



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

E.T.S Ingeniería Informática

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Informática

Sistema de apoyo a la toma de decisión sobre ArcGIS

Autor:

Álvaro Aguilar Vián

Tutores:

D. José Belarmino Pulido Junquera

D. Carlos Javier Alonso González

RESUMEN

En este Trabajo Fin de Grado se va a hacer uso de las herramientas del Sistema de Información Geográfica, SIG, ArcGIS y el lenguaje Python para crear un Sistema Inteligente para el Apoyo a la Toma de Decisión con el objetivo de proporcionar los mejores emplazamientos para la ubicación de distintos tipos de Unidades de Generación de Energía Eléctrica en medio Oceánico, UNIGEO, teniendo en cuenta las restricciones estructurales, geográficas, físicas, legales, sociales y económicas que se dispongan en el momento de realizar la toma de decisión. Este Trabajo se incluye en el marco del proyecto CENIT OceanLider desarrollado dentro del Laboratorio del Grupo de Sistemas Inteligentes del Departamento de Informática de la Universidad de Valladolid en colaboración con la empresa GMV Sistemas, donde ya se han realizado otros estudios de tecnologías GIS y se ha creado un primer sistema en entorno web.

Gracias.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

.

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	3
Tabla de contenidos	7
Lista de figuras y tablas	9
Capítulo 1: Introducción.....	13
1.1. Objetivos	13
1.2. Estructura de la memoria.....	14
1.3. Contenido del DVD	15
Capítulo 2: Plan de trabajo	17
2.1. Plan de trabajo planificado	17
Capítulo 3: Contexto y sustento teórico	19
3.1. Contexto y herramientas.....	19
3.2. Sustento teórico	21
Capítulo 4: Descripción del problema	25
4.1. Proceso	25
4.2. Datos de entrada	26
4.3. Reglas de decisión	27
4.4. Protocolo de aplicación de los criterios	27
Capítulo 5: Descripción de la tecnología.....	31
5.1. Información básica.....	31
5.2. Herramientas para geoprocesamiento personalizado en ArcGIS	32
5.3. Herramientas para desarrolladores de ArcGIS	47
5.4. Otras herramientas externas a ArcGIS	50
Capítulo 6: Descripción de la solución	51
6.1. Visión general	51
6.2. Herramientas de ArcGIS.....	51
6.3. Interfaz	120
Capítulo 7: Pruebas.....	123
7.1. Resultados de las pruebas	123
Capítulo 8: Manuales.....	137
8.1. Despliegue de componentes	137
8.2. Pasos previos antes de lanzar el wizard	137

8.3. Utilización del DSS	138
Capítulo 9: Conclusiones.....	143
9.1. Resumen y valoraciones	143
9.2. Conclusiones sobre el trabajo realizado.....	143
Bibliografía.....	145
Anexo A: Ampliación de herramientas construidas.....	147
A.1. Herramientas adicionales de criterio físico	147
A.2. Herramientas adicionales de criterios medioambientales	148
A.3. Herramientas adicionales de criterios operacionales	176
Anexo B: Composición de la base de datos de OceanLider.....	187

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Ilustración 1: Plan de trabajo estimado	18
Ilustración 2: Plan de trabajo real	18
Ilustración 3: Esquema del proceso [González de la Mora, 2013]	26
Ilustración 4: Secuencia modular del protocolo de aplicación de criterios [González de la Mora, 2013]	28
Ilustración 5: Empleo de las operaciones de los módulos del protocolo de aplicación de los criterios [González de la Mora, 2013]	29
Ilustración 6: Esquema de funcionamiento de una herramienta de geoprocetamiento	33
Ilustración 7: Pestaña General de propiedades de una herramienta	36
Ilustración 8: Interfaz de Model Builder	37
Ilustración 9: Componentes de la interfaz Model Builder	39
Ilustración 10: Componentes básicos para Model Builder	40
Ilustración 11: Posibles apariencias de los componentes básicas de Model Builder	43
Ilustración 12: Función de operación difusa lineal normal, de subida o bajada	52
Ilustración 13: Valores de idoneidad configurados para cada agrupación por defecto para cada tipo de dispositivo.	53
Ilustración 14: Valores de idoneidad por defecto definida para cada agrupación y tipo de dispositivo	54
Ilustración 15: Modelo de herramienta "Eliminar NoData"	78
Ilustración 16: Modelo de herramienta "Ajustar a valor de idoneidad"	79
Ilustración 17: Modelo de herramienta "Operación difusa simple"	84
Ilustración 18: Modelo de herramienta "Operación difusa doble"	86
Ilustración 19: Modelo de herramienta "Altura de ola significativa"	88
Ilustración 20: Modelo de herramienta "Velocidad de corriente"	89
Ilustración 21: Modelo de herramienta "Profundidad"	91
Ilustración 22: Modelo de herramienta " Herramienta Criterios Físicos"	93
Ilustración 23: Parte de combinación de criterios condicionales del modelo de la herramienta "Biodiversidad y Áreas Protegidas"	95
Ilustración 24: Parte de combinación de criterios de exclusión del modelo de la herramienta "Biodiversidad y Áreas Protegidas"	96
Ilustración 25: Modelo de herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre"	97
Ilustración 26: Modelo de herramienta "Recursos y Actividades Pesqueros"	99
Ilustración 27: Vista de la parte principal del modelo de herramienta "Criterios medioambientales"	100
Ilustración 28: Modelo de herramientas "FAFCSM"	102
Ilustración 29: Modelo de herramientas "FAFMFM"	103
Ilustración 30: Modelo de herramienta "Facilidad de Anclaje al Fondo"	105
Ilustración 31: Modelo de herramienta "Viabilidad de Instalación en Zonas Ocupadas"	107
Ilustración 32: Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas	109
Ilustración 33: Parte de combinación de criterios del modelo de la herramienta "Herramienta Criterios Operacionales"	110
Ilustración 34: Modelo de herramienta "Recurso Energético (Corrientes)"	113
Ilustración 35: Modelo de herramienta "Recurso energético (Oleaje)"	115
Ilustración 36: Modelo de herramienta "Herramienta de Criterios de Recurso Energético"	117

Ilustración 37: Parte fundamental del modelo de la herramienta "DSS"	118
Ilustración 38: Configuración de colores de la capa de salida en ArcGIS	123
Ilustración 39: Resultado de aplicar "Ajustar a valor de idoneidad" sobre capa de criterio de "Conducciones submarinas"	124
Ilustración 40: Herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre" utilizando la operación MÍNIMO	124
Ilustración 41: Herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre" utilizando la operación MÁXIMO	125
Ilustración 42: Herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre" utilizando la operación MLP	125
Ilustración 43: Herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre" utilizando la operación MPO	126
Ilustración 44: Operación "Eliminar NoData" en capa UnionHSMedia	126
Ilustración 45: "Operación difusa" aplicada en la herramienta " Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para la extracción de áridos"	127
Ilustración 46: "Operación difusa doble" aplicada en la herramienta "Distancia a la costa"	127
Ilustración 47: Resultado para el criterio "Distancia a la costa"	128
Ilustración 48: Resultado para el criterio "Profundidad"	129
Ilustración 49: Resultado para el criterio "Altura de ola significativa"	129
Ilustración 50: Resultado para el criterio "Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas para Uso Militar"	130
Ilustración 51: Resultado para el criterio "Recurso Energético (Oleaje)"	130
Ilustración 52: Resultado para MÍNIMO entre "Distancia a la costa" y "Profundidad"	131
Ilustración 53: Resultado para MLP entre "Reservas de la biosfera", "Lugares de importancia comunitaria" y "Zonas de especial protección para las aves"	131
Ilustración 54: Resultado de combinación de múltiples criterios	132
Ilustración 55: Prueba de herramienta de criterios físicos	133
Ilustración 56: Prueba de herramienta de criterios operacionales	134
Ilustración 57: Prueba de herramienta de criterios medioambientales	134
Ilustración 58: Prueba de herramienta de criterios de recurso energético.....	135
Ilustración 59: Prueba de herramienta DSS	135
Ilustración 60: Pantalla de lanzamiento de herramienta de ArcGIS tras ejecutar el DSS desde la herramienta correspondiente.....	138
Ilustración 61: Ventana de selección de dispositivo	139
Ilustración 62: Ventana de combinación de criterios físicos.....	140
Ilustración 63: Ventana de combinación de módulos del DSS.....	141
Ilustración 64: Ventana de estado de ejecución de herramienta de ArcGIS.....	142
Ilustración 65: Ejemplo de resultado de ejecución de DSS.....	142
Ilustración 66: Modelo de herramienta "Distancia a la costa"	147
Ilustración 67: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Rutas migratorias de los cetáceos)"	148
Ilustración 68: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Zonas Propuestas para realizar el Inventario de la Biodiversidad Marina)"	149
Ilustración 69: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Áreas de Interés para la Conservación de los Cetáceos)"	150
Ilustración 70: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Áreas Importantes para las Aves Marinas)"	151

Ilustración 71: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Áreas Compatibles con la figura de Parque Nacional)".....	152
Ilustración 72: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Áreas Importantes para las Aves)"	153
Ilustración 73: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Lugares de Importancia Comunitaria)"	154
Ilustración 74: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Parques Nacionales)"	154
Ilustración 75: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Red de Áreas Marinas Protegidas del Convenio OSPAR)"	155
Ilustración 76: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Sitios reconocidos con el Diploma Europeo de Calidad de Espacios Protegidos)"	156
Ilustración 77: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Zonas de Especial Protección para las Aves)"	157
Ilustración 78: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Biotopos protegidos)"	158
Ilustración 79: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Geoparques)"	158
Ilustración 80: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Microrreservas)".....	159
Ilustración 81: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Monumentos Naturales)"	160
Ilustración 82: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Parajes Naturales)" ..	160
Ilustración 83: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Parques Naturales)" ..	161
Ilustración 84: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Patrimonio de la Humanidad)"	162
Ilustración 85: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Reservas con Ley de Protección Propia)"	163
Ilustración 86: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Reservas de la Biosfera)"	164
Ilustración 87: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Reservas Naturales)"	164
Ilustración 88: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales)"	165
Ilustración 89: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo)"	166
Ilustración 90: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Zonas Marinas Especialmente Sensibles)"	167
Ilustración 91: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Arrecifes)"	168
Ilustración 92: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para el vertido de material de dragado"	169
Ilustración 93: Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para la extracción de áridos.....	170
Ilustración 94: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Caladeros)"	171
Ilustración 95: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Zonas Protegidas de Interés Pesquero)"	172
Ilustración 96: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Almadrabas)"	172
Ilustración 97: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Reservas Marinas)" ...	173
Ilustración 98: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Instalaciones de Acuicultura)"	174
Ilustración 99: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Piscifactorías)"	174
Ilustración 100: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Viveros)"	175

Ilustración 101: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Zonas de producción de moluscos y de otros invertebrados marinos)"	176
Ilustración 102: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas designadas como Dominio Público Portuario"	177
Ilustración 103: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por conducciones submarinas"	178
Ilustración 104: Modelo de herramienta "Viabilidad de Instalación en Zonas ocupadas por dispositivos de separación del tráfico marítimo"	179
Ilustración 105: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por las ayudas a la navegación del sistema portuario español"	180
Ilustración 106: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por sensores instrumentales de medición de parámetros oceanográficos"	181
Ilustración 107: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas restringidas para uso militar"	182
Ilustración 108: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la existencia de vertidos de material militar"	183
Ilustración 109: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías"	184
Ilustración 110: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de vertidos"	185

INTRODUCCIÓN

En este Trabajo Fin de Grado se va a hacer uso de las herramientas del Sistema de Información Geográfica ArcGIS, y el lenguaje Python, para recrear un Sistema Inteligente para el Apoyo a la Toma de Decisión con el objetivo de proporcionar los mejores emplazamientos para la ubicación de distintos tipos de Unidades de Generación de Energía Eléctrica en medio Oceánico (UNIGEO), teniendo en cuenta las restricciones estructurales, geográficas, físicas, legales, sociales y económicas que se dispongan en el momento de realizar la toma de decisión. Este Trabajo se incluye en el marco del proyecto CENIT OceanLider desarrollado dentro del Laboratorio del Grupo de Sistemas Inteligentes del Departamento de Informática de la Universidad de Valladolid.

Los dos componentes esenciales a combinar en el presente trabajo, por tanto, son la idea de **Sistema de Información Geográfica** (GIS a partir de aquí) y **Sistema Inteligente para el Apoyo a la toma de Decisión** (DSS a partir de ahora). A modo de introducción, se facilita una breve explicación de cada componente.

- Un **GIS** es un “sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y representación gráfica de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planificación y administración” (Goodchild, 1990).

De forma más simplificada, la distinción principal de un sistema GIS es la posibilidad de trabajar con datos georreferenciados.

- Un **DSS** combina “recursos intelectuales individuales con las capacidades de un ordenador para mejorar la calidad de las decisiones” (Keen & Morton, 1978).

Por lo tanto, sirve de apoyo a un agente humano a la hora de tomar una decisión sobre un problema complejo.

En este trabajo se combinan estas dos ideas para la consecución de los objetivos propuestos.

1.1. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo se centra en replicar la arquitectura del Sistema de apoyo a la toma de decisión realizado en el TFG *Herramienta Web configurable para el apoyo a la toma de decisión usando GRASS y JSP* (González de la Mora, 2013) sobre el GIS ArcGIS.

Además de este objetivo fundamental, se quieren alcanzar los siguientes objetivos adicionales:

- Familiarizarse con el entorno GIS ArcGIS y con el lenguaje Python.
- Crear una base de conocimiento sobre el entorno ArcGIS y sus capacidades.
- Comprender las ventajas e inconvenientes que presenta este entorno respecto a los ya conocidos.
- Comparar los resultados obtenidos en otros Trabajos Fin de Grado/ Proyectos Fin de Carrera realizados en el GSI.

1.2. ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

- **Capítulo 1: Introducción**

Introducción al trabajo y sus objetivos.

- **Capítulo 2: Plan de trabajo**

Descripción de las distintas fases seguidas para completar el trabajo.

- **Capítulo 3: Contexto y sustento teórico**

Explicación del contexto del trabajo y de los fundamentos teóricos en los que se basa el desarrollo del mismo.

- **Capítulo 4: Descripción del problema**

Explicación extendida de los objetivos del trabajo y de los condicionantes presentes.

- **Capítulo 5: Descripción de la tecnología**

Explicación sobre las tecnologías utilizadas durante el desarrollo de este trabajo.

- **Capítulo 6: Descripción de la solución**

Explicación de la solución presentada para resolver el trabajo.

- **Capítulo 7: Pruebas**

Ejecución de las pruebas para comprobar el correcto cumplimiento de los objetivos marcados.

- **Capítulo 8: Manuales**

Instrucciones para el despliegue de componentes y utilización del sistema.

- **Capítulo 9: Conclusiones**

Presentación de las conclusiones obtenidas.

- **Bibliografía**

Bibliografía consultada que ha resultado de utilidad para la elaboración del proyecto.

- **Anexos**

Se incluyen anexos con la descripción del resto de herramientas no mencionadas en el capítulo correspondiente y la composición de la base de datos de OceanLider.

1.3. *CONTENIDO DEL DVD*

Acompañando a esta memoria se encuentra un DVD con el siguiente contenido:

- Directorio con las herramientas desarrolladas y todas las componentes necesarias para su utilización:
 - Base de datos de OceanLider
 - Caja de herramientas de ArcGIS.
 - Scripts de Python necesarios para la ejecución de las herramientas de ArcPy y TkInter.
 - Geodatabase vacía
 - Capa de escenario utilizada en las pruebas (escenario.lyr)
- Memoria

Capítulo 2:

PLAN DE TRABAJO

En este capítulo se explica el plan de trabajo mediante el cual se llevó a cabo el proyecto.

2.1. PLAN DE TRABAJO PLANIFICADO

Se realizará el trabajo en cuatro fases, según la Ilustración 1:

1. Documentación del contexto y objetivos del TFG

Se revisará la documentación existente en el proyecto relativa al problema, así como los trabajos ya realizados en el GSI en prototipos anteriores. En base a ese estudio, se redactará la introducción y el contexto del TFG.

Se definirán los objetivos a alcanzar y se elegirán las herramientas más indicadas para realizar dicho trabajo.

2. Estudio del GIS ArcGIS

Se analizará ArcGIS para saber las posibilidades que ofrece el GIS en el ámbito de la toma de decisión.

3. Diseño del DSS

En conjunto con el tutor y otros miembros del GSI, se definirá el diseño y las operaciones necesarias para la implementación del DSS objetivo. Para ello se tendrá en cuenta las posibilidades que ofrece ArcGIS para las operaciones relevantes a la toma de decisión.

4. Implementación del DSS propuesto y pruebas

Se implementará el diseño escogido en la fase anterior, realizando todo el proceso de desarrollo de software (planificación, diseño, implementación, pruebas).

Durante la realización de las fases 2, 3 y 4 se irá creando en paralelo la documentación necesaria para la memoria del TFG.

Realizadas estas cuatro fases, se generarán las conclusiones y se terminarán todos los capítulos de la memoria.

Sistema de apoyo a la toma de decisión sobre ArcGIS

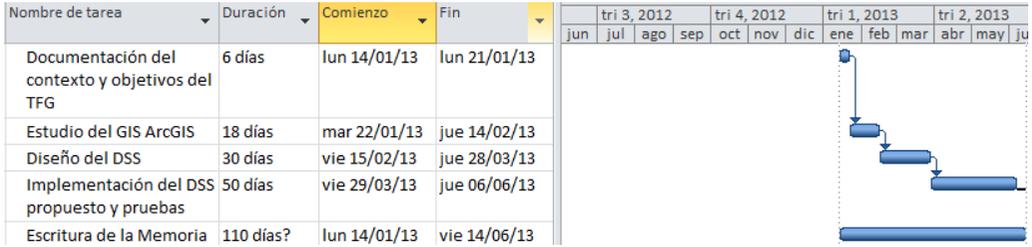


Ilustración 1: Plan de trabajo estimado

Pese a la no existencia de problemas excepcionales, más allá de alguna jornada no cumplida, esta planificación ha resultado poco realista, habiendo tenido que utilizar más tiempo del inicialmente previsto. El plan de trabajo finalmente alcanzado se muestra en la

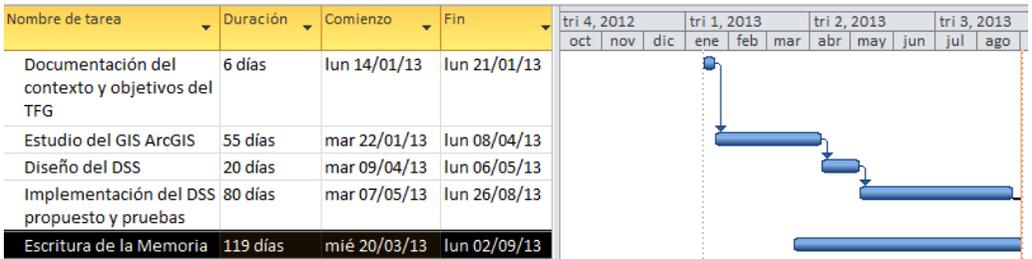


Ilustración 2: Plan de trabajo real

CONTEXTO Y SUSTENTO TEÓRICO

Este capítulo tiene como objetivo presentar el contexto en el que se ha desarrollado este trabajo.

3.1. CONTEXTO Y HERRAMIENTAS

3.1.1 OceanLider

El origen de este trabajo se encuentra en el proyecto CENIT OceanLider, con el objetivo de disponer de una aplicación que proporcione los mejores resultados para la ubicación de distintos tipos de Unidades Integradas de Generación de Energía eléctrica en medio Oceánico (UNIGEOs), teniendo en cuenta las restricciones estructurales, geográficas, físicas, legales, sociales y económicas que se dispongan a la hora de tomar la decisión (González de la Mora, 2013).

En el marco de este proyecto se han realizado varios trabajos, entre ellos estudios de herramientas GIS y la construcción de un prototipo y, posteriormente, herramienta DSS. En este trabajo, el objetivo es combinar la herramienta DSS diseñada anteriormente junto con otra aplicación GIS de entre las estudiadas distinta a la utilizada (ArcGIS), para comparar sus resultados.

3.1.2 Tecnologías contempladas

3.1.2.1. DSS

Los DSS son soluciones tecnológicas informáticas que pueden ser utilizadas para la toma de decisión y resolución de problemas. Han evolucionado desde dos áreas de investigación principales: los estudios teóricos de toma de decisión organizacional llevados a cabo por Simon (Simon, 1955), Cyert, March (Cyert & March, 1963), y otros, realizados en el Carnegie Institute of Technology entre finales de la década de los años 50 y principios de la década de los años 60, y el trabajo técnico de Gerrity, Ness y otros, llevado a cabo en el M.I.T. en la década los años 60, según (Shim, Wakentin, Courtney, Power, Sharda, & Carlsson, 2002).

El diseño clásico de una herramienta DSS se compone de los siguientes componentes:

1. Base de datos.
2. Funciones de modelado del problema a resolver.
3. Interfaz de usuario.

Los DSS han evolucionado significativamente desde su origen en la década de los 70. Durante las tres últimas décadas, los DSS se han adaptado tanto a tareas más específicas como más generales, mientras otros sistemas han aparecido para asistir en tipos específicos de problemas. La investigación en esta área se ha enfocado

normalmente en cómo la informática puede aumentar la eficiencia con la que un usuario toma una decisión y puede mejorar la efectividad de dicha decisión (Shim, Wakentin, Courtney, Power, Sharda, & Carlsson, 2002).

Con lo anteriormente descrito se han definido los componentes básicos de un DSS (base de datos, modelado del problema, interfaz) y el objetivo de conseguir una alta eficiencia.

3.1.2.2. GIS

Un sistema de información geográfica es un sistema informático para capturar, guardar, comprobar y mostrar datos relacionados con posiciones terrestres o, dicho de otro modo, georreferenciados. Un GIS puede mostrar varios tipos de datos en un mismo mapa. Esto permite a un usuario ver, analizar y entender patrones más fácilmente (National Geographic Education).

La historia del desarrollo GIS se basa en los trabajos de los geógrafos del siglo XIX. El primer GIS realmente operacional fue desarrollado por el gobierno de Canadá. Se le denominó Canada Geographical Information System (CGIS) y a partir de 1960 se utilizó para guardar, manipular y estudiar los datos recogidos por el Canada Land Inventory. Mejoraba al resto de software de mapas de la época porque ofrecía a los investigadores la opción de explorar, superponer y medir lugares geográficos. CGIS estuvo activo hasta los 90, pero nunca salió al mercado como producto comercial.

A principios de los 80, un conjunto de diferentes empresas surgió como vendedores de software GIS, ya que consiguieron combinar con éxito las características de CGIS con su mejora del desarrollo. A finales del siglo XX, el crecimiento de las plataformas y sistemas GIS se han popularizado a gran escala (DLSR).

Desde 1999 la compañía Esri (Environmental Systems Research Institute) desarrolla el sistema ArcGIS. Esta *suite* será la elegida como sistema GIS para el presente trabajo por ser una de las soluciones comerciales propietarias más extendidas para este tipo de sistemas. En el Capítulo 5: Descripción de la tecnología se completa la información sobre esta aplicación.

3.1.2.3. Toma de decisión en entornos GIS

Combinar ambas tecnologías resulta un paso muy natural. Los tres componentes necesarios para un DSS están muy bien representados en los sistemas GIS.

- Almacenamiento de datos: Bases de datos georreferenciadas.
- Modelado: Operaciones de geoprocésamiento ya definidas.
- Interfaz de usuario: Sistemas GIS representan gráficamente los datos.

Además, el aumento en la capacidad de procesamiento de las máquinas con el paso del tiempo, favorece la idea de realizar cálculos sobre conjuntos muy grandes de datos (como son los datos georreferenciados). Por lo tanto existen numerosos ejemplos de trabajos combinando estas dos ideas. Algunos de ellos son los siguientes:

- *Using a GIS as a DSS Generator*, es un estudio teórico sobre cómo el desarrollo de los Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisión Espacial (SDSS) darán un soporte efectivo a las decisiones que tienen en cuenta datos georreferenciados (Keenan, 1996).
- *Developing a GIS-based Decision Support System for Transportation System Planning*, en el que el autor presenta el desarrollo de un DSS basado en GIS diseñado para facilitar el proceso de planificación de rutas en un departamento de transporte provincial (Han, 2005).
- *A GIS based decision support system for the implementation of Stormwater Best Management Practices*, en el que los autores presentan un sistema DSS basado en GIS para implementar mejores prácticas de gestión de agua de lluvia (Viavattene, Scholes, Revitt, & Ellis, 2008).

Se puede comprobar que es una idea llevada a cabo a nivel práctico obteniendo buenos resultados.

3.2. SUSTENTO TEÓRICO

Para realizar este trabajo se va a utilizar como base el conocimiento ya disponible en el proyecto OceanLider. Esto implica una serie de condicionantes que se han de cumplir:

- Se utilizará un conjunto de datos dado.
- El modelado de las normas está impuesto.
 - o Se decidirá en base a técnicas de evaluación multicriterio.
 - o Se hará uso de lógica difusa.
- Los resultados obtenidos serán comparados con el trabajo previamente realizado.

Las técnicas de evaluación multicriterio son un conjunto de algoritmos dedicados a escoger decisiones en las que participan varios criterios, a menudo contradictorios entre sí. Las siguientes definiciones son de uso común en este campo:

Decisión: Elección entre distintas alternativas. Las alternativas pueden representar distintas vías de actuación, diferentes hipótesis sobre una característica, etc.

Criterio: Un criterio es la base de una decisión, que puede medirse y evaluarse. Es la evidencia sobre la que se basará la decisión.

Existen criterios de dos tipos

- **Restricciones** (llamadas criterios duros, *hard*, *crisp* o booleanos: que se corresponden con operaciones que devuelven cierto / falso).
- **Factores** (criterios o restricciones blandas o *soft*): asociadas a algún tipo de incertidumbre en el criterio de decisión. El empleo de este tipo de factores lleva asociado poder usar técnicas como lógica fuzzy o borrosa, redes de creencias, redes bayesianas (dentro del campo de la Inteligencia Artificial) o algún otro modelo probabilístico (por ejemplo conocer la distribución de probabilidad de un factor, como puede ser la distancia de un emplazamiento a un centro urbano) (González de la Mora, 2013).

Se han implementado varios métodos de evaluación multicriterio en entornos GIS. Algunos ejemplos son:

- **SAW** (*Simple Additive Weighting*)

$$A_{SAW} = \sum_{j=1}^n a_{ij}w_j, i = 1,2,3 \dots m$$

donde a_{ij} es el marcador de la alternativa i -ésima con respecto al j -ésimo criterio, y w_j es el peso normalizado (el sumatorio de todos los pesos es 1) del criterio j -ésimo.

- **WPM** (*Weighted Product Method*)

$$A_{WPM} = \prod_{j=1}^n (a_{ij})^{w_j}, i = 1,2,3 \dots m$$

donde a_{ij} es el marcador de la alternativa i -ésima con respecto al j -ésimo criterio, y w_j es el peso normalizado del criterio j -ésimo.

- **TOPSIS** (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*)

El concepto básico es seleccionar la alternativa con la distancia más corta a la solución ideal y la mayor distancia a la solución anti-ideal. TOPSIS asume que cada criterio tiende a una utilidad creciente o decreciente de forma monótona, con lo que es fácil definir las soluciones ideal y anti-ideal. Se propone la distancia euclídea para evaluar la cercanía a estas soluciones.

Para calcular las distancias a la solución ideal y anti-ideal, se utiliza:

$$s_{i+} = \left[\sum_{j=1}^n (v_{ij} + v_{+j})^2 \right]^{0.5}$$

$$s_{i-} = \left[\sum_{j=1}^n (v_{ij} + v_{-j})^2 \right]^{0.5}$$

y la cercanía relativa al punto ideal se calcula con:

$$c_{i+} = \frac{s_{i-}}{s_{i+} + s_{i-}}$$

donde v_{ij} es el valor del criterio ponderado estandarizado de la i -ésima alternativa, que se calcula multiplicando el valor del criterio estandarizado por su

correspondiente peso, y v_{+j} es el valor ideal y v_{-j} es el anti-ideal para el j-ésimo criterio.

○ **CP** (*Compromise Programming*)

Se utiliza a menudo para identificar soluciones que estén próximas a la ideal utilizando alguna medida de distancia.

$$\min L_p = \left\{ \sum_k w_k^p \left[\frac{f_{k+}(x) - f_k(x)}{f_{k+}(x) - f_{k-}(x)} \right]^p \right\}^{1/p}, x \in X, w_k \geq 0 \text{ para } k = 1, 2, \dots, q$$

donde L_p es la métrica de distancia, w_k es el peso de la k-ésima función objetivo, $f_{k+}(x)$ es la solución ideal de la k-ésima función objetivo, y p es un parámetro de fuerza que puede ir desde 1 hasta infinito. Es una práctica general resolver el problema para $p = 1, 2$ e infinito.

○ **OWA** (*Ordered Weighted Averaging*).

Es una suma ponderada con criterios de evaluación de orden. El peso de orden permite controlar directamente los niveles de compensación entre criterios. El aspecto fundamental de esta regla de combinación es el paso de reordenación. Los pesos de orden no se asignan a un criterio en particular, si no en función de la posición que ocupa cada criterio para una alternativa concreta.

$$OWA = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i z_{ij}}{\sum_{i=1}^n w_i z_{ij}}, j = 1, 2, 3 \dots n$$

donde w_i es el peso normalizado del criterio i-ésimo y z_{ij} es el valor del peso de orden j-ésimo para el criterio i-ésimo.

Con lo que para llevar a cabo un proceso de GIS-MCDA (*Multicriteria Decision Analysis*), hay que realizar los siguientes pasos:

- **Estandarización de valores para los criterios.** Transformar datos de entrada en capas de criterios proporcionales. Se proponen puntuación máxima y serie de marcadores.
- **Determinación del peso de los criterios.** Determinar la importancia de cada criterio. Se proponen clasificación, clasificación por índices y comparación entre pares.
- **Toma de decisión.** Aplicar la(s) regla(s) de evaluación multicriterio escogida(s).

En algunos casos, este proceso se puede extender con un paso adicional:

- **Análisis de sensibilidad.** Determina cómo se ven afectadas las alternativas ante cambios en los datos geográficos y las preferencias del decisor. En su nivel más simple consiste en hacer cambios en los valores de los criterios de selección simples, los pesos asignados a los criterios y las probabilidades de descubrir cuál de estas cantidades es importante en el momento de determinar la recomendación final. A un nivel mayor, se

puede descubrir cómo los cambios del modelo en sí afectan a la salida (Ozturk & Batuk, 2011).

Para la completa familiarización con el proceso de evaluación multicriterio, se ha consultado adicionalmente a otros artículos ya conocidos por el departamento, como los de Eastman (Eastman & Warren, Idrisi: A Collective Geographic Analysis System Project, 2011), (Eastman, Toledano, Jin, & Kyem, 1988), o Carver (Carver S. J., 1991), (Carver & Openshaw, 1996)).

Conocido el proceso de evaluación multicriterio, tan sólo falta definir el entorno GIS en el que trabajar. Existen entornos GIS con alguna capacidad MCDA, entre los que destacan los siguientes:

- **DEFINITE – a DSS for a finite set of alternatives:**
DEFINITE (o BOSDA en su acrónimo en holandés) es un completo toolkit de métodos que pueden ser usados en una gran variedad de problemas. Ante un problema del cual se conocen las posibles soluciones, DEFINITE puede ponderar las alternativas y elegir la más razonable. Este software implementa SAW, ELECTRE-II y Regime y Evamix. No es un software GIS, sino que es un conjunto de métodos (Institute for Environmental Studies).
- **mDSS – Mulino DSS**
Es un DSS genérico desarrollado para asistir a los decisores en la gestión de problemas medioambientales. Este software es capaz de ejecutar SAW, OWA y TOPSIS (NetSyMoD).
- **SADA – Spatial Analysis and Decision Assistance**
Contiene una variedad de herramientas de visualización y modelaje para facilitar la toma de decisiones (University of Tennessee, Knoxville).

Sin embargo se descartan estas alternativas por lo específico de su funcionamiento, optando por un software de propósito mucho más general, y que presenta capacidades GIS mucho más potentes. Esta solución se elige por la versatilidad que ofrece respecto a las alternativas anteriormente comentadas.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo consiste en la aplicación de técnicas de evaluación multicriterio sobre un conjunto de datos georreferenciados dado, con el objetivo de construir un DSS en entorno GIS.

4.1. PROCESO

En este apartado se detallará el proceso que rige el funcionamiento del DSS a replicar. El comportamiento que sigue está modelado de la siguiente manera (en la Ilustración 3 se muestra un esquema del proceso):

Paso 1: Definición de escenario:

Se selecciona un tipo de dispositivo de los ofrecidos, se elige la zona geográfica de la costa y/o mar española y posteriormente se le irán presentando al usuario diferentes apartados (descritos en los siguientes pasos) donde debe elegir los criterios y valores concretos que se usarán en los cálculos, y que pueden depender del tipo de dispositivo elegido (en cualquier caso, se le ofrecerá un valor por defecto que podrá mantener).

De esta manera quedará definido el escenario y el usuario dejará de interactuar con la interfaz de la aplicación. Una vez que el sistema tenga los resultados de la consulta, estarán los resultados a disposición para proceder a su visualización.

Paso 2: Aplicación de criterios físicos:

Son los que delimitan las zonas de interés atendiendo principalmente a los límites operativos de los dispositivos. En este módulo se restringe aquellas regiones en las que los UNIGEOs no pueden trabajar, debido a los requisitos de funcionamiento de los mismos.

Paso 3: Aplicación de criterios operacionales:

Se incluyen en este módulo aquellos criterios que no impiden el funcionamiento de los dispositivos, pero que restringen la instalación de los mismos. No se consideran operacionales los criterios medioambientales ni los criterios de recurso energético.

Paso 4: Aplicación de criterios medioambientales:

Se incluyen en este módulo los criterios relacionados con la evaluación del impacto ambiental.

Paso 5: Aplicación de criterios de recurso energético:

Este módulo elimina del escenario aquellas regiones en las que el dispositivo no puede trabajar cuando el recurso energético de la zona de estudio no es favorable.

Paso 6: Toma de decisión:

Este módulo es el responsable de la aplicación de todos los criterios definidos en los módulos anteriores. Se hará la combinación de la salida procedente de la rama de criterios operacionales, la rama de criterios medioambientales y la rama de criterios de recurso energético utilizando una técnica MCDA.

Paso 7: Visualización de resultados:

Este módulo de resultados permite mostrar todas las capas generadas en los diferentes módulos, permitiendo que el usuario pueda observar el efecto de la aplicación de cada criterio o subcriterio como resultado intermedio o la capa resultado de la toma de decisión como resultado final.

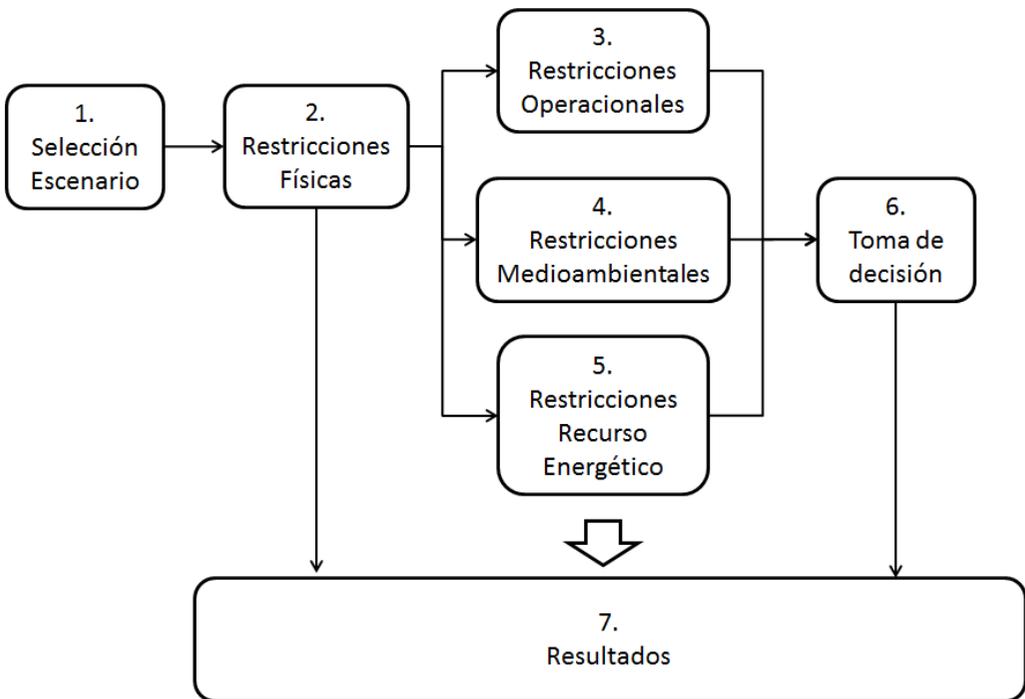


Ilustración 3: Esquema del proceso (González de la Mora, 2013)

4.2. DATOS DE ENTRADA

Los datos de entrada utilizados son las capas vectoriales pertenecientes a la base de datos de OceanLider, descritas en el anexo B Composición de la base de datos de OceanLider.

4.3. REGLAS DE DECISIÓN

Las restricciones están asociadas a datos conocidos con certeza. Se corresponden con operaciones de lógica booleana.

Los factores están asociados a incertidumbre. Se corresponden con operaciones de lógica difusa.

Se aplican técnicas de evaluación multicriterio (MCE), asignando pesos de preferencias a los criterios y normalizando para poder compararlos.

4.4. PROTOCOLO DE APLICACIÓN DE LOS CRITERIOS

El protocolo de aplicación de los criterios se divide por módulos. Cada módulo genera una salida y necesita como entrada la salida de su módulo antecesor. Los módulos, los criterios y los subcriterios generan una capa ráster de salida.

Los módulos del esquema están formados por una serie de criterios que se tienen que combinar entre sí, donde se permite seleccionar entre 1 y N criterios. A su vez, cada criterio está formado por subcriterios que se tendrán que combinar también entre sí, donde se debe seleccionar de 1 a N subcriterios.

Dependiendo del tipo de exclusión al que pertenezca el módulo tendrá una operación u otra para su combinación. Si el módulo es de exclusión total se combinarán los criterios usando los mínimos de los valores de las capas resultantes de los criterios que intervengan (AND). Si el módulo es de exclusión parcial se le da la libertad al usuario para configurar el método de razonamiento para su combinación. Para la aplicación de alguno de ellos, se tendrá que configurar previamente los pesos de los criterios participantes.

De igual manera, si en un criterio participa más de un subcriterio, se le da la libertad al usuario de elegir el método de razonamiento entre los propuestos para la combinación de subcriterios (mínimo, máximo y media lineal ponderada/media ponderada ordenada dependiendo de la situación).

La secuencia de aplicación es como se ilustra en la Ilustración 4. También se puede visualizar el empleo de las operaciones de combinación entre los criterios en la Ilustración 5.

En primer lugar se ejecutan los criterios físicos de exclusión total del escenario combinándose con una operación AND (mínimo de los valores), este módulo genera una salida que entra como capa raster resultante en el módulo de criterios físicos de exclusión parcial. En el módulo de criterios físicos de exclusión parcial participan los criterios del escenario de este tipo combinándose según el método de razonamiento escogido por el usuario generando una salida que se combinará con el resultado del módulo de criterios físicos de exclusión total con la operación AND_FUZZY (mínimo de los valores). Esta salida entra para cada rama del esquema: rama de criterios operacionales, rama de criterios de recurso energético y rama de criterios medio

ambientales, y se combinará con una operación AND (multiplicación de los valores) con los criterios de exclusión total de cada rama. La combinación de la salida de los criterios físicos y los criterios de exclusión total genera una salida raster que será entrada del módulo de exclusión parcial de cada rama.

En el módulo de exclusión parcial de cada rama se combinan los criterios de este tipo con el método de razonamiento elegido por el usuario y la salida que se genera se combina con la salida del módulo de exclusión total de cada una de ellas con la operación AND_FUZZY (mínimo de los valores).

De esta manera, después de haberse ejecutado cada una de estas tres ramas se tendrá tres salidas generadas, a las cuales se aplicará la regla de toma de decisión final con la técnica de Media Ponderada Ordenada (MPO u OWA). Para la aplicación de MPO es necesario configurar los pesos y pesos de orden de cada rama, pues permite seleccionar el grado de compromiso y de riesgo mediante la selección de los pesos de orden

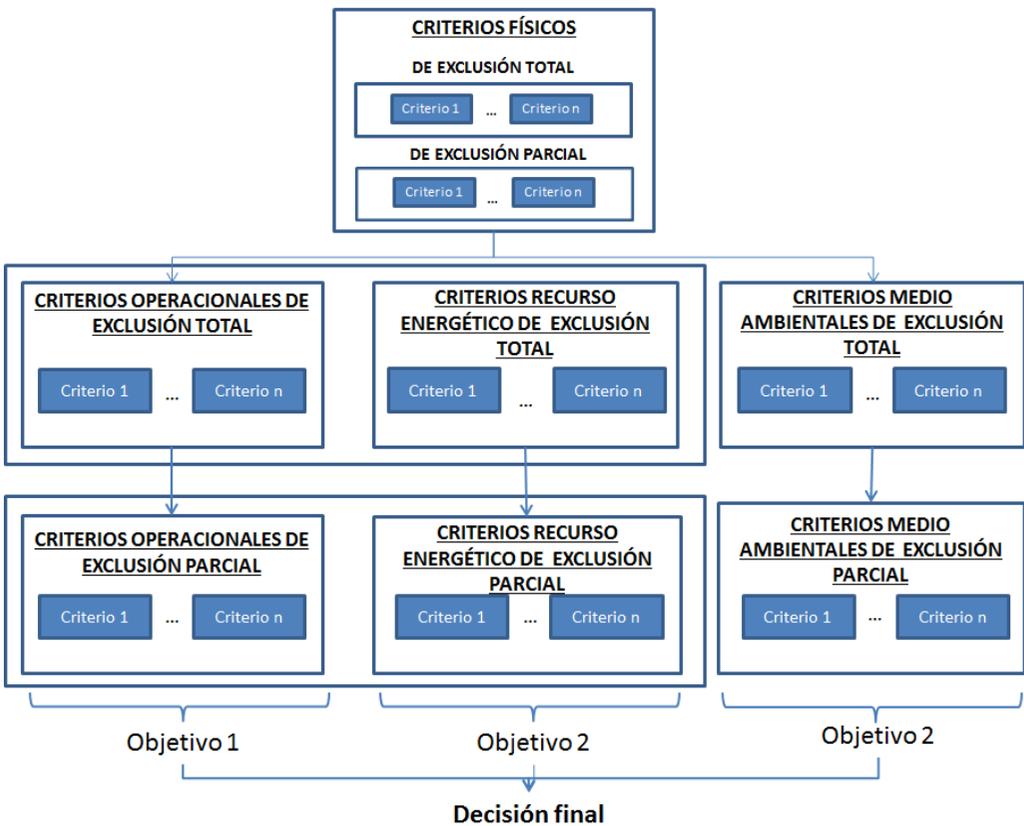


Ilustración 4: Secuencia modular del protocolo de aplicación de criterios (González de la Mora, 2013)

El mapa resultado procedente de la regla de decisión final (en este caso MPO) indica si las zonas son aptas, no aptas o negociables, considerando todos los criterios configurados y ponderando los criterios operacionales, medioambientales y de recurso

energético. Cada rejilla de la capa tendrá asociado un número real en el intervalo [0,1], significando 0 zona no apta, 1 zona apta y valores intermedios para zonas negociables.

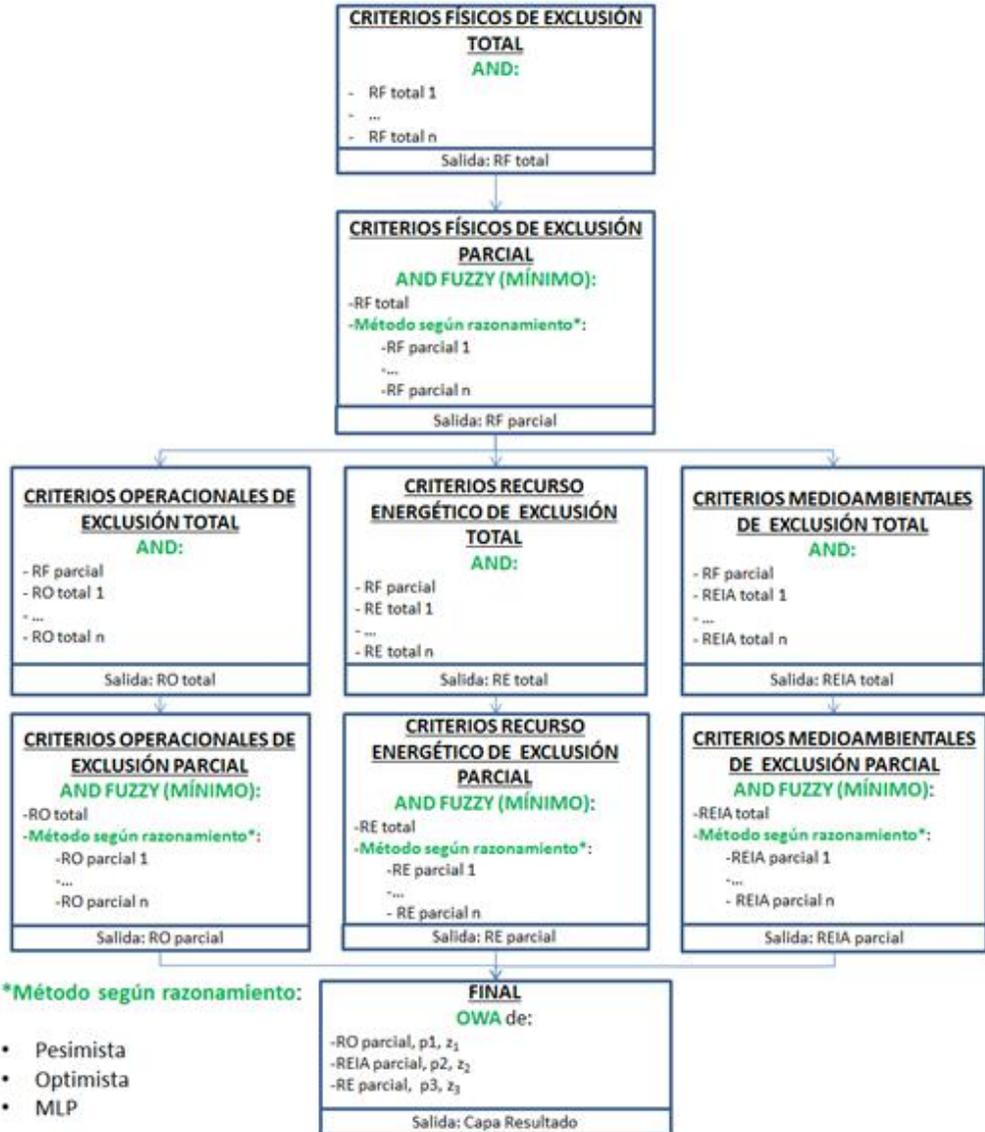


Ilustración 5: Empleo de las operaciones de los módulos del protocolo de aplicación de los criterios (González de la Mora, 2013)

Capítulo 5:

DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

En este capítulo se presenta una descripción del sistema utilizado, ArcGIS. Además, también se presenta la información referente a las tecnologías externas a ArcGIS utilizadas.

5.1. INFORMACIÓN BÁSICA

ArcGIS es un completo sistema de información que permite crear, analizar, almacenar y difundir datos georreferenciados, modelos, mapas y globos en 3D, poniéndolos a disposición de todos los usuarios según las necesidades de la organización.

Como sistema de información, ArcGIS es accesible desde clientes de escritorio, navegadores web y terminales móviles que se conectan a servidores departamentales, corporativos o arquitecturas de computación en la nube (Cloud Computing) (Esri).

Este sistema GIS se puede ejecutar sobre varias plataformas dependiendo del versión del mismo.

- En la versión **Desktop** está disponible para Windows XP SP2 y posteriores, o Windows Server 2003 SP2 y posteriores.
- En la versión **Server**, adicionalmente se añade soporte para RHEL 5 y posteriores, o SLES 11 y posteriores. Para sistemas basados en Linux, sin embargo, sólo se ofrece en arquitectura x64.
- En la versión **Mobile**, se ofrece soporte para iOS 3.1.2 y posteriores, Android 2.2 y posteriores, Windows Phone 7 y posteriores, y Windows Mobile 6 y posteriores.

En este trabajo se ha utilizado la versión *ArcGIS for Desktop 10.0*. Se dispone de todos los niveles de producto ofrecidos para dicha versión, que son los siguientes:

- ArcReader: visor básico de datos para mapas y datos publicados para GIS en el formato propietario de Esri.
- ArcGIS for Desktop Basic (ArcView): ofrece edición básica de datos GIS y la representación de datos guardados en bases de datos relacionales.
- ArcGIS for Desktop Standard (ArcEditor): ofrece herramientas para creación de mapas y datos espaciales.
- ArcGIS for Desktop Advanced (ArcInfo): máxima flexibilidad y control en cualquier aspecto.

