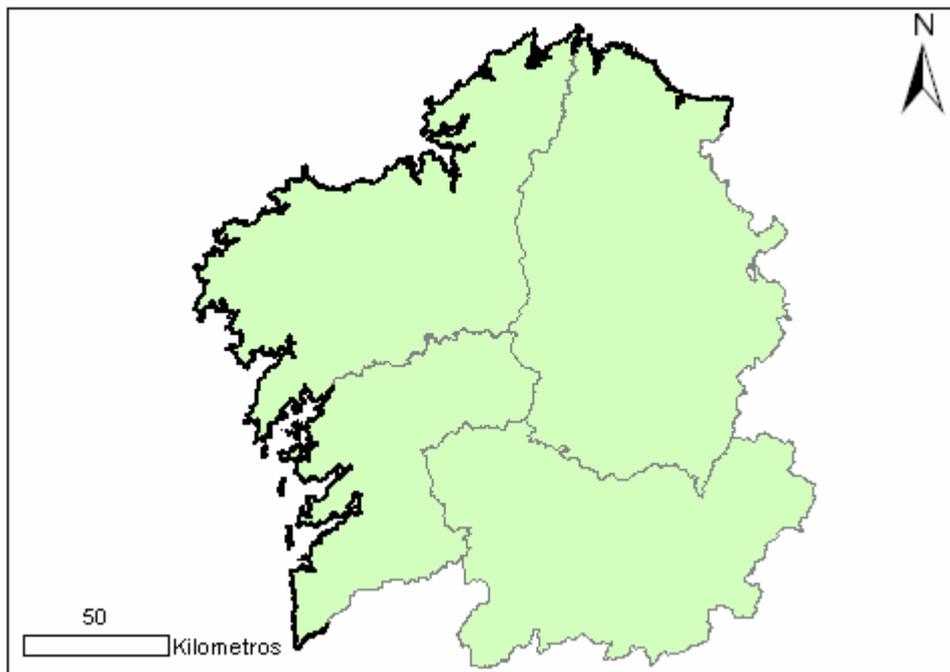


Programa de Doctorado Biología Marina y Acuicultura
Diploma de Estudios Avanzados
Bienio 2005-2007

DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS BÁSICA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LAS COSTAS GALLEGAS



Gema Casal Pascual
Tutor: Juan Freire
Grupo de Recursos Marinos y Pesquerías
Universidade de A Coruña

Septiembre, 2007

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	2
LOS SIG EN ESPAÑA	4
LOS SIG EN GALICIA	7
LOS SIG EN LA GESTIÓN COSTERA	10
OBJETIVOS.....	11
DIGITALIZACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA DEL LITORAL GALLEGO.....	12
INTRODUCCIÓN.....	12
OBJETIVOS.....	15
METODOLOGÍA.....	15
RESULTADOS	19
CREACIÓN DE UNA LIBRERÍA DE CARTAS NÁUTICAS GEORREFERENCIADAS.....	23
INTRODUCCIÓN.....	23
OBJETIVOS.....	25
METODOLOGÍA.....	25
RESULTADOS	26
CREACIÓN DE DE UNA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA DE LAS PLAYAS DE GALICIA.....	27
INTRODUCCIÓN.....	27
OBJETIVOS.....	28
METODOLOGÍA.....	28
RESULTADOS	35
BIBLIOGRAFÍA	47
RECURSOS EN INTERNET.....	51
ANEXO	53

INTRODUCCIÓN

La gestión sostenible del medio marino es una de las preocupaciones más firmes de la comunidad científica mundial, así como de las administraciones. Ante la sobreexplotación creciente de los recursos marinos (FAO, 2006) existe cada vez una mayor urgencia por alcanzar sistemas de gestión que impidan su colapso y garanticen la sostenibilidad tanto de la actividad humana como de los recursos y ecosistemas (Botsford et al., 1997; Pikitch et al., 2004; Walters & Martell, 2004).

Los sistemas costeros constituyen una de las zonas más explotadas históricamente y donde en la actualidad se concentra una mayor intensidad y diversidad de usos humanos de los ecosistemas (Cicin-Sain, 2006). En Galicia la riqueza biológica del litoral constituye una fuente de recursos esenciales para las poblaciones ribereñas, que desde antiguo la vienen aprovechando como fuente de ingresos y para su alimentación (1).¹

El sector pesquero –que engloba todas las actividades relacionadas con la pesca extractiva y el marisqueo- así como la acuicultura continúan siendo uno de los primeros agentes de la economía gallega (Freire & García-Allut, 2000). En el año 2000 proporcionó más de 883.000 miles de euros anuales al PIB de Galicia, lo que representa aproximadamente un 10% del total. Pero, además de la facturación directa, esta actividad estimula el funcionamiento de otros muchos agentes económicos, dado que la pesca repercute en 54 de los 74 sectores económicos identificados en Galicia (2).

Por tanto, de la actividad pesquera dependen no sólo los más de 36.000 pescadores, acuicultores y mariscadores que faenan habitualmente, sino también trabajadores de otras muchas actividades como, por ejemplo, la industria conservera, los astilleros o el comercio. En Galicia, se estima que por cada empleo en el mar se crean en torno a cuatro empleos más en tierra (2).

¹ las citas numeradas, por ejemplo (1), se corresponden a los recursos de Internet utilizados especificados al final del documento.

Debido a la importancia que los recursos marinos representan para esta Comunidad, es especialmente necesario disponer de sistemas de gestión efectivos, que permitan conservar los recursos pesqueros al tiempo que garanticen la sostenibilidad de usos y, por tanto, su repercusión en la socioeconomía gallega. Para una adecuada gestión del litoral es necesario el empleo de herramientas que permitan integrar diferentes fuentes de información, realizar análisis de estas bases de datos para el diagnóstico y la toma de decisiones y visualizar los resultados de un modo efectivo para la comunicación a los agentes involucrados en el proceso de gestión. En el caso de la gestión de ecosistemas costeros, además, se requiere que el proceso de gestión se desarrolle en un entorno multidisciplinar (dado que se implican problemas y fuentes de información procedentes de las ciencias naturales, como la biología, química, etc, y sociales, como la antropología, sociología o la economía). Por último, la gestión de la zona costera (Cicin-Sain, 2006; Freire & García-Allut, 2000) implica fundamentalmente el manejo del espacio por lo que es imprescindible que la información relevante tenga un componente geográfico y sea susceptible de análisis espaciales.

A este efecto, la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) está revolucionando los análisis geográficos y ambientales dando lugar a muchas aplicaciones potenciales en pesquerías (Rubec, 1996). De hecho los SIG ofrecen una serie de herramientas que permiten cumplir los requisitos que se identificaban anteriormente para la gestión de ecosistemas costeros.

Desde un punto de vista global un SIG puede ser considerado un conjunto organizado de hardware, software, datos y técnicas eficientemente diseñadas para la captura, almacenamiento, actualización, manipulación, visualización y análisis de la información geográficamente referenciada (GRID/UNEP, 1993). Son poderosas herramientas que pueden ser utilizadas para organizar y presentar datos espaciales permitiendo una planificación efectiva de la gestión ambiental (Pérez et al., 2002).

La aplicación de los SIG se ha extendido muy rápido en los últimos años, debido a su gran utilidad dado que permiten manejar gran volumen de datos procedentes de fuentes dispares y cuentan con herramientas de sencilla actualización y edición de datos. De ahí, que su utilización se lleve a cabo en campos muy diferentes: agricultura, arqueología, geología, medioambiente, salud, militar, etc.

LOS SIG EN ESPAÑA

A pesar de que los SIG se consideran una herramienta sumamente efectiva para la gestión integral de zonas costeras, la generación de información geográfica es un proceso caro (en términos de tiempo y financiación) que los particulares y pequeñas empresas todavía no pueden asumir en la mayoría de los casos.

Debido a esto, la mayoría de los proyectos destinados a la creación de cartografía digital, tanto en nuestro país como en el extranjero, son asumidos por las administraciones públicas (local, autonómica o estatal), asociaciones gubernamentales y no gubernamentales y empresas con importantes recursos, como pueden ser las grandes empresas de informática e Internet, que han desarrollado SIGs simplificados para su uso en Internet (Google Maps (3) y Google Earth (4), Microsoft Live (5), Yahoo! Maps (6), etc.), que incorporan continuamente nuevas funciones que los aproximan cada vez más a otros SIG a la vez que permiten la compatibilidad de datos.

Además de los anteriores, en los últimos años las universidades han empezado a desarrollar esta clase de herramientas por su utilidad potencial en materia de investigación en múltiples disciplinas. En España destacan en este ámbito:

- Universidad de Girona. En esta universidad destaca el Servicio de SIG y Teledetección (SITGE) (7) y la Unidad Geográfica del departamento de Geografía, Historia e Historia del Arte (8). Ambos crearon el programa UNIGIS (9) dedicado a la formación en sistemas de información geográfica a nivel internacional.
- Universidad de Cantabria. Existen varios departamentos que llevan a cabo su trabajo utilizando herramientas SIG entre ellos: el Departamento de Ingeniería Cartográfica y Técnicas de Expresión Gráfica (10), el Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio (11) el Departamento de Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada (12) ...
- Universidad de Alcalá de Henares. En ella se encuentra el Departamento de Geografía (13) y el Grupo de Investigación en Teledetección Ambiental (14) que llevan a cabo proyectos de investigación, en su mayoría relacionados con temas

ambientales, utilizando sistemas de información geográfica combinados con teledetección.

- Universidad de Salamanca. Dentro de esta universidad se encuentra el Departamento de Ingeniería Cartográfica y del Terreno que trabaja con temas relacionados con las ciencias agrarias y ambientales (15) y el Servicio Transfronterizo de Información Geográfica (16) cuya labor principal es ofrecer a la Comunidad Universitaria soporte técnico en el campo de los sistemas de información geográfica (SIG) y en el de tratamiento digital de imágenes (Teledetección).
- Universidad de Sevilla. En esta universidad destaca el Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional donde desarrollan su trabajo diferentes grupos de investigación entre los que destaca en materia de SIG y Teledetección el Grupo de Ordenación del Litoral y Tecnologías Información Territorial (17).

Por último, cabe mencionar la presencia de pequeñas empresas, aunque en general en proyectos de menor escala que los citados inicialmente.

Volviendo a las administraciones públicas, en nuestro país, es el Consejo Superior Geográfico, dependiente del Ministerio de Fomento, el órgano superior, consultivo y de planificación del Estado en el ámbito de la cartografía (18), el encargado de gestionar la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Es decir, un sistema informático integrado por un conjunto de recursos dedicados a gestionar Información Geográfica, disponibles en Internet, que cumplen una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, especificaciones, protocolos, interfaces,...) que permiten que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda utilizarlos y combinarlos según sus necesidades (19).

Además de la infraestructura general de datos geográficos de este organismo, existen iniciativas puntuales públicas (y privadas en menor número) que pretenden facilitar el acceso a este tipo de datos generando, ampliando y lo que es más importante, compartiendo información. Un ejemplo, es el de la Generalitat Valenciana, que desarrolló el software gvSIG (20), gratuito y de código abierto (*open source*). En gvSIG se da a conocer la existencia de datos geográficos, se permite su visualización, el acceso a descripciones detalladas o metadatos, el análisis de los mismos y su impresión.

Por último, para los usuarios finales, además de la información proporcionada por la Administración, otra fuente de información relevante es Internet. Sin embargo, la mayoría de los datos accesibles a través de la red sólo están disponibles para su visualización, pero no es posible su descarga o, de poder hacerlo, los recursos obtenidos son de escasa precisión y carecen de información referente a su origen y criterios de digitalización.

LOS SIG EN GALICIA

La puesta en marcha de una Infraestructura de Datos Espaciales de Galicia es una iniciativa encuadrada dentro del programa I+D de la Xunta de Galicia, “Aplicación de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación a la Cartografía de Galicia”, con la que se pone a disposición de los usuarios de Internet la cartografía almacenada en la Xunta de Galicia (21).

En esta comunidad es la Consellería do Medio Rural la encargada de gestionar los temas referentes a la cartografía y sistemas de información geográfica (SIG). Dentro de ella nos encontramos con el Fondo Galego de Garantía Agraria (FOGGA), al que se encuentra adscrito el Sistema de Información Xeográfica de Parcelas Agrícolas (SIXPAC).

El SIXPAC es una base de datos oficial de referencia para la identificación de parcelas agrícolas (22). Dispone de soporte gráfico del terreno, de las parcelas y recintos con usos o aprovechamientos agrarios definidos. El propietario de este proyecto es el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA), cofinanciado por las consejerías de Agricultura de las distintas comunidades autónomas y por la Unión Europea, desarrollándolo hasta el momento la empresa Tragsatec (23).

Dentro de esta misma Consellería se encuentra, además del FOGGA, la Sociedade para o Desenvolvemento Comarcal de Galicia. Uno de sus departamentos corresponde al Servidor de Información Territorial de Galicia (SITGA) orientado a la planificación y a la gestión del territorio en el ámbito gallego. A diferencia del anterior, éste organismo no está enfocado a la gestión de parcelas agrícolas sino al territorio en general.

Otra institución a tener en cuenta en este aspecto es el Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA). Éste es el centro de cálculo, comunicaciones de altas prestaciones y servicios avanzados de la Comunidad Científica Gallega, sistema académico universitario y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). La Fundación CESGA es una institución sin ánimo de lucro cuyos patronos pertenecen a la Xunta de Galicia y al CSIC (24).

A los organismos anteriores, debemos sumar el creciente interés de las Universidades gallegas por integrar estas herramientas en sus proyectos, debido a los beneficios y facilidades que éstas aportan. Entre ellas destaca la Universidad de Vigo, donde se encuentra el Laboratorio de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, cuyos campos de trabajo están relacionados con aplicaciones de Teledetección en zona costera: pesquerías, mareas rojas, vertidos y calidad de aguas, así como la elaboración de Sistemas de Información Geográfica Costera (25) y la Universidad de A Coruña donde se encuentra el Grupo de Recursos Marinos y Pesquerías (26), que en los últimos años ha realizado un gran esfuerzo desarrollando importante información cartográfica en el ámbito de la gestión del medio costero.

Aunque parece que existe un elevado consenso en lo que a la utilidad de los SIG se refiere, tanto las administraciones públicas, como las empresas privadas o la comunidad científica son conscientes del valor de esta herramienta y de sus aplicaciones, el grado de desarrollo de los SIG de acceso público en Galicia y de las infraestructuras de datos asociadas parecen indicar que este convencimiento no se ha visto traducido, al menos hasta el momento, en esfuerzos por dar un acceso generalizado a la información existente en nuestra comunidad autónoma a todos aquellos usuarios interesados.

En lo referente a la información cartográfica en manos de la administración pública, existe un problema previo a su solicitud debido a la falta de transparencia en la comunicación de la información disponible. La mayoría de los usuarios de información cartográfica digital se ven obligados a invertir un esfuerzo importante para identificar la información existente, sus características técnicas y su disponibilidad (condiciones, tipos de usuarios), pues desde la administración hay escasas (y/o infructuosas) iniciativas para darla a conocer.

A este esfuerzo de búsqueda le sigue otro mayor para acceder a la información requerida. La teórica política de cesión de datos solo se aplica con facilidad a información cartográfica con un bajo nivel de precisión, mientras que para obtener información detallada, considerada como estratégica o valiosa desde diferentes puntos de vista, el usuario debe realizar engorrosos trámites, a veces infructuosos, y que en todo caso implican un elevado coste de tiempo.

