



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Estudio de vulnerabilidad de la Ría de Pontevedra mediante
análisis SIG*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Javier Falcón Rodríguez-Guerra

DIRECTORES: Mercedes Solla Carracelas

CURSO ACADÉMICO: 2016-2017

UniversidadeVigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Estudio de vulnerabilidad de la Ría de Pontevedra mediante
análisis SIG*

Grado en Ingeniería Mecánica
Intensificación en Tecnología Naval
Infantería de Marina

Universida_{de}Vigo

RESUMEN

Con este Trabajo Fin de Grado se pretende hacer un análisis de vulnerabilidad de la Ría de Pontevedra mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). La vulnerabilidad es aquello que propicia el origen de la destrucción por desastres naturales y otros fenómenos como la inestabilidad económica de un país, la fragmentación social y la incapacidad de defensa de la población ante diferentes peligros; para combatirla, se hace necesario analizar sus posibles causas, así como las consecuencias que se puedan derivar, con el objetivo de prevenir el riesgo.

Para llevar a cabo el estudio de vulnerabilidad se consideran los siguientes usos del suelo: estuarios, lagunas costeras, marismas, playas y dunas, zonas llanas intermareales y zonas portuarias. A partir de análisis geoespacial con la herramienta gvSIG, se obtendrán las zonas que, cumpliendo los usos del suelo seleccionados, intersecten con la línea de costa de la Ría de Pontevedra. Finalmente, obtendremos un mapa de las zonas afectadas y se calculará la densidad poblacional de las mismas, lo que permitirá estimar el intervalo de personas vulnerables ante una posible catástrofe. Este estudio de vulnerabilidad se hará para los años 1990, 2000, 2006 y 2012, para los que se cuenta con datos de usos del suelo según el proyecto "*Corine Land Cover*". Esta comparativa permitirá identificar aquellas variaciones y cambios que se han producido a lo largo del tiempo, aportando así información que pueda resultar de utilidad a la hora de elaborar protocolos de actuación encaminados a preservar y mantener la Ría de Pontevedra y poder minimizar los daños en caso de catástrofe.

En este trabajo además, para complementar los resultados hallados del estudio de vulnerabilidad, se tendrán en cuenta aspectos de ocupación de usos del suelo, cobertura forestal, espacios naturales protegidos, aspectos hídricos, infraestructuras viarias y población; todos estos datos se analizarán en un período de 25 años con el fin de detectar las causas y variaciones que han tenido lugar en aquellas zonas críticas desde un punto de vista tanto socio-económico como medioambiental.

PALABRAS CLAVE

Vulnerabilidad, SIG, análisis del terreno, aspectos medioambientales, población.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quería dar las gracias a mi profesora Doña Mercedes Solla Carracelas, por su infinita paciencia, disposición y dedicación al presente trabajo.

Por otra parte, agradecer también a mi familia, mis padres por su incansable apoyo, y en especial a mi hermana que me levantó el ánimo durante incontables conversaciones telefónicas.

CONTENIDO

Contenido.....	1
Índice de Figuras.....	3
Índice de Tablas	6
1 Introducción y objetivos	7
1.1 Justificación	7
1.2 Objetivos.....	9
1.2.1 Objetivos generales	9
1.2.2 Objetivos específicos.....	9
2 Estado del arte.....	11
2.1 Análisis de vulnerabilidad	11
2.1.1 Concepto de vulnerabilidad.....	12
2.1.2 Tipos de vulnerabilidad	15
2.2 Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	16
2.2.1 Concepto de SIG	16
2.2.2 Modelos SIG.....	18
2.2.3 Aplicaciones SIG.....	19
2.3 Los SIG aplicados a desastres naturales	20
3 Desarrollo del TFG	23
3.1 Fuentes de datos geográficos	23
3.2 Análisis de la zona de estudio.....	27
3.2.1 Ubicación geográfica de la ría de Pontevedra	27
3.3 Análisis evolutivo de la Ría de Pontevedra	28
3.3.1 Aspectos medioambientales	29
3.3.2 Infraestructura viaria	41
3.3.3 Aspectos poblacionales	42
3.4 Desarrollo de la práctica de vulnerabilidad	45
4 Resultados y discusión general	59
4.1 Resultados práctica vulnerabilidad	59
4.2 Discusión general de los resultados	62
5 Conclusiones y líneas futuras	65
5.1 Conclusión	65
5.2 Líneas futuras.....	66
6 Bibliografía	67

Anexo I: habitantes por núcleos de población	69
Anexo II: mapas de zonas vulnerables en la Ría de Pontevedra.....	77
Anexo III: Mapas de índice de vulnerabilidad ecológica y socioeconómica.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Parámetros que influyen en la vulnerabilidad [8].....	12
Figura 2-2 Factores presentes en la vulnerabilidad [8]	12
Figura 2-3 Conjunto de capas temáticas [15].....	16
Figura 2-4 Información geográfica y espacial para la capa de Provincias de la Comunidad Autónoma de Galicia	17
Figura 2-5 Tabla de atributos asociada a la capa de Provincias de la Comunidad Autónoma de Galicia.....	17
Figura 2-6 Representación vectorial [15].....	18
Figura 2-7 Representación ráster [15].....	18
Figura 3-1 Geoportal IDEE [18]	23
Figura 3-2 <i>Corine Land Cover</i> [19]	24
Figura 3-3 Inventario Forestal Nacional (IFN) [21].....	24
Figura 3-4 Acceso al catálogo de descarga de datos del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente [21].....	25
Figura 3-5 Catálogo de productos del IGN [19].....	25
Figura 3-6 Portal IGE [22]	26
Figura 3-7 Resultados detallados sobre estadísticas de la población [22]	26
Figura 3-8 Localización de la Comunidad Autónoma de Galicia en la Península Ibérica y de la Ría de Pontevedra en la Comunidad Autónoma de Galicia [23]	27
Figura 3-9 Localización geográfica de la Ría de Pontevedra [24]	27
Figura 3-10 Municipios que lindan la Ría de Pontevedra	28
Figura 3-11 Parroquias que limitan la Ría de Pontevedra	28
Figura 3-12 Usos del suelo que bordean la Ría de Pontevedra en el año 1990.....	29
Figura 3-13 Usos del suelo que bordean la ría de Pontevedra correspondiente al año 2012	29
Figura 3-14 Segundo Informe Forestal Nacional	30
Figura 3-15 Tercer Informe Forestal Nacional. Especies 1.....	31
Figura 3-16 Tercer Informe Forestal Nacional. Especies 2.....	31
Figura 3-17 Tercer Informe Forestal Nacional. Especies 3.....	32
Figura 3-18 Cuarto Informe Forestal Nacional. Especies 1	32
Figura 3-19 Cuarto Informe Forestal Nacional. Especies 2	33
Figura 3-20 Cuarto Informe Forestal Nacional. Especies 3	33
Figura 3-21 Inventario de zonas húmedas en los municipios que rodean la Ría de Pontevedra [21]	35
Figura 3-22 Espacios naturales incluidos en la Red Natura 2000	35
Figura 3-23 Área dividida por ríos diferenciados por su tipo de corriente	36
Figura 3-24 Área dividida por cuencas hidrográficas de distinto orden	37

Figura 3-25 Zona intermareal asociada a las diferentes parroquias que comprende.....	37
Figura 3-26 Lagos interiores asociados a sus parroquias correspondientes.....	37
Figura 3-27 Diferentes regos que rodean la Ría de Pontevedra.....	38
Figura 3-28 Áreas con potencial significativo de inundación.....	38
Figura 3-29 Riesgo de inundación por el mar para T=10 años	39
Figura 3-30 Riesgo de inundación por el mar para T=100 años	39
Figura 3-31 Riesgo de inundación por el mar para T=500 años	40
Figura 3-32 Infraestructura viaria correspondiente al año 1984	41
Figura 3-33 Infraestructura viaria correspondiente al año 2006	41
Figura 3-34 Infraestructura viaria correspondiente al año 2011	42
Figura 3-35 Núcleos de población de los municipios que bordean la Ría de Pontevedra	43
Figura 3-36 Propiedades de la vista y proyección cartográfica.....	45
Figura 3-37 Campo de clasificación de la capa Provincias empleada en la práctica	46
Figura 3-38 Filtro de tabla en la capa de usos del suelo.....	46
Figura 3-39 Atributos que se han filtrado de la capa de usos del suelo	47
Figura 3-40 Provincia de Pontevedra con los atributos seleccionados de la capa de usos del suelo	47
Figura 3-41 Línea de costa de la Ría de Pontevedra	48
Figura 3-42 Enlace espacial para intersectar usos del suelo con la línea de costa de Pontevedra	48
Figura 3-43 Función para agrupar los elementos adyacentes a la Ría de Pontevedra.....	49
Figura 3-44 Tabla de atributos con un filtrado de los objetos adyacentes a la ría	49
Figura 3-45 Visualización geográfica de los atributos antes del filtrado	50
Figura 3-46 Visualización geográfica de los atributos después del filtrado.....	50
Figura 3-47 Capa de parroquias identificando en amarillo las adyacentes a la Ría de Pontevedra	51
Figura 3-48 Visualización geográfica de las parroquias adyacentes después del filtrado	51
Figura 3-49 Enlace especial entre espacios naturales con la línea de costa antes del filtrado.....	51
Figura 3-50 Enlace especial entre espacios naturales con la línea de costa después del filtrado.....	52
Figura 3-51 Unión de capas riacorine.shp y rianatura.shp	52
Figura 3-52 Visualización geográfica de la capa corinenatura.shp.....	52
Figura 3-53 Intersección capa corinenatura.shp con la capa riaparro.shp	53
Figura 3-54 Visualización geográfica de la intersección capa corinenatura.shp con riaparro.shp.....	53
Figura 3-55 Función "dissolver" para agrupar las zonas vulnerables.....	54
Figura 3-56 Zonas vulnerables agrupadas por polígonos de la misma parroquia	54
Figura 3-57 Procedimiento para modificar la estructura de la tabla de atributos.....	55
Figura 3-58 Filtro de tabla en los campos área y coeficiente de circularidad	55
Figura 3-59 Visualización geográfica en amarillo de las zonas que permanecen después del filtrado	55

Figura 3-60 Unión de la tabla de población con la tabla de las zonas vulnerables	56
Figura 3-61 Tabla de atributos incluyendo área vulnerable, superficie de parroquias afectadas y censo de población de cada parroquia para ese año de estudio	56
Figura 3-62 Tabla de atributos con la densidad poblacional de las zonas vulnerables resultado del estudio.....	57
Figura 3-63 División de la capa resultante en cinco intervalos bien diferenciados según el valor de densidad poblacional calculado para cada zona vulnerable	57
Figura 3-64 Visualización de la capa resultante en intervalos de vulnerabilidad y con etiquetas de las zonas vulnerables	58
Figura 4-1 Mapa de zonas vulnerables con el número de población que estaría afectada para el año 1990	59
Figura 4-2 Lista de parroquias ordenadas según la cantidad de población afectada.....	59
Figura 4-3 Mapa de zonas vulnerables con el número de población que estaría afectada para el año 2000	60
Figura 4-4 Lista de parroquias ordenadas según la cantidad de población afectada.....	60
Figura 4-5 Mapa de zonas vulnerables con el número de población que estaría afectada para el año 2006	61
Figura 4-6 Lista de parroquias ordenadas según la cantidad de población afectada.....	61
Figura 4-7 Mapa de zonas vulnerables con el número de población que estaría afectada para el año 2012	61
Figura 4-8 Lista de parroquias ordenadas según la cantidad de población afectada.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Clasificación de los distintos tipos de desastres [4]	14
Tabla 2-2 Componentes del riesgo de desastre [4]	14
Tabla 2-3 Características de representación cartográfica mediante análisis analógico y digital [15]	17
Tabla 2-4 Ventajas e inconvenientes de los modelos ráster y vectorial [15].....	19
Tabla 3-1 Leyenda y superficie de los distintos usos del suelo correspondientes al año 1990	29
Tabla 3-2 Leyenda y superficie de los distintos usos del suelo correspondientes al año 2012	30
Tabla 3-3 Superficie que ocupan cada uno de los tipos de especies.....	31
Tabla 3-4 Superficie que ocupan cada uno de los tipos de especies.....	32
Tabla 3-5 Superficie que ocupan cada uno de los tipos de especies.....	33
Tabla 3-6 Cifras de población de cada municipio que rodea la Ría de Pontevedra.....	43
Tabla 3-7 Número de población de las diferentes parroquias que lindan con la Ría de Pontevedra..	44
Tabla A1-1 Cifras de población correspondiente a cada núcleo de las parroquias que integran el área de estudio.....	76

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Justificación

La vulnerabilidad siempre ha sido un tema de especial interés en la sociedad en la que vivimos, ya que no sólo aparece cuando numerosas regiones del mundo sufren desastres naturales y se estudia cuál es el detonante de los principales daños, sino que también está interrelacionado con muchos fenómenos que nos rodean como la inestabilidad económica de un país, la fragmentación social y la incapacidad de defensa de la población ante los diferentes riesgos. La vulnerabilidad es, por tanto, aquello que propicia el origen de una destrucción y, para combatirla, hay que llevar a cabo un profundo análisis y la planificación de un sistema de prevención de riesgos.

Junto con el concepto de vulnerabilidad, es necesario tener en cuenta varios conceptos que generan cierta confusión debido a que comparten similitud en su significado. Entre ellos se encuentran el peligro, la amenaza y el riesgo. El primero es capaz de causar grandes pérdidas donde se produzca. Por otro lado, cuando hablamos de “amenaza” nos referimos a un término más amplio y que pone de manifiesto una fuente de peligro o una forma de daño potencial. Por último, entendemos por “riesgo” la probabilidad de que un hecho ocurra [1]. Con respecto al concepto de riesgo, podemos definir dos posturas; la primera defiende que el medio ambiente es una amenaza para la vida humana, en cambio, la segunda argumenta que el hombre es la amenaza principal para el medio ambiente. A pesar de esto, en ambos casos existe vulnerabilidad tanto en el medio ambiente como en la sociedad humana.

A menudo encontramos organismos de planificación que intentan reducir la vulnerabilidad a través de conocimientos adquiridos y datos básicos proporcionados en forma de mapas y estadísticas. Sin embargo, la cantidad de información necesaria para emprender la mitigación de riesgos naturales sobrepasa la capacidad de las técnicas manuales y nos vemos obligados a hacer uso de técnicas computarizadas. Debido a estos motivos, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se hacen esenciales en los estudios de vulnerabilidad, actuando como una herramienta sistemática en la que se recolectan, organizan, analizan y presentan los datos. El usuario determina los parámetros y aspectos medioambientales y/o socio-económicos que le interesa tener en cuenta a la hora de realizar un análisis de vulnerabilidad, y esto lo hace en función del grado de afectación a la seguridad de las instalaciones y del propio personal. Cabe destacar también que el SIG dispone, teóricamente, de una capacidad de almacenamiento de información ilimitada, por lo que pueden compilarse grandes volúmenes de datos de forma ordenada y trazar un mapa que muestre las relaciones espaciales de los distintos atributos; por ejemplo, zonas con antecedentes de desastres naturales, regiones con numerosos recursos naturales y socio-económicos, distintos usos del suelo, etc., de forma que ayude a la evaluación del impacto derivado además de diseñar e implementar medidas dirigidas a la mitigación de los daños. Asimismo, el empleo de los SIG facilita la toma de decisiones y mejora la coordinación entre organismos.

Toda la información que debe ser incluida en un SIG para el manejo de riesgos se determina de acuerdo al nivel de aplicación (nacional, regional o local) y a la finalidad de su utilización. Encontramos por tanto aplicación en evaluación de amenazas, evaluación de vulnerabilidad, preparación de respuestas ante posibles desastres u orientada a la reconstrucción después de un desastre. Por lo general existen tres categorías generales de información [2]:

- Información sobre amenazas naturales, que señala su ubicación junto a los efectos que acarrearán. Dicha información debe ir complementada con la severidad, frecuencia y probabilidad de ocurrencia de dicho evento.
- Información sobre ecosistemas naturales, que proporciona la base para estimar el efecto que pueden tener los eventos naturales sobre los bienes o servicios, además de especificar los factores o condiciones que crean, modifican, aceleran y/o retardan la ocurrencia de un fenómeno natural. A este grupo pertenecen la pendiente y estabilidad del terreno, el caudal de los ríos, erupciones volcánicas, y otros muchos más.
- Información sobre la población e infraestructuras, que representa la base para cuantificar el impacto natural que generaría sobre las actividades planeadas. A través de esta información se llevan a cabo evaluaciones de vulnerabilidad acompañadas de procedimientos de respuesta con el fin de disminuir los daños de un posible desastre.

En este Trabajo Fin de Grado (en adelante TFG), se pretende hacer un análisis profundo de la vulnerabilidad a la que está sometida la Ría de Pontevedra, la cual se puede ver afectada por:

1. Desastres naturales procedentes de fenómenos naturales.
2. Desastres antrópicos o sociales, porque el daño lo ocasiona el hombre o la sociedad.

En la Ría de Pontevedra se llevan a cabo numerosas actividades encaminadas al adiestramiento de los futuros Oficiales de la Armada que estudian en la Escuela Naval Militar (ENM), a la entrada de la ría. Destacan las salidas de los alumnos de cuerpo general en lanchas de Instrucción y los desembarcos efectuados por los alumnos de Infantería de Marina en la Isla de Tambo y en otros diferentes lugares, que ayudan a poner en práctica lo aprendido en asignaturas militares como “Operaciones Anfibias” y que ponen de manifiesto el lema y la principal diferencia de esta unidad militar con respecto a otras “Valientes por tierra y por mar”. La ENM puede suponer, por tanto, riesgos medioambientales o poblacionales asociados al movimiento de flota (buques, submarinos, unidades especiales de desembarco, etc.). Estas razones son, básicamente, las que me han motivado suficientemente para apreciar esta comarca e intentar protegerla desde un punto de vista medioambiental. En definitiva, se pretende evaluar mediante análisis espacial en SIG las parroquias situadas en los márgenes de la ría más vulnerables desde un punto de vista medioambiental y socio-económico.

Para el estudio de vulnerabilidad propiamente dicho, se utilizará un SIG de acceso libre, en concreto el gvSIG, que, a través de un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados, permite facilitar la manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos para resolver problemas complejos de planificación y gestión de los datos tratados.

En este estudio se tendrán en cuenta aspectos medioambientales que influyen en las parroquias y núcleos de población lindantes con la línea de costa de la ría, así como la ocupación y usos del suelo, biodiversidad, infraestructuras viarias en la zona y número de habitantes. Respecto a la biodiversidad de la zona, se han valorado recursos hídricos y zonas húmedas que tienen mayor probabilidad de ocurrencia de una inundación, presencia de espacios naturales protegidos y aprovechamiento forestal en la zona de estudio. Atendiendo a estos aspectos, se hará un análisis de evolución de la zona de estudio en las últimas décadas. No se podría dejar fuera del análisis la influencia de la población en la zona; debido a esto, se ha observado la evolución del número de habitantes en el área de estudio desde el año 1980 hasta la actualidad, explicando el cambio poblacional producido por la emigración que ha habido

en los últimos años a las grandes ciudades. Finalmente, se llevará a cabo un análisis geoespacial en SIG que permita identificar y priorizar, en caso de catástrofe, zonas susceptibles de vulnerabilidad atendiendo a criterios tanto socio-económicos (p. ej. densidad poblacional afectada) como medioambientales (p. ej. espacios naturales que se verían alterados).

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivos generales*

Los objetivos generales de este TFG no son otros que, determinar las distintas zonas de vulnerabilidad socio-económica y medioambiental en la Ría de Pontevedra haciendo uso de herramientas de geoprocésamiento SIG.

Para ello, se tendrán en cuenta aspectos de ocupación de usos del suelo, cobertura forestal, espacios naturales protegidos, aspectos hídricos, infraestructuras viarias y población. Estos parámetros, nos proporcionarán información sobre los acontecimientos que han tenido lugar en nuestra zona de estudio, de forma que nos permita estimar las causas por las que varias zonas resultan vulnerables ante fenómenos naturales; posteriormente se contrastarán con los resultados de la práctica de vulnerabilidad.

Finalmente, se llevará a cabo un estudio de vulnerabilidad propiamente dicho, teniendo en cuenta los aspectos que se han determinado más influyentes en la economía y ecología de la zona. Este estudio se hace para los años 1990, 2000, 2006 y 2012, de los que se dispone de datos de usos del suelo según el proyecto “*Corine Land Cover*”. Se tendrán en cuenta también datos de población censada que, unida a la superficie afectada según el SIG, podrá dar una estimación de la densidad poblacional que se vería afectada ante una catástrofe en la Ría de Pontevedra. Para mayor fiabilidad del estudio, se realiza el análisis para los cuatro años anteriores, comprendiendo un período de 22 años, de manera que se pueda valorar su estabilidad a lo largo del tiempo.

1.2.2 *Objetivos específicos*

Objetivos específicos de este TFG son:

- Revisión de aspectos necesarios para fundamentar el análisis de la zona y estudio de vulnerabilidad.
- Búsqueda de datos geográficos y fuentes de información cartográfica compatibles con sistemas SIG.
- Preparación de los datos. Reproyección cartográfica de las capas SIG (*shape file*), para su georreferenciación y tratamiento en la herramienta gvSIG. Es necesario que todas las capas estén referenciadas al mismo *Datum* y Huso.
- Empleo de herramientas de geoprocésamiento SIG para el análisis de la información.
- Confeccionar mapas temáticos de vulnerabilidad en la Ría de Pontevedra, para los años 1990, 2000, 2006 y 2012.
- Por último, se hará un análisis general incluyendo todos los aspectos analizados de usos del suelo, cobertura forestal, infraestructuras viarias, recursos forestales e hídricos y población, junto con los resultados de estudio de vulnerabilidad, para identificar las zonas más críticas y que requerirían mayor protección en caso de catástrofe. Este análisis se hará tanto desde un punto de vista socio-económico como medioambiental.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Análisis de vulnerabilidad

En la sociedad actual en la que vivimos, la vulnerabilidad es un tema emergente que aparece en los análisis sociales y en las cuestiones de políticas públicas que se llevan a cabo con el fin de reducir la pobreza y de garantizar la protección de las personas. Numerosos fenómenos como la inestabilidad económica, la fragmentación social o la limitación de los medios de defensa de la población ante los riesgos contribuyen a generar vulnerabilidad [3].

El 1 de enero de 1990, la Asamblea General de Naciones Unidas anuncia el comienzo del Decenio Internacional con el fin de reducir la cantidad de Catástrofes Naturales. Los desastres naturales han afectado a numerosas regiones del mundo, y aunque siempre se hace hincapié en los hechos que han causado los mismos, la mayor preocupación reside en los daños y pérdidas que han sufrido las comunidades, donde aparece la vulnerabilidad como el principal detonante de los daños. Cabe destacar que en la década de los 90 se produjeron el triple de desastres que en la década de los 60, con catástrofes sin precedentes entre los que destacan: terremotos en California (1994) y en Japón (1995), ciclones tropicales e inundaciones que sacudieron Bangladesh (1991), el desbordamiento del río Missisipi y el huracán Andrew (1992), siendo este último hecho la catástrofe que supuso mayor pérdida económica acaecida en los Estados Unidos [4].

Dichas amenazas afectarán en menor o mayor grado dependiendo de la vulnerabilidad de la población. La vulnerabilidad, por tanto, varía en función del grado de debilidad a ser afectado por amenazas o riesgos, así como la frecuencia y de la peligrosidad de los mismos. Su valor será mayor o menor dependiendo de los factores de índole cultural, social, económico, físico y estructural de la comunidad [5].

Un análisis a fondo de la vulnerabilidad nos permite conocer el estado actual de las amenazas y riesgos, y comprobar la eficacia de nuestros sistemas de protección. La identificación de riesgos y la detección de las concentraciones de personas y elementos amenazados, se localizan más fácilmente mediante un mapa que represente todas las áreas de trabajo con sus amenazas y podamos realizar posteriormente un estudio evaluando y estimando las pérdidas potenciales [5].

La reducción de la vulnerabilidad se lleva a cabo de dos formas. Una de ellas consiste en la disminución del grado de exposición a las amenazas, mientras que la segunda se manifiesta protegiendo a la sociedad y al ambiente de las amenazas. El método para conseguirlo se basa en identificar nuestras limitaciones junto con las potencialidades y riesgos de un territorio. Sobre esa base se organiza la ocupación del territorio con el fin de garantizar el bienestar, la reducción de la vulnerabilidad y un desarrollo sostenible.

2.1.1 Concepto de vulnerabilidad

El término vulnerabilidad incluye la exposición al riesgo y la capacidad que tenemos para enfrentarlos a través de una respuesta [6]. Por una parte, la exposición a los riesgos se define como los sucesos que provocan efectos o resultados negativos para las personas, comunidades u organizaciones. En lo referente a la incapacidad de respuesta, esta está relacionada con la cantidad de recursos que tengamos para hacerles frente, las estrategias planeadas para afrontarlos y los apoyos de las organizaciones. Dicho de otro modo, por vulnerabilidad entendemos “las posibilidades y capacidades de una persona o grupo para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural” [7].



Figura 2-1 Parámetros que influyen en la vulnerabilidad [8]

La vulnerabilidad es lo que origina la destrucción. Influyen factores como el grado de exposición de la protección, de la reacción inmediata, de la recuperación básica y de la reconstrucción. Los dos últimos conforman la resiliencia, mientras que el segundo y el tercero constituyen la homeostasis. Para reducir la vulnerabilidad se lleva a cabo un sistema de prevención de riesgos con el fin de actuar sobre las cinco áreas que la componen para lograr el objetivo. Estas relaciones se podrían resumir con el esquema de la Figura 2-2.

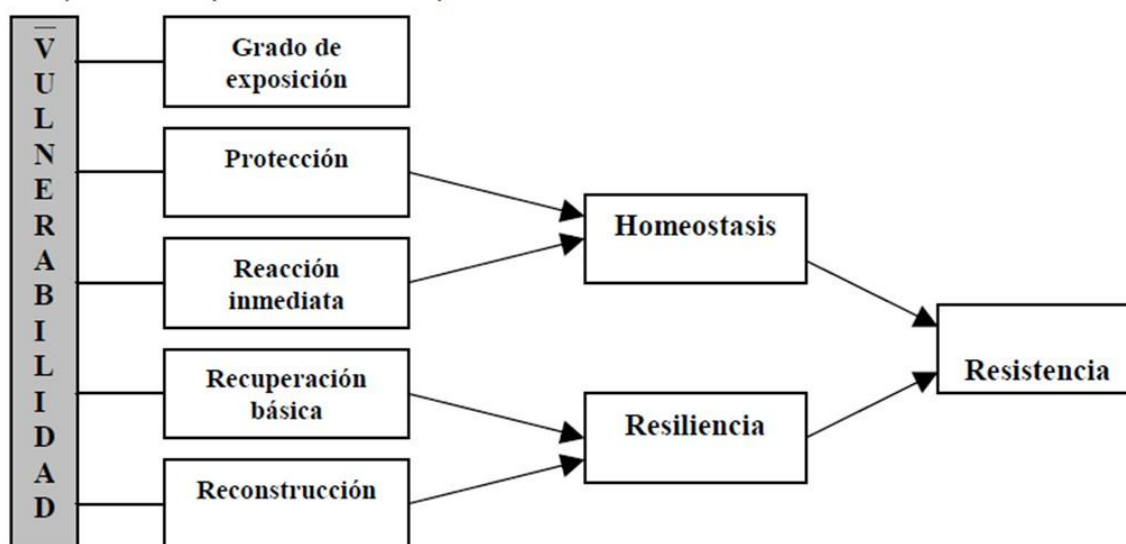


Figura 2-2 Factores presentes en la vulnerabilidad [8]

Para conseguir un mayor entendimiento del término vulnerabilidad es necesario aclarar varios conceptos cuyos significados están estrechamente ligados:

2.1.1.1 Desastres

Los desastres se ocasionan cuando actúa una fuerza destructiva (amenaza) y encuentra condiciones de debilidad para combatirlo (vulnerabilidad) [4].

Definiendo un ecosistema como el conjunto de relaciones que hay entre los seres vivos y el medio físico, un desastre hace referencia a una situación de inestabilidad de un ecosistema que afecta a la población a través de pérdidas materiales, enfermedades y otras privaciones graves. Los efectos pueden acarrear consecuencias directas y tangibles, como pueden ser las pérdidas económicas o la muerte y efectos indirectos más difíciles de apreciar como las enfermedades y las migraciones. Los desastres pueden ser provocados por agentes naturales como los terremotos y tornados o producidos por el hombre: incendios y guerras [8].

La ONU agrupa todas las ideas anteriores y las emplea para llegar a la siguiente definición que se cita a continuación: desastre es “todo evento concentrado en tiempo y espacio en el cual una comunidad sufre daños severos y tales pérdidas afectan a sus miembros y a sus pertenencias físicas de forma tal que se resiente la estructura social y las principales funciones de la sociedad” [8].

Según Cardona (2001) [9], se distinguen tres tipos de desastres:

- Aquellos que nunca han ocurrido y la probabilidad de que suceda es muy remota.
- Aquellos que nunca han ocurrido pero, a diferencia del anterior grupo, su ocurrencia es probable.
- Los que por un análisis comparativo pueden ser previsibles; por ejemplo, erupciones volcánicas, huracanes, inundaciones, sequías, etc.

Los desastres pueden llegar a modificar el volumen o la distribución de la población humana. Se aprecian impactos prolongados que incluyen fenómenos como la desertificación e impactos instantáneos (terremotos, erupciones volcánicas, etc.). En función de su carácter especial, algunos desastres son aislados y se localizan en una zona concreta, otros resultan difusos y dispersos.

Según su origen o tipo de amenaza, los desastres se dividen en dos categorías, tal y como se observa en la Tabla 2-1.

1. Desastres naturales o socio-naturales: aquellos cuya amenaza proviene de un fenómeno natural. Encontramos desastres originados por factores meteorológicos, topográficos, geotécnicos o geológicos.
2. Desastres antrópicos y sociales: se caracterizan porque el daño lo ocasiona el hombre o la sociedad. Ejemplos: las guerras, la delincuencia, los accidentes, etc. [8].