Los componentes básicos de esta suite son ArcCatalog (para navegar entre conjuntos de datos, archivos, bases de datos u otras fuentes de datos), ArcMap (para

ver, editar o consultar datos georreferenciados y crear mapas), ArcToolbox (herramientas de geoprocésamiento, conversi3n de datos y an3lisis), y ArcGlobe (trabajo en tres dimensiones).

En el proyecto “*Estudio comparativo de herramientas SIG y SGBD espaciales*” (Rubio 3lvarez, 2013), el autor realiza un estudio de varias herramientas GIS, entre ellas ArcGIS (en el capítulo 7). La informaci3n b3sica sobre las opciones del programa puede encontrarse en dicho estudio. Este trabajo por el contrario, se centra en las opciones de geoprocésamiento que ofrece ArcGIS.

5.2. HERRAMIENTAS PARA GEOPROCÉSAMIENTO PERSONALIZADO EN ARCGIS

Los **prop3sitos fundamentales del geoprocésamiento** son permitir automatizar las tareas GIS y realizar an3lisis y modelado espacial. Casi todos los usos de GIS incluyen la repetici3n del trabajo y esto crea la necesidad de contar con m3todos para automatizar, documentar y compartir procedimientos de varios pasos conocidos como **flujos de trabajo**. El geoprocésamiento admite la automatizaci3n de los flujos de trabajo al proporcionar un amplio conjunto de herramientas y un mecanismo para combinar una serie de herramientas en una secuencia de operaciones mediante **modelos y secuencias de comandos**.

Los tipos de tareas que se van a automatizar pueden ser rutinarias, por ejemplo, transformar un grupo de datos de un formato a otro. O las tareas pueden ser bastante creativas, mediante una secuencia de operaciones para modelar y analizar las relaciones espaciales complejas, por ejemplo, calcular las rutas 3ptimas a trav3s de la red de transporte, predecir la ruta de un incendio, analizar y buscar patrones en ubicaciones de delitos, predecir qu3 3reas son propensas a derrumbes o predecir los efectos de inundaci3n de una tormenta.

El geoprocésamiento se basa en un marco de transformaci3n de datos. Una herramienta de geoprocésamiento t3pica realiza una operaci3n en un conjunto de datos de ArcGIS (tal como una clase de entidad, un r3ster o una tabla) y produce un nuevo conjunto de datos como el resultado de la herramienta (ver Ilustraci3n 6). Cada herramienta de geoprocésamiento realiza una operaci3n peque1a pero esencial en los datos geogr3ficos, tal como proyectar un conjunto de datos de una proyecci3n de mapa a otra, agregar un campo a una tabla o crear una zona de influencia alrededor de las entidades.

ArcGIS permite realizar tareas de geoprocésamiento personalizadas con tres herramientas: geoprocésamiento con Model Builder, geoprocésamiento con ArcPy y geoprocésamiento con ArcGIS Server.

Model Builder

ModelBuilder es una aplicaci3n que se utiliza para crear, editar y administrar modelos. Los modelos son flujos de trabajo que encadenan secuencias de herramientas de geoprocésamiento y suministran la salida de una herramienta a otra herramienta como entrada. ModelBuilder tambi3n se puede considerar un lenguaje de programaci3n visual para crear flujos de trabajo.



Ilustración 6: Esquema de funcionamiento de una herramienta de geoprocésamiento

Las ventajas de utilizar ModelBuilder pueden resumirse como sigue:

- ModelBuilder es una aplicación fácil de usar para crear y ejecutar flujos de trabajo que contienen una herramienta de secuencia de comandos.
- Puede crear sus propias herramientas con ModelBuilder. Las herramientas que crea con ModelBuilder se pueden utilizar en secuencias de comandos de Python y otros modelos.
- ModelBuilder, junto con las secuencias de comandos, es una forma de integrar ArcGIS en otras aplicaciones.

ArcPy

ArcGIS presenta la posibilidad de utilizar Python (Python TM) como lenguaje script para la creación de nuevas herramientas de geoprocésamiento personalizadas. Esta opción está disponible a través de la utilización de ArcPy. Es un paquete de Python que incluye y mejora el módulo arcgisscripting que se introdujo en ArcGIS 9.2. Ofrece la finalización de código y una documentación integrada para cada función, módulo y clase.

La potencia adicional del uso de ArcPy en Python la constituye el hecho de que Python es un lenguaje de programación de uso general que es fácil de aprender y utilizar. Es interpretado y dinámicamente tipado, lo que le proporciona la capacidad de realizar prototipos rápidamente y probar las secuencias de comandos en un entorno interactivo, al mismo tiempo que es suficientemente potente para admitir la escritura de aplicaciones grandes.

ArcGIS Server

ArcGIS Server es un servidor GIS integral basado en la Web que ofrece una amplia gama de servicios y aplicaciones para representar, analizar, recopilar datos, editar y gestionar la información espacial.

Un servicio de geoprocésamiento contiene tareas de geoprocésamiento a las que pueden acceder los clientes. Las tareas se crean mediante la publicación de cajas de herramientas de geoprocésamiento o documentos de mapa que contienen capas de herramientas. Al ejecutar una tarea en un servicio de geoprocésamiento, se ejecuta en el equipo servidor, utilizando recursos de éste.

A los servicios de geoprocésamiento y sus tareas se accede a través de la red pública de Internet y de intranets privadas y se pueden utilizar en aplicaciones de ArcGIS Desktop, ArcGIS Explorer y Web, tales como un sitio Web creado con ArcGIS

Server Manager instalado con ArcGIS Server. En ArcGIS Desktop, conecta con un servidor y ve sus servicios de geoprocésamiento en la ventana Catálogo. Los servicios de geoprocésamiento aparecen como cajas de herramientas y las tareas se convierten en herramientas dentro de la caja.

ArcGIS Server es un producto independiente, pero los clientes no tienen que tener instalado ArcGIS Server para utilizar los servicios publicados. Una vez que ArcGIS Server esté instalado en el servidor, las cajas de herramientas se pueden publicar como servicios de geoprocésamiento, poniéndolas a disposición de cualquiera con una conexión a Internet (Esri).

De los tres modos presentados, en este estudio se han abordado dos de ellos, Model Builder y Python. Es importante resaltar que ambos modos son complementarios y no excluyentes, pudiendo utilizar una u otra opción cuando sea oportuno.

El uso de estos métodos facilitados por ArcGIS presenta una serie de ventajas a tener en cuenta.

- Cada herramienta creada es tratada en ArcGIS como cualquier otra de las facilitadas por defecto en la aplicación. Eso implica que puede combinarse para crear nuevas herramientas de geoprocésamiento, y las interfaces para su uso son similares a las estándar.
- Estas herramientas pueden importarse y exportarse de forma muy sencilla, lo que implica que las herramientas creadas por el usuario se pueden compartir de forma sencilla.
- La desarrolladora de ArcGIS apoya y mantiene estos métodos para crear herramientas de geoprocésamiento, lo que implica la existencia de abundante documentación para su uso. Así mismo, implica una garantía de que el uso de estos métodos seguirá presente en posteriores evoluciones de ArcGIS.

Por lo tanto, esta combinación de facilidad de uso, facilidad de traslado y facilidad de mantenimiento hacen que los métodos facilitados por la compañía resulten convenientes y utilizables.

5.2.1 Consideraciones comunes a todas las herramientas

5.2.1.1. Entornos de geoprocésamiento

En todas las herramientas de ArcGIS existe la opción de configurar el entorno de geoprocésamiento, que es el conjunto de parámetros adicionales que modifican los resultados de una herramienta. Estos parámetros difieren de los parámetros de herramientas normales en que no se muestran en el cuadro de diálogo de una herramienta (con algunas excepciones). En cambio, son valores que se establecen una vez en un cuadro de diálogo separado y que las herramientas consultan y utilizan cuando son ejecutadas.

Este entorno es común a todas las herramientas y comprende los siguientes conjuntos de parámetros:

- **Workspace:** configuración de la ruta de los espacios de trabajo actual y temporal de ArcGIS.
- **Coordenadas de salida:** transformaciones geográficas que se aplican sobre la salida.
- **Extensión de procesamiento:** área dentro de la cual se calculará el resultado de la herramienta seleccionada.
- **Tolerancia y resolución XY:** cantidad de dígitos significativos que se tienen para guardar y mostrar entidades.
- **Valores M:** tolerancia y resolución con valores M (específicos de entidades de ruta).
- **Valores Z:** tolerancia y resolución con valores para la 3ª dimensión (Z).
- **Geodatabase:** valores de configuración de geodatabase.
- **Geodatabase avanzada:** configuración de geodatabase para extensiones específicas.
- **Campos:** configuración específica para tablas.
- **Números aleatorios:** configuración para la generación de números aleatorios.
- **Cartografía:** configuración de sistema de coordenadas y escala.
- **Cobertura:** configuración específica para la herramienta cobertura.
- **Análisis ráster:** configuración específica para herramientas de ráster.
- **Almacenamiento de rásteres:** tipo de codificación y elementos adicionales al almacenar ráster.
- **Análisis de estadística geográficas:** actuación ante colisiones entre datos no coincidentes.
- **Dataset de terreno:** configuración específica para análisis de terreno.
- **TIN:** configuración específica para TIN (*Triangulated Irregular Network*).

No es necesario modificar necesariamente ninguno de estos parámetros, puesto que la aplicación tiene un conjunto de valores predeterminados válidos para la mayoría de las ocasiones. Pero sin embargo, hay ocasiones en que puede resultar interesante modificar alguno de ellos. En nuestro caso, y debido al tamaño de las capas involucradas, resulta conveniente modificar el parámetro de extensión de procesamiento a la extensión que nos interese estudiar.

5.2.1.2. Distribuir herramientas

ArcGIS favorece el proceso de compartir herramientas entre distintos usuarios y equipos. Para ello ofrece dos métodos:

- **Comprimir y compartir:** agrupar todos los recursos necesarios para el uso de una herramienta en una carpeta, y comprimirla mediante el *software* adecuado.
- **Publicación en ArcGIS Server:** este método no ha podido ser comprobado debido a la no disponibilidad de dicha versión de ArcGIS.

Por lo tanto se va a utilizar el primer método. Para ello, es importante marcar la opción “Almacenar nombres de rutas relativas (en vez de rutas absolutas)” en la pestaña “General” de las propiedades de la herramienta.

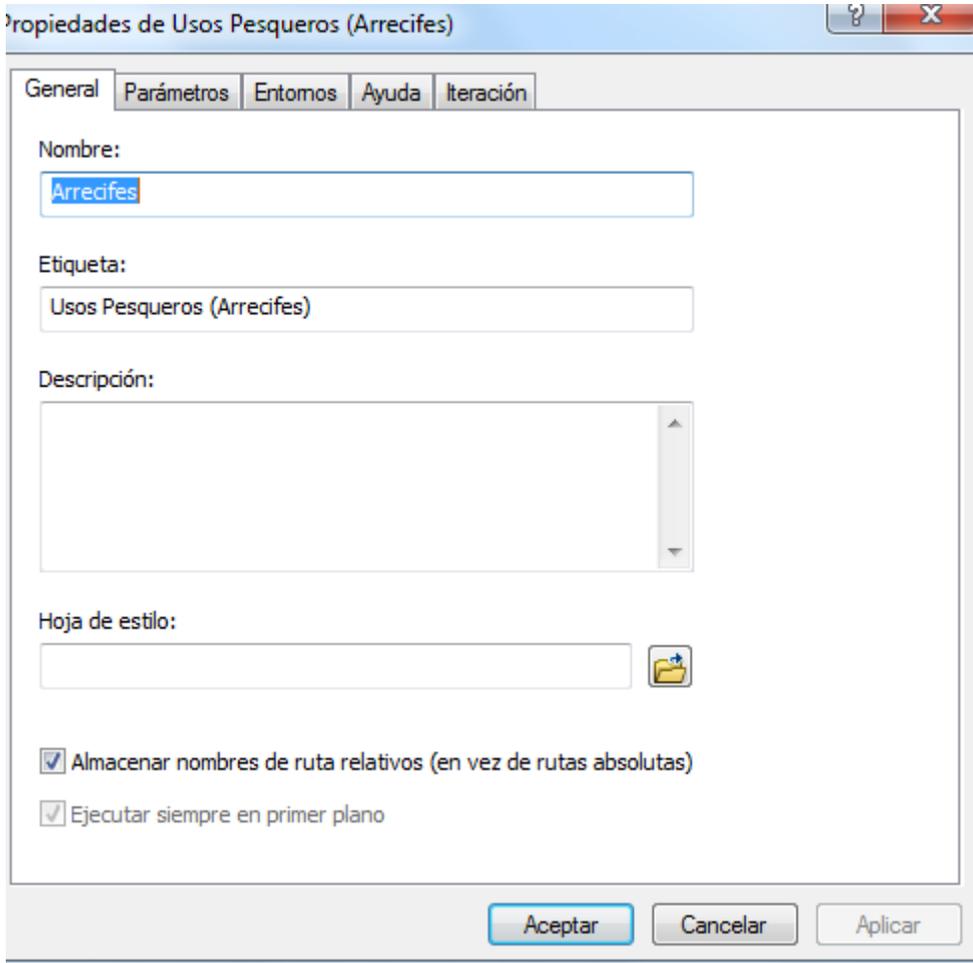


Ilustración 7: Pestaña General de propiedades de una herramienta

De esta forma, si las rutas están configuradas correctamente se puede trasladar un conjunto de herramientas y datos dentro de un directorio a otro equipo de forma que funcione sin ningún tipo de adaptación al destino.

5.2.2 Model Builder

Es el modo de geoprocésamiento recomendado y más sencillo de utilizar. Model Builder es un módulo de programación visual en el cual se pueden realizar operaciones de geoprocésamiento sencillas.

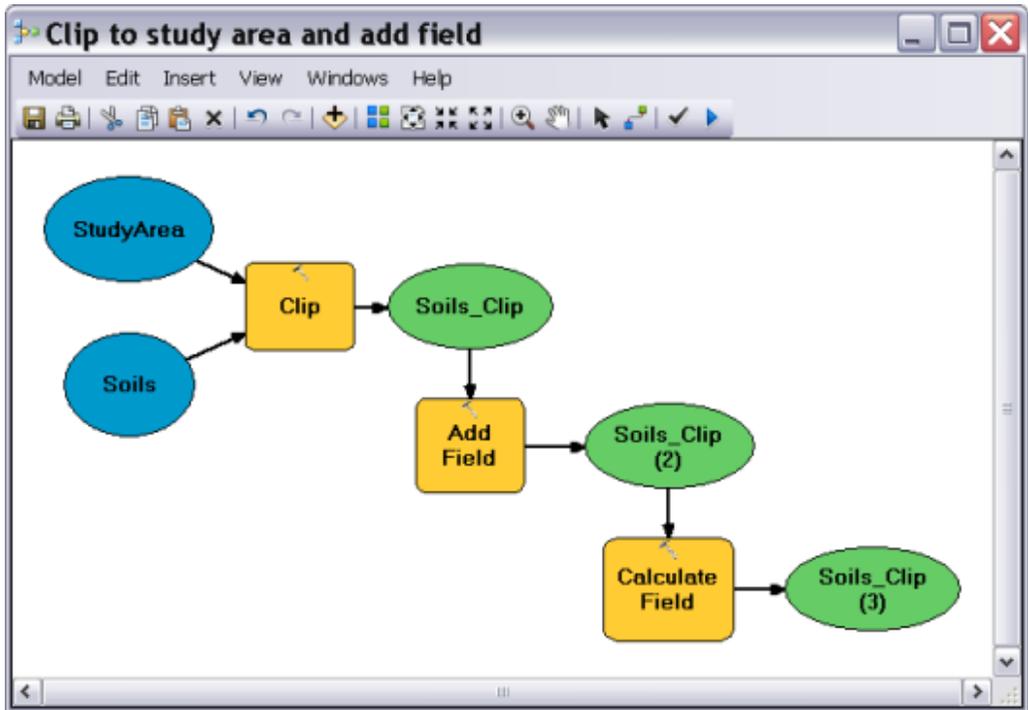


Ilustración 8: Interfaz de Model Builder

En la Ilustración 8 se puede observar un ejemplo de la interfaz de Model Builder. Se pueden distinguir las figuras elípticas (variables de modelo) de las rectangulares (herramientas), y ambas están unidas mediante flechas (conectores). Además, existe una barra de menú y de herramientas que añaden las funcionalidades disponibles en Model Builder.

5.2.2.1. Vocabulario de Model Builder

Se recomienda conocer las siguientes definiciones antes de utilizar Model Builder:

- **Herramientas:** Las herramientas de geoprocésamiento son los bloques de construcción básicos de flujos de trabajo en un modelo. Las herramientas llevan a cabo varias acciones en datos geográficos o tabulares. Cuando se agregan herramientas a un modelo, se convierten en elementos de modelo.
- **Variables:** Las variables son elementos de un modelo que contienen un valor o una referencia a datos almacenados en el disco. Hay dos tipos de variables:
 - **Datos:** Las variables de datos son elementos de modelo que contienen información descriptiva sobre los datos almacenados en el disco. La información de campo, la referencia espacial y la ruta son ejemplos de propiedades de datos que se describen en una variable de datos.
 - **Valores:** Las variables de valor son valores como cadenas de caracteres, números, booleanos (valores verdadero/falso),

referencias espaciales, unidades lineales o extensiones. Las variables de valor contienen de todo excepto referencias a datos almacenados en el disco.

- **Conectores:** Los conectores conectan datos y valores a herramientas. Las flechas de conexión indican la dirección del procesamiento. Hay cuatro tipos de conectores:
 - **Datos:** Los conectores de datos conectan datos y variables de valor a herramientas.
 - **Entorno:** Los conectores de entorno conectan una variable que contiene una configuración del entorno (datos o valor) a una herramienta. Cuando se ejecuta la herramienta, utiliza la configuración del entorno.
 - **Condición previa:** Los conectores de condición previa conectan una variable a una herramienta. La herramienta se ejecutará sólo después de que se haya creado el contenido de la variable de la condición previa.
 - **Retroalimentación:** Los conectores de retroalimentación conectan la salida de una herramienta de nuevo a la misma herramienta como entrada. (Esri)

A partir de ahora, este conjunto compuesto por Herramientas, Variables y Conectores será referido como Componentes básicos de modelo.

5.2.2.2. Conceptos básicos en Model Builder

El objetivo de Model Builder es construir nuevas herramientas de geoprocésamiento a partir de herramientas ya existentes, a las que se unen mediante conectores las variables necesarias para su correcto funcionamiento.

En la Ilustración 9 se muestra la interfaz de Model Builder con todas las opciones disponibles para el usuario desplegadas. Su utilización es muy sencilla. El componente principal es el lienzo sobre el cual se dibujan los Componentes básicos de modelo. Se dispone de una barra de menús con opciones de "Modelo", "Edición", "Insertar", "Vista", "Ventana" y "Ayuda", en los cuales están listadas todas las opciones que se pueden utilizar en Model Builder. Además, existen dos formas de acceder a las acciones más comunes. La primera es la utilización de la barra de herramientas situada en la parte inferior de la barra de menú. La otra posibilidad es utilizar el menú de click de botón derecho sobre el lienzo en una parte no ocupada por ningún Componente básico de modelo (si se utiliza el botón derecho sobre un componente básico obtendremos el menú de opciones para dicho componente).

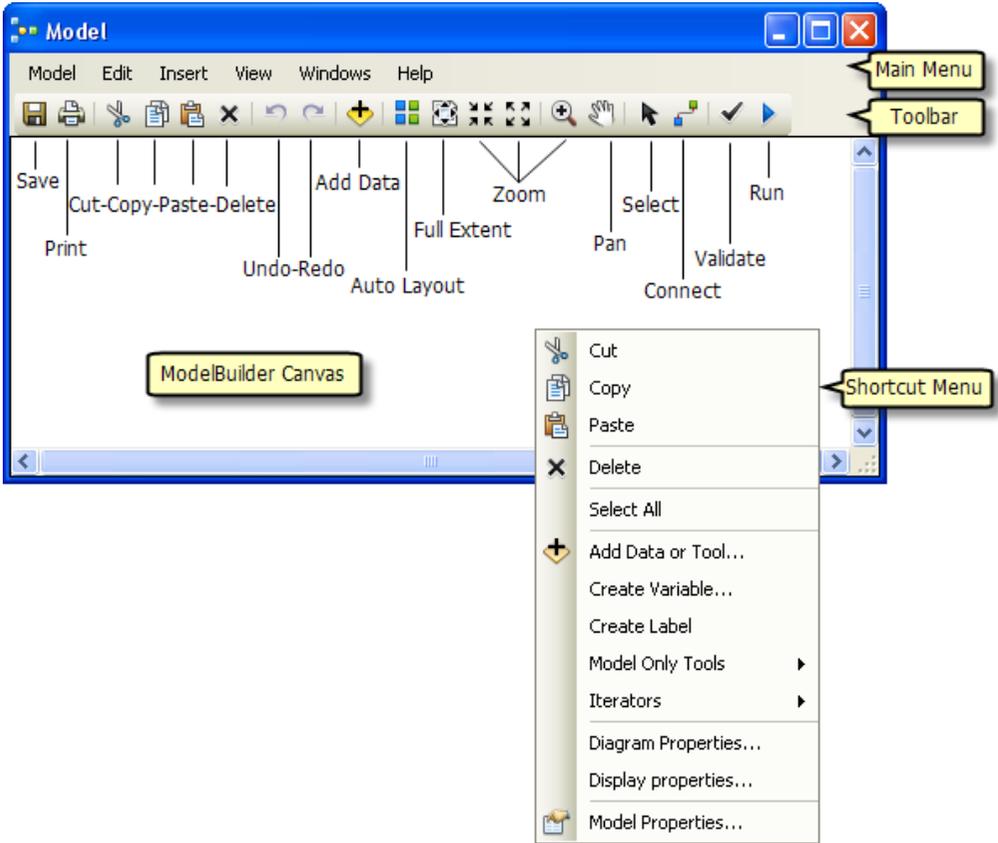


Ilustración 9: Componentes de la interfaz Model Builder

5.2.2.3. Herramientas

Son los componentes que, partiendo de variables de entrada, se encargan de crear las variables de salida mediante el proceso (habitualmente de geoprocésamiento, con la excepción de las herramientas especiales de modelo) elegido. Pese a que a efectos de su uso no tiene influencia, se subdividen en tres tipos:

- **Herramientas preconstruidas** (“*Built-in Tool*” en el esquema de la Ilustración 10) son aquellas incluidas por defecto en ArcGIS y no modificables por el usuario. Dentro de este tipo se incluyen otros dos subtipos especiales.
 - Iteradores.
 - Herramientas de modelo solamente.

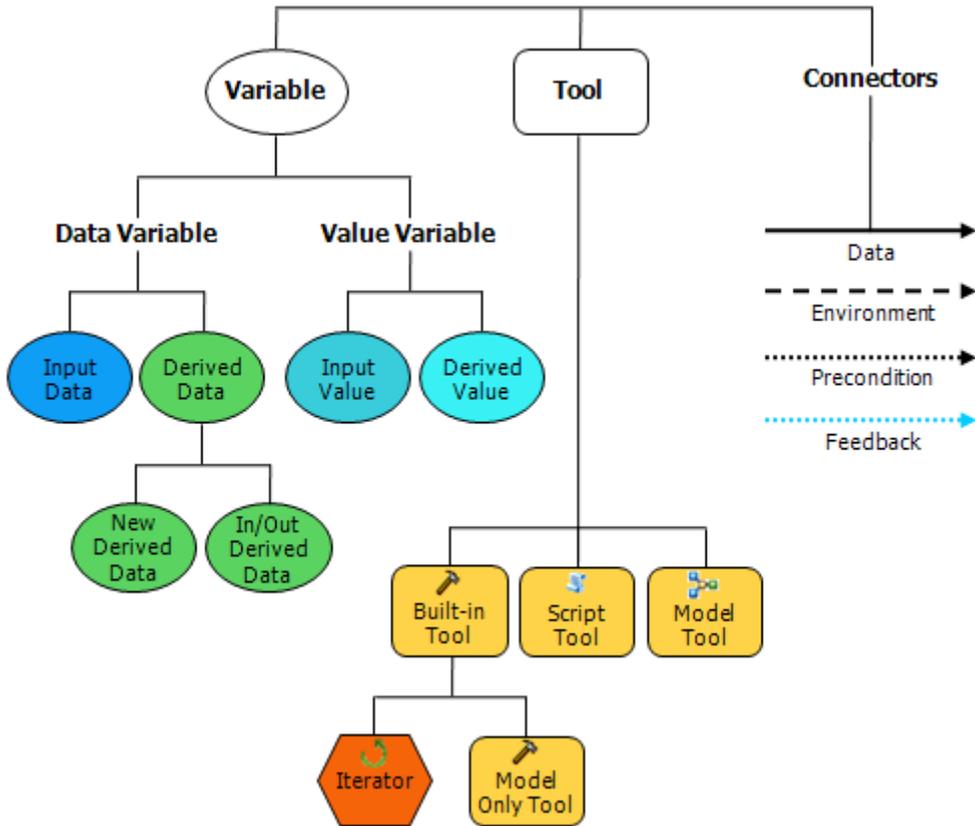


Ilustración 10: Componentes básicos para Model Builder

Estos dos tipos únicamente se pueden utilizar sobre un lienzo de Model Builder, siendo imposible (y falta de sentido, puesto que su funcionalidad sólo tiene valor dentro de Model Builder) utilizarlas fuera de este entorno en ArcGIS. Se encargan esencialmente de controlar el flujo de control de un modelo, o de realizar operaciones sencillas que no son de geoprocresamiento.

- **Scripts de herramientas** (“*Script Tool*” en el esquema de la Ilustración 10) son aquellas programadas mediante un script en lenguaje Python (para completar esta información, véase apartado 0).
- **Modelos de herramientas** (“*Model Tool*” en el esquema de la Ilustración 10) son aquellas construidas por el usuario mediante Model Builder.

Hacer doble click con el botón izquierdo sobre una herramienta lanza el cuadro de diálogo de herramienta, que es el mismo que se invoca cuando se ejecuta la herramienta fuera del entorno de Model Builder.

Hacer click con el botón derecho sobre una herramienta lanza el menú de herramienta, con las opciones básicas (abrir herramienta, cortar, copiar, eliminar, cambiar nombre) además de las opciones de visualización (cómo se verá la herramienta sobre el lienzo de Model Builder), y las opciones concretas de herramienta, que se explican a continuación:

- “Ejecutar”: inicia la ejecución de la herramienta con las variables establecidas en ese momento. Se explicará de forma más detallada en el apartado 5.2.2.6.
- “Hacer variable”: asigna una variable en el modelo a uno de los parámetros de la herramienta o de entorno de dicha herramienta.
- “Ver mensajes”: abre el historial de mensajes de la herramienta seleccionada.
- “Propiedades”: abre la ventana mediante la cual seleccionar el valor de parámetros de entorno para la herramienta, y las precondiciones (variables que deben existir en el momento de la ejecución de la herramienta). Por defecto, todos los parámetros de entorno están sin seleccionar (por lo tanto, se utilizan los del entorno predefinido) y ninguna precondición está activada.

5.2.2.4. Variables

Son los componentes utilizados por las herramientas como entrada y salida de datos. Se subdividen en dos tipos, datos y valores, siendo los datos una referencia a un objeto, y los valores una instancia de un tipo definido en ArcGIS. Ambos se dividen en dos subtipos.

- **De entrada:** (“*Input Data*” en el esquema de la Ilustración 10) son aquellos cuyo valor debe de ser definido por el usuario para poder ser utilizado.
- **Derivados:** (“*Derived Data*” en el esquema de la Ilustración 10) son producto del uso de alguna herramienta, y por lo tanto el usuario no tiene control sobre su valor. Dentro de este grupo (y sólo para datos y no valores), existe una distinción entre los “nuevos datos derivados” y los “datos derivados de entrada/salida”, siendo su única diferencia si son creados como datos nuevos por una herramienta, o por el contrario, usan uno de los datos de entrada para escribir la salida.

Hacer doble click con el botón izquierdo sobre una variable lanza el cuadro de diálogo de variable.

Hacer click con el botón derecho sobre una herramienta lanza el menú de variable, con las opciones básicas (abrir variable, cortar, copiar, eliminar, cambiar nombre) además de las opciones de visualización (cómo se verá la variable sobre el lienzo de Model Builder), y las opciones concretas de variable, que se explican a continuación:

- “Parámetro de modelo”: indicar que una variable es un parámetro de modelo implica que será una de las variables de entrada o salida en el nuevo modelo creado. Una P en negrita aparecerá en la representación de la variable.

- “Administrado”: indicar que una variable está administrada implica que el usuario no podrá cambiar la ruta de la salida de los datos intermedios en ModelBuilder (el control del parámetro no estará disponible).
- “Agregar a visualización”: activar este control implica que se añadirá el contenido de dicha variable al espacio de trabajo actual para poder visualizarla.
- “Intermedio”: indicar una variable como intermedia implica que al terminar la ejecución del modelo, dicha variable se borrará de memoria (ArcGIS por defecto considera intermedio a toda variable que no sea parámetro de modelo).
- “Propiedades”: abre la ventana mediante la cual se puede indicar si una variable es simple o de valor múltiple (lista de valores de un tipo), cuál es su variable de retroalimentación en caso de que pertenezca a un bucle, y cuál es el tipo de datos de la variable.

5.2.2.5. Conectores

Son los componentes destinados a unir variables y herramientas. Hay 4 tipos, como se puede ver en la Ilustración 10 y se explicó en la sección 5.2.2.1.

- Dato: una variable que sirve como parámetro de entrada para una herramienta con dicha herramienta.
- Entorno: una variable que sirve como parámetro de entorno para una herramienta con dicha herramienta.
- Precondición: una variable que sirve como precondición para una herramienta con dicha herramienta.
- Retroalimentación: una variable que sirve como retroalimentación para otra variable con dicha variable.

Hacer doble click con el botón izquierdo sobre un conector selecciona dicho conector.

Hacer click con el botón derecho sobre un conector lanza el menú de variable, con la opción de eliminarlo además de las opciones de visualización (cómo se verá el conector sobre el lienzo de Model Builder).

5.2.2.6. Ejecución de modelos

Ejecutar una herramienta supone desencadenar procesos en ArcGIS, y los procesos en el sistema pueden estar en cuatro estado, como se ve en la Ilustración 11.

Los modelos son un tipo de herramienta y por lo tanto ejecutables. Se pueden ejecutar desde ModelBuilder o desde el cuadro de diálogo de la herramienta de modelo.

Ejecutar un modelo desde dentro de ModelBuilder

Ejecutar un modelo desde dentro de ModelBuilder consiste en abrir el modelo para editarlo y ejecutarlo desde la interfaz de ModelBuilder. Hay tres formas de ejecutar un modelo desde dentro de ModelBuilder:

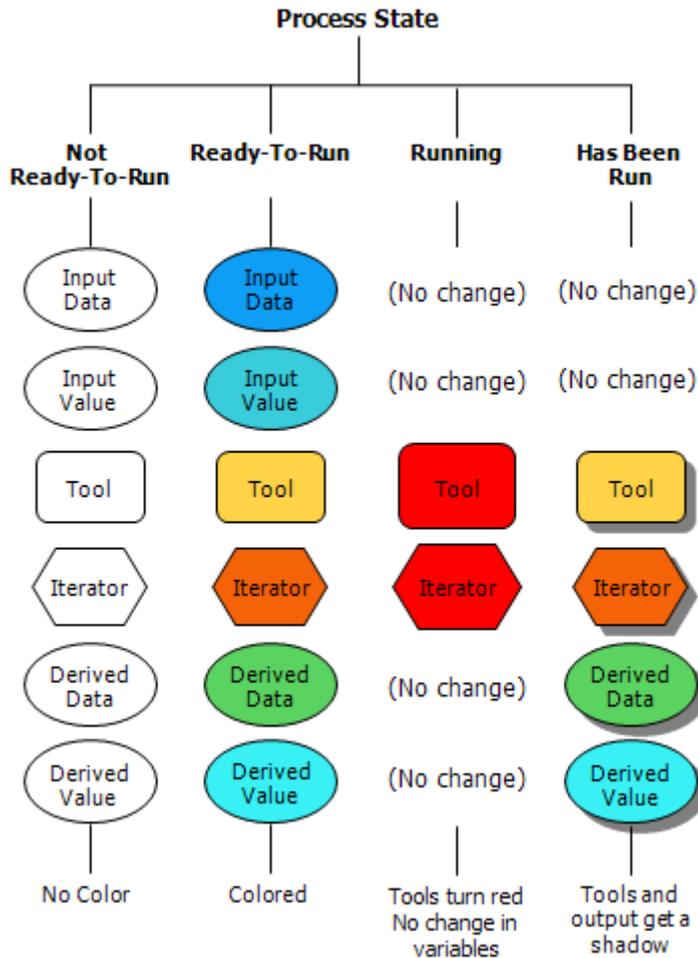


Ilustración 11: Posibles apariencias de los componentes básicas de Model Builder

- **Ejecutar únicamente la herramienta seleccionada:** se selecciona una herramienta, con el botón derecho abrir el menú de herramienta y se lanza Ejecutar. Los primeros procesos de la cadena también se ejecutan si es necesario. Los procesos posteriores de la cadena no se ejecutan; no obstante, si se encuentran en el estado del proceso Ejecutado, su estado cambia a Preparado para ejecutarse.
- **Ejecutar herramientas preparadas para ejecutarse:** click en Ejecutar en el menú Modelo o la herramienta Ejecutar de la barra de herramientas de ModelBuilder. Se ejecutarán todas las herramientas que se encuentren en el estado Preparado para ejecutarse.
- **Ejecutar el modelo completo:** click en Ejecutar el modelo completo en el menú Modelo. Se ejecutarán todas las herramientas que se encuentren en el estado Preparado para ejecutarse. (Esri)

En la Ilustración 11 se muestra la apariencia de los distintos tipos de componente de modelo dependiendo de su estado de ejecución. Como norma general se sigue el siguiente patrón:

- Color blanco: no está preparado para ser ejecutado.
- En color: preparado para ser ejecutado.
- En rojo: actualmente en ejecución.
- En color y sombreado: ha sido ejecutado.

Ejecutar un modelo desde el cuadro de diálogo de la herramienta de modelo

Al igual que cualquier herramienta de geoprocésamiento, las herramientas de modelo contienen cuadros de diálogo de herramientas que se pueden abrir haciendo doble clic en la herramienta de modelo en la ventana Catálogo o en la ventana de ArcToolbox. Las variables que son parámetros de modelo aparecen en el cuadro de diálogo de la herramienta de modelo. (Esri)

5.2.2.7. Guardar un modelo

Para guardar un modelo se utiliza el paradigma habitual de botón de guardado. Hay que tener en cuenta que para guardar un modelo es necesario incluirlo en una caja de herramientas de ArcGIS. Dicha caja de herramientas se puede crear o buscar su ubicación desde el mismo diálogo de guardar modelo.

5.2.2.8. Otras consideraciones generales

Es posible utilizar variables como parte de un parámetro (por ejemplo, en una ruta o al utilizarla en la calculadora ráster), para ello se escribe entre porcentajes el nombre de la variable si es de tipo valor (%VARIABLE%), o entre comillas y porcentajes si es de tipo dato (“%VARIABLE%”)

Un modelo se puede exportar a formato gráfico (jpg, bmp o emf) y también a una secuencia de comandos de Python. Para ello, se accede al menú “Exportar” desde la barra de menús del modelo.

Los modelos se pueden imprimir.

Existe un estándar de documentación para herramientas en ArcGIS, y los modelos creados se pueden documentar de forma sencilla utilizando la opción “Descripción” del elemento.

5.2.3 ArcPy

Arcpy es un paquete para Python cuyo objetivo es facilitar el uso de las funciones de ArcGIS para realizar análisis de datos geográficos, conversión de datos, administración de datos y automatización de mapas.

Facilita una experiencia Python nativa que ofrece finalización de código y documentación de referencia.

5.2.3.1. Vocabulario ArcPy

Se recomienda conocer las siguientes definiciones antes de utilizar ArcPy:

- **ArcPy:** ArcGIS 10 presenta ArcPy (comúnmente denominado paquete del sitio de ArcPy), que proporciona acceso a Python para todas las herramientas de geoprocésamiento, incluidas las extensiones, así como una gran variedad de funciones y clases útiles para el trabajo y los interrogatorios de datos SIG. Un paquete de sitio es un término de Python para una biblioteca que agrega funciones adicionales a Python. Mediante el uso de Python y ArcPy, puede desarrollar un sinnúmero de programas útiles que operen en datos geográficos.
- **ArcPy modules:** Un módulo es un archivo de python que generalmente incluye funciones y clases. ArcPy es compatible con una serie de módulos, incluido un módulo de representación cartográfica (`arcpy.mapping`), un módulo de Spatial Analyst (`arcpy.sa`) y un módulo de Geostatistical Analyst (`arcpy.ga`).
- **ArcPy classes:** Una clase es similar a una plantilla. El plano ofrece el marco sobre cómo crear algo. Las clases se pueden utilizar para crear objetos, que comúnmente se denominan instancias. Las clases de ArcPy, como las clases `SpatialReference` y `Extent`, generalmente se utilizan como accesos rápidos de teclado para completar los parámetros de la herramienta de geoprocésamiento que de lo contrario tendrían un equivalente de cadena de texto más complicado.
- **ArcPy functions:** Una función es una funcionalidad definida que realiza una tarea específica y se puede incorporar a un programa más amplio.

En ArcPy todas las herramientas de geoprocésamiento se proporcionan como funciones, pero no todas las funciones son herramientas de geoprocésamiento. Además de herramientas, ArcPy proporciona diversas funciones para brindar mayor soporte a los flujos de trabajo de geoprocésamiento de Python. Las funciones o los métodos se pueden utilizar para enumerar ciertos datasets, recuperar las propiedades de un dataset, validar el nombre de una tabla antes de agregarlo a una geodatabase o realizar muchas otras tareas de secuencia de comandos útiles.

5.2.3.2. Escribir herramientas con ArcPy

El módulo de ArcPy está diseñado para construir nuevas herramientas de geoprocésamiento para ArcGIS utilizando el lenguaje Python.

Así pues, el uso de ArcPy ofrece más potencia que Model Builder, pues Python es un lenguaje de propósito general al que se le añade la posibilidad de importar todas las herramientas disponibles en ArcGIS (tanto las implementadas por defecto, como las escritas por el usuario en Model Builder o ArcPy).

Escribir una herramienta en ArcPy conlleva tres pasos diferenciados.

1. En primer lugar, es necesario escribir un script en Python que lleve a cabo las tareas deseadas.
2. Posteriormente, se debe crear una nueva herramienta en una caja de herramientas existente, indicando que estará enlazada a un script en Python, e indicar la ruta hasta el archivo del script.
3. Por último, se precisa configurar la interfaz de entrada-salida en la parte de ArcGIS, tanto en parámetros, como en tipo de dato esperado.

El resultado final es una herramienta completa, con un lanzador similar al resto dentro de ArcGIS, y con la posibilidad de documentarla.

ArcPy presenta algún inconveniente respecto Model Builder:

- Su aprendizaje es más complicado y no resulta tan intuitivo como la creación de herramientas mediante módulos.
- Model Builder proporciona la opción de controlar y realizar un seguimiento en tiempo real de la ejecución de una herramienta. Dicho seguimiento no está disponible en ArcPy.
- Hay que crear una herramienta y configurar perfectamente las interfaces de entrada y salida para cada script escrito en ArcPy. La existencia de algún error en dicha configuración suele conllevar el cierre inesperado de la aplicación por completo.

La recomendación es utilizar ArcPy cuando el proceso de geoprociamiento deseado quede fuera del alcance de Model Builder.

5.2.3.3. Utilizar ArcPy en ArcGIS

Hay dos métodos fundamentales mediante los cuales se puede ejecutar código de ArcPy en ArcGIS.

1. La primera posibilidad es la ya comentada creación de una herramienta y posteriormente, importarla a ArcGIS.
2. Existe una segunda posibilidad consistente en desplegar el panel de consola de Python en la propia interfaz de ArcGIS. Dicha consola está preparada para la ejecución de Python 2.7 y ArcPy.

5.2.3.4. Consideraciones adicionales sobre ArcPy

Arcpy es un módulo de Python, por lo tanto no es necesario que haya una instancia de ningún componente de ArcGIS abierta para que se pueda utilizar ArcPy, siempre y cuando esté correctamente referenciado e importado el módulo correspondiente. ArcGIS en su instalación habitual añade una instalación de Python (Python 2.7 en la versión 10.0 de ArcGIS) que está preparada para este uso. Por lo tanto, se pueden realizar operaciones de geoprociamiento sin necesidad de que ArcGIS esté en funcionamiento. Sin embargo, no se pueden visualizar los resultados obtenidos sin un espacio de trabajo activo. Por lo tanto, si se quieren ver los resultados obtenidos, es necesario cargar las capas generadas en un espacio de trabajo de ArcGIS.

ArcPy permite la opción de utilizar herramientas personalizadas. Para ello, es necesario importar en el código la caja de herramientas donde está la herramienta objetivo. Las cajas de herramientas en ArcGIS tienen una estructura de directorio, pero a efectos de código Python sólo es importante la ruta de la caja de herramientas superior, el resto de la estructura de directorio es obviada, y se considera que todas las herramientas están dentro de dicha caja.

Para facilitar el uso de ArcPy, se puede acceder al *snippet* en Python de las herramientas utilizadas en la sesión actual de ArcGIS. Para ello, basta con abrir el historial de sesión, y hacer click con el botón derecho sobre la herramienta objetivo.

Se pueden utilizar los valores predeterminados de las herramientas mediante la llamada al parámetro especial “#” (comillas incluidas).

Poder usar Python implica poder usar módulos adicionales de Python. En este trabajo se ha utilizado el módulo de TkInter, siendo perfectamente compatible con ArcGIS. Es importante remarcar que pese a que existe la posibilidad de usarlo, su uso no se aconseja puesto que ArcGIS sólo soporta oficialmente los módulos básicos de Python y el paquete de ArcPy. Cualquier elemento ajeno a los citados puede provocar resultados anómalos o no esperados.

5.3. HERRAMIENTAS PARA DESARROLLADORES DE ARCGIS

Para completar esta información, aunque queda fuera de nuestro ámbito de actuación, comentar también que ArcGIS pone a disposición de desarrolladores un conjunto de herramientas, componentes y software que ayudan a:

- Construir y desplegar aplicaciones GIS en múltiples plataformas.
- Publicar y consumir servicios web GIS utilizando REST o SOAP.
- Crear mapas sencillos a partir de datos corporativos.

Las herramientas para desarrolladores comprenden:

- **Desarrollo web**
 - Web Mapping APIs

ArcGIS Mapping APIs ofrecen ayuda para construir e incrustar mapas interactivos en un website. Es posible mezclar servicios online, GeoRSS y agregadores de contenido social, y herramientas y widgets para crear mapas web personalizados.

- Las Web Mapping APIs son:
- ArcGIS API for JavaScript
 - ArcGIS API for Flex
 - ArcGIS API for Silverlight

Además, Esri ofrece ArcGIS API para WPF (*Windows Presentation Foundation*) para desarrollar aplicaciones de escritorio. El desarrollo con las APIs es gratuito. El despliegue también es gratuito bajo ciertas condiciones.

- ArcGIS for SharePoint

Rápidamente crea, despliega y comparte su información gestionada por SharePoint desde una perspectiva geográfica.

- **Desarrollo para dispositivos móviles**
 - ArcGIS Runtime SDK for Windows Mobile

ArcGIS para Windows Mobile viene preparado con aplicaciones listas para su uso y SDK.

- Aplicaciones listas para su uso

Las aplicaciones configurables de ArcGIS para Windows Mobile se integran con ArcGIS para Servidor (y ArcGIS para Escritorio) para proveer de gestión centralizada y despliegue de datos GIS móviles, mapas, tareas y proyectos.

- ArcGIS Runtime SDK for Windows Mobile

ArcGIS para Windows Mobile incluye un SDK que permite a desarrolladores utilizar herramientas simples para crear aplicaciones ligeras enfocadas a GIS personalizadas para las necesidades de los usuarios.

- Centro de recursos para móviles

ArcGIS para Windows Mobile incluye soporte exhaustivo para el desarrollador a través del Centro de recursos para móviles. Provee de acceso a ayuda, aplicaciones de ejemplo, documentación, foros, blogs y galerías de código.

- ArcGIS para Smartphones y tabletas

Los ArcGIS Runtime SDK para Smartphones y Tabletas permiten construir aplicaciones que utilicen las capacidades de mapas, geocodificación, geoprocetamiento y capacidades personalizadas que provee ArcGIS para Servidor. También se ofrece la posibilidad de incrustar mapas de ArcGIS y tareas en aplicaciones propias.

- **Desarrollo Desktop**

- ArcGIS Engine

ArcGIS Engine es una colección de componentes GIS y recursos para el desarrollador que pueden ser incrustados, que permite añadir mapas dinámicos y capacidades GIS a aplicaciones ya existentes o desarrollar nuevas aplicaciones propias de mapas.

Los desarrolladores pueden utilizar ArcGIS Engine para desplegar datos SIG, mapas y scripts de geoprocetamiento en aplicaciones móviles o de escritorio, utilizando APIs para COM, .NET, Java y C++.

ArcGIS Engine está disponible a través de la suscripción anual a Esri Developer Network (EDN).

- **Gestión de datos**

- Esri Geodatabase API

File Geodatabase API permite desarrollar aplicaciones que interactúen con un archivo de base de datos geográfica sin utilizar ArcObjects. La API está disponible como una biblioteca C++ (.dll), que provee acceso a módulos de entrada/salida de archivo a bajo nivel.

Geodatabase XML define un modelo genérico para información geográfica y está implementado como una colección de archivos en un sistema de archivos o una colección de tablas en un sistema gestor de bases de datos. El beneficio de este modelo genérico es que la base de datos geográfica y sus contenidos son multipropósito, compatible y basada en estándares.

- **Visores configurables**

- ArcGIS Viewer for Flex

ArcGIS Viewer for Flex ofrece un framework sencillo e intuitivo para el visionado e interacción con mapas. Es una aplicación web configurable que permite construir una aplicación de mapas personalizada en unos minutos, sin necesidad de programación.

- ArcGIS Viewer for Silverlight

Similar a ArcGIS Viewer for Flex, pero utilizando Silverlight.

- **Open Source**

- Geoportal Server
- ArcGIS Editor for OpenStreetMap
- Silverlight Toolkit

El propósito esencial de estas herramientas es poner a disposición del desarrollador ArcObjects, que es el conjunto de objetos GIS programables que se utiliza en ArcGIS. De esta forma el desarrollador independiente puede interactuar con los mismos objetos con los que está desarrollada la aplicación.

Cada clase de ArcObjects pertenece a una categoría básica de GIS: mapa, capa, punto, línea, polígono, tabla, fila o campo (Esri).

Estas características ponen a disposición del usuario la posibilidad de crear una aplicación basada en GIS utilizando para ello los componentes fundamentales de ArcGIS. Sin embargo en este trabajo no se ha considerado esta opción debido a que sería añadir complejidad al trabajo sin obtener ninguna mejora sensible respecto a las herramientas para geoprocesamiento personalizado. El DSS objetivo se basa en la combinación de herramientas de geoprocesamiento, y por ello los métodos habilitados para ello por la desarrolladora de ArcGIS se consideran suficientes. Además, cabe añadir que la licencia para desarrolladores tiene un coste mayor que la licencia normal de sólo uso.

5.4. OTRAS HERRAMIENTAS EXTERNAS A ARCGIS

Además de las tecnologías propias de ArcGIS, en este trabajo también se usan algunos componentes externos a la *suite* ArcGIS para conseguir una interfaz personalizada respecto a la estándar que ofrece ArcGIS. Estas componentes son el lenguaje Python y el módulo TkInter.

5.4.1 Python

Python es un lenguaje de programación interpretado, multiplataforma, libre para su uso por su licencia, compatible GNU GPL, *Python Software Foundation* ("PSF").

Sus principales características son

- Sintaxis muy clara y legible.
- Lenguaje no tipado.
- Orientado al objeto.
- Expresión natural de código procedural.
- Modularidad completa, soportando jerarquía de paquetes.
- Manejo de errores basado en excepciones.
- Tipos de datos dinámicos a muy alto nivel.
- Múltiples bibliotecas estándar además de variedad de módulos de terceros.
- Posibilidad de escribir extensiones y módulos en C y C++ (y con Java y .NET utilizando *software* específico).
- Posibilidad de incrustar aplicaciones cuando se usa como *script* de interfaz (Python TM).