Este problema no solo afecta a los usuarios finales, la falta de una plataforma pública y eficiente para el intercambio de información cartográfica provoca, también en la administración, un problema de sobreesfuerzo y duplicación de la información, así como que muchos usuarios (incluyendo empresas e instituciones públicas) trabajen a diario con recursos de baja calidad a pesar de estar ya desarrollados recursos precisos.

A pesar de todo lo anterior, en nuestra comunidad, existe una gran diversidad de aplicaciones de SIG, debido a su versatilidad y utilidad en diferentes contextos. Por citar algunos ejemplos podemos mencionar el sistema de información geográfica para la gestión de la Indicación Geográfica Protegida (IPG) de la pataca de Galicia (SIPAG) o el de coordinación de emergencias médicas del 061 desarrollados por LaboraTe (Laboratorio do Territorio) perteneciente a la Universidad de Santiago de Compostela, la cartografía de los apellidos de Galicia desarrollada por el Instituto de Lingua Galega (ILG) perteneciente a la misma universidad, la optimización de rutas de transporte escolar que el CESGA realizó para la Consellería de Educación, el proyecto Toponimia de Galicia desarrollado por el SITGA y promovido por la Comisión de Toponimia de la Consellería de Presidencia e Administración Pública y Apoyado por la dirección Xeral de Política Lingüística de la Consellería de Educación y Ordenación Universitaria, la gestión de los incendios forestales en Galicia (prevención y extinción) financiado por la Dirección Xeral de I+D+i de la Consellería de Innovación e Industria, etc.

Estas aplicaciones se centran sobre todo en el ámbito territorial y ambiental, sin embargo las referencias a la utilización de los SIG en el medio marino son escasas. Lo que se debe, en parte, a la falta de información cartográfica disponible en este ámbito. El grupo de Recursos Marinos y Pesquerías de la Universidad de A Coruña lleva años trabajando para intentar suplir esta falta y, este DEA, se desarrolla dentro de este proyecto.

LOS SIG EN LA GESTIÓN COSTERA

Existen varias razones por las cuales los SIG son efectivos en el ámbito de la gestión costera. Entre ellas destacan la capacidad para manejar grandes bases de datos e integrar y sintetizar datos procedentes de distintas disciplinas (como por ejemplo, antropología, biología, meteorología, etc.). Además, estas herramientas proporcionan una actualización de los datos de forma rápida y sencilla, facilitando además el almacenamiento y recuperación de la información así como su análisis estadístico.

Una de las utilidades principales de los SIG en este ámbito es el seguimiento y análisis de los cambios de la franja litoral. Estas zonas poseen una dinámica muy elevada y para su correcta gestión se requieren tecnologías capaces de representar dichos cambios y de tratarlos de forma adecuada (27).

Sin embargo los SIG no se limitan a estas cuestiones, sino que poseen un rango muy amplio de aplicaciones. Algunos de los ejemplos encontrados en la bibliografía son los siguientes:

1. Cambios en la extensión y ecología de marismas (27). Aplicación de procesos de restauración y clasificación de hábitats (Ji and Mitchell, 1995).
2. Análisis de la erosión y cambios en la línea de costa (27).
3. Valoración del potencial, riesgo y daño de inundaciones (27). La mayor parte de las aplicaciones hidrológicas llevadas a cabo en los SIG son evaluaciones de riesgos naturales y estudios de localización (Monrad and Treviño, 2001).
4. Evolución de sedimentos en puertos y efectividad e impacto de los esfuerzos de mitigación, tales como los dragados (27).
5. Seguimiento de cambios de usos del suelo en el interior de la costa, en particular el crecimiento de urbanizaciones en el margen costero (27).
6. Comportamiento de manchas de vertidos en ambientes costeros (27).
7. En acuicultura para el establecimiento de lugares propicios para la ubicación de cultivos marinos (Smith, 1999).
8. Desplazamiento de dunas (Hernández et al., 2007), etc.

OBJETIVOS

En los últimos años, el Grupo de Recursos Marinos y Pesquerías de la Universidad de A Coruña ha realizado un gran esfuerzo en integrar y completar una serie de información geográfica, procedente de diferentes ámbitos relacionados con el medio costero. En este contexto se enmarca el objetivo general de este trabajo: **generar una infraestructura de datos digitales georreferenciados que constituya una base cartográfica para el análisis científico y la gestión del medio marino.**

Esta recopilación y generación de datos no se concibe como un objetivo final, sino como una base ampliable que puede ser utilizada en otros proyectos en los que se necesite información cartográfica costera, al igual que en diversas aplicaciones, que aunque no se realizan en este trabajo, podrían ser desarrolladas con la información generada en el mismo.

De este objetivo general se derivan los siguientes objetivos concretos:

- Digitalizar la línea de costa del litoral gallego y clasificarla según su tipo de sustrato: roca, arena, artificial, etc.
- Generar una librería de cartas náuticas georreferenciadas para la costa gallega.
- Generar una base de datos geográfica de las playas de Galicia.

DIGITALIZACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA DEL LITORAL GALLEGO

INTRODUCCIÓN

La concentración de población, actividades económicas y la confluencia de distintos medios (tierra, mar y aire) en el litoral, hacen de él un lugar de gran interés para todo tipo de estudios. La evolución de la línea de costa influye directa e indirectamente en todos esos aspectos, por lo que su estudio ayuda a determinar sus posibles y/o existentes problemáticas socioambientales, a tener en cuenta en el momento de gestionar el espacio litoral (Crous & Pintó, 2005).

Por esto, el mapeado costero y la detección de los cambios en la línea de costa son esenciales para muchas aplicaciones, incluyendo la navegación, la gestión de la zona costera, la protección medioambiental y el desarrollo sostenible (Niu et al., 2004).

A la hora de abordar un estudio de la zona litoral con éxito, es de gran importancia la utilización de una línea de costa detallada y precisa, que podamos utilizar de base para la generación de una buena cartografía y que nos permita obtener unos resultados coherentes y veraces. Por todo esto, tal como señalan Boak y Turner (2005) *“el desafío al que nos sometemos en un estudio de la línea de costa es grande, debido a que es necesario desarrollar una técnica sólida, que permita la detección de las características elegidas dentro de la fuente de datos utilizada”*.

De partida, nos encontramos con una definición idealizada de línea de costa definiéndose ésta como la interfaz física entre tierra y agua (Dolan et al., 1980). Sin embargo, la inexistencia de un criterio dado repercute en multitud de combinaciones posibles, teniendo en cuenta tanto los “indicadores” que se utilizan como aproximación a la verdadera línea de costa (límite entre terreno seco y húmedo, contacto entre tierra y agua, el cero topográfico, etc.), como las técnicas de detección (manual, análisis de imágenes digitales...) y las fuentes utilizadas (fotografías aéreas, imágenes de video, imágenes de satélite, etc.). Debido a esta variabilidad resulta imprescindible determinar antes de realizar el estudio que criterio se utilizará.

Haciendo una revisión bibliográfica observamos que existe una tendencia a la utilización de tres indicadores:

- La línea alta de marea o “high water line” (HWL). La línea más alta de marea alcanzada en pleamar.
- El promedio de marea alta o “mean high water” (MHW). Calculada mediante un promedio de la altura alcanzada en las pleamares. A diferencia del anterior, *la posición del MHW varía solamente con los gradientes de transporte de sedimentos y está asociado a cambios morfológicos* (Moore et al., 2006).
- Y más recientemente, los indicadores basados en la aplicación de técnicas de procesamiento de imagen, que extraen aproximaciones de la línea de costa, no necesariamente visibles, a partir de imágenes digitales.

El primero de ellos, HWL, es el utilizado por la mayoría de los autores (Anders & Byrnes, 1991; Crowell et al., 1991; Smith & Zarillo, 1990, etc). En ausencia de una definición única, este término, al igual que el de línea de costa, varía considerablemente de unos estudios a otros.

Algunos de ellos (e.g. Crowell et al., 1991; Leatherman, 1983; Stafford & Langfelder, 1971) definen la línea alta de marea (HWL) como la línea húmedo/seco, sin embargo, otros autores (e.g. Dolan et al., 1978; Dolan et al., 1980; Overton et al., 1999) consideran esta línea como el recorrido máximo del flujo de agua procedente de la ruptura de las olas.

Diferentes autores (e. g. Anders & Byrnes, 1991, Moore, 2000; Stockdon et al., 2002) afirman que la interpretación del HWL a partir de fotografías aéreas puede dar lugar a una interpretación errónea, dado que este indicador puede no aparecer como una línea definida, o bien, aparecer como una zona de transición no claramente visible (Crowell et al., 1991) y que también se encuentra afectado por el viento, las olas y las condiciones de marea.

Sin embargo, en este trabajo se optó por seguir a autores como, Dolan, Hayden y Heywood (1978), que afirman que el límite húmedo/seco es un indicador estable y menos sensible al estado de marea que el límite superior de marea instantáneo, donde

rompen las olas. Comúnmente, este límite se determina de forma visual mediante la diferencia de coloración que marca el retroceso de la marea.

Por todo esto es importante mencionar que la línea de costa resultante de este criterio es una aproximación sujeta a variaciones de interpretación, especialmente cuando se digitaliza en fotografías aéreas (Moore et al, 2006) por lo que es imprescindible que el trabajo lo realice un solo investigador. De esta manera los errores de trazado serán menores que si los realiza un grupo de investigadores.

Además de estas consideraciones, se debe tener en cuenta que la posición de la línea de costa varía continuamente a lo largo del tiempo como consecuencia del movimiento de los sedimentos en la zona litoral y especialmente, debido a la naturaleza dinámica del nivel de agua en los límites costeros (olas, mareas, tormentas, etc.) (Boak & Turner, 2005). Por esta razón, la línea de costa debe ser considerada como una estructura dinámica y como tal, debemos tener en cuenta en su trazado una escala temporal adecuada a cada tipo de investigación y hacer revisiones periódicas de la misma con el fin de mantener su precisión.

De esta manera, una definición aparentemente sencilla como la citada anteriormente (Dolan et al., 1980), llega a precisar un minucioso estudio, que aporte los criterios adecuados, dado que la línea de costa no es constante a lo largo de su recorrido. Así a lo largo de su trazado, surgen multitud de casos puntuales que deben ser considerados en cada situación como tal y aportar soluciones a los mismos. Posteriormente se recogerán para hacer constancia de ellos, de tal forma que si vuelven a surgir podamos dar una solución inmediata y disminuir así el riesgo de error.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este apartado es digitalizar la línea de costa del litoral gallego.

Derivados de este objetivo inicial surgen los siguientes:

- Extracción de líneas de costa derivadas en las que se combina información procedente de la línea original. Así surge la localización y delimitación de puntos de interés biológico como pueden ser las marismas, zonas de estuario, etc.
- Digitalización de islas e islotes.
- Cartografiado de las características ambientales de la línea de costa del litoral gallego (sustrato, zonas estuáricas, marismas, etc.).

METODOLOGÍA

Para el trazado de la línea de costa se han empleado las ortofotos SIXPAC correspondientes a toda la zona costera de Galicia, cedidas por el *Fondo Galego de Garantía Agraria*, FOGGA, en aplicación de lo establecido en la “Conferencia Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural” de 3 de Diciembre de 2003. Estas ortofotos han sido restituidas fotogramétricamente a partir de fotografías aéreas tomadas entre Agosto y Septiembre de 2002 y Junio, Julio, Agosto y Septiembre de 2003. La escala de los vuelos fue de 1:18000 y la resolución empleada en su escaneo fue de 14 μm . Las ortofotos finales están corregidas con un modelo digital del terreno de 5 m y presentan una resolución (tamaño de píxel) de 0.5 m.

El primer paso en la metodología consistió en la definición de un indicador de trazado a seguir, concretamente la línea alta de marea o “high water liner” (HWL), detectando este indicador mediante la diferencia de coloración que marca el límite húmedo/seco resultante de los movimientos de marea.

En este trabajo fue desestimada la realización de una corrección exhaustiva del nivel de marea, aunque los datos de adquisición de cada fotografía permitirían llevar a cabo esta corrección. En nuestro caso, al tratarse de un estudio a gran escala (toda la costa

gallega), la precisión ganada no se consideró significativa en relación al esfuerzo requerido.

Para minimizar el error se trazó la línea de última marea alta allí donde se pudo observar. Dado que esto no es siempre posible (o no con precisión) se asume un error sistemático hacía el mar en las zonas arenosas, que se producirá en todos aquellos puntos en los que las fotografías se adquiriesen en situaciones distintas a la marea alta y/o la marca de última marea alta no sea clara. El efecto de los cambios en los rangos mareales se ha ignorado.

Dadas las características del litoral gallego, y para facilitar el trabajo de digitalización, los criterios de trazado se dividieron en cinco grandes grupos correspondientes a las tipologías costeras presentes: estructuras artificiales, costa rocosa y acantilada, costa arenosa y playas, marismas y islas. Además se añadió un sexto grupo de criterios para casos puntuales o particulares. En este último grupo se incluyen zonas de trazado dudoso indicando su resolución.

Una vez establecidos los criterios (Ver ANEXO), se procedió a la digitalización de la línea de costa empleando el software ArcGis 9.2, y se estableció la escala de trabajo, en nuestro caso 1:750.

Debido a la orografía presente en Galicia, a lo largo del trazado nos encontramos con multitud de islas e islotes, cuya digitalización sería extremadamente costosa en términos de tiempo. En consecuencia se decidió establecer un punto de corte de 15 m de diámetro máximo y digitalizar sólo las islas mayores de este tamaño. De esta manera, las islas más relevantes quedan representadas dejando abierta la posibilidad de poder digitalizar islotes de menor tamaño en casos puntuales.

El trazado de la línea comenzó en el sur de Galicia, concretamente en el Municipio de Tomiño (41°56'58.97''N, 8°44'53.78''W) digitalizándose la costa a lo largo del litoral gallego hasta terminar en el Municipio de Ribadeo (43°27'33.96''N, 7°4'59.35''W).

Una vez obtenida la línea original se realizó una división de la misma, teniendo en cuenta la tipología por la que discurre su trazado. Para este último paso se creó una tabla

con tres campos: uno referente a la tipología de la costa y otros dos correspondientes a los puntos de inicio y fin de cada segmento.

Las tipologías utilizadas fueron:

- Playa y zonas arenosas [1]. En este grupo se incluyen todas las zonas de sustrato arenoso.
- Acantilado o zona rocosa [2]. Se introducen en esta categoría todas aquellas zonas de costa donde el sustrato era rocoso: acantilados, escarpados rocosos, playas de bolos, etc.
- Estuario [3]. En este grupo se incluyen zonas de las desembocaduras de los ríos o corrientes de menor caudal susceptibles de ser afectados por la marea.
- Marisma [4]. En esta tipología se incluyen zonas de terreno pantanoso que inunda el agua de mar en marea alta.
- Estructuras artificiales [5]. En esta categoría se incluyen todas aquellas estructuras que hayan sido creadas por el hombre como puertos, carreteras a pie de costa, puentes, etc.
- Arena y Roca [6]. En esta categoría se incluyen zonas de mezcla de arena y roca que debido a su disposición o grado de mezcla resulta imposible dividirla en estas dos categorías.

Posteriormente, esta tabla se introdujo en el software SIG y éste dividió la línea según las características introducidas en la tabla (Fig.1).



Fig.1. Línea de costa dividida según las diferentes tipologías establecidas.

Finalmente a partir de la línea de costa original se generaron líneas de costa derivadas adecuadas para su utilización en estudios particulares. De esta manera a partir de la línea de costa detallada con zonas de marismas y estuarios surgió una línea de costa estrictamente marina, donde mediante la eliminación de zonas de agua salobre se consiguió una línea que delimita estrictamente agua marina y zona terrestre. De la misma forma se obtuvieron las zonas de interés biológico como pueden ser zonas de marisma.