2.1.1.2 Riesgo de desastre

El riesgo de desastre está formado por la suma de dos componentes, que son la amenaza y la vulnerabilidad. El concepto tiene en cuenta la probabilidad de que ocurra el suceso, ya sea natural o antrópico, así como la valoración por parte del hombre de los efectos perjudiciales que le supongan. En una primera instancia, dicha valoración es cualitativa, aunque si se disponen de los datos necesarios para lograr la medición de todas las pérdidas puede hacerse de manera cuantitativa. Se podría, por tanto, definir el riesgo relacionando dichos cálculos con la probabilidad de que ocurra. En el caso de que no se disponga de aparatos especializados para realizar las mediciones, se trataría de una mera intuición, lo que significa que nos encontramos ante una incertidumbre [10].

Amenaza refleja una fuente de peligro o una forma de daño potencial. Riesgo es la probabilidad de que un hecho ocurra. La palabra riesgo implica la proximidad de un daño, desgracia o contratiempo que puede afectar al conjunto humano y su entorno (social, económico, natural) [1].

A continuación, en la Tabla 2-2, se describe el riesgo de desastre con sus dos componentes y con las diferentes subdivisiones de cada una:

Desastres	Desastres Naturales y Socio-Naturales	Meteorológicos (atmósfera y clima)	Huracanes, Ciclones y Tifones, Tornados, Tormentas, Cambios climáticos, Sequías
		Topográficos y Geotécnicos (superficie de la Tierra)	Desastres, Avalanchas, Derrames
		Tectónicos y Geológicos (fuerzas internas de la Tierra)	Terremotos, Erupciones volcánicas, Maremotos (Tsunamis)
	Desastres antrópicos o sociales	Exclusión Humana	Violación de derechos humanos, Discriminación, Pobreza
		Guerras y delincuencia	Asesinato y crímenes
		Errores y abusos de la gestión pública y privada	Crisis política (pérdida de la democracia) Crisis económica (empobrecimiento) Crisis social (pérdida de cohesión)
		Mal manejo de los recursos y desechos	Agotamiento de la capa de ozono, Contaminación
		Accidentes	Industriales y tecnológicos, De transporte

Tabla 2-1 Clasificación de los distintos tipos de desastres [4]

Riesgo de desastre (Posibilidad de pérdida humanas, deterioro del medio ambiente y de las condiciones de subsistencia)	Amenaza (Fuerza que podría ser destructiva)	Energía potencial (Fuerza presente que podría desencadenarse)		
		Susceptibilidad (predisposición para desencadenarse)		
	Vulnerabilidad (La posibilidad de sufrir daño)	Detonador (Elemento presente para que se produzca el evento)		
		Grado de exposición (cantidad de tiempo expuesta al riesgo)		
		Protección (Obstáculos permanentes)	Homeostasis (Capacidad de no afectarse)	Resistencia (Capacidad de resistir y superar la crisis)
		Reacción inmediata (Protección en el momento de emergencia)		
		Recuperación básica (Lograr condiciones esenciales de subsistencia y servicios básicos)	Resiliencia (Capacidad de recuperarse)	
		Reconstrucción (Recuperar el medio y las condiciones de subsistencia)		

Tabla 2-2 Componentes del riesgo de desastre [4]

Hay personas que defienden que el medio ambiente es una amenaza para la vida humana y por lo tanto, el hombre es vulnerable a las condiciones ambientales. Sin embargo, hay otros que están convencidos de que es al revés, el hombre se ha convertido en una amenaza para el medio ambiente y que este es vulnerable a las acciones humanas. Ambas son posturas extremistas porque, como veremos a continuación, existe vulnerabilidad tanto en el ambiente como en la sociedad humana [8].

2.1.2 Tipos de vulnerabilidad

Wilches-Chaux (1989) [11] clasifica distintos tipos de vulnerabilidades:

- Vulnerabilidad natural. Los seres humanos necesitan unas condiciones mínimas del entorno para poder desarrollarse. Este hecho está relacionado con la vulnerabilidad natural de los ecosistemas, que ha crecido en los distintos países provocando una mayor dificultad de la población para resistir las condiciones ambientales.
- Vulnerabilidad física. Está relacionada con las localizaciones más próximas a zonas de riesgo físico. Por ejemplo; que la población esté sometida a pobreza o falta de oportunidades, lo que les impide ubicarse en una zona de menor riesgo.
- Vulnerabilidad económica. Se puede apreciar una relación indirecta entre los niveles de ingresos regional o nacional y los impactos de los fenómenos físicos. Dicho de otro modo, las zonas más pobres aumentan el riesgo de desastre.
- Vulnerabilidad social. En situaciones de desastres, la cohesión de la población restringe el acceso a puestos de ayuda limitando su capacidad de respuesta.
- Vulnerabilidad política. Está relacionada con la concentración de la toma de decisiones. Debido a este centralismo, la vulnerabilidad aumenta en los ámbitos regionales.
- Vulnerabilidad técnica. Hace referencia a las construcciones de edificios e infraestructuras básicas que se llevan a cabo de forma inadecuada en áreas de riesgo.
- Vulnerabilidad ideológica. Relacionada con la concepción del mundo y el medio ambiente que tienen las personas para afrontar los problemas. La pasividad y la existencia de mitos limitan nuestra capacidad de respuesta y aumentan la vulnerabilidad de la población.
- Vulnerabilidad educativa. Se refiere a la escasez de programas educativos que proporcionen información sobre el medio ambiente y formas de comportamiento de la población en caso de amenaza o situación de desastre.
- Vulnerabilidad cultural. Alude a la influencia que ejercen los habitantes identificados como un modelo de sociedad, así como los medios de comunicación frente a situaciones de riesgo.
- Vulnerabilidad ecológica. Referida a la vulnerabilidad de los ecosistemas ante la explotación de forma directa o indirecta de la acción humana.
- Vulnerabilidad institucional. La burocracia de las instituciones demoran el tratamiento a los efectos de los riesgos e impiden dar respuestas rápidas y adecuadas.

Cannon (1991) [7] complementa los niveles de vulnerabilidad de Wilches-Chaux (1989) y clasifica la vulnerabilidad en tres tipos básicos:

- Vulnerabilidad en los sistemas de vida. Se relaciona con la manera con la que el sistema propio de un individuo o grupo es capaz de resistir al impacto de un riesgo.
- Aspectos de autoprotección. Hace referencia al grado de autoprotección que puede conseguir un individuo o grupo de personas ante un riesgo.
- Aspectos de protección social. Asociado al grado de protección que disponemos dado por el Estado u otras instituciones.

2.2 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

2.2.1 Concepto de SIG

El término Sistemas de Información Geográfica (SIG) lo conforman varios campos; encontramos el SIG como disciplina, el SIG como proyecto incluyendo todas las realizaciones prácticas y, por último, el SIG como software relacionado con los programas y aplicaciones de un proyecto SIG [12].

La definición más completa de un SIG procede del Departamento de Medio Ambiente (DoE). Se puede resumir que un SIG es un “conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra” [13].

Resulta complejo definir el término Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que engloba la integración de áreas muy diversas. Debido a esto, no existe una única definición correcta de SIG. El NCGIA (*National Centre of Geographic Information and Analysis*) establece una definición de SIG bastante aceptada que lo define como “sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión” [14].

Los SIG presentan capacidades que le permiten almacenar, recuperar, analizar, modelizar y representar amplias extensiones de terreno mediante una entrada de datos iniciales. En los últimos diez años, este sistema se ha situado en la cabeza de todas las aplicaciones actuales ya que cuenta con herramientas de trabajo que le permiten ser esenciales en diversos campos de aplicación, como por ejemplo en planeamiento urbano, planificación de usos del suelo, gestión de recursos, gestión de servicios, modelado de ecosistemas, análisis de impactos visuales, gestión de infraestructuras y otros muchos [15].

En un SIG, los datos se distribuyen en capas temáticas. Como se puede observar en la Figura 2-3, se trata de un conjunto de mapas superpuestos que representan una porción del terreno donde cada uno de ellos representa un aspecto del terreno. Debe ser condición indispensable que todas estas capas estén georreferenciadas en un mismo sistema de representación geográfico. Gracias a esto es posible realizar un análisis integrado de todas sus características temáticas y espaciales para un mayor conocimiento de la zona.

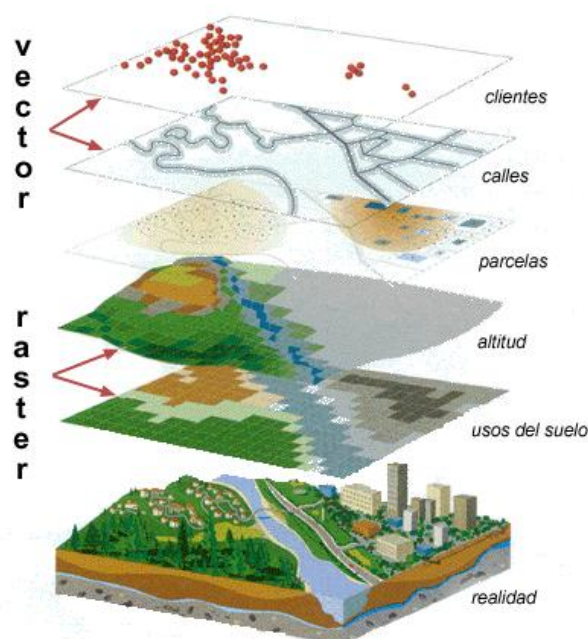


Figura 2-3 Conjunto de capas temáticas [15]

Las capas temáticas tienen dos componentes:

- **Componente espacial:** Utiliza dos aspectos que hacen referencia a su localización. El primero de ellos está basado en un sistema de coordenadas, mientras que el segundo son las relaciones topológicas existentes con respecto a otras entidades. Por ejemplo: “El Departamento de Infantería de Marina se encuentra en las coordenadas X, Y” sería una forma clara de definir el primer tipo; mientras que un caso típico del segundo sería “El Departamento de Infantería de Marina se encuentra entre el Patio de Aulas y el campo de fútbol”. Los SIG integran ambos conceptos, mientras que la mayoría de programas de diseño asistido por ordenador emplean sólo la localización por coordenadas.

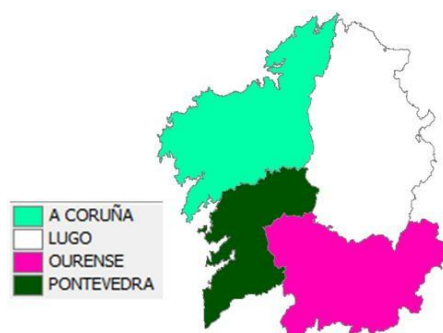


Figura 2-4 Información geográfica y espacial para la capa de Provincias de la Comunidad Autónoma de Galicia

- **Componente temática:** Cada capa temática lleva asociada también una tabla de atributos con información para cada uno de los polígonos o atributo, como por ejemplo: provincia, uso del suelo, etc.

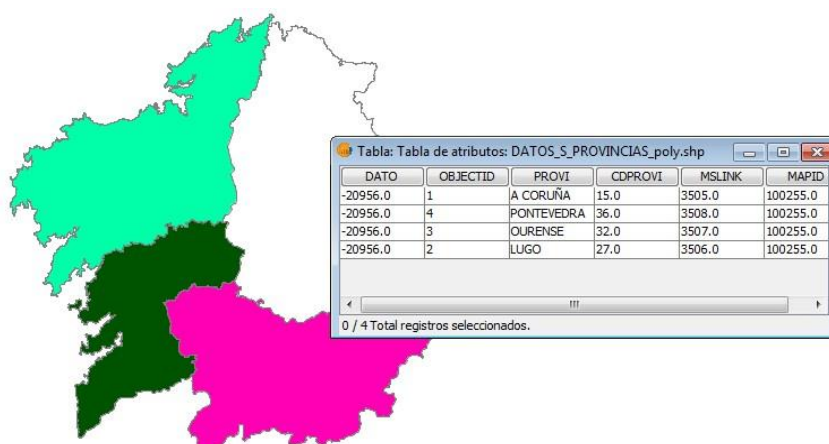


Figura 2-5 Tabla de atributos asociada a la capa de Provincias de la Comunidad Autónoma de Galicia

La Tabla 2-3 presenta las principales diferencias entre la representación cartográfica en formato digital y analógico.

Digital	Analógico
Fácil de actualizar	Difícil de actualizar
Transferencia de datos fácil y sencilla	Transferencia lenta
Espacio reducido de almacenamiento	Grandes espacios de almacenamiento
Mantenimiento sencillo	Los mapas en papel se estropean con el tiempo
Análisis automático y fácil	Análisis difícil e inexacto

Tabla 2-3 Características de representación cartográfica mediante análisis analógico y digital [15]

2.2.2 Modelos SIG

2.2.2.1 SIG Vectorial

En el modelo de datos vectorial (Figura 2-6), los datos geográficos se representan en forma de coordenadas pudiendo encontrar tres unidades básicas de medida, que son los puntos, las líneas y los polígonos. Cada una de las anteriores se corresponde con uno o más pares de coordenadas; es decir, una línea es una colección de puntos que están interconectados y un polígono surge de un conjunto de líneas interconectadas [15].

Los sistemas vectoriales constan de dos componentes, uno de ellos almacena los datos espaciales y el otro los datos temáticos. Se trata de un sistema de organización híbrido, puesto que es capaz de unir una base de datos relacional, para los aspectos temáticos, y una base de datos topológica, para los datos geográficos. Un elemento clave de ese sistema es el identificador (ID) que lleva adjunto cada objeto. Este ID es único y diferente para cada objeto y es lo que permite relacionar ambas bases de datos [15].

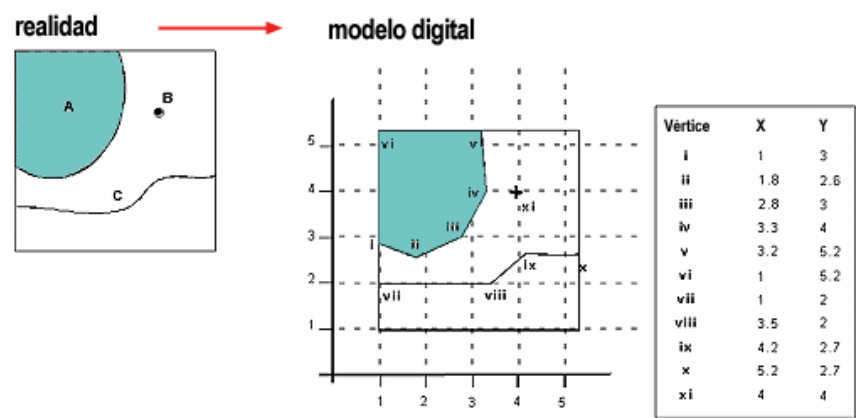


Figura 2-6 Representación vectorial [15]

2.2.2.2 SIG Ráster

En el modelo ráster cada superficie a representar se divide en filas y columnas formando una especie de malla o rejilla. Las celdas de las rejillas son rectangulares y guardan las coordenadas de la posición en la que se encuentran y su valor temático. Los datos ráster representan la realidad como una rejilla de celdas o píxeles en la que la posición de los elementos a representar depende del orden que ocupe en dicha rejilla.

Las estructuras ráster almacenan cada celda de la matriz sin tener en cuenta si se trata de una entidad o de un espacio vacío por lo que a veces implican un aumento del espacio de almacenamiento [15].

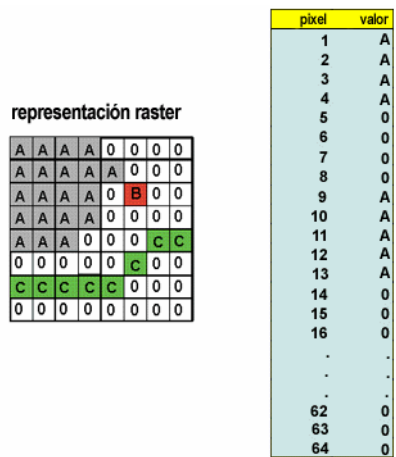


Figura 2-7 Representación ráster [15]

En la Tabla 2-4 se muestran las ventajas e inconvenientes de cada uno de los modelos de representación vistos anteriormente.

	Ráste	vectorial
Precisión gráfica	—	+
cartografía tradicional	—	+
volumen de datos	—	+
topología	—	+
operaciones de cálculo	+	—
actualización	+	—
variación espacial	+	—
integración	+	—
variación espacial	—	+

Tabla 2-4 Ventajas e inconvenientes de los modelos ráster y vectorial [15]

2.2.3 Aplicaciones SIG

El sistema SIG cuenta con numerosas aplicaciones. Algunas de ellas son [15]:

- Cartografía de localizaciones: los SIG permiten la creación de mapas a través de la captura de datos y de diversas herramientas de análisis que ofrece el sistema.
- Mapas cuantitativos: estos tipos de mapas proporcionan un nivel de información añadido a los simples mapas de localización. Se trata de mapas de población que permiten localizar lugares que reúnen filtros demográficos, de manera que podemos hacer una comparativa entre las relaciones existentes de ambos lugares.
- Mapas de densidades: permite medir el número de entidades en la porción del terreno seleccionado, de manera que se pueda distinguir claramente la distribución. De esta forma, identificaremos en el mapa aquellas áreas con mayor concentración de entidades.
- Cálculo de distancias: posibilitan la realización de mediciones entre varios puntos, así como también disponen de herramientas que te permiten saber todo lo que ocurre en un radio de proximidad a una determinada entidad (área de influencia o *buffer*).
- Cartografía y detección de cambios: resultan útiles para predecir operaciones futuras o para evaluar los resultados de una política concreta, puesto que te permiten cartografiar los cambios y variaciones que se producen en una determinada zona, incluyendo la visualización de cómo quedaría finalmente tras realizar una serie de cambios en el terreno.

Las aplicaciones SIG, son una herramienta fundamental tanto para entidades públicas como privadas. Sus principales usos son [16]:

1. Bases cartográficas: se utiliza fundamentalmente para referencias espaciales de bienes inmuebles por la administración pública.
2. Empresas de servicios: su empleo se basa en controlar los desplazamientos por medios de equipos de rastreo a través de satélites.
3. Planificación hidrológica: permite optimizar la distribución de agua tanto en red urbana como en red agrícola, así como realizar un estudio hidrológico de cuencas fluviales o análisis de riesgos.
4. Geografía empresarial: facilita la búsqueda de nuevas localizaciones de infraestructuras por medio de estudios de mercados que integran datos de población, comunicación o geomárketing.
5. Protección del medio ambiente: a través de la utilización de variables medioambientales.

6. Aplicación forestal: permite determinar la posición y magnitud de una explotación forestal, así como la rentabilidad que supone acceder a ella.
7. Ordenación territorial: se puede llevar a cabo a través de la combinación de SIG con imágenes satélites para la planificación del territorio.
8. Censos: ofrece un cálculo del censo de población de cada área de estudio, lo cual facilita la ejecución de operaciones subsiguientes, como por ejemplo la distribución de agua potable entre otras muchas más.

2.3 Los SIG aplicados a desastres naturales

Los desastres naturales como terremotos y huracanes pueden ser peligrosos para el hombre, en gran parte por la vulnerabilidad que representan, pero también en materia de anticipar y mitigar el daño potencial de estos eventos.

Los SIG han demostrado ser una valiosa herramienta por el amplio uso que se le puede dar en el manejo de peligros naturales, análisis y evaluación de los mismos, guía de actividades a desarrollar ante catástrofes naturales, así como la elección de medidas de mitigación y la planificación del desarrollo de preparativos y respuestas de emergencia.

Los SIG a nivel nacional se pueden usar para familiarizarse con el área de estudio, de manera que permita identificar áreas que requieran de un estudio adicional y evaluar así los efectos de los peligros naturales sobre el manejo de los recursos naturales y el potencial de desarrollo. De una forma muy similar, los SIG se pueden usar a nivel sub-nacional para el análisis de dichos recursos e identificación de proyectos. A nivel local, los SIG son utilizados por los planificadores para establecer estrategias específicas de mitigación en actividades de prevención de desastres.

Respecto a las fuentes de información, cabe reseñar que los mapas de referencias generales y la información sobre peligros naturales y recursos naturales deberían formar una "biblioteca de conocimientos" para cualquier SIG. Virtualmente, todos los países tienen mapas topográficos, mapas de carreteras, mapas generalizados de usos del suelo, algún tipo de información climática y, por lo menos, el componente de ubicación respecto a los peligros naturales (ubicación de volcanes activos, áreas potencialmente inundables, áreas de frecuentes deslizamientos de tierras, áreas de ocurrencia de tsunamis, etc.). El principal valor de un SIG está en el poder de procesar y analizar cantidades de datos que resultan excesivos para el manejo manual. Por tanto, la digitalización, manipulación de información, interpretación y reproducción de mapas, son pasos en la generación de un SIG que ahora se pueden dar rápidamente, casi en tiempo real [17].

2.3.1.1 Aplicaciones a nivel nacional

Un SIG permite combinar información sobre los peligros naturales, los recursos naturales, la población e infraestructuras que ayudan a los planificadores a identificar aquellas áreas que están menos expuestas a los peligros y que sean más aptas para llevar a cabo actividades de desarrollo. Se trata de áreas que necesiten de una evaluación adicional y áreas en las que se deberían priorizar las estrategias de mitigación. Con la superposición de toda la información disponible, y una vez identificados los servicios y recursos vitales en áreas de alto riesgo, se puede estimar, por ejemplo, las pérdidas potenciales en inversiones de capital. La principal ventaja de los SIG radica principalmente en el ahorro de recursos para llevar a cabo estos análisis. Apenas se necesitan unos días para la producción de cartografía, incluyendo el tiempo necesario en codificar, digitalizar y editar dichos mapas; empleando sólo unos minutos para el análisis. El poco tiempo que se necesita contrasta con todo lo que supondría si se empleasen técnicas manuales.

A continuación se muestran ejemplos de aplicación SIG a nivel nacional:

En primer lugar, en áreas expuestas a peligros, el uso de los SIG superponiendo información de peligros, datos socio-económicos y de infraestructuras, puede revelar el número de personas o el tipo de

infraestructura en riesgo. Se demostró, por ejemplo, que un total de 15 millones de personas en Perú viven en zonas expuestas a terremotos con intensidad sísmica de VI o mayor, y que del orden de 650000 personas viven dentro de un radio de 30 km alrededor de volcanes activos. Además de esto, se estimó que cerca de 930000 personas se encuentran en riesgo potencial de tsunami con olas de hasta 5 metros de altura [17].

En segundo lugar, se menciona un caso de estudio en el que se pretende contribuir a la expansión urbana en un área expuesta a deslizamientos de tierra. Tegucigalpa, capital de Honduras, es una zona muy accidentada geográficamente y sobre terreno geológicamente inestable que sufre constantes deslizamientos perjudiciales de tierra. En 1977, varios estudios llegaron a la conclusión de la existencia de más de 300 deslizamientos ubicados en una extensión de aproximadamente 1350 hectáreas en el área metropolitana. Desde ese momento, la situación comenzó a agravarse por el hecho que provocó la creciente migración del campo a la ciudad, generando terrenos de laderas con mucha pendiente y cuya estabilidad era bastante cuestionable; surgiendo dos tareas urgentes: la primera de ellas consistía en identificar posibles áreas de expansión urbana para el asentamiento de un mayor número de personas sin que existiera peligro de deslizamiento y, por otro lado, la segunda tarea consistía en asignar áreas de máxima prioridad para aplicar medidas de mitigación de los peligros. Introduciendo información sobre el uso de tierras y el nivel de susceptibilidad a peligros de deslizamientos, topografía y pendientes, se crea una base de datos SIG para identificar aquellas zonas adecuadas para la expansión urbana. Posteriormente se pasa a establecer una serie de requisitos que deben obedecer las áreas de nuevo desarrollo; como por ejemplo, no más del 10% del área puede estar sujeta a peligros de deslizamiento. Mediante análisis geoespacial, el SIG identifica las áreas que cumplen dichos criterios. Aparte de estos mínimos, también se determinó el número de personas que habitaban en áreas de peligro de deslizamientos con el fin de garantizar la óptima selección de las áreas prioritarias donde implementar futuras medidas de prevención.

Se ponen de manifiesto las ventajas de usar el SIG ante la cartografía manual. El SIG, aparte de conseguir un gran ahorro de tiempo (incluyendo la superposición, exposición, evaluación y análisis de áreas peligrosas), es capaz de ofrecer una alta flexibilidad en lo referente a la selección de normas mínimas. Aparte de esto, usando un SIG, la duración del proceso es de minutos, mientras que manualmente se necesitaría mayor tiempo de dibujo y cálculo. Finalmente, recopilando toda esta información, se proponen actividades de desarrollo menos vulnerables o estrategias de mitigación para tratar de reducir la vulnerabilidad a niveles aceptables [17].

2.3.1.1.2 Aplicaciones a nivel sub-nacional

A nivel sub-nacional de planificación, se utiliza la tecnología SIG para identificar las áreas que tienen mayor probabilidad de que ocurran fenómenos naturales peligrosos y, contrastando con los recursos disponibles, población e infraestructuras, facilitar a los planificadores el hecho de evaluar el riesgo que presentan dichos peligros.

Un caso típico se puede observar en las inundaciones. Los SIG, mediante la combinación de información sobre pendientes, regímenes de precipitación y capacidad de los ríos para modelar los niveles de inundación, permiten identificar áreas inundables, demarcar dichas inundaciones que ocurren y predecir inundaciones futuras. Esta información puede ser útil, por ejemplo, a la hora de tomar decisiones como podría ser la ubicación idónea para la construcción de una presa o un reservorio para controlar las inundaciones.

Otro caso de aplicación puede encontrarse en áreas volcánicas. En este caso, los SIG permiten integrar atributos tales como periodicidad de la actividad, índice de peligrosidad y efectos que puede acarrear. Relacionando estos datos con la ubicación de viviendas, densidades de población, uso de tierras y otros datos de recursos naturales o socio-económicos, los SIG permiten el análisis de aquellas áreas en peligro, es decir, que se encuentran dentro del radio de impacto de un volcán activo [17].

2.3.1.1.3 Aplicaciones a nivel local

A este nivel, los SIG ayudan a identificar medidas específicas de mitigación para llevar a cabo inversiones de alto riesgo, aunque también es utilizado para conocer la localización de instalaciones críticas vulnerables y facilitar la implementación de actividades de respuesta en caso de emergencia. Por ejemplo, existen bases de datos SIG que permiten mostrar la ubicación de hospitales, estaciones contra incendios, estaciones de policía y otros elementos de servicios vitales. De esta forma, combinando mapas de riesgos con todos esos aspectos, se pueden identificar los recursos críticos disponibles en áreas de alto riesgo con el fin de formular y establecer nuevas estrategias de mitigación.

A continuación se muestra un ejemplo de aplicación SIG a nivel local, que se basa en una planificación para el asentamiento y reasentamiento de zonas agrícolas en un área vulnerable a la erosión [17]. En un pequeño estado insular en América, se lleva a cabo en 1985 un proyecto del Valle Mabouya, ubicado en la parte centro-oriental de Santa Lucía (Mar Caribe), que consistía en identificar los usos actuales de la tierra que estaba en conflicto con los riesgos a erosión con el fin de redefinir zonas de producción agrícola. Se utilizaron ocho capas temáticas de distinta naturaleza: ecología, asentamientos humanos, capacidad de la tierra, recursos de agua, peligro de erosión, uso actual del suelo y vegetación y, por último, una estrategia para el desarrollo propuesto. Superponiendo estas capas mediante análisis SIG se demostró que el 24% de las parcelas habían sido construidas bajo terreno conflictivo con los riesgos a erosión [17].

3 DESARROLLO DEL TFG

En este apartado se presenta un análisis de la Ría de Pontevedra, atendiendo a aspectos tales como usos del suelo, aprovechamientos forestales, recursos hídricos, presencia de espacios naturales protegidos o zonas de especial protección, infraestructuras viarias y número de población. Para ello, comenzaremos describiendo las distintas fuentes de datos geográficos que se han consultado. Posteriormente, se hará una descripción del estudio de vulnerabilidad desarrollado, en base SIG, y sus funciones de análisis geoespacial.

3.1 Fuentes de datos geográficos

Para cumplir con el objeto del trabajo, resulta necesario disponer de la cartografía digital base sobre la que se realizarán constantes consultas. A continuación se presentan los aspectos que se han tenido en cuenta para el análisis de la zona y estudio de vulnerabilidad, así como las fuentes de esos datos.

1) Delimitación territorial de la comunidad de Galicia y curvas de nivel.

Capas facilitadas por la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) [18].

Se trata de un proyecto que cuenta con la cooperación de organismos e instituciones de los tres ámbitos de la administración pública (general, regional y local), entorno universitario y sector privado.

Surge en el año 2004 y se fundamenta como un sistema distribuido en la Red que permite buscar, localizar, visualizar y descargar datos geográficos de distintos servidores pertenecientes a organismos cartográficos de España, ofreciendo al usuario mapas, ortofotos, imágenes satélites, etc.



Figura 3-1 Geoportal IDEE [18]

2) Usos del suelo.

Capas facilitadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) [19].

El 27 de junio de 1985, tras una decisión en el Consejo de Ministros de la Unión Europea, se inicia el programa CORINE “CoORDination of INformation of the Environment”. Se trata de un proyecto experimental que se encarga de recopilar, coordinar y homogeneizar toda la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales de la Comunidad.

Dentro de este programa se crea el proyecto *Corine Land Cover* (CLC), cuyo objetivo fundamental era obtener una base de datos europea de ocupación del suelo a escala 1:100000, en sistema geodésico de referencia ETRS89 y sistema cartográfico de representación UTM, cuya utilidad vaya encaminada al análisis territorial y a la gestión de políticas europeas. La clasificación jerárquica cuenta con hasta 5 niveles con 44 clases de usos del suelo y distintos períodos (1990, 2000, 2006 y 2012) [20].



Figura 3-2 *Corine Land Cover* [19]

3) Variedad de especies forestales.

Capas facilitadas por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente [21].

Estas capas se corresponden con el Inventario Forestal Nacional (IFN), y más concretamente al primer, segundo, tercer y cuarto IFN (IFN1, IFN2, IFN3 e IFN4, respectivamente), que hacen referencia a los períodos 1972-1974, 1986-1987, 1997-1998, y 2008-2009, siendo este último el más actual de dicha fuente.

El IFN se define como un proyecto encaminado a obtener el máximo de información posible sobre la situación, el régimen de propiedad y protección, estado legal, probable evolución y capacidad de cada uno de los bienes de los montes españoles, así como la distribución por especies forestales, fracción de cabida cubierta, modelos de combustibles, etc. Cada 10 años se repite el inventario, que se basa en la toma de datos de parcelas, comparando y deduciendo la evolución de las masas forestales con los anteriores ciclos del IFN.