Este conjunto de características hacen de Python un lenguaje sencillo y potente, muy fácilmente adaptable a las necesidades del presente trabajo.

5.4.2 TkInter

El objetivo de estas herramientas adicionales es poder escribir un *script* que sirva de interfaz sencilla para el usuario. Es por ello que es necesario utilizar un módulo adicional que nos permita escribir una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI), puesto que Python no ofrece dicha funcionalidad por sí mismo.

TkInter es un *binding* de la biblioteca gráfica Tcl/Tk para el lenguaje de programación Python. Se considera un estándar para la GUI para Python y es el que viene por defecto con la instalación para Microsoft Windows, así como también en la versión de Python que incluye ArcGIS.

Por esa capacidad de funcionamiento sin necesidad de realizar instalaciones ni configuraciones adicionales es por lo que se ha escogido TkInter.

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Con todos los elementos definidos, se procede a construir la solución.

6.1. VISIÓN GENERAL

La solución consiste en un conjunto de herramientas de ArcGIS (se escribirá una herramienta para cada criterio contemplado, ver apartado 6.2.1), almacenadas en una Caja de herramientas creada *ad-hoc*, organizada internamente en los conjuntos de criterios contemplados, además de un grupo de herramientas básicas sobre las que se apoya el desarrollo del resto. Además, para cada módulo se añade una herramienta encargada de realizar la combinación de criterios.

Junto al conjunto de herramientas de ArcGIS, se añade una aplicación en Python encargada de la interacción con el usuario.

6.2. HERRAMIENTAS DE ARCGIS

6.2.1 Conjunto de criterios utilizados

Estos criterios son los disponibles en la base de datos de OceanLider, y que se utilizan en el DSS.

6.2.1.1. Consideraciones previas

Para ejecutar las herramientas programadas es necesario activar las licencias de las extensiones *3D Analyst* y *Spatial Analyst*. Además, es recomendable activar la opción “Sobreescribir los resultados de las operaciones de geoprocetamiento” dentro del menú “geoprocetamiento”>“Opciones de geoprocetamiento”, situado en el menú principal de la aplicación.

Los factores (criterios a los que se les aplican operaciones difusas) deben de indicar qué tipo de operación de *fuzzyficación* les será aplicada. Los distintos tipos de operación se pueden ver en la Ilustración 12.

Los criterios medioambientales se organizan de forma diferente al resto de conjuntos por la existencia de bibliografía específica.

Para cada criterio se incluye la información más relevante.

6.2.1.2. Criterios físicos

Distancia a la costa. De exclusión parcial. Se aplica una operación difusa normal sobre distancia a la costa. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Línea de costa (*lin_costa*), es una capa vectorial de tipo líneal perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 8 Km
- Valor B: 9 Km
- Valor C: 20 Km
- Valor D: 25 Km

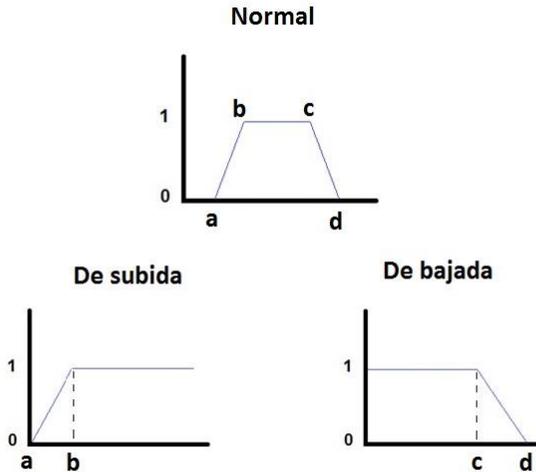


Ilustración 12: Función de operación difusa lineal normal, de subida o bajada

Profundidad. De exclusión parcial. Se aplica una operación difusa normal sobre la profundidad extrayendo los parámetros del dispositivo (parámetros: Profundidad mínima y profundidad máxima). Las medidas se aplican en metros.

Capa de entrada: Profundidad (*profundidad*), es una capa raster pre-calculada a partir de la capa de batimetría creando una superficie TIN (Red Irregular de Triángulos).

Los valores configurados por defecto son:

- valor A-> ProfMin-5m
- valor B-> ProfMin
- valor C-> ProfMax
- valor D->ProfMax+5m

Supervivencia del dispositivo. De exclusión total. El usuario puede seleccionar de 1..N subcriterios. En caso que se seleccione más de un subcriterio se le da la opción al usuario de escoger el método de combinación de los subcriterios: método de razonamiento pesimista (mínimo), optimista (máximo) y neutro (MLP).

- **Altura de ola significativa.** Se extrae el valor mayor de ola significativa admitido configurado en el dispositivo. Se hace una reclasificación sobre el raster de altura de ola media.

Si $Altura_ola_media(Hs) \geq 0$ & $Hs \leq HsMax$ entonces

Altura_ola_significante := 1

Sino

Altura_ola_significante := 0

Capa de entrada: Hs media (*unionhsmedia*), es una capa raster resultante de la unión de la colección de rasters de altura de ola significativa media en la Península, Baleares y Canarias.

- **Velocidad de corriente.** Se extrae el valor máximo de corriente admitido en la configuración del dispositivo. Se hace una reclasificación sobre el raster de la velocidad de mareas vivas.

Si $corriente_marea_viva \geq 0$ & $corriente_marea_viva \leq CoMax$ entonces

Velocidad_corriente := 1

Si no

Velocidad_corriente := 0

Capa de entrada: Velocidad media de corriente en condiciones de marea viva (*medviv*), es una capa raster perteneciente a las capas informativas. (González de la Mora, 2013)

6.2.1.3. Crterios operacionales

Mantenimiento de la posición. De exclusión parcial

- **Facilidad de anclaje al fondo (composición del sustrato marino).** Se extraen los valores de idoneidad de las zonas configuradas para la capa Geofis dependiendo del tipo de dispositivo elegido y se le deja la libertad al usuario para poder cambiar estos valores a través de la interfaz.

Los valores de idoneidad configurados para cada agrupación por defecto para cada tipo de dispositivo se reflejan en la Ilustración 13.

NOMBRE	NOMBRE CAPA	METADATOS	Tipo de Capa	CORRIENTES		OLEAJE		
				FUERA DE COSTA (Apoyados sobre base de gravedad o pilotados)	FUERA DE COSTA (Fondeados)	FUERA DE COSTA (Apoyados sobre base de gravedad o pilotados)	FUERA DE COSTA (Flotantes Fondeados)	
MORFOLOGÍA FONDOS MARINOS								
Sustrato de los fondos	Geofis_P.shp	Cartografía vectorial poligonal de los tipos de sustrato de los fondos marinos del litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Se encuentra en ETRS89 huso 30.	Roca	Excluyente parcial	0,5	0,75	0,5	0,75
			Vegetado		1	1	1	1
			Blando Cohesivo		0	0,5	0	0,5
			Blando no Cohesivo		1	1	1	1

Ilustración 13: Valores de idoneidad configurados para cada agrupación por defecto para cada tipo de dispositivo.

Capa de entrada: Sustrato de los fondos (*geofis*), es una capa vectorial de tipo polígono perteneciente a las capas informativas.

- **Facilidad de anclaje al fondo (morfología del fondo marino).** Se extraen los valores de idoneidad de las zonas configuradas en la capa Formas dependiendo del tipo de dispositivo elegido y se le deja la libertad al usuario de cambiar los valores según la agrupación para los diferentes tipos que se muestran en la Ilustración 14.

NOMBRE	NOMBRE CAPA	METADATOS	NOMBRE DE GRUPO	TIPO DE ACCIDENTE GEOGRÁFICO	CORRIENTES		OLEAJE	
					FUERA DE COSTA (Apoyados sobre base de gravedad o pilotados)	FUERA DE COSTA (Fondeados)	FUERA DE COSTA (Apoyados sobre base de gravedad o pilotados)	FUERA DE COSTA (Flotantes Fondeados)
Accidentes geográficos submarinos	Formas_P.shp	Cartografía vectorial lineal que se corresponde con los accidentes geográficos submarinos más reseñables de la península Ibérica, Ceuta y Melilla. Se encuentra en ETRS89 huso 30.	Grupo1	Afloramiento rocoso	1	1	1	1
			Grupo1	Marcas de arrastre	1	1	1	1
			Grupo1	Plataforma continental	1	1	1	1
			Grupo1	Playas sumergidas	1	1	1	1
			Grupo1	Ripples	1	1	1	1
			Grupo1	Talud continental	1	1	1	1
			Grupo0	Abanico deltaico	0	0	0	0
			Grupo0	Abanico deltaico profundo	0	0	0	0
			Grupo0	Cañon submarino	0	0	0	0
			Grupo0	Cañon submarino	0	0	0	0
			Grupo0	Llanuras abisales	0	0	0	0
			Grupo0	Megaripples	0	0	0	0
			Grupo0	Megaripples	0	0	0	0
			Grupo0	Morfología de crestas y valles	0	0	0	0
			Grupo0	Ondas de arena	0	0	0	0
Grupo0	Relieve volcanico	0	0	0	0			

Ilustración 14: Valores de idoneidad por defecto definida para cada agrupación y tipo de dispositivo

Capa de entrada: Accidentes geográficos submarinos (*formas*), es una capa vectorial de tipo polígono perteneciente a las capas informativas.

Viabilidad de instalación en zonas ocupadas. De exclusión parcial. El usuario puede seleccionar de 1..N subcriterios.

- **Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por las ayudas a la navegación del sistema portuario español.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas ocupadas por las ayudas a la navegación del sistema portuario español. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Ayudas a la navegación del sistema portuario español (*aton*), es una capa vectorial de tipo punto perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 0.5 Km
- Valor B: 1 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Viabilidad de instalación en zonas designadas como Dominio Público Portuario.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas designadas como Dominio Público Portuario. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Delimitación del Dominio Público Portuario de los puertos existentes en la Península, Baleares y Canarias (dpp), es una capa vectorial de tipo polígono perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 0 Km
- Valor B: 1 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por conducciones submarinas.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas ocupadas por conducciones submarinas. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías (*conducciones*), es una capa vectorial de tipo lineal perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 1.5 Km
- Valor B: 3 Km
- Valor C: 6 Km
- Valor D: 15 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo normal.

- **Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por sensores instrumentales de medición de parámetros oceanográficos.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas ocupadas por sensores instrumentales de medición de parámetros oceanográficos. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Localización de sensores instrumentales de medición de parámetros oceanográficos (*rmo*), es una capa vectorial de tipo punto perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 0.5 Km
- Valor B: 1 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por dispositivos de separación del tráfico marítimo.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas ocupadas por dispositivos de separación del tráfico marítimo. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Dispositivos de separación del tráfico marítimo (*dst*), es una capa vectorial de tipo polígono perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 1.5 Km
- Valor B: 3 Km
- Valor C: 6 Km
- Valor D: 15 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo normal.

Viabilidad de instalación en zonas restringidas. De exclusión parcial. El usuario puede escoger de 1..N subcriterios.

- ✓ **Viabilidad de instalación en zonas restringidas para uso militar.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas restringidas para uso militar. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Zonas de uso militar (*militar*), es una capa vectorial de tipo polígono perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- ✓ **Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas restringidas por la presencia de cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Zona de cables submarinos (*zona_cables*), es una capa vectorial de tipo polígono perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 1.5 Km
- Valor B: 3 Km
- Valor C: 6 Km
- Valor D: 15 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo normal.

- ✓ **Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de vertidos.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas restringidas por la presencia de vertidos. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Vertidos existentes en el litoral (*vertidos*), es una capa vectorial de tipo punto perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- ✓ **Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la existencia de vertidos de material militar.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas restringidas por la presencia de vertidos de material militar. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Vertidos de material militar (*vertido_material_militar*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida. (González de la Mora, 2013)

6.2.1.4. Criterios de recurso energético

Un único criterio de recurso energético. De exclusión parcial. Es dependiente del tipo de dispositivo: se aplica la densidad de potencia para tipos de dispositivo de oleaje y la marea media para tipos de dispositivo de corrientes. Se va aplicar las siguientes fórmulas según los valores del raster de entrada y el parámetro valor_máximo configurado por el usuario.

Oleaje (capa raster de *potencia*):

- **De 0 a VALOR MÁXIMO KWh/m** aplicamos la ecuación: Valor índice=(1/VALOR MÁXIMO)*Valor del mapa raster
- **+de VALOR MÁXIMO KWh/m:** Valor constante de 1

Capa de entrada: potencia (*pw*), es una capa raster resultante de la unión de la colección de rasters de potencia en la Península, Baleares y Canarias. Se ubica en el sistema de ficheros del servidor en la carpeta Union.

El valor máximo configurado por defecto es: 0.3 KWh/m.

Corrientes (capa raster *de marea media*):

- De 0 a **VALOR MÁXIMO m/s** aplicamos la ecuación: $\text{Valor Índice} = (1/\text{VALOR MÁXIMO}^3)^*$ (velocidad media de mareas vivas y mareas muertas)³
- + de **VALOR MÁXIMO m/s**: Valor constante de 1

Capa de entrada: Capa con la velocidad media de corriente en condiciones de marea viva (*medviv*) y capa con la velocidad media de corriente en condiciones de marea muerta (*medmue*), son capas raster pertenecientes a las capas informativas. Se ubican en el sistema de ficheros del servidor en la carpeta Union.

El valor máximo configurado por defecto es: 1.2 m/s. (González de la Mora, 2013)

6.2.1.5. Criterios medioambientales

Para este conjunto de criterios, se va a añadir una división basada en el documento *Estudio estratégico ambiental del litoral español* (Ministerios de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino e Industria, Turismo y Comercio, 2009) (Documento EEAL). Por cada grupo temático considerado en el documento se va a añadir una división en la caja de herramientas con los criterios en él contenidos.

De cada grupo temático el usuario El usuario puede seleccionar de 1..N subcriterios.

Se van a considerar los siguientes grupos temáticos:

❖ **Recursos y actividades pesqueras**

En el litoral español se concentran numerosos usos y actividades de aprovechamiento de los recursos pesqueros, así como zonas delimitadas para su protección y recuperación. Las zonas que pueden verse afectadas por la instalación de parques eólicos marinos son:

- Reservas Marinas, declaradas o previstas por la Administración General del Estado o por las Administraciones Autonómicas. Asimismo, deben considerarse las áreas de ampliación de las Reservas Marinas ya existentes.
- Reservas de Pesca declaradas o propuestas por la Administración General del Estado o por las Administraciones Autonómicas.
- Caladeros tradicionales de la flota pesquera que faenan habitualmente en áreas cercanas a la costa.
- Zonas de cría y engorde, así como zonas de reproducción y freza.
- Áreas de rutas de especies migratorias y actividad pesquera asociada.
- Áreas de instalación de artes de pesca fijos para la captura de especies migratorias: Almadrabas, morunas, llampugueras...
- Hábitats y ecosistemas de interés pesquero, como praderas de fanerógamas marinas, praderas de macroalgas, fondos detríticos de maërl, fondos de precoralígeno y fondos de coralígeno.
- Bancos marisqueros.
- Áreas de instalaciones de acuicultura en mar abierto.

Con lo que se agrupan bajo este epígrafe los siguientes criterios:

- **Reservas marinas.** Se aplican las áreas correspondientes a las reservas marinas configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Reservas marinas (*rrmm*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Caladeros.** Se aplican las áreas correspondientes a los caladeros configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Caladeros (*caladeros*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Almadrabas.** Se aplican las áreas correspondientes a las instalaciones de almadrabas configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capas de entrada: Almadrabas (*almadrabas*) es una capa vectorial de tipo polígono y buffer a las almadrabas de forma puntual (*almadrabas_buf*) es una capa vectorial de tipo polígono, ambas corresponden a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km

- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Zonas protegidas de interés pesquero.** Se aplican las áreas correspondientes a las zonas protegidas de interés pesquero configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Zonas protegidas de interés pesquero (*zpips*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

Se dispone además de los siguientes criterios no contemplados en el documento EEAL:

- **Instalaciones de acuicultura.** Se aplican las áreas correspondientes a las instalaciones de acuicultura configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capas de entrada: Instalaciones de acuicultura (*acuicultura*) es una capa vectorial de tipo polígono y buffer a las instalaciones de acuicultura de forma puntual (*acuicultura_buf*) es una capa vectorial de tipo polígono, ambas corresponden a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.75
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Viveros.** Se aplican las áreas correspondientes a los viveros configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una

operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capas de entrada: Viveros (*viveros*) es una capa vectorial de tipo polígono y buffer a los viveros de forma puntual (*viveros_buf*) es una capa vectorial de tipo polígono, ambas corresponden a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- ***Piscifactorías.*** Se aplican las áreas correspondientes a las piscifactorías configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capas de entrada: Piscifactorías (*piscifactoria*) es una capa vectorial de tipo polígono y buffer a las piscifactorías de forma puntual (*piscifactoria_buf*) es una capa vectorial de tipo polígono, ambas corresponden a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- ***Zonas de producción de moluscos y de otros invertebrados marinos.*** Se aplican las áreas correspondientes a las zonas de producción de moluscos y de otros invertebrados marinos configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Zonas de producción de moluscos y de otros invertebrados marinos (*cria_moluscos*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km

- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

❖ **Dominio público marítimo-terrestre**

A lo largo del litoral español se puede encontrar una serie de zonas ocupadas con otras actividades destinadas al aprovechamiento y/o protección de los recursos; asimismo se observan determinadas áreas físicas que es necesario proteger para evitar que se deteriore la morfología del litoral.

- Zonas de aguas de transferencia, como son desembocaduras de ríos, rías y estrechos, debido a los riesgos de modificación de corrientes y sedimentación.
- Banda del litoral con dinámica de playa activa.
- Zonas donde se localicen títulos que habiliten para el uso u ocupación del dominio público marítimo terrestre.
- Zonas de vertido de materiales de dragado.
- Yacimientos de arenas explotables para la conservación del litoral.

Con lo que se agrupan bajo este epígrafe los siguientes criterios:

- **Arrecifes.** Se aplican las áreas correspondientes a los arrecifes configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Arrecifes (*arrecifes*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para la extracción de áridos.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas preseleccionadas para la extracción de áridos. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Zonas recomendadas para la extracción de áridos (*ext_aridos*), es una capa vectorial de tipo polígono perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 1 Km

- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para el vertido de material de dragado.** Se aplica una operación difusa sobre la distancia a las zonas preseleccionadas para el vertido de material de dragado. Las medidas se aplican en Km.

Capa de entrada: Localización de zonas de vertido de material de dragado (*vertido_dragado*), es una capa vectorial de tipo punto perteneciente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

❖ **Biodiversidad y áreas protegidas**

- Espacios naturales protegidos, Red Natura 2000, humedales de importancia internacional RAMSAR, áreas marinas protegidas del Convenio relativo a la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico del Nordeste OSPAR, ZEPIM del Convenio de Barcelona para la protección del medio marino y la zona costera del Mediterráneo, y Reservas de la Biosfera del programa MAB de la UNESCO.
- Propuestas de futuras áreas marinas protegidas realizadas por organizaciones no gubernamentales de implantación nacional: Propuesta de Áreas Importantes para las Aves (IBA) de SEO/Birdlife. Propuesta de Áreas Marinas Protegidas de WWF/Adena. Propuesta de áreas de protección para cetáceos de la SEC.
- Áreas que pueden ser importantes para la conservación de los hábitat del Anexo I o las especies del Anexo II y IV de la Directiva Hábitats (D. 92/43/CEE) y especies de aves marinas del anexo I de la Directiva Aves (D. 79/409/CEE) para las cuales exista necesidad de completar la Red Natura 2000.
- Áreas importantes para la conservación de especies de aves marinas, siendo estas las aguas próximas a las colonias de cría, zonas de concentración en el mar y corredores migratorios.
- Zonas que contengan otros tipos de hábitat marinos con particular valor ecológico, que pueden verse negativamente afectados por la instalación de parques eólicos: praderas de fanerógamas marinas, fondos de maërl, corales, montañas submarinas, emanaciones gaseosas.

- Zonas donde se concentra la migración de fauna marina: cetáceos, tortugas, túnidos, tiburones.
- Zonas con presencia de especies marinas incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Con lo que se agrupan bajo este epígrafe los siguientes criterios (cabe resaltar que esta separación en dos criterios es especialmente difusa):

- **Lugares de Importancia Comunitaria.** Se aplican las áreas correspondientes a los lugares de importancia comunitaria configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Lugares de Importancia Comunitaria (*lics*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Zonas de Especial Protección para las Aves.** Se aplican las áreas correspondientes a las zonas de especial protección para las aves configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Zonas de especial protección para las aves (*zepas*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Parques Nacionales.** Se aplican las áreas correspondientes a los parques nacionales configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Parques Nacionales (*ppnn*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Áreas importantes para las aves.** Se aplican las áreas correspondientes a las áreas importantes para las aves configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Áreas importantes para las aves (*ibas*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Zonas propuestas para realizar el Inventario de la biodiversidad marina.** Se aplican las áreas correspondientes a las zonas propuestas para realizar el Inventario de la biodiversidad marina configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Zonas propuestas para realizar el Inventario de la biodiversidad marina (*ibm*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Áreas importantes para las aves marinas.** Se aplican las áreas correspondientes a las áreas importantes para las aves marinas configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Áreas importantes para las aves marinas (*iba_recom*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Áreas de interés para la conservación de los cetáceos.** Se aplican las áreas correspondientes a las áreas de interés para la conservación de los cetáceos configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Áreas de interés para la conservación de los cetáceos (*aicp*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Rutas migratorias de cetáceos.** Se aplican las áreas correspondientes a las rutas migratorias de los cetáceos configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Rutas migratorias de los cetáceos (*cetaceos*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Geoparques.** Se aplican las áreas correspondientes a geoparques configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Geoparques (*geoparques*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Reservas de la biosfera.** Se aplican las áreas correspondientes a las reservas de la biosfera configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Reservas de la biosfera (*mabs*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Patrimonio de la humanidad.** Se aplican las áreas correspondientes a patrimonio de la humanidad configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Patrimonio de la humanidad (*p_humanidad*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Red de Áreas Marinas Protegidas del Convenio OSPAR.** Se aplican las áreas correspondientes a la red de áreas marinas protegidas del convenio OSPAR configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Red de Áreas Marinas Protegidas del Convenio OSPAR (*ospar_amps*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo.** Se aplican las áreas correspondientes a las zonas especialmente protegidas de importancia para el Mediterráneo configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Zonas especialmente protegidas de importancia para el Mediterráneo (*zepims*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Sitios reconocidos con el Diploma Europeo de Calidad de Espacios Protegidos.** Se aplican las áreas correspondientes a los sitios reconocidos con el Diploma Europeo de Calidad de Espacios Protegidos configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Sitios reconocidos con el Diploma Europeo de Calidad de Espacios Protegidos (*dipeuro*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Biotopos protegidos.** Se aplican las áreas correspondientes a los biotopos protegidos configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Biotopos protegidos (*bbppro*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Microrreservas.** Se aplican las áreas correspondientes a las microrreservas configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Microrreservas (*micror*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Monumentos Naturales.** Se aplican las áreas correspondientes a los monumentos naturales configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Monumentos naturales (*mmnat*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Parajes Naturales.** Se aplican las áreas correspondientes a los parajes naturales configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Parajes Naturales (*pparnnat*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Parques Naturales.** Se aplican las áreas correspondientes a los parques naturales configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Parques Naturales (*ppnat*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Reservas con ley de protección propia.** Se aplican las áreas correspondientes a las reservas con ley de protección propia configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Reservas con ley de protección propia (*rr_ley_prop*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Reservas Naturales.** Se aplican las áreas correspondientes a las reservas naturales configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Reservas Naturales (*rrnn*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales.** Se aplican las áreas correspondientes a las zonas de especial protección de los valores naturales configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto.

Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales (*zepvn*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Áreas compatibles con la figura de Parque Nacional.** Se aplican las áreas correspondientes a las áreas compatibles con la figura de parque nacional configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Áreas compatibles con la figura de Parque Nacional (*aopn*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

- **Zona marina especialmente sensible.** Se aplican las áreas correspondientes a las zonas marinas especialmente sensibles configurando un valor de idoneidad. Se le deja la libertad al usuario para configurar el valor de idoneidad y se le muestra uno por defecto. Posteriormente se aplica una operación difusa sobre la distancia a las áreas implicadas. Las medidas para la operación difusa se aplican en Km.

Capa de entrada: Zona marina especialmente sensible (*zmes*), es una capa vectorial de tipo polígono correspondiente a las capas informativas.

Los valores configurados por defecto son:

- Valor de idoneidad: 0.0
- Valor A: 1 Km
- Valor B: 2 Km

La función de operación difusa lineal es de tipo subida.

6.2.2 Combinación de criterios

Se han definido las siguientes operaciones mediante las cuales se puede llevar a cabo la combinación de criterios:

- **MÍNIMO**: obtiene como resultado el mínimo de las capas ráster de entrada, evaluado celda a celda.
- **MÁXIMO**: obtiene como resultado el máximo de las capas ráster de entrada, evaluado celda a celda.
- **MLP (Media Lineal Ponderada)**: obtiene como resultado la Media Lineal Ponderada de las capas ráster de entrada. Se tienen que especificar los pesos que lleva asociado cada capa de entrada

$$MLP = \frac{\sum_{i=1}^N x_i w_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

- **MPO (Media Ponderada Ordenada)**: obtiene como resultado la Media Ponderada Ordenada (MPO o OWA) de las capas raster de entrada. Se tienen que especificar los pesos y pesos de orden que lleva asociado cada capa de entrada.

$$MPO = \frac{\sum_{i=1}^N x_i w_i z_i}{\sum_{i=1}^N w_i z_i}$$

Para combinar criterios existen tres escenarios:

Al combinar criterios de exclusión, se utiliza la operación MÍNIMO entre todas las capas participantes.

Al combinar criterios condicionados, se ofrece al usuario la posibilidad de elegir entre las operaciones MÍNIMO, MÁXIMO y MLP, proporcionando el usuario los pesos.

Al combinar los conjuntos de criterios medioambientales, de recurso energético y operacionales, se ofrece al usuario la posibilidad de elegir entre las operaciones MÍNIMO, MÁXIMO y MPO, proporcionando el usuario los pesos.

6.2.3 Caja de herramientas

La caja de herramientas presenta la siguiente estructura:

En cursiva, contenedores de herramientas, sin uso real, sólo a nivel de organización interna.

Subrayado, herramientas de combinación de criterios, combinan todos los criterios de un nivel para que puedan ser usados en niveles superiores.

Normal, herramienta de criterio, crea una capa ráster normalizada para el criterio correspondiente.

- DSS
- *Criterios físicos*
 - Herramienta de Criterios físicos
 - *Supervivencia del dispositivo*
 - Altura de ola significativa
 - Velocidad de corriente
 - Distancia a la costa
 - Profundidad
- *Criterios de recurso energético*
 - Herramienta de Criterios de recurso energético
 - Recurso energético (Corrientes)
 - Recurso energético (Oleaje)
- *Criterios medioambientales*
 - Herramienta de Criterios medioambientales
 - *Biodiversidad y Áreas Protegidas*
 - *Condicionada*
 - Rutas migratorias de los cetáceos
 - Zonas Propuestas para realizar el Inventario de la Biodiversidad Marina
 - Áreas de Interés para la Conservación de los Cetáceos
 - Áreas Importantes para las Aves Marinas
 - *Exclusión*
 - Áreas Compatibles con la figura de Parque Nacional
 - Áreas Importantes para las Aves
 - Lugares de Importancia Comunitaria
 - Parques Nacionales
 - Red de Áreas Marinas Protegidas del Convenio OSPAR
 - Sitios reconocidos con el Diploma Europeo de Calidad de Espacios Protegidos
 - Zonas de Especial Protección para las Aves
 - *No contempladas (Exclusión)*
 - Biotopos protegidos
 - Geoparques
 - Microrreservas
 - Monumentos Naturales
 - Parajes Naturales
 - Parques Naturales
 - Patrimonio de la Humanidad
 - Reservas con Ley de Protección Propia
 - Reservas de la Biosfera
 - Reservas Naturales
 - Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales
 - Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo
 - Zonas Marinas Especialmente Sensibles

- *Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas*
 - Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas
 - Viabilidad de instalación en zonas restringidas para uso militar
 - Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la existencia de vertidos de material militar
 - Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías
 - Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de vertidos
- Fundamentales
 - Ajustar a valor de idoneidad
 - Combinar criterios
 - Eliminar NoData
 - Lanzar interfaz
 - Media Ponderada Ordenada
 - Operación difusa doble
 - Operación difusa simple
 - Pertenencia difusa

Sobre las herramientas desarrolladas, se amplía información en el apartado 6.2.7 y en el Anexo A.

6.2.4 Selección de escenario

Para seleccionar el escenario a estudiar, por defecto el sistema utiliza la capa “escenario”, situada en la raíz de la carpeta que contiene el DSS. Se recomienda que esta capa esté construida a partir de la capa “DDMM” (Dominio de las Demarcaciones Marinas en la península Ibérica), situada en la misma ubicación. La capa de escenario incluida consiste en una copia de la capa de dominio de las demarcaciones marinas.

6.2.5 Ejecución

Se puede ejecutar el DSS de dos formas distintas:

- **Ejecución desde la caja de herramientas en ArcGIS, como una herramienta de geoprocesamiento personalizada.** Es la opción recomendada, permite un mejor seguimiento del momento en el que se encuentra la ejecución del sistema, además de que permite visualizar la salida obtenida.
- **Ejecución como un *script* de Python.** Es necesario un entorno Python funcional. Se ejecuta con la siguiente orden:

```
python DSS.py
```

No es necesario ningún parámetro, pues el *script* se encarga de recoger la información necesaria mediante la figura del *wizard*.

Además, es posible ejecutar cualquiera de las herramientas construidas por separado, sin necesidad de lanzar el DSS completo.

6.2.6 Otras consideraciones

En este trabajo se ha utilizado únicamente la información disponible sobre la península por comodidad. Añadir información de las otras localizaciones disponibles (Islas Baleares y Canarias) no añadía interés a los resultados y sí complejidad al proyecto.

Para facilitar el uso de las herramientas, se han incluido valores predefinidos para cada una de ellas, de esta forma se cumple un doble compromiso de no perder funcionalidad en términos de complejidad, pudiendo definir cualquier parámetro que el usuario considere necesario, y a la vez teniendo un conjunto de parámetros predefinido con la ejecución más habitual del DSS.

6.2.7 Herramientas construidas

En este apartado se incluyen las herramientas más significativas desarrolladas en este trabajo. Las herramientas adicionales (herramientas encargadas de crear el ráster de un criterio a partir de operaciones difusas) se encuentran en el Anexo A.

6.2.7.1. Consideraciones previas

Existen parámetros muy repetidos entre todas las herramientas. Para abreviar, se definen en este apartado y se omite su definición en los posteriores:

- **BD Salida:** Ruta a la geodatabase donde se quiere almacenar la información generada.
- **Escenario / Capa de escenario:** Capa que sirve de definición de escenario sobre el que se ejecutarán las operaciones de geoprocésamiento. Tiene que ser una capa de tipo *Layer* de ArcGIS (formato lyr).
- **Tamaño de celda:** Variable con el valor del tamaño de celda con el que se creará un ráster (o con un ráster cuyo tamaño de celda será utilizado).

Pese a que todas las herramientas son funcionales independientemente, están diseñadas de forma jerárquica, de forma la herramienta de mayor nivel (DSS) es la encargada de ejecutar a todas las demás. De igual manera, una herramienta cualquiera se encarga de ejecutar las que necesita para completarse. Esto hace que los pesos de los criterios se propaguen entre las herramientas de arriba hacia abajo.

Por el contrario, los parámetros propios de cada criterio (como pueden ser los parámetros de operaciones difusas, o valores de idoneidad) sólo son modificables en la herramienta de dicho criterio. Las herramientas de mayor jerarquía se limitan a leer el valor que está indicado en la herramienta.

6.2.7.2. Herramientas fundamentales

Este conjunto de herramientas está destinado a llevar a cabo tareas fundamentales para el trabajo y son utilizadas habitualmente por otras herramientas de nivel más alto.

- **Eliminar NoData**

Herramienta encargada de asignar 0 a las celdas con valores NoData de un ráster de entrada (Ilustración 15).

El proceso consiste en cambiar los valores NoData de un ráster de entrada por valor 0.

- Parámetros de entrada:
 - Rásters: conjunto de rásteres a combinar y los pesos asignados a cada uno.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - out: capa ráster con la capa generada.

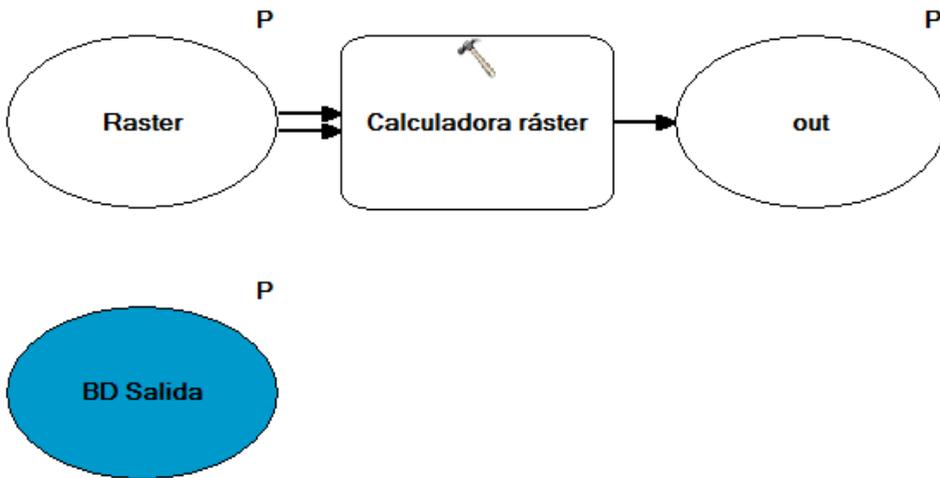


Ilustración 15: Modelo de herramienta "Eliminar NoData"

- **Ajustar a valor de idoneidad**

Herramienta encargada de modificar una capa normalizada de forma que la salida quede entre 0 y el valor definido como idóneo (Ilustración 16).

El proceso consiste en la división de dos capas con valores constantes (capa de valor de idoneidad entre capa de valor 1), y multiplicar el resultado por la capa a ajustar.

- Parámetros de entrada:
 - BD Salida.
 - Capa: capa de entrada a ajustar.
 - Valor de idoneidad: valor numérico al que ajustar.
- Parámetros de salida:
 - Ajustada: capa ráster con la capa generada.

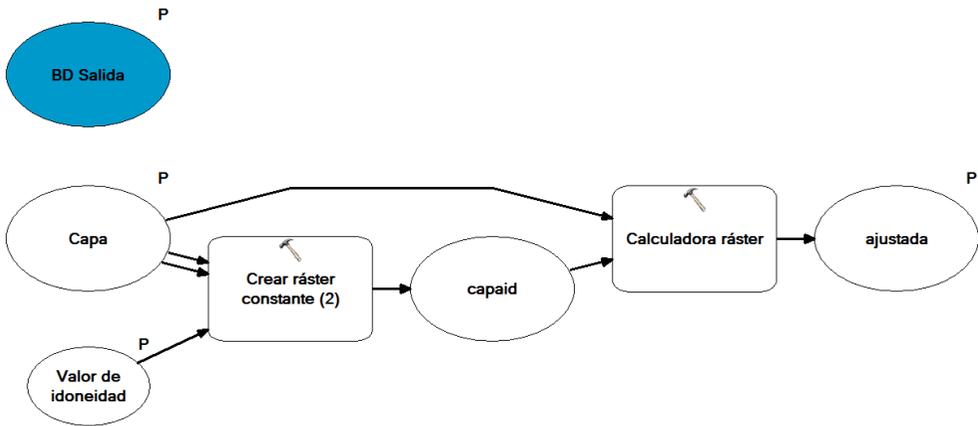


Ilustración 16: Modelo de herramienta "Ajustar a valor de idoneidad"

- **Media Ponderada Ordenada (ArcPy)**

Script encargado de realizar la operación MPO.

El proceso consiste en aplicar una MPO con los pesos indicados sobre el conjunto de rásteres de entrada.

```
# Import system modules
import arcpy
import os
from arcpy import env

# Lectura de entradas
TablaPesos = arcpy.GetParameterAsText(0)
PesosOrden = arcpy.GetParameterAsText(1)
outfolder = arcpy.GetParameterAsText(2)
outfile = arcpy.GetParameterAsText(3)

# División de Tabla de pesos para tratamiento
SplitTabla = TablaPesos.split(';')
SplitPesosOrden = PesosOrden.split(';')

if len(SplitTabla) == len(SplitPesosOrden):
    # Bucle para aplicar pesos y crear nueva tabla de pesos
    i=0
    ListaRaster = []
    arcpy.AddMessage("Ejecución de bucle de asignación de pesos")
    for row in SplitTabla:
        # Aplicación del peso a cada ráster
        bloques = row.split()
```

```
arcpy.sa.CreateConstantRaster(bloques[2], "FLOAT")
outRas = outfolder+"\\outRas"
outRas = outRas+(str(i))
arcpy.Times_3d(bloques[0], bloques[2], outRas)
# Añadir ráster ponderado a lista de rásteres
ListaRaster.append(outRas)
i=i+1

# Bucle para rankear rásteres y asignar pesos de orden
i=1
nWSumTableObj = []
arcpy.AddMessage("Ejecución de bucle de ranqueo de rásteres")
for peso in SplitPesosOrden:
    # Ranqueo de ráster
    outRank = arcpy.sa.Rank(i , ListaRaster)
    outRankSave = outfolder+"\\OutRank"
    outRankSave = outRankSave +(str(i))
    outRank.save(outRankSave)
    # Añadir a nueva tabla de pesos
    nRow = []
    nRow.append(outRank)
    nRow.append("VALUE")
    nRow.append(peso)
    i=i+1
    nWSumTableObj.append(nRow)

# Ejecución de suma ponderada con pesos de orden
arcpy.AddMessage("Ejecución de suma ponderada")
nWSumTableObj=arcpy.sa.WSTable(nWSumTableObj)
outWeightedSum = arcpy.sa.WeightedSum(nWSumTableObj)
outWeightedSum.save(outfolder+"\\"+outfile)
arcpy.SetParameterAsText(4,outWeightedSum)
else:
    arcpy.AddError("Número de Pesos de orden incorrecto, tiene
que haber tantos pesos de orden como rásteres contemplados.")
arcpy.AddMessage("Finalizado MPO.")
```

- Parámetros de entrada:
 - Tabla de capas y pesos: conjunto de rásteres a combinar y los pesos asignados a cada uno.
 - Lista de pesos de orden: listado con los pesos de orden.
 - BD Salida.
 - Nombre de salida: nombre con el que se guarda la capa generada.
- Parámetros de salida:
 - Ráster de salida: capa ráster generada.

- **Combinar criterios (ArcPy)**

Script encargado de combinar un conjunto de rásteres de entrada con la operación seleccionada por el usuario de entre las presentadas.

El proceso consiste en combinar el conjunto de rásteres de entrada mediante el método de combinación elegido por el usuario entre MÍNIMO, MÁXIMO y MLP.

```
import arcpy
import os
from arcpy import env

lista = arcpy.GetParameterAsText(0)
metodo = arcpy.GetParameter(1)
outfolder = arcpy.GetParameterAsText(2)
outfile = arcpy.GetParameterAsText(3)
params = ""

if metodo == 1: # Mínimo
    arcpy.AddMessage("Mín")
    SplitLista = lista.split(';')
    while (SplitLista != []):
#Escritura de parámetro para Mínimo
        popped = SplitLista.pop()
        SplitParam = popped.split("VALUE")
        SplitParam.reverse()
        params = params + SplitParam.pop() + ";"
        list.reverse()
    arcpy.AddMessage(params)
    out = arcpy.sa.FuzzyOverlay(params,"AND", '#')
elif metodo == 2: # Máximo
    arcpy.AddMessage("Máx")
    SplitLista = lista.split(';')
    while (SplitLista != []):
#Escritura de parámetro para Máximo
        popped = SplitLista.pop()
        SplitParam = popped.split("VALUE")
        SplitParam.reverse()
        params = params + SplitParam.pop() + ";"
        list.reverse()
    arcpy.AddMessage(params)
    out = arcpy.sa.FuzzyOverlay(params,"OR", '#')
else: # MLP
    arcpy.AddMessage("MLP")
    out = arcpy.sa.WeightedSum(lista)
arcpy.overwriteOutput = True
arcpy.AddMessage(outfolder+"\\ "+outfile)
out.save(outfolder+"\\ "+outfile)
arcpy.SetParameterAsText(4, out)
```

- **Parámetros de entrada:**

- Rásters: conjunto de rásteres a combinar y los pesos asignados a cada uno.
- Método: método escogido para combinar un grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO.
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO.
 - Método=3 → combinar mediante MLP.
- BD Salida.
- Nombre de salida: nombre con el que se guarda la capa generada.
- Parámetros de salida:
 - Combinado: capa ráster con la capa generada.

- **Combinar criterios (MPO) (ArcPy)**

Script encargado de combinar un conjunto de rásteres de entrada con la operación seleccionada por el usuario de entre las presentadas.

El proceso consiste en combinar el conjunto de rásteres de entrada mediante el método de combinación elegido por el usuario entre MÍNIMO, MÁXIMO y MPO.

```
import arcpy
import os
from arcpy import env

arcpy.ImportToolbox("c://TFG//DSS-Herramientas.tbx",
"Herramientas")

lista = arcpy.GetParameterAsText(0)
PesosOrden = arcpy.GetParameterAsText(1)
metodo = arcpy.GetParameter(2)
outfolder = arcpy.GetParameterAsText(3)
outfile = arcpy.GetParameterAsText(4)
params = ""

if metodo == 1: # Mínimo
    arcpy.AddMessage("Mín")
    SplitLista = lista.split(';')
    while (SplitLista != []):
#Escritura de parámetro para Mínimo
        popped = SplitLista.pop()
        SplitParam = popped.split("VALUE")
        SplitParam.reverse()
        params = params + SplitParam.pop() + ";"
        list.reverse()
    arcpy.AddMessage(params)
    out = arcpy.sa.FuzzyOverlay(params,"AND",'#')
    arcpy.overwriteOutput = True
    arcpy.AddMessage(outfolder+"\\\\"+outfile)
    out.save(outfolder+"\\\\"+outfile)
elif metodo == 2: # Máximo
```

```

#Escritura de parámetro para Máximo
arcpy.AddMessage("Máx")
SplitLista = lista.split(';')
while (SplitLista != []):
    popped = SplitLista.pop()
    SplitParam = popped.split("VALUE")
    SplitParam.reverse()
    params = params + SplitParam.pop() + ";"
    list.reverse()
arcpy.AddMessage(params)
out = arcpy.sa.FuzzyOverlay(params,"OR",'#')
arcpy.overwriteOutput = True
arcpy.AddMessage(outfolder+"\\"+outfile)
out.save(outfolder+"\\"+outfile)
else: # MPO
    arcpy.AddMessage("MPO")
    arcpy.AddMessage(PesosOrden)
    out = arcpy.gp.MPO_Herramientas(lista, PesosOrden,
outfolder, outfile)
arcpy.SetParameterAsText(5, out)

```

- Parámetros de entrada:
 - Rásters: conjunto de rásteres a combinar y los pesos asignados a cada uno.
 - Lista de pesos de orden: listado con los pesos de orden.
 - Método: método escogido para combinar un grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MPO
 - BD Salida.
 - Nombre de salida: nombre con el que se guarda la capa generada.
- Parámetros de salida:
 - Combinado: capa ráster generada.

• Pertenencia difusa (ArcPy)

Script dedicado a realizar una operación de pertenencia difusa

```

import arcpy
import os
from arcpy import env
from arcpy.sa import *

inRaster = arcpy.GetParameterAsText(0)
myFuzzyAlgorithm = arcpy.GetParameterAsText(1)
outFolder=arcpy.GetParameterAsText(2)
outFile=arcpy.GetParameterAsText(3)

```

```
arcpy.CheckOutExtension("Spatial")
outFuzzyMember = FuzzyMembership(inRaster, myFuzzyAlgorithm)
outFuzzyMember.save(outFolder+"\\ "+outFile)

arcpy.SetParameterAsText(4, outFolder+"\\ "+outFile)
```

El proceso consiste en aplicar una operación de pertenencia difusa sobre el ráster de entrada mediante el algoritmo seleccionado, siendo la salida un ráster normalizado.

- Parámetros de entrada:
 - Raster de entrada: capa raster sobre la que se realizará la operación.
 - Tipo de pertenencia: configuración de la operación difusa que será aplicada, ya sea de subida o bajada.
 - BD Salida.
 - Nombre de archivo generado: nombre con el que se almacenará el nuevo ráster generado.
- Parámetros de salida:
 - Ráster de salida: capa ráster generada.

• **Operación difusa simple**

Herramienta encargada de realizar una operación difusa sólo de subida o bajada sobre la distancia a las entidades de una capa utilizando el método indicado.

El proceso consiste en crear un ráster con la distancia a las entidades de la capa de entrada, aplicar una operación difusa sobre dichas distancias (normalmente rampa de subida o de bajada, aunque se presenta la opción de utilizar otros métodos), y extraer la zona que forma parte del escenario.

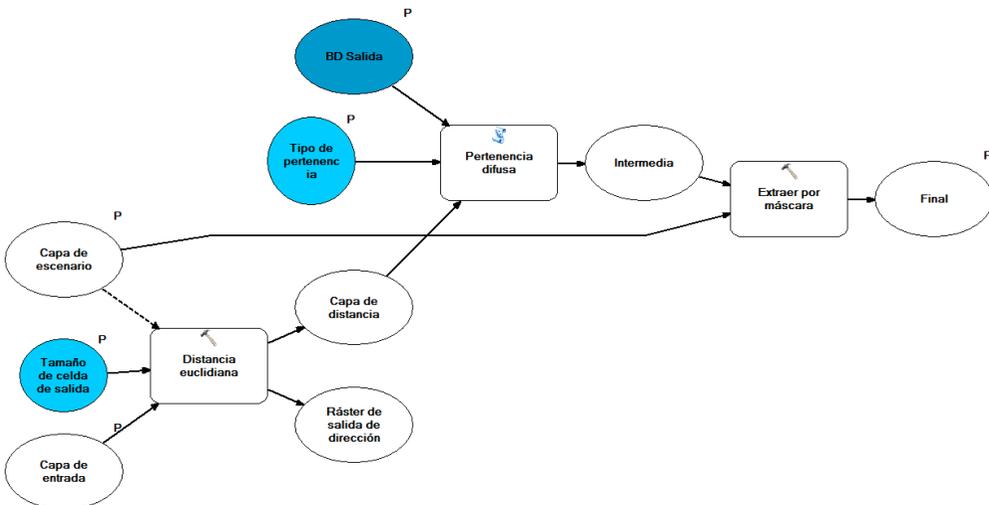


Ilustración 17: Modelo de herramienta "Operación difusa simple"

- Parámetros de entrada:
 - Capa de entrada: capa vectorial con las entidades sobre las que se quiere realizar la operación.
 - Tamaño de celda.
 - Capa de Escenario.
 - BD Salida.
 - Tipo de pertenencia: configuración de la operación difusa que será aplicada, ya sea de subida o bajada.
- Parámetros de salida:
 - Final: capa ráster generada.

• Operación difusa doble

Herramienta encargada de realizar una operación difusa normal (con subida y bajada), sobre la distancia a las entidades de una capa utilizando el método indicado (Ilustración 18).

El proceso consiste en crear un ráster con la distancia a las entidades de la capa de entrada, aplicar dos operaciones difusas sobre dichas distancias (normalmente rampa de subida y de bajada, aunque se presenta la opción de utilizar otros métodos), combinar ambos rústers generados mediante la operación MÍNIMO, y extraer la zona que forma parte del escenario.

- Parámetros de entrada:
 - Capa de entrada: capa vectorial con las entidades sobre las que se quiere realizar la operación.
 - Tamaño de celda.
 - Escenario.
 - BD Salida.
 - Tipo de pertenencia (más cercana/subida): configuración de la operación difusa que será aplicada en el segmento de subida.
 - Tipo de pertenencia (más alejada/bajada): configuración de la operación difusa que será aplicada en el segmento de bajada.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - Final: capa ráster generada.

- **Lanzar Wizard (ArcPy)**

Script encargado de ejecutar el *wizard* que sirve de GUI.

- Parámetros de entrada:
 - BD Salida.
 - Capa de escenario.
 - Tamaño de celda.
- Parámetros de salida:
 - ninguno

6.2.7.3. Herramientas de Criterios Físicos

Este conjunto de herramientas es el responsable de adaptar las capas de criterios físicos y combinarlas.

- **Altura de ola significativa**

Herramienta encargada de crear una capa ráster para el criterio Altura de ola significativa (Ilustración 19).

El proceso consiste en combinar todos los rásteres de altura de ola significativa de la base de datos de OceanLider, eliminar los valores NoData, extraer la zona que forma el escenario, y comparar los valores de la capa con el valor máximo de altura de ola máxima (si es mayor se asigna valor 0, si es menor se asigna valor 1), siendo el resultado una capa ráster compuesta por valores 0 y 1.