Mediante el software ArcGIS 9.2 también dividimos la línea de costa de la línea de islas para poder trabajar con ambas líneas de forma independiente o conjunta según las necesidades de cada caso.

RESULTADOS

Una vez finalizada la digitalización de la línea de costa, aplicada la segmentación dinámica y realizadas las variaciones, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Línea de costa detallada del litoral gallego (Fig. 2) que constituye una base robusta para cualquier trabajo cartográfico en el litoral gallego, en la que se incluyen zonas de agua salobre como pueden ser marismas y estuarios.

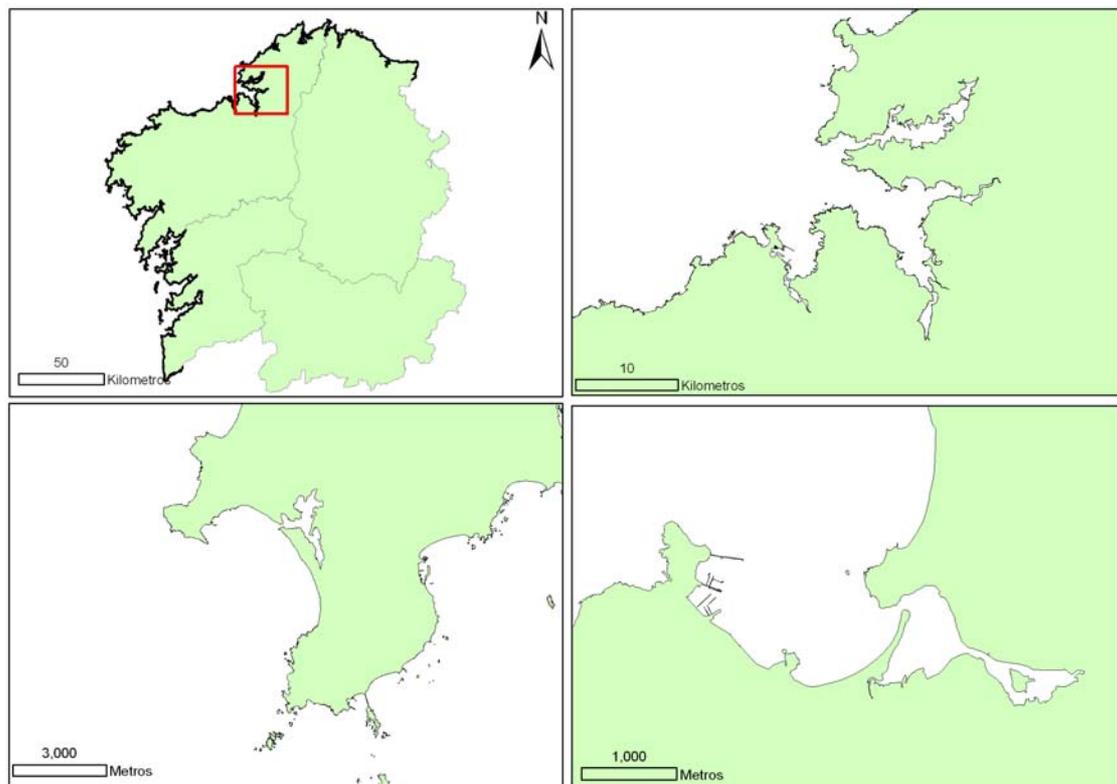


Fig. 2. Diferentes detalles de la línea de costa del litoral gallego.

- Línea de costa dividida según características ambientales (Fig.3) (tipo sustrato, zonas estuáricas, marismas, etc.)



Fig.3. Línea de costa dividida en diferentes tipologías.

- Línea de costa marina (Fig.4). Esta línea marca estrictamente el límite húmedo/seco entre agua marina y tierra, dejando fuera lugares de agua salobre como estuarios y marismas.

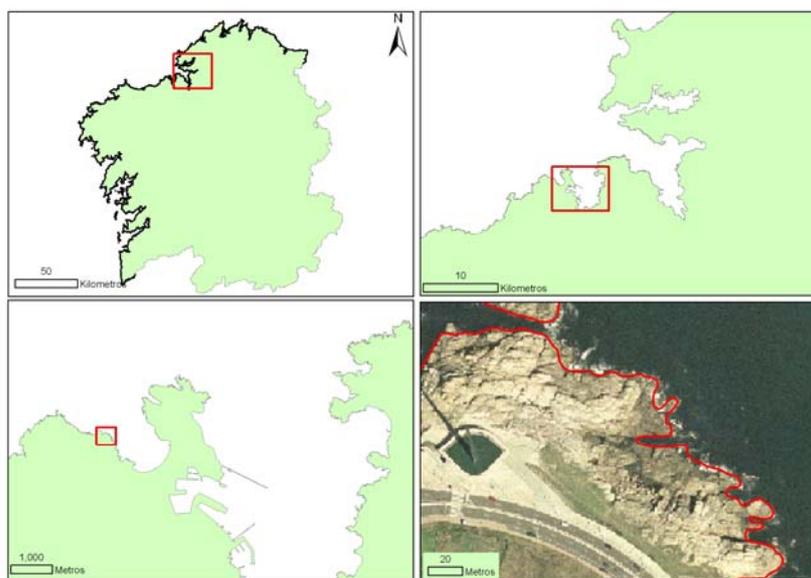


Fig.4. Línea de costa marina y detalle de la misma a diferentes escalas en la zona de A Coruña.

- Línea de costa de las islas e islotes mayores de 15 m de diámetro del litoral gallego (Fig.5).

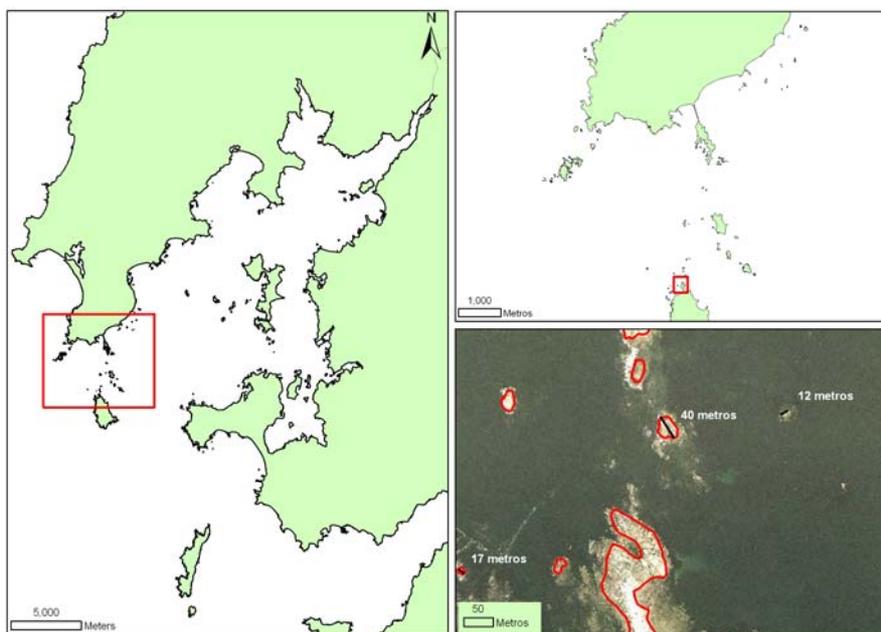


Fig.5. Detalle de algunas islas presentes en la Ría de Arousa.

- Zonas delimitadas de marismas y estuarios (Fig.6).

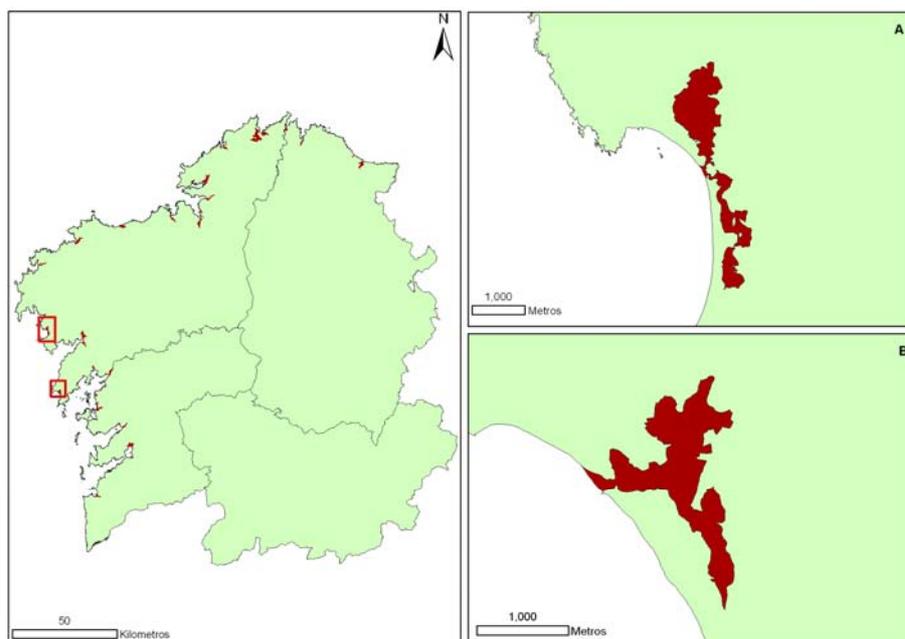


Fig.6. Polígono de la costa gallega con sus marismas y estuarios. A) Detalle de la marisma de Estivariña (Carnota). B) Detalle de la marisma de Corrubedo (Corrubedo).

- Zonas de puertos digitalizadas incluyendo los pantalanes presentes (Fig.7).



Fig.7. A) Detalle de los pantalanes del puerto deportivo en Sada (A Coruña). B) Detalle de los pantalanes del puerto deportivo de A Coruña.

A partir de esta información se crearon capas poligonales (*shapes*²):

- Polígono de la línea de costa con zonas de agua salobre.
- Polígono de la línea de costa estrictamente marina (sin estuarios ni marismas).
- Polígonos de marismas y estuarios.
- Polígonos de las islas e islotes.

² *Shape*. Capa. En SIG hace referencia a una capa temática de datos

CREACIÓN DE UNA LIBRERÍA DE CARTAS NÁUTICAS

GEORREFERENCIADAS

INTRODUCCIÓN

La aparición histórica de los mapas se produjo con anterioridad a la aparición del relato escrito, y se utilizaban para establecer distancias, recorridos, localizaciones... y así poder desplazarse de unos lugares a otros. Los mapas más antiguos que existen fueron trazados por los babilonios hacia el 2300 a.C. (28).

En Europa, los avances en cartografía se vieron impulsados cuando se cerraron las rutas de comercio con Oriente, de donde llegaban los progresos cartográficos debidos indirectamente a los intercambios comerciales.

El interés que despertó en los grandes reinos cristianos (España y Portugal) hizo que se financiaran grandes empresas marítimas abandonando el punto de vista del teólogo (el más importante en el medioevo) y tomando en cuenta el del navegante. Surgen así los portulanos, término con el que se designan las cartas náuticas que tuvieron su apogeo desde el siglo XIII al XVII. En su origen esta palabra designaba los cuadernos de instrucciones en que los navegantes anotaban los rumbos y las distancias entre los puertos (28).

Los portulanos están relacionados directamente con los modernos mapas. Estos eran libros de ruta en los que se trazaban los principales rumbos en función de los ocho vientos dominantes, a menudo sin meridianos ni paralelos. En ellos, se representaba la costa con gran detalle.

A partir de la introducción del uso de la brújula en el Mediterráneo (finales del s. XIII) y del desarrollo del astrolabio, estas notas adquirieron una precisión cada vez mayor y comenzaron a redactarse libros de derrota en los que se detallaban los rumbos y las distancias (28). Trasponiendo los datos de estos libros a pergaminos se trazaron las primeras cartas náuticas con ciertas garantías, a las que se denominó “cartas portulanas”

o “portulanos”. No tenían coordenadas pero se trazaban a escala, de tipo lineal, que permitía indicar las distancias entre los distintos puertos en leguas marinas (28).

A mediados del siglo XVI, Gerhardus Mercator estableció una proyección que se conoce como mercatoriana. Ésta es una proyección cilíndrica que posee la ventaja de que la distancia más corta entre dos puntos en el globo viene representada como una línea recta, presentando una gran avance para la navegación.

A partir de estas aproximaciones iniciales, surgen las cartas náuticas actuales, mejoradas por técnicas más modernas en las que se utilizan aparatos electrónicos y sofisticados instrumentos de navegación y donde se representan la línea de costa, la línea de bajamar y todos los accidentes terrestres visibles desde el mar, incluyendo faros y balizas de navegación.

Las marcas más importantes corresponden a las profundidades en brazas o metros y las zonas de bajío, las rocas sumergidas y los restos de naufragios, todo lo cual se indica con símbolos internacionalmente conocidos (28).

Al igual que los mapas terrestres son esenciales en los desplazamientos por tierra y localización de lugares de interés para el usuario, las cartas náuticas son esenciales para el desplazamiento en el mar y, debido a su gran detalle, también son muy importantes para localizar lugares de pesca u otros lugares de interés tanto para pescadores como para investigadores.

En la gestión del medio costero, el saber de los pescadores juega un papel a tener en cuenta en el conocimiento de los recursos marinos. Nadie también como ellos conoce las zonas de pesca, dado que dedican su vida al mar. Sin embargo, muchas veces es difícil llegar a un entendimiento entre los pescadores y el mundo científico. Los primeros han desarrollado, a lo largo de los años, un lenguaje propio y unas técnicas de trabajo que, en su mayoría, nada tienen que ver con las utilizadas por los investigadores, pero que sin embargo, les han permitido desempeñar su trabajo de forma eficaz.

La creación de una librería digitalizada de cartas náuticas presenta una doble ventaja. Por un lado, el empleo de este tipo de cartografía puede servir como nexo de unión entre el saber de científicos y pescadores mientras que por otro lado, esta librería puede

constituir una infraestructura de datos básica sobre la que desarrollar nuevos proyectos basados en los SIGs.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo consiste en generar una librería de cartas náuticas georreferenciadas para la costa gallega.

METODOLOGÍA

Para la creación de la librería de cartas náuticas se partió de imágenes en formato papel de todas las cartas náuticas que comprenden la costa gallega, adquiridas a través del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Primeramente, las cartas fueron escaneadas y editadas con el programa Adobe Photoshop versión 8.0.1, eliminando los márgenes para propiciar un correcto solapamiento entre las mismas cuando se introduzcan en el software SIG.

Una vez digitalizadas y modificadas para su óptima utilización, fueron tratadas mediante el programa ArcGis 9.2 con el fin de georreferenciarlas utilizando de base geográfica las ortofotos SIXPAC correspondientes a toda la zona costera de Galicia, cedidas por el *Fondo Galego de Garantía Agraria*, FOGGA.

Con el fin de evitar la ralentización del programa al trabajar con gran cantidad de información gráfica, se creó una capa vectorial de “marcos” correspondientes a los límites geográficos de cada carta náutica. Cada uno de estos “marcos” además de hacer referencia a la situación de la carta tiene asociada información no gráfica como puede ser: el código de la carta, zona a la que corresponde, etc. y un “hiperenlace” que permite visualizar la información gráfica seleccionándolos con el ratón del ordenador.

RESULTADOS

Se obtuvo una librería de cartas náuticas georreferenciadas (Fig.8), con sus respectivos polígonos.