Figura 3-3 Inventario Forestal Nacional (IFN) [21]

4) Hidrografía y espacios protegidos.

Información suministrada por el catálogo cartográfico y SIG del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente [21].

Además de la información relativa al IFN, esta fuente proporciona otros datos cartográficos, en base SIG, en relación con la hidrografía, protección del mar, biodiversidad, etc.

La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente tiene como objetivo integrar los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico conforme a unas especificaciones dadas por la directiva Europea (INSPIRE) y por la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE).



Figura 3-4 Acceso al catálogo de descarga de datos del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente [21]

5) Infraestructuras viarias.

Datos descargados del catálogo de productos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) [19].

Se puede consultar la localización geográfica y los itinerarios que llevan a cabo las distintas autopistas, autovías, carreteras locales y la conexión existente entre ellas. Nos proporcionan la información suficiente para realizar una estimación de la ruta más óptima para llegar a un determinado lugar.

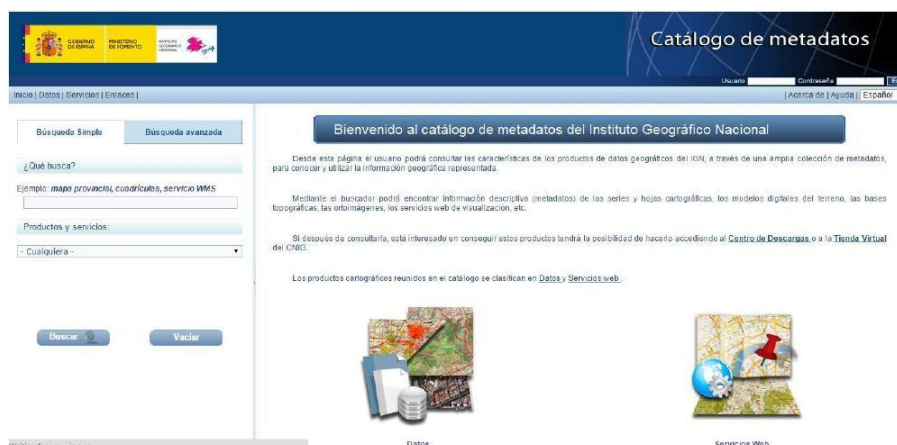


Figura 3-5 Catálogo de productos del IGN [19]

6) Núcleos de población y números de habitantes.

Datos proporcionados por el Instituto Gallego de Estadística (IGE) [22].

El IGE es un organismo autónomo de la Junta de Galicia creado en el año 1988 que se rige por la Ley 9/1988 de Estadística de Galicia. Tiene como misión promover el desarrollo del sistema estadístico de la Comunidad Autónoma; para ello debe prestar servicios de recopilación y difusión de toda la información disponible en cuanto a estadísticas se refiere, desarrollar bases de datos de interés público y analizar la evolución de estadísticas asegurando su difusión.

El IGE tiene un peso esencial en la actividad estadística pública, realizando operaciones estadísticas de gran envergadura, tales como: censos de población por fecha, sexo y edad, padrón de españoles residentes en el extranjero, movimientos migratorios, índices de mortalidad, natalidad y defunciones, estadísticas demográficas y sociales, etc.



Figura 3-6 Portal IGE [22]

Resultados detallados

Padrón municipal de habitantes. Explotación estadística. 1998-2016

Información para Galicia e provincias

- Poboación segundo sexo e idade
- Poboación estranxeira segundo idade, sexo e país de nacionalidade
- Poboación segundo idade, sexo e relación entre o lugar de residencia e o de nacemento
- Poboación segundo nacionalidade española/estranxeira, sexo e grandes grupos de idade. España, Galicia e provincias
- Series históricas de poboación. Poboación segundo sexo e grupos quinquenais de idade

Información municipal e comarcal

- Poboación segundo nacionalidade española/estranxeira e sexo
- Poboación segundo sexo e grandes grupos de idade
- Poboación segundo sexo e grupos quinquenais de idade
- Poboación segundo o sexo e idades simples
- Poboación segundo relación entre o lugar de nacemento e de residencia
- Poboación segundo sexo e principais nacionalidades
- Poboación nacida no estranxeiro segundo sexo e lugar de nacemento
- Series históricas de poboación

Estadística de poboación de Galicia. Ano 1996

- Poboación de 16 e máis anos segundo a relación coa actividade económica
- Poboación ocupada segundo a profesión
- Poboación ocupada segundo a rama de actividade
- Poboación ocupada segundo a situación profesional
- Poboación segundo sexo e grupos quinquenais de idade
- Taxas de actividade, ocupación e paro da poboación de 16 e máis anos

Nomenclátor

Figura 3-7 Resultados detallados sobre estadísticas de la población [22]

3.2 Análisis de la zona de estudio

3.2.1 Ubicación geográfica de la ría de Pontevedra

La Ría de Pontevedra se encuentra al noroeste de España, pertenece a la Comunidad Autónoma de Galicia, y más concretamente situada en la Provincia de Pontevedra (Figura 3-8). Se trata de la segunda ría de las tres que permiten la entrada a las Rías Bajas gallegas. Aparte de esto, se trata de la entrada más regular de ellas y en cuanto a tamaño, destaca por ser la tercera más grande de Galicia con una superficie total de 145 km² [23].



Figura 3-8 Localización de la Comunidad Autónoma de Galicia en la Península Ibérica y de la Ría de Pontevedra en la Comunidad Autónoma de Galicia [23]

Al final de la ría se localiza Pontevedra, reconocida capital de las Rías Bajas. La ría limita al sur por la comarca de O Morrazo; al norte por la comarca de O Salnés; al oeste por el océano Atlántico y las famosas islas Ons, y al este por Pontevedra.

La Ría de Pontevedra abarca tres islas; la de Tambo medio de la ría, y las de Ons y Onza a su entrada, formando estas últimas parte del Parque Nacional de las Islas Atlánticas. Además, se abre la ensenada de Aldán en su extremo sur. Una de las principales características de esta ría es la existencia de bateas. Cabe reseñar que las temperaturas de sus aguas rondan los 14 °C durante todo el año, aunque en verano asciende hasta los 18 °C.

Varios municipios circundan la ría. En particular, al norte linda con Sanxenxo y Poio, y al sur con Pontevedra, Marín, Bueu y Cangas del Morrazo. Dichos municipios cuentan con más de 200000 habitantes, incrementando este número en verano que incluso llega a cuadruplicarse como en el caso de Sanxenxo. Pontevedra, con 83000 habitantes, es el municipio más poblado seguido por Marín, con un total de 25000 habitantes.

La Ría de Pontevedra (Figura 3-9) se sitúa en las siguientes Coordenadas UTM:

DATUM: ETRS89

X=516621m

Y= 4690848 m

Huso UTM: 29



Figura 3-9 Localización geográfica de la Ría de Pontevedra [24]

Se trata de una de las zonas más turísticas de Galicia, incluyendo el municipio de Marín con su Escuela Naval Militar, Sanxenxo, el casco histórico de Pontevedra o Combarro. Además de esto, sus aguas permiten la práctica de actividades lúdicas como la vela. Comprende numerosas playas en zonas norte y sur, destacando las de Bueu, Agüete y Mogor.

3.3 Análisis evolutivo de la Ría de Pontevedra

Para llevar a cabo este estudio se han tenido en cuenta las diferentes parroquias de los municipios que limitan con la línea de costa de la Ría de Pontevedra (Figura 3-11). En base a esas áreas, comparando numerosos aspectos medioambientales y socio-económicos en los últimos 15 años, se llegan a conclusiones sobre las zonas de mayor actividad y que pueden presentar mayor vulnerabilidad.

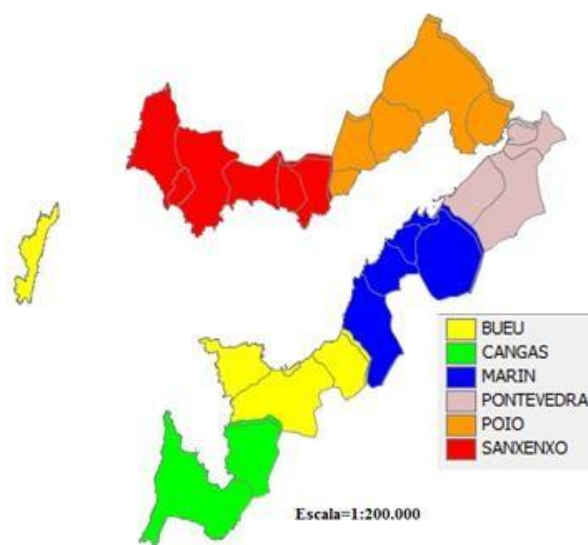


Figura 3-10 Municipios que lindan la Ría de Pontevedra

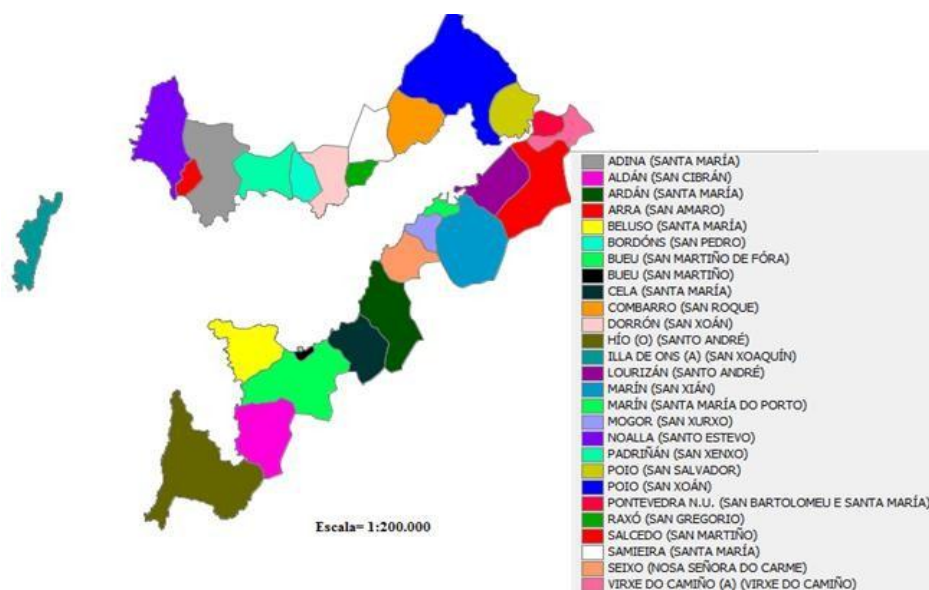


Figura 3-11 Parroquias que limitan la Ría de Pontevedra

3.3.1 Aspectos medioambientales

3.3.1.1 Ocupación de usos del suelo según “Corine Land Cover”

A continuación se examinan los usos del suelo que bordean la Ría de Pontevedra referidos a los años 1990 y 2012, haciendo un breve análisis final de la evolución de los mismos.

- Año 1990:

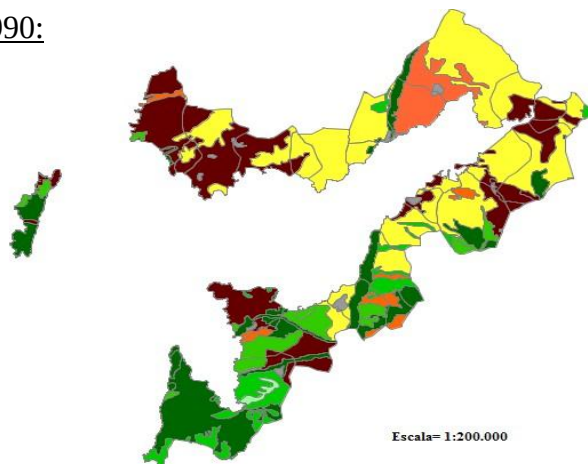


Figura 3-12 Usos del suelo que bordean la Ría de Pontevedra en el año 1990

	NIVEL 2	NIVEL 1	Superficie parcial	Superficie total(km²)
	TEJIDO URBANO	SUPERFICIES ARTIFICIALES	1,79	1,79
	ZONAS INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DE TRANSPORTE		0	
	ZONAS DE EXTRACCIÓN MINERA, VERTEDEROS Y DE CONSTRUCCIÓN		0	
	ZONAS VERDES ARTIFICIALES, NO AGRÍCOLAS		0	
	TIERRAS DE LABOR	ZONAS AGRÍCOLAS	40,031	111,434
	CULTIVOS PERMANENTES		58,522	
	PRADERAS		0	
	ZONAS AGRÍCOLAS HETEROGÉNEAS		12,881	
	BOSQUES	ZONAS FORESTALES CON VEGETACIÓN NATURAL Y ESPACIOS ABIERTOS	29,633	50,489
	ESPACIOS DE VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y/O HERBÁCEA		20,034	
	ESPACIOS ABIERTOS CON POCA O SIN VEGETACIÓN		0,823	
	ZONAS HÚMEDAS CONTINENTALES	ZONAS HÚMEDAS	0	0
	ZONAS HÚMEDAS LITORALES		0	

Tabla 3-1 Leyenda y superficie de los distintos usos del suelo correspondientes al año 1990

- Año 2012:

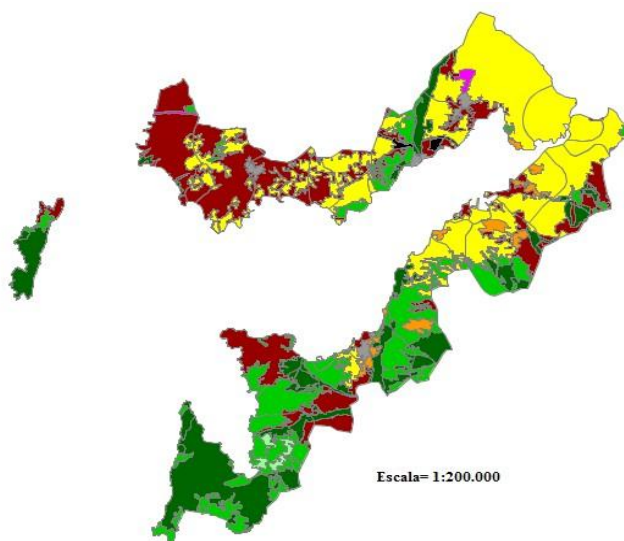


Figura 3-13 Usos del suelo que bordean la ría de Pontevedra correspondiente al año 2012

	NIVEL 2	NIVEL 1	Superficie parcial	Superficie total(km²)
	TEJIDO URBANO	SUPERFICIES ARTIFICIALES	1,791	3,355
	ZONAS INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DE TRANSPORTE		0,726	
	ZONAS DE EXTRACCIÓN MINERA, VERTEDEROS Y DE CONSTRUCCIÓN		0,701	
	ZONAS VERDES ARTIFICIALES, NO AGRÍCOLAS		0,138	
	TIERRAS DE LABOR	ZONAS AGRÍCOLAS	40,457	99,237
	CULTIVOS PERMANENTES		55,379	
	PRADERAS		0	
	ZONAS AGRÍCOLAS HETEROGÉNEAS		3,401	
	BOSQUES	ZONAS FORESTALES CON VEGETACIÓN NATURAL Y ESPACIOS ABIERTOS	30,676	61,124
	ESPACIOS DE VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y/O HERBÁCEA		29,348	
	ESPACIOS ABIERTOS CON POCA O SIN VEGETACIÓN		1,1	
	ZONAS HÚMEDAS CONTINENTALES	ZONAS HÚMEDAS	0	0
	ZONAS HÚMEDAS LITORALES		0	

Tabla 3-2 Leyenda y superficie de los distintos usos del suelo correspondientes al año 2012

Análisis de cambios en los usos del suelo:

Haciendo una comparativa de la evolución de los distintos tipos de terreno de la Ría de Pontevedra entre los años 1990 y 2012, podemos observar un incremento en la superficie artificial que ha pasado de 1,79 km² en 1990 a 3,35 km² en 2012, correspondiendo este aumento de superficie con zonas industriales, de transporte y construcción. Esto podría ser debido a la burbuja inmobiliaria que comenzó en 1997 y que se mantuvo hasta 2007.

En cuanto a las zonas agrícolas, la superficie ha disminuido de 111,43 km² en 1990 a 99,23 km² en 2012, debido sobre todo a la baja rentabilidad de la explotación agrícola. Se mantienen las superficies dedicadas a tierras de labor, mientras disminuyen las destinadas a cultivos permanentes y en mayor medida las zonas agrícolas heterogéneas que pasan de 12,88 km² en 1990 a apenas 3,4 km² en 2012.

En lo referente a las zonas forestales, esta superficie ha aumentado, pasando de 50,48 km² en 1990 a 61,12 km² en 2012. Se mantiene la superficie arbórea, mientras que aumentan los espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea en aproximadamente 10 km². Este aumento de superficie podría corresponderse con un abandono de las zonas agrícolas anteriormente mencionadas.

3.3.1.2 Biodiversidad

➤ Inventario Forestal Nacional

En primer lugar, se analizará la ocupación del suelo según aprovechamientos forestales. El análisis de este aspecto viene motivado por el aumento de la superficie de zonas forestales observado en la comparativa de usos del suelo según Corine.

- Segundo Informe Forestal Nacional (IFN2) (1986-1987)

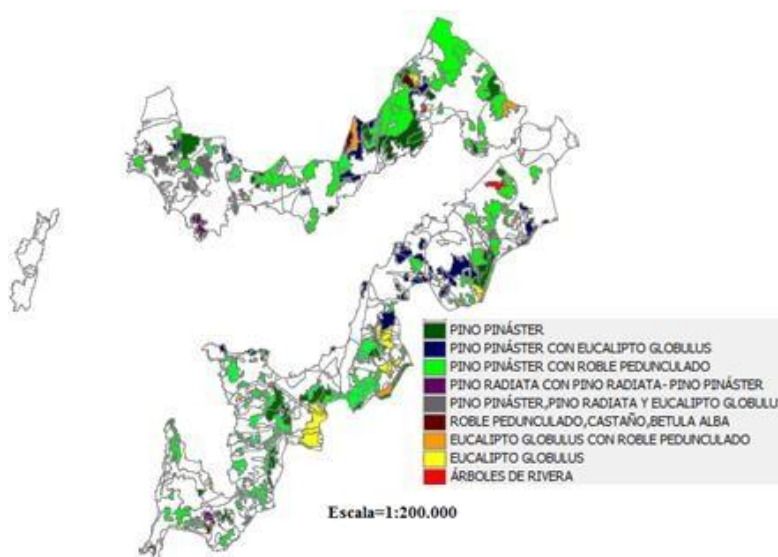


Figura 3-14 Segundo Informe Forestal Nacional

	ESPECIES	SUPERFICIE (KM²)
	PINO PINÁSTER	8,149
	PINO PINÁSTER CON EUCALIPTO GLOBULUS	5,035
	PINO PINÁSTER CON ROBLE PEDUNCULADO	53,860
	PINO RADIATA Y PINO RADIATA-PINO PINÁSTER	14,610
	PINO PINÁSTER, PINO RADIATA Y EUCALIPTO GLOBULUS	7,064
	ROBLE PEDUNCULADO, CASTAÑO, BETULA ALBA	8,880
	EUCALIPTO GLOBULUS CON ROBLE PEDUNCULADO	5,574
	EUCALIPTO GLOBULUS	8,890
	ÁRBOLES DE RIVERA	1,581

Tabla 3-3 Superficie que ocupan cada uno de los tipos de especies

- Tercer Informe Forestal Nacional (IFN3) (1997-1998)

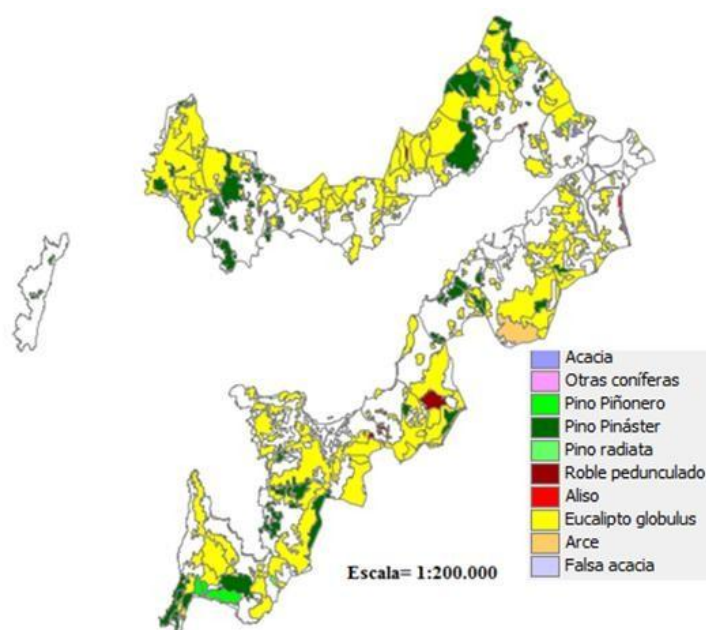


Figura 3-15 Tercer Informe Forestal Nacional. Especies 1

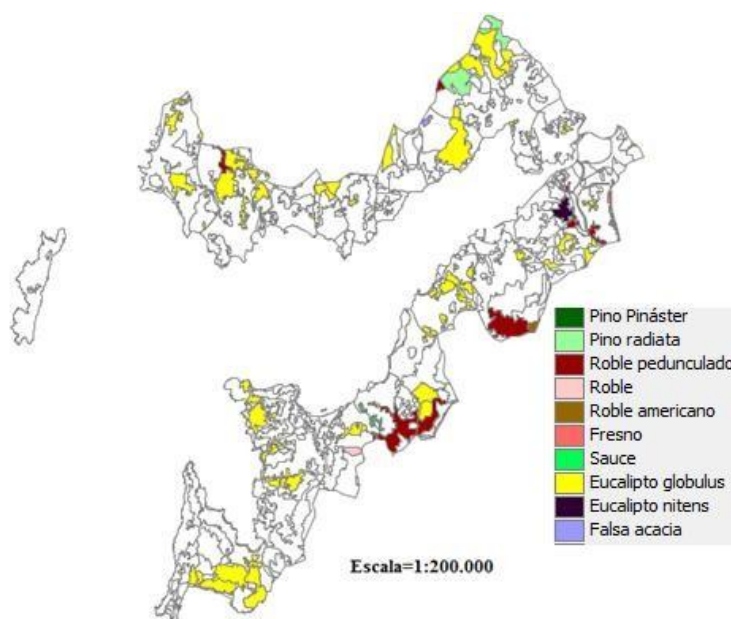


Figura 3-16 Tercer Informe Forestal Nacional. Especies 2

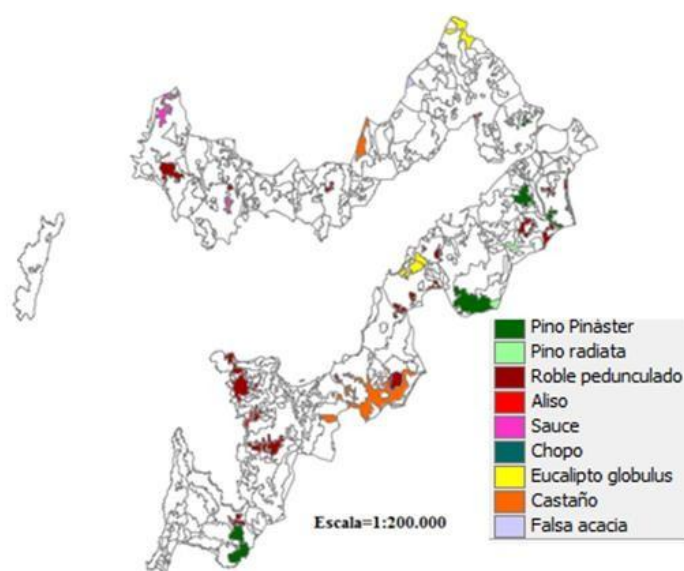


Figura 3-17 Tercer Informe Forestal Nacional. Especies 3

ESPECIES	SUPERFICIE (KM²)
ACACIA	0,083
OTRAS CONÍFERAS	0,024
PINO PIÑONERO	0,988
PINO PINÁSTER	27,796
PINO RADIATA	2,421
ROBLE PEDUNCULADO	10,069
ROBLE	0,235
ROBLE AMERICANO	0,152
ALISO	0,385
FRESNO	0,181
SAUCE	0,892
CHOPO	0,643
EUCALIPTO GLOBULUS	69,099
EUCALIPTO NITENS	0,565
CASTAÑO	2,999
ARCE	1,410
ACACIA ROBINIA	0,242

Tabla 3-4 Superficie que ocupan cada uno de los tipos de especies

- Cuarto Informe Forestal Nacional (IFN4) correspondiente al año 2008-2009

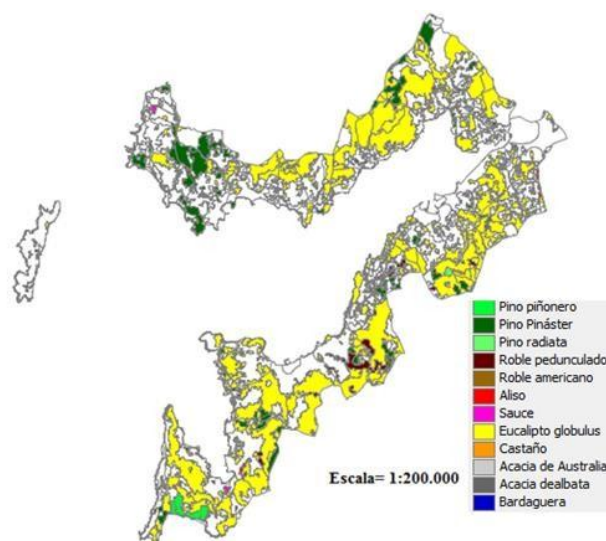


Figura 3-18 Cuarto Informe Forestal Nacional. Especies 1

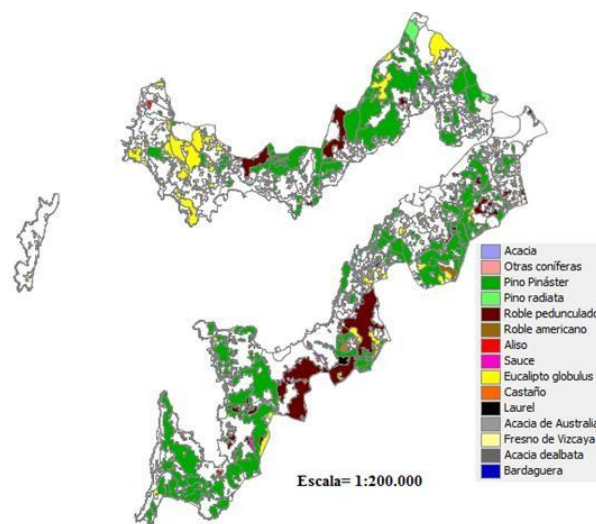


Figura 3-19 Cuarto Informe Forestal Nacional. Especies 2

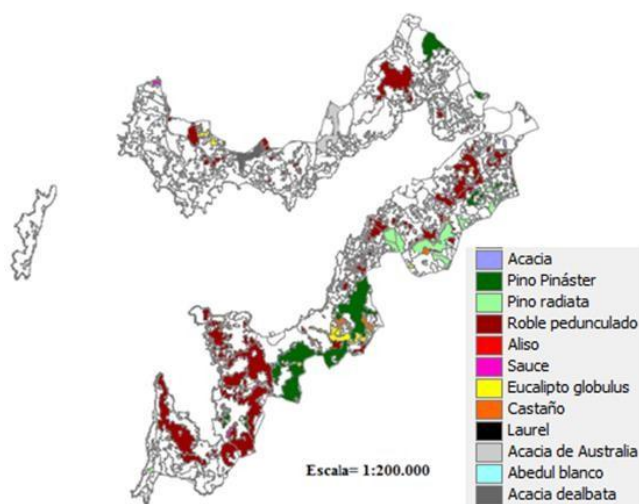


Figura 3-20 Cuarto Informe Forestal Nacional. Especies 3

ESPECIES	SUPERFICIE (KM²)
ACACIA	0,082
OTRAS CONIFERAS	0,794
PINO PIÑONERO	0,272
PINO PINÁSTER	122,352
PINO RADIATA	14,923
ROBLE PEDUNCULADO	119,349
ROBLE AMERICANO	3,034
ALISO	11,705
SAUCE	5,379
EUCALIPTO GLOBULUS	169,415
CASTAÑO	1,870
LAUREL	0,537
ACACIA DE AUSTRALIA	1,631
FRESNO DE VIZCAYA	0,113
ABEDUL BLANCO	0,176
ACACIA DEALBATA	4,278
BARDAGUERA	2,605

Tabla 3-5 Superficie que ocupan cada uno de los tipos de especies

Análisis de cambios en la cobertura forestal:

No se consideran los datos del IFN1 por no estar estos publicados en formato (*shape*) digital.

El estudio realizado en los años 1986-1987, haciendo referencia a los resultados obtenidos del IFN2, se puede apreciar que las masas forestales están formadas fundamentalmente por la combinación de Pino Pináster con Roble Pedunculado y, en menor medida, Pino Radiata (Tabla 3-3). Ambas cuentan con una superficie total de 53 y 14 km², respectivamente. Como se refleja en la Figura 3-14, del IFN2, estas masas forestales predominan en los municipios colindantes con la Ría de Pontevedra, presentando mayor concentración de especies en la zona más interior de la ría, concretamente en el municipio de Poio. Durante esta etapa, cabe destacar la escasa superficie que comprende el Eucalipto Glóbulus que, como veremos, será la especie predominante en nuestra área de estudio en años posteriores.

Durante el estudio del IFN3, en los años 1997-1998, tal y como se puede observar en la Figura 3-15 y Tabla 3-4, se pone de manifiesto la abundancia de plantaciones de Eucalipto Glóbulus que abarcan todo el espacio que rodea a la Ría de Pontevedra. El aumento experimentado por la ocupación de esta especie forestal puede venir motivado por la construcción, en 1957, de una planta de producción de pasta de celulosa de eucalipto (ENCE) en la ría.

