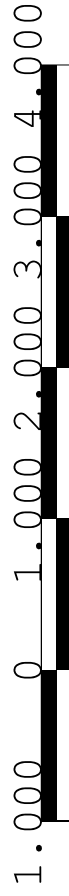
HIDROGRAFÍA

La zona cuenta con tres pequeños ríos que cruzan la zona óptima y podrían constituir una fuente de agua para la unidad basada en la BSP. De la misma forma cuenta con un río de mas envergadura al sur de la zona que podría abastecer a la unidad en caso de ser necesario. Si los ríos de la zona no constituyesen un recurso suficiente de agua, la unidad siempre puede abastecerse del agua del mar mediante el uso de los potabilizadores.

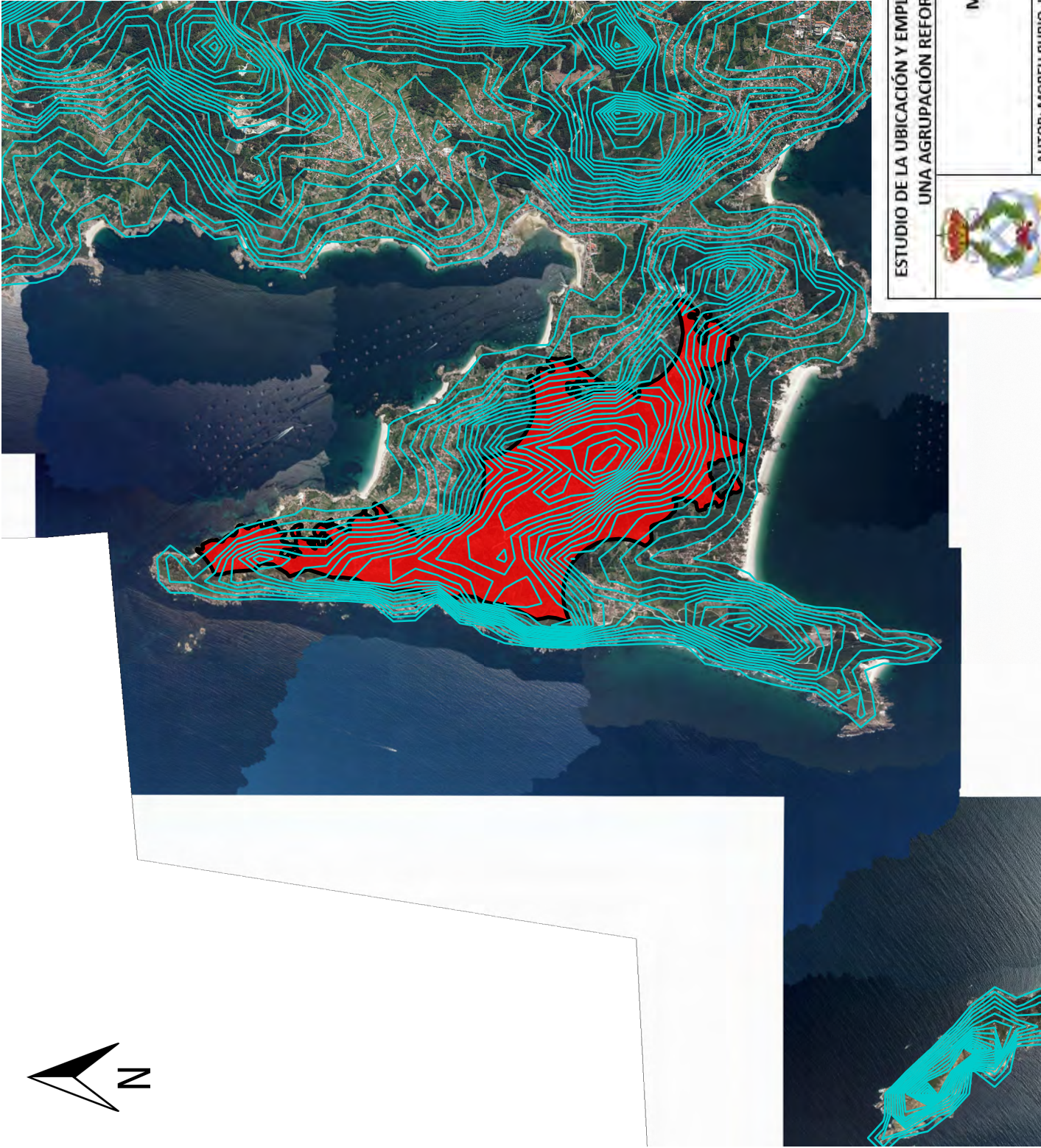
LEYENDA

~ RIO_SIMPLE_25.shp

■ RIO_DOBLE_25.shp