Esta librería permite visualizar la carta que se necesite haciendo un clic con el puntero del ratón, en el interior del polígono, sin necesidad de tener todas las cartas cargadas y visualizadas en la pantalla, hecho que ralentizaría el funcionamiento del software.

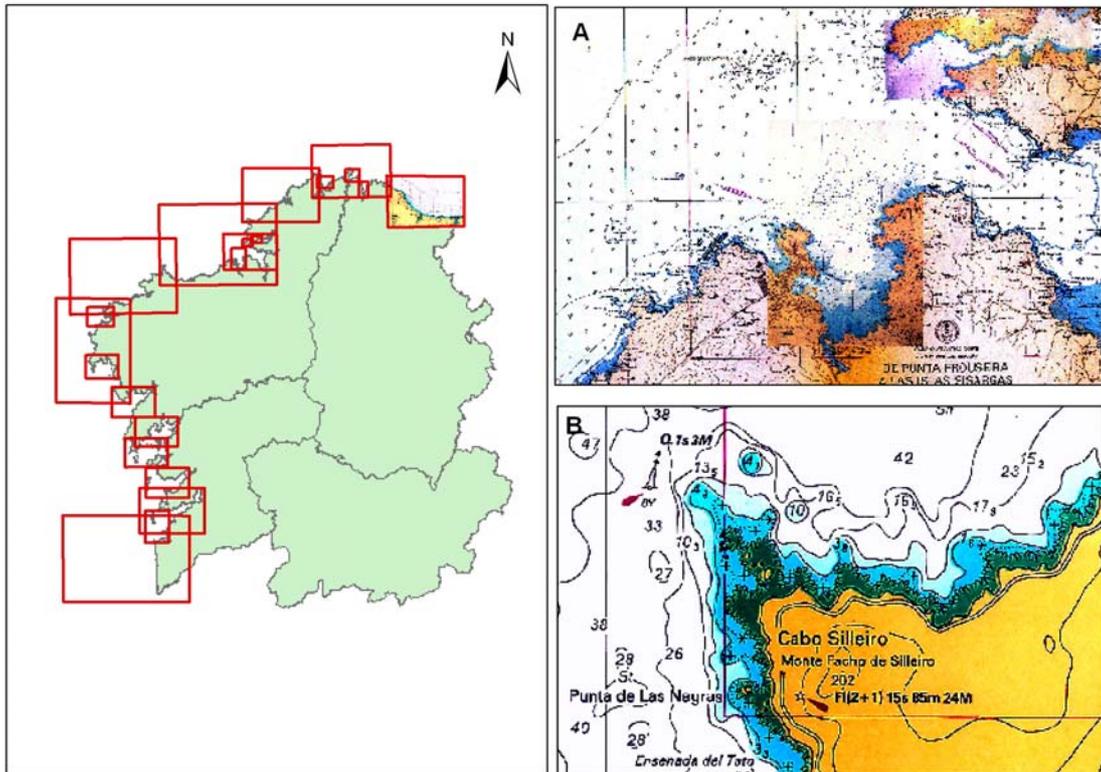


Fig.8. Librería de cartas náuticas de la costa gallega. Cada carta náutica está representada por su correspondiente polígono. A) Detalle de la carta náutica correspondiente a la Ría de A Coruña superpuesta a otra mayor tamaño. B) Detalle de la carta náutica 417 correspondiente a la zona de las Illas Cíes a Río Miño.

CREACIÓN DE DE UNA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA DE LAS PLAYAS

DE GALICIA

INTRODUCCIÓN

Actualmente en Galicia, muchas comunidades costeras, como las situadas en A Costa da Morte, están sufriendo un envejecimiento de la población, debido en gran parte a la emigración de los jóvenes hacia otros lugares de mayor oferta laboral. La pesca, de gran importancia para la subsistencia de estos pueblos es cada vez menor, lo que repercute en un decremento económico que sumado a la emigración, perjudica seriamente a estas comunidades mayoritariamente pesqueras.

Un ejemplo por recuperar estos enclaves es el llevado a cabo por Mardelira (29), en el que se combina el turismo con la vida diaria de los profesionales del mar, de manera que el visitante puede compartir actividades de una jornada laboral y conocer de cerca las experiencias de estos trabajadores. De esta manera, el turismo se descubre como un método para promocionar dichas zonas a través de la actividad económica que lleva asociada.

Las playas además de ser elementos ambientales fundamentales en el ecosistema costero, constituyen un elemento clave en este aspecto debido al reclamo turístico que presenta la costa gallega. Sin embargo, a pesar del importante papel que desempeñan, existe una gran dificultad para encontrar una información específica y detallada de las mismas. Si bien, es relativamente fácil encontrar datos puntuales, no existe una fuente que reúna información variada en cuanto a características y servicios que puede ser de gran ayuda a la hora de visitar una playa.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta efectiva que puede ser aplicada en el caso de las playas, dado que son muy efectivos a la hora de manejar y actualizar un gran volumen de información y su posterior visualización.

En este trabajo se creó una base de datos geográfica de las playas de Galicia, con información detallada de situación y servicios presentes en las mismas. En ella podemos combinar la diferente información y sacar conclusiones tan dispares como las que ayudan a presentar las playas de cara al turismo o las que proporcionan información para la gestión, visualizándola de manera conjunta sobre un mapa, lo que permite una fácil comprensión de los datos.

Así, la base de datos creada podría resolver cuestiones como qué playas poseen acceso a minusválidos, cuales poseen zona de fondeo, si existe o no equipo de salvamento, etc., además, esta base de datos permite hacer multitud de combinaciones con la información incluida. En este trabajo se optó por elegir algunas de ellas y dejar abierta la posibilidad a aplicaciones futuras.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este punto es generar una base de datos geográfica de las playas de Galicia introduciendo datos referentes a sus características físicas, naturales y de servicios, utilizable mediante un software SIG, lo que permitirá una forma más simple y comprensible de visualización.

METODOLOGÍA

La primera parte del proceso de la creación de la base de datos geográfica de las playas de Galicia, consistió en realizar una búsqueda de fuentes relacionadas con datos informativos sobre las playas gallegas.

Existen diversas fuentes de libre acceso referentes a las playas, si bien, en la mayoría de ellas no se ofrece una información completa de las mismas, tratando solamente características puntuales que dependen del origen de la fuente consultada: cartas náuticas (localización), bandera azul (“calidad”), guías turísticas (información turística), etc.

Tabla 1. Información recogida en la base de datos introducida en el SIG.

CARACTERÍSTICAS GENERALES	TIPO PLAYA	SEGURIDAD	ACCESOS	TRANSPORTE	TURISMO	SERVICIOS
Longitud	Tipo arena	Equip. Vigilancia	Tipo	Carretera	Oficina	Aseo
Anchura	Condiciones baño	Señal peligro	Señalización Acceso	Vía próxima		Duchas
Ocupación	Zona fondeo	Policía local	minusválidos	Autobús		Teléfono
Urbanización	Nudista	Cruz roja		Ferrocarril		Papeleras
Paseo	Vegetación	Salvamento		Aparcamiento		Serv. De limpieza
Composición	Zona protegida					Pasarelas acceso
	Bandera azul					Alq. Sombrillas
						Alq. Hamacas
						Alq. Náuticos
						Kioscos
						Balneario
						Zona submarinismo
						Puerto deportivo

Estos grupos hacen referencia a:

Características generales. Corresponde a información general de la playa. Entre ellas se encuentran:

- Longitud. Distancia entre inicio y fin de la playa expresada en metros.
- Anchura. Amplitud de la playa expresada en metros.
- Ocupación. Grado de afluencia. Los datos de este atributo se encuentran divididos según la fuente citada en alto, medio y bajo.
- Paseo. Ausencia o presencia de paseo marítimo.
- Urbanización. Hace referencia al entorno en el que se encuentra la playa. Este atributo se encuentra dividido según la fuente consultada en: urbano, semiurbano y aislado.
- Composición. Hace referencia al tipo de sustrato suprameral de la playa. Según la fuente consultada se divide en: bolos, rocas, grava y arena.

Tipo de playa. Este grupo se encuentra relacionado con características más específicas. En este grupo se encuentran:

- Tipo de arena. Hace referencia al color de la arena. Según la fuente consultada se divide en: blanco, dorado y oscuro.

- Condiciones de baño. Informa sobre el tipo de oleaje. Según la fuente consultada se divide en moderado, fuerte o aguas tranquilas.
- Zona de fondeo. Presencia o ausencia de zona de fondeo.
- Nudista. Si es o no una playa nudista.
- Vegetación. Presencia o ausencia de vegetación en el entorno de la playa.
- Zona protegida. Si la playa se encuentra o no en zona protegida.
- Bandera azul. Si la playa presenta o no bandera azul.

Seguridad. Hacer referencia a aspectos de prevención y seguridad presentes. Se divide en:

- Equipo de vigilancia. Presencia o ausencia de equipo de vigilancia en la playa.
- Señal de peligro. Presencia o ausencia de señales de peligro.
- Cruz Roja. Presencia o ausencia de puesto de cruz roja.
- Salvamento. Presencia o ausencia de equipo de salvamento.

Accesos. Este grupo hace referencia a información relacionada con los accesos. Dentro de él encontramos:

- Tipo. Referente a cómo podemos acceder a la playa: a pie fácil, a pie difícil en coche o en barco.
- Señalización. Presencia o ausencia de indicación a la playa.
- Acceso a minusválidos. Presencia o ausencia de acceso a minusválidos.

Transporte. Hace referencia a la información relacionada con el medio de transporte con el que podemos acceder a la playa.

- Carretera o vía próxima. Nos informa de qué carretera o vía se encuentra más cercana a la playa.

- Autobús. Hace referencia al tipo de autobús con parada en la playa o en sus cercanías. Según la fuente consultada se divide en: urbano, interurbano y no urbano.
- Ferrocarril. Hace referencia al nombre de la estación de ferrocarril más cercana a la playa si ésta existe.
- Aparcamiento. Presencia o ausencia de aparcamiento en la playa, si existe o no vigilancia en el mismo e información aproximada del número de plazas que presenta.

Turismo. Hace referencia a la presencia o ausencia de oficina de turismo.

Servicios. Relacionado con los servicios que presenta la playa. Dentro de este grupo se recoge información relacionada con:

- Aseo. Presencia o ausencia de aseos.
- Duchas. Presencia o ausencia de duchas.
- Teléfono. Presencia o ausencia de teléfono.
- Papeleras. Presencia o ausencia de papeleras.
- Servicio de limpieza. Presencia o ausencia de servicio de limpieza.
- Pasarelas de acceso. Presencia o ausencia de pasarelas de acceso.
- Alquiler de sombrillas. Presencia o ausencia de servicio de alquiler de sombrillas.
- Alquiler de hamacas. Presencia o ausencia de servicio de alquiler de hamacas.
- Alquiler náuticos. Presencia o ausencia de servicio de alquiler de material náutico.
- Kioscos. Presencia o ausencia de kioscos.
- Balneario. Presencia o ausencia de balneario.
- Club náutico. Presencia o ausencia de club náutico.
- Zona de submarinismo. Presencia o ausencia de zona de submarinismo.
- Puerto deportivo. Puerto deportivo más cercano.

Un paso fundamental en la creación de la base de datos hace referencia a la forma de introducir los datos, dado que de ella depende el trabajo óptimo llevado a cabo con el SIG. Siempre que se trabaja con un SIG, es necesario tener en cuenta una serie de criterios, algunos de los más relevantes son:

1. Cada columna debe contener un tipo de dato: nombre de la playa, longitud, anchura, etc.
2. Es necesario incluir una columna con el ID que identifique cada uno de los elementos (playas) y permita a su vez relacionar cada playa con su correspondiente punto digitalizado.
3. Los datos deben simplificarse lo máximo posible, para esto se codifican todas aquellas variables que por sus características lo permitan (Ver Tabla 2).
4. Es necesario evitar el empleo de signos de programación (comas, acentos, comillas, etc.).
5. A las fotos obtenidas en la Guía de Playas se le asigna un nombre simple e identificativo y se incluyen como columna en la tabla.

Tabla2. Codificación presente en la base de datos de las playas gallegas.

			código
TIPO PLAYA	composición	bolos	b
		rocas	r
		grava	g
		arena	a
TIPO ACCESO	a pie fácil		1
		a pie difícil	2
		coche	3
		barco	4
AUTOBUS	no urbano		1
		interurbano	2
		urbano	3

Por otra parte, las diferentes playas fueron representadas mediante puntos, cada uno de los cuales se ubicó en zona de tierra, procurando situarlo en el punto central respecto a la longitud de la playa (Fig.10). Dado que la fuente que utilizamos para la extracción de

datos (Guía de playas de Ministerio de Medioambiente) no mostraba una situación muy precisa de las playas, se optó por suplir esta carencia de información empleando como base geográfica las ortofotos del SIXPAC, anteriormente citadas, cartas náuticas y fotografías aéreas recogidas en las Nuevas Aeroguías del Litoral de Galicia (2002).



Fig.10 .Detalle de algunas de las playas en la zona de A Coruña. Cada punto, situado en zona supramareal, corresponde a una playa.

Una vez creada la base de datos, se introdujo la información en un Sistema de Información Geográfica, mediante el programa ArcGis 9.2, esta información se vinculó a la capa de puntos de ubicación mediante un campo común.

RESULTADOS

Se creó una base de datos que incluye información referente a 41 atributos de cada una de las 716 playas gallegas recogidas.

Como resultado de su introducción en el SIG, se obtuvo una base de datos geográfica en formato “shape” que nos permite visualizar la información de forma simple, combinando sus diferentes atributos. El empleo de esta herramienta de visualización nos permite obtener información interesante de las características de las playas gallegas.

Para obtener una visión global de éstas, se analizaron los tres criterios más generales presentes en la base de datos del Ministerio de Medioambiente: longitud, ocupación y grado de urbanización.

A partir de este análisis, se observó que la provincia de Lugo es la que presenta un menor número de playas de toda la costa gallega (71), lo que supone un 10% del total, representando una longitud total de 37403 m con un 24% de playas pequeñas y un 7% de las clasificadas como grandes.

De todas ellas, la de mayor tamaño es la playa de San Pedro (2471 m), situada en el Municipio de Barreiros y las de menor tamaño corresponden a las playas de Fomento (45 m) y la de Os Castelos (45 m) ambas situadas en el Municipio de Vicedo (Fig.11).

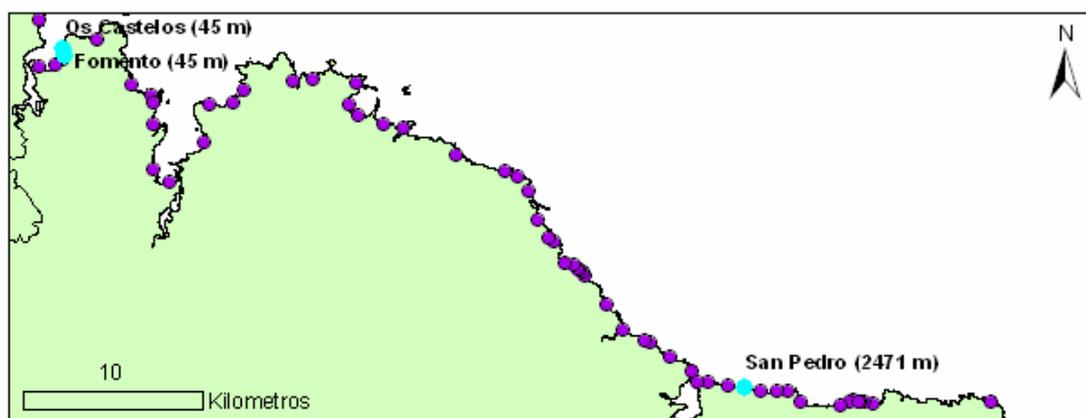


Fig.11. Playas presentes en la provincia de Lugo haciendo referencia a la de mayor y menor tamaño.