En el año 2006 se produjo una oleada incendiaria que, aunque fue menor en números absolutos que años anteriores, tuvo una mayor repercusión en cuanto a superficie calcinada. Estos incendios se concentraron en zonas costeras muy habitadas con una población altamente diseminada y en las orillas de las principales vías de comunicación que articulan la franja costera y los alrededores de las grandes ciudades. A raíz de esto, la Comunidad Gallega recibió ayuda internacional de países como Portugal, Italia, Francia y Marruecos, y de otras Comunidades Españolas como Madrid, Málaga, Asturias, Murcia y Valencia. Tras la importante pérdida de masa forestal, se fue repoblando esta superficie calcinada con especies autóctonas; aunque siempre se instalan especies invasoras como el eucalipto.

Como podemos observar en la Figura 3-18 del IFN4, correspondiente a los años 2008-2009, pese a los numerosos incendios que se produjeron, el eucalipto se mantiene predominando entre las distintas especies arbóreas aunque, a diferencia del IFN3, asciende notablemente la superficie de bosques mixtos compuestos por Pino Pináster y Roble Pedunculado, alcanzando un valor de 120 km².

En resumen, se puede afirmar que la acción humana es responsable de la configuración actual de los montes gallegos. Como se aprecia en las Figuras del IFN4, especialmente en la Figura 3-20, a raíz de los sucesos acaecidos en Galicia, la especie autóctona sigue predominando en los municipios colindantes con la Ría de Pontevedra, presentando un gran número de ventajas ya que no sólo alberga mayor biodiversidad y se defiende mejor ante los incendios, sino que además puede rentabilizarse económicamente. Mientras que la madera de eucalipto se paga a 1,50 euros el m³, la del castaño, roble o nogal multiplica por 20 ese valor. Galicia alcanzó en el año 2008 una superficie arbolada con certificación PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification* – Programa de reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal) que supone el 11% de la superficie total española con esta certificación.

➤ Inventario de zonas húmedas

Dentro de la biodiversidad, prestaremos atención también a la existencia de humedades en la zona, pues cabe destacar la calidad de los mismos. Unas 65 especies de aves eligen las zonas húmedas de la provincia de Pontevedra durante la época de cría, cifra superior a otras ciudades españolas como Madrid o Santander. Además, en torno a las Rías Bajas se encuentran importantes sistemas marinos y estuarios.

En particular, en nuestra zona de estudio encontramos la Balsa de El Villar, con una superficie total de 4413 m², ubicada en el municipio de Marín.

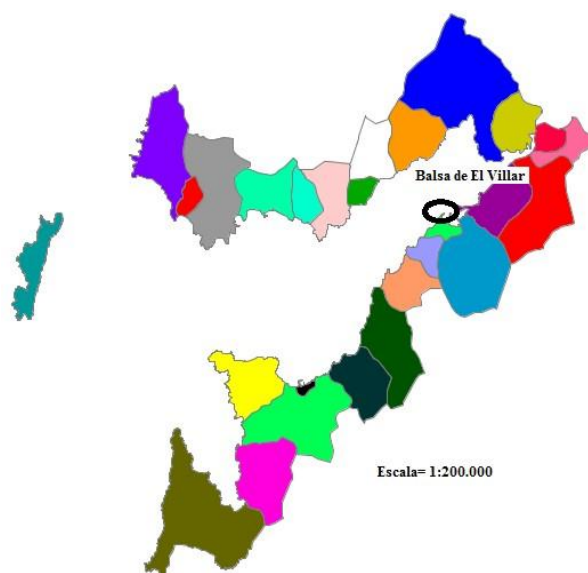


Figura 3-21 Inventario de zonas húmedas en los municipios que rodean la Ría de Pontevedra [21]

➤ Espacios naturales protegidos y Red Natura 2000

Otro aspecto de gran importancia dentro de la biodiversidad son los espacios naturales protegidos y zonas de especial protección dentro de la Red Natura 2000. Tienen la consideración de un espacio natural protegido aquellos espacios del territorio nacional, incluyendo las aguas continentales y las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, que cumplen al menos uno de los siguientes requisitos:

- Contener sistemas o elementos naturales de especial interés ecológico, científico, geológico o educativo.
- Estar dedicado exclusivamente al mantenimiento y protección de la diversidad ecológica, geodiversidad y recursos naturales asociados.

En lo referente a la Red Natura 2000, se trata de una red ecológica europea formada por áreas de conservación de la biodiversidad. Incluyen Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Su finalidad consiste en asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa, contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad [21].

En la Figura 3-22 se muestran los espacios protegidos incluidos en la zona de estudio, que son: Cabo Udra, Complejo Intermareal Umia-O Grove, Illa de Ons y Cabo Home y Costa da Vela.

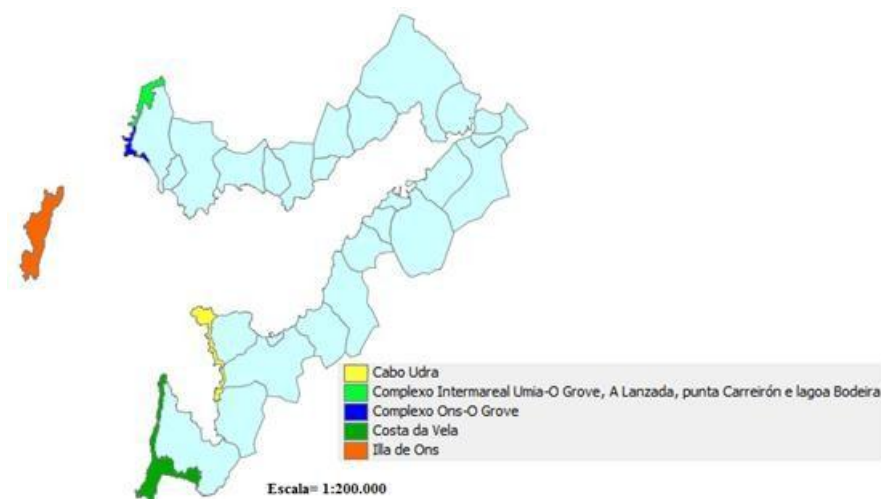


Figura 3-22 Espacios naturales incluidos en la Red Natura 2000

➤ Plan Ribera

Para combatir contra la contaminación, se crea el Plan Estatal de Protección de Ribera del Mar. Más concretamente, se trata de un plan de contingencias dirigido para sucesos de contaminación grave en la costa y forma parte del sistema nacional de respuesta ante la contaminación marina. Así, para paliar la contaminación marina en la costa es necesario incluir tres aspectos fundamentales: la prevención, la organización de la respuesta, y la coordinación de medios y personal entre administraciones [21].

A pesar de que la gran mayoría de eventos de contaminación marina que afectan a la costa tienen su origen en el mar (buques o plataformas petrolíferas), no hay que olvidarse aquellos casos de contaminación con origen en costa (refinerías en puertos). Aunque los grandes casos de contaminación no ocurren con alta frecuencia, es imprescindible que todas las administraciones implicadas estén debidamente preparadas y coordinadas entre ellas para mejorar el tiempo de respuesta.

El Plan Ribera, que ha sido elaborado por la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, con la colaboración del Ministerio de Fomento y del Ministerio del Interior, para hacer frente a un caso de contaminación de intensidad y dimensión considerable, incluye aspectos como un atlas de sensibilidad de la costa española y un análisis de vulnerabilidad y riesgos de la misma.

En el presente trabajo se ha relacionado el área de actuación de dicho plan con la costa de los municipios que lindan con la Ría de Pontevedra y, sorprendentemente, no se ha encontrado ninguna intersección entre ambas.

3.3.1.3 Aspectos Hídricos

➤ Hidrografía

En primer lugar vamos a analizar los distintos recursos hidrográficos presentes en la zona de estudio. En las Figura 3-23 y Figura se observan una serie de números en la leyenda que indica el orden de las corrientes de agua. Cuanto mayor sea el orden, más eficiente es el drenaje, por lo que la capacidad para desalojar el agua es mayor. El orden de la cuenca viene dado por el orden del cauce principal y se corresponde con:

1. Corrientes de primer orden: pequeños canales que no tienen tributario.
2. Corrientes de segundo orden: cuando se unen dos corrientes de primer orden.
3. Corrientes de tercer orden: cuando se unen dos corrientes de segundo orden.
4. Corrientes de orden $n+1$: cuando se unen dos corrientes de orden “n”.

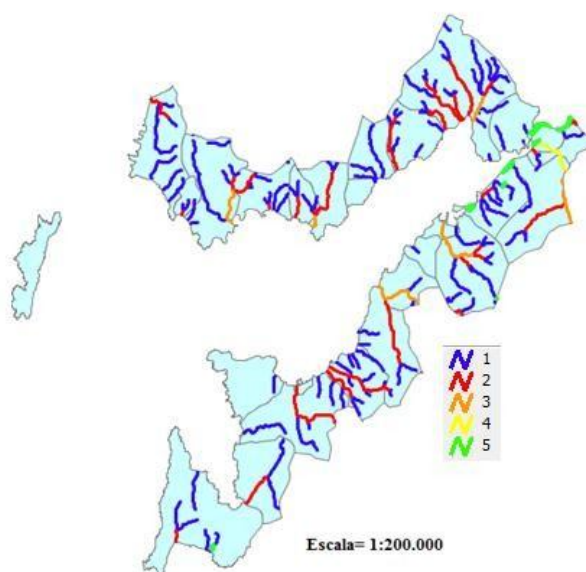


Figura 3-23 Área dividida por ríos diferenciados por su tipo de corriente

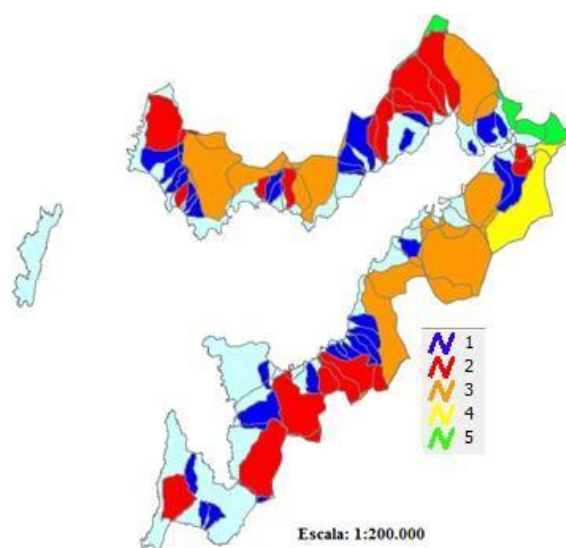


Figura 3-24 Área dividida por cuencas hidrográficas de distinto orden

A continuación se presentan las zonas intermareales (Figura 3-25), lagos interiores (Figura 3-26) y cursos de agua de menor entidad (Figura 3-27) en las parroquias que comprenden la zona bajo análisis.

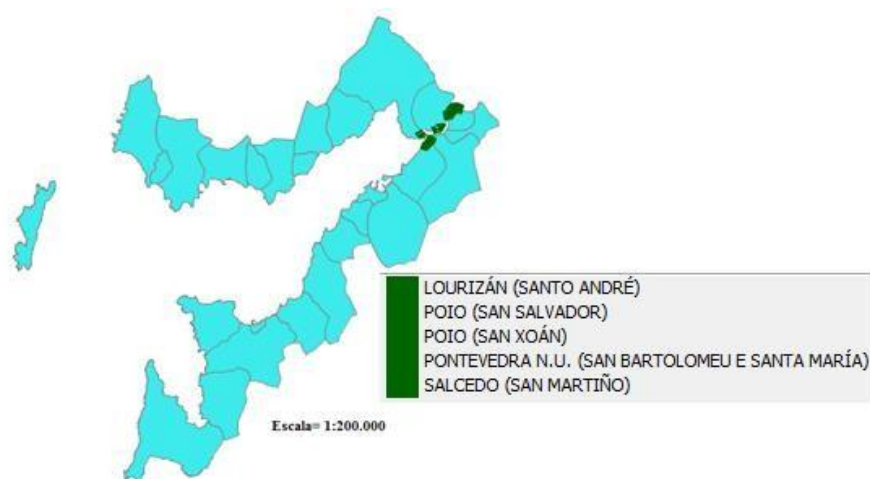


Figura 3-25 Zona intermareal asociada a las diferentes parroquias que comprende



Figura 3-26 Lagos interiores asociados a sus parroquias correspondientes

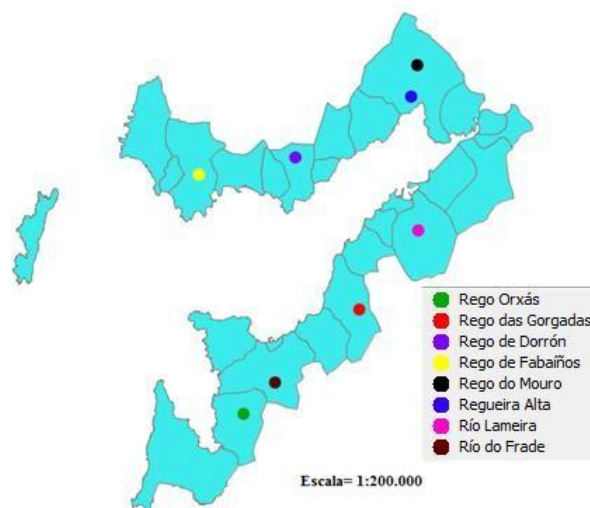


Figura 3-27 Diferentes regos que rodean la Ría de Pontevedra

➤ Áreas con potencial significativo de inundación

La Figura 3-28 muestra las áreas definidas en nuestra zona de estudio como Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs), que se han obtenido a partir de un análisis realizado por autoridades en materia de agua, costas y protección civil. La identificación de las ARPIS se lleva a cabo a partir de la información disponible, los datos registrados y los estudios de evolución a largo plazo, teniendo en cuenta el impacto del cambio climático y la información suministrada por el Sistema de Cartografía de Zonas Inundables [21].

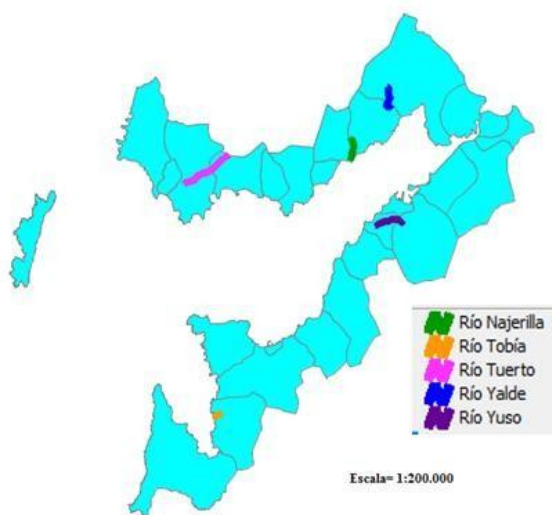


Figura 3-28 Áreas con potencial significativo de inundación

➤ Riesgo de inundación por el mar

El siguiente estudio incluye las áreas definidas con un posible riesgo de inundación por el mar, asociadas a periodos de retorno en estudios llevados a cabo por las autoridades competentes en materias de costas y Protección Civil [21].

1) T=10 años.

- a. Número indicativo de habitantes que pueden verse afectados = 450 personas
- b. Tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada:
Principalmente los sectores Agrícola-Regadío y Forestal.

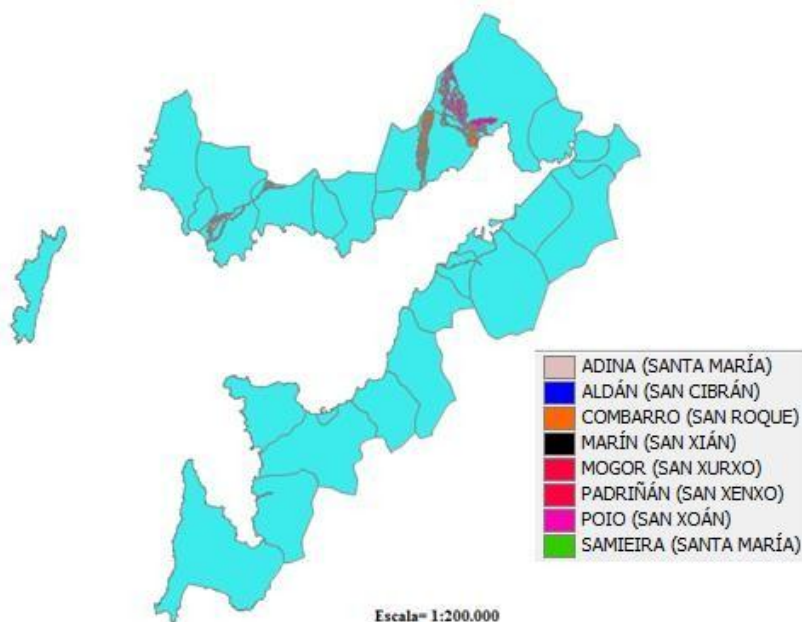


Figura 3-29 Riesgo de inundación por el mar para T=10 años

2) T=100 años.

- a. Número indicativo de habitantes que pueden verse afectados = 1600 personas
- b. Tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada:
Principalmente los sectores Agrícola-Regadío y Forestal.

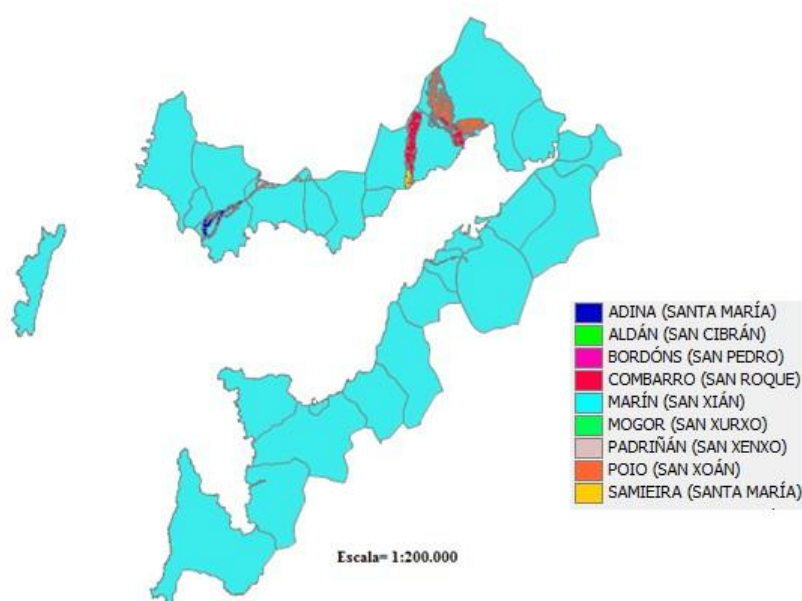


Figura 3-30 Riesgo de inundación por el mar para T=100 años

3) T=500 años.

- a. Número indicativo de habitantes que pueden verse afectados = 1800 personas
- b. Tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada:
Principalmente los sectores Agrícola-Regadío y Forestal.

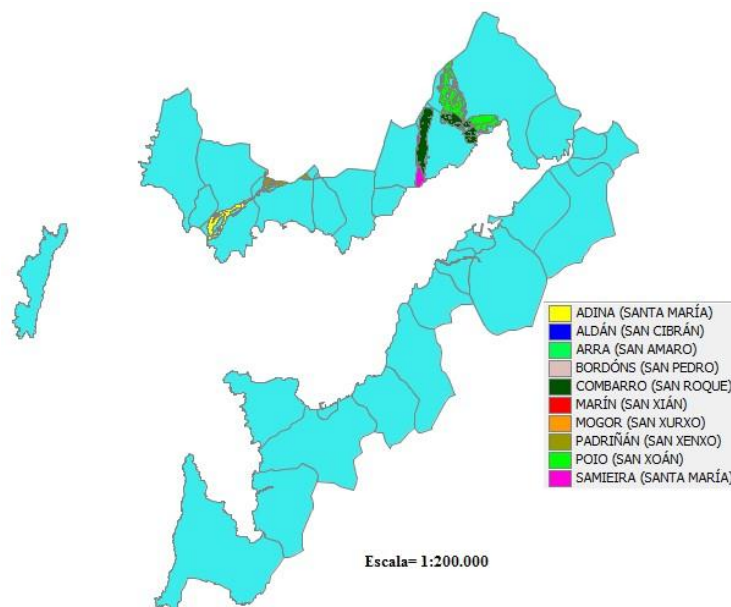


Figura 3-31 Riesgo de inundación por el mar para T=500 años

Análisis de recursos hídricos:

La Junta de Galicia, junto con Aguas de Galicia, ha establecido un plan de gestión de riesgos de inundación en toda la demarcación hidrográfica Gallega, donde define las líneas básicas necesarias para prevenir y minimizar los riesgos por inundación en zonas de riesgo potencial significativo, sobre todo en la costa.

En Pontevedra se sitúa el mayor número de Concellos que tienen que elaborar planes de actuación ante el riesgo de sufrir inundaciones. Este hecho se refleja, como podemos ver en la Figura 3-30, en poblaciones como Combarro, Poio, etc. Esta es una de las directrices que marca el plan especial de protección civil. La elaboración de este plan especial ante el riesgo de inundaciones por parte de la concellería de Presidencia tuvo en cuenta los incidentes de este tipo que se produjeron en Galicia durante los últimos diez años, y a partir de ahí se determinaron cuáles son las zonas de mayor riesgo y qué tipo de actuaciones hay que hacer en cada lugar.

Las principales causas de inundación que se producen en las Rías Baixas son motivadas por lluvias muy intensas, por desbordamiento de masas de agua y las provocadas por roturas u operaciones incorrectas en infraestructuras hidráulicas.

La comarca de Pontevedra tiene 40 km de tramos fluviales con peligro de inundación, de los cuales 8 son de alto riesgo. El cauce al que hay que prestar más atención es al de Umia, situado entre Caldas y Porta, al que le sigue el río Lézrez y el Gafos, así como a los 10 km de litoral que discurren entre Marín y la capital, aunque cabe destacar que el riesgo de este último es bajo. Son habituales los cortes de tráfico en la autovía de Marín cuando la pleamar coincide con temporales marítimos y fuerte oleaje.

3.3.2 Infraestructura viaria

En el caso de la infraestructura viaria el interés viene motivado, al igual que con el IFN, por el aumento de la superficie de zonas de transporte observado en la comparativa de usos del suelo según Corine. Para entender dicho aumento de superficie, se analizarán las carreteras, autopistas y autovías existentes en tres períodos distintos, 1984, 2006 y 2011.

- Año 1984:

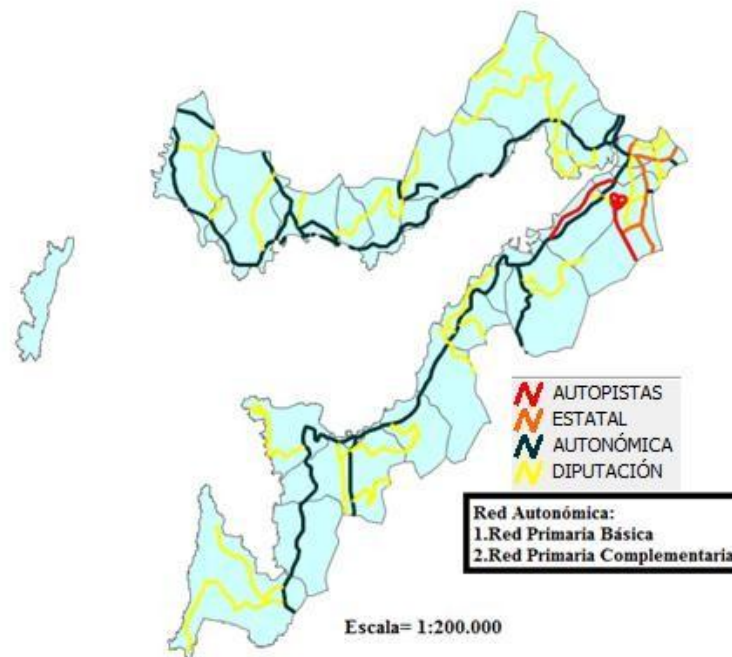


Figura 3-32 Infraestructura viaria correspondiente al año 1984

- Año 2006:

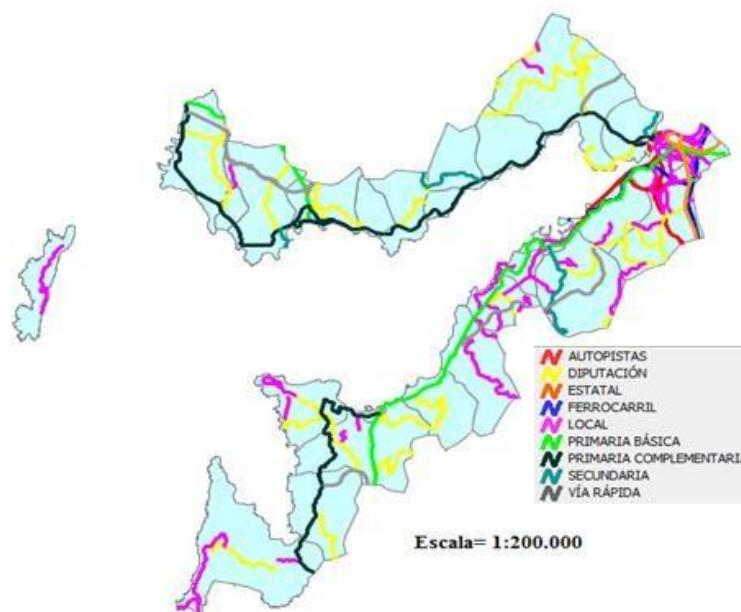


Figura 3-33 Infraestructura viaria correspondiente al año 2006

- Año 2011:

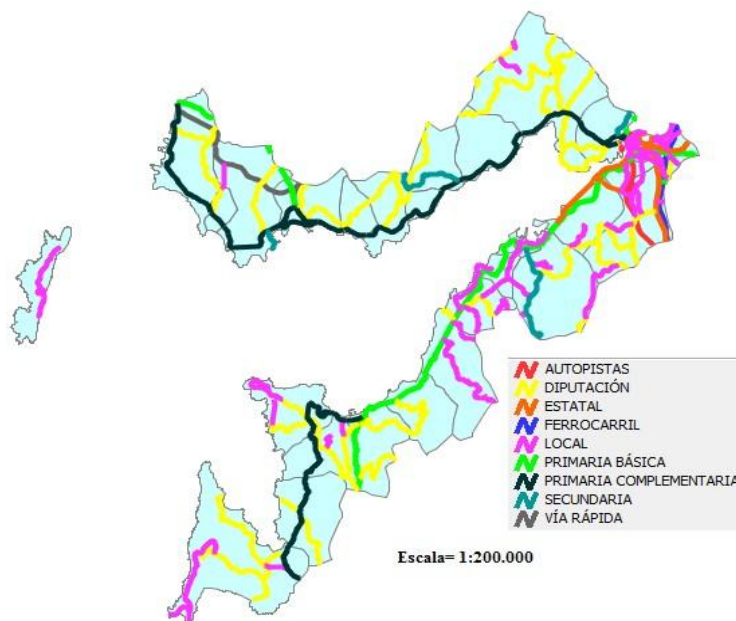


Figura 3-34 Infraestructura viaria correspondiente al año 2011

Análisis de infraestructura viaria:

La red de carreteras de Galicia forma parte de la red de carreteras de España, integrada por todas las carreteras con itinerario comprendido íntegramente en el territorio de la Comunidad Autónoma, que no sean titularidad del Estado. Esta red está formada por: la Red Autonómica competencia de la Junta de Galicia, la Red Provincial competencia de las distintas Diputaciones Provinciales y, por último, las Redes Municipales competencia de los Municipios.

Dentro de la Red Autonómica se encuentran:

- Red Primaria Básica: formada por grandes ejes que, junto con la Red General del Estado, vertebran el territorio conectando con la Red de Carreteras de las Comunidades Autónomas colindantes.
- Red Primaria Complementaria: formada por las demás carreteras que conectan con los pueblos y ciudades más importantes.
- Red Secundaria: comprendida por las carreteras no incluidas en las Redes Básicas y Complementarias [25].

Observado los resultados obtenidos en este apartado, cabe destacar que en los últimos 15 años ha habido un espectacular desarrollo con unas inversiones muy fuertes en la construcción de infraestructura viaria en la zona, concentrándose dicho desarrollo dentro del período 1984-2006.

3.3.3 Aspectos poblacionales

3.3.3.1 Núcleos de población

En la Figura 3-35 se observa la gran cantidad de núcleos de población que se concentran en los municipios limítrofes con la Ría de Pontevedra.

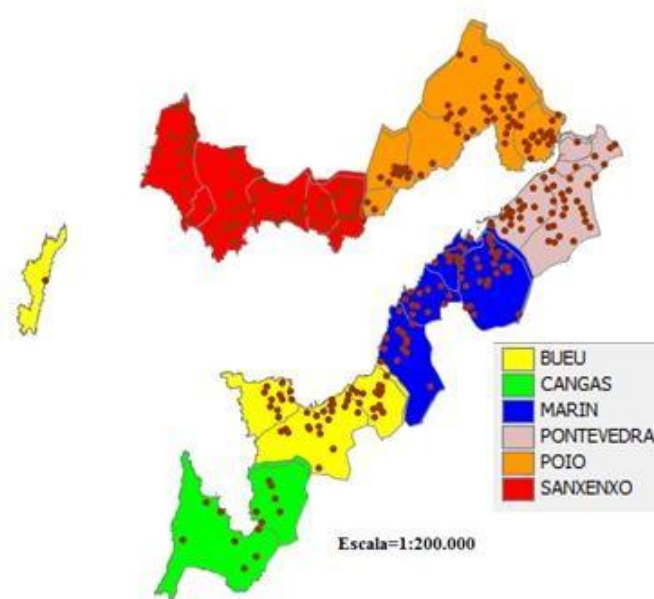


Figura 3-35 Núcleos de población de los municipios que bordean la Ría de Pontevedra

3.3.3.2 Cifras de población

Para llevar a cabo un análisis profundo de las zonas más vulnerables que rodean la Ría de Pontevedra, en cuanto al número de habitantes afectados, es necesario incluir la evolución de las cifras de población en los diferentes municipios.

Las siguientes tablas muestran el número de habitantes a distintos niveles (municipio y parroquia) y para distintos años. En el ANEXO I se muestra a mayores el número de habitantes por núcleos de población para cada parroquia.

