



## Tema 4



### La gestión de la información geográfica mediante SIG

Asignatura obligatoria G-180 Los Sistemas de Información Geográfica I (Raster). Grado en Geografía y Ordenación del Territorio. Curso 3º. Universidad de Cantabria.

Profesora: Olga DE COS GUERRA.

Profesora titular de la Universidad de Cantabria.

Área: Geografía Humana.

Licencia: Creative Commons BY-NC-SA 4.0 Internacional 



**Capacidades de los SIG para responder preguntas en tiempo real.**  
Este tema se centra en la función de los SIG más próxima a los sistemas gestores de bases de datos. Veremos las funciones para gestionar la información geográfica dando respuestas en tiempo real a consultas diversas.

# Índice de contenidos

	Página
<b>Bloque 1. Funcionalidad SIG para la respuesta de consultas</b>	<b>3</b>
<b>Bloque 2. Consultas en un entorno raster</b>	<b>5</b>
2.1. Consulta directa de un solo nivel en una posición concreta	
2.2. Consulta directa de varios niveles en una posición concreta	
2.3. Consulta de valores de un solo nivel incluidos en un rango	
2.4. Consulta de valores de un solo nivel pertenecientes a una categoría concreta	
2.5. Reclasificación de capas raster como mecanismo de consulta	
<b>Bloque 3. Consultas en un entorno vectorial</b>	<b>10</b>
<b>Bloque 4. Empleo de los operadores lógicos en consultas de dos o más condiciones (niveles o capas)</b>	<b>11</b>
4.1. Operador “Y” (AND)	
4.2. Operador “O” (OR)	
4.3. Operador “NO” (NOT)	
4.4. Operador “O EXCLUSIVO” (XOR).	
4.5. Operaciones para el desarrollo de consultas lógicas	
<b>Bibliografía</b>	<b>16</b>

## Bloque 1. FUNCIONALIDAD SIG PARA LA RESPUESTA DE CONSULTAS

*La verdadera potencialidad de los SIG descansa en su capacidad para dar respuesta a consultas y problemas concretos de índole espacial o geográfica.*

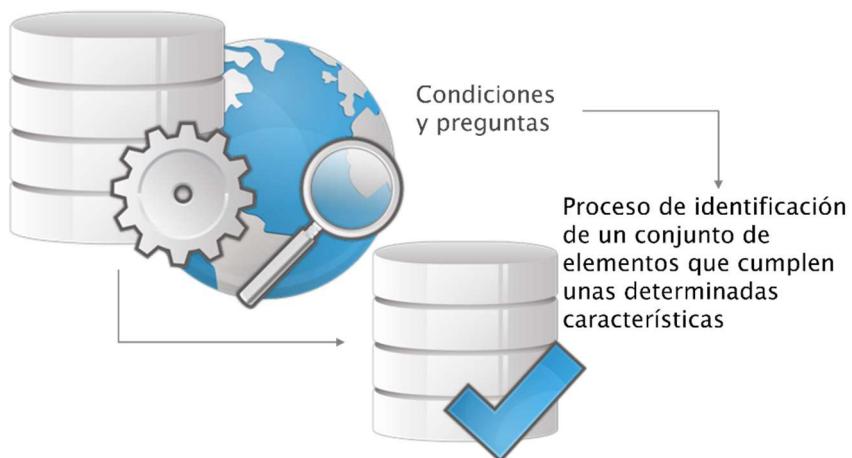
V. Olaya (2020)

Partiendo de un objetivo concreto, el usuario debe saber formular las preguntas pertinentes, diseñar las metodologías y estrategias adecuadas para su resolución y obtener una respuesta válida, que podrá adoptar la forma de mapas, gráficos o tablas de datos alfanuméricos. De este modo, cada consulta exige establecer una relación entre el usuario y la base de datos. Esta relación se define como un conjunto de operaciones que afectan a los datos.

 R. González Aguayo define **Query** (consulta) como el conjunto de condiciones y preguntas que constituyen la base de recuperación de la información almacenada en una base de datos (Fig. 1).

El objetivo de este tema –la recuperación de información de una base de datos geográfica– implica trabajar a partir de los fundamentos de las operaciones de búsqueda en un SIG; con ello, cualquier consulta realizada sobre una base de datos requiere la puesta en marcha de un **proceso** por el cual se pretende identificar un **conjunto de elementos que cumplen** unas determinadas características.