La provincia de A Coruña es la que mayor número de playas presenta (356), un 50.4% de las totales, representando unos 145475 m de longitud total. En esta provincia se encuentra la playa de Carnota, la más grande de Galicia, con una longitud de 6500 m, perteneciente al municipio costero que lleva el mismo nombre, mientras que la playa de menor tamaño de la provincia corresponde a la playa de A Orixeira (7 m) situada en el Municipio de Cabana (Fig.12).

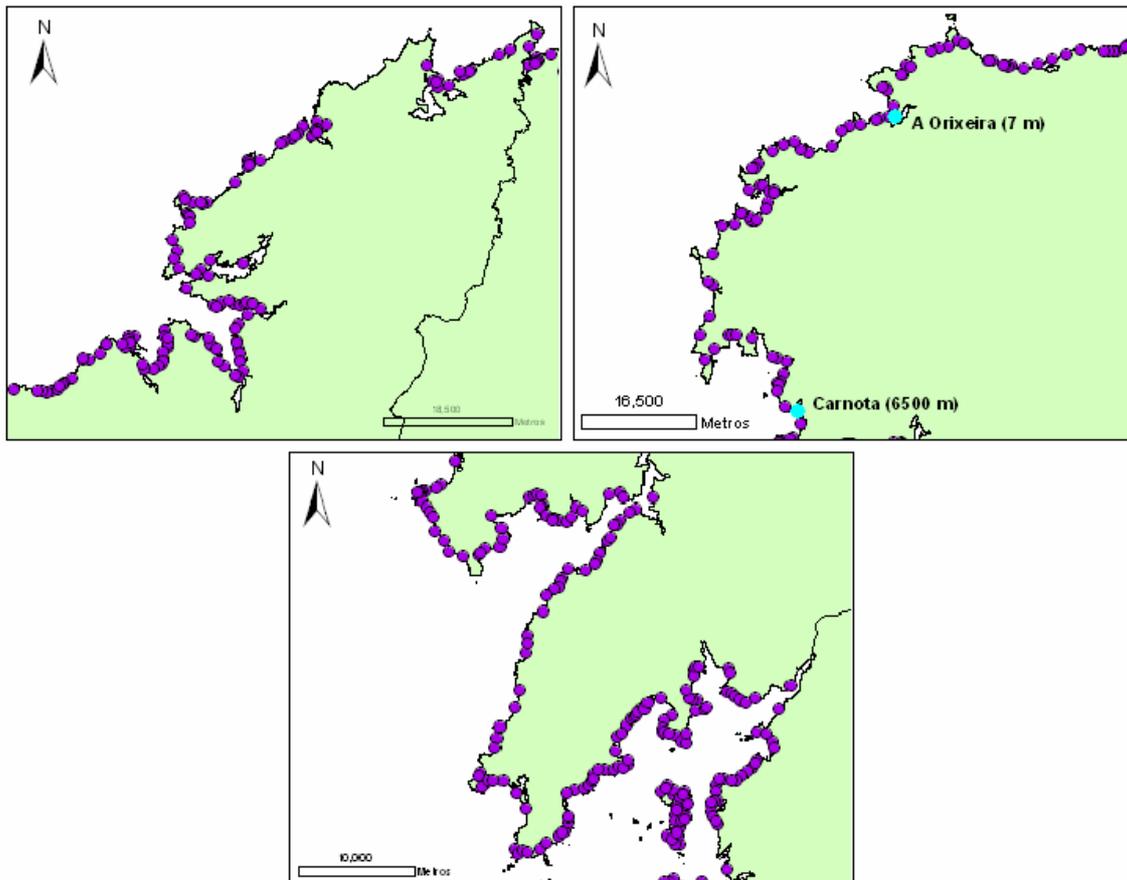


Fig.12. Playas presentes en la provincia de A Coruña haciendo referencia a la de mayor y menor tamaño

En la provincia de Pontevedra observamos 79275 m de playas lo que supone un 39.5% de las totales, de las cuales un 67.7% corresponden a playas de pequeño tamaño. La playa de mayor longitud corresponde a la playa de A Lanzada (2400 m) situada en el Municipio de O Grove, mientras que la de menor tamaño corresponde a la playa de Concheira (5 m) correspondiente al Municipio de Baiona (Fig.13).

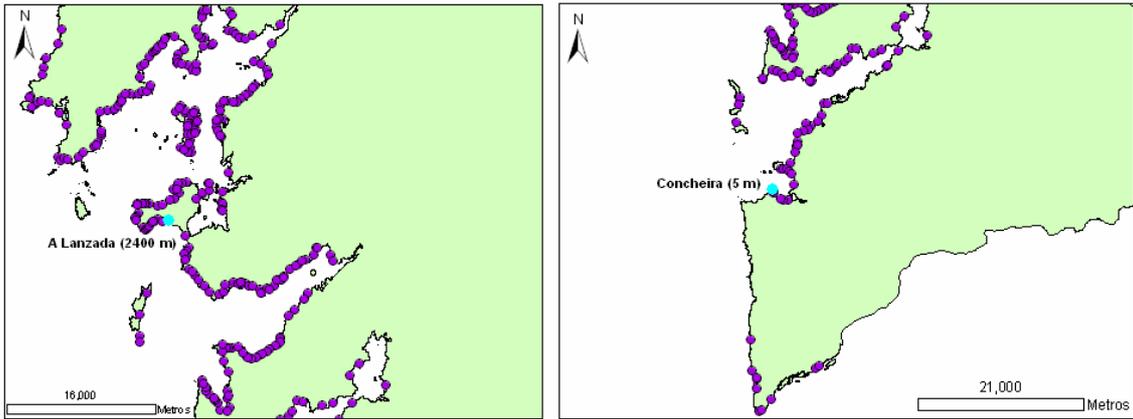


Fig.13. Playas presentes en la provincia de Pontevedra haciendo referencia a la de mayor y menor tamaño.

Ocupación

Otro factor bajo el cual se estudiaron las playas fue la ocupación. Aquí, las playas se dividieron en los siguientes grados de ocupación (Fig.14): alto, medio y bajo (clasificación recogida de la página Web del Ministerio de Medio Ambiente).

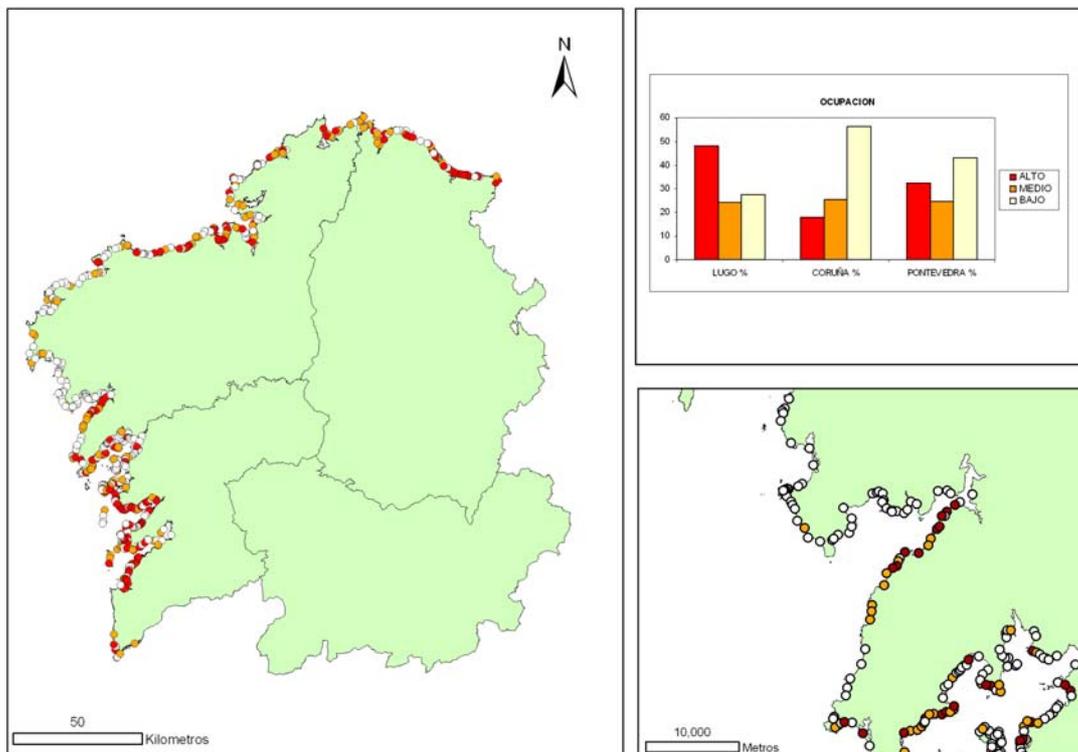


Fig. 14. Mapa de Galicia en donde se muestra el porcentaje de ocupación de las playas.

Analizando los datos observamos que en la provincia de Lugo casi la mitad de las playas presentan un grado de ocupación elevado, concretamente se encuentran en esta situación el 48.4 % de las playas mientras que el 27.4% lo presentan bajo (Fig.15).

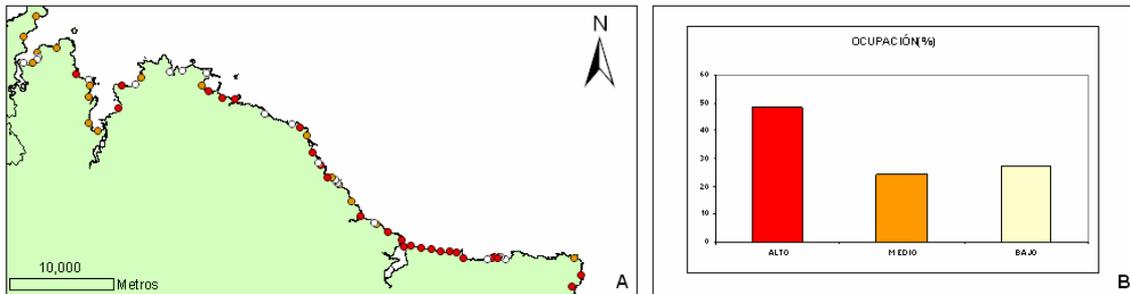


Fig.15. A) Mapa de la provincia de Lugo en el que se representan las playas según su grado de ocupación. B) Gráfico correspondiente al grado de ocupación en porcentaje de la provincia de Lugo.

Esta situación se invierte cuando hablamos de la provincia de A Coruña. Aquí nos encontramos con más de la mitad de las playas con un grado de ocupación bajo, concretamente con un valor del 56.6%. Presentando el porcentaje más bajo de todas las provincias en cuanto al grado de ocupación alto (17.9%) (Fig.16).

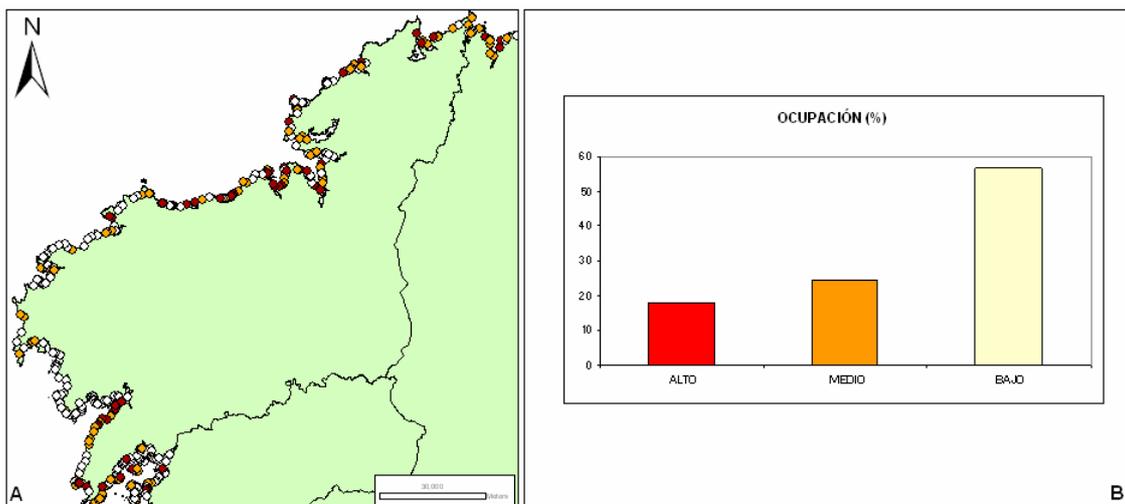


Fig.16. A) Mapa de la provincia de A Coruña en el que se representan las playas según su grado de ocupación. B) Gráfico correspondiente al grado de ocupación en porcentaje de la provincia de A Coruña.

En la provincia de Pontevedra nos encontramos con un grado de ocupación alto en el 32.3% de las playas, sin embargo, aquí también nos encontramos con un número de playas con un grado de ocupación bajo bastante elevado, concretamente con un porcentaje de 43.1%. Esta zona posee una elevada actividad turística, no obstante, el porcentaje de playas con un grado de ocupación elevado, es relativamente bajo si lo comparamos con la provincia de Lugo (48.4%). Esto se puede explicar dado la diferencia en el número de playas existente entre las dos provincias (71 frente a 279), lo que repercute que en Pontevedra se disperse más la población (Fig.17 y 18)

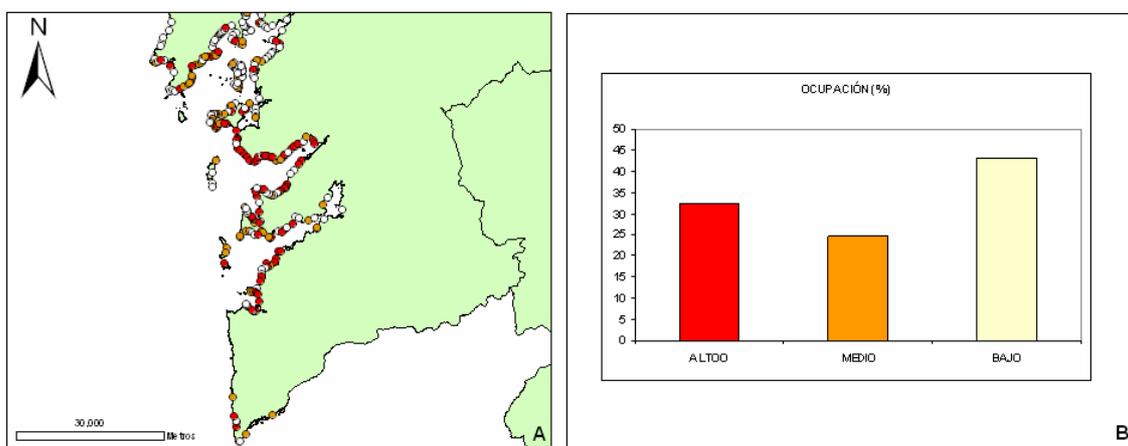


Fig.17. A) Mapa de la provincia de Pontevedra en el que se representan las playas según su grado de ocupación. B) Gráfico correspondiente al grado de ocupación en porcentaje de la provincia de Pontevedra..