Comarca/Año	1981	1991	2000	2006	2012	2016
Barro	4096	3633	3538	3402	3724	3746
Bueu	12154	12509	12526	12537	12373	12189
Cangas	21983	22758	23442	25202	26087	26584
Marín	23178	24045	25482	26190	25562	24878
Meaño	6041	5313	5403	5494	5453	5341
Meis	5378	5102	4973	5001	4992	4844
Moaña	17854	17453	17907	18432	19291	19458
Poio	12063	13035	14037	15201	16642	16901
Pontevedra	64184	71491	75212	80096	82684	82549
Sanxenxo	14358	15043	16183	16914	17604	17314
Vilaboa	6118	5806	5780	6030	5965	6043

Tabla 3-6 Cifras de población de cada municipio que rodea la Ría de Pontevedra

	Parroquias/Año	2000	2006	2012	2016
1	HÍO (SANTO ANDRÉ)	2852	2832	2918	2954
2	ALDÁN (SAN CIBRÁN)	2622	2550	2554	2482
3	BUEU (SAN MARTIÑO DE FÓRA)	3798	3655	3570	3455
4	BELUSO (SANTA MARÍA)	3035	2924	2818	2838
5	BUEU (SAN MARTIÑO)	3552	3776	3854	3851
6	CELA (SANTA MARÍA)	1994	2040	1974	1905
7	ARDÁN (SANTA MARÍA)	1758	1720	1622	1565
8	SEIXO (NOSA SEÑORA DO CARME)	2209	2025	1969	1960
9	MOGOR (SAN XURXO)	1173	1130	1028	996
10	MARÍN (SANTA MARÍA DO PORTO)	15999	17023	16794	16277
11	MARÍN (SAN XIÁN)	2913	2789	2735	2698
12	LOURIZÁN (SANTO ANDRÉ)	3531	3280	3182	3087
13	SALCEDO (SAN MARTIÑO)	2259	2223	2132	2079
14	VIRXE DO CAMIÑO (A)(VIRXE DO CAMIÑO)	90	85	53	58
15	POIO (SAN SALVADOR)	5261	6061	6958	7339
16	POIO (SAN XOÁN)	5019	5217	5548	5513
17	COMBARRO (SAN ROQUE)	1582	1735	1910	1849
18	SAMIEIRA (SANTA MARÍA)	1066	1060	1049	1052
19	RAXÓ (SAN GREGORIO)	1109	1128	1177	1148
20	DORRÓN (SAN XOÁN)	1328	1360	1431	1393
21	BORDÓNS (SAN PEDRO)	587	600	626	602
22	PADRIÑÁN (SAN XENXO)	3241	3602	3790	3732
23	ADINA (SANTA MARÍA)	4342	4625	4808	4783
24	ARRA (SAN AMARO)	335	378	418	417
25	NOALLA (SANTO ESTEVO)	2453	2481	2585	2552
26	ILA DE ONS(A) (SAN XOAQUÍN)	58	70	79	67

Tabla 3-7 Número de población de las diferentes parroquias que lindan con la Ría de Pontevedra

Análisis poblacional:

Galicia lidera la caída de la población rural en España, con un descenso del 7% desde el año 2008. Esto obedece a varios factores. Por una parte, se pone de manifiesto el envejecimiento de la población, ya que entre el año 2008 y 2014, la proporción de habitantes con más de 65 años casi duplica la de menores de 16. Este hecho justifica que el número de ocupados en las Rías Baixas en el sector primario descendiese significativamente. Mientras en 1977 el 45% de los mismos trabajaban en el sector primario, en 2014 lo hacían sólo el 6,6%. En el sector servicios sucedía lo contrario, pasando de emplear al 28,5% de los trabajadores en 1977 al 70% en 2014 [26]. Esto se refleja en la Tabla 3-6, donde las cifras de población se van concentrando en las poblaciones más grandes, como es el caso de Pontevedra (que pasó de 64184 habitantes en 1981 a 82549 en 2016) o Sanxenxo (que pasó de 14358 habitantes en 1981 a 17314 en 2016), Moaña (de 17854 habitantes en 1981 a 19458 en 2016), Marín (de 23178 habitantes en 1981 a 24878 en 2016) y Cangas (de 21983 habitantes en 1981 a 26584 en 2016).

Con motivo de la crisis económica esta migración poblacional de las zonas rurales se vio atenuada, ya que muchas personas optaron por volver al campo ante la falta de empleo y oportunidades en las grandes ciudades, además de la ausencia de créditos que padecieron otros sectores, como por ejemplo, el de la construcción. Esta llegada de población a las zonas rurales no sólo ha sido por motivos económicos, en algunos casos obedece a la búsqueda de una nueva forma de vida, cercana a la naturaleza. Sin embargo, pese a la llegada de nuevos vecinos empujados por la recesión, la población rural en las Rías Baixas ha seguido cayendo.

Otro factor a tener en cuenta es la falta de rentabilidad de las zonas agrícolas, que hace poca atractiva la explotación de las mismas. Las dos grandes fuentes de ingresos de la actividad económica rural (la leche y la carne) están al borde de la rentabilidad por la subida de los costes y la bajada del precio en origen. Por el contrario, en los últimos años, aunque en recesión desde 2010, aumenta la actividad industrial en torno a zonas portuarias.

3.4 Desarrollo de la práctica de vulnerabilidad

Antes de comenzar a explicar los pasos detallados para la realización de la práctica es necesario mencionar el objetivo de la misma, que no es otro que determinar y representar las zonas vulnerables en la Ría de Pontevedra mediante la aplicación de diversas funciones de análisis espacial proporcionadas por el sistema de información geográfica gvSIG.

En líneas generales, se pretende determinar las parroquias situadas en los márgenes de la Ría de Pontevedra más vulnerables ambientalmente por contener playas, estuarios, marismas, zonas portuarias y otros elementos de interés ecológico incluidos los de la Red Natura. Se tendrá en cuenta también el número de habitantes en cada parroquia, lo que permitirá estimar la densidad poblacional que sería vulnerable a una posible catástrofe.

Los datos necesarios para desarrollar la práctica son las capas temáticas de: las provincias, municipios y parroquias de Galicia, los usos del suelo Corine para cada año de estudio, la línea de costa de la Ría de Pontevedra. Aparte de esto, se tendrá en consideración la información geográfica relativa a los espacios naturales protegidos de la zona y contenidos en la Red Natura 2000. Finalmente, incluiremos los datos de población para estimar cuál sería la densidad poblacional afectada.

A continuación se describen los pasos a seguir para la estudio SIG práctico propiamente dicho de obtención de zonas vulnerables en la Ría de Pontevedra.

- 1) En primer lugar hay que crear el espacio de trabajo asignando la proyección cartográfica de la zona de estudio: será la UTM, huso 29N, con el *Datum* ETRS89.

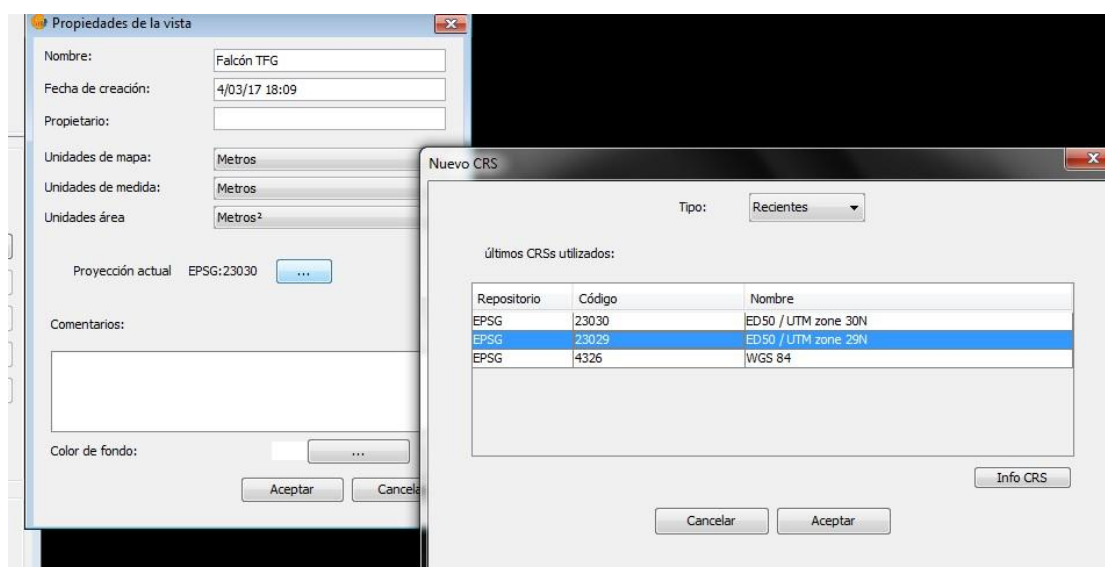


Figura 3-36 Propiedades de la vista y proyección cartográfica

- 2) A continuación se carga la capa de provincias de Galicia, a partir de la cual seleccionaremos la Provincia de Pontevedra.

Para distinguir mejor los objetos cartográficos, con el botón izquierdo del ratón se selecciona en “propiedades de la capa” y, posteriormente, en “categorías” y “valores únicos”. De este modo se establece el campo de clasificación que queremos que nos muestre en pantalla. Así, para cada una de las capas temáticas con las que trabajaremos, sus respectivos campos específicos de información o atributos son: PROVI (capa de provincias), LEYENDA (capa de usos del suelo), PARRO (capa de parroquias) Y ENP_NOME (capa de red natura).

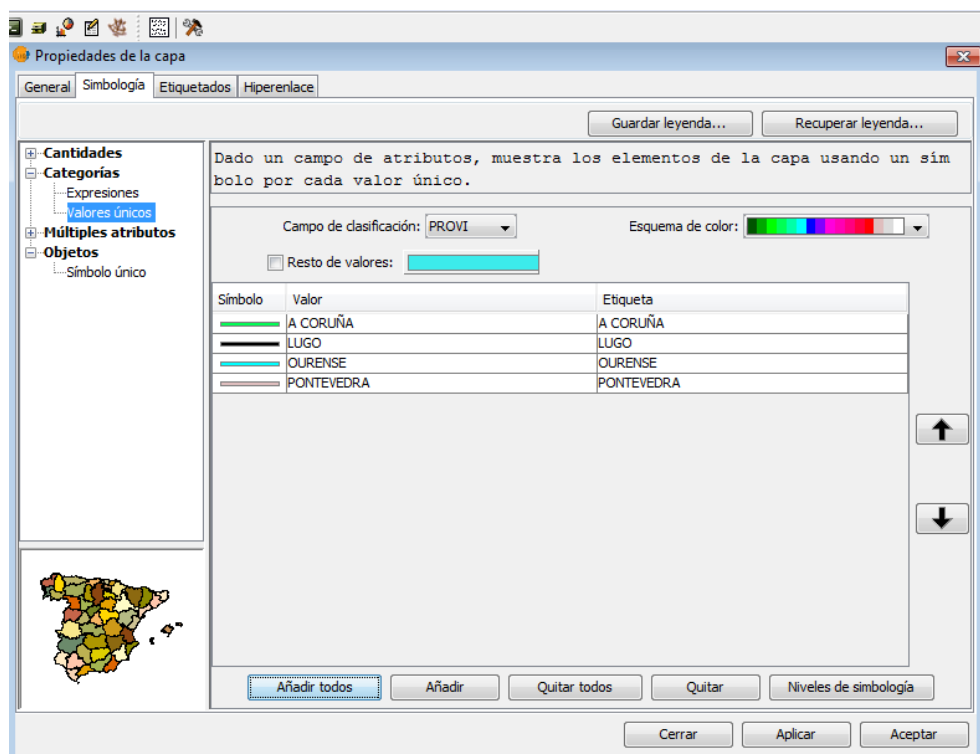


Figura 3-37 Campo de clasificación de la capa Provincias empleada en la práctica

- 3) El siguiente paso consiste en hacer una selección espacial (mediante herramienta FILTRO) en la tabla de atributos de las capas de Provincias y usos del suelo Corine. En la primera, nos quedaremos únicamente con la Provincia de Pontevedra; mientras que en los usos del suelo, nos quedaremos únicamente con los datos que interesan para el estudio de la vulnerabilidad, seleccionando los siguientes registros del campo LEYENDA: estuarios, lagunas costeras, marismas, playas y dunas, zonas llanas intermareales y zonas portuarias.

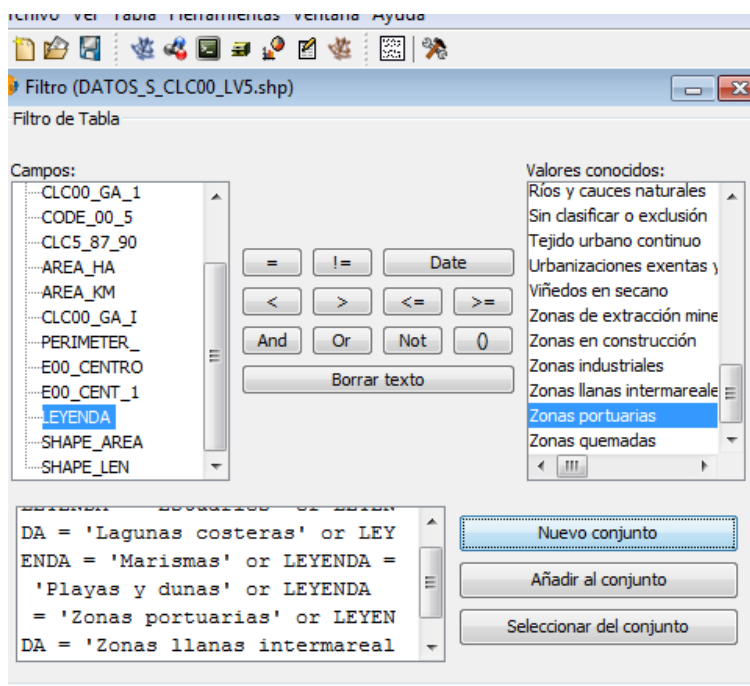


Figura 3-38 Filtro de tabla en la capa de usos del suelo

Como resultado de este proceso, en la capa de usos del suelo sólo nos aparecerán a partir de ahora los atributos que hemos filtrado (Figura 3-39).

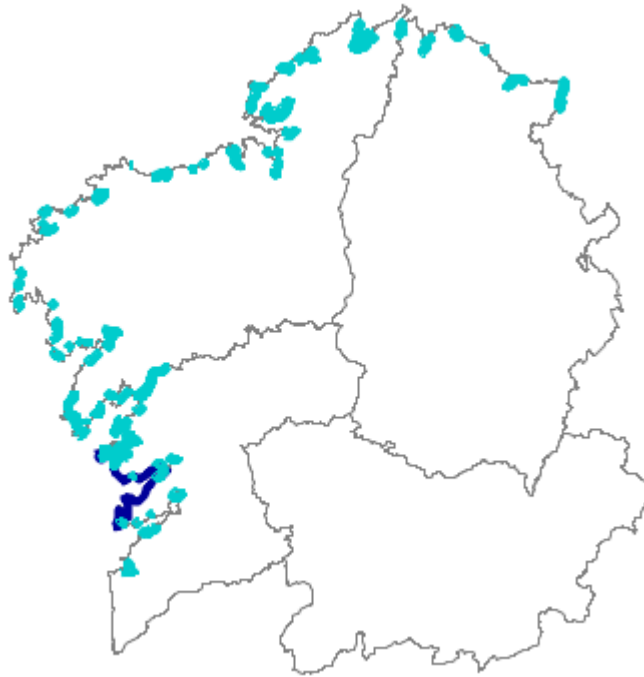


Figura 3-39 Atributos que se han filtrado de la capa de usos del suelo

- 4) Se hace la intersección entre la capa anterior de usos del suelo con los atributos seleccionados y la provincia de Pontevedra. El motivo de realizar este geoproceso es para quedarnos únicamente con los atributos que se encuentran en nuestra área de estudio, tal y como se observa a continuación en la Figura 3-40.

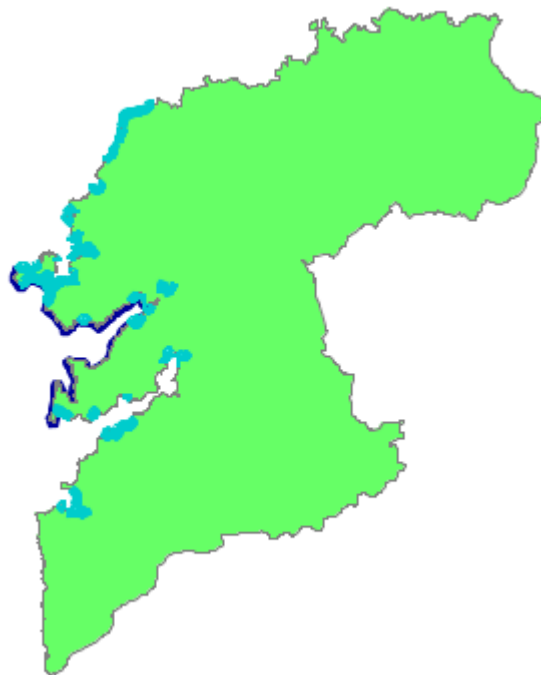


Figura 3-40 Provincia de Pontevedra con los atributos seleccionados de la capa de usos del suelo

- 5) Ahora se genera una nueva capa con la línea de costa de la Ría de Pontevedra (Figura 3-41). Este proceso se lleva a cabo creando una nueva capa vectorial de tipo “polilínea”.

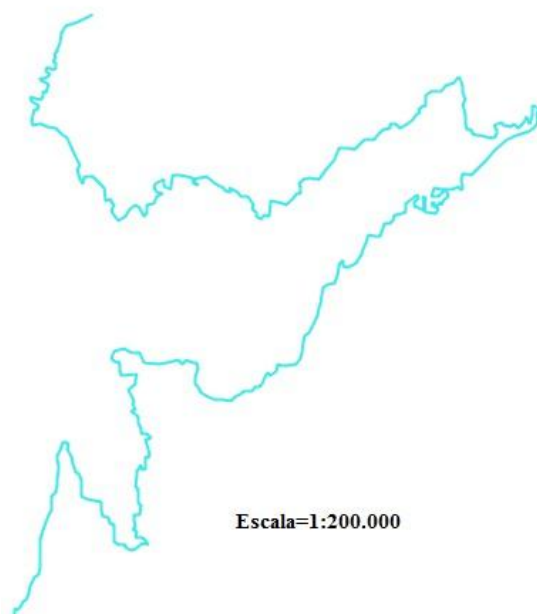


Figura 3-41 Línea de costa de la Ría de Pontevedra

- 6) Mediante la función o geoprocreso “enlace espacial” se determinan los atributos de usos del suelo previamente seleccionados (Figura 3-39) que intersecan con la línea de costa de la Ría de Pontevedra.

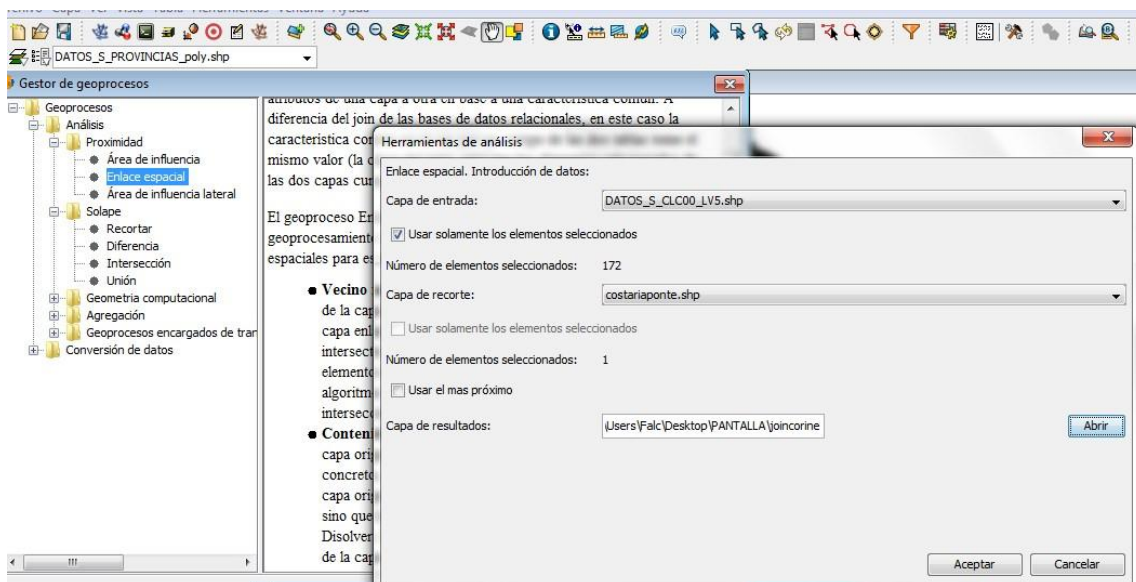


Figura 3-42 Enlace espacial para intersectar usos del suelo con la línea de costa de Pontevedra

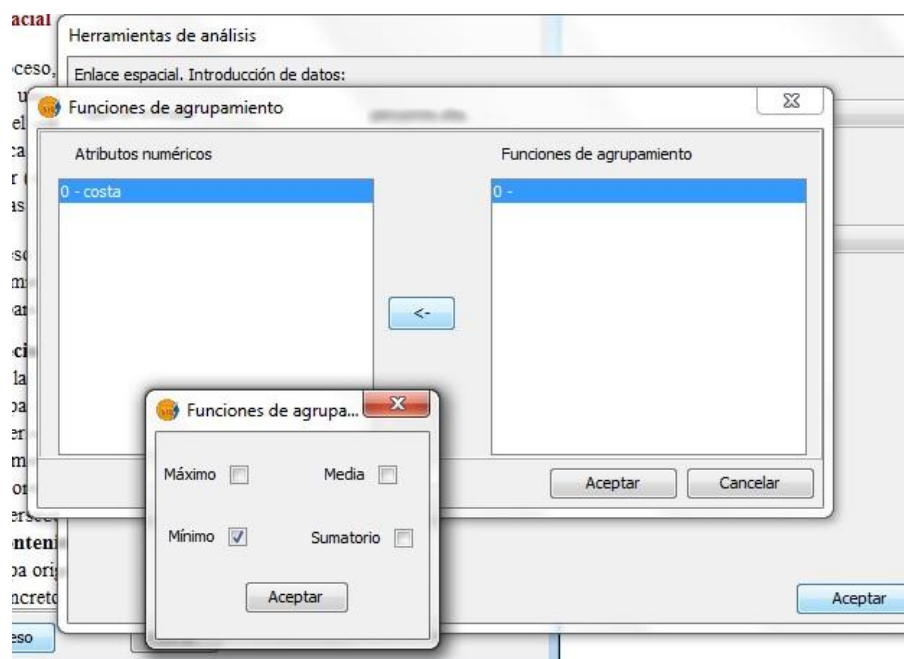


Figura 3-43 Función para agrupar los elementos adyacentes a la Ría de Pontevedra

- 7) En la capa resultante del enlace espacial se vuelve a hacer un filtrado, seleccionando aquellos atributos con un número relacional =1, de forma que se quede con aquellos objetos directamente adyacentes a la línea de costa de la Ría de Pontevedra. La capa resultante se exporta con el nombre riacorine.shp.

A continuación (Figura 3-44) se muestra la tabla de atributos que resulta del enlace especial entre la capa de usos del suelo y la línea de costa de la Ría de Pontevedra. Cabe destacar que únicamente 9 de los 172 atributos registrados corresponden con aquellos objetos adyacentes al área de estudio (marcados en color amarillo).

DATOS_S_CL	PERIMETER	CLC00_GA_M	CLC00_GA_I	CODE_00_5	CLC5_87_90	AREA_HA	AREA_XM	CLC00_GA_I	PERIMETER	E00_CENTRO	E00_CENT_1	LEYENDA	SHAPE_AREA	SHAPE_LEN	Campo1	DIST
0.0	2965.09721	2559.0	42300.0	42300.0	35.98054	0.35981	4951.0	2.9651	4695934.67...	526943.81644	Zonas llanas...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	2938.26451	2559.0	42300.0	42300.0	39.12179	0.39122	4950.0	2.93825	4696611.9048	526255.40673	Zonas llanas...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	4313.46876	2561.0	42300.0	42300.0	56.5942	0.56594	4949.0	4.31347	4698362.0865	525155.74691	Zonas llanas...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	17661.9076	2562.0	42300.0	42300.0	652.61955	6.5262	4948.0	17.66191	4701263.53...	513029.29407	Zonas llanas...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	22332.10034	4281.0	4280.0	33110.0	33100.0	281.82928	2.81829	3169.0	22.3321	4701248.43	508306.0	Playas y dunas...	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	6115.62874	5063.0	5062.0	42100.0	42100.0	71.56383	0.71564	2387.0	6.11563	4699949.75...	511835.76935	Marismas	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	9238.71543	5100.0	5099.0	12300.0	12300.0	72.24589	0.72246	2350.0	9.23872	4693776.31...	525132.95514	Zonas portu...	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	1369.70197	5101.0	5100.0	12300.0	12300.0	10.47419	0.10474	2349.0	1.3697	4697581.31...	524288.15784	Zonas portu...	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	2511.6534	5106.0	5105.0	12300.0	12300.0	38.92495	0.38925	2344.0	2.51165	4694237.0335	516178.90491	Zonas portu...	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	2570.89103	2555.0	2554.0	42300.0	42300.0	26.72768	0.26728	4955.0	2.57089	4681641.53...	522410.87483	Zonas llanas...	0.0	0.0	6000.06226	0.0
0.0	1798.64429	2556.0	2555.0	42300.0	42300.0	17.20959	0.1721	4954.0	1.79864	4681780.30...	523443.0	Zonas llanas...	0.0	0.0	6500.6836	0.0
0.0	9950.16023	2557.0	2556.0	42300.0	42300.0	233.13328	2.33133	4953.0	9.95016	4710593.76...	512683.5	Zonas llanas...	0.0	0.0	9090.61376	0.0
0.0	10647.75413	2558.0	2557.0	42300.0	42300.0	336.25509	3.36255	4952.0	10.64775	4688182.60...	530723.31236	Zonas llanas...	0.0	0.0	6829.57783	0.0
0.0	5070.41021	2563.0	2562.0	42300.0	42300.0	89.87652	0.89877	4947.0	5.07041	4703404.78...	512209.16344	Zonas llanas...	0.0	0.0	2760.46136	0.0
0.0	8527.68098	2564.0	2563.0	42300.0	42300.0	227.61352	2.27614	4946.0	8.52768	4705514.17...	514995.99246	Zonas llanas...	0.0	0.0	5131.66122	0.0
0.0	3032.20533	2565.0	2564.0	42300.0	42300.0	30.68253	0.30683	4945.0	3.03221	4707982.83...	515070.84178	Zonas llanas...	0.0	0.0	8141.13524	0.0
0.0	3169.19979	2566.0	2565.0	42300.0	42300.0	27.27878	0.27279	4944.0	3.1692	4719850.40...	512374.5	Zonas llanas...	0.0	0.0	19354.13744	0.0
0.0	4194.06114	2567.0	2566.0	42300.0	42300.0	49.62054	0.49621	4943.0	4.19406	4720658.11...	509864.38948	Zonas llanas...	0.0	0.0	19516.12789	0.0
0.0	14374.15435	2568.0	2567.0	42300.0	42300.0	399.20162	3.99202	4942.0	14.37415	4720256.13...	519190.0	Zonas llanas...	0.0	0.0	20968.05649	0.0
0.0	1069.30412	2569.0	2568.0	42300.0	42300.0	5.77571	0.05776	4941.0	1.0693	4739331.52...	508366.24456	Zonas llanas...	0.0	0.0	39165.0786	0.0
0.0	888.16843	2570.0	2569.0	42300.0	42300.0	4.00521	0.04005	4940.0	0.88817	4738868.56...	507227.79019	Zonas llanas...	0.0	0.0	38868.76934	0.0
0.0	2949.62284	2571.0	2570.0	42300.0	42300.0	32.84161	0.32842	4939.0	2.94962	4738646.49...	498760.21696	Zonas llanas...	0.0	0.0	40043.99191	0.0
0.0	7864.592	2572.0	2571.0	42300.0	42300.0	141.56958	1.4157	4938.0	7.86459	4737357.9461	508475.41328	Zonas llanas...	0.0	0.0	36522.60842	0.0
0.0	3088.15306	2573.0	2572.0	42300.0	42300.0	39.16409	0.39164	4937.0	3.08815	4736938.21...	495168.49314	Zonas llanas...	0.0	0.0	39903.47565	0.0
0.0	5490.19642	2574.0	2573.0	42300.0	42300.0	82.4019	0.82402	4936.0	5.4902	4741130.47...	508768.61046	Zonas llanas...	0.0	0.0	40480.98479	0.0
0.0	11086.78388	2575.0	2574.0	42300.0	42300.0	111.47386	1.11474	4935.0	11.08678	4775672.60...	488876.0	Zonas llanas...	0.0	0.0	78376.0951	0.0
0.0	2495.92087	2576.0	2575.0	42300.0	42300.0	34.03168	0.34032	4934.0	2.49592	477404.37...	486608.44232	Zonas llanas...	0.0	0.0	80797.55634	0.0
0.0	17691.31218	2577.0	2576.0	42300.0	42300.0	339.09636	3.39096	4933.0	17.69131	4786412.90...	506039.17888	Zonas llanas...	0.0	0.0	85097.43173	0.0
0.0	4087.71398	2578.0	2577.0	42300.0	42300.0	49.56276	0.49563	4932.0	4.08771	4824387.06...	461336.5	Zonas llanas...	0.0	0.0	169125.4324	0.0
0.0	1871.67312	2579.0	2578.0	42300.0	42300.0	21.24141	0.21241	4931.0	1.87167	4812108.33...	559269.6892	Zonas llanas...	0.0	0.0	117842.61244	0.0
0.0	3338.01484	2580.0	2579.0	42300.0	42300.0	35.25907	0.35259	4930.0	3.33801	4812165.02...	562816.5	Zonas llanas...	0.0	0.0	118721.36837	0.0
0.0	858.68477	2581.0	2580.0	42300.0	42300.0	4.4068	0.04407	4929.0	0.85868	4812666.5749	560192.0	Zonas llanas...	0.0	0.0	118810.05547	0.0
0.0	3400.4291	2582.0	2581.0	42300.0	42300.0	31.27709	0.31277	4928.0	3.40043	4812772.17...	564962.8238	Zonas llanas...	0.0	0.0	119911.64785	0.0
0.0	1439.86334	2583.0	2582.0	42300.0	42300.0	8.579	0.08579	4927.0	1.43986	4814655.96...	564976.63252	Zonas llanas...	0.0	0.0	122049.96043	0.0
0.0	4627.11489	2584.0	2583.0	42300.0	42300.0	57.85454	0.57855	4926.0	4.62711	4815689.46...	560746.67876	Zonas llanas...	0.0	0.0	121318.4642	0.0
0.0	15.676247	2585.0	2584.0	42300.0	42300.0	480.78709	4.80787	4925.0	15.16783	4815057.97...	566862.53933	Zonas llanas...	0.0	0.0	122452.64906	0.0

Figura 3-44 Tabla de atributos con un filtrado de los objetos adyacentes a la ría



Figura 3-45 Visualización geográfica de los atributos antes del filtrado

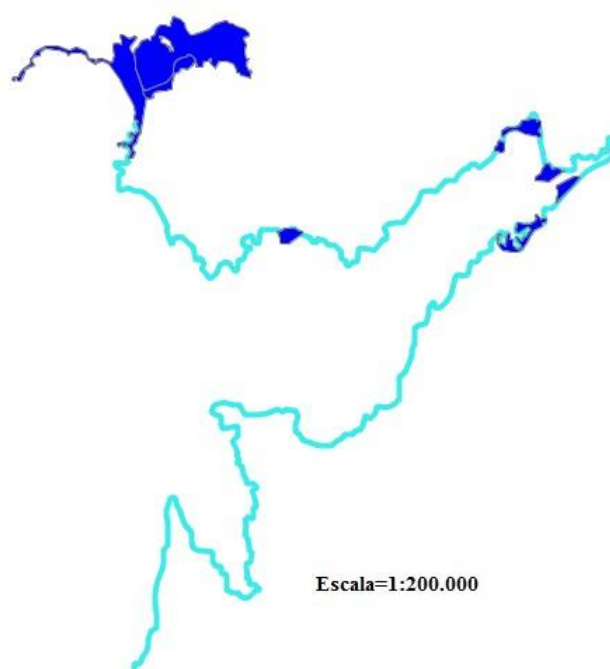


Figura 3-46 Visualización geográfica de los atributos después del filtrado

- 8) Se repite a continuación las operaciones anteriores de enlace espacial y posterior filtrado para las capas de parroquias y de la red natura, exportando los ficheros resultantes con el nombre de riaparro.shp y rianatura.shp, respectivamente.