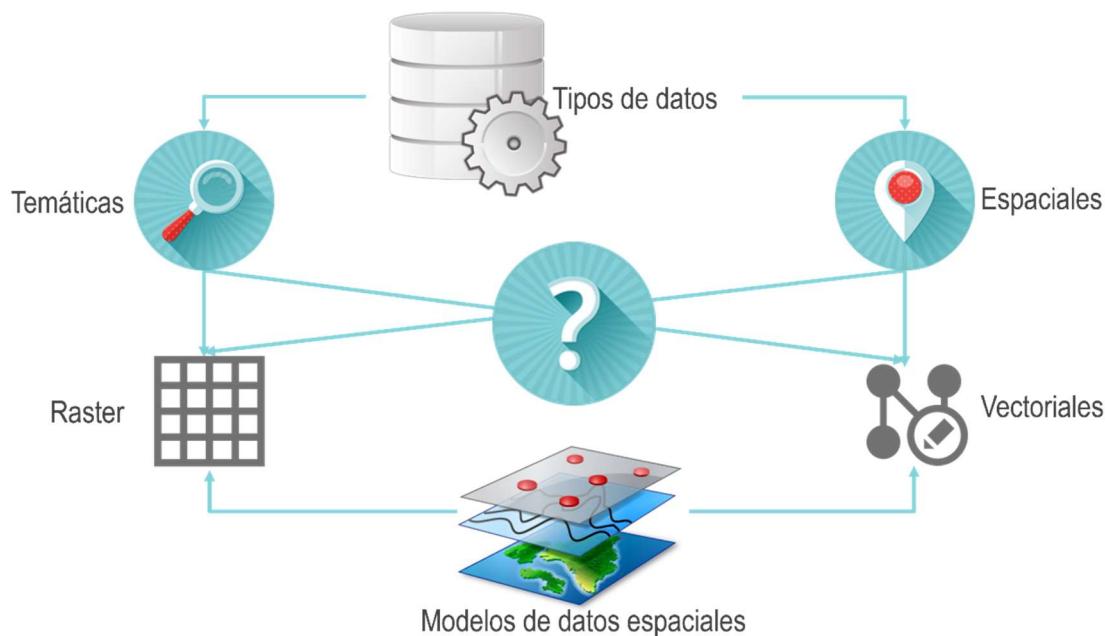
Figura 1. Consultas como proceso de recuperación de datos de una base de datos mediante SIG



La diversidad de consultas posibles y la variedad en los modelos de datos espaciales hacen que sea **complejo establecer una sola clasificación** de

las consultas mediante SIG. Por ello, se presentan a continuación diferentes criterios organizativos y las clasificaciones de consultas a que éstos dan lugar, con el fin de clarificar los materiales que se desarrollan en los próximos apartados de este tema (Fig. 2).

Figura 2. Diversidad de criterios para clasificar las consultas



 En función de la naturaleza de los datos geográficos que un SIG puede almacenar (espacial y temática), se pueden diferenciar las consultas en dos categorías: temáticas y espaciales.

 **Consultas temáticas:** son aquellas en las que se recuperan de la base de datos los objetos atendiendo a las características de alguno de sus atributos (campos). Éstas pueden ser de especificación nominal o de condición relacional, como se expone a continuación:

- **Consultas mediante especificación nominal.** La búsqueda de datos se realiza a través del nombre o atributo nominal de los objetos. Descansa, por lo tanto, en uno –o más– campos de texto<sup>1</sup>.
- **Consultas mediante condición relacional.** Los criterios de selección son de tipo relacional (Mayor que >, Menor que <, Igual a =, Mayor

<sup>1</sup> Ejemplos de consultas nominales son: (1) Todos los municipios que comienzan por "S", (2) Todos los elementos del MTN 1:25.000 cuya denominación corresponde a "edificación aislada", etc.

o igual a  $\geq$ , Menor o igual a  $\leq$ , Diferente a  $\neq$ ). Descansa, por lo tanto, en uno o más campos numéricos<sup>2</sup>.

Dos o más consultas pueden combinarse mediante el empleo de operadores lógicos (AND, OR, XOR, NOT), que se describen en el cuarto bloque del presente tema. Este tipo de consultas, más complejas, se diseñan sobre dos consultas (nominales o relacionales) previas<sup>3</sup>.

 **Consultas espaciales:** son aquellas en las que se identifican ciertos objetos de la base de datos atendiendo a una determinada posición espacial, absoluta o relativa en función de la ubicación de otros objetos.