- Parámetros de entrada:
 - Altura máxima: altura máxima de ola permitida
 - BD Salida.
 - Capa de escenario.
 - Tamaño de celda.
- Parámetros de salida:
 - AOS: capa ráster generada para el criterio.

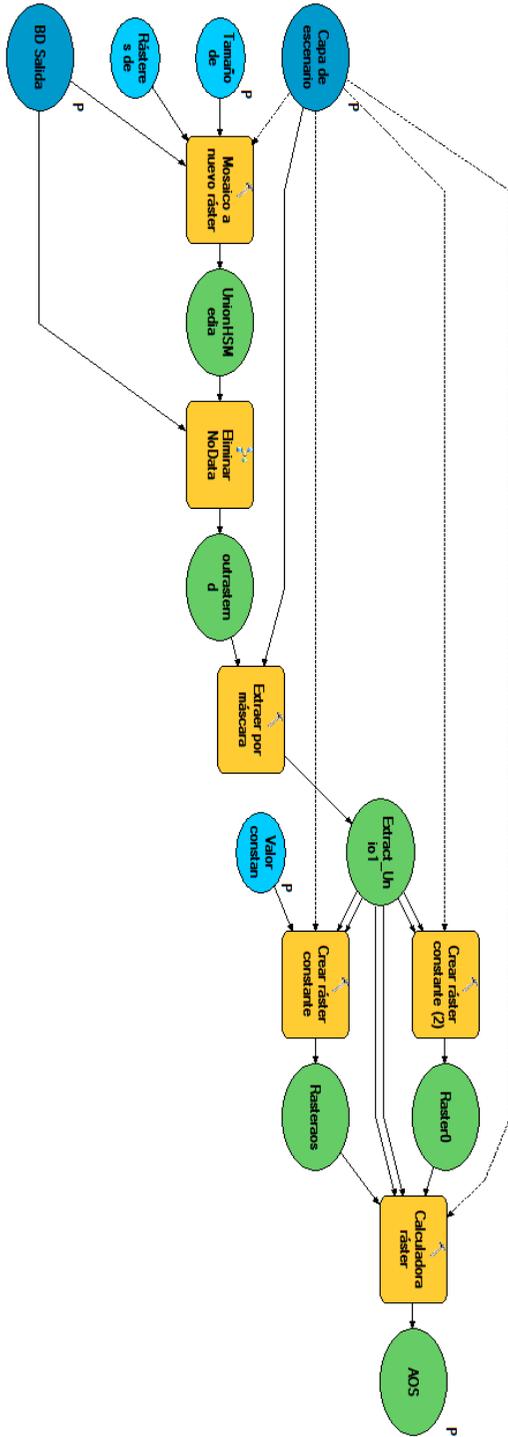


Ilustración 19: Modelo de herramienta "Altura de ola significativa"

- Parámetros de entrada:
 - Corriente máxima: velocidad de corriente máxima permitida
 - BD Salida.
 - Capa de escenario.
 - Tamaño de celda.
- Parámetros de salida:
 - vc: capa ráster generada para el criterio.

- **Profundidad**

Herramienta encargada de crear una capa ráster para el criterio Profundidad (Ilustración 21).

El proceso consiste en crear una capa TIN (*triangular irregular network*) a partir de la capa de batimetría que aproxime la profundidad para cualquier punto, se rasteriza dicha capa TIN, se extrae la zona de escenario contemplado y se aplica una operación difusa. El resultado es un ráster normalizado.

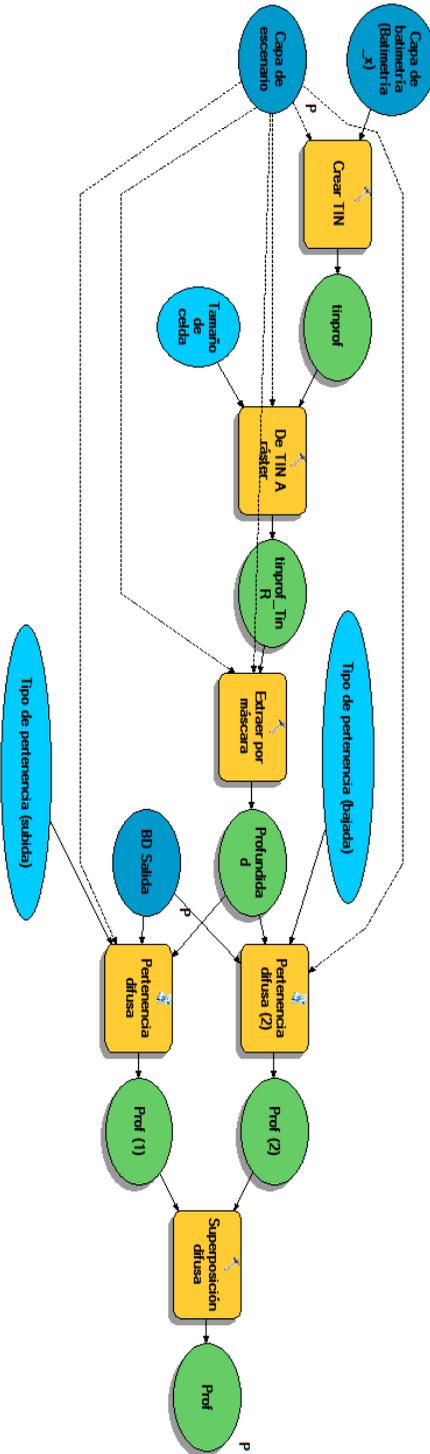


Ilustración 21: Modelo de herramienta "Profundidad"

- Parámetros de entrada:
 - BD Salida.
 - Capa de escenario.
 - Tamaño de celda.
- Parámetros de salida:
 - prof: capa ráster generada para el criterio.

● Herramienta Criterios Físicos

Herramienta encargada de combinar los criterios del grupo criterios físicos atendiendo a la elección de método del usuario (Ilustración 22).

El proceso consiste en combinar los rústeres de criterio Profundidad y Distancia a la costa mediante el método elegido (MÍNIMO, MÁXIMO o MLP), y combinar el resultado con los criterios Velocidad de Corriente y Altura de Ola Significante mediante la operación MÍNIMO. El resultado es el ráster para el conjunto de criterios físicos.

- Parámetros de entrada:
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
 - Método: método de combinación escogido para el grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - Corriente máxima: velocidad de corriente máxima admitida para el dispositivo actual.
 - Altura de ola máxima: altura de ola máxima admitida para el dispositivo actual.
 - Peso profundidad: peso asignado al criterio Profundidad.
 - Peso distancia a la costa: peso asignado al criterio Distancia a la costa.
 - Tamaño de celda.
- Parámetros de salida:
 - CritFis: capa ráster generada con la combinación de los criterios físicos.

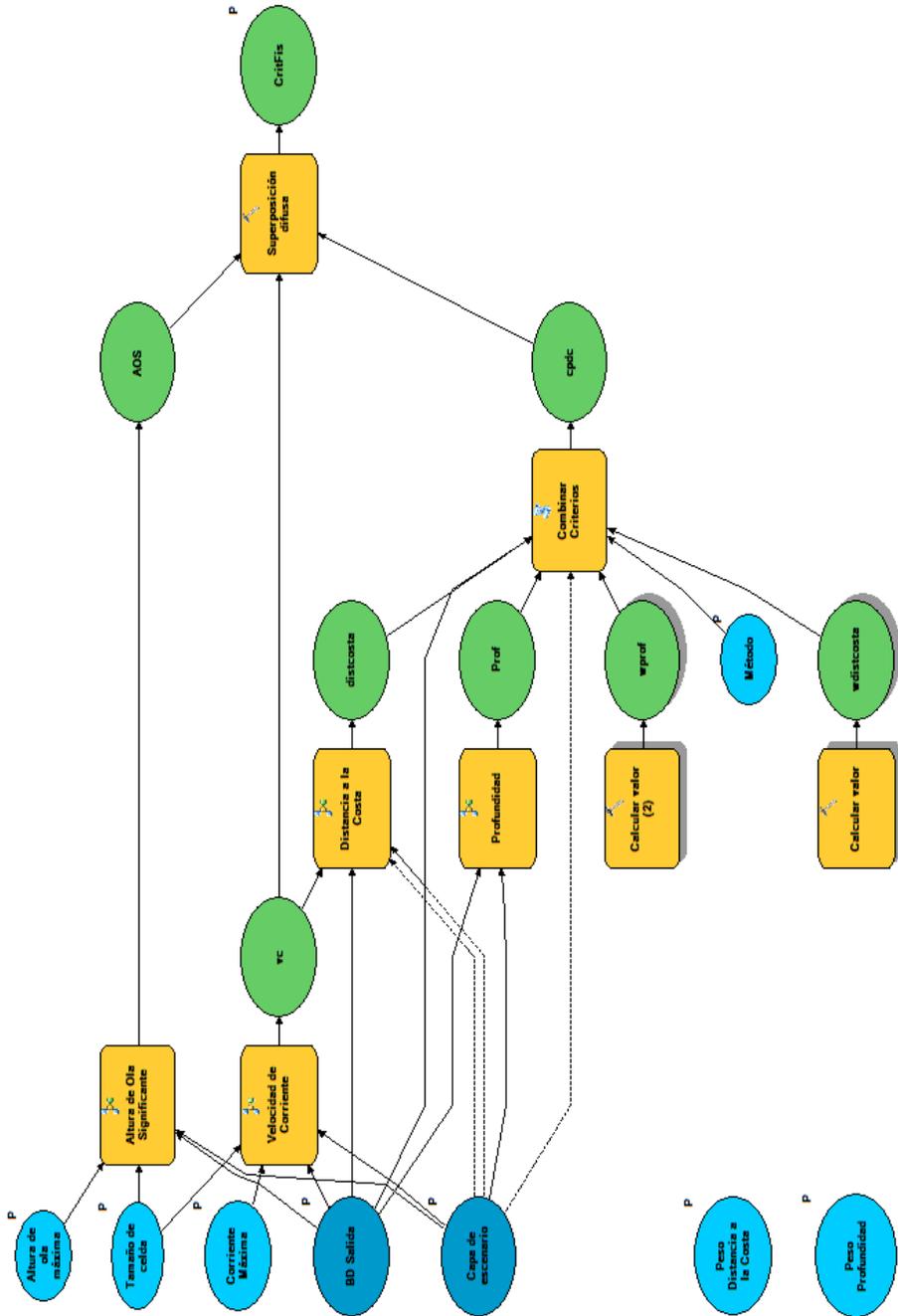


Ilustración 22: Modelo de herramienta " Herramienta Criterios Físicos"

- **Herramientas adicionales**

En el Anexo A se incluye además la herramienta "Distancia a la costa".

6.2.7.4. Herramientas de Criterios Medioambientales

Este conjunto de herramientas es el responsable de adaptar las capas de criterios medioambientales y combinarlas.

- **Biodiversidad y Áreas Protegidas**

Herramienta encargada de combinar los criterios del grupo Biodiversidad y Áreas Protegidas atendiendo a la elección de método del usuario (Ilustración 23 e Ilustración 24).

El proceso consiste en combinar los rásteres generados por los criterios condicionales del grupo Biodiversidad y Áreas Protegidas mediante el método elegido por el usuario (entre MÍNIMO, MÁXIMO, MLP), y posteriormente combinar el resultado con los rásteres generados por los criterios de exclusión mediante la operación MÍNIMO.

- Parámetros de entrada:
 - BD Salida.
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - Método: método de combinación escogido para el grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - Peso Áreas Importantes para las Aves Marinas.
 - Peso Áreas de Interés para la Conservación de los Cetáceos.
 - Peso Rutas Migratorias de los Cetáceos.
 - Peso Zonas Propuestas para realizar el Inventario de la Biodiversidad Marina.
- Parámetros de salida:
 - HBAP: capa ráster generada con la combinación de los criterios de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

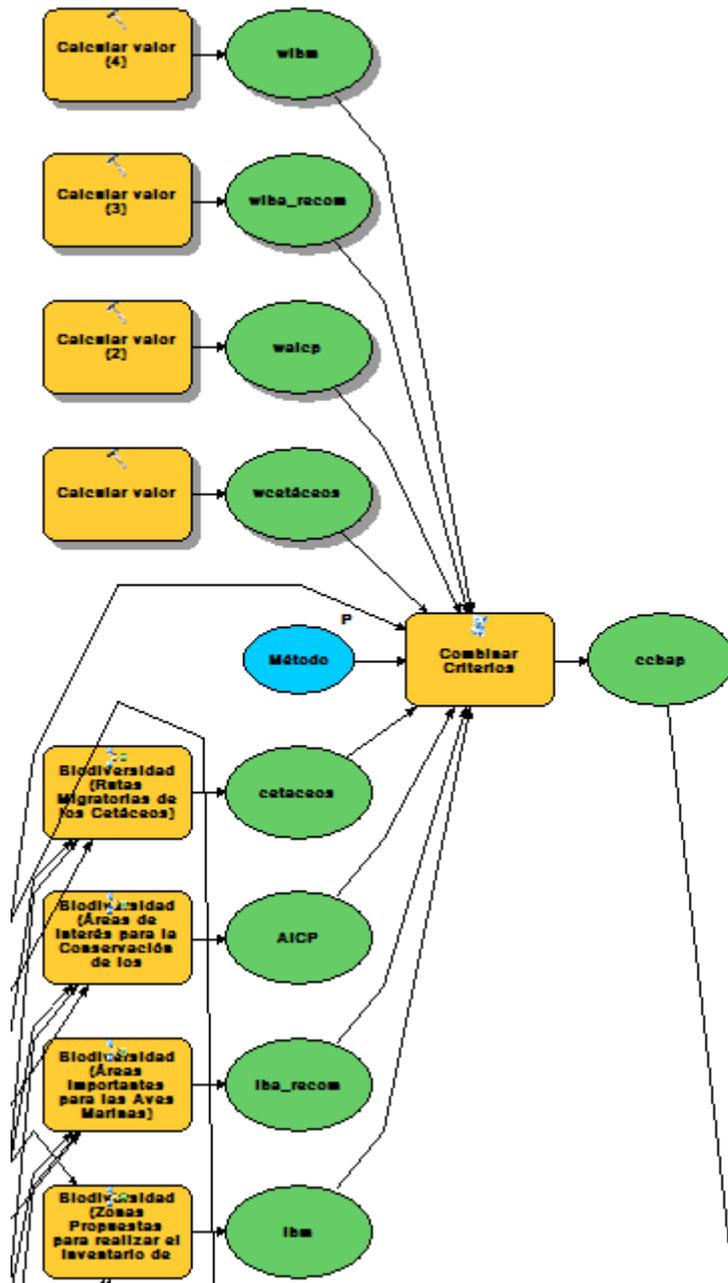


Ilustración 23: Parte de combinación de criterios condicionales del modelo de la herramienta “Biodiversidad y Áreas Protegidas”

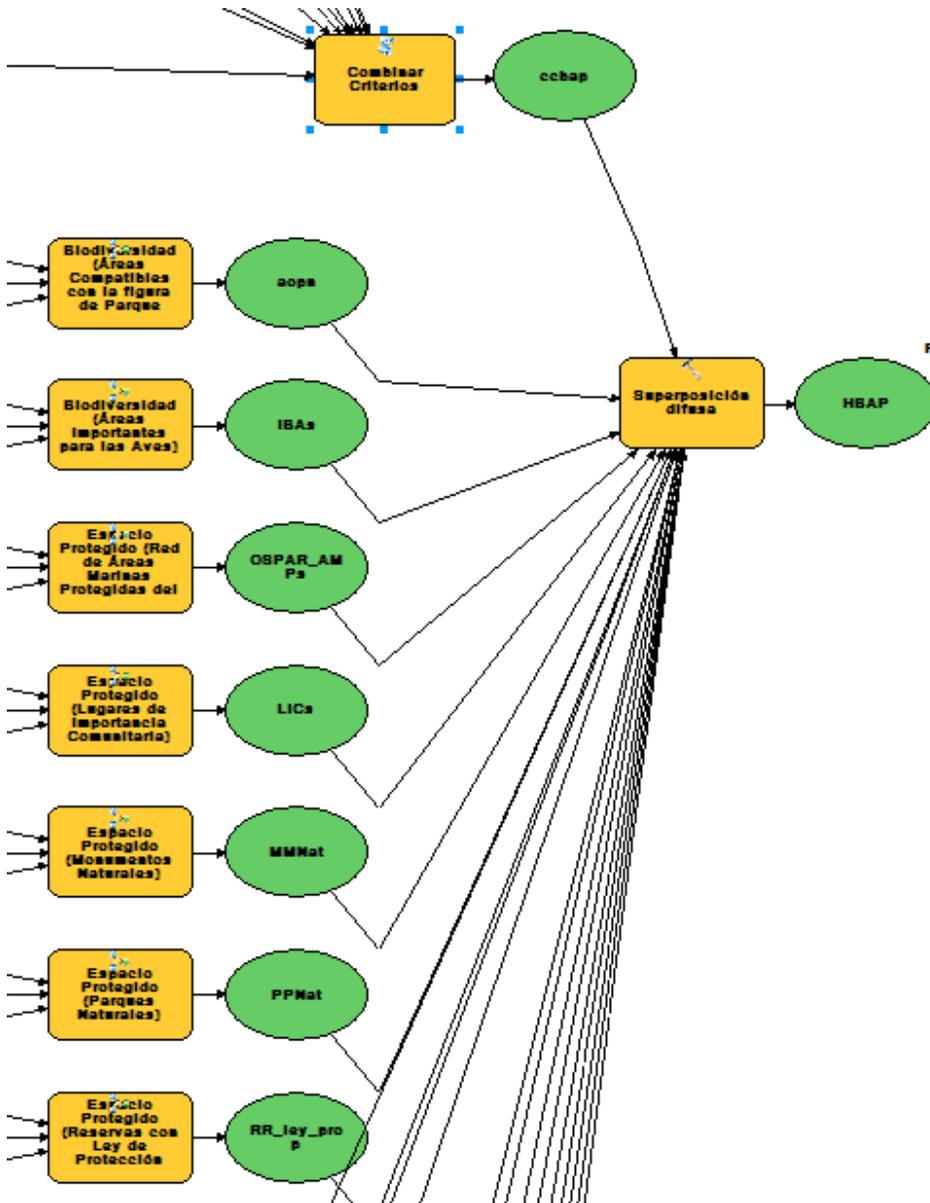


Ilustración 24: Parte de combinación de criterios de exclusión del modelo de la herramienta "Biodiversidad y Áreas Protegidas"

- **Dominio Público Marítimo-Terrestre**

Herramienta encargada de combinar los criterios del grupo Dominio Público Marítimo-Terrestre atendiendo a la elección de método del usuario (Ilustración 25).

El proceso consiste en combinar los rásteres generados por los criterios condicionales del grupo Dominio Público Marítimo-Terrestre mediante el método elegido por el usuario (entre MÍNIMO, MÁXIMO, MLP).

- Parámetros de entrada:
 - BD Salida.
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - Método: método de combinación escogido para el grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - Peso Arrecifes.
 - Peso Vertido de Dragados.
 - Peso Extracción de Áridos.
- Parámetros de salida:
 - HDPMT: capa ráster generada con la combinación de los criterios de Dominio Público Marítimo-Terrestre.

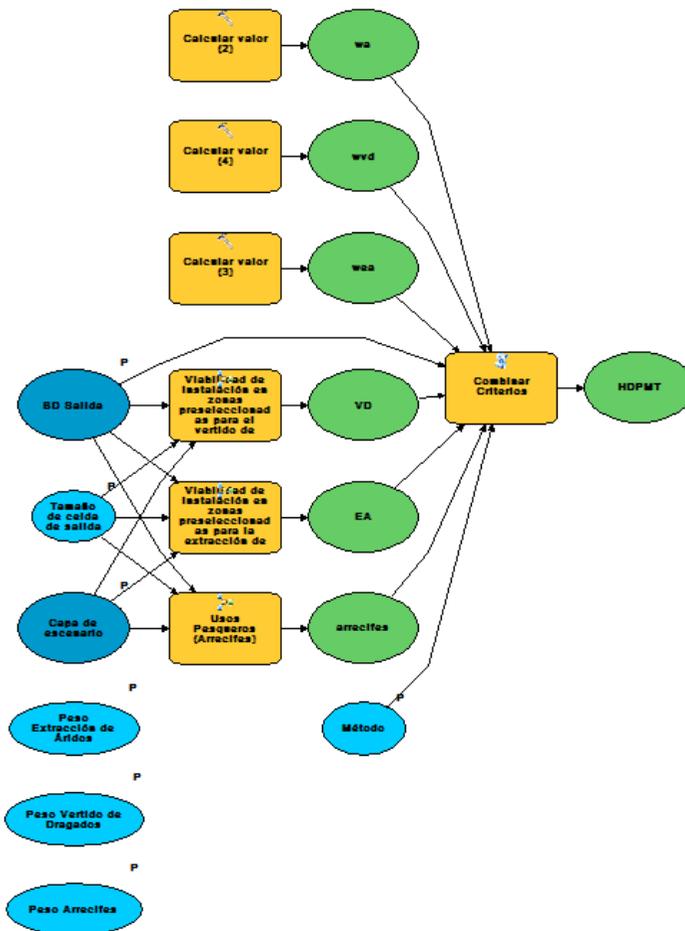


Ilustración 25: Modelo de herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre"

- **Recursos y Actividades Pesqueras**

Herramienta encargada de combinar los criterios del grupo Recursos y Actividades Pesqueras atendiendo a la elección de método del usuario (Ilustración 26).

El proceso consiste en combinar los rásteres generados por los criterios condicionales del grupo Recursos y Actividades Pesqueras mediante el método elegido por el usuario (entre MÍNIMO, MÁXIMO, MLP), y posteriormente combinar el resultado con los rásteres generados por los criterios de exclusión mediante la operación MÍNIMO.

- Parámetros de entrada:
 - BD Salida.
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - Método: método de combinación escogido para el grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - Peso Caladeros.
 - Peso Zonas Protegidas de Interés Pesquero.
- Parámetros de salida:
 - HRAP: capa ráster generada con la combinación de los criterios de Recursos y Actividades Pesqueras.

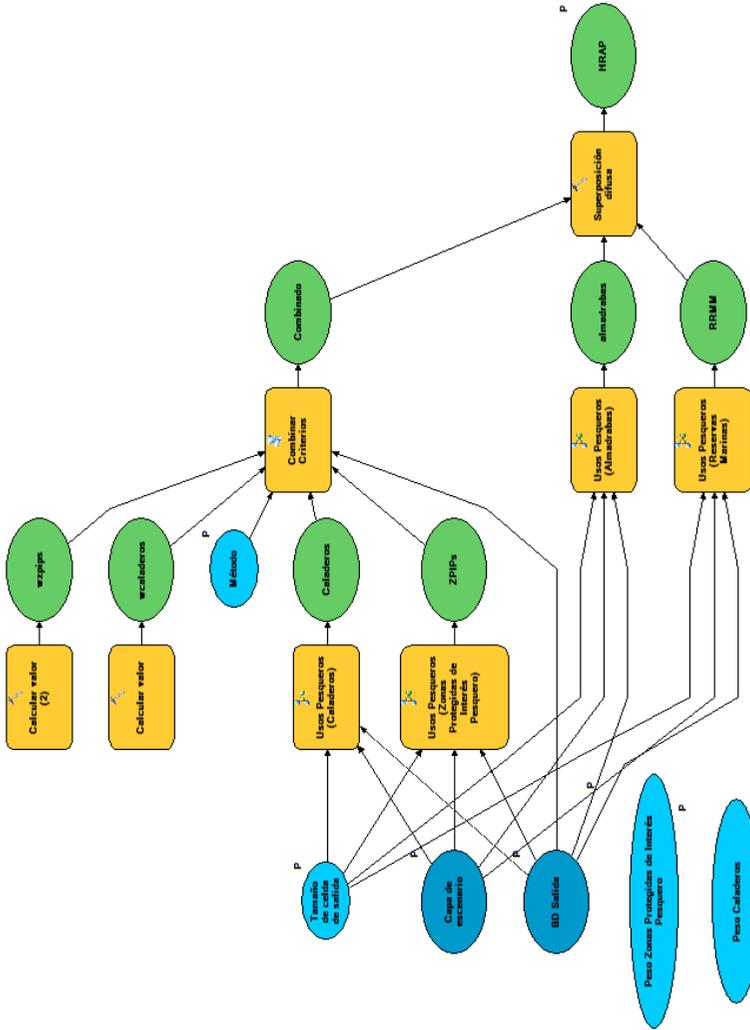


Ilustración 26: Modelo de herramienta "Recursos y Actividades Pesqueros"

• **Herramienta Criterios Medioambientales**

Herramienta encargada de combinar los criterios del grupo criterios medioambientales atendiendo a la elección de método del usuario (Ilustración 27).

El proceso consiste en combinar los rásteres generados para los grupos de criterios Dominio Público Marítimo-Terrestre, Recursos y Actividades Pesqueras, Biodiversidad y Áreas Protegidas mediante el método elegido por el usuario (entre MÍNIMO, MÁXIMO, MLP), y posteriormente combinar el resultado con el ráster de Criterios Físicos mediante la operación MÍNIMO.

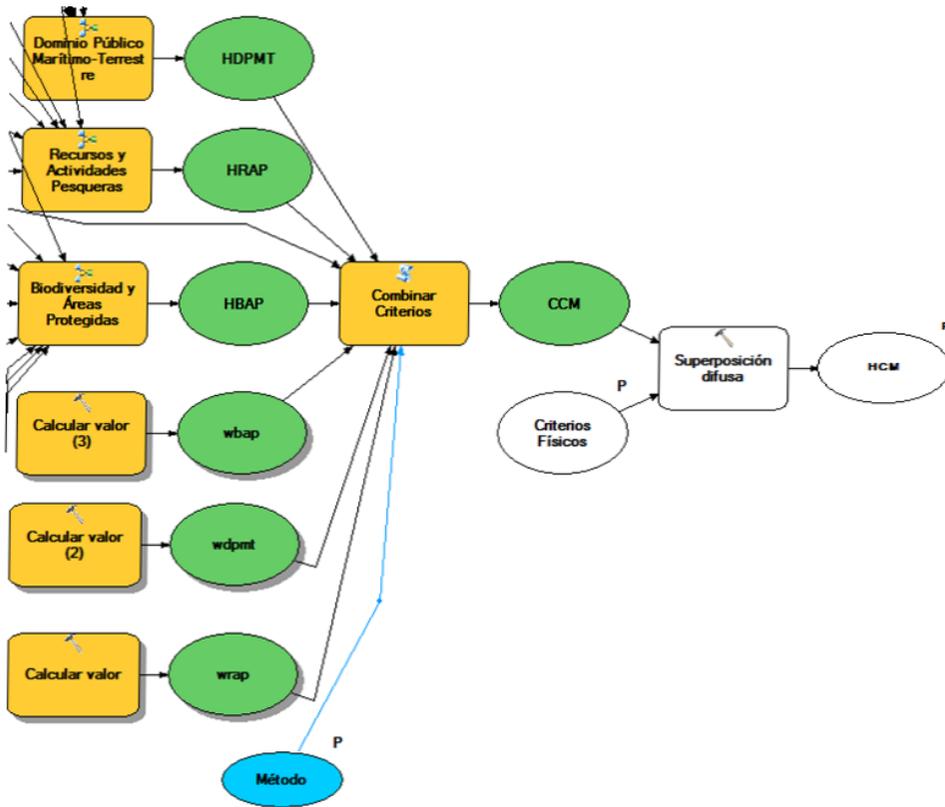


Ilustración 27: Vista de la parte principal del modelo de herramienta "Criterios medioambientales"

- Parámetros de entrada:
 - Método: método de combinación escogido para el grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - Peso Recursos y Actividades Pesqueras.
 - Peso Dominio Público Marítimo-Terrestre.
 - Peso Biodiversidad y Áreas Protegidas.

- Criterios Físicos: ráster de salida de la herramienta “Criterios Físicos”.
- Capa de escenario.
- BD Salida.
- Tamaño de celda de salida.
- Biodiversidad y Áreas Protegidas (BAP) – Método de combinación de criterios: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
- BAP – Peso Áreas Importantes para las Aves Marinas.
- BAP – Peso Rutas Migratorias de los Cetáceos.
- BAP – Peso Áreas de Interés para la Conservación de los Cetáceos.
- BAP – Peso Zonas Propuestas para realizar el Inventario de la Biodiversidad Marina.
- RAP – Peso Caladeros.
- RAP – Peso Zonas Protegidas de Interés Pesquero.
- Recursos y Actividades Pesqueras (RAP) – Método de Combinación de criterios: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
- DPMT – Peso Arrecifes.
- DPMT – Peso Vertido de Dragados.
- DPMT – Peso Extracción de Áridos.
- Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) – Método de combinación de criterios: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
- Parámetros de salida:
 - CCM: capa ráster generada para el conjunto de criterios.

• Herramientas adicionales

En el Anexo A se incluyen además las herramientas “Biodiversidad (Rutas Migratorias de los cetáceos)”, “Biodiversidad (Zonas Propuestas para realizar el Inventario de la biodiversidad Marina)”, “Biodiversidad (Zonas de Interés para la Conservación de los Cetáceos)”, “Biodiversidad (Áreas Importantes para las Aves Marinas)”, “Biodiversidad (Áreas Compatibles con la figura de Parque Nacional)”, “Biodiversidad (Áreas Importantes para las Aves)”, “Espacio Protegido (Lugares de Importancia Comunitaria)”, “Espacio Protegido (Parques Nacionales)”, “Espacio Protegido (Red de Áreas Marinas Protegidas del Convenio OSPAR)”, “Espacio Protegido (Sitios reconocidos con el Diploma Europeo de Calidad de Espacios Protegidos)”, “Espacio Protegido (Zonas de Especial Protección para las Aves)”, “Espacio Protegido (Biotopos protegidos)”, “Espacio Protegido (Geoparques)”,

“Espacio Protegido (Microrreservas)”, “Espacio Protegido (Monumentos Naturales)”, “Espacio Protegido (Parajes Naturales)”, “Espacio Protegido (Parques Naturales)”, “Espacio Protegido (Patrimonio de la Humanidad)”, “Espacio Protegido (Reservas con Ley de Protección Propia)”, “Espacio Protegido (Reservas de la Biosfera)”, “Espacio Protegido (Reservas Naturales)”, “Espacio Protegido (Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales)”, “Espacio Protegido (Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo)”, “Biodiversidad (Zonas Marinas Especialmente Sensibles)”, “Usos Pesqueros (Arrecifes)”, “Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para el vertido de material de dragado”, “Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para la extracción de áridos”, “Usos Pesqueros (Caladeros)”, “Usos Pesqueros (Zonas Protegidas de Interés Pesquero)”, “Usos Pesqueros (Almadrabas)”, “Usos Pesqueros (Reservas Marinas)”, “Usos Pesqueros (Instalaciones de Acuicultura)”, “Usos Pesqueros (Piscifactorías)”, “Usos Pesqueros (Viveros)”, “Usos Pesqueros (Zonas de producción de moluscos y de otros invertebrados marinos)”.

6.2.7.5. Herramientas de Criterios Operacionales

Este conjunto de herramientas es el responsable de adaptar las capas de criterios operacionales y combinarlas.

- **FAFCSM – (D1, D2, D3 ó D4)**

Conjunto de herramientas encargado de generar el ráster del criterio Facilidad de Anclaje al Fondo (Composición del Sustrato Marino) para un tipo de dispositivo (D1 – Corrientes - Apoyado, D2 – Corrientes - Fondeado, D3 – Oleaje - Apoyado, D4 – Oleaje - Fondeado) (Ilustración 28: Modelo de herramientas "FAFCSM").

El proceso consiste en rasterizar la capa vectorial de tipos de sustrato marino, reclasificar sus valores en función del tipo de sustrato, convertir los valores del ráster en valores de punto flotante, y calcular el valor de salida para cada tipo de sustrato.

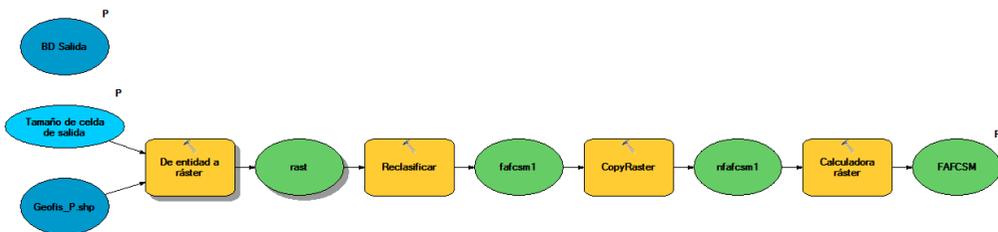


Ilustración 28: Modelo de herramientas "FAFCSM"

- Parámetros de entrada:
 - BD salida
 - Tamaño de celda.
- Parámetros de salida:
 - FAFCSM: capa ráster generada para el criterio.

• **FAFMFM – (D1, D2, D3 ó D4)**

Conjunto de herramientas encargado de generar el ráster del criterio Facilidad de Anclaje al Fondo (Morfología del Fondo Marino) para un tipo de dispositivo (D1 – Corrientes - Apoyado, D2 – Corrientes - Fondeado, D3 – Oleaje - Apoyado, D4 – Oleaje - Fondeado) ().

El proceso consiste en rasterizar la capa vectorial de tipos de sustrato marino, reclasificar sus valores en función del tipo de sustrato.

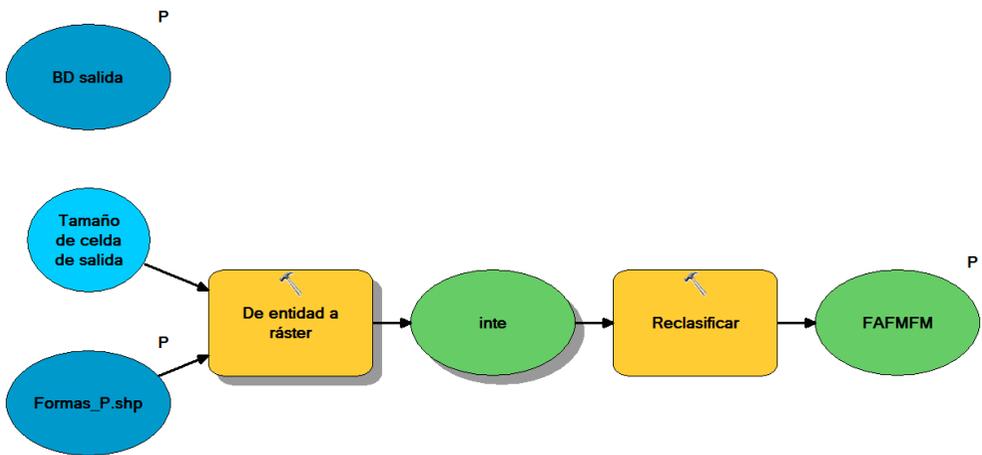


Ilustración 29: Modelo de herramientas "FAFMFM"

- Parámetros de entrada:
 - BD salida
 - Tamaño de celda.
- Parámetros de salida:
 - FAFCSM: capa ráster generada para el criterio.

• **Facilidad de Anclaje al Fondo (Composición del Sustrato Marino) (ArcPy)**

Script encargado de generar el ráster del criterio Facilidad de Anclaje al Fondo (Composición del Sustrato Marino).

El proceso es un condicional que lanza la herramienta FAFCSM adecuada dependiendo del dispositivo de entrada, recoge la salida y la convierte en la salida del criterio.

- Parámetros de entrada:
 - Dispositivo seleccionado: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Dispositivo=1 → Tipo Corrientes - Apoyado
 - Dispositivo=2 → Tipo Corrientes - Fondeado
 - Dispositivo=3 → Tipo Oleaje - Apoyado
 - Dispositivo=4 → Tipo Oleaje - Fondeado
 - BD salida
 - Tamaño de celda.
- Parámetros de salida:
 - FAFCSM: capa ráster generada para el criterio.

- **Facilidad de Anclaje al Fondo (Morfología del Fondo Marino) (ArcPy)**

Script encargado de generar la capa del criterio Facilidad de Anclaje al Fondo (Morfología del Fondo Marino).

El proceso es un condicional que lanza la herramienta FAFMFM adecuada dependiendo del dispositivo de entrada, recoge la salida y la convierte en la salida del criterio.

- Parámetros de entrada:
 - Dispositivo seleccionado: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Dispositivo=1 → Tipo Corrientes - Apoyado
 - Dispositivo=2 → Tipo Corrientes - Fondeado
 - Dispositivo=3 → Tipo Oleaje - Apoyado
 - Dispositivo=4 → Tipo Oleaje - Fondeado
 - BD salida
 - Tamaño de celda.
- Parámetros de salida:
 - FAFMFM: capa ráster generada para el criterio.

- **Facilidad de Anclaje al Fondo**

Herramienta encargada de combinar los criterios del grupo facilidad de anclaje al fondo atendiendo a la elección de método del usuario y al tipo de dispositivo seleccionado (Ilustración 30).

El proceso consiste en combinar los rústeres generados por los criterios condicionales del grupo Facilidad de Anclaje al Fondo, y dependientes del tipo de generador seleccionado, mediante el método elegido por el usuario (entre MÍNIMO, MÁXIMO, MLP).

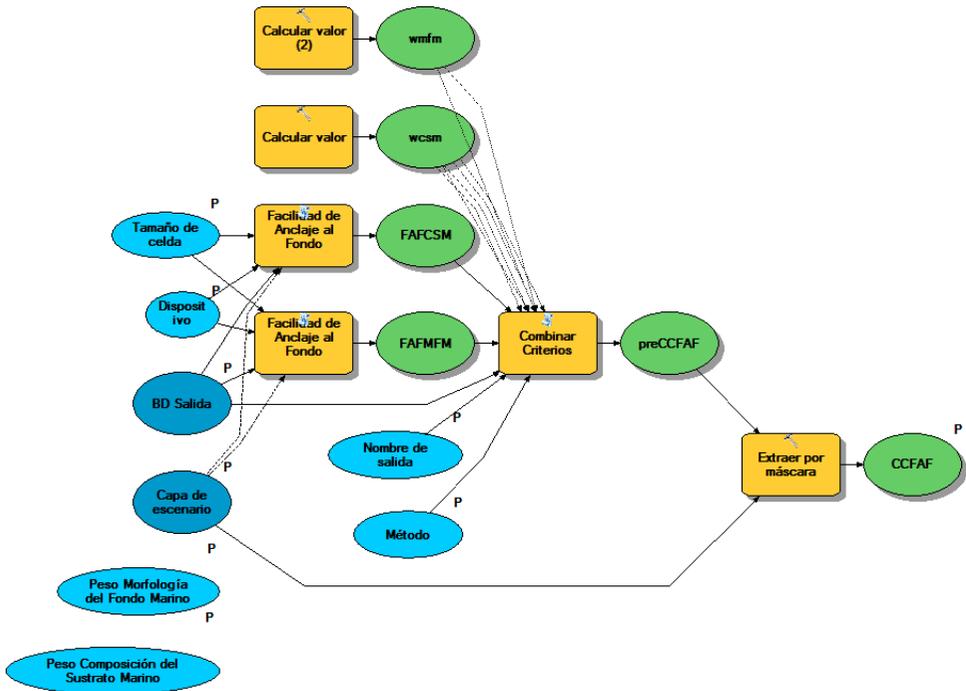


Ilustración 30: Modelo de herramienta "Facilidad de Anclaje al Fondo"

- Parámetros de entrada:
 - Método: método de combinación escogido para el grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - Dispositivo seleccionado: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Dispositivo=1 → Tipo Corrientes - Apoyado
 - Dispositivo=2 → Tipo Corrientes - Fondeado
 - Dispositivo=3 → Tipo Oleaje - Apoyado
 - Dispositivo=4 → Tipo Oleaje - Fondeado
 - Nombre de salida: nombre con el que se almacena el ráster generado.
 - BD Salida.
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - Peso Composición del Sustrato Marino.
 - Peso Morfología del Fondo Marino.
- Parámetros de salida:
 - CCFAF: capa ráster generada para el conjunto de criterios.

- **Viabilidad de Instalación en Zonas Ocupadas**

Herramienta encargada de combinar los criterios del grupo Viabilidad de Instalación en Zonas Ocupadas atendiendo a la elección de método del usuario (Ilustración 31).

El proceso consiste en combinar los rásteres generados por los criterios condicionales del grupo Viabilidad de Instalación en Zonas Ocupadas mediante el método elegido por el usuario (entre MÍNIMO, MÁXIMO, MLP).

- Parámetros de entrada:
 - Capa de escenario.
 - Tamaño de celda.
 - BD Salida.
 - Método: método de combinación escogido para el grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - Peso DPP: peso Viabilidad de Instalación en zonas designadas como Dominio Público Portuario.
 - Peso CS: peso en Zonas Ocupadas por Conducciones Submarinas.
 - Peso DSTM: peso en Zonas Ocupadas por Dispositivos de Separación del Tráfico Marítimo.
 - Peso AN: peso en zonas ocupadas por las ayudas a la navegación del sistema portuario español
 - Peso RMO: peso en zonas ocupadas por sensores instrumentales de medición de parámetros oceanográficos
- Parámetros de salida:
 - CCVIZO: capa ráster generada para el conjunto de criterios.

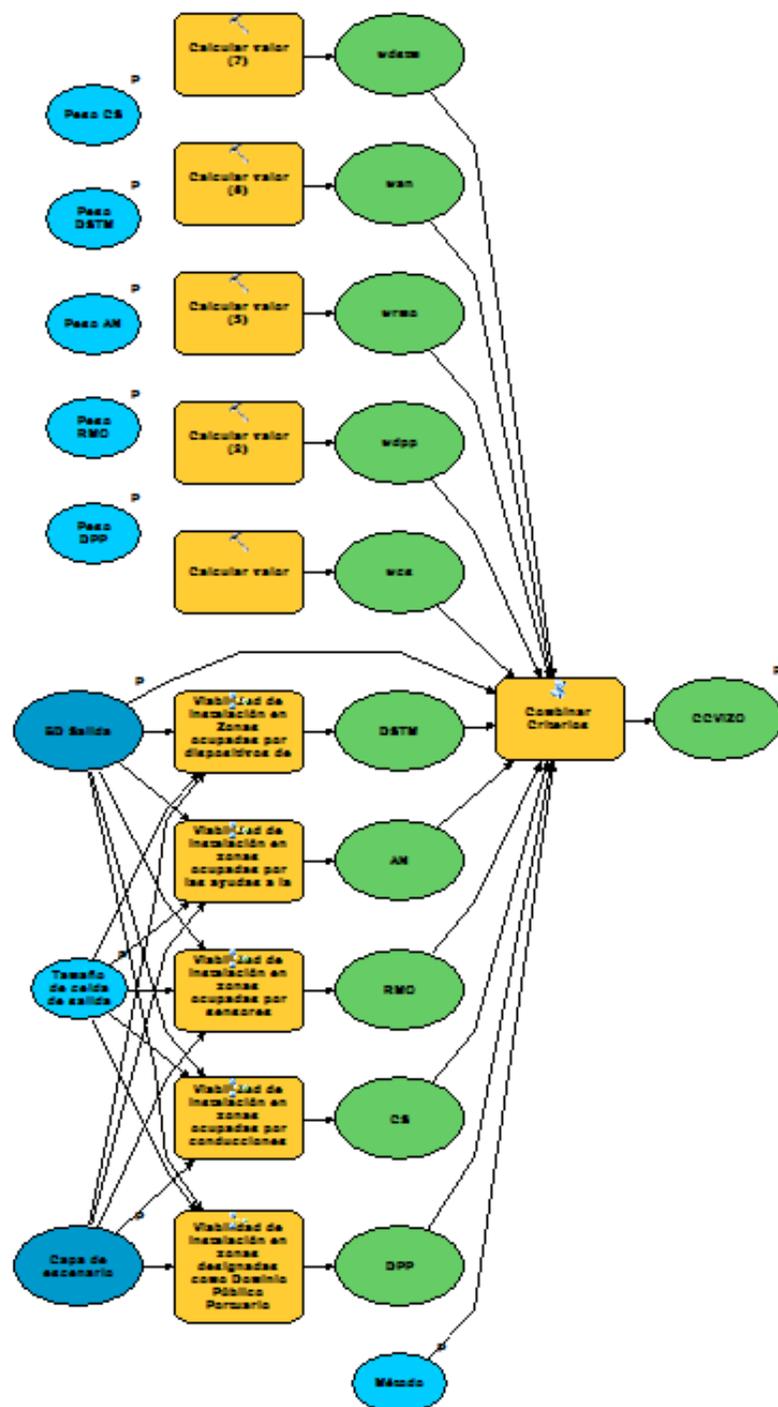


Ilustración 31: Modelo de herramienta "Viabilidad de Instalación en Zonas Ocupadas"

- **Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas**

Herramienta encargada de combinar los criterios del grupo Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas atendiendo a la elección de método del usuario (Ilustración 32).

El proceso consiste en combinar los rásteres generados por los criterios condicionales del grupo Viabilidad de Instalación en Zonas Ocupadas mediante el método elegido por el usuario (entre MÍNIMO, MÁXIMO, MLP).

- Parámetros de entrada:
 - Capa de escenario.
 - Tamaño de celda.
 - BD Salida.
 - Método: método de combinación escogido para el grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - Peso V: peso en zonas restringidas por la presencia de vertidos.
 - Peso UM: peso en zonas restringidas para uso militar.
 - Peso ZC: peso en zonas restringidas por la presencia de cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías.
 - Peso VM: peso en zonas restringidas por la existencia de vertidos de material militar.
- Parámetros de salida:
 - Combinado: capa ráster generada para el conjunto de criterios.

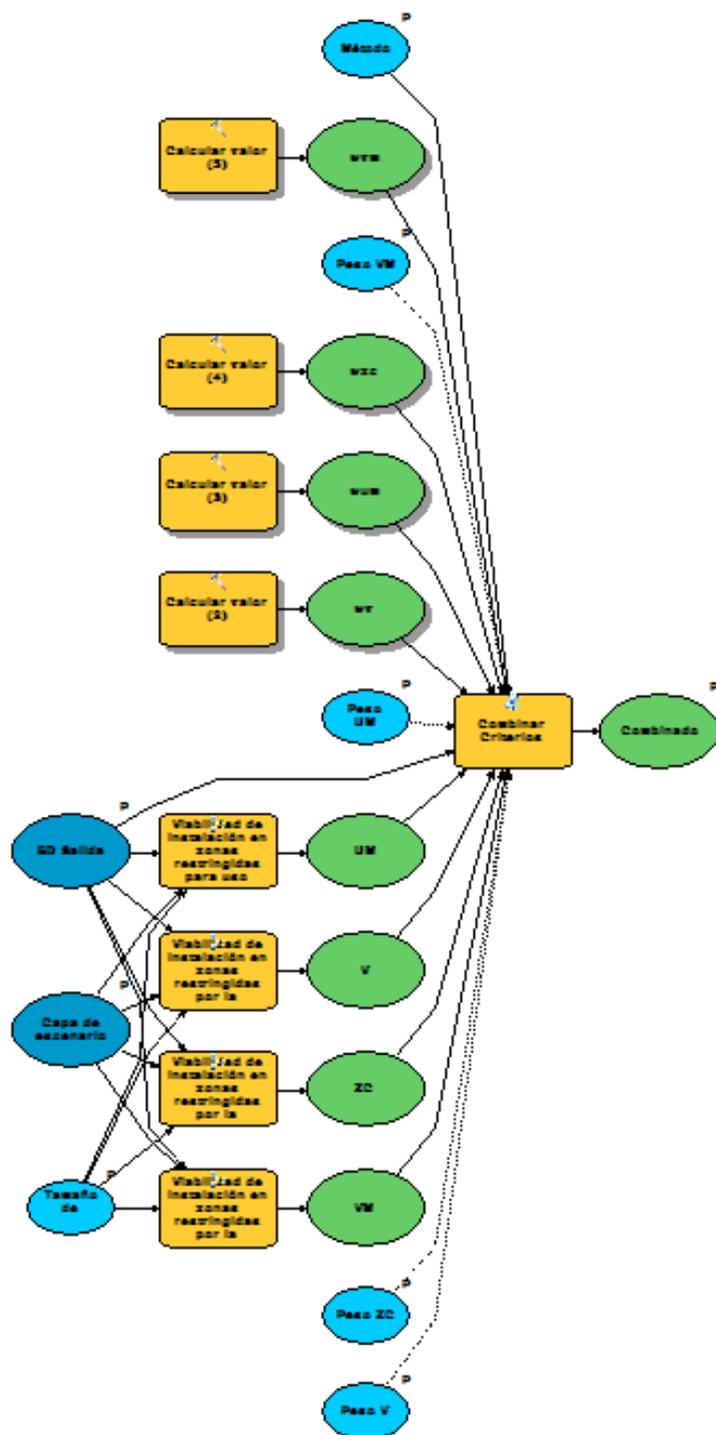


Ilustración 32: Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas

• **Herramienta de criterios operacionales**

Herramienta encargada de combinar los criterios del grupo criterios operacionales atendiendo a la elección de método del usuario (Ilustración 33).