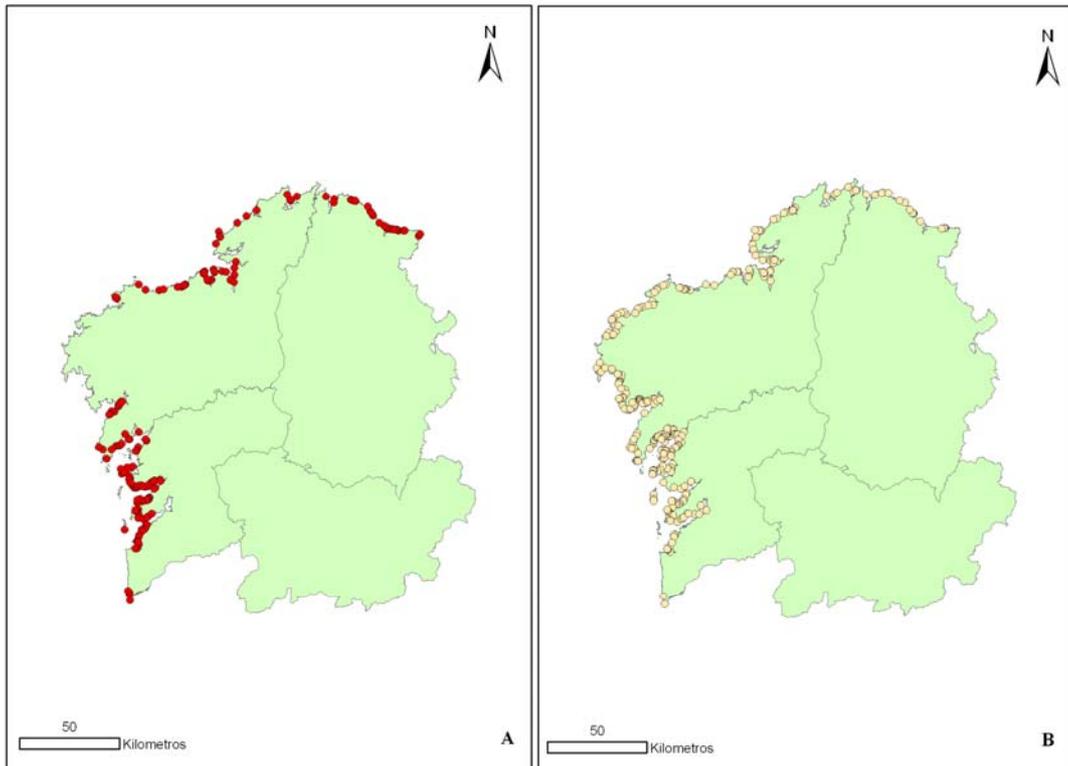


Fig. 18. A) Mapa de Galicia con las playas que mayor grado de ocupación presentan. B) Mapa de Galicia con la playas que presentan menor grado de ocupación.

Grado de urbanización

Por último, y como ejemplos de utilidad de la herramienta aquí desarrollada, analizamos la distribución de las playas en función del grado de urbanización. Galicia presenta una enorme variabilidad en este aspecto. En la costa gallega existen desde playas muy urbanas con toda clase de servicios hasta calas a las que el acceso es casi imposible.

En la provincia de Lugo se observa una tendencia a las playas de tipo semiurbano (43.5%), siendo el 13.3% de tipo urbano y el 34.3% de tipo aislado (Fig.19).

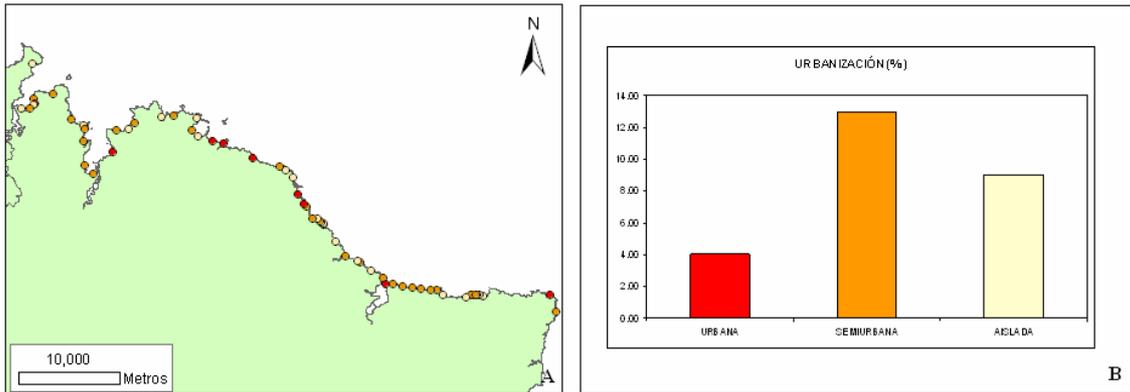


Fig.19. A) Mapa de la provincia de Lugo donde se muestran las playas según su grado de urbanización. B) Gráfico del porcentaje de las playas urbanas, semiurbanas y aisladas.

En la provincia de A Coruña predominan las playas de tipo aislado, que representan un 43.5% de las totales. El porcentaje más bajo corresponde a las playas de tipo urbano con un 22.7% mientras que las de tipo semiurbano representan un 34.3%. Esto puede ser explicado con zonas como pueden ser las de A Costa da Morte, que son zonas muy amplias donde el tipo de playa es la de tipo aislado (Fig.20).

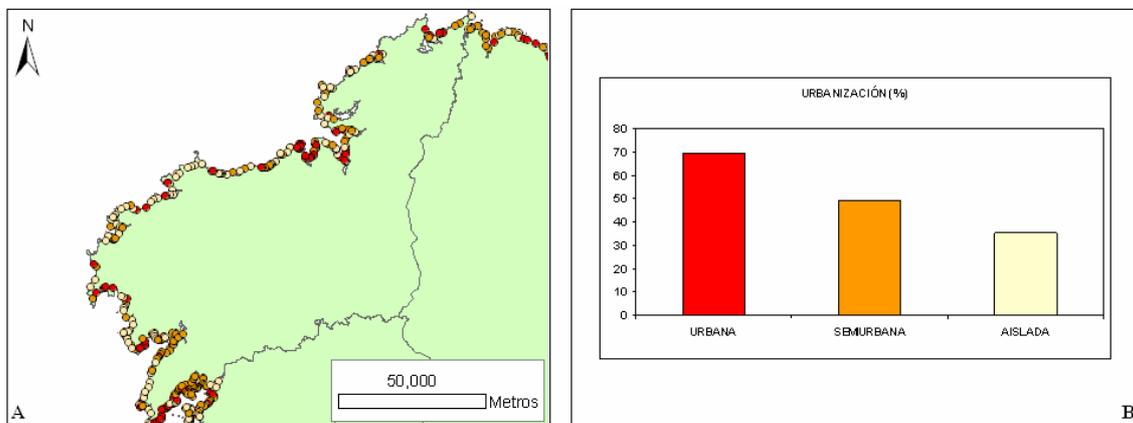


Fig.20 A) Mapa de la provincia de A Coruña donde se muestran las playas según su grado de urbanización. B) Gráfico del porcentaje de las playas urbanas, semiurbanas y aisladas

La provincia de Pontevedra sigue la misma tendencia que A Coruña, presentando un porcentaje más elevado de playas aisladas, 44.6%, seguido del porcentaje de playas semiurbanas, 33.7%, siendo el más bajo el de playas urbanas 21.7% (Fig.21).

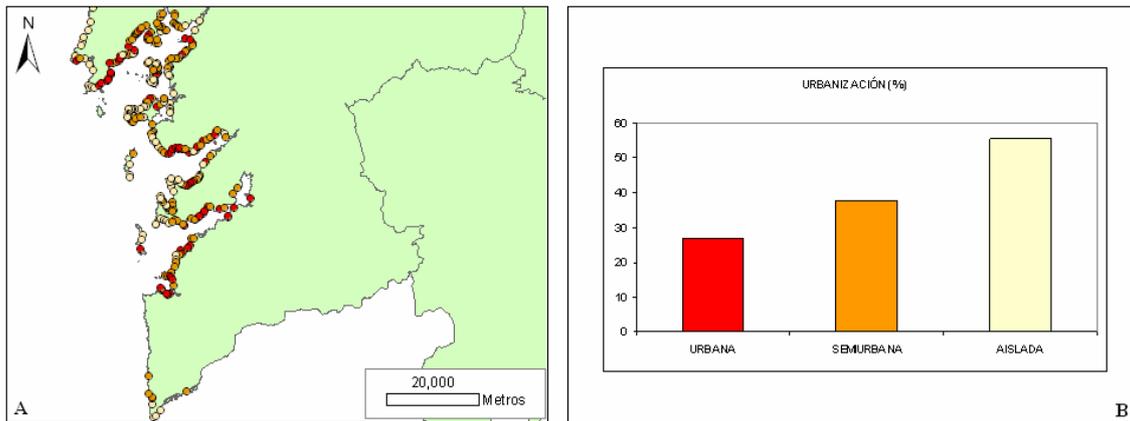


Fig.21. A) Mapa de la provincia de Pontevedra donde se muestran las playas según su grado de urbanización. B) Gráfico del porcentaje de las playas urbanas, semiurbanas y aisladas

Aplicaciones futuras:

Además de un análisis sencillo de los datos como el que se acaba de presentar, la base de datos integrada en el SIG nos permite visualizar aspectos más complejos, haciendo combinaciones con la información integrada. A continuación se muestran algunos ejemplos pero cabe decir que la información está almacenada y de ella pueden surgir otras muchas aplicaciones.

1. Detección de necesidades.

1.1. Analizando los datos se observa que existen 29 playas con condiciones de baño de oleaje moderado y de ocupación elevada que carecen de equipo de salvamento. Esta cifra se eleva a 177 si a las anteriores le sumamos las playas de oleaje moderado o fuerte de ocupación baja o media (Fig.22).

Esta información podría ser de utilizad a la hora de planificar qué playas necesitan equipos de salvamento y establecer prioridades.

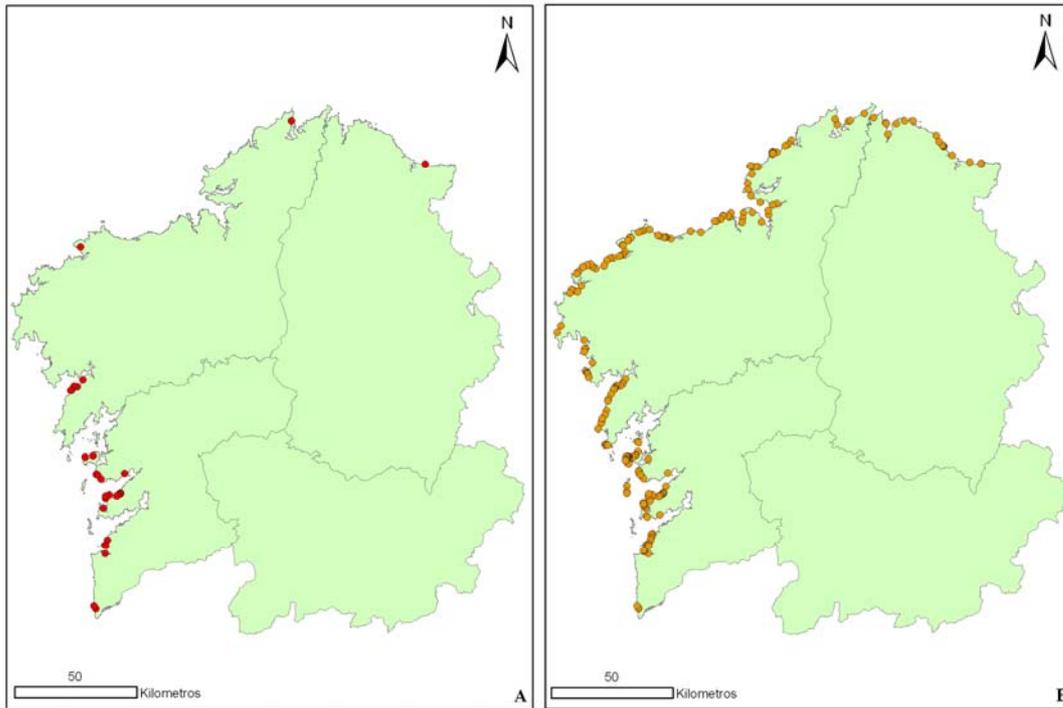


Fig22.A) Playas con condiciones de baño de oleaje moderado y de ocupación elevada que carecen de equipo de salvamento. B) Playas con condiciones de baño de oleaje moderado y de ocupación elevada, media y baja que carecen de equipo de salvamento.

1.2. Otro ejemplo nos muestra la existencia de un gran número de playas que no poseen accesos adaptados a minusválidos y que incluso existe un número relativamente elevado de playas con grado de ocupación elevada que carecen de este servicio (Fig.23).

Esta información podría ser utilizada en la valoración de qué playas necesitarían adaptar sus accesos.

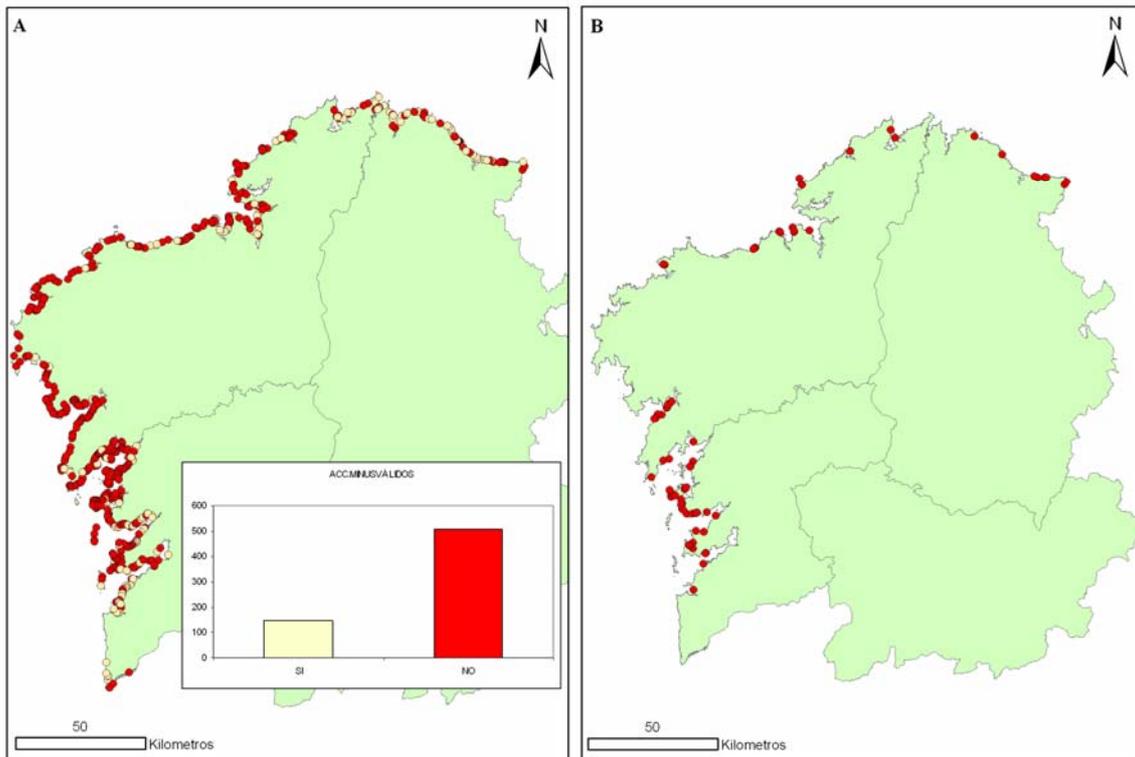


Fig.23. A) Mapa de Galicia en el que se representan las playas según posean o no acceso adaptado a minusválidos. B) Playas de ocupación elevada que no poseen accesos adaptados a minusválidos.