Por otro lado, en función del modelo de datos espaciales, las consultas pueden ser raster o vectoriales, criterio de clasificación que será utilizado como base para presentar los materiales teóricos sobre las consultas desarrollados en el presente tema.

## Bloque 2. CONSULTAS EN UN ENTORNO RASTER

A diferencia de los datos vectoriales, la información matricial (raster) no se vincula directamente a una base de datos alfanumérica. Ello implica que la totalidad de la información espacial y temática se almacena en ficheros de tipo gráfico y que cualquier consulta en un entorno raster se limitará a seleccionar un subconjunto de celdas de una o de varias capas raster.

 **Las consultas son operaciones locales**, donde la respuesta depende del valor que aloja cada celda; pudiendo ser de capa única o múltiple, como veremos en el cuarto apartado de este tema.

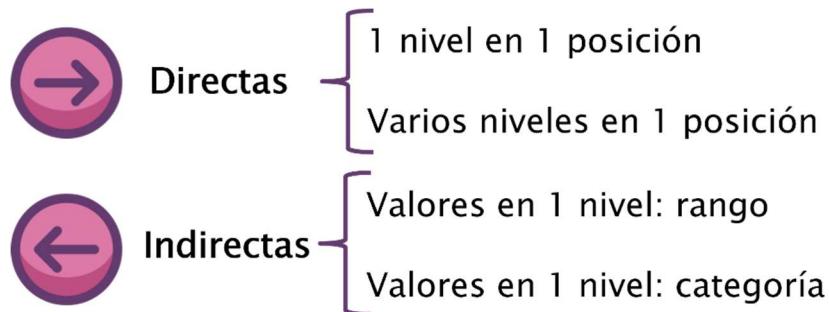
---

<sup>2</sup> Ejemplos de consultas relacionales son: (1) Todos los núcleos situados por encima un umbral altitudinal ( $>700$ ), (2) Todos los tramos de carreteras con un desnivel entre 5 Y 10% ( $>5$  y  $<10$ ), etc.

<sup>3</sup> Ejemplos de consultas combinadas son: (1) Relacional y Relacional → Todos los núcleos por encima de 1000 m y con menos de 100 habitantes, (2) Nominal o Nominal → Todas las formaciones vegetales en la categoría bosques o prados, (3) Nominal y Relacional → Todas las calles que comienzan por "r" y que no tengan más de 100 plazas de aparcamiento, etc.

Existen diferentes procedimientos para diseñar consultas y visualizar sus resultados en función del programa SIG que maneje; si bien, a modo de aproximación inicial es posible establecer cuatro procedimientos distintos de consultas.

Figura 3. Tipos de consultas raster



### 2.1. Consulta directa de un solo nivel en una posición concreta

Este tipo de consultas responden a la cuestión *¿Qué hay en... [dentro de una capa]?*

De forma semejante al entorno vectorial, la información de cualquier fichero raster puede ser consultada directamente con el cursor que activa la consulta en pantalla.



Haciendo clic sobre una posición concreta (píxel), el sistema devuelve el valor de la celda, que corresponde al valor de la variable en esa posición.

### 2.2. Consulta directa de varios niveles en una posición concreta

Este tipo de consultas responden a la cuestión *¿Qué hay en... [dentro de "n" capas]?*

Resuelve la misma operación descrita en el apartado anterior, pero actuando sobre más de un fichero o capa raster de forma simultánea (consulta múltiple). Para ello es necesario disponer de una colección de ficheros o un conjunto de capas raster activas.