El proceso consiste en combinar los rásteres generados para los grupos de criterios Viabilidad de Instalación en Zonas Ocupadas, Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas, Facilidad de Anclaje al Fondo mediante el método elegido por el usuario (entre MÍNIMO, MÁXIMO, MLP), y posteriormente combinar el resultado con el ráster de Criterios Físicos mediante la operación MÍNIMO.

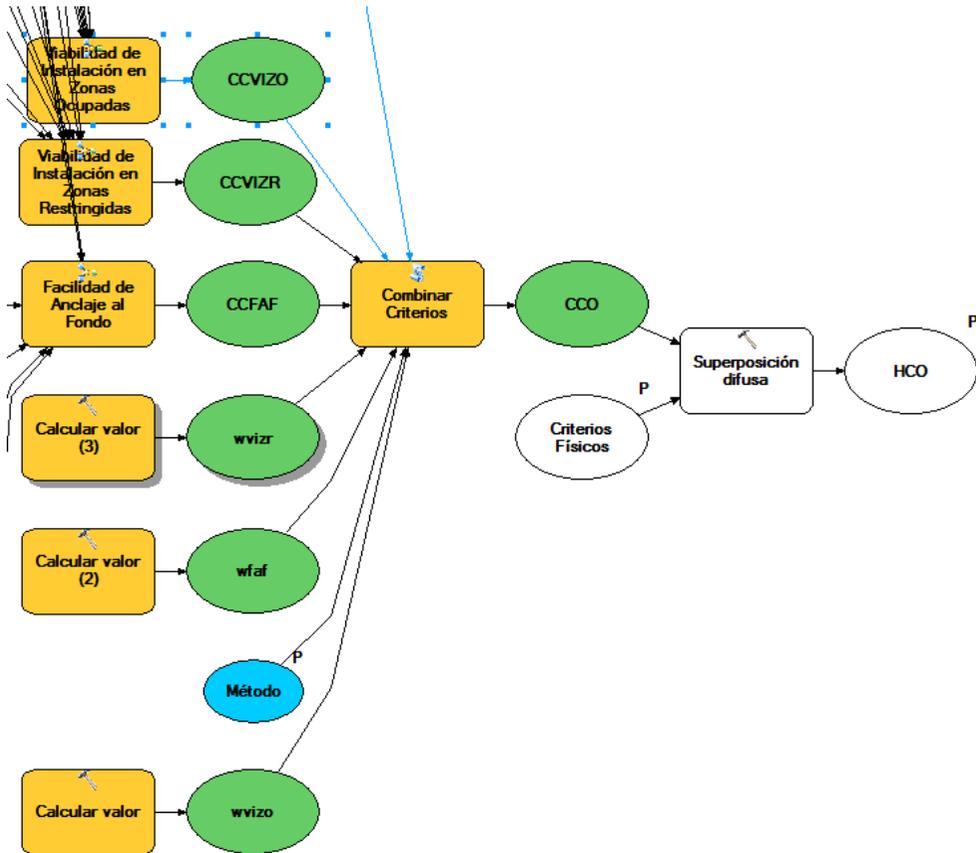


Ilustración 33: Parte de combinación de criterios del modelo de la herramienta "Herramienta Criterios Operacionales"

- Parámetros de entrada:
 - Método: método de combinación escogido para el grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - BD Salida.

- Criterios Físicos: ráster de salida de la herramienta “Criterios Físicos”.
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - Dispositivo seleccionado: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Dispositivo=1 → Tipo Corrientes - Apoyado
 - Dispositivo=2 → Tipo Corrientes - Fondeado
 - Dispositivo=3 → Tipo Oleaje - Apoyado
 - Dispositivo=4 → Tipo Oleaje - Fondeado
 - Facilidad de Anclaje al Fondo – Método de Combinación de Criterios.
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas – Método de Combinación de Criterios.
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - Viabilidad de Instalación en Zonas Ocupadas – Método de Combinación de Criterios.
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO
 - Método=3 → combinar mediante MLP
 - VIZR – Peso Zonas restringidas por la presencia de vertidos.
 - VIZR – Peso Zonas restringidas por la presencia de cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías.
 - VIZR – Peso Zonas restringidas para uso militar.
 - VIZR – Peso Zonas restringidas por la existencia de vertidos de material militar.
 - FAF – Peso Composición del Sustrato Marino.
 - FAF – Peso Morfología del Fondo Marino.
 - VIZO – Peso Dominio Público Portuario.
 - VIZO – Peso Sensores Instrumentales de Medición de Parámetros Oceánicos.
 - VIZO – Ayudas a la Navegación.
 - VIZO – Peso Dispositivos de Separación de Tráfico Marítimo.
 - VIZO – Peso Conducciones Submarinas.
 - Peso Viabilidad de Instalación en Zonas Ocupadas.
 - Peso Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas.
 - Peso Facilidad de Anclaje al Fondo.
- Parámetros de salida:
- HCO: capa ráster generada para el conjunto de criterios.

• Herramientas adicionales

En el Anexo A se incluyen además las herramientas “Viabilidad de instalación en zonas designadas como Dominio Público Portuario”, “Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por conducciones submarinas”, “Viabilidad de Instalación en Zonas

ocupadas por dispositivos de separación del tráfico marítimo”, “Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por las ayudas a la navegación del sistema portuario español”, “Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por sensores instrumentales de medición de parámetros oceanográficos”, “Viabilidad de instalación en zonas restringidas para uso militar”, “Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la existencia de vertidos de material militar”, “Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías”, “Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de vertidos”.

6.2.7.6. Herramientas de criterios de Recurso Energético

- **Recurso energético (Corrientes)**

Herramienta encargada de generar el ráster de criterio energético para dispositivos generadores de tipo corriente (Ilustración 34).

El proceso consiste en construir un ráster con la media de las condiciones de marea viva y marea muerta, eliminar los valores NoData, seleccionar la parte que pertenece al escenario escogido, y compararla con el valor máximo admitido para el dispositivo devolviendo 1 si es mayor o igual, o $(\text{valor de celda} / \text{valor máximo admitido})^3$ si es menor.

- Parámetros de entrada:
 - Valor máximo (m/s): valor máximo de corriente permitido por el dispositivo.
 - BD Salida.
 - Tamaño de celda
 - Capa de escenario.
- Parámetros de salida:
 - CCREC: capa ráster generada para el conjunto de criterios.

- **Recurso energético (Oleaje)**

Herramienta encargada de generar el ráster de criterio energético para dispositivos generadores de tipo oleaje (Ilustración 35).

El proceso consiste en crear un ráster con la media de las condiciones de generación de energía media, eliminar los valores NoData, seleccionar la parte que pertenece al escenario escogido, y compararla con el valor máximo capaz de generar el dispositivo devolviendo 1 si es mayor o igual, o (valor de celda / valor máximo admitido) si es menor.

- Valor máximo (kWh/m): valor máximo de corriente permitido por el dispositivo.
- BD Salida.
- Tamaño de celda
- Capa de escenario.
- Parámetros de salida:
 - CCREO: capa ráster generada para el conjunto de criterios.

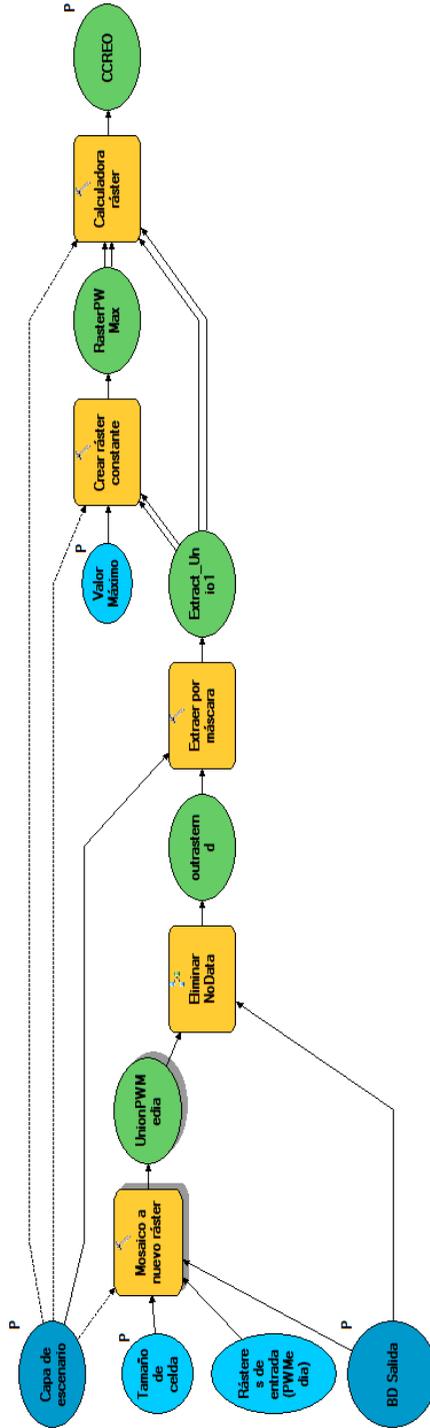


Ilustración 35: Modelo de herramienta "Recurso energético (Oleaje)"

- **Selección de recurso energético (ArcPy)**

Script encargado de seleccionar el tipo de herramienta de recurso energético a ejecutar atendiendo a la elección de dispositivo.

El proceso consiste en leer el tipo de dispositivo sobre el que se va a realizar el cálculo y lanzar la herramienta necesaria, devolviendo el resultado.

- Parámetros de entrada:
 - Dispositivo seleccionado: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Dispositivo=1 → Tipo Corrientes - Apoyado
 - Dispositivo=2 → Tipo Corrientes - Fondeado
 - Dispositivo=3 → Tipo Oleaje - Apoyado
 - Dispositivo=4 → Tipo Oleaje - Fondeado
 - Valor máximo de generación para dispositivo: valor máximo de capacidad de generación de energía disponible para el dispositivo a instalar.
 - BD Salida.
 - Tamaño de celda
 - Capa de escenario.
- Parámetros de salida:
 - CCRE: capa ráster generada para el conjunto de criterios.

- **Herramienta de criterios de recurso energético**

Herramienta encargada de combinar los criterios del grupo criterios de recurso energético atendiendo a la elección de dispositivo (Ilustración 36).

El proceso consiste en seleccionar el ráster generado en función del tipo de dispositivo, y posteriormente combinar el resultado con el ráster de Criterios Físicos mediante la operación MÍNIMO.

- Parámetros de entrada:
 - Dispositivo seleccionado: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Dispositivo=1 → Tipo Corrientes - Apoyado
 - Dispositivo=2 → Tipo Corrientes - Fondeado
 - Dispositivo=3 → Tipo Oleaje - Apoyado
 - Dispositivo=4 → Tipo Oleaje - Fondeado
 - Valor máximo para dispositivo: valor máximo de capacidad de generación de energía disponible para el dispositivo a instalar (si es dispositivo de oleaje), o valor máximo de corriente (si es dispositivo de corriente).
 - BD Salida.
 - Tamaño de celda
 - Capa de escenario.
 - Criterios Físicos: ráster de salida de la herramienta “Criterios Físicos”.
- Parámetros de salida:

- HCRE: capa ráster generada para el conjunto de criterios.

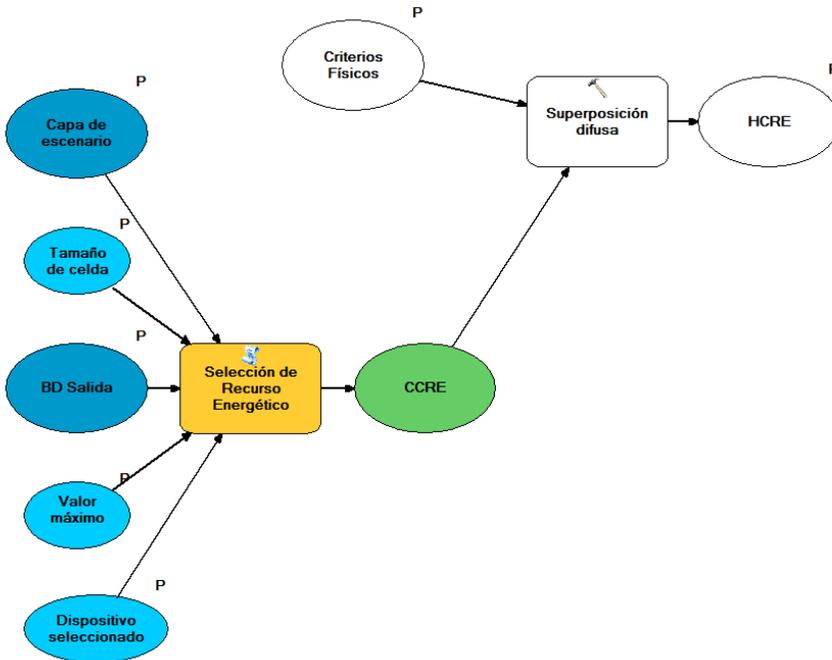


Ilustración 36: Modelo de herramienta "Herramienta de Criterios de Recurso Energético"

6.2.7.7. DSS

- **DSS**

Herramienta encargada de combinar los grupos temáticos atendiendo a las elecciones de método y dispositivo del usuario (Ilustración 37 Ilustración 36).

El proceso consiste en seleccionar el generar el ráster de criterios físicos, posteriormente combinarlos con los rústeres generados para los criterios medioambientales, operacionales y de recurso energético mediante la operación MÍNIMO, y combinar los tres rústeres resultantes mediante la operación seleccioanda por el usuario entre MÍNIMO, MÁXIMO y MPO.

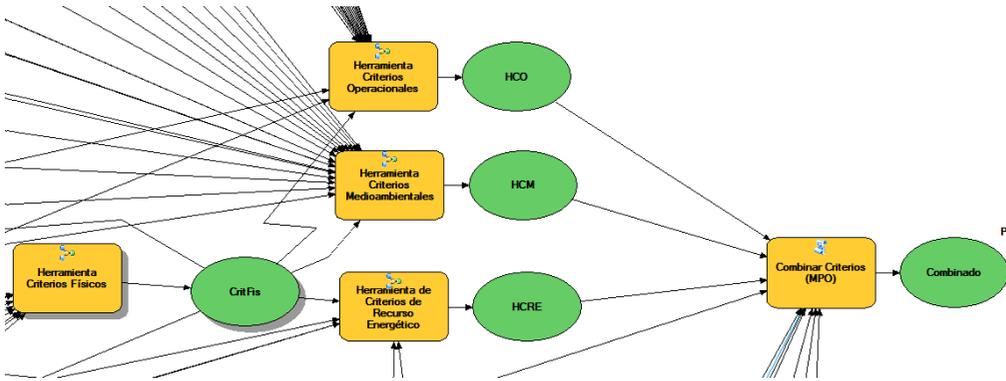


Ilustración 37: Parte fundamental del modelo de la herramienta "DSS"

- Parámetros de entrada:
 - Dispositivo seleccionado: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Dispositivo=1 → Tipo Corrientes - Apoyado
 - Dispositivo=2 → Tipo Corrientes - Fondeado
 - Dispositivo=3 → Tipo Oleaje - Apoyado
 - Dispositivo=4 → Tipo Oleaje - Fondeado
 - Valor máximo para dispositivo: valor máximo de capacidad de generación de energía disponible para el dispositivo a instalar (si es dispositivo de oleaje), o valor máximo de corriente (si es dispositivo de corriente).
 - BD Salida.
 - Tamaño de celda
 - Capa de escenario.
 - Método: método de combinación escogido para el grupo de criterios. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO.
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO.
 - Método=3 → combinar mediante MPO.
 - Peso Criterios Medioambientales.
 - Peso Criterios Operacionales.
 - Peso Criterios de Recurso Energético.
 - Peso de orden 1.
 - Peso de orden 2.
 - Peso de orden 3.
 - Criterios Físicos – Método de combinación de criterios: método de combinación escogido para el grupo de criterios físicos. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO.
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO.
 - Método=3 → combinar mediante MLP.
 - Corriente máxima admitida.
 - Altura de ola máxima admitida.
 - CF – Peso profundidad.
 - CF – Peso distancia a la costa.

- Dispositivo seleccionado: Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Dispositivo=1 → Tipo Corrientes - Apoyado
 - Dispositivo=2 → Tipo Corrientes - Fondeado
 - Dispositivo=3 → Tipo Oleaje - Apoyado
 - Dispositivo=4 → Tipo Oleaje - Fondeado
- Valor máximo de generación para dispositivo: valor máximo de capacidad de generación de energía disponible para el dispositivo a instalar (si es dispositivo de oleaje), o valor máximo de corriente (si es dispositivo de corriente).
- C. Operacionales – Método de combinación de criterios: método de combinación escogido para el grupo de criterios operacionales. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO.
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO.
 - Método=3 → combinar mediante MLP.
- Peso Facilidad de Anclaje al Fondo.
- Facilidad de anclaje al fondo – Método de combinación de criterios: método de combinación escogido para el grupo de criterios de facilidad de anclaje al fondo. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO.
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO.
 - Método=3 → combinar mediante MLP.
- FAF – Peso Composición del Sustrato Marino.
- FAF – Peso Morfología del Fondo Marino.
- Peso Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas.
- Viabilidad de instalación en Zonas Restringidas – Método de combinación de criterios: método de combinación escogido para el grupo de criterios de viabilidad de instalación en zonas restringidas. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO.
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO.
 - Método=3 → combinar mediante MLP.
- VIZR – Peso Zonas restringidas por la presencia de vertidos.
- VIZR – Peso Zona restringidas por la presencia de cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías.
- VIZR – Peso Zonas restringidas para uso militar.
- VIZR – Peso Zonas restringidas por la existencia de vertidos de material militar.
- Peso Viabilidad de Instalación en Zonas Ocupadas.
- Viabilidad de instalación en Zonas Ocupadas – Método de combinación de criterios: método de combinación escogido para el grupo de criterios de viabilidad de instalación en zonas ocupadas. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO.
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO.
 - Método=3 → combinar mediante MLP.
- VIZO – Peso Ayudas a la Navegación.

- VIZO – Peso Dispositivos de Separación del Tráfico Marino.
- VIZO – Peso Conducciones Submarinas.
- VIZO – Peso Dominio Público Portuario.
- VIZO – Peso Sensores Instrumentales de Medición de Parámetros Oceánicos.
- Peso Dominio Público Marítimo-Terrestre.
- Peso Diversidad y Áreas Protegidas.
- Biodiversidad y Áreas Protegidas (BAP) – Método de combinación de criterios: método de combinación escogido para el grupo de criterios de biodiversidad y áreas protegidas. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO.
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO.
 - Método=3 → combinar mediante MLP.
- BAP – Peso Áreas Importantes para las Aves Marinas.
- BAP – Peso Rutas Migratorias de los cetáceos.
- BAP – Peso Áreas de Interés para la Conservación de los cetáceos.
- BAP – Peso Zonas propuestas para realizar el inventario de la Biodiversidad Marina.
- Peso Recursos y Actividades Pesqueras.
- Recursos y Actividades Pesqueras (RAP) – Método de combinación de criterios: método de combinación escogido para el grupo de criterios de recursos y actividades pesqueras. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO.
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO.
 - Método=3 → combinar mediante MLP.
- RAP – Peso Caladeros.
- RAP – Peso Zonas Protegidas de Interés Pesquero.
- Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) – Método de combinación de criterios: método de combinación escogido para el grupo de criterios de dominio público marítimo-terrestre. Entero, con las siguientes posibilidades:
 - Método=1 → combinar mediante MÍNIMO.
 - Método=2 → combinar mediante MÁXIMO.
 - Método=3 → combinar mediante MLP.
- DPMT – Peso Arrecifes.
- DPMT – Peso Vertido de dragados.
- DPMT – Peso Extracción de áridos-
- Parámetros de salida:
 - DSSFinal: capa ráster generada para el conjunto de criterios.

6.3. INTERFAZ

Añadir un *script* para la interfaz es una decisión que se ha tomado con la idea de mejorar la interacción con el usuario, puesto que las opciones que ofrecen ArcGIS y ArcPy en este aspecto son muy limitadas. La gran cantidad de parámetros que es necesaria para que la aplicación se pueda iniciar puede resultar abrumadora para el

usuario, con lo que aumenta la dificultad de utilización del DSS, además de aumentar la posibilidad de error. Por ello, es indispensable ofrecer un sistema que sirva como reductor de complejidad de dicha entrada.

Se ha elegido utilizar un patrón *wizard*, puesto que el objetivo es conseguir una meta consistente en múltiples subtareas interdependientes. De esta forma, se presenta al usuario un paso simple cada vez (uno por herramienta de combinación de criterios). Además, el hecho de que sea un patrón bien conocido mejora la usabilidad del sistema.

Para realizar este *wizard* se ha recurrido a una plantilla¹ disponible de dicho patrón adaptado a TkInter, y se ha modificado en función de las necesidades del trabajo.

Para el desarrollo en Python se ha utilizado PyScripter². Es un IDE para Python de código abierto. Ofrece capacidades como un intérprete y depurador de Python integrados, resaltado de sintaxis, vistas de editor, explorador de archivos, gestor de proyectos y unidad de *testing* integrada.

¹ Código disponible en la siguiente dirección:

<http://dinksoftware.50.forumer.com/tkinter-wizard-dialogue-class-incomplete-t469745.html>

Liberado bajo Licencia MIT.

² PyScripter está disponible en la siguiente dirección:

<https://code.google.com/p/pyscripter/>

PRUEBAS

En este capítulo se presentan las pruebas llevadas a cabo para comprobar que el sistema cumple con los objetivos establecidos. Además, se medirán los tiempos de ejecución con el objetivo de compararlos a los de otros proyectos de OceanLider.

7.1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

Los resultados se mostrarán con la configuración de colores mostrada en la Ilustración 38. En caso de que los valores no variasen entre 0 y 1, se indicará en el resultado. Además, se añadirá la capa “CCAA_P.shp” (contorno de las comunidades autónomas españolas) en la visualización con el objetivo de ayudar a situar los resultados en la geografía española.



Ilustración 38: Configuración de colores de la capa de salida en ArcGIS

Todas las pruebas se realizan con un tamaño de celda de 150m.

7.1.1 Pruebas de herramientas fundamentales

7.1.1.1. Ajustar a valor de idoneidad

Se ajusta a valor 0,3 la salida del criterio “Conducciones submarinas”. El resultado se muestra en la Ilustración 39, en un tiempo alrededor de 5 minutos.

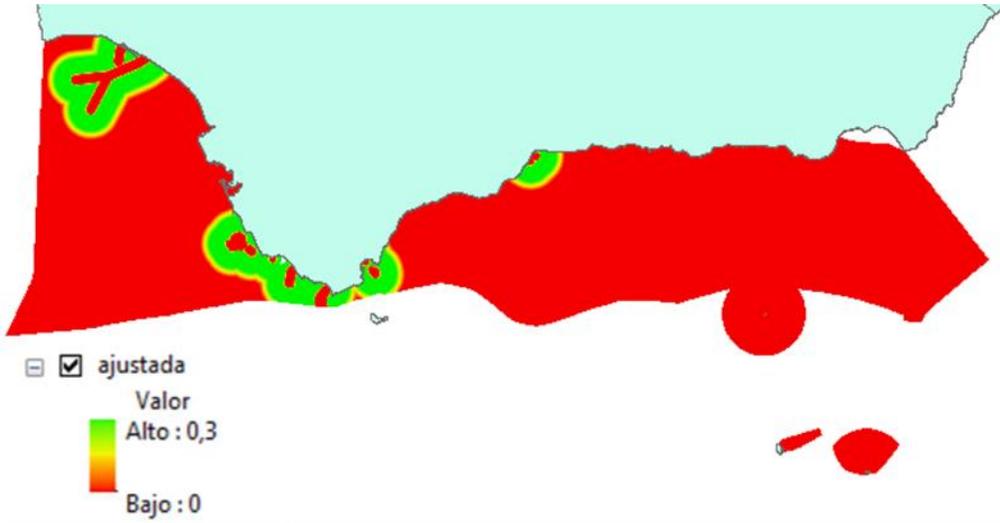


Ilustración 39: Resultado de aplicar "Ajustar a valor de idoneidad" sobre capa de criterio de "Conducciones submarinas"

7.1.1.2. Combinar criterios

Utilizando la herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre" se van a probar las operaciones de combinación de criterios. El resultado se obtiene en un periodo de entre 5 y 10 minutos para las operaciones sencillas y unos 20 minutos para MPO.

Mínimo

En la Ilustración 40 se observa el resultado de aplicar la operación MÍNIMO en la herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre".

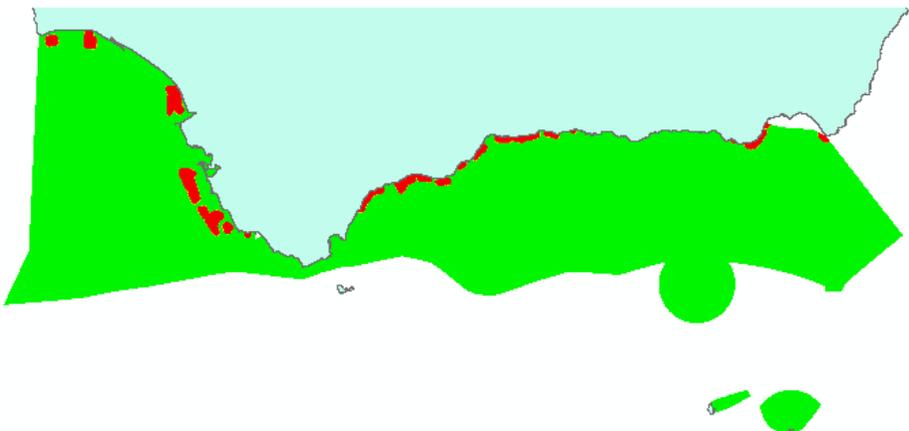


Ilustración 40: Herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre" utilizando la operación MÍNIMO

Máximo

En la Ilustración 41 se observa el resultado de aplicar la operación MÁXIMO en la herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre".

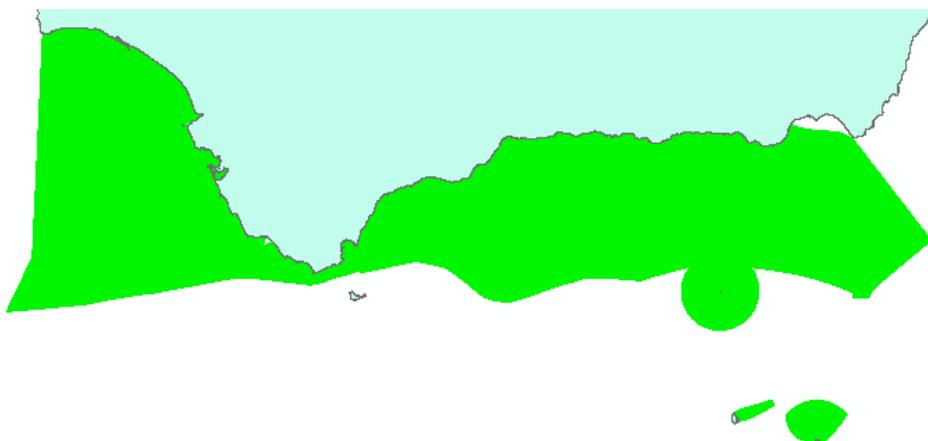


Ilustración 41: Herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre" utilizando la operación MÁXIMO

Media Lineal Ponderada

En la Ilustración 42 se observa el resultado de aplicar la operación MLP en la herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre", utilizando un peso de 1 para cada entrada.

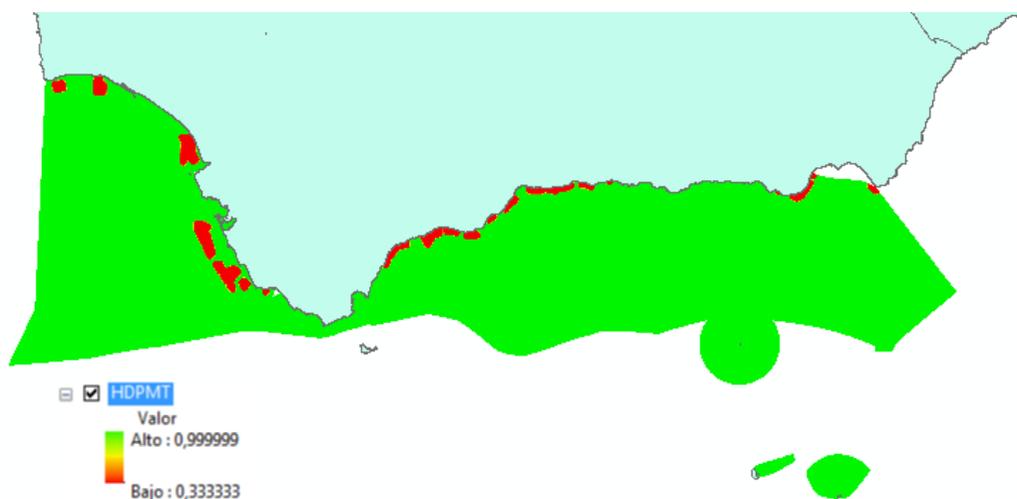


Ilustración 42: Herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre" utilizando la operación MLP

Media Ponderada Ordenada

En la Ilustración 43 se observa el resultado de aplicar la operación MPO en la herramienta “Dominio Público Marítimo-Terrestre”, utilizando un peso de 1 para cada entrada, y pesos de 0’5, 0’3 y 0’2 como pesos de orden.

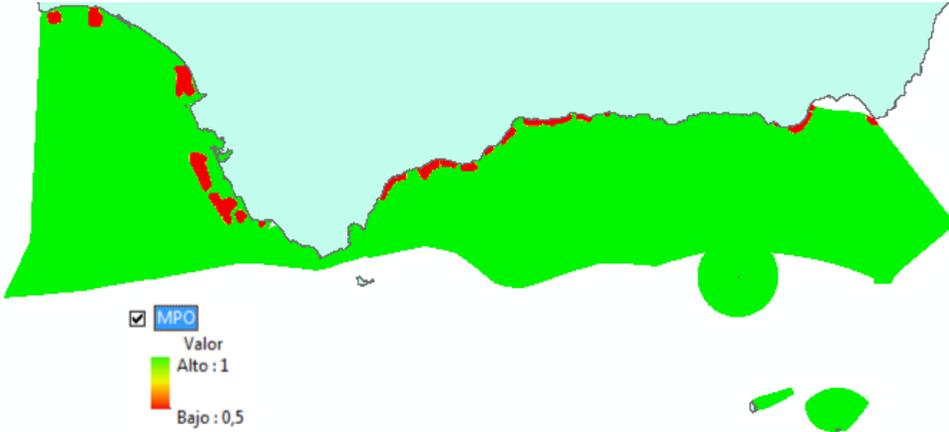


Ilustración 43: Herramienta "Dominio Público Marítimo-Terrestre" utilizando la operación MPO.

7.1.1.3. Eliminar NoData

En la Ilustración 44 se observa el resultado de aplicar la herramienta “Eliminar NoData” sobre la capa UnionHSMedia, capa de mosaico de altura de ola, no completa para todas las aguas de la península. En negro se muestran los valores iguales a 0. El resultado es casi instantáneo.

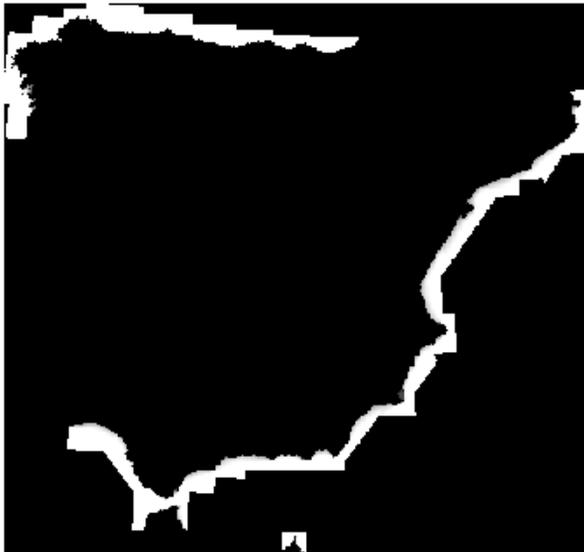


Ilustración 44: Operación "Eliminar NoData" en capa UnionHSMedia

7.1.1.4. Operación difusa

En la Ilustración 45 se observa el resultado de aplicar "operación difusa" en la herramienta del criterio "Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para la extracción de áridos", utilizando un tipo de pertenencia lineal de subida entre 1.000 y 2.000 m. La ejecución consume unos 5 minutos.

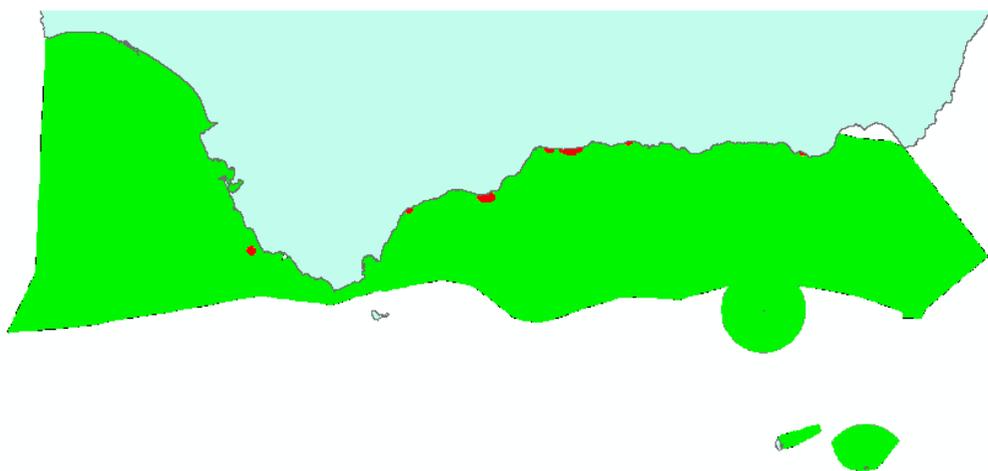


Ilustración 45: "Operación difusa" aplicada en la herramienta " Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para la extracción de áridos"

7.1.1.5. Operación difusa doble

En la Ilustración 46 se presenta el resultado de aplicar "operación difusa doble" en la herramienta del criterio "Distancia a la costa", utilizando dos tipos de pertenencia lineales, la de subida entre 8.000 y 9.000m. y la de bajada entre 20.000 y 25.000m. La ejecución consume unos 10 minutos.

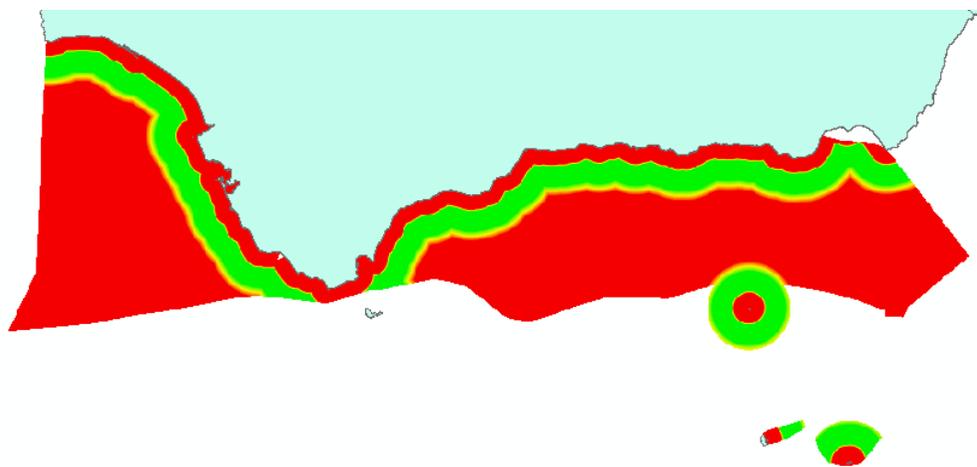


Ilustración 46: "Operación difusa doble" aplicada en la herramienta "Distancia a la costa"

7.1.2 Pruebas de criterios físicos

7.1.2.1. Distancia a la costa

Configurando las operaciones difusas de la siguiente forma:

- Rampa de Subida: 8.000 – 9.000 m.
- Rampa de Bajada: 20.000 – 25.000 m.

Se obtiene el resultado de la Ilustración 47, en un tiempo de unos 5 minutos.

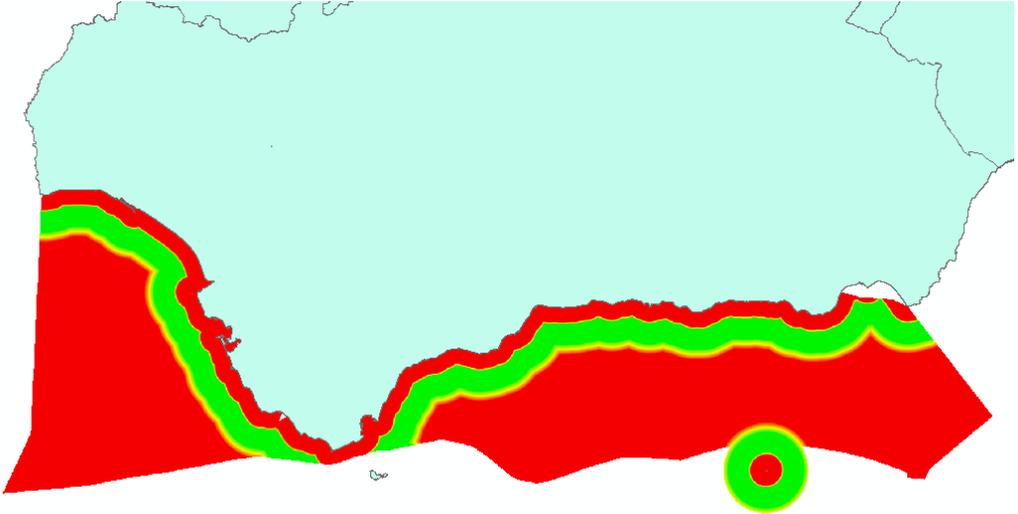


Ilustración 47: Resultado para el criterio "Distancia a la costa"

7.1.2.2. Profundidad

Configurando las operaciones difusas de la siguiente forma:

- Rampa de Subida: -10 – -15 m.
- Rampa de Bajada: -55 – 50 m.

Se obtiene el resultado de la Ilustración 48, en un tiempo de unos 10 minutos.

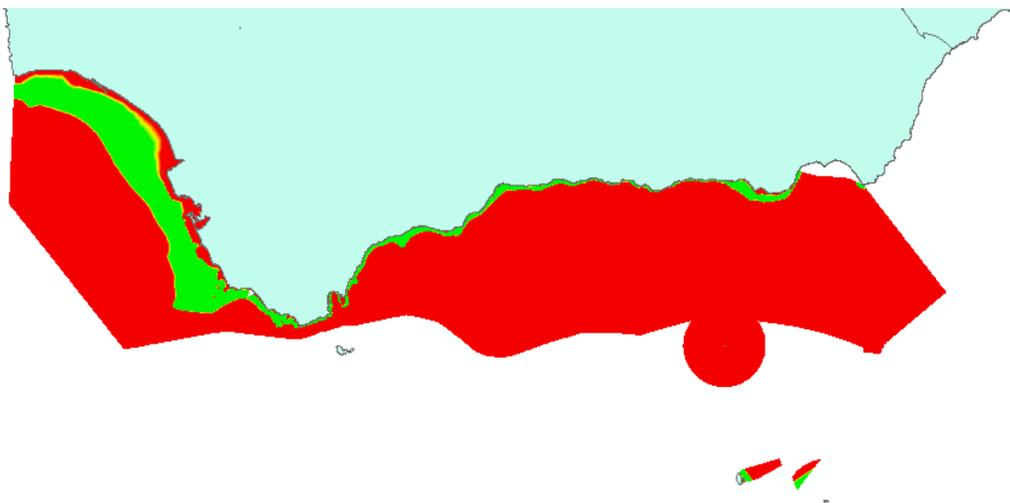


Ilustración 48: Resultado para el criterio "Profundidad"

7.1.2.3. Tamaño de ola significativa

Configurando la herramienta con un tamaño de ola máximo de 0,2 m. se obtiene el resultado de la Ilustración 49 en aproximadamente dos minutos.

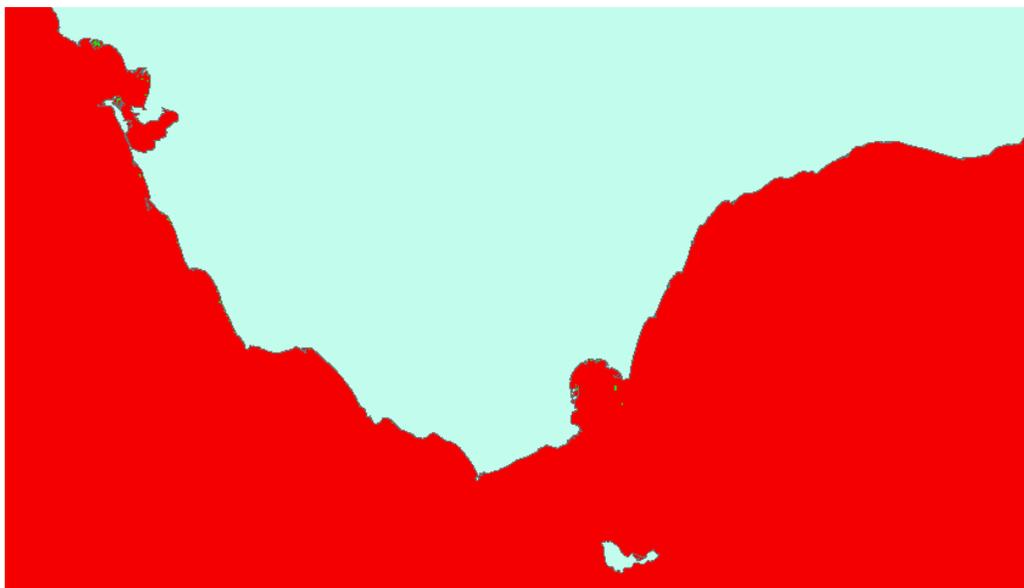


Ilustración 49: Resultado para el criterio "Altura de ola significativa"

7.1.2.4. Viabilidad de instalación en Zonas Restringidas para Uso Militar

Utilizando la herramienta se obtiene el resultado de la Ilustración 50 en aproximadamente 5 minutos.

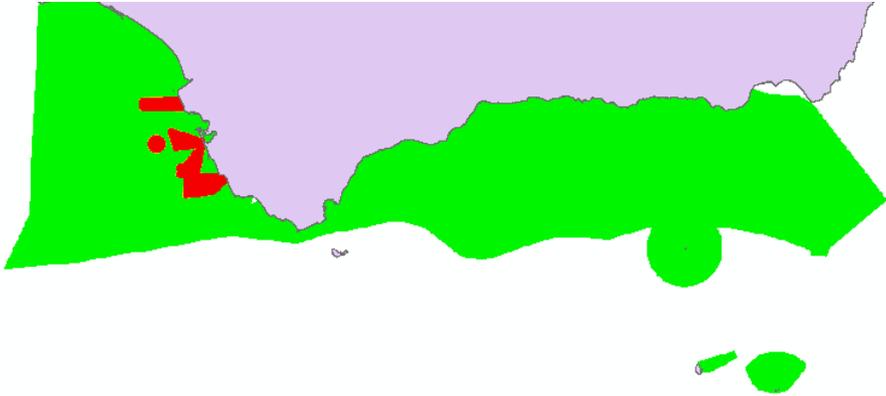


Ilustración 50: Resultado para el criterio "Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas para Uso Militar"

7.1.2.5. Recurso Energético (Oleaje)

Utilizando la herramienta configurada con un valor máximo de 0,3 kWh/m se obtiene el resultado de la Ilustración 51 en aproximadamente 5 minutos.

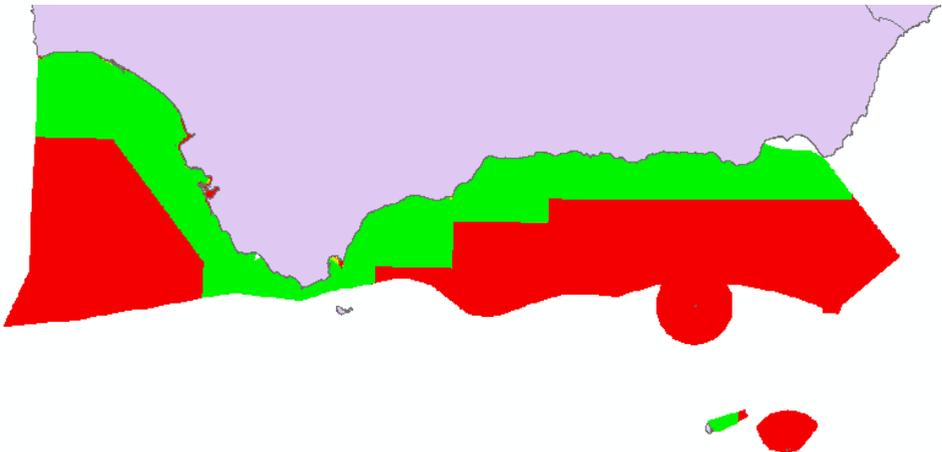


Ilustración 51: Resultado para el criterio "Recurso Energético (Oleaje)"

7.1.2.6. Resumen de las pruebas de criterios

Los resultados de las pruebas de criterios son correctos, resultando similares a los resultados ya conocidos en el trabajo de (González de la Mora, 2013).

7.1.3 Pruebas de combinación

7.1.3.1. Combinación “Distancia a la costa” y “Profundidad” con MÍNIMO

Se han combinado con la operación MÍNIMO los resultados del apartado 7.1.2.1 y 7.1.2.2, obteniendo el resultado de la Ilustración 52.



Ilustración 52: Resultado para MÍNIMO entre "Distancia a la costa" y "Profundidad"

7.1.3.2. Combinación “Reservas de la biosfera”, “Lugares de importancia comunitaria” y “Zonas de especial protección para las aves”

Se han combinado con la operación MLP los criterios “Reservas de la biosfera”, “Lugares de importancia comunitaria” y “Zonas de especial protección para las aves”, con sus operaciones difusas configuradas en subida lineal entre 1.000 y 4.000m., obteniendo el resultado de la Ilustración 53.

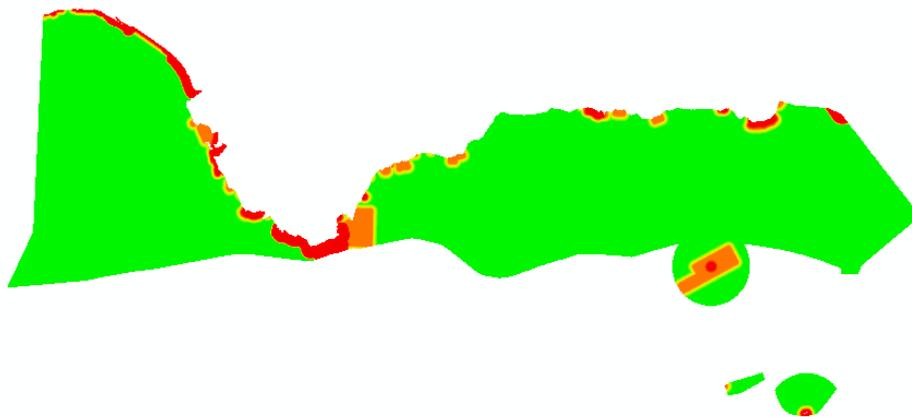


Ilustración 53: Resultado para MLP entre "Reservas de la biosfera", "Lugares de importancia comunitaria" y "Zonas de especial protección para las aves"

7.1.3.3. Combinación de varios criterios

Se han combinado mediante la operación MÍNIMO los siguientes criterios:

- Distancia a la costa (subida entre 8.000 y 9.000m. y bajada entre 20.000 y 25.000m.)
- Profundidad (subida entre -105 y -100m. y bajada entre -20 y -15m.)
- Máximo:
 - Altura de ola significativa (2'7m.)
 - Velocidad de corriente (1'7m/s)
- Mínimo de Viabilidad de Instalación en Zonas Restringidas:
 - Para uso militar (subida entre 1.000 y 2.000m.)
 - Cables eléctricos submarinos, emisarios y tuberías (subida entre 1.500 y 3.000m. y bajada entre 6.000 y 15.000m.)
 - Vertidos (subida entre 1.000 y 2.000m.)
 - Vertidos de material militar (subida entre 1.000 y 2.000m.)