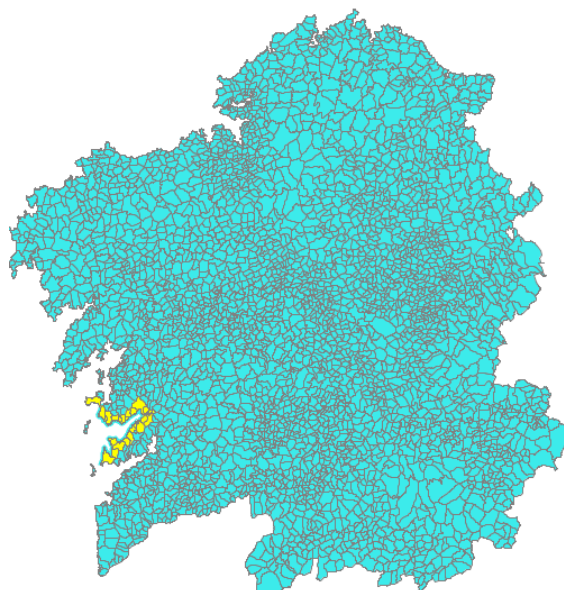


Figura 3-47 Capa de parroquias identificando en amarillo las adyacentes a la Ría de Pontevedra

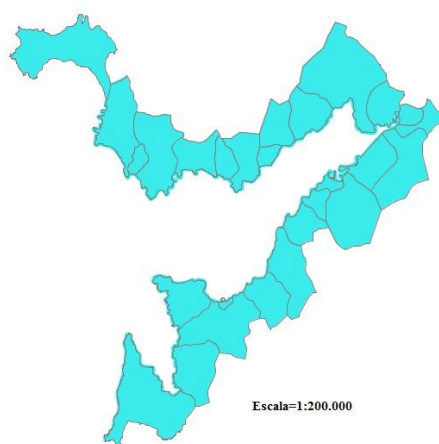


Figura 3-48 Visualización geográfica de las parroquias adyacentes después del filtrado

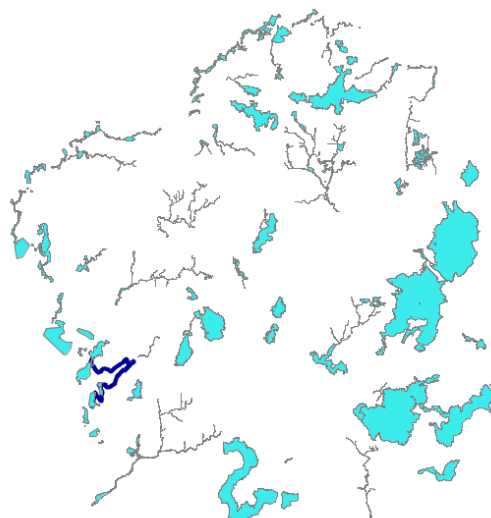


Figura 3-49 Enlace especial entre espacios naturales protegidos con la línea de costa antes del filtrado



Figura 3-50 Enlace especial entre espacios naturales con la línea de costa después del filtrado

- 9) Se unen las capas riacorine.shp y rianatura.shp (Figura 3-51) mediante el geoproceso de solape “unión” y asignamos a la capa resultante el nombre de corinenatura.shp (Figura 3-52).

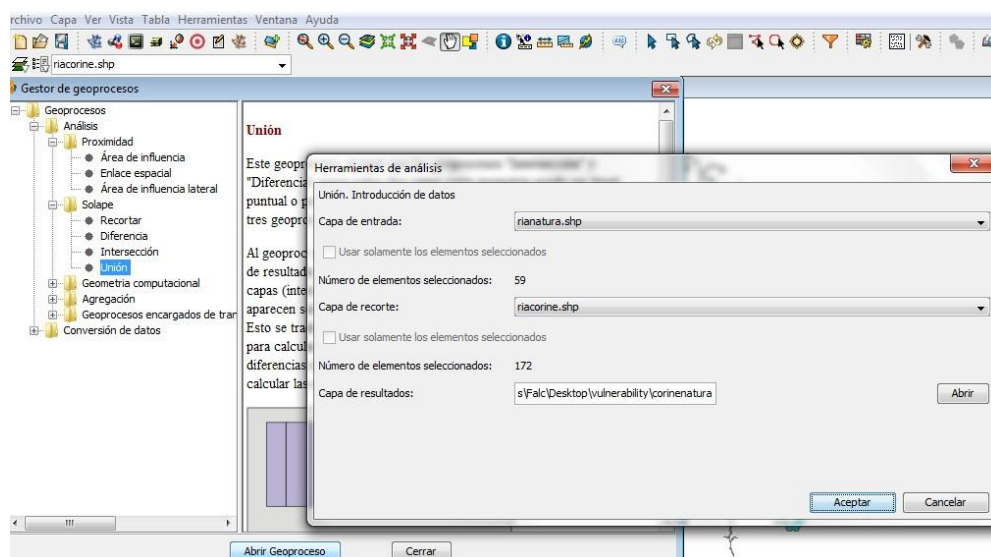


Figura 3-51 Unión de capas riacorine.shp y rianatura.shp



Figura 3-52 Visualización geográfica de la capa corinenatura.shp

- 10) A continuación hacemos un geoproceso de solape “intersección” de la capa corinenatura.shp con la capa riaparro.shp. De esta forma se obtendrán las zonas vulnerables dentro de cada parroquia.

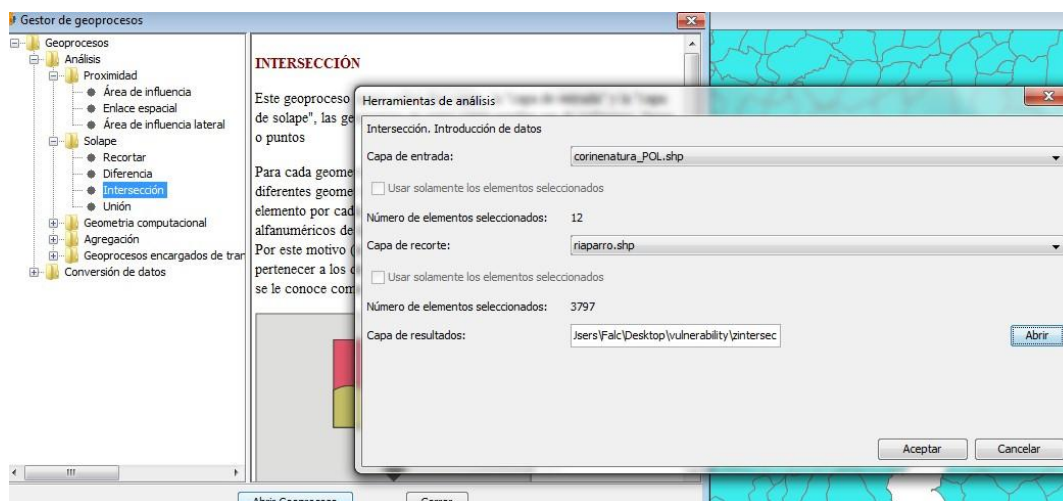


Figura 3-53 Intersección capa corinenatura.shp con la capa riaparro.shp

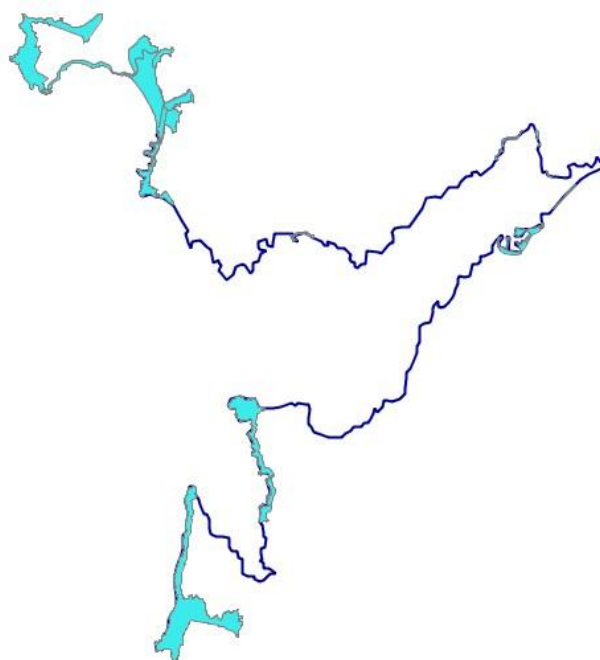


Figura 3-54 Visualización geográfica de la intersección capa corinenatura.shp con riaparro.shp

- 11) Se utiliza a continuación un geoproceso de agregación “disolver”, con el campo CODPARRO, en la capa que se acaba de crear. De esta manera se obtendrán todas las zonas vulnerables agrupadas por polígonos de la misma parroquia.

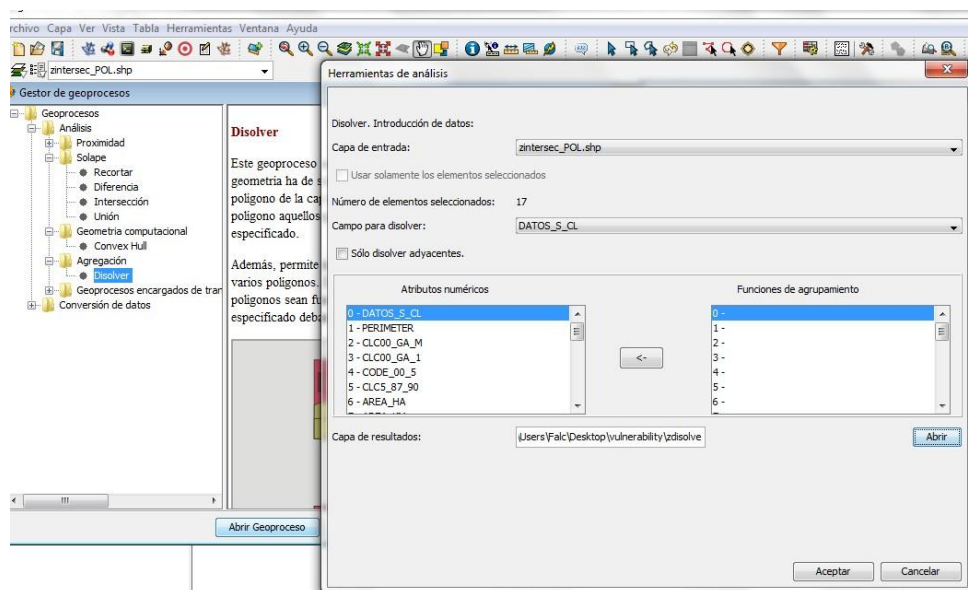


Figura 3-55 Función "disolver" para agrupar las zonas vulnerables

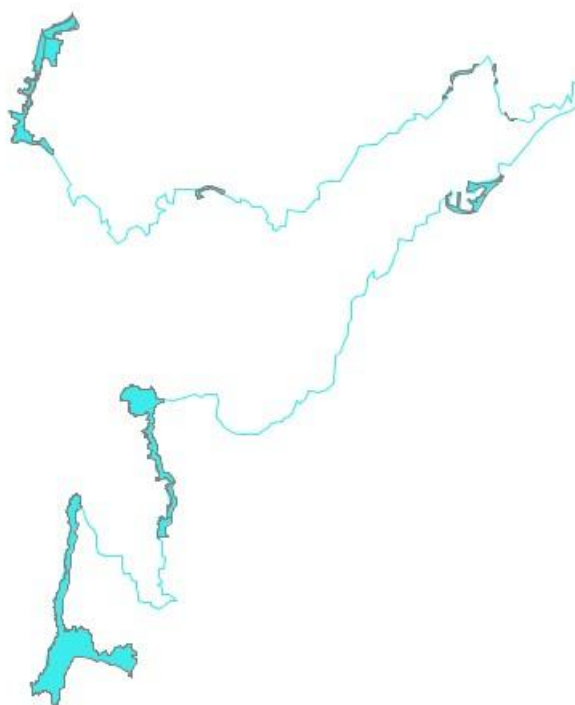


Figura 3-56 Zonas vulnerables agrupadas por polígonos de la misma parroquia

- 12) El siguiente paso es editar la tabla de atributos de la capa resultante para tres nuevos campos: AREA, PERIMETRO y CCIRCUL de los polígonos correspondientes a zonas vulnerables. El campo ccircul contendrá el coeficiente de circularidad de cada polígono, que se calcula mediante la expresión:

$$\frac{4\pi \times \text{AREA}}{\text{PERIMETRO}^2}$$

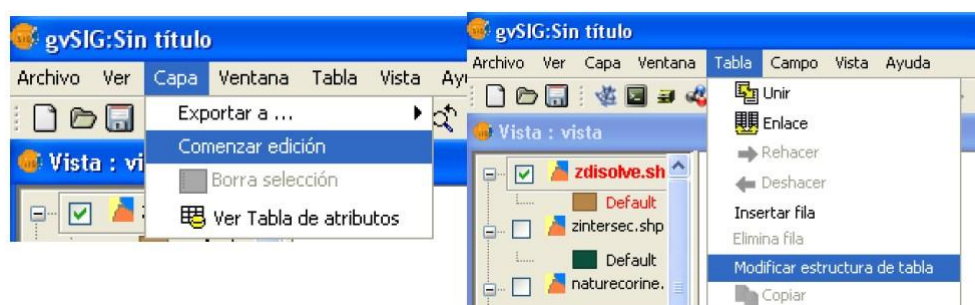


Figura 3-57 Procedimiento para modificar la estructura de la tabla de atributos

- 13) Una vez calculados los nuevos campos, se utiliza un filtro (Figura 3-58) quedarse únicamente con aquellas zonas que tengan un área superior a 5 hectáreas y un coeficiente de circularidad inferior a 4 (Figura 3-59).

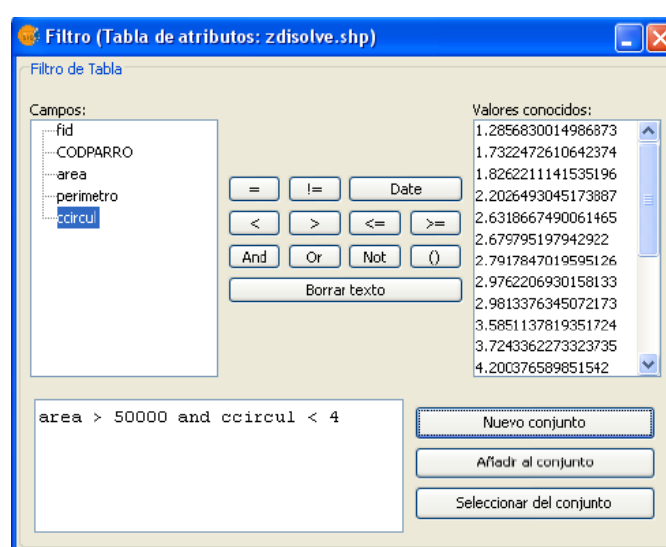


Figura 3-58 Filtro de tabla en los campos área y coeficiente de circularidad

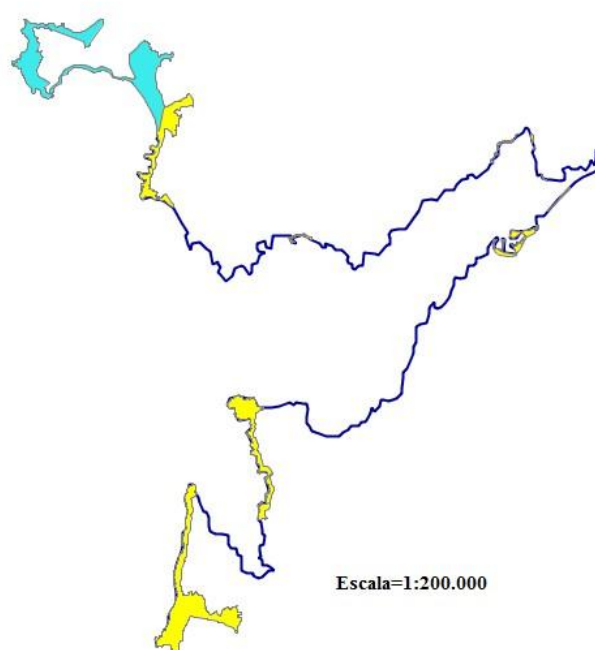


Figura 3-59 Visualización geográfica en amarillo de las zonas que permanecen después del filtrado

- 14) Una vez que tenemos finales susceptibles de vulnerabilidad, se procede a realizar una estimación de la población que se vería afectada en caso de catástrofe.

Para ello supondremos que el personal se distribuye homogéneamente por toda la parroquia, para lo que hayamos la densidad poblacional de cada parroquia, mediante el número de habitantes censados y el área total de cada parroquia, multiplicada esta relación por la superficie vulnerable.

Para llevar a cabo este paso, hay que importar en el programa una tabla con información del número de población en cada parroquia según los datos del censo. Necesitamos también la superficie total de cada parroquia, que se obtiene uniendo a la tabla de atributos de la capa final de zonas vulnerables la tabla de atributos de la capa parroquias. Como campo de enlace se utilizará el código de parroquias CODPARRO, de manera que sólo devuelva la información para aquellos códigos presentes en nuestra capa de resultado de zonas vulnerables.

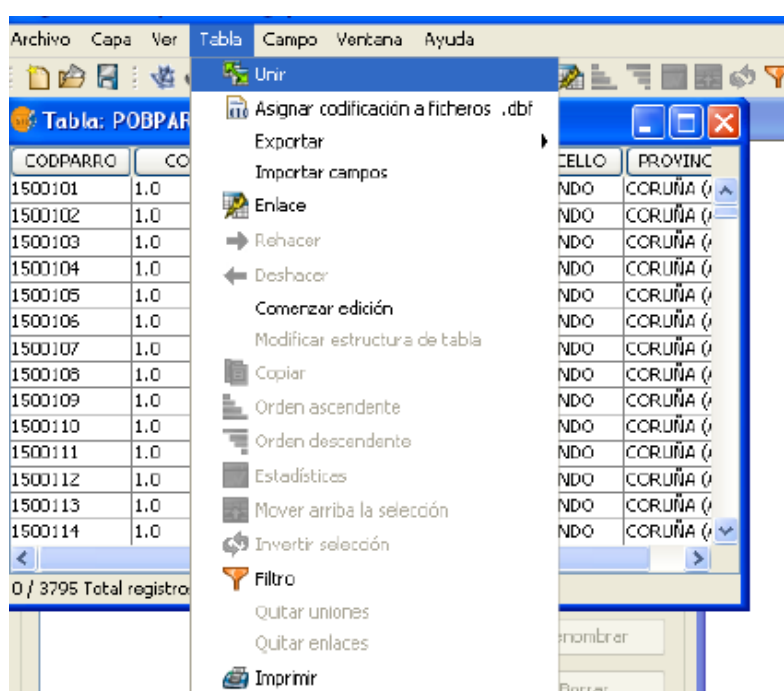


Figura 3-60 Unión de la tabla de población con la tabla de las zonas vulnerables

La tabla resultante de este proceso contiene todos los campos que se han ido añadiendo a la tabla inicial de atributos de las zonas vulnerables. Como se observa en la Figura 3-61, se dispone del área de la zona vulnerable (AREA en m²), la superficie que abarca cada parroquia (SUP en km²) y el censo de población total para cada una de las parroquias afectadas (POBLACION). Con estos datos ya se calcula la densidad poblacional correspondiente a cada zona vulnerable (Figura 3-62).

fid	CODPARRO	AREA	PERIMETRO	CCIRCUL	POBLACION	PARRO	SUP
0	3605107	1869538.13...	17081.595172	3.529052	2453.0	Noalla (Sant...	8.9229
1	3604102	79866.41153	3715.714527	3.714129	5019.0	Poio (San Xo...	17.76485
3	3602603	112763.776...	2021.133807	1.700227	2913.0	Marín (San X...	10.87375
4	3602604	155081.949...	4109.020795	2.947504	15999.0	Marín (Sant...	1.02258
5	3603810	223395.057...	3864.56681	2.309728	3531.0	Lourizán (Sa...	5.47529
5	3605108	95583.856248	2852.619989	2.606444	3241.0	Padriñán (S...	5.08336
7	3600805	4098450.80...	25481.673914	3.555616	2852.0	O Hío (Sant...	15.89333
3	3600401	1405145.89...	12407.368225	2.956757	3035.0	Beluso (Sant...	6.26092
9	3600402	186562.694...	3262.49727	2.133706	3798.0	Bueu (San M...	11.25388
10	3600801	206602.00359	2514.478243	1.562706	2622.0	Aldán (San ...	7.86828

Figura 3-61 Tabla de atributos incluyendo área vulnerable, superficie de parroquias afectadas y censo de población de cada parroquia para ese año de estudio

fid	CODPARRO	AREA	PERIMETRO	CCIRCUL	POBLACION	PARRO	SUP	DENSIDAD	PERSONAS V
3605107		1869538.13...	17081.595172	3.529052	2453.0	Noalla (Sant...	8922900.0	2.75E-4	513.955894
3604102		79866.41153	3715.714527	3.714129	5019.0	Poio (San Xo...	1.776485E7	2.83E-4	22.564194
3602603		112763.776...	2021.133807	1.700227	2913.0	Marín (San X...	1.087375E7	2.68E-4	30.208611
3602604		155081.949...	4109.020795	2.947504	15999.0	Marín (Sant...	1022580.0	0.015646	2426.368708
3603810		223395.057...	3864.56681	2.309728	3531.0	Lourizán (Sa...	5475290.0	6.45E-4	144.06688
3605108		95583.856248	2852.619989	2.606444	3241.0	Padriñán (S...	5083360.0	6.38E-4	60.94144
3600805		4098450.80...	25481.673914	3.555616	2852.0	O Hío (Sant...	1.589333E7	1.79E-4	735.452022
3600401		1405145.89...	12407.368225	2.956757	3035.0	Beluso (Sant...	6260920.0	4.85E-4	681.148743
3600402		186562.694...	3262.49727	2.133706	3798.0	Bueu (San M...	1.125388E7	3.37E-4	62.961851
3600801		206602.00359	2514.478243	1.562706	2622.0	Aldán (San ...	7868280.0	3.33E-4	68.847379

Figura 3-62 Tabla de atributos con la densidad poblacional de las zonas vulnerables resultado del estudio

- 15) Finalmente se representan estas zonas vulnerables teniendo en un intervalo con cinco clases bien diferenciadas atendiendo a los valores de densidad poblacional obtenidos en el paso anterior (Figura 3-62). Se utilizan colores graduados para la representación y se etiqueta cada zona con el nombre de la parroquia en la que está incluida (Figura 3-63).

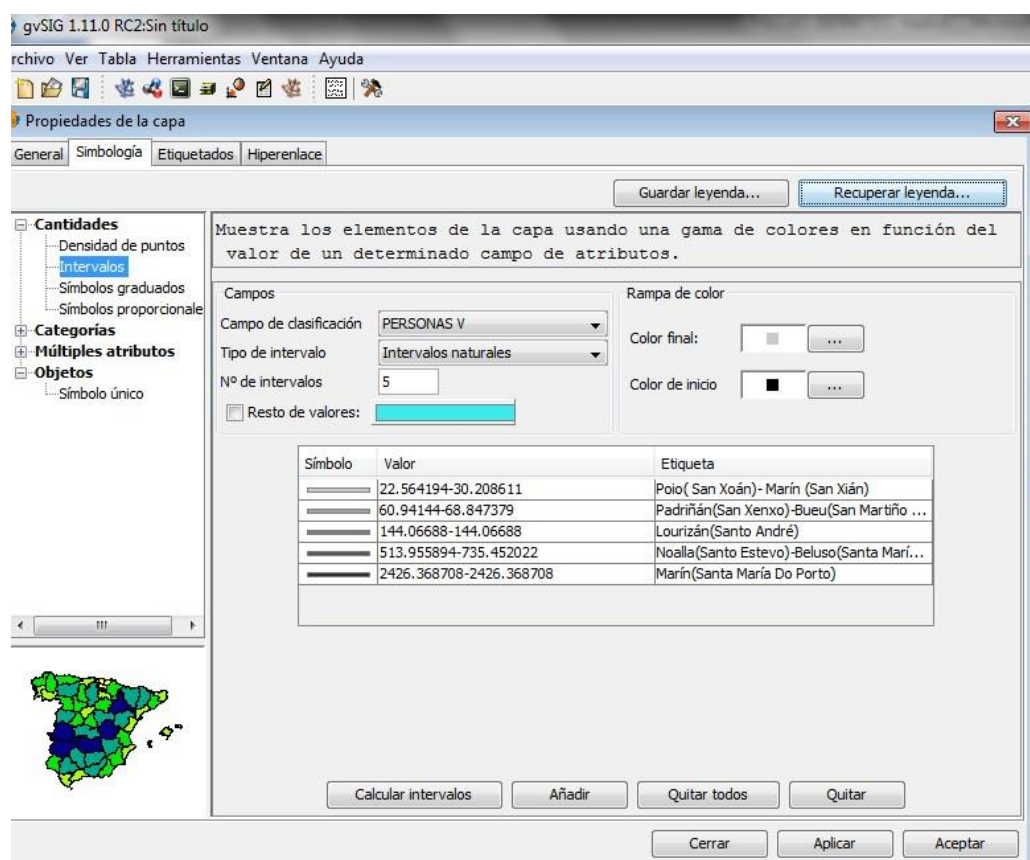


Figura 3-63 División de la capa resultante en cinco intervalos bien diferenciados según el valor de densidad poblacional calculado para cada zona vulnerable

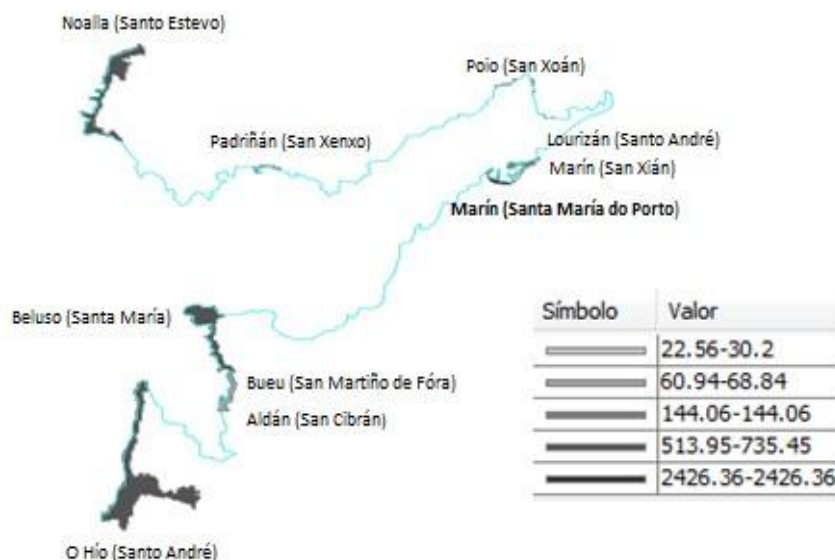


Figura 3-64 Visualización de la capa resultante en intervalos de vulnerabilidad y con etiquetas de las zonas vulnerables

El caso que se presenta para el desarrollo de la práctica se corresponde con los datos de usos del suelo y población en el año 2000. Con el propósito de hacer un estudio evolutivo de la vulnerabilidad se repite la práctica con datos de los 4 años (1990, 2000, 2006 y 2012) para los que se dispone de capas temáticas de usos del suelo Corine.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL

4.1 Resultados práctica vulnerabilidad

- Año 1990.

En este período cabe destacar la parroquia de Marín (Santa María Do Porto), ya que aproximadamente 2516 personas de su población son vulnerables ante una posible catástrofe. A esta parroquia le siguen las de Noalla, Beluso y O Hío, cuya población afectada oscilaría entre 500 y 700 personas. Debido a estos resultados, queda evidente que, exceptuando el caso de Marín, las parroquias que están situadas a la entrada de la Ría de Pontevedra son más vulnerables que aquellas que se encuentran en el interior de la misma; más concretamente, en las inmediaciones de los municipios de Pontevedra y Poio.