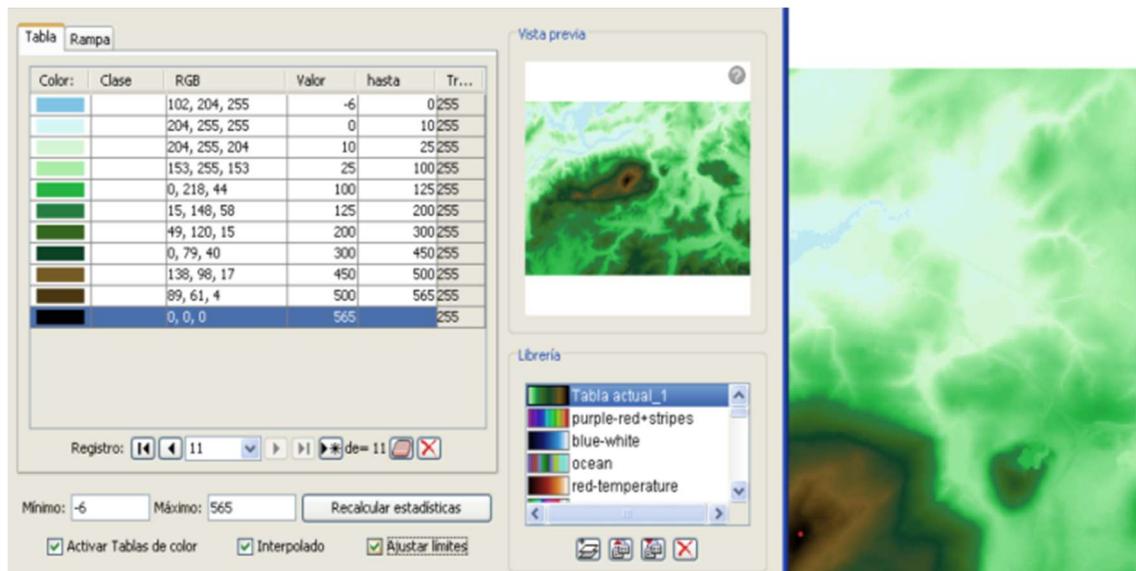
Con esta opción de consulta es posible ver en pantalla una tabla con los valores de todas las **capas activas** en la posición indicada por el usuario.

### 2.3. Consulta de valores de un solo nivel incluidos en un rango

Mediante las opciones de visualización de valores mínimos y máximos en las tablas de color es posible restringir la representación de los datos a

un rango determinado (Fig. 4). En este caso, los colores de la paleta se reparten entre los valores del rango, representándose los valores inferiores y superiores del rango con el primer y último color de la paleta respectivamente.

Figura 4. Ventana de diseño de consultas de rango raster mediante tablas de color (GvSIG)



## 2.4. Consulta de valores de un solo nivel pertenecientes a una categoría concreta

Consiste en resaltar las **celdas que corresponden con una categoría concreta definida en la leyenda**.

Para ello es necesario que el archivo recoja categorías discretas (variables con comportamiento cualitativo<sup>4</sup>) y siempre con valores enteros.

El resultado es una capa raster en la que las celdas de la categoría seleccionada se visualizan y las restantes se anulan de la visualización. Esta capa puede considerarse como un raster binario o lógico y representa el cumplimiento o no de la condición de búsqueda planteada por el usuario.

Es importante tener en cuenta que **ninguno de los procedimientos de consulta descritos almacena de forma permanente los resultados obtenidos**, sino que se limitan a la visualización temporal en pantalla.

<sup>4</sup> **Variables cualitativas (o categóricas)** son aquellas que hacen referencia a categorías o atributos de texto (formaciones, usos del suelo, condición de visibilidad...).

Sin embargo, a menudo en el trabajo con SIG se necesita conservar las celdas que responden a una determinada condición, bien por servir para la producción de un nuevo mapa, o bien para incorporar los resultados en un proceso de análisis más complejo. Por esta razón, un quinto procedimiento de consulta, el más habitual en un entorno raster, se basa en la reclasificación de los datos originales.

## 2.5. Reclasificación de capas raster como mecanismo de consulta



Esta operación permite asignar nuevos atributos temáticos a partir de los datos originales, transformando los valores de partida con el objeto de facilitar su identificación.

Habitualmente el nuevo atributo temático (valor reclasificado) en una consulta será un valor binario (0 | 1).

En la reclasificación el usuario debe introducir los valores originales y su correspondiente re-etiquetado siguiendo la siguiente lógica:

"Asigno el valor de (a) a todos los valores comprendidos entre (b) hasta (c)" [siendo (a) el nuevo valor (0 o 1 en un mapa binario resultante), (b) el límite inferior del rango y (c) el límite superior].

Figura 5. Ejemplo de ventana de reclasificación a nuevo mapa binario (GvSIG)

Ejemplo con capa de pendientes de 0 a 70



Reclasificación: intervalos 0 | 1

Tabla fija		
Valor mínimo	Valor máximo	Nuevo valor
-1	15	0
15	70	1

¿Qué zonas tienen pendientes superiores a 15 grados?