ESTUDIO DE LA UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO Y DISEÑO DE UNA BASE SEMIPERMANENTE DE UNA AGRUPACIÓN REFORZADA DE DESEMBARCO DE INFANTERÍA DE MARINA		MAPA DE LA HIDROGRAFÍA DE LA ZONA ÓPTIMA		ESCUDO CUD
	ESCUDO ENIM	AUTOR: MOREU RUBIO, IGNACIO TUTORA: SOLLA CARRACELAS, MERCEDES	FIRMA 	DIN A4
	DATUM ETRS 89			N.º PLANO: 4
	COORDENADAS UTM	ESCALA: 1:50000		
		FECHA: 20 FEB 2018		



CURVAS DE NIVEL

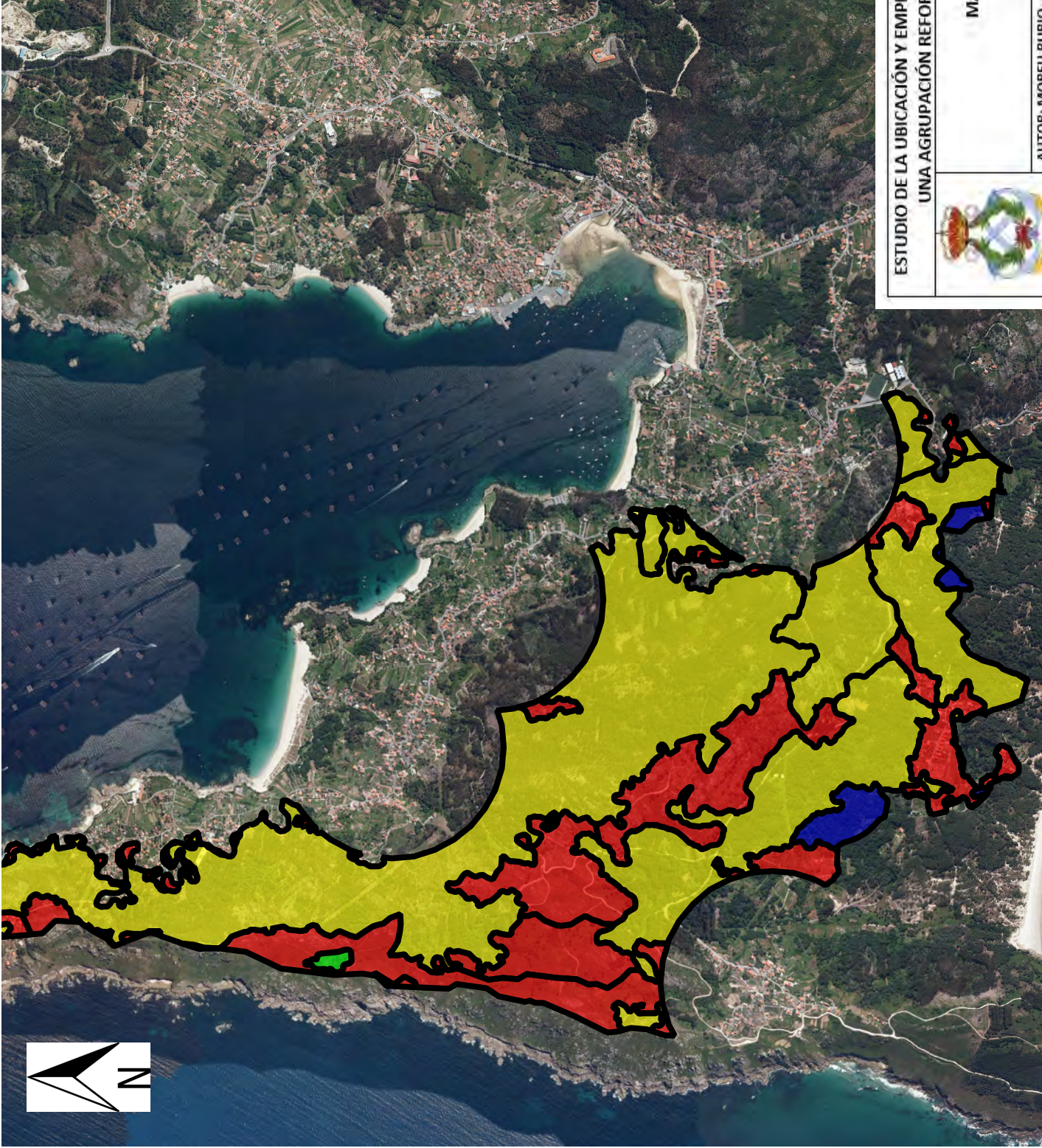
Mapa con las curvas de nivel de la zona seleccionada como óptima para la instalación de la BSP.