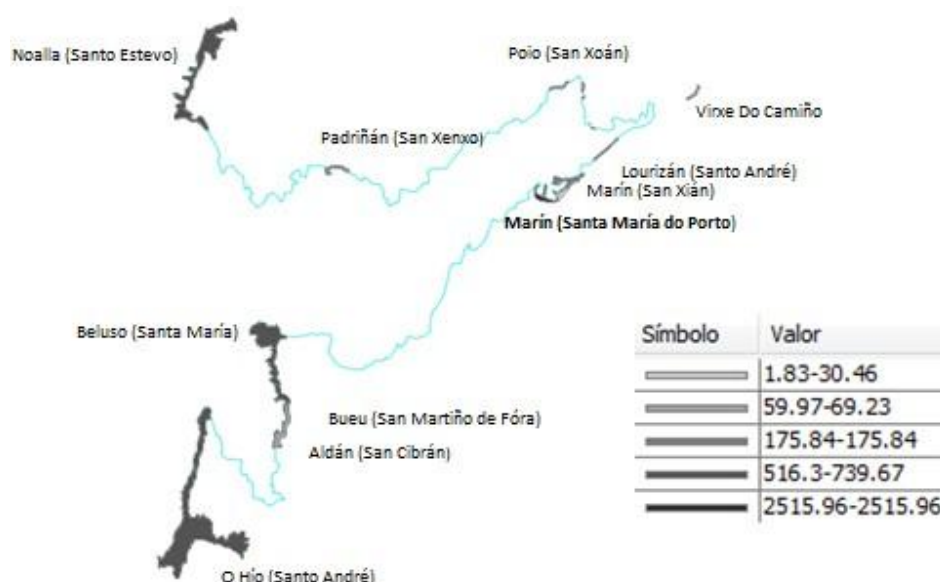


Figura 4-1 Mapa de zonas vulnerables con el número de población que estaría afectada para el año 1990

Virxe Do Carme- Poio (San Xoán)- Marín (San Xán)
Padriñán (Sanxenxo)- Bueu (San Martiño De Fóra)- Aldán (San Cibrán)
Lourizán (Santo André)
Noalla (Santo Estevo)- Beluso (Santa María)- Hío (Santo André)
Marín (Santa María Do Porto)

Figura 4-2 Lista de parroquias ordenadas según la cantidad de población afectada

- Año 2000.

Los resultados son prácticamente idénticos a los de hace una década. La parroquia de Marín (Santa María do Porto), con un censo de población de 15999 personas, sigue siendo la más afectada ya que aproximadamente el 15% de su población se considera vulnerable ante un posible desastre.



Figura 4-3 Mapa de zonas vulnerables con el número de población que estaría afectada para el año 2000



Figura 4-4 Lista de parroquias ordenadas según la cantidad de población afectada

- Año 2006.

En este período aparecen más zonas vulnerables en el interior de la ría que afectan a las parroquias de Salcedo, Poio y Virxe do Camiño. A pesar de esta variación, dichas zonas alcanzan un valor mínimo de personas vulnerables ante el posible acaecimiento de una catástrofe, oscilando entre 2 y 70 personas. Los municipios situados a la entrada de la ría, en concreto Sanxenxo, Cangas y Bueu, siguen siendo los más perjudicados, puesto que mantienen un intervalo de personas vulnerables que oscila entre 520 y 730 personas. A todo esto, no hay que olvidarse de la parroquia de Marín (Santa María do Porto) que sigue liderando el puesto de vulnerabilidad con un valor que asciende a 2619 personas. Este valor supera con creces a los períodos anteriores, y posiblemente no sea debido a la superficie afectada sino al aumento en el censo de población que se incrementa de 15999 a 17023 personas; aumentando también la densidad poblacional y, consecuentemente, el número de personas vulnerables.

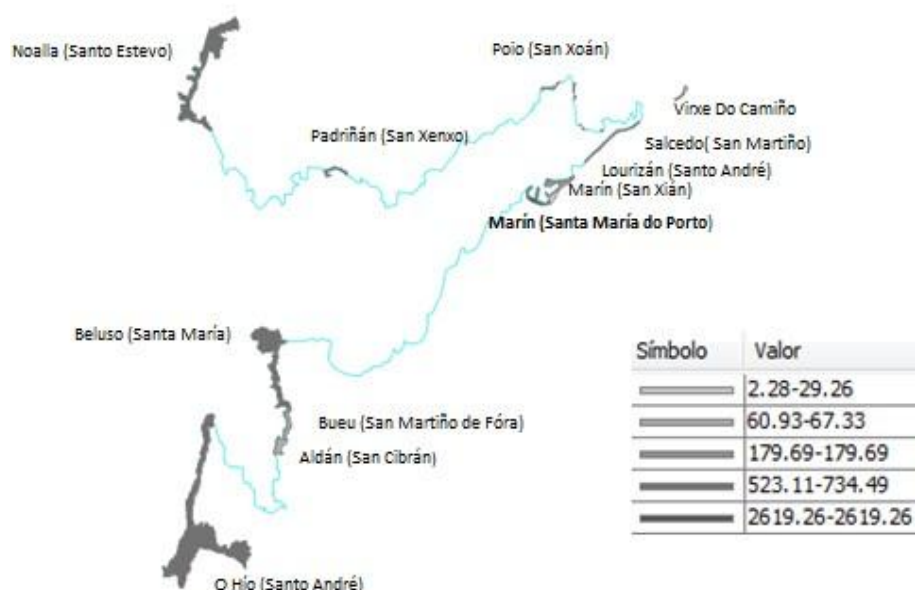


Figura 4-5 Mapa de zonas vulnerables con el número de población que estaría afectada para el año 2006

[Línea muy gruesa]	Virxe Do Camiño- Salcedo (San Martiño)- Poio (San Xoán)- Marín (San Xíán)
[Línea gruesa]	Bueu (San Martiño De Fóra)- Padriñán (Sanxenxo)- Aldán (San Cibrán)
[Línea media-gruesa]	Lourizán (Santo André)
[Línea media-fina]	Noalla (Santo Estevo)- Beluso (Santa María)- Hío (Santo André)
[Línea fina]	Marín (Santa María Do Porto)

Figura 4-6 Lista de parroquias ordenadas según la cantidad de población afectada

- Año 2012.

En este último período de estudio cabe reseñar que desaparecen las parroquias vulnerables que se encontraban en el interior de la ría, quedando únicamente las parroquias del municipio de Marín. En cuanto a la parroquia de Marín (Santa María Do Porto), a pesar de la disminución del censo de población con respecto al año 2006 (pasa de 17023 a 16794), se sitúa al frente de la clasificación de parroquias vulnerables con un valor de 2640 personas afectadas ante posible catástrofe.

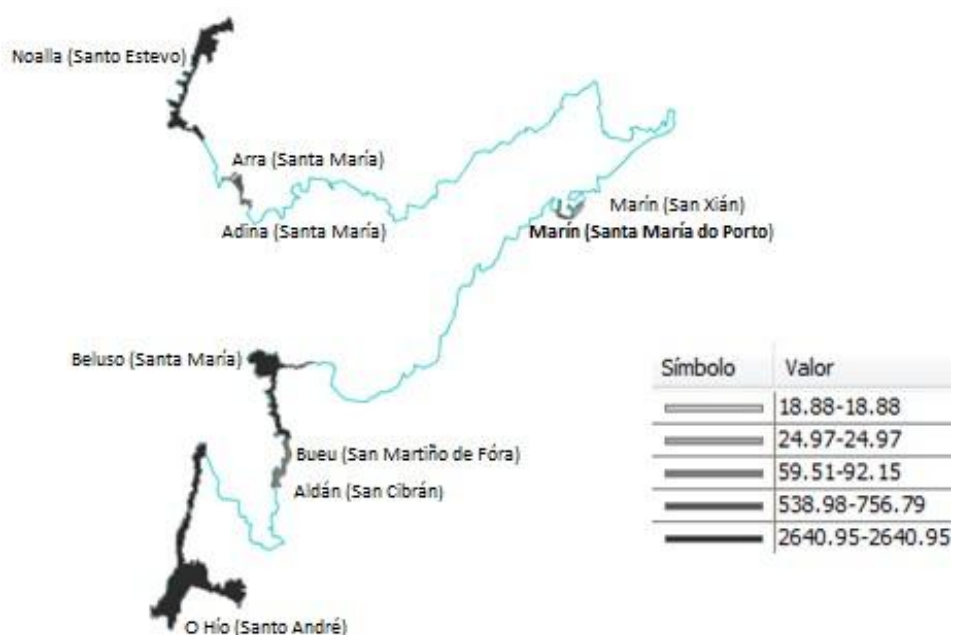


Figura 4-7 Mapa de zonas vulnerables con el número de población que estaría afectada para el año 2012

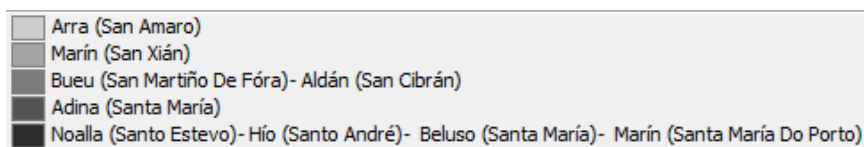


Figura 4-8 Lista de parroquias ordenadas según la cantidad de población afectada

Se pone de manifiesto que, en estos 22 años de estudio, la vulnerabilidad de la Ría de Pontevedra ha mantenido su foco principal en la parroquia de Marín (Santa María do Porto), seguida por las parroquias ubicadas a la entrada de la misma, es decir, Noalla, Beluso y O Hío, que se integran en los municipios de Sanxenxo, Bueu y Cangas, respectivamente.

4.2 Discusión general de los resultados

Dentro de la Comunidad Autónoma Gallega se encuentra la Ría de Pontevedra, en la Provincia de Pontevedra. Es una de las tres entradas a las Rías Bajas gallegas, y es la tercera más grande de Galicia (145 km²). Limita al Norte con la comarca de O Salnés, al sur con la comarca de O Morrazo, al este con Pontevedra (Capital de las Rías Bajas) y al oeste con el océano Atlántico y las Islas Ons. Alrededor de la rías están los municipios de Sanxenxo, Poio, Pontevedra, Marín, Bueu y Cangas de Morrazo, los cuales cuentan con una población superior a 200000 habitantes, incrementándose la misma en los meses de verano.

Para el análisis evolutivo de la Ría de Pontevedra mediante herramientas SIG, vamos a estudiar varios aspectos como son:

- Ocupación de usos del suelo.
- Biodiversidad: espacios naturales protegidos y cobertura forestal.
- Aspectos hídricos.
- Infraestructura viaria.
- Población.

En cuanto a la ocupación de usos del suelo, podemos observar que desde el año 1990 al 2012 se ha producido un incremento ingente de superficie de zonas industriales y comerciales pasando de 1,790 km² en 1990 a 3,355 km² en 2012. Esto es debido en gran medida a la burbuja inmobiliaria donde grandes promotores e inversores han visto su oportunidad de ganar dinero en un corto espacio de tiempo. Además de construcción de viviendas y locales comerciales en las ciudades, se ha creado en estos años una infraestructura viaria importante que vertebrada toda la comunidad autónoma en su interior y conecta con el resto de España. La Red General de carreteras de Galicia está formada por las redes autonómicas, provinciales y municipales. Dentro de las autonómicas se encuentran la Red Primaria básica, la complementaria y la secundaria, como se observa en la Figura 3-32. Este hecho motiva que se produzca un éxodo de población del campo a la urbe. Sin embargo, esta emigración rural se vio reducida con la crisis económica, la cual provocó falta de empleo en las ciudades y parte de población optó por volver al campo. En la Tabla 3-6 Cifras de población de cada municipio que rodea la Ría de Pontevedra, se refleja el aumento de la población en las ciudades en detrimento de las zonas rurales, siendo Pontevedra la ciudad más poblada superando los 80000 habitantes en el año 2016, seguida de los municipios de Cangas y Marín con un censo poblacional de alrededor de 20000 habitantes para ese mismo año. En cuanto a las zonas agrícolas podemos apreciar una disminución importante de superficie, pasando de 111,434 km² en 1990 a 99,237 km² en 2012, debido en gran medida a la baja rentabilidad de la explotación agrícola motivada principalmente por la subida de los costes y la bajada del precio en origen. Las zonas de bosques y espacios abiertos con poca vegetación han visto incrementada su superficie pasando de 50,489 km² en 1990 a 61,124 km² en 2012, debido posiblemente a la protección del parque nacional de las Islas Atlánticas en la zona.

Los estudios de cobertura forestal obtenidos del IFN2, IFN3, IFN4 para los años 1986-1987, 1997-1998 y 2008-2009, respectivamente, reflejan la abundancia existente de plantaciones de Eucalipto Glóbulus en los municipios colindantes a la Ría de Pontevedra, hecho influenciado por la construcción de una planta de producción de pasta de celulosa (ENCE) en la zona. Este resultado se mantuvo a pesar del acaecimiento de una oleada incendiaria en el año 2006, aunque a partir de dicho año se optó por repoblar las zonas quemadas utilizando especies autóctonas, por lo que se incrementó la superficie de bosques mixtos compuestos por Pino Pináster y Roble Pedunculado. El Eucalipto, por su parte, siguió predominando entre las distintas especies arbóreas por su resistencia ante los incendios y por su rápido establecimiento en zonas quemadas.

Un tema de gran relevancia en la Ría de Pontevedra, y que amenaza a la población y demás especies animales y vegetales, es el cambio climático que provoca riadas. Por ello, las autoridades competentes en materias de costas y protección civil dedican empeño en estos temas. Se estudian cuencas y corrientes para así prevenir y minimizar los riesgos por inundación elaborando planes de actuación ante el riesgo de sufrir inundaciones. Las principales causas de inundación en las Rías Bajas son motivadas por las lluvias muy intensas, por desbordamientos de masas de aguas y por roturas en infraestructuras hidráulicas. Todo esto afecta a parte de la población que habita en zonas rurales así como a los sectores agrícola-regadío y forestal.

Todo lo anteriormente expuesto se puede complementar con los resultados obtenidos de la práctica de vulnerabilidad de la Ría de Pontevedra realizada mediante herramientas de geoprocésamiento SIG para los 4 años de estudio (1990, 2000, 2006 y 2012). En el ANEXO II se incluyen los mapas temáticos obtenidos.

En dicho estudio resalta la parroquia de Marín (Santa María do Porto) por ser la más afectada, ya que aproximadamente el 15% del censo de su población se considera vulnerable ante un posible desastre (2640 personas). A esta parroquia, le siguen las de Noalla, Beluso y O Hío cuya población afectada ante una posible catástrofe oscila entre 500 y 700 personas. Este resultado se mantiene desde el año 1990 hasta el 2012, por lo que se puede afirmar que las parroquias ubicadas a la entrada de la Ría de Pontevedra resultan más vulnerables que aquellas situadas en el interior de la misma.

Observando el ANEXO III (Índice de Vulnerabilidad Socio-económica) correspondiente a la Comunidad Autónoma de Galicia, podemos apreciar una mayor vulnerabilidad socio-económica en las rías que acceden a la provincia de Pontevedra calculada en base a parámetros industrial, pesquero, turístico y de población. Este hecho puede estar motivado por las poblaciones de Pontevedra, Marín y Poio, ya que el número de habitantes supera en un diez por ciento el de la provincia de Pontevedra y de la comunidad de Galicia. El municipio de Poio es el que más ha aumentado seguido de Pontevedra y, por último, Marín. En las últimas décadas destaca el crecimiento demográfico de Poio al norte de la Ría de Pontevedra y conectada con la ciudad de Pontevedra suponiendo una prolongación de la misma.

Además de lo anterior, cabe destacar varios factores desde un punto de vista económico:

La agricultura es una actividad en retroceso que se mantiene sólo a tiempo parcial. El marisqueo en las aguas de las rías, así como la pesca de bajura en los puertos de Campelo, Combarro y Raxó, tienen una fuerte incidencia en la economía de la zona. El sector turístico, por su volumen y contribución al PIB (Producto Interno Bruto), es uno de los más importantes en las Rías Bajas, destacando Sanxenxo, que multiplica su población en la época estival [27]. En los últimos veinte años se han producido cambios en el tejido productivo de la zona, con un paulatino abandono del sistema industrial tradicional bastante alejado del desarrollo industrial de la región urbana de Vigo (maderas, transformados metálicos, maquinaria, textil, etc.). El puerto de Marín y ENCE representan el sector industrial de la zona de estudio. En cuanto al sector de la construcción, este tuvo una gran relevancia en el crecimiento económico de Pontevedra pero, tras la crisis, sufrió un grave descenso [27].

Por otro lado, observando el ANEXO III (Índice de Vulnerabilidad Ecológica), se pone de manifiesto que los municipios que se encuentran en la entrada de la Ría de Pontevedra presentan mayor vulnerabilidad ecológica que aquellos que se sitúan en el interior de la misma. Comparando estos datos con el análisis realizado en este TFG, se puede comprobar que esas zonas de mayor vulnerabilidad se corresponden con áreas marítimas protegidas como los Archipiélagos de Cíes y de Ons por su rica biodiversidad y por la fragilidad de sus ecosistemas, estando catalogados como Parque Nacional de las Islas Atlánticas. Por otra parte, también hay que mencionar los humedales y zonas ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves) presentes en la zona, como es el caso del complejo intermareal Umia-O Grove, y que ocupan el segundo lugar en importancia en la comunidad gallega [28]. No menos importante son otras zonas de gran especial importancia incluidas en las Red Natura 2000, como es el caso de los parques naturales de Cabo Udra y Costa da Vela.

Galicia es la Comunidad Autónoma con mayor presencia de institutos de investigación sobre materias marinas, contando con una significativa red de I + D en dicha materia, como por ejemplo el Centro Oceanográfico de Vigo y el Instituto de Investigación Marina, también en Vigo, que observan y controlan la vulnerabilidad de las costas y el mar gallego [28].

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Conclusión

Con este trabajo se pone de manifiesto la eficiencia y utilidad de las herramientas de geoprocetamiento SIG, así como la vulnerabilidad de la Ría de Pontevedra.

En primer lugar, se realiza un análisis de la zona de estudio y su evolución atendiendo a diversos aspectos, tanto medioambientales como socio-económicos, como son: clasificación de los usos del suelo, cobertura forestal, parques naturales y espacios protegidos según la Red Natura 2000, aspectos hídricos, infraestructuras viarias y datos de población. Como resultado de este análisis, se observó que se ha incrementado la superficie artificial (tejido urbano, zonas industriales, zonas portuarias, zonas de construcción y transporte, etc.) en detrimento de las zonas agrícolas. Esta evolución se ha analizado entre los años 1990 y 2012. A nivel industrial, destaca el incremento de actividad en el Puerto de Marín, cuya misión es liderar el desarrollo de la comarca y hacer del mismo un referente en el transporte marítimo, convirtiéndose en el responsable principal de generar la riqueza y empleo del entorno. En este contexto, cabe destacar también la construcción de una fábrica de producción de pasta de celulosa de eucalipto (ENCE), en 1957, en el interior de la ría. En lo referente a la Red General de carreteras de Galicia, esta se ha visto incrementada con el auge de la construcción tal y como se pudo observar al comparar los mapas de infraestructuras del transporte de los años 1984 y 2006, estabilizándose hasta la actualidad. Este crecimiento observado para el sector de la construcción, y por ende para el tejido urbano e industrial, significa que la zona creció a efectos económicos durante ese período, estabilizándose con la crisis económica del país en los últimos años analizados (2006-2012). A mayores, los datos de población reafirman este desarrollo económico. Comparando datos de número de habitantes censados para el período 1981-2016, cabe destacar que la población ha aumentado en las grandes ciudades en detrimento de las zonas rurales. Este movimiento de población estaría principalmente motivado por la mejora de las vías de comunicación alrededor de los principales núcleos de población, así como por el desarrollo económico experimentado en las mismas y el aumento en las oportunidades de trabajo.

Desde un punto de vista medioambiental y de riqueza ecológica, la zona es susceptible a vulnerabilidad, dada la existencia de importantes espacios naturales protegidos como el Parque Nacional de las Islas Atlánticas, y otros parques catalogados en la Red Natura 2000 (Cabo Udra y Costa da Vela). Asimismo, también se cuenta con Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), como es el caso de las marismas del Complejo Intermareal Umia-O Grove. En cuanto a la biodiversidad y existencia de ecosistemas en la zona, es importante resaltar que existe gran cantidad de ríos, afluentes, lagos, playas y dunas. También cabe mencionar la existencia de especies autóctonas como el castaño y el roble en la zona, de gran importancia desde un punto de vista forestal y medioambiental. Aunque la superficie de estas especies se vio disminuida a consecuencia del

aumento de plantaciones de Eucalipto impulsadas por la construcción de la fábrica ENCE en la zona se comprobó, sobre todo a partir del IFN4 (2008-2009), que la superficie de bosques mixtos con estas especies ha aumentado considerablemente gracias a las políticas de recuperación y protección del bosque gallego autóctono adoptadas.

Atendiendo ya a los resultados del estudio de vulnerabilidad se observa que, para los distintos usos del suelo que se han considerado en nuestro estudio (estuarios, lagunas costeras, marismas, playas y dunas, zonas llanas intermareales y zonas portuarias), la parroquia de Marín (Santa María Do Porto) sobresale por presentar el mayor número de población vulnerable, resultando en 2600 personas afectadas ante una posible catástrofe. Le siguen las parroquias situadas a la entrada de la ría como Noalla (Santo Estevo), Beluso (Santa María) y O Hío (Santo André). En el caso de las zonas de Noalla, O Hío, Aldán y Bueu, estaríamos ante un caso de vulnerabilidad ecológica debido a los ecosistemas presentes en las mismas (marismas, lagunas, playas y dunas, etc.). Sin embargo, el caso de Marín es un ejemplo de vulnerabilidad socio-económica, puesto que la zona presenta una superficie elevada de zona portuaria (tejido industrial) y una densidad poblacional que va en aumento.

Para concluir, en caso de catástrofe en la Ría de Pontevedra, habría que tomar medidas de protección en dos términos diferenciados:

- (1) Protección a la población e industria. Especialmente al municipio de Marín en el que se concentra el tejido industrial de la zona (puerto, ENCE, etc.).
- (2) Protección a la biodiversidad y ecosistemas. Especialmente aquellos espacios de singularidad ecológica en cuanto a zonas ZEPA (Noalla), Red Natura 2000 (Beluso y O Hío) y Parques Nacionales (Isla de Ons) se refiere.

5.2 Líneas futuras

A medio plazo, este TFG se podría completar con el análisis de vulnerabilidad en otra de las rías de la Comunidad Autónoma de Galicia, como podría ser la Ría de Vigo o la Ría de Vilagarcía. Se hace especialmente importante la Ría de Vigo por su gran crecimiento industrial en las últimas décadas y por la existencia en la zona de espacios naturales protegidos (por ejemplo, Islas Cíes).

El TFG también se podría completar utilizando otros aspectos complementarios en el análisis, como por ejemplo la calidad de las aguas, tráfico de embarcaciones, datos específicos de turismo, etc.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Real Academia Española, *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid, España: Espasa Calpe, 1992, p. 1562.
- [2] Instrumentos y técnicas para la evaluación de amenazas naturales. [Online]. <http://www.oas.org/USDE/publications/Unit/oea57s/ch012.htm>
- [3] Dra. Susan L.Clutter. (1993) "Respuestas sociales a los riesgos ambientales". [Online]. <http://lorax.geog.sc.edu/hrl/home.html>
- [4] Jorge Enrique Vargas, *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales.*, 50th ed. Cepal, Santiago, 2002.
- [5] Omar Darío Cabrera. (1993) Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. [Online]. <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/Idnsn/html/cap3.htm>
- [6] Cepal, "Vulnerabilidad sociodemográfica: viejos y nuevos riesgos para comunidades, hogares y personas," 2002.
- [7] Piers Blaikie and Terry Canon. (1996) Vulnerabilidad.El entorno social, político y económico de los desastres. [Online]. <http://www.desenredando.org/public/libros/1996/vesped/>
- [8] Ana María H.Foschiatti. (2009) Vulnerabilidad Global y Pobreza. [Online]. <http://hum.unne.edu.ar/publicaciones/instGeo/digitales/vulnerabilidades/archivos/cap1.pdf>
- [9] Cardona O. Omar Darío. (2001) Manejo ambiental y prevención de desastres: Dos temas asociados. [Online]. <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/Idnsn/html/cap4.htm>
- [10] Susana Aneas de Castro,. Universidad de Barcelona, España: Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales N°60, 2000, p. 3.
- [11] Gustavo Wilches-Chaux. (1989) Desastres, ecologismo y formación profesional: herramientas para la crisis. [Online]. <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo2/archivos/vulglobal.pdf>
- [12] <https://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do>.
- [13] Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. [Online]. <http://www.geogra.uah.es>
- [14] (1990) National Centre of Geographic Information and Analysis.

- [15] Assoc Prof G. Hunter, Assoc Prof I. Bishop, Dr A. Zerger Dr F. Escobar. Introduction to GIS. [Online]. <https://geogra.uah.es/patxi/gisweb/GISModule/GISTheory.pdf>
- [16] TFG_AA PATO GÁNDARAS, "Establecimiento de Zonas de Acción mediante el empleo de SIG," Escuela Naval Militar, Marín, Trabajo Fin de Grado 2015.
- [17] Sistemas de Información Geográfica en el manejo de peligros naturales. [Online]. <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch10.htm>
- [18] Infraestructuras de Datos Espaciales de España. Web Infraestructuras de Datos Espaciales de España. [Online]. <http://www.idee.es/>
- [19] IGN, Instituto Geográfico Nacional. [Online]. <http://www.ign.es/ign/main/index.do>
- [20] European Environment Agency. web european environment agency. [Online]. <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>
- [21] Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. [Online]. <http://www.mapama.gob.es/es/>
- [22] IGE Instituto Gallego de Estadística. web del instituto gallego de estadística. [Online]. https://www.ige.eu/web/mostrar_actividade_estadistica.jsp?idioma=es&codigo=0201001002
- [23] www.google.es [Online]. <https://www.google.es>
- [24] Instituto Geográfico Nacional. Visor Iberpix. [Online]. www.ign.es/iberpix2/visor
- [25] DGT. Dirección General de Tráfico. [Online]. <http://www.dgt.es/es/>
- [26] "Galicia lidera la caída de la población rural en España con un descenso del 7% desde 2008," *El faro de vigo*.
- [27] Cámara de comercio de Vigo. [Online]. <http://www.camarapvv.com/>
- [28] Política y Planificación Especial Marina. [Online]. <http://www.marineplan.es/ES/es/>

ANEXO I: HABITANTES POR NÚCLEOS DE POBLACIÓN

	Núcleos/Año	2000	2006	2012	2016
1.HÍO (SANTO ANDRÉ)	DONÓN	180	185	171	163
	O IGREXARIO	757	727	680	708
	LIMÉNS	298	297	327	321
	NERGA	486	482	498	511
	PINTÉNS	297	306	301	286
	VILANOVA	357	351	372	394
	VILARIÑO	477	484	569	571
2.ALDÁN	A ESPIÑEIRA	552	537	535	529
	GANDÓN	349	324	306	291
	ERBELLO	295	285	303	291
	MENDUIÑA	457	504	503	492
	PIÑEIRO	592	543	485	493
	SAN CIBRÁN	377	357	422	386
3.BUEU (SAN MARTIÑO DE FÓRA)	A CANCELIÑA	131	191	217	212
	A CARRASQUEIRA	449	418	356	346
	A CIVIDÁ	129	116	112	112
	O ENLEITO	17	21	34	33
	A GRAÑA	359	348	356	321
	LOUREIRO	159	155	144	148
	AS MEÁNS	265	263	237	223
	MEIRO	362	333	359	359
	O NORTE	405	386	362	350
	O OUTEIRO	166	155	151	153
	PETÍS	54	46	53	51
	A PORTELA	269	252	248	234
	A RAMORTA	315	300	305	286
	SOUTELO	136	142	158	157
	TRASOUTO	145	139	136	140
	O VALADO	317	282	234	217
	O VISO	95	82	79	75
	XEXIDE	25	26	29	38
4.BELUSO (SANTA MARÍA)	A ACHADIZA	202	191	197	185
	BON DE ABAIXO	240	218	211	205
	BON DE ARRIBA	93	85	75	74
	O CABALO	397	357	327	328
	A COSTA DE FIGUEIRÓN	98	104	98	103
	CHAN DE PIÑEIRO	124	110	104	108

	MONTEMOGOS	489	488	460	436
	A PRAIA DE BELUSO	100	100	99	92
	A ROZA	200	201	200	192
	A RÚA NOVA DE ABAIXO	243	233	222	233
	A RÚA NOVA DE ARRIBA	356	331	336	381
	SAN AMEDIO	95	89	76	79
	SAR	228	247	254	265
	VILAR	170	170	159	157
5.BUEU (SAN MARTIÑO)	BUEU	3552	3776	3854	3851
6.CELA (SANTA MARÍA)	ANTEPAZO	42	55	54	52
	O BELOSO	92	109	112	110
	O BURGO	64	75	68	69
	A CABREIRA	64	67	59	58
	AS CASTIÑÁNS	294	303	296	289
	CASTRELO	291	298	285	273
	A COSTIÑA	69	60	57	55
	A FONTE ALTA	54	43	42	36
	GÁNDARA	65	63	55	53
	IGREXARIO	98	95	99	89
	MURRÁNS	60	56	58	52
	PARADELA	31	29	29	26
	A PENA	109	115	101	94
	POUSADA	45	36	37	44
	O RÍO	57	44	43	47
	SABARIGO	200	209	223	227
	O SOUTO	59	55	42	40
	A TORRE	244	251	245	237
	AGRELO	56	77	69	54
7.ARDÁN (SANTA MARÍA)	CABODEVILA	113	119	106	114
	CASÁS	351	340	315	305
	O IGREXARIO	68	75	71	61
	MALVIDO	53	51	62	71
	MOLEDO	439	420	418	392
	PASTORIZA	106	102	100	106
	O PAZO	64	60	46	44
	OS PICOTES	42	35	28	30
	A TIOIRA	116	116	112	100
	VILASECA	227	238	208	204
	XERMADE	63	64	64	57
	XUNCAL	80	69	64	55
	RESILLE	36	31	31	26
8.SEIXO (NOSA)	AGUETE	469	421	384	365