2.Gestión del territorio.

2.1.Analizando los datos observamos que existen 55 playas de ocupación elevada que poseen acceso en automóvil y sin embargo, carecen de aparcamiento (Fig.24)

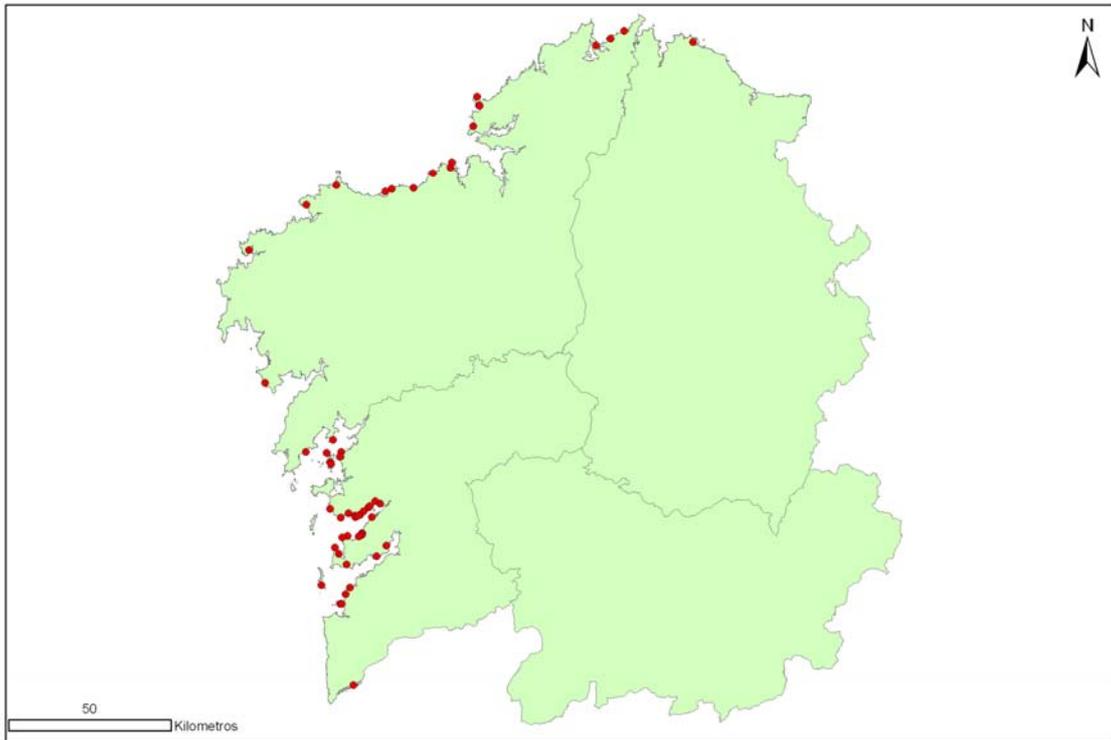


Fig.24. Mapa de Galicia en el que se representan las playas de ocupación elevada que poseen acceso en automóvil y carecen de aparcamiento.

2.2. En otro análisis se observa como un aspecto básico como puede ser la señalización es deficiente en casi la mitad de las playas (Fig.25).

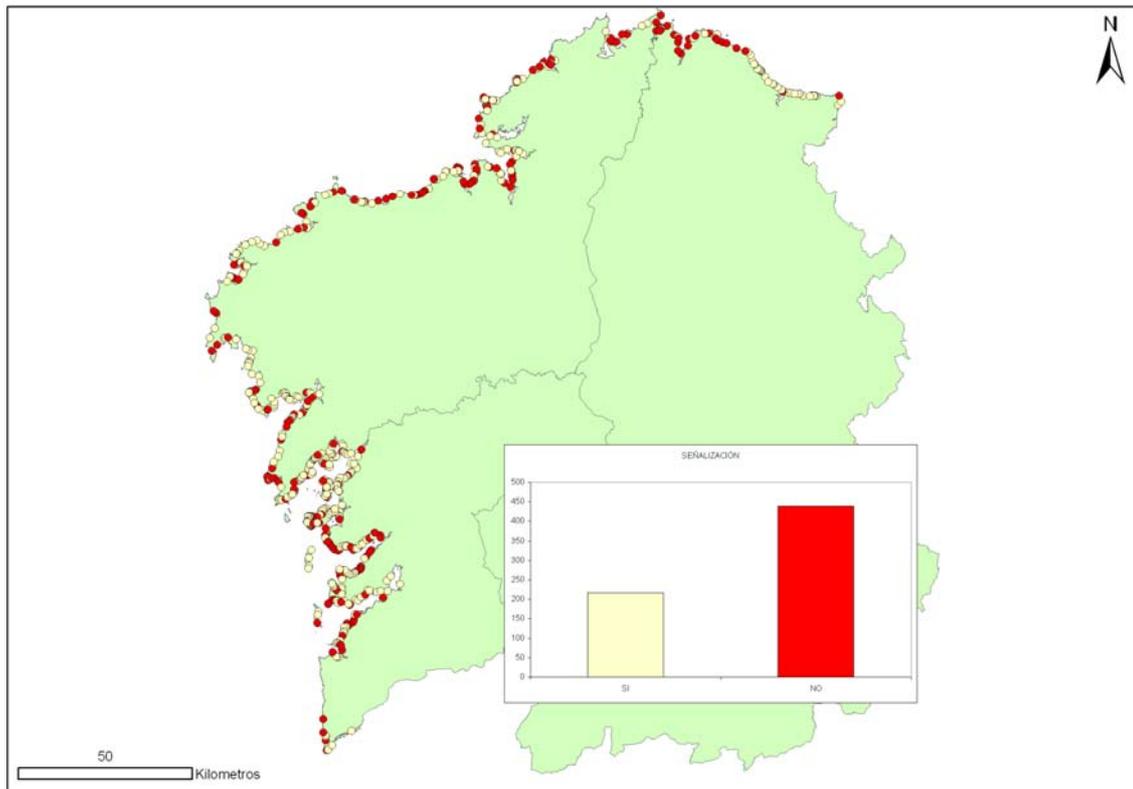


Fig.25. Mapa de Galicia en el que se representan las playas en base a la presencia o ausencia de señalización.

BIBLIOGRAFÍA

Anders, F.J. and Byrnes, M.R.(1991). *Accuracy of shoreline change rates as determined from maps and aerial photographs*. *Shore and Beach*, **59** (1):17–26

Boak, E.H. and Turner, I. L.(2005). *Shoreline Definition and Detection: A Review*. *Journal of Coastal Research*, **21** (4):688-703.

Botsford, L.W., Castilla, J.C. and Peterson, C.H.(1997). *The management of fisheries and marine ecosystems*. *Science*, **5325**:509–515.

Cicin-Sain B. (2006). *Integrated Coastal and Ocean Management*. Island Press.

Crous Bou, A. y Pintó Fusalba, J. (2005). *Análisis de los Cambios Costeros Recientes en el Litoral del Baix Ter (Costa Brava, Girona)*. CD de las Actas del XIX Congresos de Geógrafos Españoles, Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio, Santander.

Crowell, M., Leatherman, S.P., Buckley, M.K.(1991). *Historical shoreline change: error analysis and mapping accuracy*. *Journal of Coastal Research*. **7**(3): 839–852

Dolan, R., Hayden B.P., Heywood J. (1978). *A new photo-grammetric method for determining shoreline erosion*. *Coastal Engineering*. **2**(1): 21–39.

Dolan, R., Hayden B.P., May P., May S.K.(1980). *The reliability of shoreline change measurements from aerial photographs*. *Shore and Beach*. **48**(4): 22–29

Douglas, B.C. and Crowell, M. (2000). *Long-term shoreline position prediction and error propagation*. *Journal of Coastal Reserarch*, **16**(1):145-152

FAO 2006. *El estado mundial de la pesca y acuicultura 2006*. <http://www.fao.org/docrep/009/A0699s/A0699s00.htm>

Freire J. y García-Allut, A. (2000). *Socioeconomical and biological causes of management failures in European artisanal fisheries: the case of Galicia (NW Spain)*. *Mar. Pol.* **24**: 375-384.

GRID/UNEP (1993). *Global resource information database/ United nations educational program*. Asian Institute of Technology, Bangkok, Tailandia.

Henández, L., Ojeda, J., Sánchez, N. & Máyer, P. (2007). *Aproximación al análisis del desplazamiento de las dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)*. Investigaciones recientes (2005-2007) en Geomorfología Litoral. Editores: Lluís Gómez-Pujol y Joan J. Fornós, pag. 107-111. ISBN: 978-84-611-5926-0.

Ji, W., and Mitchell, L. C.(1995). *An analytical model-based decision support GIS for wetland resource management*. Pp-31-47 in J. Lyon and J. McCarthy, eds. *Wetland and Environmental Applications of Geographic Information Systems*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

Leatherman, S.P. (1983). *Historical and projected shoreline mapping*. (San Diego, California), pp: 2902–2910.

Li, R., K. Di, and Ma R. (2001). *A comparative study on shoreline mapping techniques*. 4th International Symposium on Coastal GIS, Halifax, NS, Canada, June 18–20.

Monrad, M. and Triviño Pérez, A. (2001). *Sistemas de Información Geográfica y Modelizaciones Hidrológicas: Una aproximación a las ventajas y dificultades de su aplicación*. Boletín de la AGE. N°31, pp:23-46.

Moore, L.J. (2000). *Shoreline mapping techniques*. *Journal of Coastal Research*. **16**(1):111–124.

Moore, L. J., Ruggiero, P. and List, J. H. (2006). *Comparing Mean High Water and High Water Line Shorelines: Should Proxy-Datum Offset be Incorporated into Shoreline Change Analysis?*. *Journal of Coastal Research*, **22** (4):894-905.

Morton, R. A. (1991). *Accurate Shoreline Mapping: Past, Presente and Future, In Krasus*, N.C. Ed. *Coastal Sediments'91*, ASCE. New York, pp:997-1010.

Niu, X., Ma, R., Ala, T., and Li, R. (2004). *On-site Coastal Decision Making with Wireless Mobile GIS*. In: *Proceedings XXth Congress of the International Society for*

Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS 2004), Istanbul, Turkey, July 12-23, 2004.

Nuevas Aeroguías. El Litoral de Galicia Rías Altas *de Fisterra al Río Miño* (2002) Editorial Planeta S. A.

Nuevas Aeroguías. El Litoral de Galicia Rías Altas *de Ribadeo a Fisterra* (2002) Editorial Planeta S. A.

Overton M.F., Grenier R.R., Judge E.K., Fisher J.S.(1999). *Identification and analysis of coastal erosion hazard areas: Dare and Brunswick Counties, North Carolina*. Journal of Coastal Research, Special Issue **28**:69–84

Pérez, O. M., Telfer, T.C., Beveredge, M. C. M. and Ross, L. G.(2002). *Geographical Information Systems (GIS) as a Simple Tool to Aid Modelling of Particulate Waste Distribution at Marine Fish Cage Sites*. Estuarine, Coastal and Shelf Science **54**: 761-768.

Pikitch, E.K., C. Santora, E. A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil, D.O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, D. Fluharty, B. Heneman, E. D. Houde, J. Link, P. A. Livingston, M. Mangel, M.K. McAllister, J. Pope y K. J. Sainsbury 2004. *Ecosystem-based fishery management*. Science **305**:346-347

Rubec, P.J. (1996). *GIS applications for fisheries: for data base management, data sharing, sampling, analysis, and visualization in support of ecosystem management*. Pp. 157-192, In: P.J. Rubec and J. O’Hop (eds.) GIS Applications For Fisheries And Coastal Resources Management, Gulf States Marine Fisheries Commission Publication N°. 43

Smith, P.T. (1999). *Application of GIS to the Thai shrimp farm survey*. In Smith P.T. (ed.) 1999. Towards Sustainable Shrimp Culture in Thailand and the Region. Proceedings of a workshop held at Hat Yai, Songkhla, Thailand on 28 October – 1 November, 1996. ACIAR Proceeding No. 90. Canberra, Australia.

Stafford, D.B. and Langfelder J. (1971). *Air photo survey of coastal erosion*. Photogrammetric Engineering. **37**(6):565–575

Stockdon H.F., Sallenger A.H., List J.H., Holman R.A. (2002). *Estimation of shoreline position and change using airborne topographic lidar data*. *Journal of Coastal Research*. **18**(3):502–513

Walters C.J. y Martell, S.J.D. (2004). *Fisheries ecology and management*. Princeton University Press

RECURSOS EN INTERNET

Se indica la dirección URL de los recursos citados en el texto y la última fecha de acceso

- (1) <http://webpesca.xunta.es/pescacms/opencms/WebPesca/Sector/Actividades/> último acceso 20.06.2007
- (2) <http://webpesca.xunta.es/pescacms/opencms/WebPesca/Sector/Datos/> último acceso 20.06.2007
- (3) <http://maps.google.com> último acceso 14.08.2007
- (4) <http://earth.google.com> último acceso 14.08.2007
- (5) <http://maps.live.com/> último acceso 14.08.2007
- (6) <http://maps.yahoo.com/> último acceso 14.08.2007
- (7) [http:// www.sigte.udg.es](http://www.sigte.udg.es) último acceso 14.08.2007
- (8) [http:// www.udg.edu.depghha/](http://www.udg.edu.depghha/) último acceso 14.08.2007
- (9) [http:// www.unigis.es](http://www.unigis.es) último acceso 14.08.2007
- (10) <http://departamentos.unican.es/digteg/> último acceso 14.08.2007
- (11) <http://departamentos.unican.es/geourb/> último acceso 14.08.2007
- (12) [http:// www.citimac.unican.es/](http://www.citimac.unican.es/) último acceso 14.08.2007
- (13) [http:// www.geogra.uah.es](http://www.geogra.uah.es) último acceso 14.08.2007
- (14) [http:// www.geogra.uah.es/teledeteccion-ambiental/](http://www.geogra.uah.es/teledeteccion-ambiental/) último acceso 14.08.2007
- (15) [http:// www.usal.es](http://www.usal.es) último acceso 14.08.2007
- (16) [http:// www.stig.usal.es](http://www.stig.usal.es) último acceso 14.08.2007
- (17) <http://www.geografia.us.es> último acceso 14.08.2007
- (18) http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/ORGANOS_COLEGIADOS/CSG/ último acceso 20.06.2007
- (19) http://www.ideo.es/show.do?to=pideep_pidee.ES último acceso 20.06.2007

- (20) <http://www.gvsig.gva.es> último acceso 20.06.2007
- (21) http://www.idee.es/show.do?to=pideep_ambito_regional.ES último acceso 14.08.2007
- (22) <http://mediorural.xunta.es/fogga/sixpac/index.php>. último acceso 14.08..2007
- (23) <http://www.tragsatec.es/> último acceso 14.08.2007
- (24) <http://www.cesga.es/index.php> último acceso 14.08.2007
- (25) <http://www.tgis.uvigo.es/Lineas.html> último acceso 20.06.2007
- (26) <http://www.recursosmarinos.net> último acceso último acceso 14.08.2007
- (27) <http://www.gisdevelopment.net/application/nrm/coastal/mnm/nrmmm005.htm>
último acceso 14.08.2007
- (28) <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/usr/lalaboral/departamentos/Sociales/Archivos/La%20cartografía%20síntesis%20histórica.pdf> último acceso 14.08.2007
- (29) <http://www.mardelira.net> último acceso 14.08.2007
- (30) <http://www.mma.es> último acceso 14.08.2007

ANEXO

1. ESTRUCTURAS ARTIFICIALES

Las estructuras artificiales son la mayor fuente de cambio estructural de la zona costera, por lo que es importante añadirlas en el trazado.