Porción de terreno caracterizado por los grandes desniveles existentes entre los diferentes puntos de la zona de trabajo.

LEYENDA

-  CURVAS DE NIVEL
-  ZONA ÓPTIMA

		MAPA DE CURVAS DE NIVEL		
ESTUDIO DE LA UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO Y DISEÑO DE UNA BASE SEMIPERMANENTE DE UNA AGRUPACIÓN REFORZADA DE DESEMBARCO DE INFANTERÍA DE MARINA		AUTOR: MOREU RUBIO, IGNACIO TUTORA: SOLLA CARRACELAS, MERCEDES		ESCUDO CUD
DATUM ETRS 89	ESCALA: 1:50000	FIRMA		DIN A4
COORDENADAS UTM	FECHA: 20 FEB 2018			N.º PLANO: 5



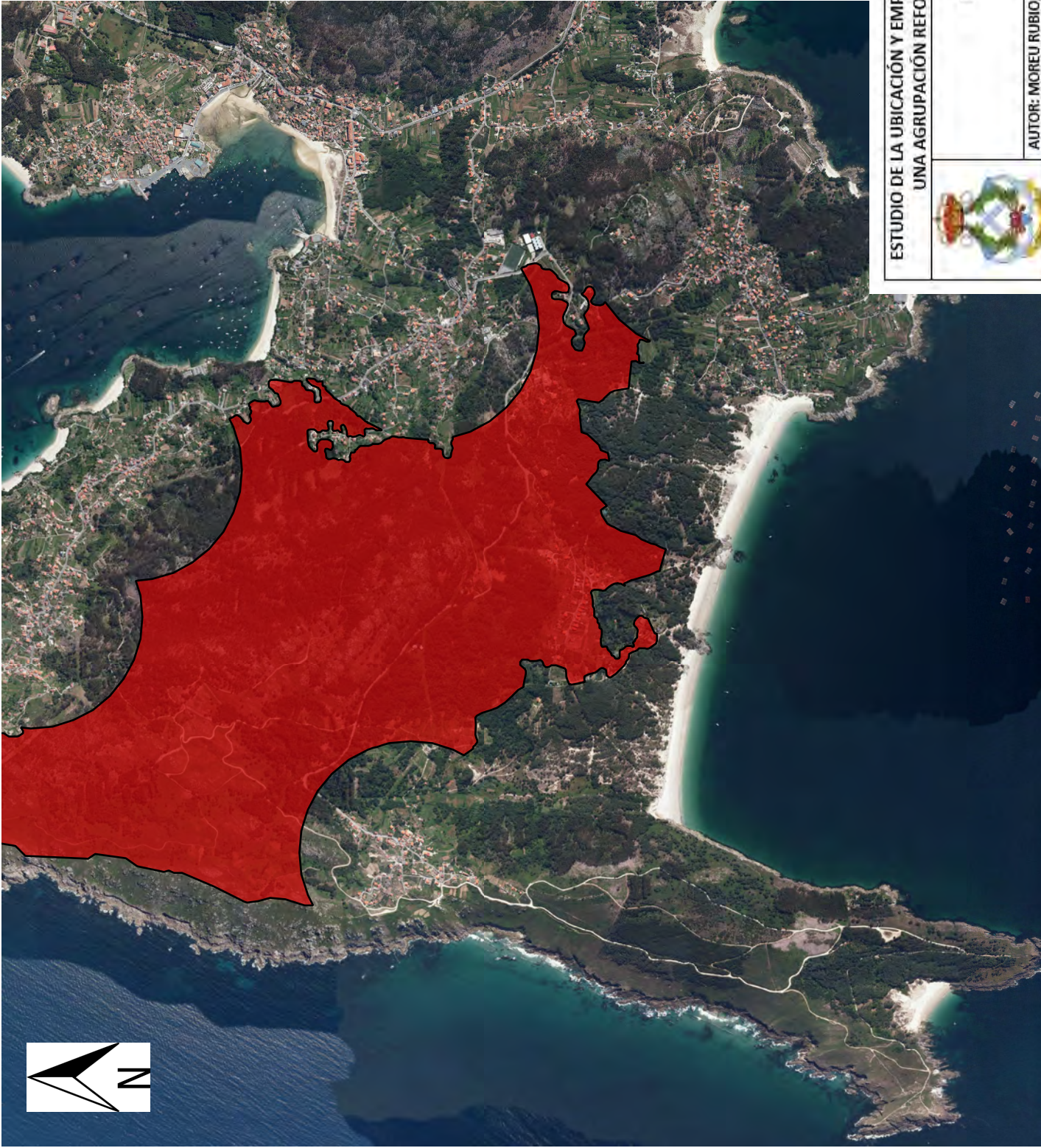
CUBIERTA ARBÓREA

Mapa de las especies arbóreas encontradas en la zona de la BSP. Existen más especies arbóreas que conviven con estas, pero estas son las que representan el mayor porcentaje por zona.

LEYENDA

- DESARBOLADO
- PINO PIÑONERO
- PINO PINASTER
- EUCALIPTO GLOBULUS

ESTUDIO DE LA UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO Y DISEÑO DE UNA BASE SEMIPERMANENTE DE UNA AGRUPACIÓN REFORZADA DE DESEMBARCO DE INFANTERÍA DE MARINA				MAPA DE ESPECIES ARBÓREAS			
		AUTOR: MOREU RUBIO, IGNACIO				ESCUDO CUD	
DATUM ETRS 89		TUTORA: SOLLA CARRACELAS, MERCEDES				DIN A4	
COORDENADAS UTM		ESCALA: 1:25000		FIRMA		N.º PLANO: 6	
		FECHA: 22 FEB 2018					



GALICIA



1:1500000

Descripción de la ubicación

Ubicada en la cara mas occidental de la Provincia de Pontevedra, entre Punta Subrido y Punta Roca Dos Patos, en la ensenada de Barra, se sitúan las playas de Barra y Nerga. Estas playas cubren una distancia superior a 1,9 Km, distancia mas que suficiente para el desembarco de la fuerza.

ESTUDIO DE LA UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO Y DISEÑO DE UNA BASE SEMIPERMANENTE DE UNA AGRUPACIÓN REFORZADA DE DESEMBARCO DE INFANTERÍA DE MARINA