SEÑORA DO CARME)	BEXE	57	68	74	76
	A BREA	92	101	107	98
	O CASTRO	187	165	154	151
	O CON	17	18	17	16
	LOIRA	146	164	159	176
	MONTECELO	250	217	204	208
	SEIXO	780	781	786	793
	SOAXE	102	90	84	77
	A TORRE	109	0	0	0
9.MOGOR (SAN XURXO)	BAGUIN	109	145	142	132
	A BARRIADA	332	279	247	226
	MOGOR	327	304	278	286
	O MONTE	109	99	95	80
	A PORTELIÑA	31	31	23	23
	CHAN DO MONTE	66	64	59	51
	O CRUCEIRO DO VENTO	103	91	80	94
	AS SETE ESPADAS	96	115	99	98
	PORTOCELO	0	2	5	6
10.MARÍN (SANTA MARÍA DE PORTO)	MARÍN	15999	17023	16794	16277
11.MARÍN (SAN XIÁN)	A AGRELA	106	96	93	116
	AREALONGA	272	251	265	267
	A BOUZA	101	100	89	95
	BRAVOS	42	38	38	31
	O CARBALLAL	203	173	197	182
	O CARREGAL	109	100	96	94
	O CASAL	59	64	60	60
	CIDRÁS	56	65	74	69
	COIRADOS	114	93	109	115
	O CRUCERO DO VENTO	11	25	17	19
	O IGREXARIO	198	195	174	171
	A LAXE	183	145	135	117
	MACENLLE	130	128	130	119
	A MOREIRA	233	244	248	240
	O OUTEIRO	71	78	80	81
	PARDAVILA	258	262	249	251
	A PENA-O CAEIRO	29	33	39	27
	A PORTELIÑA	57	61	58	60
	A RAÑA	135	127	123	131
	A ROZA	71	56	54	47
	A RÚA NOVA	105	79	65	68
	O SEQUELO	48	46	31	30
	AS SETE ESPADAS	10	7	7	9
	A ESTIBADA	19	16	17	12

	A NIÑADA	54	67	74	71
	VIÑAS BRANCAS	104	97	98	99
	VISTA ALEGRE	131	139	115	117
	CASTIÑEIRAS	4	4	0	0
12.LOURIZÁN (SANTO ANDRÉ)	AGROVELLO	102	83	76	72
	A CARBALLEIRA	262	262	279	280
	CARITEL	0	10	13	14
	A CAMBOA	116	99	96	84
	OS CUNCHIDOS	102	78	81	94
	ESTRIBELA	1437	1307	1271	1199
	A IGREXA	124	102	100	93
	A MEÁN	171	144	134	137
	AS NOGUEIRAS	88	88	95	86
	O OUTEIRO	50	52	53	50
	OS PRACERES	440	393	379	367
	O REGUEIRIÑO	168	169	166	169
	O RIAL	74	63	59	65
	RORÍS	59	65	61	57
	O ROZO	101	108	88	84
	AS COCHEIRAS	24	27	17	17
	FREIXEIRO	32	41	44	49
	GANDARELA	34	28	33	32
	A TORRE	14	16	22	26
	LIÑARES	33	41	33	37
	O MARCO	63	56	48	40
	A SARTÁN	37	48	34	35
	A PONTE MUIÑOS	0	0	0	0
13.SALCEDO (SAN MARTIÑO)	A ALMUIÑA	46	44	37	39
	BIRRETE	148	145	143	151
	CABANAS	252	263	218	206
	O CAMPO DA PORTA	70	73	82	82
	A CANCELA	159	137	150	149
	A CARBALLA	189	193	174	170
	A CARBALLEIRA	87	102	97	202
	O CARBALLO DO PAZO	102	120	96	87
	O CARRAMAL	269	246	226	210
	O CASAL	69	70	72	63
	O COSTA	9	5	8	9
	O CRUCEIRO	134	134	126	125
	A ESCULCA	141	144	141	134
	A IGREXA	98	101	102	93
	MATALOBOS	66	68	62	54
	A MUIMENTA	16	17	15	17
	A RUIBAL	44	49	45	36

	O XISTRO	85	68	69	81
	A ARMADA	111	119	133	147
	O NABALEXO	19	13	15	16
	O PAZO	145	112	121	8
	CAMPOLONGO	0	0	0	0
	A CHAMUSCA	0	0	0	0
	COVAS	0	0	0	0
	AS ESTRIGUEIRAS	0	0	0	0
	MOLLAVAO	0	0	0	0
	SAN BRAIS	0	0	0	0
14.VIRXE DO CAMUÑO (A) (VIRXE DO CAMIÑO)	A PONTE DO COUTO	90	85	53	58
	ALBEIRO	0	0	0	0
	A PARDA	0	0	0	0
	PEDRA DO LAGARTO	0	0	0	0
	SAN AMARO	0	0	0	0
15.POIO (SAN SALVADOR)	ANAFÁNS	245	216	240	227
	ANDURIQUE	269	345	467	562
	A BARCA	426	655	693	696
	A CAEIRA	880	924	947	934
	ENCOIRADOS	136	146	135	134
	A LAGOA	31	25	21	17
	AS LAXES	106	88	68	68
	LOURIDO	576	584	563	589
	O MATO	131	124	132	125
	A PORTELIÑA	360	399	659	696
	PORTOSANTO	527	508	488	500
	POIO DE ARRIBA	80	99	95	85
	SINEIRO	26	28	27	24
	A VALIÑA	472	822	1194	1339
	O VAO	399	413	390	427
	VIÑAS BRANCAS	157	131	254	266
	BOA VISTA	440	554	585	650
16.POIO (SAN XOÁN)	ALBAR	131	135	137	136
	ARÍS	264	259	273	254
	A BANDO DO RÍO	11	10	10	11
	A BOUZA	68	70	73	87
	CAMPELO	1330	1408	1524	1537
	O CASAL	359	372	556	565
	CASALVITO	267	281	282	277
	O CONVENTO	35	40	22	28
	CORUXA	188	212	235	238
	A ESCUSA	57	58	49	43
	O ESPERÓN	61	67	64	66
	O ESTANCO	50	59	80	70

	FONTENLA	182	188	167	168
	FRAGAMOREIRA	113	113	122	117
	A FREIXA	18	24	11	14
	LIÑARES	202	218	216	225
	MUIÑO	226	219	219	204
	ORGO DO MONTE	112	111	104	97
	O PEREIRO	181	193	195	186
	RIAL	38	44	46	51
	RÍO MOURO	25	16	13	13
	SAN MARTIÑO	91	96	94	86
	O SARTAL	225	221	243	235
	A SEARA	230	238	233	232
	A SECA	131	122	139	131
	A UCHA	164	174	165	163
	VILANOVA	31	29	44	59
	VILAR	37	37	33	31
	VILARIÑO	160	166	165	160
	A ZAPATA	32	37	34	29
17.COMBARRO (SAN ROQUE)	A ARMADA	17	15	19	23
	CIDRÁS	94	93	91	101
	COMBARRO	1104	1185	1339	1270
	CHANCELAS	260	323	348	344
	XUVIÑO	107	119	113	111
18.SAMIEIRA (SANTA MARÍA)	ARÉN	265	265	257	236
	COVA DA LAXE	14	10	14	20
	O COVELO	286	289	292	329
	A IGREXA	20	26	25	21
	PEDREISÓN	22	19	22	20
	PUBLICADA	35	31	38	49
	O PUMAR	31	33	33	29
	RIODAMA	152	152	153	144
	SEIMORZÁNS	72	74	71	69
	TARRÍO	74	60	66	61
	TEINOGUEIRA	91	93	72	65
	MONTE BOUZA	4	8	6	9
19.RAXÓ (SAN GREGORIO)	SERPE	19	17	27	30
	RAXÓ	1090	1111	1150	1118
20.DORRÓN (SAN XOÁN)	AREAS	54	69	68	71
	BARREIRO	120	115	116	109
	CASALVITO	22	21	20	25
	O CASTRO	79	93	97	92
	A COSTA	256	276	288	264
	FREIXEIRO	58	60	76	92
	A GRANXA	240	272	298	259

	MAGALÁNS	164	152	150	150
	O OUTEIRO	159	130	125	130
	RECAREI	88	83	84	85
	REGUENGO	26	28	33	40
	RODEIRAS	30	31	35	38
	A TORRE	32	30	41	38
21.BORDÓNS (SAN PEDRO)	AREAS	120	125	119	123
	CARBALLAL	90	91	96	84
	CHAN DE VILA	56	60	67	64
	A LAMELA	87	88	100	90
	NANÍN	82	80	83	80
	O OUTEIRO	60	60	52	55
	A REGATA	14	13	16	18
	SEAR	78	83	93	88
22.PADRIÑÁN (SAN XENXO)	ALDARIZ	63	54	54	57
	A CARABUXEIRA	280	303	310	315
	A FLORIDA	47	44	48	61
	FONTOIRA	133	121	139	127
	A LAXE	56	56	58	60
	MIRAFLORES	74	147	197	208
	PADRIÑÁN	169	160	173	165
	PALACIOS	104	93	86	85
	REIS	103	94	112	110
	SANXENXO	1947	2281	2336	2275
	SEIXAL	49	46	48	44
	SEIXALBO	119	123	130	121
	O VINQUIÑO	97	80	99	104
	BALTAR	396	445	470	427
23.ADINA (SANTA MARÍA)	BARBEITO	336	356	353	377
	A BARROSA	174	161	180	170
	CANELAS	28	39	51	62
	O CATADOIRO	123	119	131	141
	FABAL	89	91	83	76
	FORXÁN	147	158	198	219
	A IGREXA	92	100	97	99
	O OUTEIRO	118	107	124	128
	PAXARIÑAS	21	40	56	61
	O POMBAL	78	76	78	87
	PORTONOVO	2067	2201	2230	2161
	RIAL	102	93	100	107
	A TORRE	72	87	111	114
	O VINQUIÑO	104	89	93	103
	VISTA ALEGRE	282	345	336	331
	A XESTEIRIÑA	113	118	117	120

24.ARRA (SAN AMARO)	ARRA	168	166	171	178
	MONTALBO	167	212	247	239
25.NOALLA (SANTO ESTEVO)	AIOS	460	490	531	526
	O CASAL	112	105	101	102
	OS CASEIROS	64	59	60	62
	CODESAL	14	9	7	6
	COVA DE PAZOS	37	47	39	37
	FONTE DE ONS	308	324	388	393
	A IGREXA	24	25	23	19
	A LANZADA	149	165	205	199
	MOURELOS	223	209	195	181
	O POMBAL	65	58	60	57
	QUINTÁNS	95	92	81	85
	A REVOLTA	139	127	115	105
	SALGUEIRO DO MATO	88	74	67	64
	SOUTELLO	286	294	308	306
	TELLEIRO	97	96	99	98
	O TOMBELO	174	175	163	167
	TRAMALLEIRO	18	24	17	16
	MONTALBO	47	52	63	64
	AS PONTES	53	56	63	65
26.ILLA DE ONS (A) (SAN XOAQUÍN)	ONS	58	70	79	67

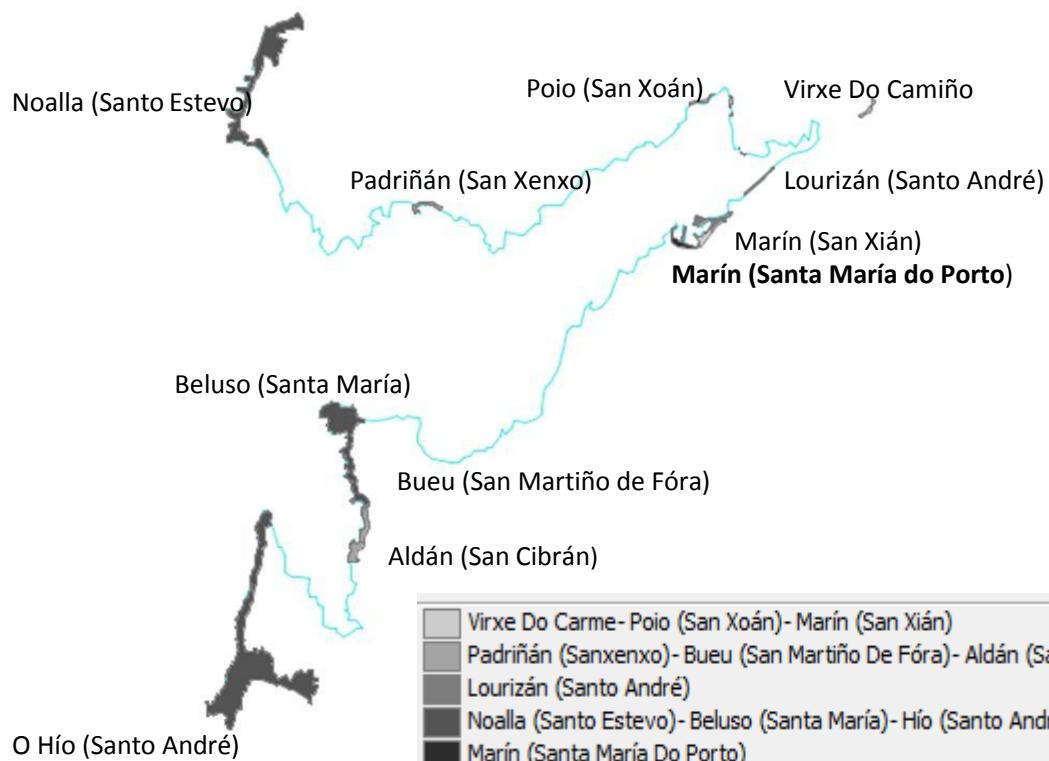
Tabla A1-1 Cifras de población correspondiente a cada núcleo de las parroquias que integran el área de estudio

ANEXO II: MAPAS DE ZONAS VULNERABLES EN LA RÍA DE PONTEVEDRA

1



Año 1990



Zonas vulnerables de la Ría de Pontevedra

Datum ETRS89

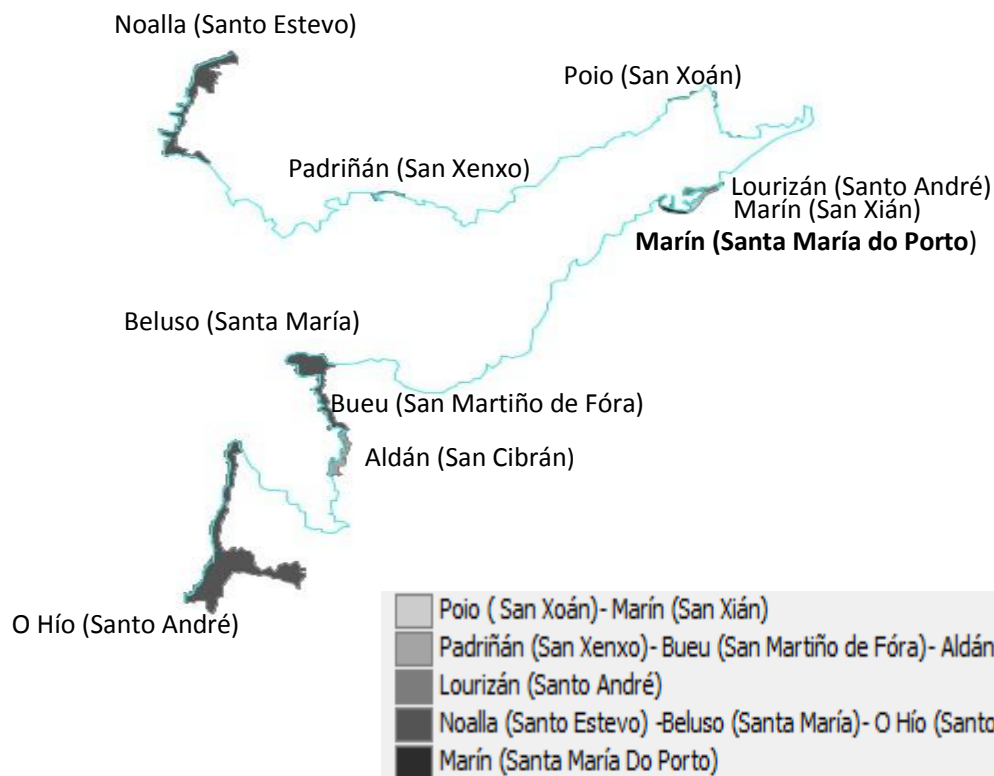
Proyección UTM 29N



1:200000



Año 2000



Zonas vulnerables de la Ría de Pontevedra

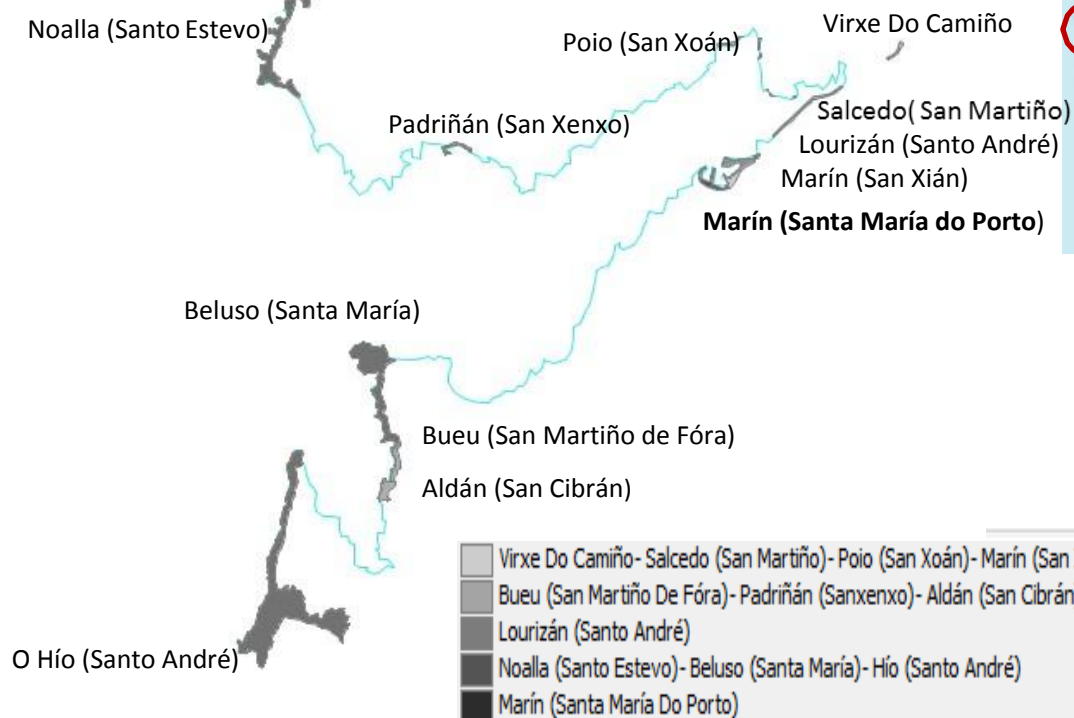
Datum ETRS89
Proyección UTM 29N



1:200000



Año 2006



Zonas vulnerables de la Ría de Pontevedra

Datum ETRS89

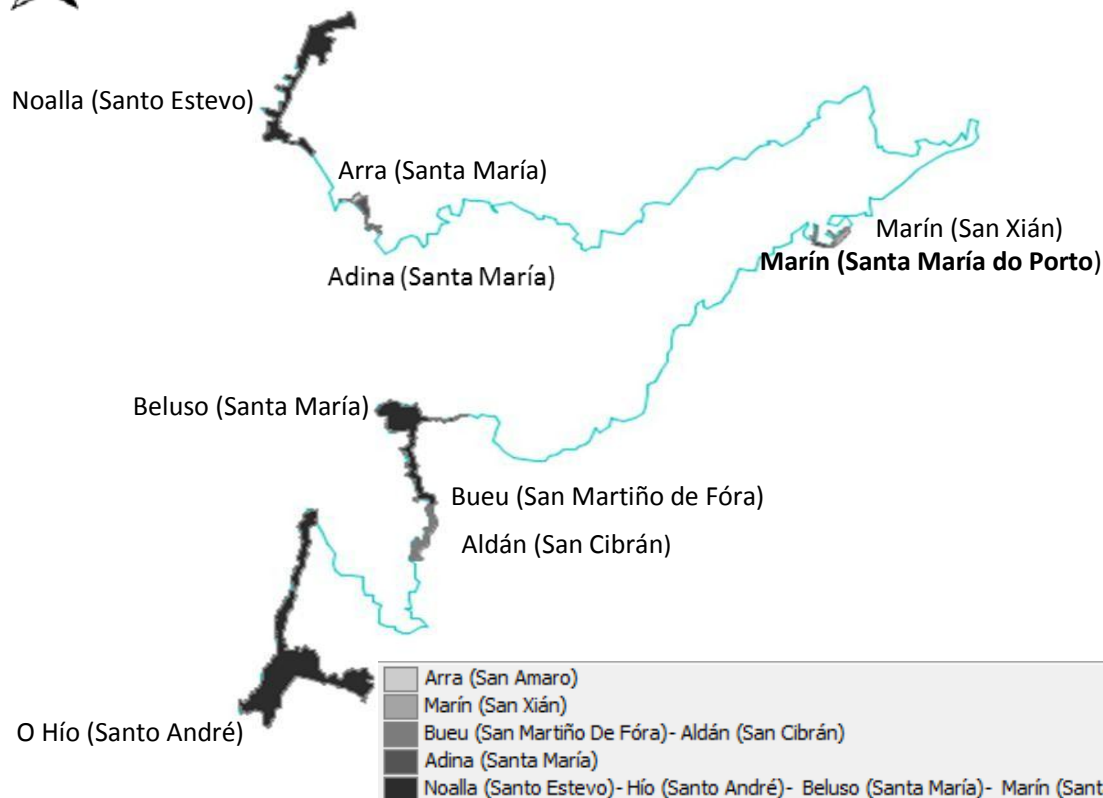
Proyección UTM 29N



1:200000



Año 2012



Arra (San Amaro)	18.88-18.88
Marín (San Xián)	24.97-24.97
Bueu (San Martiño De Fóra)- Aldán (San Cibrán)	59.51-92.15
Adina (Santa María)	538.98-756.79
Noalla (Santo Estevo)- Hío (Santo André)- Beluso (Santa María)- Marín (Santa María Do Porto)	2640.95-2640.95



Zonas vulnerables de la Ría de Pontevedra

Datum ETRS89

Proyección UTM 29N



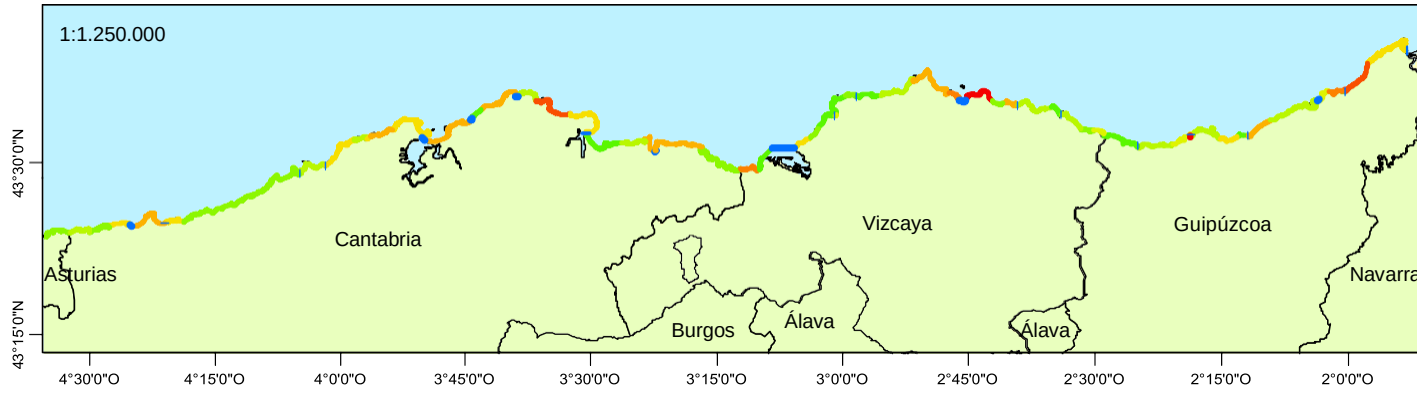
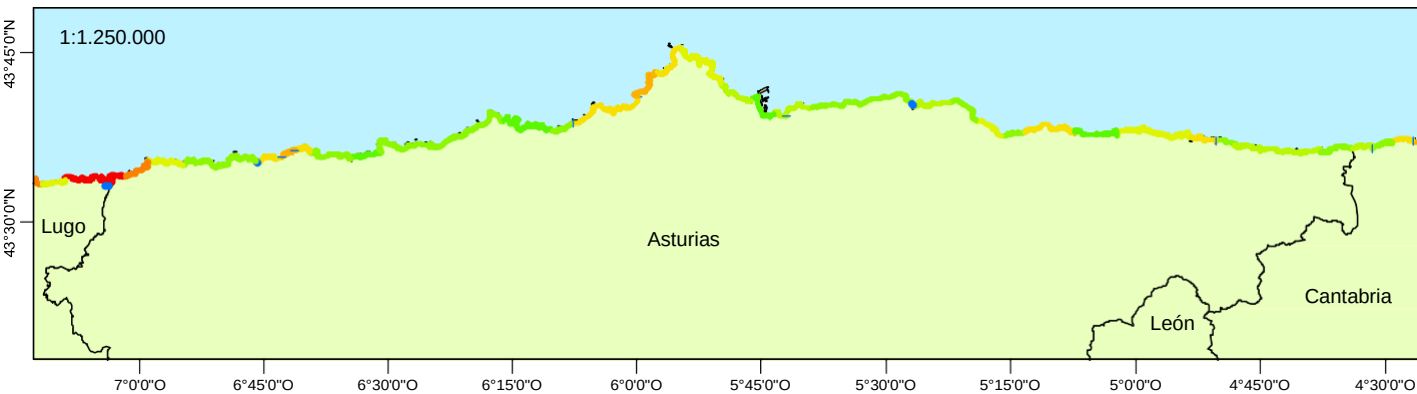
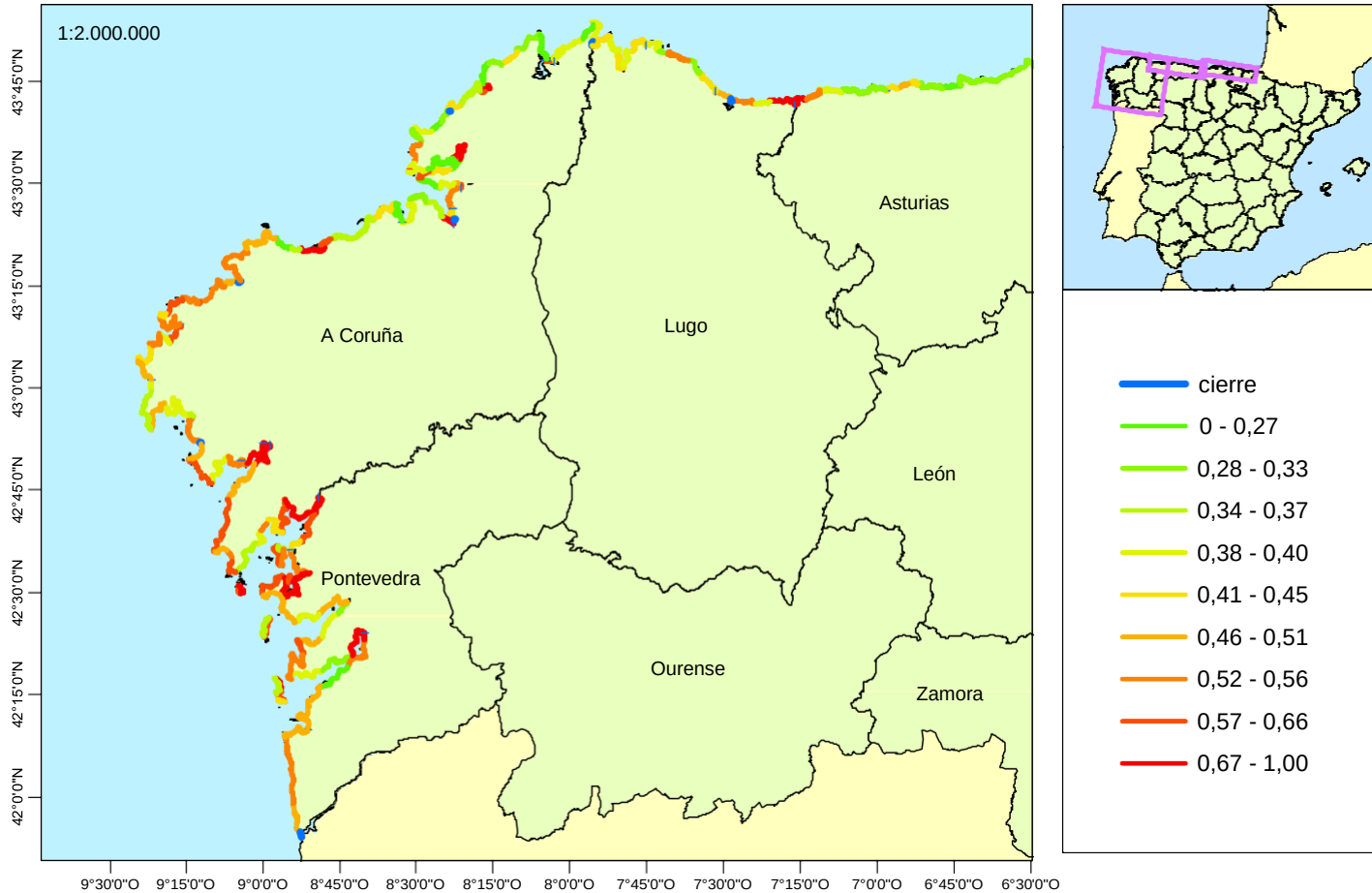
1:200000

ANEXO III: MAPAS DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA

INDICE DE VULNERABILIDAD ECOLÓGICA. Vulnerabilidad ecológica calculada en base a parámetros ecológicos y normalizada en el rango de 0 a 1

Noratlántico

(Para más información consultar la "Guía de interpretación de los mapas")



INDICE DE VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA. Vulnerabilidad socioeconómica calculada en base a parámetros industrial, pesquero, turístico y de población y normalizada en el rango de 0 a 1.

(Para más información consultar la "Guía de interpretación de los mapas")

Noratlántico