1.1. Cuando existan estructuras artificiales, fijas y no flotantes, se continúa la línea de costa basándonos en las mismas (Fig.1).



Fig. 1. Detalle del Puerto de Vigo

1.2. Los pantalanes, a pesar de ser estructuras flotantes, fueron incluidos en el trazado (Fig.2).



Fig. 2. A) Detalle de los pantalanes del Puerto de Sada. B) Detalle de los pantalanes del Puerto de A Coruña.

1.3. Cuando existe una estructura artificial y una zona de relleno arenosa, con una dinámica similar a la de una playa, la línea se traza siguiendo los criterios de zonas arenosas (Fig.3).



Fig. 3. Detalle de una zona de costa en el municipio de Moaña (Pontevedra)

1.4. Cuando existe una estructura artificial y una zona de relleno arenosa, y el límite húmedo/seco no se aprecia con claridad, la línea de trazado discurre a lo largo de la estructura artificial (Fig.4).



Fig. 4. Detalle de una zona de costa en el municipio de Moaña (Pontevedra)

1.5. Cuando existe una estructura artificial y una zona de relleno rocoso, si se diferencia la línea de marea se emplea ésta para continuar el trazado, en caso contrario se sigue el contorno de la estructura artificial (Fig.5).

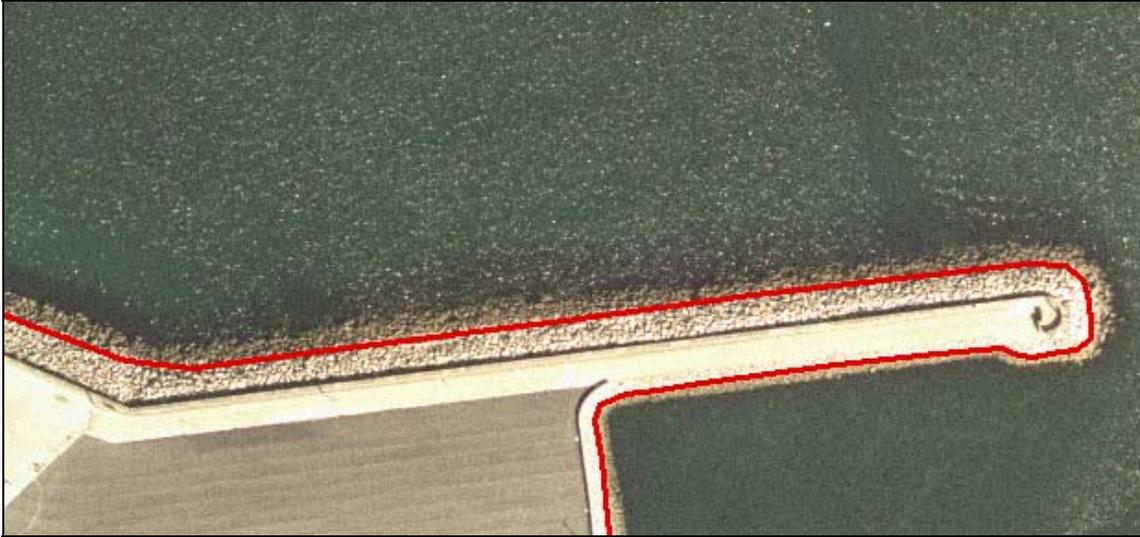


Fig. 5. Detalle del dique del puerto de Sada (A Coruña)

1.6. En las estructuras artificiales que no afectan al recorrido de subida y bajada de la marea (puentes, por ejemplo), el trazado continúa obviando estas estructuras (Fig.6).



Fig. 6. Puente de unión entre el municipio de Vilanova de Arousa y la Illa de Arousa.

1.7. En las rampas de los puertos, si la situación es de marea alta se sigue la línea de agua, si la marea está baja, se sigue el trazado por la línea que define el límite húmedo/seco (Fig.7).



Fig. 7. Detalle de algunas rampas en A Pobra do Caramiñal (A Coruña)

2.ACANTILADOS Y ZONAS ROCOSAS

Podemos dividir las zonas de sustrato rocoso que nos encontramos a lo largo de la costa en dos tipos, en función de su perpendicularidad en: acantilados y zonas rocosas.

2.1. En los acantilados asumimos verticalidad y por lo tanto diferencias mareales nulas o casi nulas. Por esta razón, el trazado se realiza siguiendo la línea de agua (Fig.8).

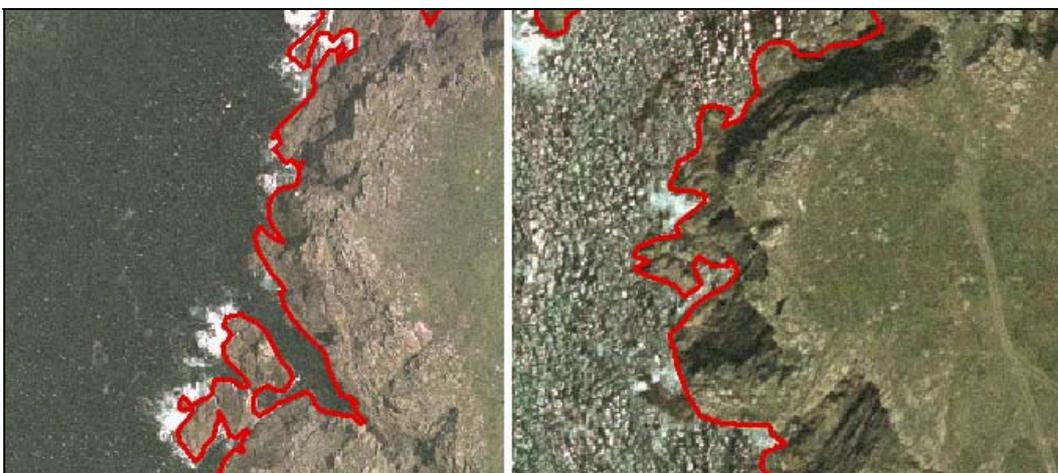


Fig. 8. Detalle de acantilados en el municipio de Fisterra (A Coruña)

2.2. En las zonas rocosas, donde la verticalidad sea menor, se sigue la línea de la última marea alta (Fig.9).



Fig. 9. A) Detalle de una zona rocosa en el municipio de Muxía (A Coruña). B) Detalle de una zona rocosa en el municipio de Camariñas (A Coruña).

2.3. En las zonas rocosas, cuando la línea de la última marea alta no sea lo suficientemente visible, el trazado seguirá por la línea de agua (Fig.10).



Fig. 10. Detalle de zona rocosa en el municipio de Laxe (A Coruña)

2.4. En los casos donde la línea de agua o de marea no sea visible se sigue el límite terrestre (Fig.11).



Fig. 11. Detalle de una zona de acantilado en el municipio de Cedeira (A Coruña).

2.5. Siempre que exista alguna duda en el seguimiento de la línea de marea alta y que no pertenezca a ninguno de los casos anteriores, se sigue el trazado por la línea de agua.

2.6. Cuando una zona rocosa está separada del continente por un canal de agua, se digitaliza como parte de la costa, siempre y cuando este canal no supere una anchura de 5 m. En caso contrario este tramo se considera como isla o islote (Fig.12 y 13).



Fig. 12. Detalle de una zona de costa en el municipio de Cangas (Pontevedra) en donde el canal que separa el islote de la zona terrestre es menor a 5 m.

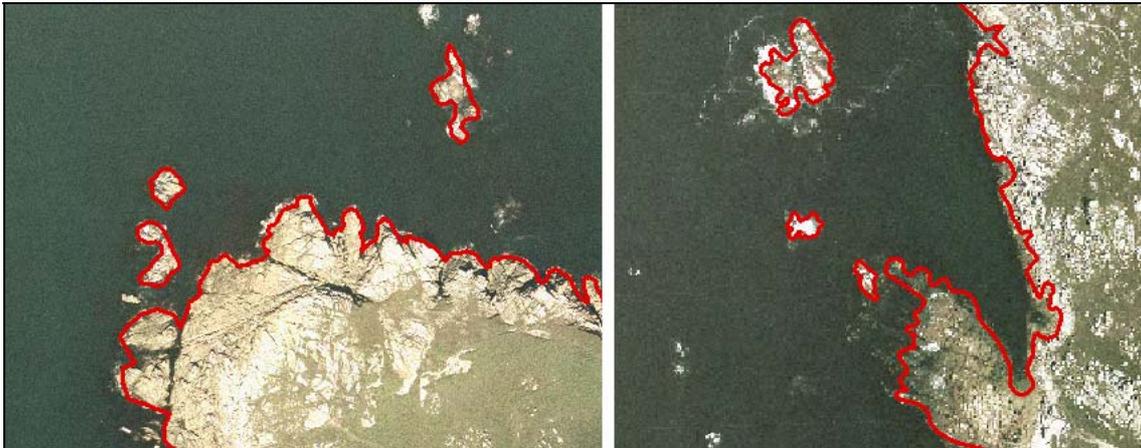


Fig. 13. Detalle de la línea de costa en los municipios de Cangas (Pontevedra) y Ribeira (A Coruña) donde el canal que separa las islas del continente supera los 5m.

3.MARISMAS Y LAGUNAS COSTERAS

La morfología de las marismas y lagunas varía estacionalmente, y se puede ver altamente alterada por variaciones climáticas. Como criterio general pretendemos que estas variaciones no afecten al trazado de la línea de costa, para lo cual obviaremos los canales de las marismas y intentaremos seguir siempre el límite más estable guiados por la vegetación.

3.1.En las zonas de marisma trazamos la línea siguiendo el límite de vegetación permanente no inundable (Fig.14).



Fig. 14. A) Detalle de la marisma de Corrubedo. B) Detalle de la marisma de Carnota.

4.PLAYAS Y ZONAS ARENOSAS

A lo largo de la costa gallega, los acantilados y las zonas rocosas se intercalan con grandes playas y pequeñas zonas arenosas. Este tipo de sustrato, a diferencia del rocoso, facilita la detección de la línea de la última marea alta, debido al cambio de coloración que presenta la arena durante la bajada de la marea.

4.1.En general, en las zonas arenosas el trazado de la línea de costa discurre por la línea de la última marea alta, la línea de transición entre la arena húmeda y la seca (Fig.15).



Fig. 15. Detalle de la playa de A Lanzada (O Grove).

4.2.Es importante tener en cuenta que a veces en las playas existen aportes de agua terrestre que pueden confundir la línea de marea alta. En estos casos se intenta seguir lo más fielmente el límite húmedo/seco debido a la marea y obviar las modificaciones que provoca en ella el aporte de agua terrestre (Fig.16).



Fig. 16. Aporte de agua terrestre en Playa América (Nigrán).

4.3. Del mismo modo que sucedía en las zonas rocosas, si en una zona arenosa se nos hace imposible distinguir la línea de la última marea alta, seguiremos el trazado por la línea de agua (Fig.17).



Fig. 17. Detalle de la playa de Fogareiro (Muros).

5. ISLAS

La costa gallega se caracteriza, además de por su naturaleza escarpada, por la cantidad de islas, islotes y bajos que se distribuyen en los primeros kilómetros hacia mar adentro.

La tarea de digitalizar todas las islas (o piedras) sería inabordable desde un punto de vista práctico. Por esto se definió una longitud mínima de 15 m para la mayor diagonal de la isla, obviando los islotes y bajos de un tamaño menor.

5.1. Para todas aquellas islas que superan los 15 m en alguna de sus diagonales, se siguen los criterios de trazado de la línea de costa, definidos anteriormente, correspondientes al tipo de sustrato (roca, arena, etc.) (Fig.18).

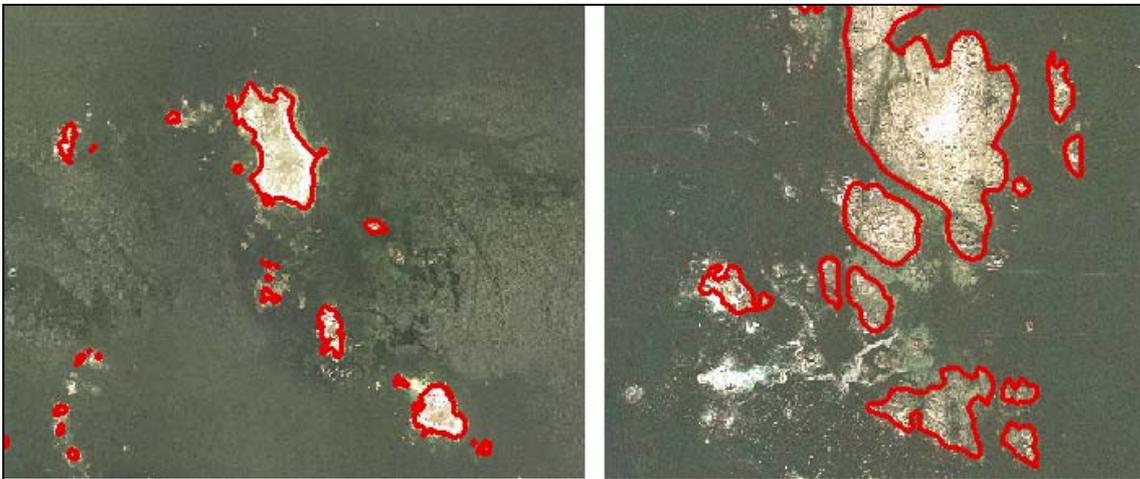


Fig. 18. Detalle de islas mayores de 15m del litoral gallego.

6. RÍOS

6.1 Los criterios biológicos y administrativos consideran que el límite terrestre de los “estuarios” está allí donde la marea ya no se deje notar, pero para un trabajo de digitalización este criterio es difícilmente aplicable. Por esta razón se escogió un criterio de altitud (que a su vez condiciona el criterio anterior) en base a un modelo digital de terreno de 50 m proporcionado por el SITGA: el trazado de la línea de costa se extendió río arriba hasta donde la altitud en la línea de ribera fuese menor de 4 metros (Fig.19).



Fig.19. A) Detalle del Río Lárez . B) Detalle del Río Ulla.

7.CASOS PARTICULARES

Aunque intentamos definir unos criterios lo suficientemente detallados que pudiesen cubrir cualquier caso que se pudiese presentar a lo largo de la costa gallega, en el trazado de la línea de costa surgieron casos particulares no previstos. Estos fueron:

7.1.A veces existe dificultad para diferenciar la línea de marea alta o incluso la línea de agua debido a una densa vegetación cercana a la costa. Las copas de los árboles eliminan toda visibilidad. En este caso se intenta continuar con el trazado de la forma más coherente posible, obviando las copas de dos árboles (Fig.20).



Fig. 20. Detalle de una zona de costa en el municipio de Redondela (Pontevedra).

7.2.A lo largo de la costa se encuentran a veces construcciones “curiosas”. En el ejemplo podemos observar lo que parecen restos de una antigua salina. En estos casos, y dado que nuestra línea de costa no pretende ser un límite de navegabilidad, ignoraremos esta construcción por estar sobre zona naturalmente sumergida (Fig.21).



Fig. 21. Detalle de una antigua construcción en el municipio de A Guarda (Pontevedra).