ESCUDO ENIM
DATUM
ETRS 89
COORDENADAS
UTM

AUTOR: MOREU RUBIO, IGNACIO
TUTORA: SOLLA CARRACELAS, MERCEDES

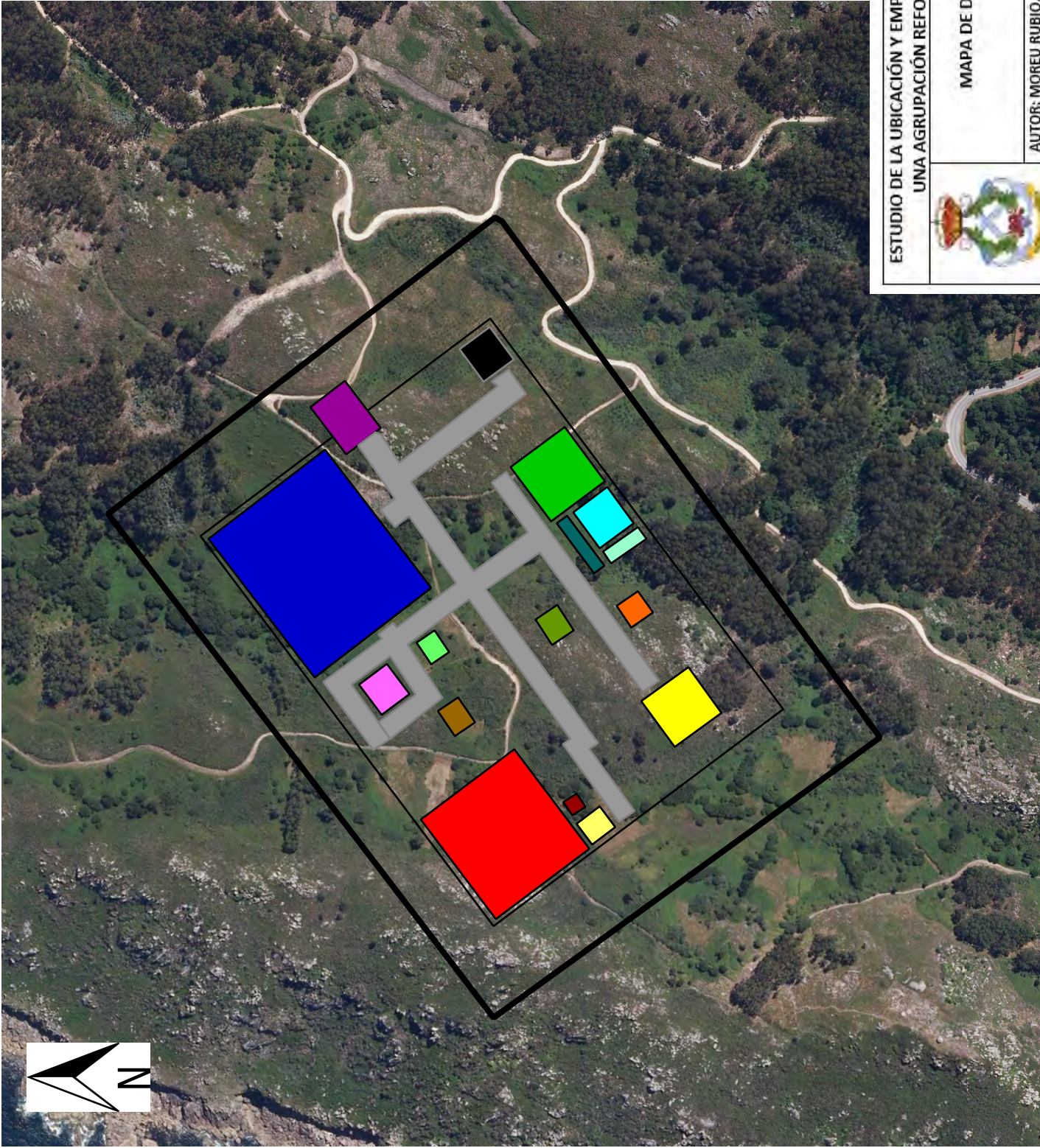
ESCALA:
1:25000
FECHA: 23 FEB 2018

MAPA DE LA PLAYA Y PNOA

FIRMA

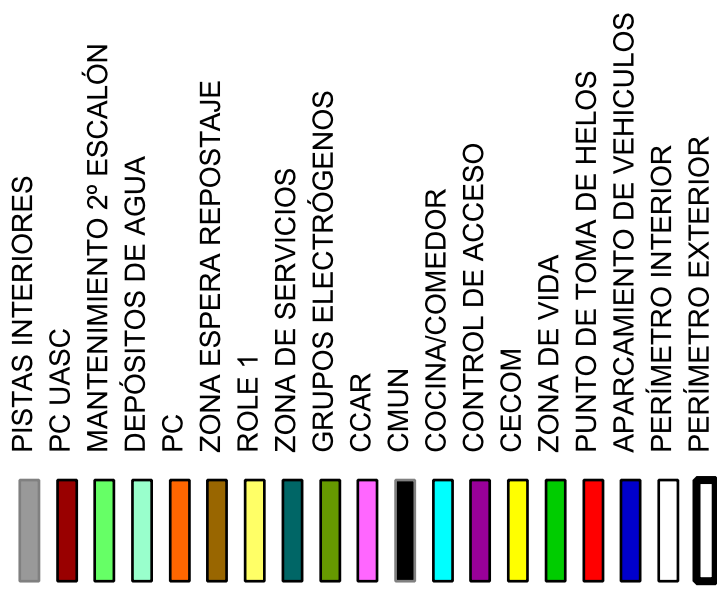
ESCUDO CUD
DIN
A4
N.º PLANO: 7





LEYENDA

Ejemplo de distribución de las diferentes zonas comprendidas en una BSP.



ESTUDIO DE LA UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO Y DISEÑO DE UNA BASE SEMIPERMANENTE DE UNA AGRUPACIÓN REFORZADA DE DESEMBARCO DE INFANTERÍA DE MARINA			
		MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE LA BSP	
		AUTOR: MOREU RUBIO, IGNACIO	
		TUTORA: SOLLA CARRACELAS, MERCEDES	
ESCUDO ENM		ESCALA: 1:5000	FIRMA
DATUM ETRS 89			
COORDENADAS UTM		FECHA: 26 FEB 2018	
		ESCUDO CUD	DIN A4
		N.º PLANO: 8	