Capa resultante de:

- 0 No cumple la condición
- 1 Sí cumple la condición



En la reclasificación de los datos, es imprescindible tener en cuenta las siguientes características:

- El **valor máximo** del rango –o límite superior del intervalo– con frecuencia (puede variar según el *software*) no será incluido en la selección. Esto es fundamental para la reclasificación de variables cuantitativas discretas (con comportamiento de variable cualitativa) –careciendo prácticamente de importancia para las variables cuantitativas continuas–.
- Si la variable es **cualitativa** (formaciones, categorías de Corine Land Cover, usos del suelo, etc.) debe ponerse como límite superior el valor inmediatamente superior al que se pretende reclasificar en cada intervalo.
- No hay límite en el número de nuevas categorías que se pueden definir en la reclasificación.
- Los nuevos valores asignados pueden ser enteros o reales.
- El valor mínimo del rango en GvSIG no estará incluido.

Recordemos (de utilidad para este tema):



Variables **cuantitativas** son las que se expresan numéricamente (temperatura, superficie, altitud...). Se pueden cuantificar los valores adoptando unidades de medida. Según el tipo de valores se estructuran en discretas o continuas. Las variables discretas sólo toman valores enteros y pueden interpretarse como el resultado de contar unidades, mientras que las variables continuas son el resultado de medir y pueden contener decimales de modo que cada caso o individuo puede adoptar cualquier valor dentro de un recorrido concreto.

Variables **cualitativas** (o categóricas) son aquellas que no aparecen en forma numérica, sino como categorías o atributos de texto.

### Bloque 3. CONSULTAS EN UN ENTORNO VECTORIAL

La información vectorial se organiza normalmente en capas o niveles, definidas por contenido temático y/o tipo de objeto (punto, línea, polígono).



Esta característica facilita la tarea de consulta. Cualquier objeto vectorial (punto, línea o polígono) contiene al menos un atributo, normalmente un identificador, al que opcionalmente pueden añadirse otros que se almacenan en distintos campos de una base de datos asociada.



La forma más rápida de consulta de estos valores es a través de pantalla, haciendo clic con el ratón sobre el elemento de interés y desplegando su valor.

En relación a las consultas vectoriales, cobra especial protagonismo la clasificación expuesta por Haining (1994), en la cual planteaba la existencia de consultas univariantes (sobre un solo atributo y una sola capa) o multivariantes (sobre varios atributos de una o más capas). En ambos tipos la consulta puede ser espacial (resultado cartográfico) o aespacial (si se describe estadística o gráficamente el conjunto de casos). Con ello, se deriva la siguiente clasificación:

- Univariante: espacial ó aespacial.
- Multivariante: espacial ó aespacial.

Especial importancia cobran en el presente tema las consultas de tipo espacial ya que posibilitan observar patrones espaciales de diverso tipo: concentración de casos que cumplen cierta condición, distribuciones organizadas, dispersión, aleatoriedad, etc. Cuando la consulta recae en la base de datos alfanumérica, las herramientas necesarias son las propias de un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) –como los filtros, basadas frecuentemente en el lenguaje de consulta SQL (Structured Query Language)–. El lenguaje SQL contiene una serie de reglas básicas para definir un filtro que seleccione en la base de datos aquellos registros que cumplan los requisitos definidos por el usuario (caracteres-comodín, tales como \*, %, etc. y órdenes, tales como “select”, “order by”, etc.).



Establecido el filtro, el usuario puede visualizar los resultados en forma alfanumérica o en forma gráfica, quedando los elementos seleccionados resaltados en color amarillo, contrastando con los grises de los que no cumplían los criterios definidos.

Esta visualización permite verificar la calidad del filtro definido y, en caso necesario, modificar los criterios de selección.

#### Bloque 4. EMPLEO DE LOS OPERADORES LÓGICOS EN CONSULTAS DE DOS O MÁS CONDICIONES (NIVELES)

Los procedimientos de consulta descritos en apartados anteriores resuelven en su mayoría peticiones de datos a partir de un único nivel de información.

Habitualmente, se necesita formular consultas más complejas del tipo ¿qué zonas están por encima de los 500 metros y en pendiente superior a 30 grados?; ¿dónde se localizan las manchas de robledal en exposiciones sur?, etc. En este tipo de consultas intervienen dos o más capas que se relacionan mediante un operador lógico (AND, OR, XOR o NOT).