Se obtiene el resultado que se muestra en la Ilustración 54

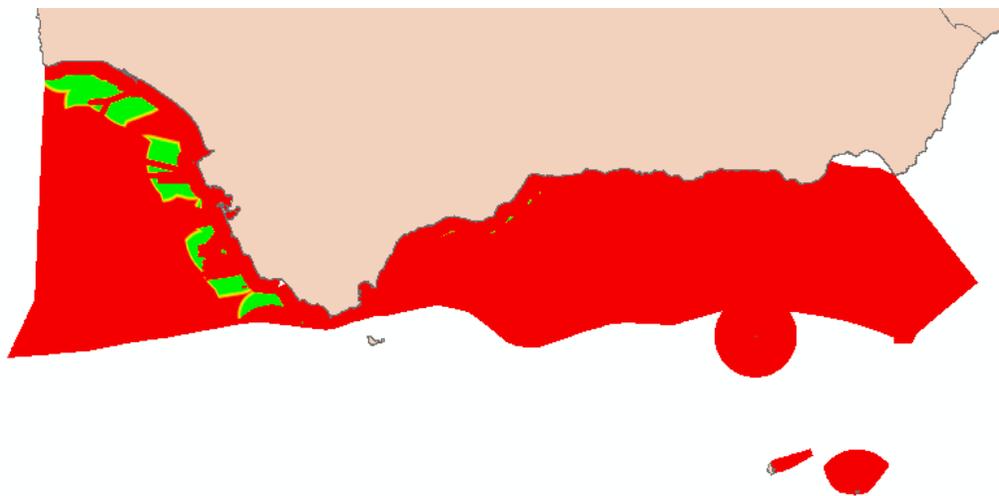


Ilustración 54: Resultado de combinación de múltiples criterios

7.1.3.4. Resumen de las pruebas de combinación

Los resultados de las pruebas de combinación son correctos, resultando similares a los resultados ya conocidos en el trabajo de (González de la Mora, 2013).

7.1.5 Pruebas de DSS

7.1.5.1. Criterios Físicos

Se han combinado los criterios físicos mediante los valores predeterminados, además de los siguientes parámetros:

- Altura de ola máxima: 1'2m.
- Corriente máxima admitida: 1'6m/s

Se han combinado mediante MLP, con los siguientes pesos:

- Profundidad: 2
- Distancia a la costa: 3

El resultado se puede observar en la Ilustración 55.

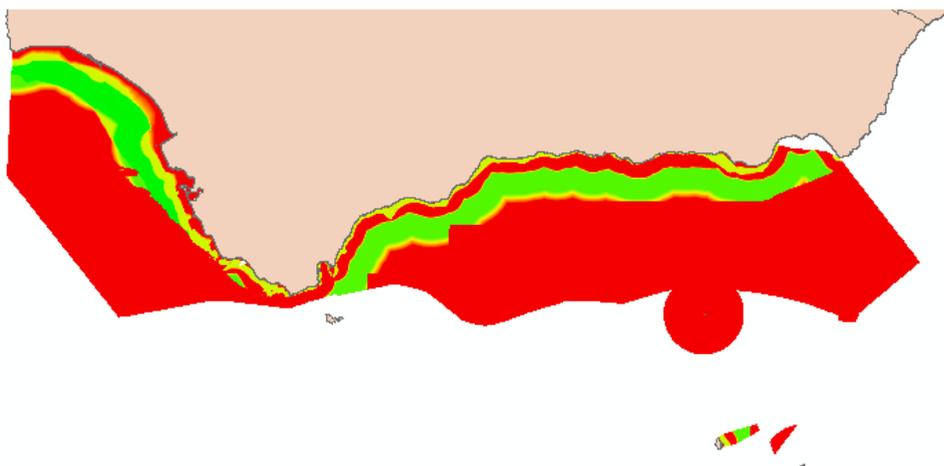


Ilustración 55: Prueba de herramienta de criterios físicos

7.1.5.2. Criterios Operacionales

Utilizando el ráster de criterios físicos generados en este mismo apartado, se utiliza la operación MÍNIMO para combinar todos los criterios operacionales.

El resultado se puede observar en la Ilustración 56

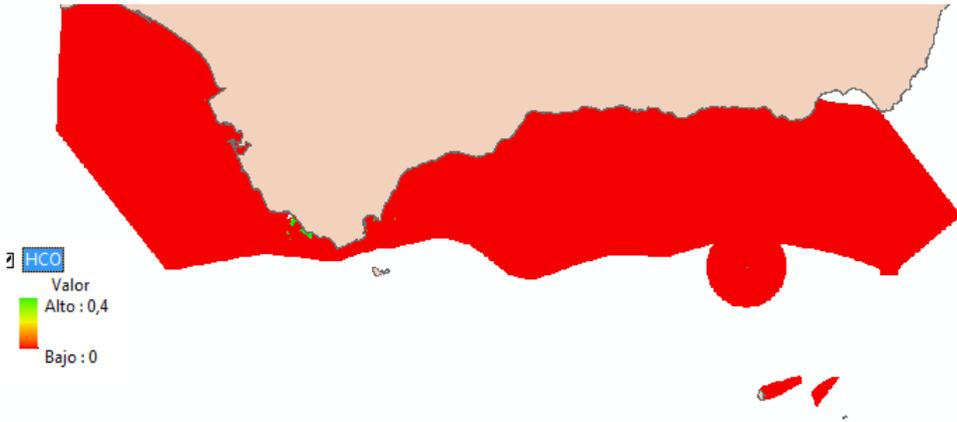


Ilustración 56: Prueba de herramienta de criterios operacionales

7.1.5.3. Criterios Medioambientales

Utilizando el ráster de criterios físicos generado en este mismo apartado, se combinan los criterios de “Biodiversidad y Áreas Protegidas” con la operación MÁXIMO y los criterios de “Recursos y Actividades Pesqueras” y “Dominio Público Marítimo-Terrestre” mediante MÍNIMO. El grupo completo de criterios también se combina con MÍNIMO.

El resultado obtenido se puede observar en la Ilustración 57.

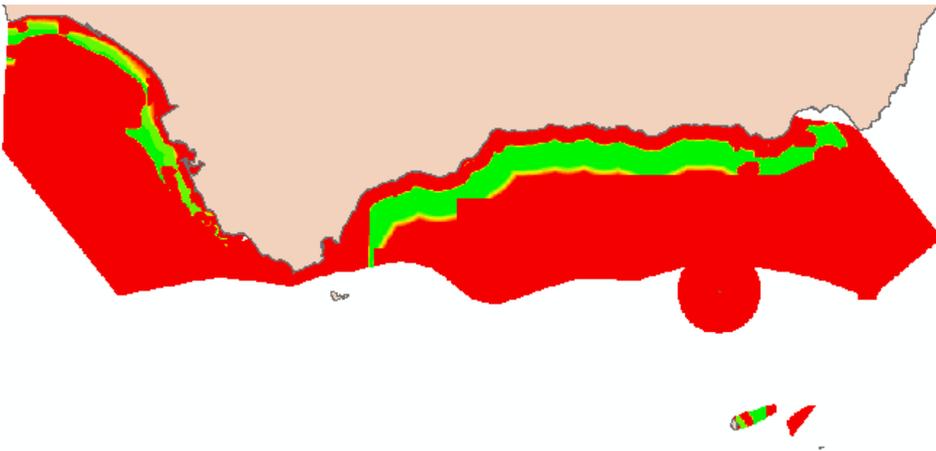


Ilustración 57: Prueba de herramienta de criterios medioambientales

7.1.5.4. Criterios de Recurso Energético

Para los criterios de recurso energético se utiliza un dispositivo de tipo 2, con un valor máximo de generación de 1'3, además del ráster de criterios físicos utilizado en este apartado.

El resultado se observa en la Ilustración 58.

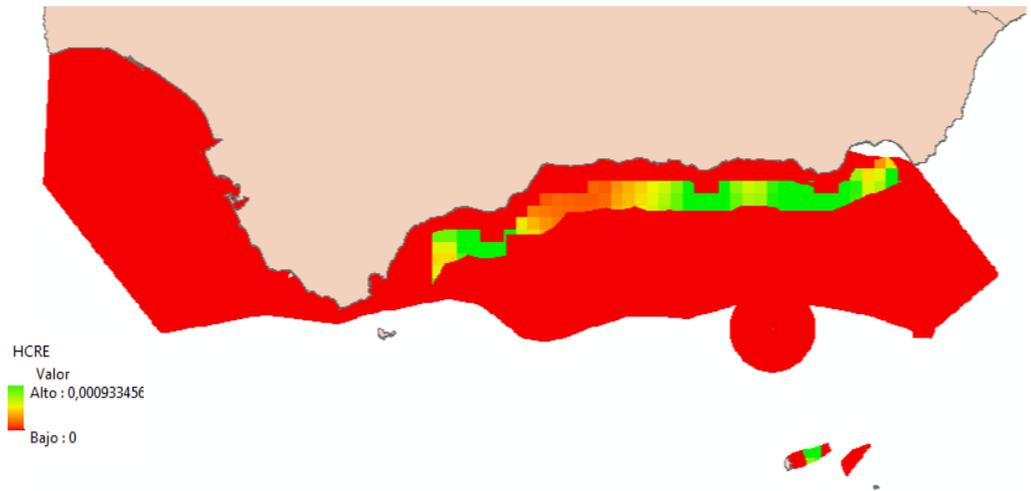


Ilustración 58: Prueba de herramienta de criterios de recurso energético

7.1.5.5. DSS

Para combinar los grupos de criterios en la herramienta DSS, se ha utilizado una operación MPO, con unos pesos de 0,5 para Criterios Medioambientales, 0,3 para Criterios de Recursos Energético y 0,2 para Criterios Operacionales. Los criterios de orden utilizados son todos 1/3.

El resultado se puede observar en la Ilustración 59.

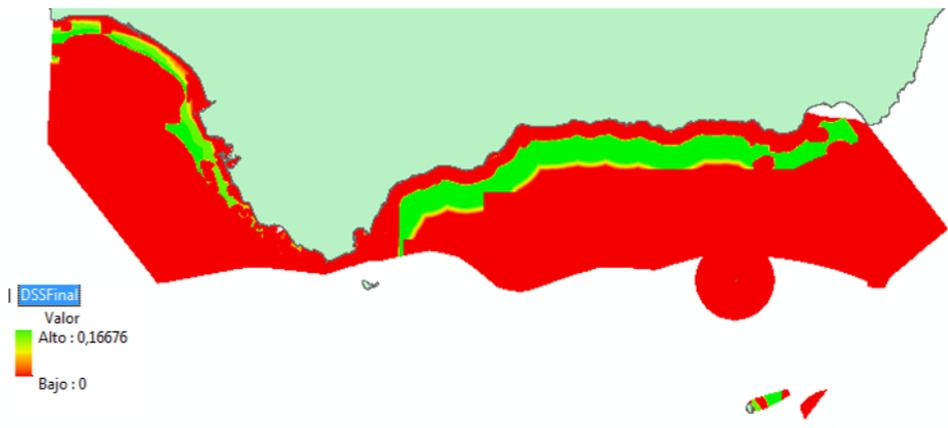


Ilustración 59: Prueba de herramienta DSS

MANUALES

8.1. DESPLIEGUE DE COMPONENTES

El DSS está compuesto por directorio con una caja de herramientas de ArcGIS, junto a los archivos *script* de Python necesarios, una geodatabase preparada para recoger los valores de salida de las herramientas y la base de datos de OceanLider. El conjunto está preparado para funcionar automáticamente desde la ubicación en la que se extraiga, únicamente cambiando las referencias a la caja de herramientas del trabajo en los *scripts* de combinación de criterios con MPO y lanzar interfaz. Para ello, se cambia con cualquier editor de texto la sentencia (situada al principio del código, justo después de la cabecera para importar otras bibliotecas):

```
arcpy.ImportToolbox("c://TFG//DSS-Herramientas.tbx",  
"Herramientas")
```

Modificando su valor a la ruta donde se encuentre la caja de herramientas. Es importante resaltar que la ruta ha de escribirse con barras dobles (“//”) o añadiendo “r” antes de las comillas (r“c://TFG/DSS-Herramientas.tbx”) para que sea que sea correctamente leída por el intérprete.

Tras este paso, basta con añadir la caja de herramientas a ArcMap y ejecutar “Fundamentales>Lanzar Interfaz” o ejecutar el *script* `DSS.py` para ejecutar el DSS.

8.2. PASOS PREVIOS ANTES DE LANZAR EL WIZARD

Como ya se ha explicado, se ha incluido un wizard en Python para facilitar la interacción con las herramientas. Es preciso conocer que antes de ejecutarlo es necesario realizar unos pasos previos para garantizar los resultados esperados.

La configuración específica de cada criterio (normalmente la/s distancia/s para la/s operación/es difusa/s y/o valor de idoneidad) se lleva a cabo en la herramienta de dicho criterio, no pudiendo realizarse en ningún otro lugar. Dicha configuración tiene que estar comprobada antes de lanzar la herramienta.

Así mismo, la capa de escenario a utilizar será “escenario.lyr”, situada en el directorio principal del trabajo. Dicha capa también tiene que ser revisada antes del lanzamiento de la herramienta para comprobar un resultado correcto (alguna de las entidades de dicha capa tiene que colisionar con alguna de las entidades de la capa Dominio de las Demarcaciones Marinas en la península ibérica, “DDMM_P.shp”). De otra forma no se garantizan la corrección de la salida.

8.3. UTILIZACIÓN DEL DSS

Una vez lanzada la interfaz del DSS, se abrirá un *wizard* que una vez completado, ejecutará las herramientas seleccionadas en el DSS con los parámetros oportunos. En caso de lanzarse desde ArcGIS, además de las etapas del *wizard*, se añade la pantalla de lanzamiento de herramienta de ArcGIS. En esta ventana se le pedirá al usuario el tamaño de celda deseado y la geodatabase donde se almacenarán los resultados. El usuario ha de aceptar para continuar con la ejecución.

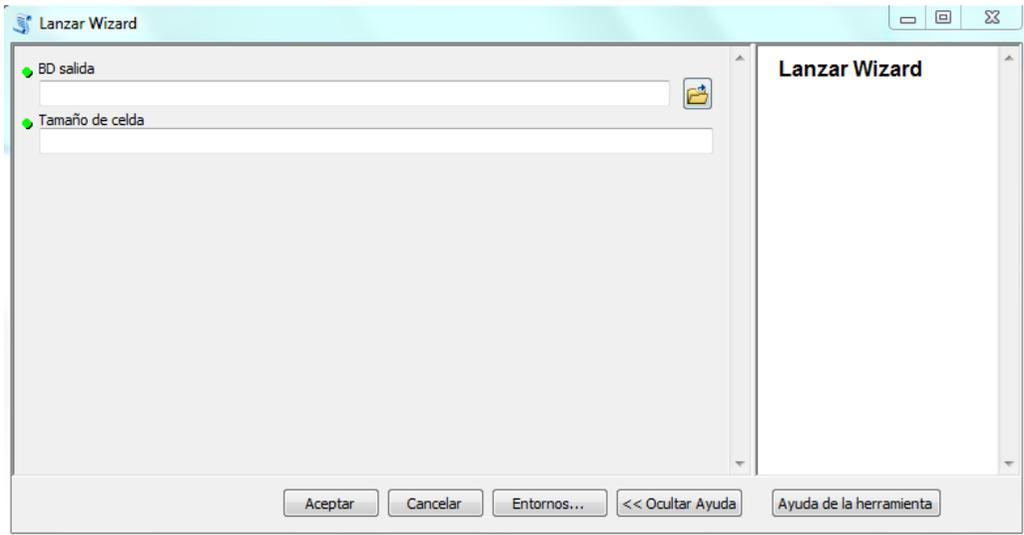


Ilustración 60: Pantalla de lanzamiento de herramienta de ArcGIS tras ejecutar el DSS desde la herramienta correspondiente

Desde este momento, los pasos son idénticos cualquiera sea el modo de ejecución de la herramienta. En caso de haber lanzado la aplicación fuera del entorno de ArcGIS, el tamaño de celda y la geodatabase de salida tomarán valores por defecto indicados en el *script*.

Todas las etapas son similares, de forma que en la parte superior de la ventana hay que seleccionar una opción entre todas las posibles, y en la parte inferior, introducir algún parámetro numérico. Todas las etapas han de completarse.

La primera ventana a completar es la de selección de dispositivo, en la cual es necesario elegir el tipo de dispositivo para el que se va a calcular la ubicación óptima, además de dos parámetros numéricos, la máxima corriente admitida por dicho dispositivo, y la máxima altura de ola admitida por dicho dispositivo.

7% Wizard: Dispositivo (1/11)

Dispositivo

Seleccione el tipo de dispositivo:

- Dispositivo Tipo Corrientes - Apoyado
- Dispositivo Tipo Corrientes - Fondeado
- Dispositivo Tipo Oleaje - Apoyado
- Dispositivo Tipo Oleaje - Fondeado

Seleccione los valores máximos admitidos para el dispositivo:

Corriente.

Altura de ola.

Cancel < Prev. Help Next >

Ilustración 61: Ventana de selección de dispositivo

Tras esta ventana, todas las demás siguen un mismo patrón. En la parte superior se escoge el método de combinación multicriterio y en la parte inferior se introducen los pesos para cada uno de los criterios implicados. No hay normas sobre el valor de los pesos, puesto que la aplicación se encarga de normalizarlos. Los pesos sólo son tenidos en cuenta si el método escogido es Media Lineal Ponderada o Media Ponderada Ordenada, pero no se pueden dejar en blanco ni marcar todos los pesos con valor 0 o por el contrario la herramienta devolverá error.

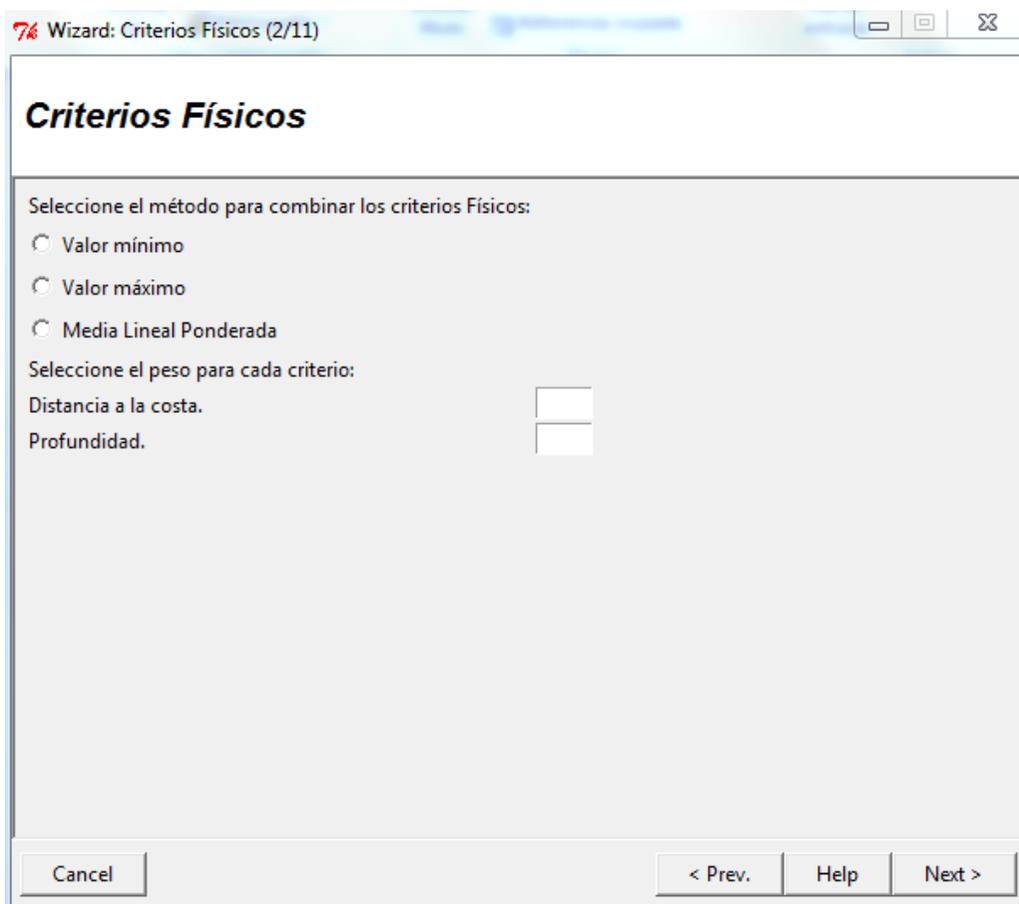


Ilustración 62: Ventana de combinación de criterios físicos

El *wizard* completo comprende 11 etapas, y una vez finalizadas, inmediatamente se ejecuta el DSS con los parámetros seleccionados. Lanzar el DSS conlleva ejecutar un conjunto amplio de operaciones de geoprocésamiento, que consumirán más tiempo cuanto más precisión (tamaño de celda) se requiera. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta que la ejecución completa de la herramienta puede consumir varias horas.

76 Wizard: Módulos (3/11)

Módulos

Seleccione el método para combinar los módulos de criterios:

Valor mínimo

Valor máximo

Media Ponderada Ordenada

Seleccione el peso para cada criterio:

Criterios Operacionales.

Criterios de Recurso Energético.

Criterios Medioambientales.

Introduzca los pesos de orden:

Peso de orden 1.

Peso de orden 2.

Peso de orden 3.

Cancel

Ilustración 63: Ventana de combinación de módulos del DSS

Cuando se ejecuta desde ArcGIS como herramienta, hay que tener en cuenta que se abrirá una pequeña ventana de progreso de ejecución de la herramienta, que aporta información al respecto del estado actual de la ejecución.

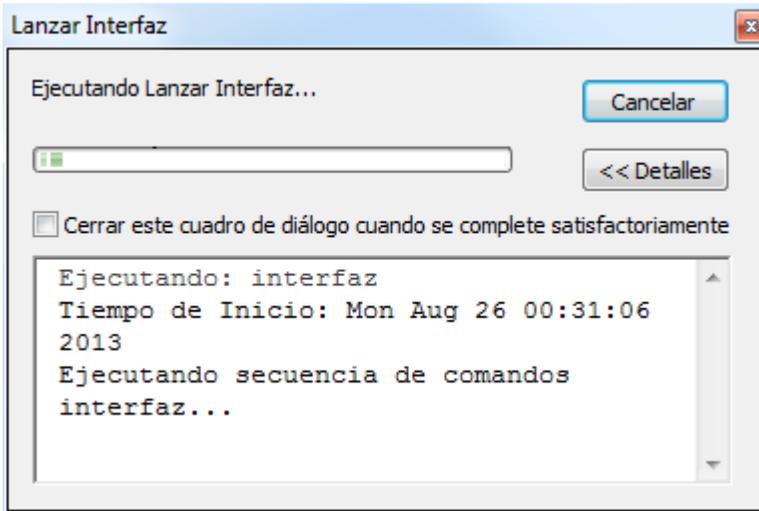


Ilustración 64: Ventana de estado de ejecución de herramienta de ArcGIS

Al finalizar, el resultado de la ejecución queda guardado en la geodatabase seleccionada con el nombre “DSSFinal”. Cargar dicha capa en ArcGIS muestra un resultado como el de la Ilustración 65, por lo que se recomienda cambiar las propiedades de la capa con la intención de conseguir una mejor visualización de los resultados.



Ilustración 65: Ejemplo de resultado de ejecución de DSS

CONCLUSIONES

9.1. RESUMEN Y VALORACIONES

Se ha finalizado el proceso de construcción de un DSS en la plataforma ArcGIS dentro del proyecto OceanLider, cumpliendo los objetivos planteados durante la memoria.

Para la realización de este trabajo hubo que recorrer varias etapas: familiarizarse con las tecnologías involucradas, conocer el proyecto OceanLider, combinar el trabajo con el de otros compañeros y, finalmente, construir el sistema objetivo.

El objetivo principal consistía en replicar un sistema ya conocido, y adaptarlo al sistema objetivo. Por ello, gran parte del proceso de análisis y diseño ya estaba definido.

El hecho de tener que familiarizarse con un entorno nuevo ha conllevado un proceso de búsqueda de fuentes y selección de documentación interesante para conocer tanto el sistema como el proyecto OceanLider.

Junto a eso, se ha tenido que realizar un proceso de evaluación de las capacidades de los sistemas utilizados con vistas a un posible uso futuro dentro del proyecto OceanLider.

Por esos motivos, este trabajo se sale del marco tradicional de desarrollo de una aplicación concreta, y busca además la consecución de otros objetivos específicos.

9.2. CONCLUSIONES SOBRE EL TRABAJO REALIZADO

Se ha construido con éxito el sistema objetivo, y a partir de este trabajo se pueden haber obtenido las siguientes conclusiones:

ArcGIS ofrece tanto la posibilidad de crear herramientas de geoprocésamiento personalizadas como de utilizar las APIs de ArcGIS para desarrollar aplicaciones específicas. La recomendación es utilizar la primera opción siempre que sea posible debido a que ArcGIS facilita opciones para facilitar el desarrollo de herramientas de geoprocésamiento, así como interfaces de entrada y salida de datos, y una documentación extensa, con lo que el trabajo a realizar resulta menor y más sencillo que el desarrollo de una aplicación completa. Además, no se puede olvidar que el precio de la licencia que permite el uso de las APIs de ArcGIS es mayor.

La eficiencia es muy importante en sistemas de estas características, puesto que un pequeño porcentaje de mejora puede conllevar minutos u horas de ejecución ahorrados. Es por ello que se recomienda utilizar las herramientas adecuadas en lugar de lanzar el sistema completo, que completa todos los criterios sin distinción. Además, es muy importante introducir valores adecuados precisión y extensión de la zona a estudiar porque son los principales factores que aumentan el tiempo de procesamiento dramáticamente.

La construcción del DSS mediante herramientas de geoprocésamiento presenta la ventaja de resultar más versátil que la opción de escribir una aplicación, pudiendo ejecutar componentes por separado y modificar de forma muy sencilla los componentes del mismo.

Añadir también que la versión utilizada del software en este trabajo (10.0) resultaba algo inestable, pudiendo perderse el trabajo realizado de forma no deseada debido a un cierre inesperado de la aplicación, con lo cual resulta de vital importancia guardar el trabajo cada cierto tiempo, además de en toda ocasión antes de lanzar una herramienta de geoprocésamiento.

Por último, cabe indicar que la ejecución de herramientas de geoprocésamiento de gran tamaño (como las desarrolladas en el presente trabajo) consume durante un tiempo a considerar parte importante de los recursos del ordenador que lo ejecuta. Es por ello que se recomienda lanzar dichas herramientas en periodos de baja actividad. Cabe destacar que existe la opción de utilizar una versión de ArcGIS basada en la ejecución de herramientas de geoprocésamiento en un servidor externo a la máquina del usuario, que es probable resulte una opción más adecuada. No se ha podido comprobar porque no se disponía de dicha versión.

BIBLIOGRAFÍA

- Boroushaki, S., & Malczewski, J. (2008). *Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS*.
- Carver, S. J. (1991). *Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems*.
- Carver, S., & Openshaw, S. (1996). *Using GIS to Explore the Technical and Social Aspects of Site Selection for Radioactive Waste Disposal Facilities*.
- Cyert, R. M., & March, J. G. (1963). *A Behavioral Theory of the Firm*. Wiley.
- DLSR. (s.f.). *History of GIS*. Recuperado el 2013 de 08 de 29, de Geographic Information System: <http://dlsr.com.au/2012/06/gis-geographical-information-system/>
- Eastman, J. R., & Warren, S. M. (2011). *Idrisi: A Collective Geographic Analysis System Project*.
- Eastman, J. R., Toledano, J., Jin, W., & Kyem, P. A. (1988). *Participatory Multi-Objective Decision-Making in GIS*.
- Esri. (s.f.). *ArcGIS Resource Center*. Recuperado el 29 de 08 de 2013, de Desktop Help 10.0: <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#na/00r90000001n000000/>
- González de la Mora, E. (2013). *Herramienta Web configurable para el apoyo a la toma de decisión usando GRASS y JSP*.
- Goodchild, M. F. (1990). *GIS and Basic Research: The National Center for Geographic Information and Analysis*.
- Han, K. (2005). *Developing a GIS-based Decision Support System for Transportation System Planning*.
- Institute for Environmental Studies. (s.f.). *DEFINITE - a DSS for a finite set of alternatives*. Recuperado el 29 de 08 de 2013, de Institute for Environmental Studies: <http://www.ivm.vu.nl/en/projects/Projects/spatial-analysis/DEFINITE/index.asp>
- Keen, P. G., & Morton, M. S. (1978). *Decision Support Systems*. Addison-Wesley Pub. Co.
- Keenan, P. (1996). *Using a GIS as a DSS Generator*.
- Ministerios de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino e Industria, Turismo y Comercio. (2009). *Estudio Estratégico Ambiental del litoral español para la instalación de parques eólicos marinos*.

- National Geographic Education. (s.f.). *GIS (geographic information system)*. Recuperado el 15 de Agosto de 2013, de National Geographic Education: http://education.nationalgeographic.com/education/encyclopedia/geographic-information-system-gis/?ar_a=1
- NetSyMoD. (s.f.). *mDSS Website*. Recuperado el 29 de 08 de 2013, de NetSyMoD: <http://www.netsymod.eu/mdss/>
- Ozturk, D., & Batuk, F. (2011). Implementation of GIS-Based Multicriteria Decision Analysis with VB in ArcGIS. *International Journal of Information Technology & Decision Making*.
- Python TM. (s.f.). *Python Programming Language - Official Website*. Recuperado el 25 de 08 de 2013, de <http://www.python.org/>
- Rinner, C. (2003). *Teaching Spatial Decision Analysis with Idrisi Online*.
- Rinner, C., & Malczewski, J. (2002). *Web-Enabled Spatial Decision Analysis Using Ordered Weighted Averaging (OWA)*.
- Rubio Álvarez, D. (2013). *Estudio comparativo de herramientas SIG y SGBD espaciales*.
- Shim, J. P., Wakentin, M., Courtney, J. F., Power, D. J., Sharda, R., & Carlsson, C. (2002). *Past, present, and future of decision support technology*.
- Simon, H. A. (1955). *A Behavioral Model of Rational Choice*.
- University of Tennessee, Knoxville. (s.f.). *Spatial Analysis and Decision Assistance (SADA) Software Home Page*. Recuperado el 29 de 08 de 2013, de <http://www.sadaproject.net/>
- Viavattene, C., Scholes, L., Revitt, D. M., & Ellis, J. B. (2008). *A GIS based decision support system for the implementation of Stormwater Best Management Practices*.

AMPLIACIÓN DE HERRAMIENTAS CONSTRUIDAS

A.1. HERRAMIENTAS ADICIONALES DE CRITERIO FÍSICO

- **Distancia a la costa**

Herramienta encargada de crear una capa ráster para el criterio Distancia a la costa (Ilustración 66).

El proceso consiste en aplicar una operación difusa doble sobre la capa de líneas de costa para obtener un ráster con las zonas de distancia a la costa válidas.

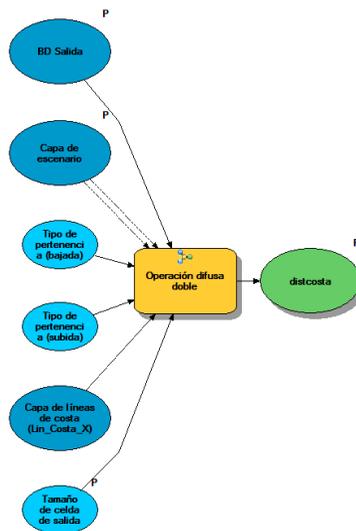


Ilustración 66: Modelo de herramienta "Distancia a la costa"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - distcosta: capa ráster generada para el criterio.

A.2. HERRAMIENTAS ADICIONALES DE CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES

Todas las herramientas de criterio medioambiental tienen la misma estructura, se encargan de crear la capa ráster para el criterio correspondiente.

El proceso consiste generar el ráster de criterio a partir de la capa de entidades de entrada mediante una operación difusa, y posteriormente (en la mayoría de los casos) ajustarlo a un valor de idoneidad dado.

En algunos casos, hay dos capas de entidades de entrada (una de entidades puntuales y otra de formas de entidades). En esos casos se aplica una operación de zona de influencia en la capa puntual y se fusiona con la capa de formas. Posteriormente se aplica el proceso descrito en el párrafo anterior.

- **Biodiversidad (Rutas migratorias de los cetáceos)**

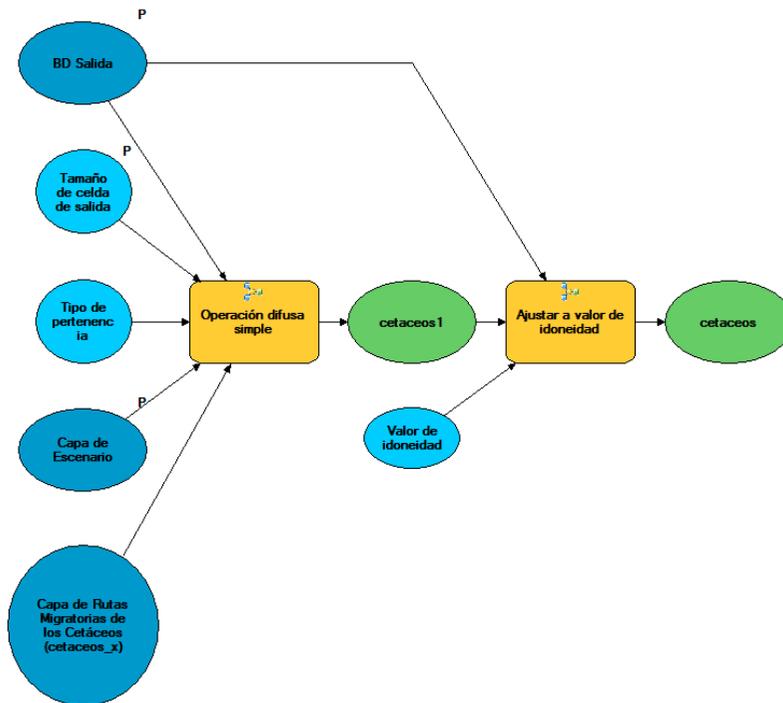


Ilustración 67: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Rutas migratorias de los cetáceos)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - cetaceos: capa ráster generada para el criterio.

- **Biodiversidad (Zonas Propuestas para realizar el Inventario de la Biodiversidad Marina)**

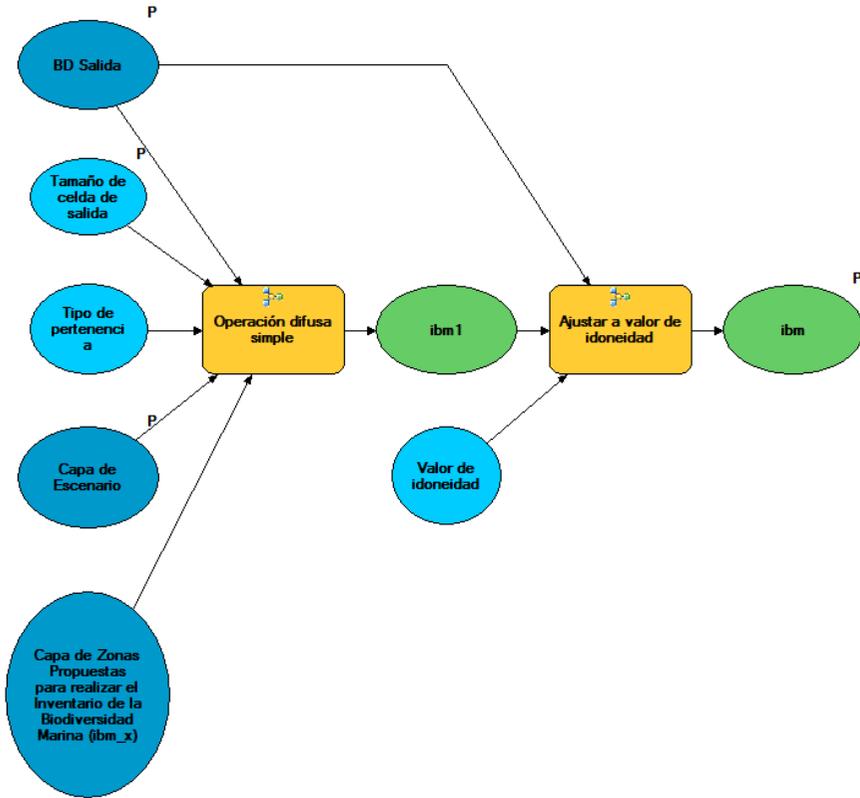


Ilustración 68: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Zonas Propuestas para realizar el Inventario de la Biodiversidad Marina)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - ibm: capa ráster generada para el criterio.

- **Biodiversidad (Áreas de Interés para la Conservación de los Cetáceos)**

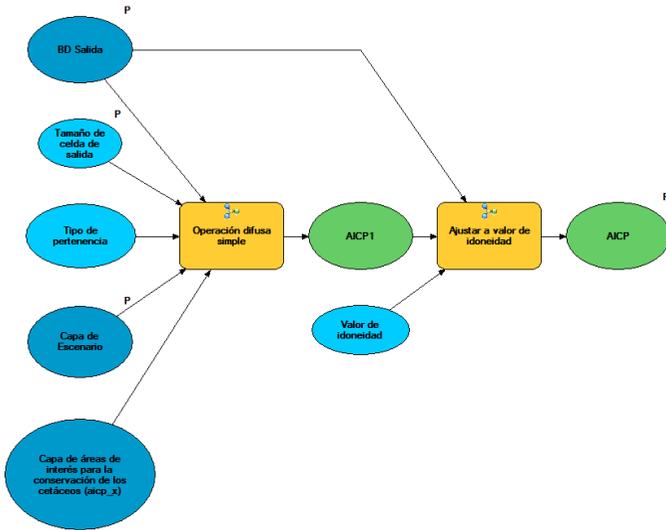


Ilustración 69: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Áreas de Interés para la Conservación de los Cetáceos)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - AICP: capa ráster generada para el criterio.

• **Biodiversidad (Áreas Importantes para las Aves Marinas)**

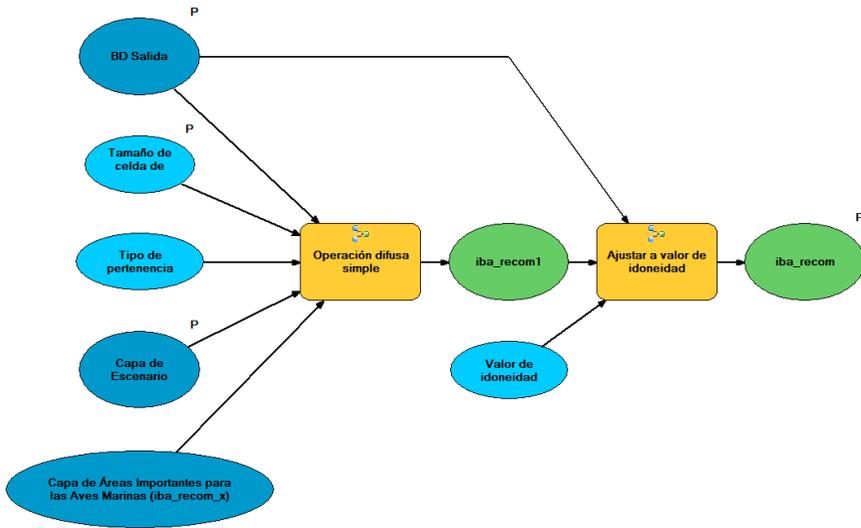


Ilustración 70: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Áreas Importantes para las Aves Marinas)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - Iba_recom: capa ráster generada para el criterio.

- **Biodiversidad (Áreas Compatibles con la figura de Parque Nacional)**

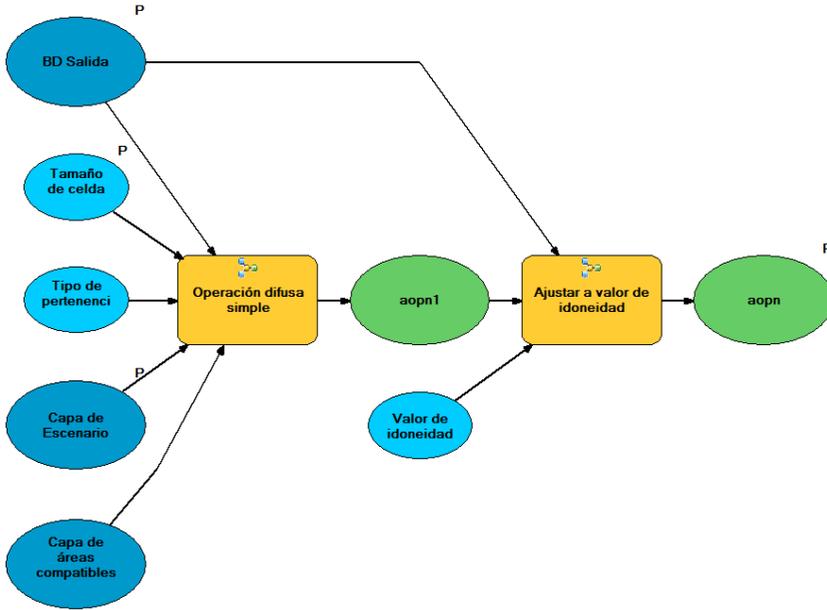


Ilustración 71: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Áreas Compatibles con la figura de Parque Nacional)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - aopn: capa ráster generada para el criterio.

- **Biodiversidad (Áreas Importantes para las Aves)**

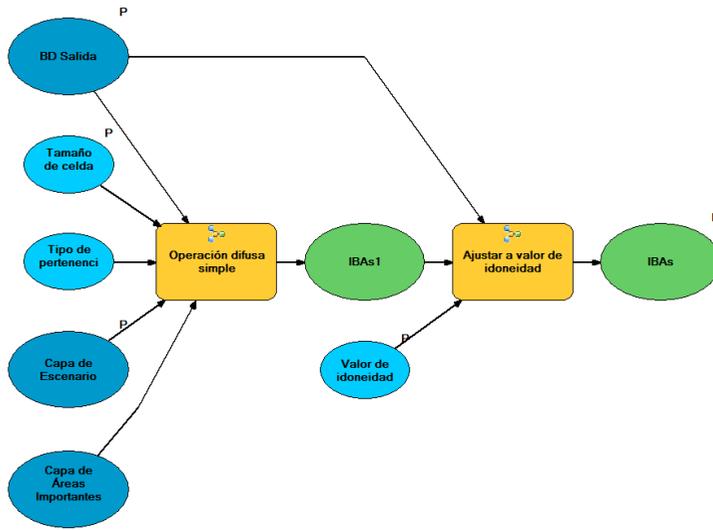


Ilustración 72: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Áreas Importantes para las Aves)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - IBAs: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Lugares de Importancia Comunitaria)**

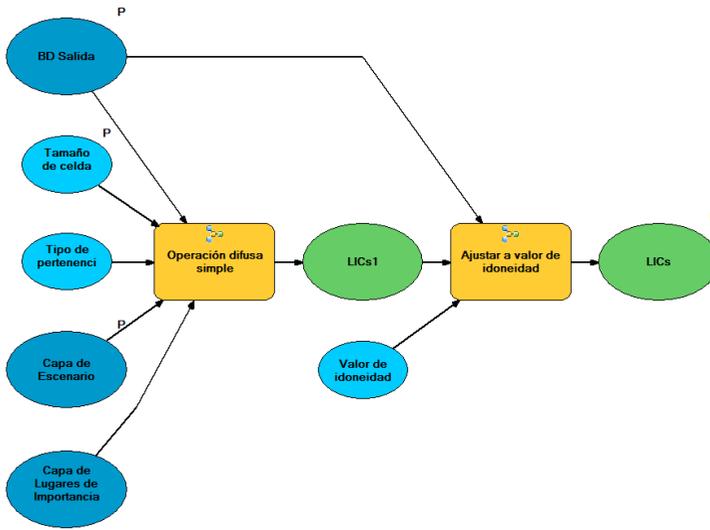


Ilustración 73: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Lugares de Importancia Comunitaria)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - LICs: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Parques Nacionales)**

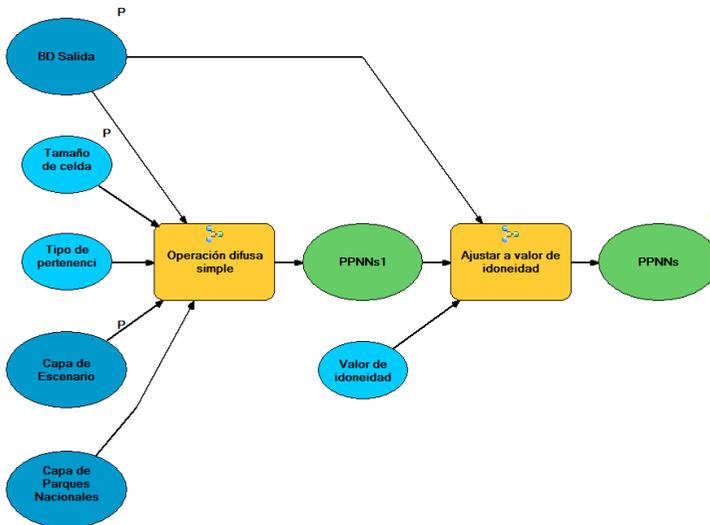


Ilustración 74: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Parques Nacionales)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - PPNNs: capa ráster generada para el criterio.

• **Espacio Protegido (Red de Áreas Marinas Protegidas del Convenio OSPAR)**

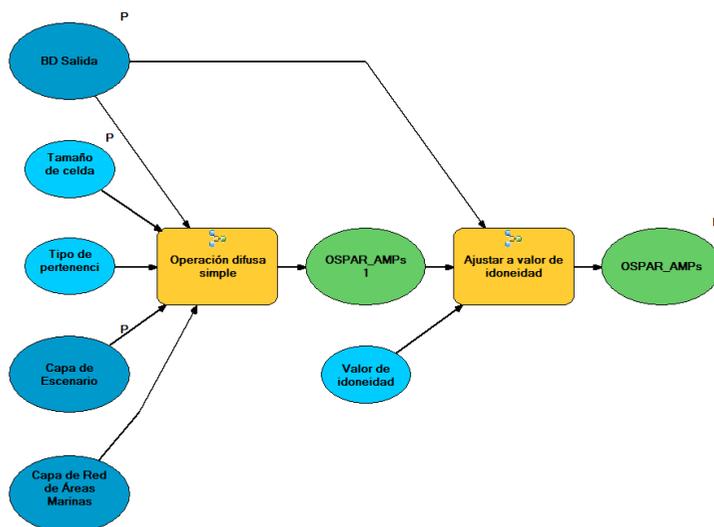


Ilustración 75: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Red de Áreas Marinas Protegidas del Convenio OSPAR)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - OSPAR_AMPs: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Sitios reconocidos con el Diploma Europeo de Calidad de Espacios Protegidos)**

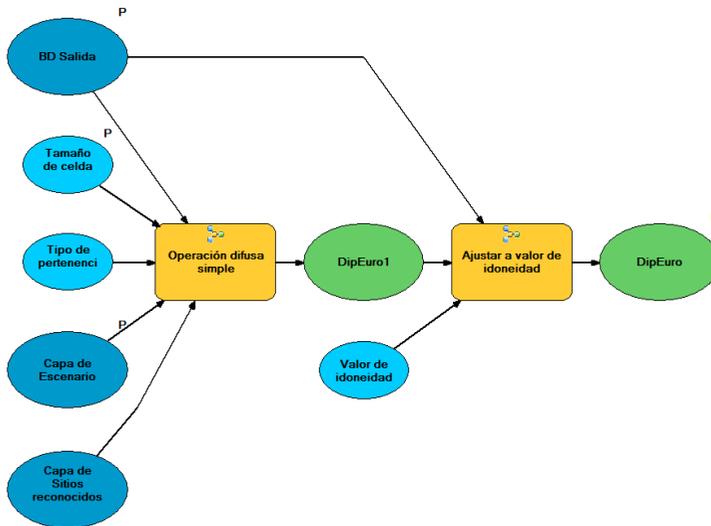


Ilustración 76: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Sitios reconocidos con el Diploma Europeo de Calidad de Espacios Protegidos)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - DipEuro: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Zonas de Especial Protección para las Aves)**

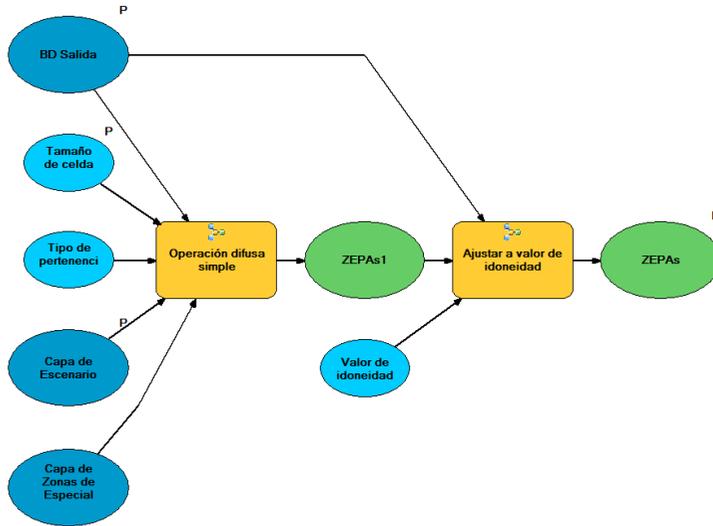


Ilustración 77: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Zonas de Especial Protección para las Aves)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - ZEPAs: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Biotopos protegidos)**

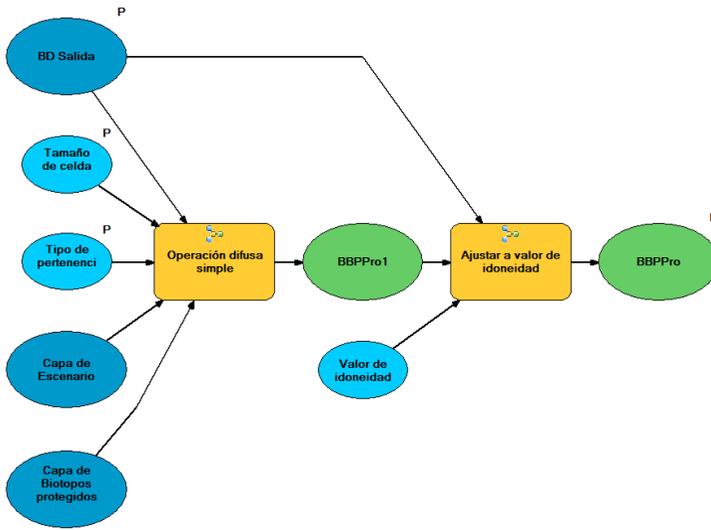


Ilustración 78: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Biotopos protegidos)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - BBPPro: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Geoparques)**

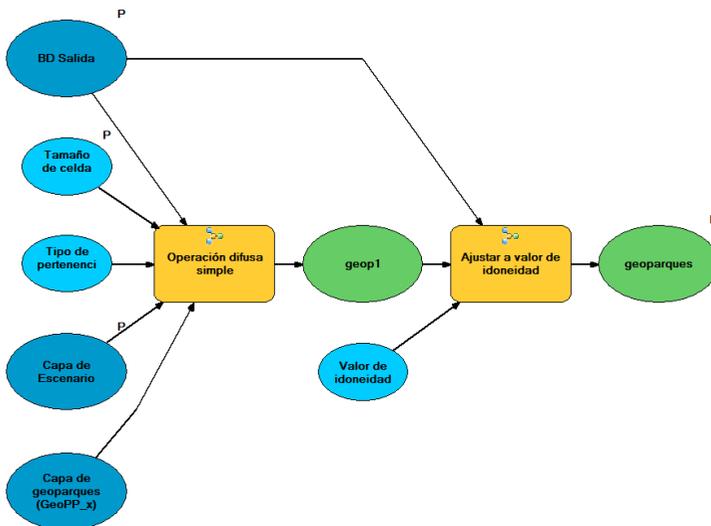


Ilustración 79: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Geoparques)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - geoparques: capa ráster generada para el criterio.

● **Espacio Protegido (Microrreservas)**

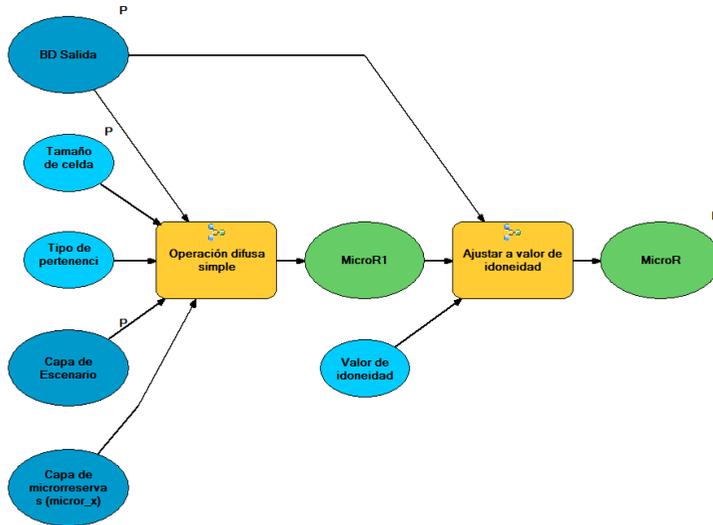


Ilustración 80: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Microrreservas)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - MicroR: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Monumentos Naturales)**

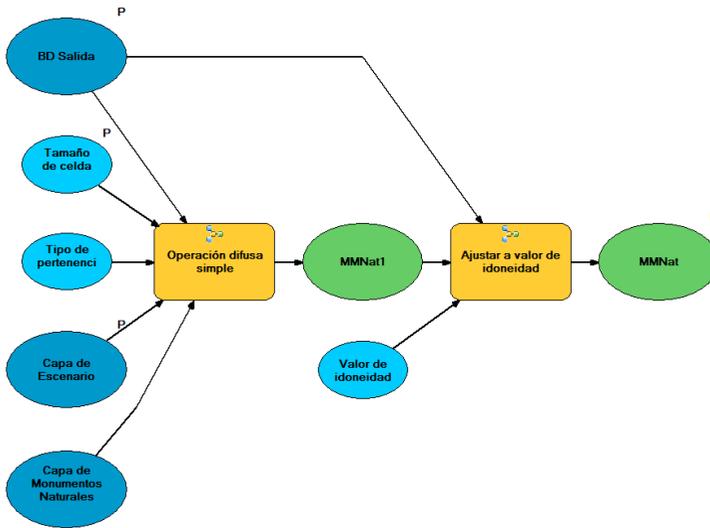


Ilustración 81: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Monumentos Naturales)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - MMNat: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Parajes Naturales)**

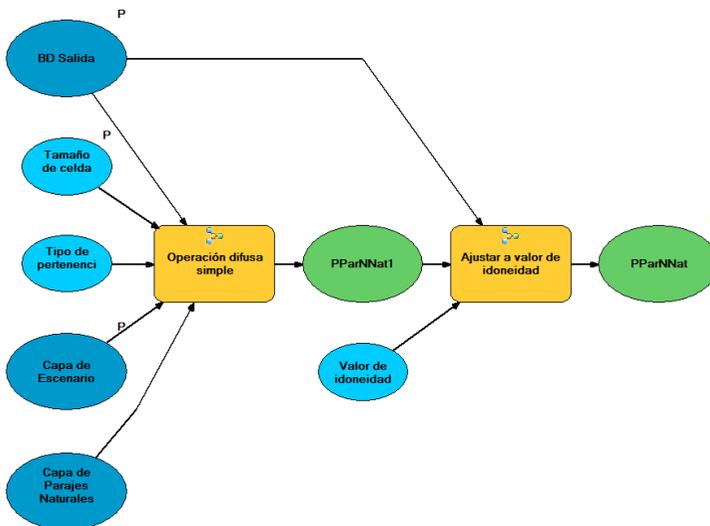


Ilustración 82: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Parajes Naturales)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - PParNNat: capa ráster generada para el criterio.

● **Espacio Protegido (Parques Naturales)**

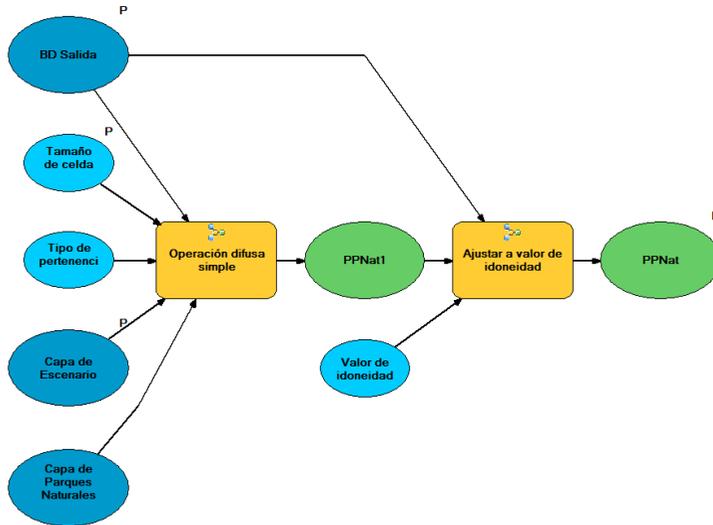


Ilustración 83: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Parques Naturales)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - PPNat: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Patrimonio de la Humanidad)**

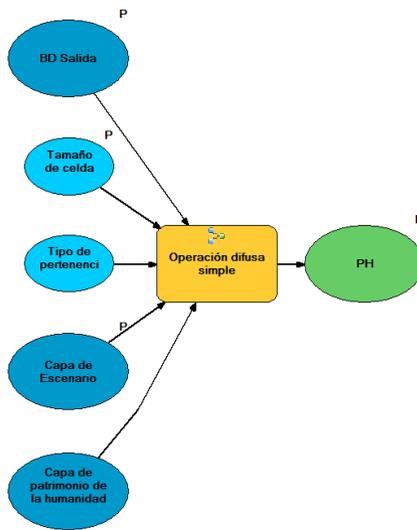


Ilustración 84: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Patrimonio de la Humanidad)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - PH: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Reservas con Ley de Protección Propia)**

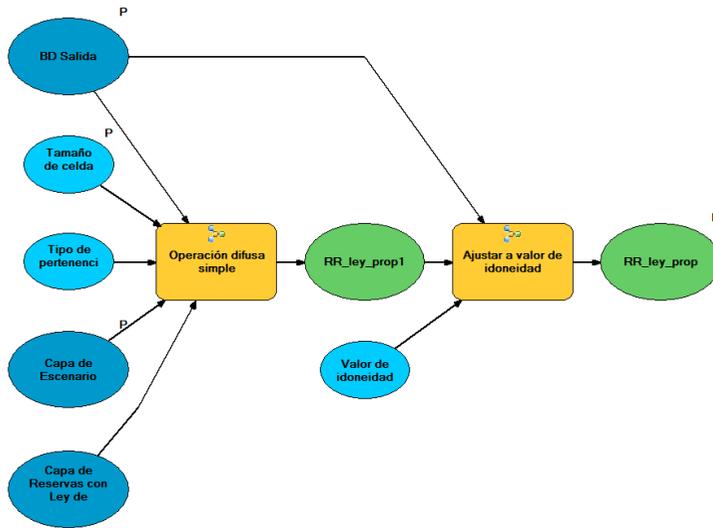


Ilustración 85: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Reservas con Ley de Protección Propia)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - RR_ley_prop: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Reservas de la Biosfera)**

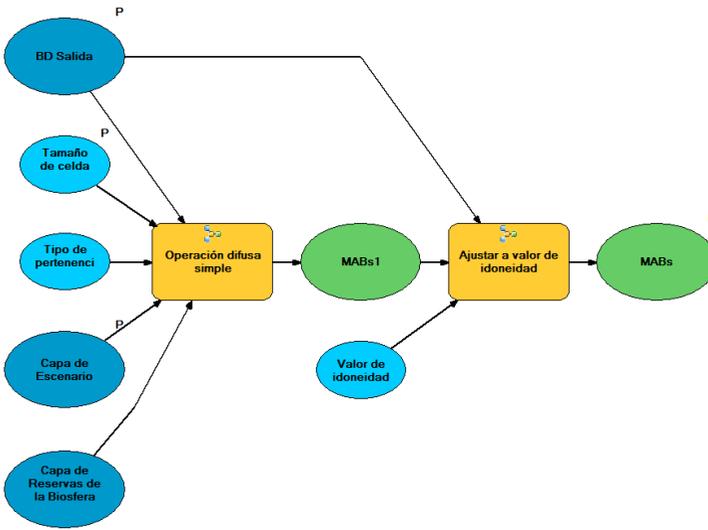


Ilustración 86: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Reservas de la Biosfera)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - MABs: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Reservas Naturales)**

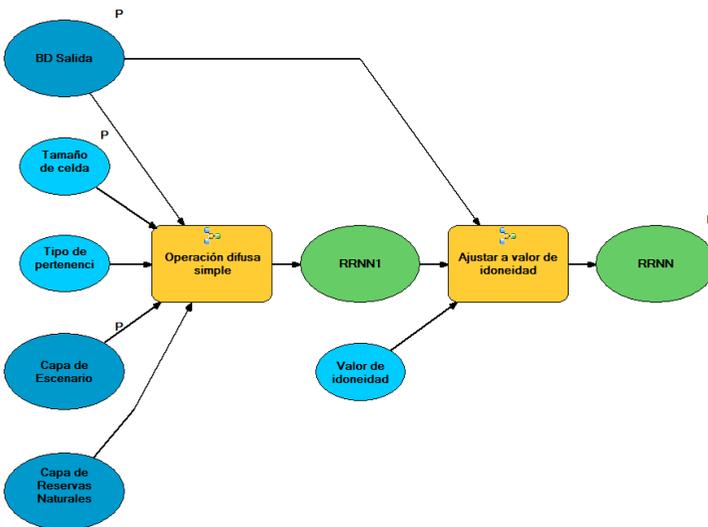


Ilustración 87: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Reservas Naturales)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - RRNN: capa ráster generada para el criterio.

• **Espacio Protegido (Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales)**

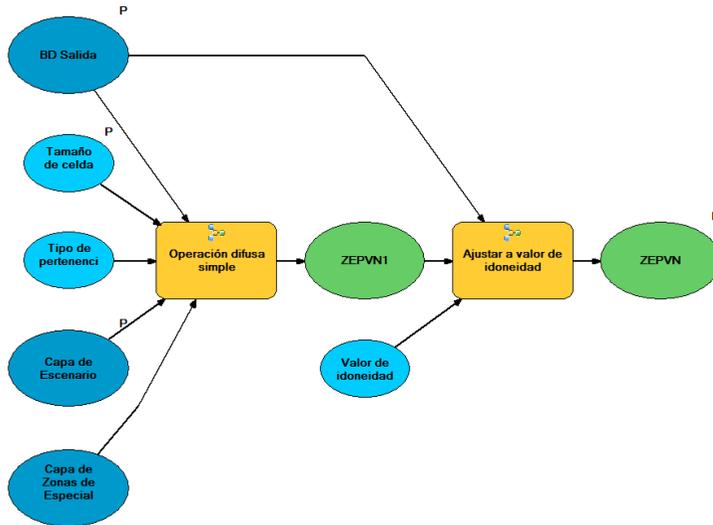


Ilustración 88: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - ZEPVN: capa ráster generada para el criterio.

- **Espacio Protegido (Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo)**

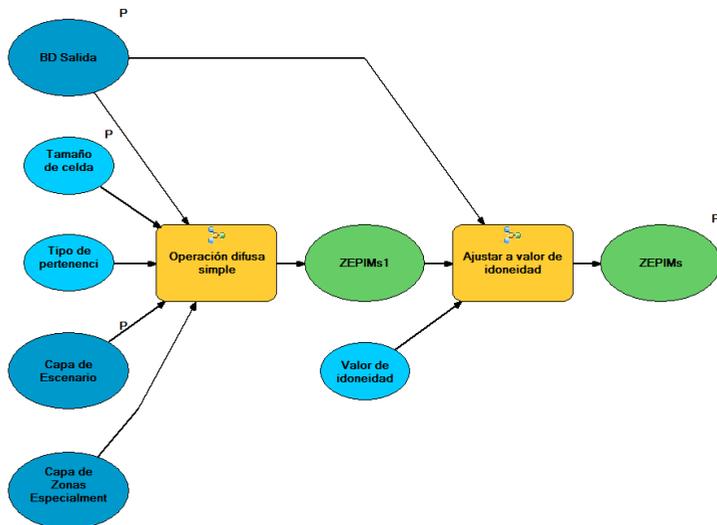


Ilustración 89: Modelo de herramienta "Espacio Protegido (Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - ZEPIMs: capa ráster generada para el criterio.

- **Biodiversidad (Zonas Marinas Especialmente Sensibles)**

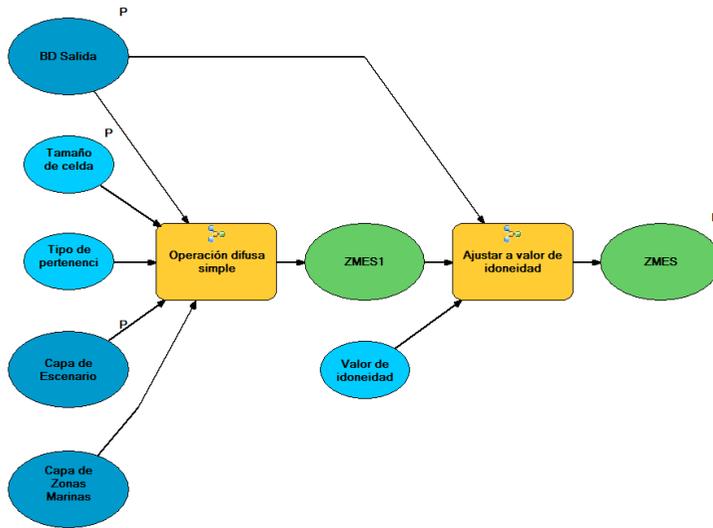


Ilustración 90: Modelo de herramienta "Biodiversidad (Zonas Marinas Especialmente Sensibles)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - ZMES: capa ráster generada para el criterio.

- **Usos Pesqueros (Arrecifes)**

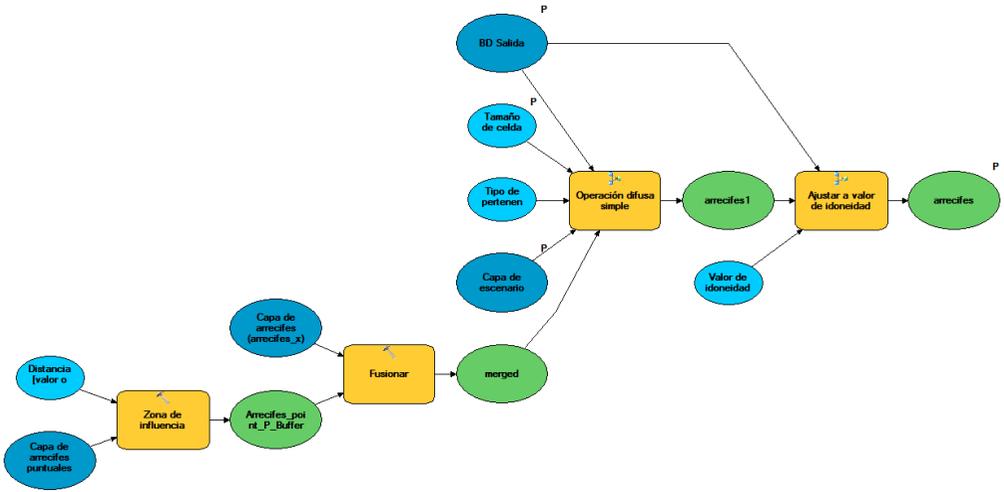


Ilustración 91: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Arrecifes)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - arrecifes: capa ráster generada para el criterio.

- **Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para el vertido de material de dragado**

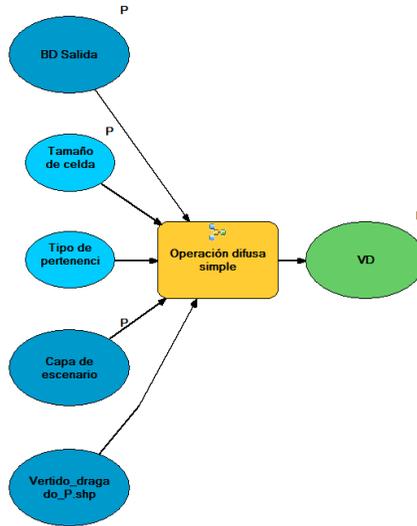


Ilustración 92: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para el vertido de material de dragado"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - VD: capa ráster generada para el criterio.

- **Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para la extracción de áridos**

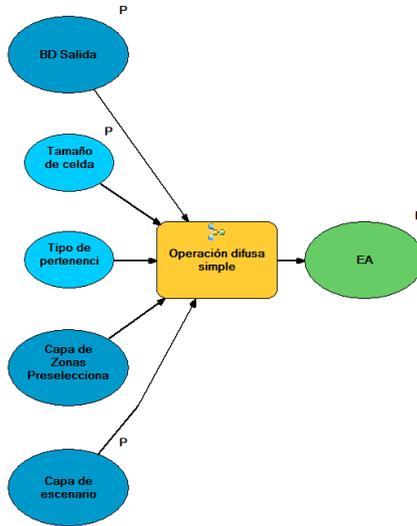


Ilustración 93: Viabilidad de instalación en zonas preseleccionadas para la extracción de áridos

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - EA: capa ráster generada para el criterio.

• Usos Pesqueros (Caladeros)

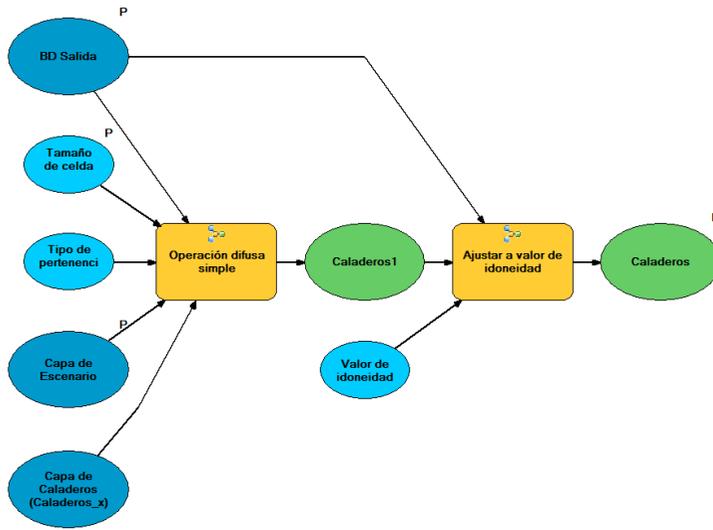


Ilustración 94: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Caladeros)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - caladeros: capa ráster generada para el criterio.

- **Usos Pesqueros (Zonas Protegidas de Interés Pesquero)**

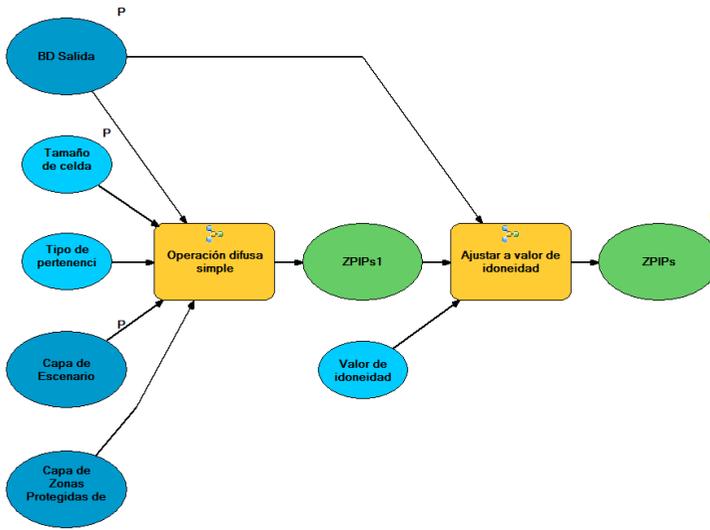


Ilustración 95: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Zonas Protegidas de Interés Pesquero)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - ZPIPs: capa ráster generada para el criterio.

- **Usos Pesqueros (Almadrabas)**

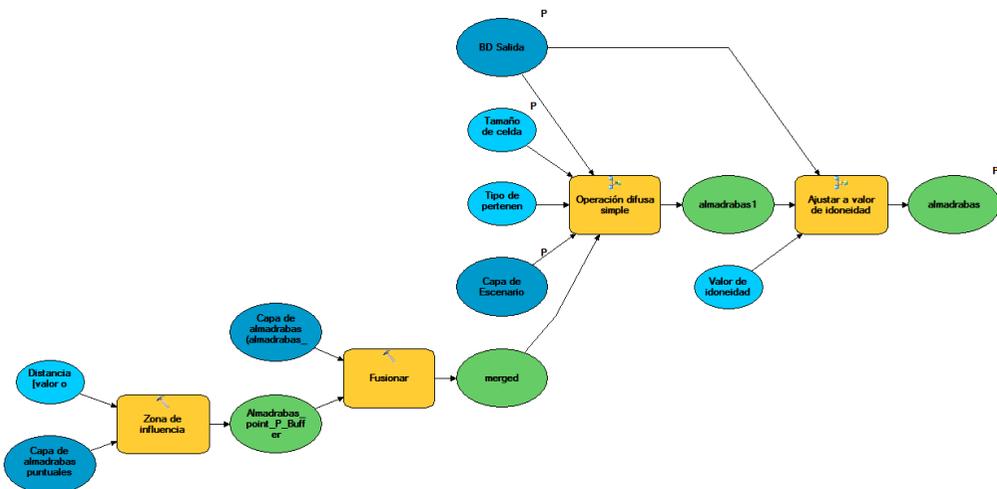


Ilustración 96: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Almadrabas)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - almadrabas: capa ráster generada para el criterio.

● **Usos Pesqueros (Reservas Marinas)**

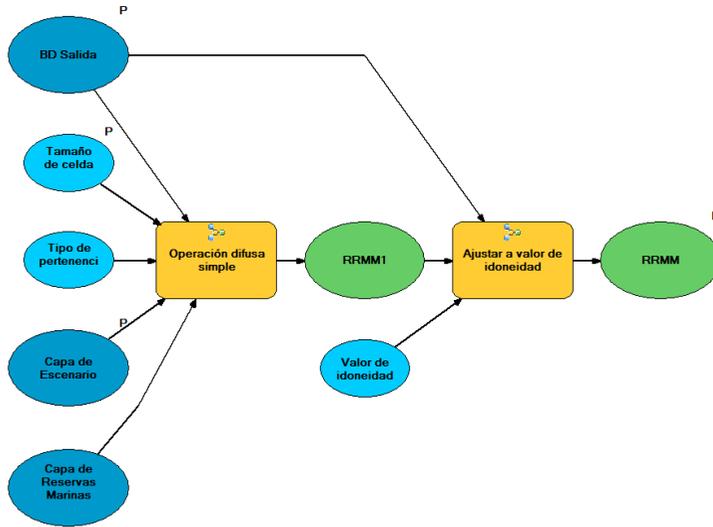


Ilustración 97: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Reservas Marinas)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - RRMM: capa ráster generada para el criterio.

- **Usos Pesqueros (Instalaciones de Acuicultura)**

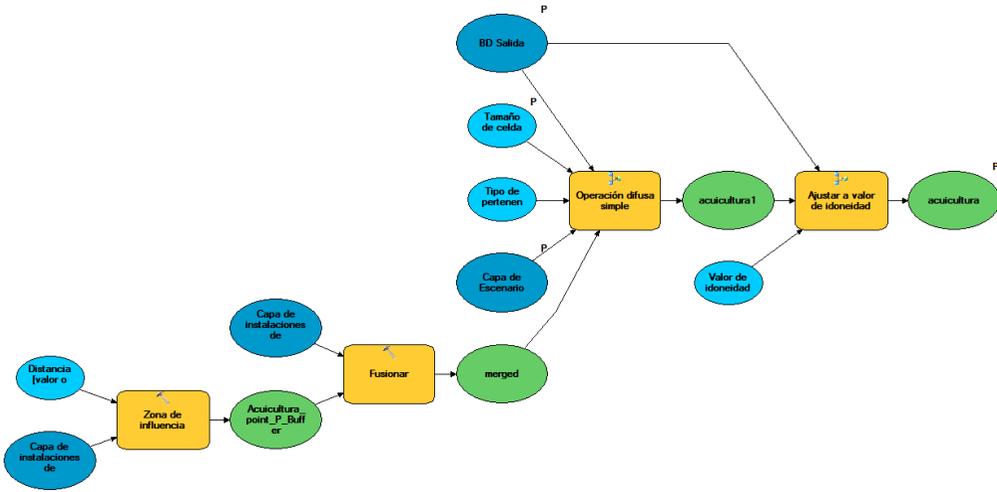


Ilustración 98: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Instalaciones de Acuicultura)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - acuicultura: capa ráster generada para el criterio.

- **Usos Pesqueros (Piscifactorías)**

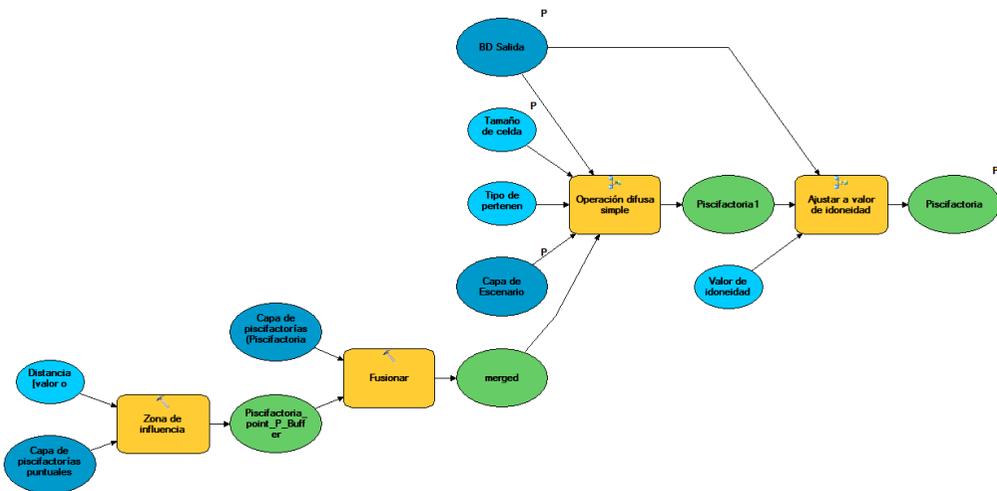


Ilustración 99: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Piscifactorías)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - piscifactorias: capa ráster generada para el criterio.

● **Usos Pesqueros (Viveros)**

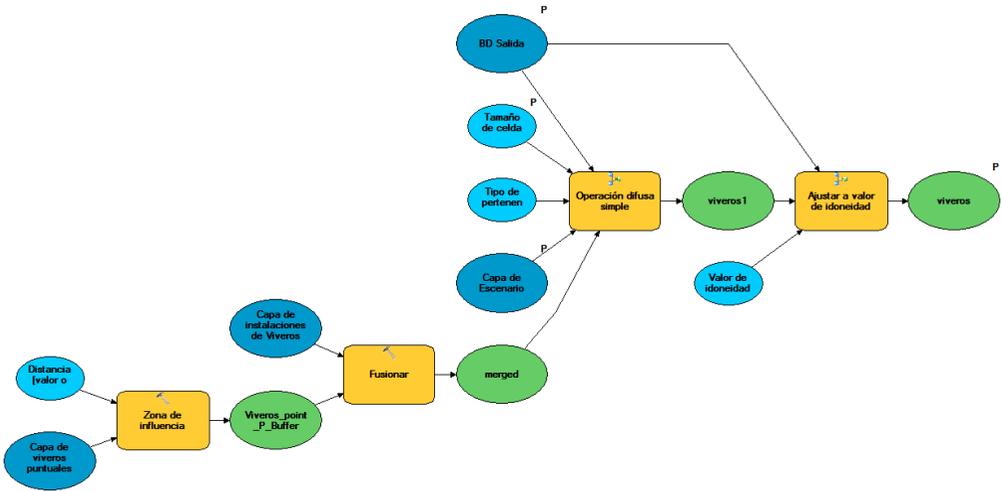


Ilustración 100: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Viveros)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - viveros: capa ráster generada para el criterio.

- **Usos Pesqueros (Zonas de producción de moluscos y de otros invertebrados marinos)**

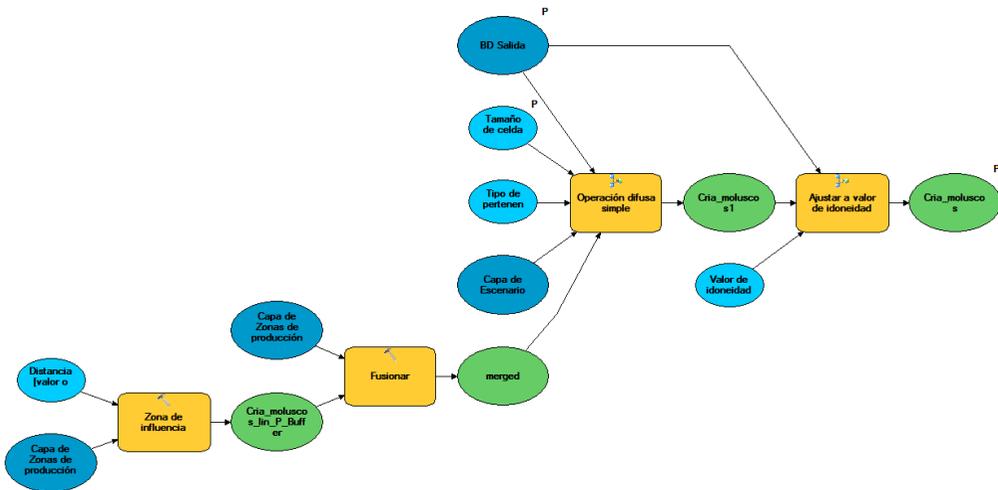


Ilustración 101: Modelo de herramienta "Usos Pesqueros (Zonas de producción de moluscos y de otros invertebrados marinos)"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - Cria_moluscos: capa ráster generada para el criterio.

A.3. HERRAMIENTAS ADICIONALES DE CRITERIOS OPERACIONALES

Todas las herramientas de criterio operacional descritas en este apartado tienen la misma estructura, se encargan de crear la capa ráster para el criterio correspondiente.

El proceso consiste generar el ráster de criterio a partir de la capa de entidades de entrada mediante una operación difusa.

- **Viabilidad de instalación en zonas designadas como Dominio Público Portuario**

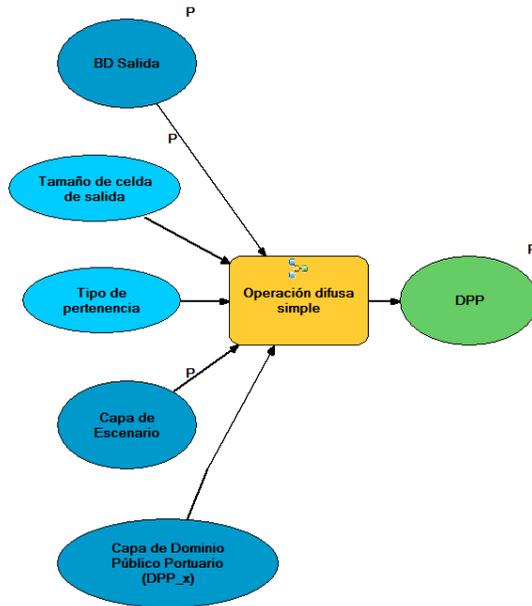


Ilustración 102: Modelo de herramienta “Viabilidad de instalación en zonas designadas como Dominio Público Portuario”

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - DPP: capa ráster generada para el criterio.

- **Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por conducciones submarinas**

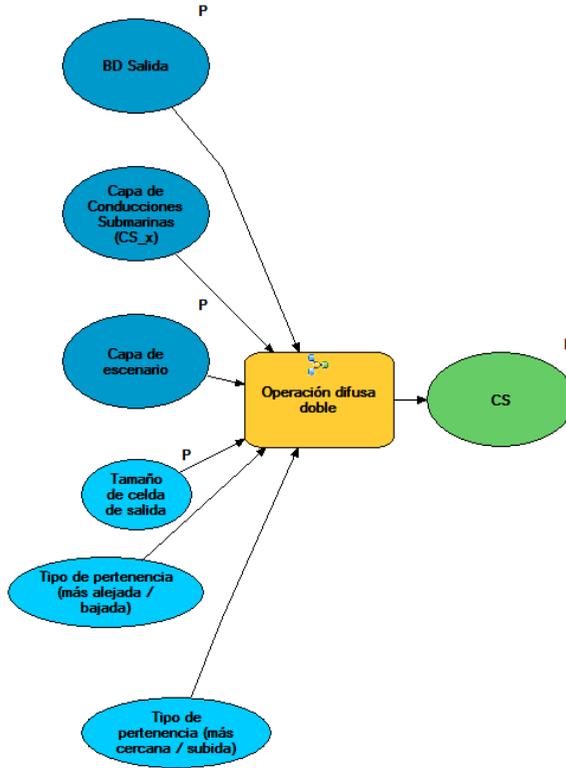


Ilustración 103: Modelo de herramienta “Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por conducciones submarinas”

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - CS: capa ráster generada para el criterio.

- **Viabilidad de Instalación en Zonas ocupadas por dispositivos de separación del tráfico marítimo**

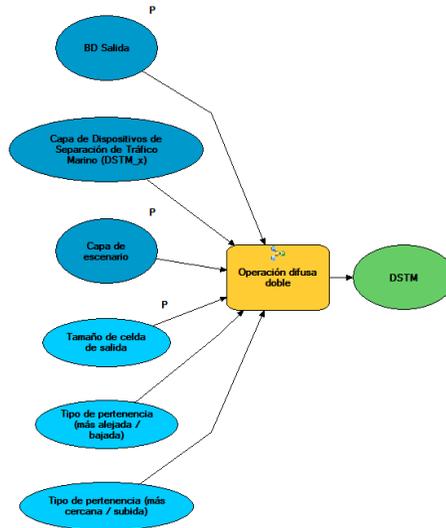


Ilustración 104: Modelo de herramienta “Viabilidad de Instalación en Zonas ocupadas por dispositivos de separación del tráfico marítimo”

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - DSTM: capa ráster generada para el criterio.

- **Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por las ayudas a la navegación del sistema portuario español**

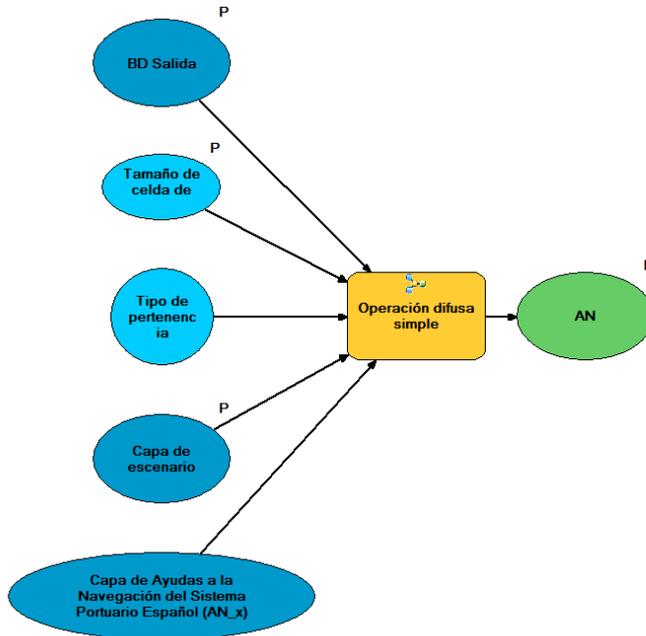


Ilustración 105: Modelo de herramienta “Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por las ayudas a la navegación del sistema portuario español”

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - AN: capa ráster generada para el criterio.

- **Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por sensores instrumentales de medición de parámetros oceanográficos**

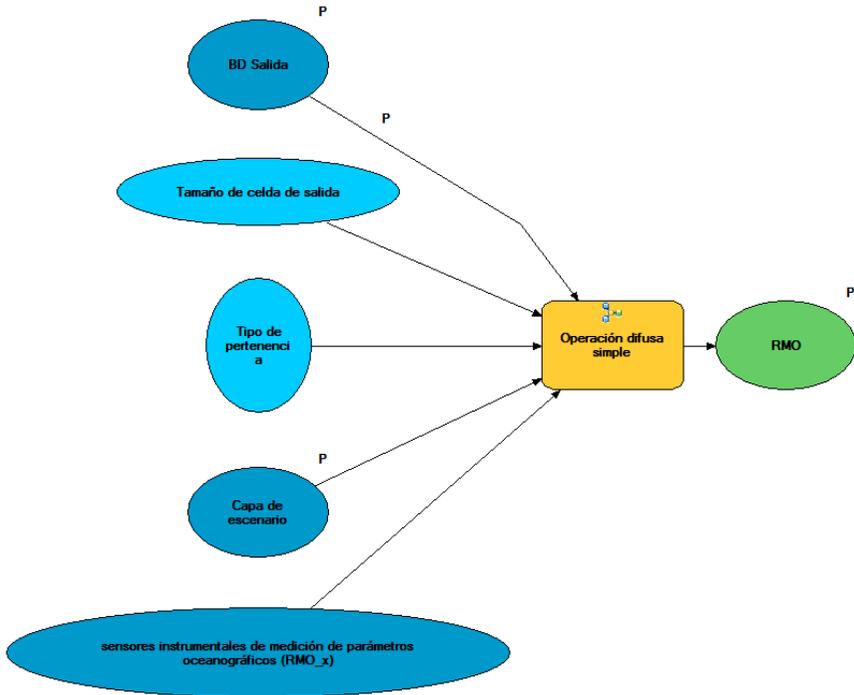


Ilustración 106: Modelo de herramienta “Viabilidad de instalación en zonas ocupadas por sensores instrumentales de medición de parámetros oceanográficos”

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - RMO: capa ráster generada para el criterio.

- **Viabilidad de instalación en zonas restringidas para uso militar**

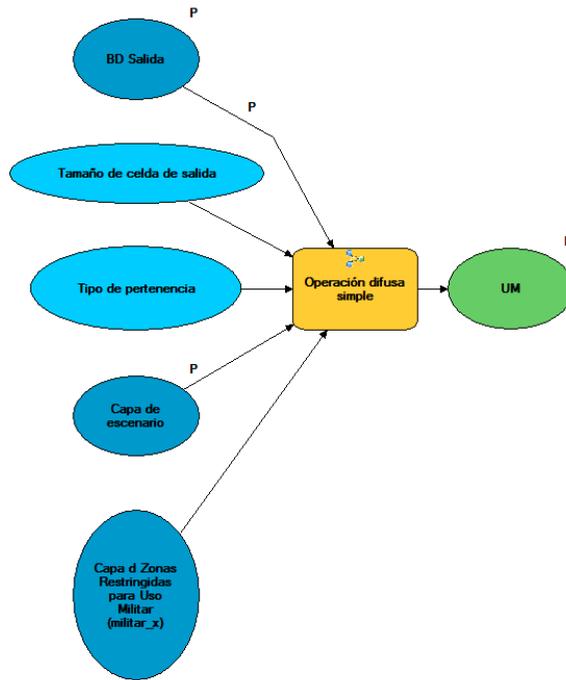


Ilustración 107: Modelo de herramienta “Viabilidad de instalación en zonas restringidas para uso militar”

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - UM: capa ráster generada para el criterio.

- **Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la existencia de vertidos de material militar**

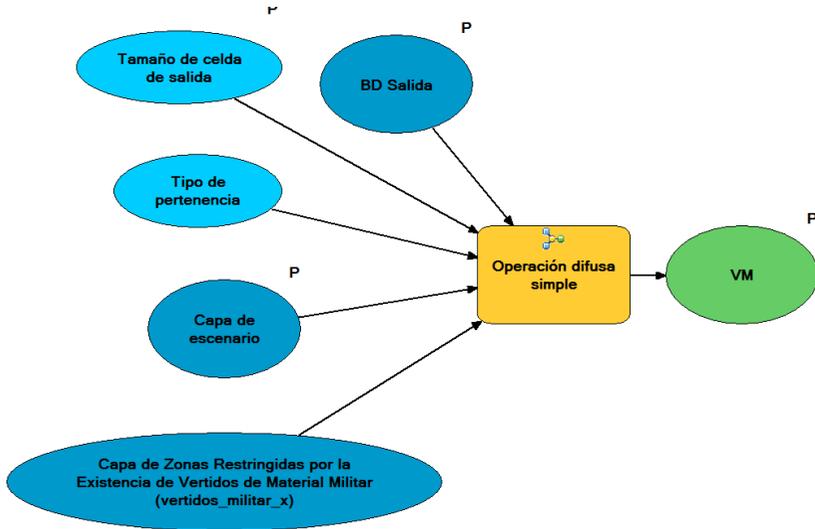


Ilustración 108: Modelo de herramienta “Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la existencia de vertidos de material militar”

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - VM: capa ráster generada para el criterio.

- **Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías**

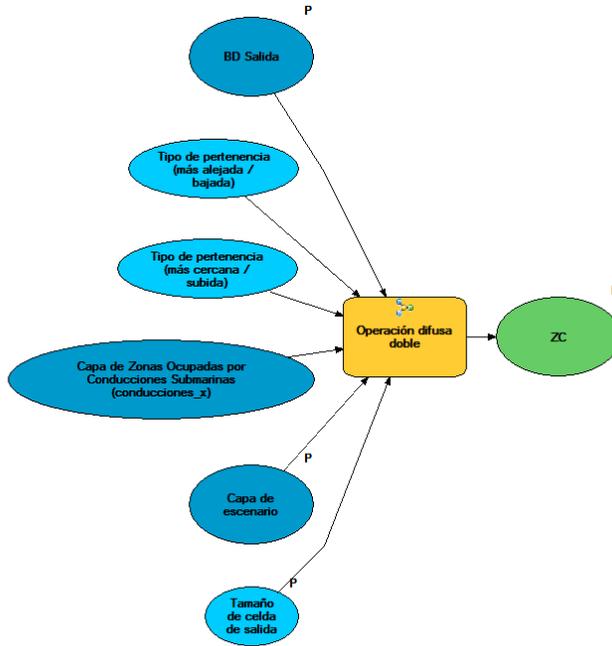


Ilustración 109: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - ZC: capa ráster generada para el criterio.

- **Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de vertidos**

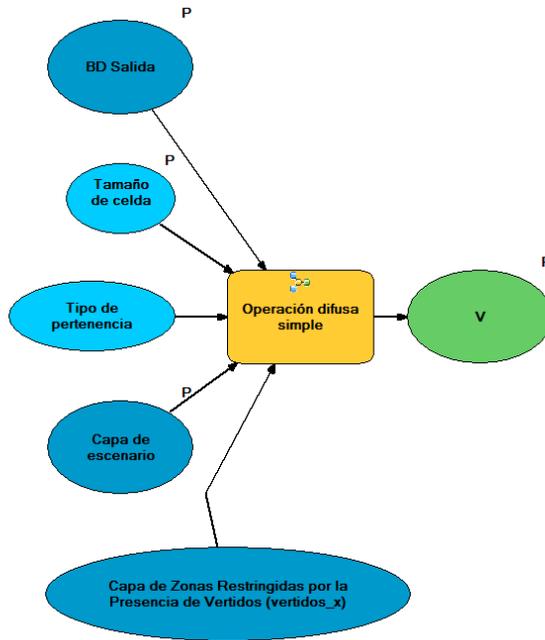


Ilustración 110: Modelo de herramienta "Viabilidad de instalación en zonas restringidas por la presencia de vertidos"

- Parámetros de entrada:
 - Tamaño de celda.
 - Capa de escenario.
 - BD Salida.
- Parámetros de salida:
 - V: capa ráster generada para el criterio.

COMPOSICIÓN DE LA BASE DE DATOS DE OCEANLIDER

PENÍNSULA	METADATOS
INFORMACIÓN DE BASE	
01_CARTOGRAFIA BÁSICA	
011_BATIMETRIA	
Batimetria_P.shp	Cartografía vectorial de las líneas batimétricas próximas a la Península Ibérica y sus islotes, Ceuta y Melilla a escala 1:50.000. La capa de origen es una información provisional cedida por el MARM al proyecto, ya que está basada en cartografía del CEDEX no oficial. Las líneas batimétricas han sido digitalizadas y georreferenciadas en el CEDEX (Centro de Estudios Hidrográficos) a partir de la colección de cartas náuticas del IHM a escala 1:50.000. Sobre ella se ha realizado nuevamente el ajuste a las líneas batimétricas de las cartas náuticas ya que la mayoría estaban desplazadas y tenían cortes y duplicaciones. Este ajuste se ha visto limitado por la georreferenciación no precisa de algunas cartas y la no conformidad entre cartas adyacentes. En origen la información de encontraba en ED50 huso 30.
Lin_Costa_P.shp	Cartografía vectorial de la línea de costa de la península Ibérica, Ceuta, Melilla y los islotes cercanos a escala 1:50.000. Se ha obtenido de la capa de municipios 1:50.000 aportada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en el Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional que distribuye a través del Centro de Descargas de su página web. Se observa que en dicha capa no están representadas las aguas de transición ni el peñón de Gibraltar. En origen esta información se encontraba en coordenadas geográficas ED50, por lo que ha sido necesario proyectarla.
Toponimia_costa_P_93.gdb	Geodatabase que contiene las anotaciones de las etiquetas del territorio para orientarse en los mapas temáticos de la base de datos completa recopilada en el proyecto
03_LIMITES	

ADMINISTRATIVOS	
Aguas_costeras_P.shp	Este fichero incluye el límite exterior de las aguas costeras de la Península Ibérica. Se ha obtenido a partir de la capa de la línea de costa de municipios 1:50.000 del IGN y el buffer de 1 milla náutica a la capa de las líneas de base rectas proporcionada por el MARM y ajustada por PROES siguiendo la definición dada por la Directiva Marco del Agua que entiende como aguas costeras "las aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentra a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden, en su caso, hasta el límite exterior de las aguas de transición".
CCAA_P.shp	Cartografía vectorial que se corresponde con las Comunidades Autónomas de la Península Ibérica y las ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla, a escala 1:50.000. Se ha obtenido de la capa de municipios 1:50.000 aportada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en el Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional que distribuye a través del Centro de Descargas de su página web. En origen esta información se encontraba en coordenadas geográficas ED50, por lo que ha sido necesario proyectarla.
DDHH_P.shp	Capa con los límites terrestres y marinos entre las demarcaciones hidrográficas peninsulares. Esta capa ha sido aportada por el MARM con las siguientes indicaciones: "Aún no existe una capa de demarcaciones hidrográficas, pero sí una de límites terrestres y marinos entre demarcaciones (la que se aporta, en la que los límites de la zona del delta del Ebro están por refinar). La capa de DDHH se hará uniendo la capa de aguas costeras y la de estos límites terrestres y marinos. Actualmente está en elaboración." La capa proporcionada en origen estaba en ED50H30 y no presentaba metadatos.
Deslinde_P.shp	Capa lineal con el deslinde de DPMT, la servidumbre de protección y la ribera del mar para la península Ibérica, Ceuta y Melilla. La información de base que integra esta capa procede del Gobierno Vasco y tiene calidad 1:25.000. Las líneas para el resto de España están en revisión por parte del MARM y no se han podido aportar al proyecto salvo en forma de hitos.

Deslinde_point_P_ED50H30.shp	<p>Cartografía vectorial puntual con los hitos del deslinde de Dominio Público Marítimo Terrestre y las líneas de ribera del mar y de servidumbre de protección para la península ibérica, Ceuta y Melilla. Las localizaciones así como la información adjunta de los puntos que contiene esta capa proceden de las Ecocartografías del litoral de Alicante-Valencia y Málaga. Estas localizaciones así como el resto de deslindes de la península ibérica, Ceuta y Melilla están en revisión por parte del MARM y no han podido ser aportados al proyecto.</p>
Linea_Base_P.shp	<p>Este fichero incluye las líneas de base rectas que sirven para medir la anchura del Mar Territorial en la península Ibérica definidas en base al R.D 2510/1977. Las líneas de base rectas se han obtenido por el CEDEX a partir de las coordenadas geográficas del R.D 2510/1977 y por la BMVE para aquellos tramos en los que no existe línea de base recta. Estas coordenadas están referidas a cartas náuticas correspondientes a ediciones de los años 50 y 60 y que presentan escalas 1:100.000/150.000. Una vez contrastado el datum de estas cartas por el IHM, se han calculado las coordenadas geográficas de cada punto y después se han corregido en el CEDEX (CEH_CEPyC) mediante las cartas náuticas de escala aproximada 1:50.000.</p> <p>La información original elaborada por el CEDEX y aportada por el MARM al proyecto se ha modificado ajustando los bordes coincidentes con línea de costa a la empleada en el trabajo Ocean Lider, es decir, a la línea 1:50.000 extraída de los municipios del IGN.</p>
Mar_territorial_P.shp	<p>Área del mar territorial de la península Ibérica, Alborán, Melilla e islas Chafarinas. Se ha creado mediante un buffer de 12MN a la capa de líneas de base rectas aportada por el MARM al proyecto Ocean Lider y modificada posteriormente por PROES ajustándola a la línea de costa del IGN procedente de su capa de municipios 1:50.000.</p>
DDMM_P.shp	<p>Dominio de las Demarcaciones Marinas en la península ibérica presentado por el MARM para los proyectos de estrategias marinas europeas. La capa de origen es una información provisional cedida por el MARM al proyecto, ya que está basada en cartografía del CEDEX no oficial. Sobre ella se ha realizado el ajuste a la línea de costa oficial del proyecto que corresponde a la delimitación extraída de los municipios del IGN a escala 1:50.000.</p>
<p>04_CAPAS_INSTRUMENTAL ES</p>	

500Lin_Costa_P.shp	Delimitación del área de influencia terrestre considerada en el proyecto Ocean Lider para la península Ibérica que va desde la línea de costa del IGN hasta los 500m hacia el interior. El buffer de 500m se ha realizado a partir de la línea de costa de la capa de municipios 1:50.000 aportada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en el Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional que distribuye a través del Centro de Descargas de su página web.
INFORMACIÓN TEMÁTICA	
01_CONSERVACION_Y_MEDIO_AMBIENTE	
011_ESPACIOS PROTEGIDOS	
0111_AUTONÓMICOS	
AIN_DOT_P.shp	Cartografía vectorial poligonal con las Áreas de Interés Naturalístico de las Directrices de Ordenación del Territorio del País Vasco que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Áreas a tener en consideración por el planeamiento territorial, sectorial y municipal con el fin de preservar sus valores ecológicos, culturales y económicos. Es posible la descarga de esta información de la web del Gobierno Vasco. Dicha información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.
BBPPro_P.shp	Cartografía vectorial poligonal con los Biotopos Protegidos en la península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Espacios, en general de tamaño reducido y cuya creación tiene como finalidad la protección de los ecosistemas, comunidades, elementos biológicos, áreas de interés geológico, así como lugares concretos del medio natural y formaciones de notoria singularidad, rareza, espectacular belleza o destacado interés científico que por su rareza, fragilidad, importancia o singularidad, merecen una valoración especial. La información de que consta se ha descargado desde la web de Europarc, sólo posee la información que el Gobierno Vasco ha aportado. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.

EENN_P.shp	<p>Cartografía vectorial de los Espacios Naturales Protegidos en trámite de protección en la península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. La capa contiene por el momento los Espacios Naturales que se encuentran protegidos por la Ley 4/92, de 30 de julio, de Protección y Ordenación del Territorio de la Región de Murcia. Aún no tienen definida su superficie por carecer de límites. Es posible su descarga desde la web de Europarc y la información que tiene ha sido cedida por la Región de Murcia. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
Micror_P.shp	<p>Cartografía vectorial de Microrreservas en la península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Son zonas creadas para favorecer la conservación de las especies botánicas raras, endémicas o amenazadas, o las unidades de vegetación que la contienen. Dichas zonas deben tener superficies menores de 20 hectáreas de extensión. Es posible su descarga desde la web de Europarc y la información que contiene ha sido cedida por la Comunidad Valenciana. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
MMNat_P.shp	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponde con los Monumentos Naturales de la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial. Es posible su descarga desde la web de Europarc. La información que la compone ha sido cedida por la Xunta de Galicia, el Principado de Asturias y la Junta de Andalucía. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
MMNat_point_P.shp	<p>Cartografía vectorial de puntos que se corresponde con los Monumentos Naturales de la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial. La capa inicial con esta información ha sido realizada por el Principado de Asturias. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>

<p>PEIN_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponde con los Paisajes Protegidos en la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Son aquellos lugares del medio natural que, por sus valores estéticos y culturales, sean merecedores de una protección especial. Es posible su descarga desde la web de Europarc. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>PEP_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden las Áreas dentro del Plan especial de protección de Cataluña que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. El plan especial de protección de un espacio natural es el instrumento técnico y jurídico a través del cual se establecen los objetivos de recuperación y conservación del espacio natural, se definen las características del espacio natural, se ordena territorialmente y se establece la regulación y el programa de actuaciones en el espacio. Es posible su descarga desde la web de Europarc, quien ha elaborado la capa inicial a partir de la información cedida por la Generalitat de Cataluña. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>PaiPPro_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponde con los Paisajes Protegidos en la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Son aquellos lugares del medio natural que, por sus valores estéticos y culturales, sean merecedores de una protección especial. Es posible su descarga desde la web de Europarc. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>

<p>PParNNat_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial poligonal de los Parajes Naturales de la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Los Parajes Naturales son espacios con excepcionales exigencias cualificadoras de sus singulares valores que se declaran como tales con la finalidad de atender la conservación de su flora, fauna, constitución geomorfológica, especial belleza u otros componentes de muy destacado rango natural. Es posible su descarga desde la web de Europarc. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesaria proyectarla.</p>
<p>PPNat_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial poligonal con los Parques Naturales de la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Áreas naturales, poco transformadas por la explotación u ocupación humana que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece atención preferente. Es posible su descarga desde la web de Europarc. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>PPPer_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los Parques Periurbanos en la península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Aquellos espacios naturales situados en las proximidades de un núcleo urbano, hayan sido o no creados por el hombre, que sea declarados como tal con el fin de adecuar su utilización a las necesidades recreativas de las poblaciones en función de las cuales se declara. La capa inicial se ha descargado desde la web de la Junta de Andalucía. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>

<p>PPRR_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los Parques Regionales en la península ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Son áreas naturales, que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de su diversidad geológica, incluidas sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente. Es posible su descarga desde la web de Europarc. La información de origen disponible ha sido cedida por la región de Murcia . En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que no ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>Refugio_caza_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los Refugios de caza que se encuentran a una distancia de máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Las reservas de caza sirven para gestionar adecuadamente la riqueza cinegética, ayudan a conservar la fauna y crean un recurso renovable que contribuye al desarrollo sostenible. La elaboración de la capa inicial ha sido realizada por la Xunta de Galicia. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 29 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>RR_ley_prop_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las Reservas con ley de protección propia en la península ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Es posible su descarga desde la web de Europarc, donde la información cedida ha sido proporcionada por la Generalitat de Cataluña. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>RRF_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las Reservas de fauna de la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Son aquellos espacios de relativamente pequeña extensión que, por contener poblaciones excepcionales de especies de fauna silvestre, y que por albergar temporalmente fases vitales críticas para su supervivencia o por ser objeto de trabajos continuados de investigación, requieran un régimen de protección específico. Es posible su descarga desde la web de</p>

	<p>Europarc, donde la información ha sido cedida por las distintas CCAA. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>RRNN_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las Reservas Naturales de la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Las Reservas Naturales son espacios naturales, cuya creación tiene como finalidad la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos que, por su rareza, fragilidad, importancia o singularidad merecen una valoración especial. Las Reservas Naturales Concertadas son predios que sin reunir las requisitos objetivos que caracterizan a las demás figuras legales de protección de ámbito estatal o autonómico, merezcan una singular protección y sus propietarios soliciten de la Consejería de Medio Ambiente la aplicación en los mismos de un régimen de protección concertado Es posible su descarga desde la web de Europarc. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>ZEPVN_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las Zonas de Especial Protección de los Valores Naturales en la península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Se considera como zona de especial protección de los valores naturales aquellos espacios por cuyos valores o interés natural, cultural, científico, educativo o paisajístico sea necesario asegurar su conservación y no tengan otra protección específica. La información disponible ha sido aportada por la Xunta de Galicia. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 29 por lo que ha sido necesaria proyectarla.</p>

ZIAE_P.shp	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las Zonas Importantes para las Aves Esteparias en Andalucía que se encuentran a una distancia de a, como máximo, 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Escala 1:10000. Delimitación detallada de áreas prioritarias de aves esteparias, dentro del Programa de actuaciones para la conservación de las aves esteparias puesto en marcha por la CMA, con el propósito de la conservación de este tipo de aves. La información inicial se ha descargado desde la web de la Junta de Andalucía. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
ZZHH_P.shp	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las Zonas húmedas en península Ibérica que se encuentran a una distancia de máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Las zonas húmedas son ecosistemas de transición entre los acuáticos y los terrestres. Pueden estar cubiertos por aguas someras o tener el nivel freático a ras de suelo o a pocos centímetros de profundidad. Las zonas húmedas son ecosistemas de transición entre los acuáticos y los terrestres. Pueden estar cubiertos por aguas someras o tener el nivel freático a ras de suelo o a pocos centímetros de profundidad. Es posible su descarga desde la web de Europarc y del Gobierno Vasco, quienes han elaborado la capa inicial a partir de la información cedida por distintas CCAA. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
0112_EUROPEOS	
DipEuro_P.shp	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los Sitios reconocidos con el Diploma Europeo de Calidad de Espacios Protegidos en la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Esta figura reconoce el valor de un espacio natural y el esfuerzo realizado para su mantenimiento. La capa inicial se ha descargado desde la web de la Junta de Andalucía. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. Su escala de calidad es 1:50000.</p>
LICs_P.shp	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de la Península Ibérica que se encuentran a una distancia de máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. La capa inicial se ha descargado desde la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino que ha elaborado la capa con las informaciones proporcionadas</p>

	<p>por las distintas CCAA. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. Escala de calidad 1:50000.</p>
ZEPAs_P.shp	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) en la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máximo de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. La capa inicial se ha descargado desde la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino que la ha realizado con la información aportada por las distintas CCAA. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. Escala de calidad 1:50000.</p>
0113_INTERNACIONALES	
Geoparques.shp	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los Geoparques de la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Un geoparque es un territorio que promueve la conservación del entorno, la educación en ciencias de la tierra y el logro de un desarrollo local sostenible. La capa inicial se ha descargado desde la web de la Junta de Andalucía. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
MABs.shp	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las Reservas de la Biosfera (MaB) en la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Las Reservas de la Biosfera incluyen una gran variedad de entornos naturales y tratan de integrar la protección de los elementos naturales existentes con la protección de formas tradicionales de explotación sostenible de los recursos naturales. La capa inicial se ha descargado desde la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino que la ha elaborado a partir del Banco de Datos de la Biodiversidad. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. Escala de calidad 1:50000.</p>

<p>P_Humanidad.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los Espacios protegidos de la Península Ibérica que están declarados Patrimonio de la Humanidad que se encuentran a una distancia de máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Son sitios de importancia cultural o natural excepcional para la herencia común de la humanidad incluidos en la lista mantenida por el Programa Patrimonio de la Humanidad. La capa inicial se ha descargado desde la web de la Junta de Andalucía. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>OSPAR_AMPs_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los lugares incluidos en la Red de Áreas Marinas Protegidas del Convenio OSPAR dentro de la Península Ibérica que se encuentran total o parcialmente situados en el mar. Se encuentra en ETRS89 huso 30. La capa inicial se ha descargado desde la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Se corresponde con una zona LIC por lo que se ha usado para delimitarla la capa creada por el MARM para estas áreas. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. Escala de calidad 1:50000.</p>
<p>RAMSAR.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los Humedales españoles inscritos en la lista del Convenio RAMSAR en la Península Ibérica, que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. La capa inicial se ha descargado desde la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino que la ha elaborado a partir del Banco de Datos de la Biodiversidad . En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. Escala de calidad 1:50000.</p>
<p>ZEPIM.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mar Mediterráneo en la Península Ibérica. Contienen ecosistemas típicos de la zona mediterránea o hábitat de especies en peligro, tengan un interés científico, estético o cultural especial. La capa inicial se ha descargado desde la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino que la ha elaborado a partir de la información del Banco de Datos de la Biodiversidad. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. Escala de calidad 1:50000.</p>
<p>0114_NACIONALES</p>	

IEZH_P.shp	Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las Zonas húmedas de la Península Ibérica incluidas en el Inventario Español de Zonas Húmedas que se encuentran a una distancia de a, como máximo, 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Escala 1:50000. El Inventario nacional de zonas húmedas es un instrumento al servicio de la conservación de los humedales, que proporcione información sobre el número, extensión y estado de conservación de aquellos que estén situados en territorio nacional. Es posible su descarga desde la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.
PPNN_P.shp	Inventario Español de Zonas Húmedas que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. El Inventario nacional de zonas húmedas es un instrumento al servicio de la conservación de los humedales, que proporcione información sobre el número, extensión y estado de conservación de aquellos que estén situados en territorio nacional. La capa inicial se ha descargado desde la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. Escala de calidad 1:50000.
012_PATRIMONIO	
Patrim_P.shp	Zonas con patrimonio arqueológico presente en el litoral de las costas peninsulares. Capa de polígonos elaborada con el patrimonio arqueológico recogido en las Ecocartografías del Litoral peninsular y la información aportada por el Gobierno Vasco. Comprende por tanto las provincias de Málaga, Alicante, Valencia y el País Vasco. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesaria proyectarla.
Patrim_P_point.shp	Patrimonio arqueológico presente en el litoral de las costas peninsulares. Capa de puntos que se corresponde con la localización geográfica del patrimonio arqueológico presente en el litoral de las provincias de Málaga, Alicante y Valencia ya que la procedencia de los datos son las Ecocartografías del Litoral Peninsular. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesaria proyectarla.
013_ZONAS_SENSIBLES	

aicp_P.shp	Áreas de interés para la conservación de cetáceos existentes en las proximidades a la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La capa de partida llevada a cabo por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y aportada al proyecto a través de Tragsatec no poseía metadatos. En origen dicha información se encontraba en UTM WGS84 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.
AEIV_P.shp	Cuadrículas que se corresponden las Áreas Importantes para las Especies Vulnerables en la Península Ibérica, Ceuta y Melilla que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa del IGN y hasta un calado de 200 metros. La capa inicial realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y aportada al proyecto a través de Tragsatec no tiene metadatos. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 Huso 30, por lo que ha sido necesario proyectarla.
aopn_P.shp	Áreas compatibles con la figura de parque nacional en la Península Ibérica, Ceuta y Melilla que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa del IGN y hasta un calado de 200 metros. Son áreas compatibles con la figura de parque nacional en España. La capa de procedencia realizada por la Dirección General de Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y aportada al proyecto a través de Tragsatec no tenía metadatos. Dicha esta información se encontraba en UTM WGS84 Huso 30, por lo que ha sido necesario proyectarla.
ibm_P.shp	Propuesta preliminar de Áreas Importantes para las Aves Marinas en la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Son aquellas zonas en las que se encuentran presentes regularmente una parte significativa de la población de una o varias especies de aves consideradas prioritarias por la BirdLife. La capa inicial ha sido realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y cedida al proyecto a través de Tragsatec. En origen esta información se encontraba en UTM WGS84 Huso 30, por lo que ha sido necesario proyectarla.
IBAs_P.shp	Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden Áreas Importantes para las Aves (IBAS) de la Península Ibérica que se encuentran a una distancia de máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Son aquellas zonas en las que se encuentran presentes regularmente una parte significativa de la población de una o varias especies de aves consideradas prioritarias por la BirdLife. La capa inicial se ha descargado desde la web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y ha sido realizada por Seo/BirdLife. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. Escala de calidad 1:50000.

IBA_recom_P.shp	Propuesta preliminar de Áreas Importantes para las Aves Marinas en la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Son aquellas zonas en las que se encuentran presentes regularmente una parte significativa de la población de una o varias especies de aves consideradas prioritarias por la BirdLife. La capa inicial ha sido realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y cedida al proyecto a través de Tragsatec. En origen esta información se encontraba en UTM WGS84 Huso 30, por lo que ha sido necesario proyectarla.
ZMES_P.shp	Zona marina especialmente sensible de las aguas occidentales de Europa. Se ha creado por PROES a partir de las coordenadas dadas en el ANEXO 10 de la RESOLUCIÓN MEPC.121(52) de la OMI y excluyendo la parte comprendida fuera de la demarcación marina noratlántica. ZMES es una figura jurídica de la que sólo gozan varios lugares del planeta para proteger sus altos valores medioambientales, científicos y económicos.
02_MEDIO_BIOTICO	
021_COMUNIDADES_BENTONICAS	
Biocenosis_Eco_P.shp	Comunidades bentónicas del litoral de las provincias de Málaga, Alicante y Valencia. Se encuentra en ETRS89 huso 30. Capa de polígonos que se corresponde con las Comunidades bentónicas del litoral de las provincias de Málaga, Alicante y Valencia. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.
Biocenosis_CVa_P.shp	Biocenosis del litoral de la Comunidad Valenciana. Se encuentra en ETRS89 huso 30. Capa vectorial de polígonos que se corresponde con la biocenosis del litoral de la Comunidad Valenciana. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que no ha sido necesario proyectarla.
Bentos_punt_P.shp	Comunidades bentónicas del litoral de la provincia de Málaga. Se encuentra en ETRS89 huso 30. Capa de puntos que se corresponde con las Comunidades bentónicas del litoral de la provincia de Málaga. El ámbito de estudio comprende la totalidad de la franja litoral de la provincia de Málaga, desde Punta Chullera, en el Término Municipal de Manilva, hasta Torre Caleta, en el Término Municipal de Nerja. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que no ha sido necesario proyectarla.

<p>Habitat_marinos_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con las comunidades bentónicas de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Se encuentra en ETRSS89 huso 30. Esta capa se ha creado seleccionando los hábitats correspondientes a las comunidades bentónicas del total de hábitats de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla obtenidos como resultado de cartografiar la vegetación de sus fondos considerando la asociación vegetal como unidad inventariable y a una escala de trabajo de campo de 1:50.000. La información de partida se encuentra descargable de la Web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. A esta selección se han añadido información procedente de la capa de la Junta de Andalucía sobre vegetación submarina procedente de datos de datos recientes de cartografías especializadas, como de diversos estudios geofísicos de nuestro litoral, también descargable de su web. Esta información se encontraba en UTM WGS84 Huso 30, por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>bionomia_Mur_P.shp</p>	<p>Bionomía del litoral sumergido de la Región de Murcia. Escala 1:25000. Se encuentra en ETRS89 huso 30. Cartografía de la bionomía del litoral sumergido de la Región de Murcia (2004) de polígonos con tipos de biocenosis para el litoral sumergido en el ámbito de los LIC marinos, extraídos de los estudios para la caracterización, valoración ecológica y determinación de áreas por proteger en el litoral sumergido murciano y su cartografía. El sistema de referencia es European Datum 1950 para UTM 30N. Es posible su descarga desde la web de la Región de Murcia.</p>
<p>022_HABITATS</p>	
<p>Habitats_N-NW_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los hábitats que están en la costa norte y noroeste de la Península Ibérica que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Esta capa es el resultado de cartografiar la vegetación de la Península Ibérica considerando la asociación vegetal como unidad inventariable y a una escala de trabajo de campo de 1:50.000. La información de partida se encuentra descargable de la Web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. En origen dicha información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>

<p>Habitat_mar_N-NW.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los hábitats de fanerógamas que están en la costa norte y noroeste de la Península Ibérica. Se encuentra en ETRS89 huso 30. Esta capa es el resultado de cartografiar la vegetación de la Península Ibérica considerando la asociación vegetal como unidad inventariable y a una escala de trabajo de campo de 1:50.000. La información de partida se encuentra descargable de la Web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. En origen dicha información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>Habitat_mar_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los hábitats de fanerógamas que están en las costas de la Península Ibérica. Se encuentra en ETRS89 huso 30. Esta capa es el resultado de cartografiar la vegetación de la Península Ibérica considerando la asociación vegetal como unidad inventariable y a una escala de trabajo de campo de 1:50.000. La información de partida se encuentra descargable de la Web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. En origen dicha información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>Habitats_SW_Med_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de polígonos que se corresponden con los hábitats de las costas atlántica andaluza, mediterránea y de Ceuta y Melilla que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa hacia el interior y hasta un calado de 200 metros. Esta capa es el resultado de cartografiar la vegetación peninsular considerando la asociación vegetal como unidad inventariable y a una escala de trabajo de campo de 1:50.000. La información de partida se encuentra descargable de la Web del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. En origen dicha información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>023_RUTAS MIGRATORIAS</p>	
<p>Cetaceos_P_ED50H30.shp</p>	<p>Rutas migratorias de cetáceos existentes en las proximidades a la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La capa de partida llevada a cabo por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino no poseía metadatos. En origen dicha información se encontraba en UTM WGS84 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>03_MORFOLOGIA_FONDOS_MARINOS</p>	

Fondos_P.shp	<p>Cartografía vectorial que se corresponde con los materiales del fondo marino de las costas peninsulares, Ceuta y Melilla. La información de partida de esta capa procede de las ecocartografías del litoral español cedidas por el MARM al proyecto y de la información descargable de la web del Gobierno Vasco. Esta información se ha filtrado según los objetivos previstos y se ha creado el campo Agrup para homogeneizar las categorías procedentes de las distintas capas de origen.</p>
Texturas_fondo_P.shp	<p>Cartografía vectorial con la distribución de los sedimentos en función de su textura de superficie en la plataforma continental para la península Ibérica, Ceuta y Melilla. Para realizar esta cartografía ha sido necesario vectorizar los mapas geológicos 1:200.000 de la plataforma continental española y zonas adyacentes que distribuye el IGME referente a la distribución de los sedimentos en función de su textura de superficie. Las hojas disponibles hasta el momento fueron las de Figueres, Barcelona, Tarragona, Cádiz, Murcia, Valencia y Alicante. En los solapes de hojas adyacentes ha sido necesario realizar ajustes de continuidad entre polígonos. Así mismo ha sido necesario unificar las leyendas.</p>
Geofis_P.shp	<p>Cartografía vectorial poligonal de los tipos de sustrato de los fondos marinos del litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Capa elaborada por el CEDEX para el MARM a partir de los Mapas de Síntesis (escala 1:25.000) de la DGC. Los Mapas de Síntesis han sido vectorizados en función de las tramas de los tipos de sustratos y partir de ellos se ha creado una capa vectorial continua. Los estudios de geofísica marina fueron elaborados en los años 80-90. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. La capa resultante se ha ajustado a la línea de costa de municipios del IGN 1:50.000. Además se ha creado el campo Agrup para clasificar los tipos de terreno en función de la posibilidad de cimentar sobre ellos o no.</p>
Formas_P.shp	<p>Cartografía vectorial poligonal que se corresponde con los accidentes geográficos submarinos más reseñables de la península Ibérica, Ceuta y Melilla. La información que contiene esta capa procede de las descargas que es posible realizar desde la web de la Junta de Andalucía (en este caso a escala 1:400.000) y de las ecocartografías del litoral español cedidas por el MARM al proyecto.</p>
Formas_line_P.shp	<p>Cartografía vectorial lineal que se corresponde con los accidentes geográficos submarinos más reseñables de la península Ibérica, Ceuta y Melilla. La información que contiene esta capa procede de las descargas que es posible realizar desde la web de la Junta de Andalucía (en este caso a escala</p>

	1:400.000) y de las ecocartografías del litoral español cedidas por el MARM al proyecto.
04_PARAMETROS_OCEANO GRAFICOS	
FLUORS_P.tif	Fluorescencia en microg/l de clorofila de las aguas del litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Capa raster obtenida de la ecocartografía de la provincia de Málaga (desde Punta Chullera, en el Término Municipal de Manilva, hasta Torre Caleta, en el Término Municipal de Nerja), cedida al proyecto por el MARM. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesaria proyectarla.
OD_P.tif	Contenido de oxígeno disuelto en mg/l en las aguas del litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Capa raster obtenida de la ecocartografía de la provincia de Málaga (desde Punta Chullera, en el Término Municipal de Manilva, hasta Torre Caleta, en el Término Municipal de Nerja), cedida al proyecto por el MARM. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesaria proyectarla.
SAL_P.shp	Salinidad media expresada en tantos por mil de las masas de aguas marinas de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Obtenida de la capa de salinidad media expresada en tantos por mil de las masas de aguas marinas y oceánicas de influencia en el litoral andaluz de escala 1:400.000 elaborada por la Junta de Andalucía en el año 2001. Los datos de partida a su vez se han obtenido a partir de diversas campañas oceanográficas realizadas por el Instituto Español de Oceanografía. La capa inicial se ha descargado desde la web de la Junta de Andalucía. La clasificación de valores que presenta no es clara. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesaria proyectarla.
SAL_P.tif	Salinidad en g/l de las aguas litorales en la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Capa raster obtenida de la ecocartografía de la provincia de Málaga (desde Punta Chullera, en el Término Municipal de Manilva, hasta Torre Caleta, en el Término Municipal de Nerja), cedida al proyecto por el MARM. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesaria proyectarla.

TEMP_P.tif	Temperatura de las aguas litorales de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla en grados centígrados. Capa raster obtenida de la ecocartografía de la provincia de Málaga (desde Punta Chullera, en el Termino Municipal de Manilva, hasta Torre Caleta, en el Termino Municipal de Nerja), cedida al proyecto por el MARM. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesaria proyectarla.
TURB_P.tif	Turbidez en NTU de las aguas litorales de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Capa raster obtenida de la ecocartografía de la provincia de Málaga (desde Punta Chullera, en el Termino Municipal de Manilva, hasta Torre Caleta, en el Termino Municipal de Nerja), cedida al proyecto por el MARM. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesaria proyectarla.

05_RECURSO_ENERGETICO

051_CORRIENTES

Colección de raster img	Recurso energético extraíble de las corrientes de marea: Mosaico de mapas raster cuyo valor de pixel es la velocidad de pico generada por la marea en condiciones de mareas vivas y mareas muertas. Los valores vienen dados tanto para situaciones extremas como medias. Dichos valores proceden de simulación numérica realizada con el modelo de circulación oceánica ROMS, con condiciones de contorno de componentes de marea de la misión TOPEX. Se ha calibrado-validado el resultado de los modelos numéricos con la información instrumental disponible.
-------------------------	---

052_OLEAJE

Colección de raster img	Recurso energético extraíble del oleaje: Mosaico de mapas raster cuyo valor de pixel es la potencia por metro generada por el oleaje para un año medio, y para las cuatro estaciones del año por separado. Se completa con otro mosaico que recoge la altura de ola significativa media anual en metros. Los datos de partida que muestran los mapas proceden del proyecto ENOLA, han sido cedidos por IDAE para el desarrollo del proyecto y procesados por IH Cantabria para el mismo. Son resultado del uso de los modelos de simulación numérica WavewatchIII y SWAN, forzados con el reanálisis atmosférico NCEP en el Atlántico y ERA-INTERIM en el Mediterráneo. Se ha calibrado-validado el resultado de los modelos numéricos con la información instrumental disponible
-------------------------	---

06_USOS_MARINOS_Y_LITORALES

061_AYUDAS A LA NAVEGACIÓN

<p>AToN_P.shp</p>	<p>Ayudas a la navegación del sistema portuario español en la península ibérica, Ceuta y Melilla. Tanto los alfanuméricos de la base de datos como las coordenadas sobre las que se han representado los puntos de la capa han sido proporcionado por el departamento de Ayudas a la Navegación de Puertos del Estado. La información aportada está actualizada a fecha de Junio de 2010. La información que contiene esta capa también es pública a través de la web www.puertos.es donde se actualiza tras cada comisión de faros. Las balizas de las que no se conocían las coordenadas o cuya asignación no era correcta se han eliminado de la base de datos original aportada por Puertos del Estado</p>
<p>062_PRESIONES_EN_EL_LITORAL</p>	
<p>presiones_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial puntual que se corresponde con las presiones existentes en el litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla, que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa del IGN y hasta un calado de 200 metros. La capa de origen ha sido elaborada por el CEDEX para el MARM, quien la ha cedido al proyecto. Los puntos se pueden corresponder con presiones puntuales o con los vértices de presiones de geometría lineal o poligonal, se han distinguido éstas mediante el campo geometría incorporado por Proes. La capa de origen tenía errores en el huso geográfico en el que se encontraban algunos puntos, así como puntos con coordenadas 0,0. Se han corregido estos errores en la medida de lo posible y se han eliminado aquellos puntos que no ha sido posible localizar con certeza.</p>
<p>063_DOMINIO_PUBLICO_PORTUARIO</p>	
<p>DPP_PE_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial de la delimitación del Dominio Público Portuario de los puertos existentes en la península, Ceuta y Melilla. Se encuentra en ETRS89 huso 30. La delimitación de las zonas I y II se ha realizado por PROES Consultores a partir las descripciones que figuran en las OOMM y órdenes de aguas, así como en los planes de utilización de los puertos, en el caso de que estos existieran y se han confirmado los trazados con el departamento de Dominio Público de Puertos del Estado.</p>
<p>064_EXTRACCION_ARIDOS</p>	

<p>Extr_aridos_P.shp</p>	<p>Zonas recomendadas para la extracción de áridos a emplear en la regeneración de playas de las costas peninsulares. Capa poligonal creada a partir de las información aportada en la ESC de Segura y Cataluña, en las Ecocartografías del Litoral de Levante y Málaga, información complementaria aportada por el MARM para toda la costa Cantábrica cuyo objeto era emplear dichas zonas como áreas de exclusión en el EEAL de Parques Eólicos Marinos, y de las presiones del litoral recogidas para la Directiva Marco del Agua. Al unificar las capas se han conservado todos los campos con información relevante para cada una de las partes. Ha sido necesaria la unificación del sistema de proyección en el que se encontraban las informaciones parciales.</p>
<p>Extr_aridos_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial puntual que se corresponde con las zonas de extracción de arenas existentes en el litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla, que se encuentran a una distancia máxima de 500 metros de la línea de costa del IGN y hasta un calado de 200 metros. La capa de origen ha sido elaborada por el CEDEX para el MARM en el inventario de presiones del litoral que éste realizó para la Directiva Marco del Agua, quien la ha cedido al proyecto. La capa de origen tenía errores en el huso geográfico en el que se encontraban algunos puntos, así como puntos con coordenadas 0,0. Se han corregido estos errores en la medida de lo posible y se han eliminado aquellos puntos que no ha sido posible localizar con certeza. en el caso de geometrías poligonales se han incorporado las zonas a la capa poligonal de extracción de áridos de la península del proyecto.</p>
<p>065_OTRAS ZONAS_DE_EXCLUSION</p>	
<p>OZE_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial poligonal que representa la localización de zonas sobre las que estudiar su posible exclusión en la instalación de UNIGEOS y sus elementos auxiliares que no tienen un uso militar, industrial o pesquero en la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La información de origen de esta capa procede de la Junta de Andalucía y de Corine Land Cover, ambas informaciones descargables de la web. Se restringe la inclusión de las zonas en tierra en la capa a la zona de influencia terrestre de 500m considerada en el proyecto.</p>
<p>ProtecConducciones_P.shp</p>	<p>Zonas con prohibición de fondeo y pesca de arrastre para proteger conducciones submarinas en las costas peninsulares, Ceuta y Melilla. Se encuentra en ETRS89 huso 30. La capa integra las zonas con fondeo y pesca de arrastre prohibidos obtenidas de la Junta de Andalucía.</p>

Vertido_dragado_P.shp	Cartografía vectorial de tipo puntual que representa la localización de zonas de vertido de material de dragado en el ámbito de a Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Se encuentra en ETRS89 huso 30.La información de origen de esta capa procede de la base de datos de presiones en el litoral del MARM, de AZTI y de la ecocartografía de Málaga cedida por el MARM al proyecto. Se restringe la inclusión de las zonas en tierra en la capa a la zona de influencia terrestre de 500m considerada en el proyecto.
066_REDES_MEDICION_OC EANOGRAFICA	
RMO_P.shp	En esta capa se localizan los sensores instrumentales de medición de parámetros oceanográficos de la península Ibérica, Ceuta y Melilla. Esta capa incluye la localización y características principales de los sensores de medición de oleaje y corrientes de Puertos del Estado, los correntímetros pertenecientes al IEO, los mareógrafos y estaciones de viento de la Junta de Andalucía y los sensores de oleaje y corrientes de Cataluña, Galicia y País Vasco. La precisión en las posiciones de las estaciones es la proporcionada por Puertos del Estado, Junta de Andalucía, XIOM, MeteoGalicia, Euskalmet y el IEO de forma gratuita en sus servicios WEB que dan las coordenadas de los puntos en longitud-latitud WGS84. Hay algunas estaciones en las que por la corta duración de la serie de registro o porque no se distribuyen gratuitamente no se dispone de informe elaborado a fecha de la actualización de la capa. Toda la información que contiene la capa así como los informes incluidos en el campo de hipervínculos son de libre distribución y están al alcance del público a través de diferentes links vía web.
067_RUTAS_TRANSPORTE_ MARITIMO	
DST_P.shp	Cartografía vectorial correspondiente a los Dispositivos de Separación del Tráfico Marítimo de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La delimitación de las zonas incluidas en ambos dispositivos ha sido obtenida por el CEDEX para el MARM de los Anexos de las resoluciones adoptadas por el Comité de Seguridad de la Navegación de la Organización Marítima Internacional. Después Proes ha extraído la información de interés y la ha proyectado convenientemente.
068_USO_MILITAR	
Militar_P.shp	Capa vectorial de polígonos con las zonas de uso militar presentes en el litoral de la península Ibérica, Ceuta y Melilla. Esta capa integra la información descargable desde la web de la Junta de Andalucía de las zonas de uso militar en el litoral andaluz a escala: 1:400.000. Sobre la capa inicial se ha

	realizado el ajuste a la línea de costa del IGN y la selección de polígonos en la zona de interés.
069_USOS_INDUSTRIALES	
EEAL_P.shp	Esta capa contiene, para la Península Ibérica, Ceuta y Melilla, las áreas designadas como aptas, condicionadas o excluyentes resultado del Estudio Estratégico Ambiental para Parques Eólicos Marinos en las costas españolas de 20 de Abril de 2009 realizado por los Ministerios de Industria, Turismo y Comercio, de Medio Ambiente, y de Agricultura, Pesca y Alimentación en virtud del Real Decreto 1028/2007. Las capas shp con estas áreas fueron proporcionadas al proyecto Ocean Lider por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Originalmente eran tres capas separando zonas aptas, zonas condicionadas y zonas excluyentes con varios elementos múltiples cada una. Para el Proyecto Ocean Lider se han fusionado las capas atendiendo a los tres ámbitos geográficos del GIS y se ha dejado un único elemento múltiple por categoría. Finalmente se ha realizado una adaptación grosera a la línea de costa del IGN ya que existía desplazamiento respecto a la misma después de haber proyectado la capa convenientemente.
Conducciones_line_P.shp	Cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías del litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Capa vectorial de líneas que se corresponde con los cables eléctricos submarinos, emisarios o tuberías del litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La información de origen de esta capa procede de las acartografías de Málaga, Alicante y Valencia y de los datos aportados por la Generalitat de Cataluña y el gobierno vasco a través de su web.
Vertidos_P.shp	Cartografía vectorial puntual que se corresponde con los vertidos existentes en el litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La información de origen que contiene esta capa procede del inventario de presiones en el litoral que el CEDEX elaboró para el MARM durante la entrada en vigor de la Directiva Marco el Agua y de la Ecocartografía de Málaga. Ambas informaciones han sido cedidas al proyecto por el MARM y sobre ellas se han realizado los filtros y proyecciones convenientes.
ProtecConducciones_P.shp	Zonas con prohibición de fondeo y pesca de arrastre para proteger conducciones submarinas en las costas peninsulares, Ceuta y Melilla. La capa integra las zonas con fondeo y pesca de arrastre prohibidos obtenidas de la Junta de Andalucía.
ZONA_CABLES_P.shp	Zonas de cables submarinos en las costas peninsulares. Se

	encuentra en ETRS89 huso 30
Vertido_material_militar_P.shp	Cartografía vectorial correspondiente a los vertidos de material militar en las zonas próximas a Cataluña. La información de base de la capa ha sido descargada del Sistema de Información Geográfica del litoral del Cataluña en formato mmz y Tecnoambiente la ha pasado a formato shp. La información de estaba en UTM ED50 en el Huso 31, por lo que ha sido necesaria proyectarla.
Areas_eolicas_P.shp	Esta capa contiene las cuadrículas con las que se delimitaron las áreas eólicas en el Estudio Estratégico Ambiental de Parques Eólicos Marinos (EEAL) publicado el 20 de Abril de 2009 de acuerdo con el Real Decreto 1028/2007 en la península ibérica, Ceuta y Melilla. La funcionalidad de esta capa radica en el campo de hiperlink sobre el que se pueden vincular los mapas en pdf que componen el Anexo III del EEAL.

070_USOS_PESQUEROS

Acuicultura_point_P.shp	Cartografía vectorial correspondiente a las áreas designadas como instalaciones de acuicultura marina en la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La capa de partida con la que se ha hecho esta capa, procedente del MARM no tenía metadatos. En origen dicha información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.
Acuicultura_P.shp	Instalaciones de acuicultura en el litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La información para esta capa poligonal se ha obtenido de la Generalitat Valenciana, de la capa de presiones que el CEDEX elaboró para el MARM durante la implantación de la Directiva Marco el Agua, la web de la Junta de Andalucía y del Sistema de Información Geográfica del litoral del Cataluña. Algunos polígonos se encuentran en tierra sin responder aparentemente a la ubicación de marismas o lagunas costeras y los polígonos que proceden de la capa de presiones del MARM son demasiado estrechos por lo que pueden tener algún error en la introducción de las coordenadas. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla, excepto la información de Cataluña que estaba en UTM ED50 en el Huso 31, por lo que también ha sido necesaria proyectarla.
Almadrabas_P.shp	Cartografía vectorial poligonal correspondiente a las almadrabas existentes en las costas peninsulares, Ceuta y Melilla. Esta capa se ha obtenido de la digitalización de las cartas náuticas a escala 1:50000. Se encuentra en ETRS89 huso 30.

Almadrabas_point_P.shp	Cartografía vectorial puntual correspondiente a las almadrabas existentes en las costas peninsulares, Ceuta y Melilla. La información que alimenta esta capa procede de la Junta de Andalucía quien facilita su descarga desde la web. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.
Caladeros_P.shp	Caladeros de pesca en la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Los datos de origen de esta capa proceden de la Ecocartografía de Valencia y Alicante, cedida por el MARM al proyecto, y de las descargas que proporciona en su web la Junta de Andalucía. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.
Arrecifes_P.shp	Cartografía vectorial correspondiente a los arrecifes artificiales en las costas de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Los arrecifes se definen jurídicamente como un conjunto de elementos, constituidos por diversos materiales inertes y con diversas formas, que se distribuyen sobre una superficie delimitada del lecho marino. La información de base de la capa ha sido aportada por el MARM, la Generalitat Valenciana y la Ecocartografía Málaga, también cedida por el MARM al proyecto.
Arrecifes_point_P.shp	Cartografía vectorial correspondiente a los arrecifes artificiales en las costas de Cataluña. Los arrecifes se definen jurídicamente como un conjunto de elementos, constituidos por diversos materiales inertes y con diversas formas, que se distribuyen sobre una superficie delimitada del lecho marino. La información de base de la capa ha sido descargada del Sistema de Información Geográfica del litoral del Cataluña en formato mmz y Tecnoambiente la ha pasado a formato shp. La información de estaba en UTM ED50 en el Huso 31, por lo que ha sido necesaria proyectarla.
Viveros_P.shp	Viveros presentes en las costas peninsulares, Ceuta y Melilla. La información de base que alimenta esta capa procede de la ecocartografía de Málaga cedida por el MARM al proyecto. En este grupo se han incluido objetos que se pueden clasificar como artes de pesca dirigidos sobre todo a la pesca del pulpo <i>Octopus vulgaris</i> y en menor medida de otros moluscos cefalópodos. El ámbito de estudio de la información disponible comprende la totalidad de la franja litoral de la provincia de Málaga, desde Punta Chullera, en el Término Municipal de Manilva, hasta Torre Caleta, en el Término Municipal de Nerja. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesaria proyectarla.

<p>Viveros_point_P.shp</p>	<p>Viveros presentes en las costas peninsulares, Ceuta y Melilla. Se encuentra en ETRS89 huso 30. La información de base que alimenta esta capa procede de la ecocartografía de Málaga cedida por el MARM al proyecto. En este grupo se han incluido objetos que se pueden clasificar como artes de pesca dirigidos sobre todo a la pesca del pulpo <i>Octopus vulgaris</i> y en menor medida de otros moluscos cefalópodos. El ámbito de estudio de la información disponible comprende la totalidad de la franja litoral de la provincia de Málaga, desde Punta Chullera, en el Término Municipal de Manilva, hasta Torre Caleta, en el Término Municipal de Nerja. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>ZPIPs_P.shp</p>	<p>Zonas protegidas de interés pesquero del litoral de la península Ibérica, Ceuta y Melilla. La capa se alimenta de la información poligonal de la Generalitat Valenciana que se corresponde con las zonas protegidas de interés pesquero del litoral de la Comunidad de Valencia. Son zonas protegidas de interés pesquero del litoral marítimo, las declaradas administrativamente, dentro de los límites de sus aguas interiores, por su especial interés para la preservación y regeneración de los recursos pesqueros, limitando en ellas las actividades extractivas de la fauna y flora marinas y en general las perturbadoras del medio. En origen esta información se encontraba en UTM ED50 en el Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla.</p>
<p>Piscifactoria_point_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial puntual que se corresponde con las piscifactorías existentes en el litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Se encuentra en ETRS89 huso 30. La capa de origen procede del inventario de presiones del litoral que el CEDEX elaboró para el MARM durante la implantación de la Directiva Marco del Agua, quien la ha cedido al proyecto. Dicha capa de origen tenía errores en el huso geográfico en el que se encontraban algunos puntos, así como puntos con coordenadas 0,0. Se han corregido estos errores en la medida de lo posible y se han eliminado aquellos puntos que no ha sido posible localizar con certeza.</p>
<p>Piscifactoria_P.shp</p>	<p>Cartografía vectorial puntual que se corresponde con las piscifactorías existentes en el litoral de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La capa de origen procede del inventario de presiones del litoral que el CEDEX elaboró para el MARM durante la implantación de la Directiva Marco del Agua, quien la ha cedido al proyecto. Dicha capa de origen tenía errores en el huso geográfico en el que se encontraban algunos puntos, así como puntos con coordenadas 0,0. Se han corregido estos errores en la medida de lo posible y se han eliminado aquellos puntos que no ha sido posible localizar con certeza.</p>

RRMM_P.shp	<p>Cartografía vectorial correspondiente a las reservas marinas declaradas en el BOE o en los boletines de las CCAA en la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La delimitación inicial de las reservas marinas la ha realizado el CEDEX para el MARM, quien la ha cedido al proyecto, a partir de las coordenadas geográficas de las órdenes que las designan, sobre la línea de costa digitalizada a partir del nivel medio del mar de las cartas náuticas pertenecientes a la escala 1:50.000 y mediante la línea de base recta elaborada por el CEDEX. Esta cartografía corresponde a la delimitación del perímetro exterior de las reservas marinas (separando las aguas exteriores de las aguas interiores, en su caso) y a la delimitación de las reservas integrales (separando las aguas exteriores de las aguas interiores en su caso). Sobre dicha capa PROES ha realizado el ajuste a la línea de costa oficial del proyecto que corresponde a la delimitación extraída de los municipios 1:50.000 del IGN.</p>
Cria_molus_P.shp	<p>Cartografía vectorial poligonal correspondiente a las áreas o polígonos designados como zonas de producción de moluscos y de otros invertebrados marinos en las costas de la Península Ibérica, Ceuta y Melilla. La cartografía incluida en la información de origen ha sido realizada por el CEDEX para el MARM, quien la ha cedido al proyecto, por el Gobierno de Cantabria y el Sistema de Información Geográfica del litoral del Cataluña. Excepto las zonas de explotación obtenidas del Sistema de Información Geográfica del litoral del Cataluña, se corresponde a las áreas designadas en la Orden APA/3228/2005, de 22 de septiembre. La información original se encontraba en ED50 Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla, excepto la información de Cataluña que estaba en UTM ED50 en el Huso 31, por lo que también ha sido necesaria proyectarla. Además, sobre dichas capas, cuando era necesario, se ha realizado el ajuste a la línea de costa oficial del proyecto que corresponde a la delimitación extraída de los municipios 1:50.000 del IGN. El polígono CAN1-01 más oriental es un polígono de contorno.</p>
Cria_moluscos_line_P.shp	<p>Cartografía vectorial lineal correspondiente a las zonas designadas como zonas de producción de moluscos y de otros invertebrados marinos Península Ibérica, Ceuta y Melilla. Ésta cartografía, elaborada por el CEDEX para el MARM corresponde a las áreas designadas en la Orden APA/3228/2005, de 22 de septiembre. La información original se encontraba en ED50 Huso 30 por lo que ha sido necesario proyectarla. La capa de origen ha servido como apoyo para delimitar las zonas de cría de moluscos sobre la línea de costa del proyecto que corresponde a la delimitación 1:50.000 de los municipios del IGN.</p>

071_ZONAS_BAÑO

Zbaño_P.shp

Cartografía vectorial correspondiente a las zonas de baño designadas por el Estado Español en la Península Ibérica, Ceuta y Melilla en aplicación de la Directiva 76/160/CEE. Esta cartografía no es oficial ya que la información geográfica que se envía a Bruselas es la correspondiente a las coordenadas del municipio al que pertenece la zona de baño. La delimitación obtenida y en la se basa esta capa es la digitalizada por el CEDEX consultando diversas fuentes y empleando la línea de costa obtenida de las cartas náuticas escala 1:50.000. El Censo de zonas de baño se ha obtenido de las páginas web oficiales de las CCAA seleccionándose la fecha más actualizada. En este caso 2003 para Galicia, Ceuta, Melilla, y 2005 para País Vasco, Cantabria, Asturias, Andalucía, Murcia; Valencia y Cataluña. La capa de trabajo sobre la que se ha filtrado y proyectado convenientemente la ha cedido al proyecto el MARM.