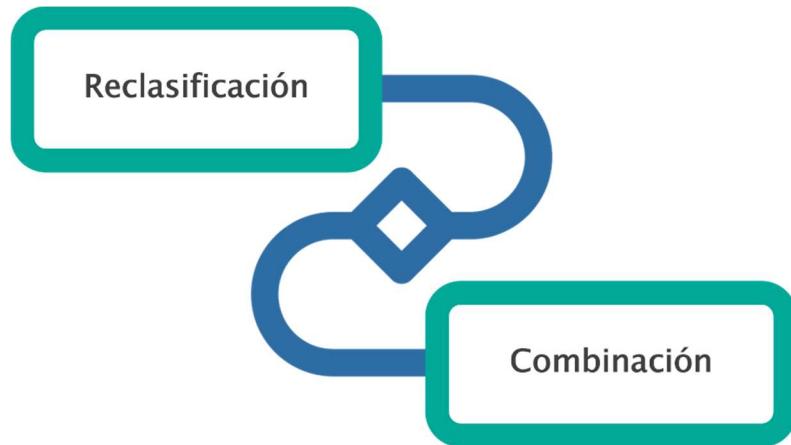
##### Operadores lógicos AND | OR | NOT | XOR

La estrategia seguida con SIG para dar respuesta a este tipo de consultas temáticas exige **generar mediante el operador de reclasificación tantos mapas binarios como capas intervengan** y, en una segunda fase, **combinar** estos mapas binarios para producir un mapa final (Fig. 6). Este procedimiento equivale a la técnica clásica de superposición de mapas, con la peculiaridad de que cada mapa contiene únicamente dos categorías lógicas (presencia 1 | ausencia 0).

En lo que se refiere a la superposición cartográfica o combinación, los operadores lógicos o booleanos Y (AND), O (OR), O exclusivo (XOR) y NO (NOT) facilitan la combinación de niveles. La denominación “booleano” procede del matemático inglés George Boole (1815–1864), quien definió los principios de la lógica matemática. En 1854 publicó la obra *An investigation into the Laws of Thought, on Which are founded the*

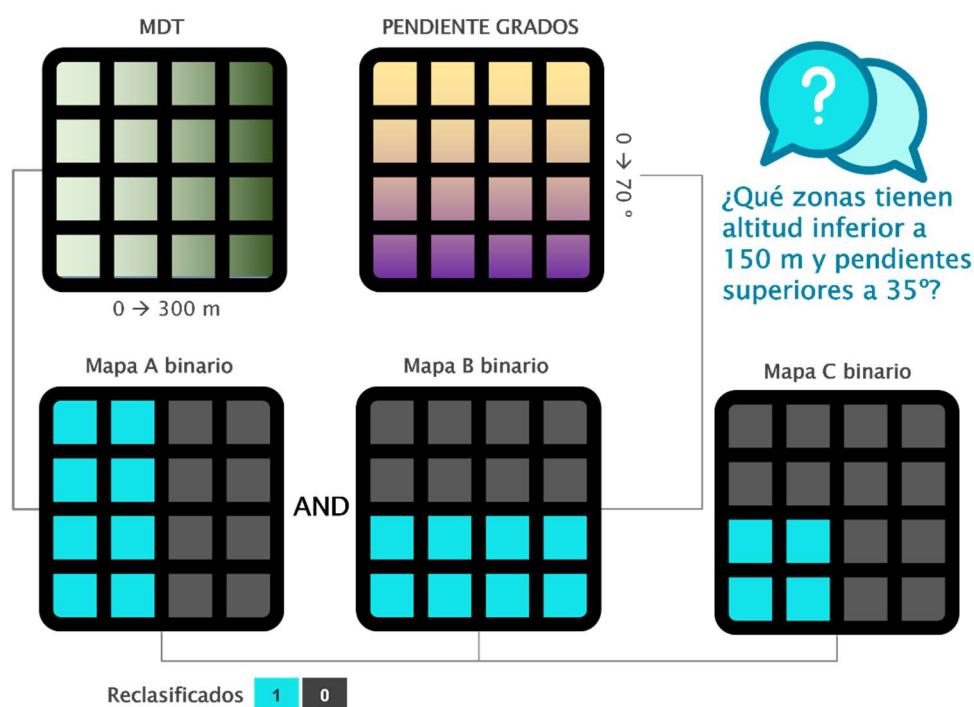
*Mathematical Theories of Logic and Probabilities* en la que se aproxima a la lógica de forma novedosa, reduciéndola a métodos algebraicos simples, e incorporando la lógica a las matemáticas.

Figura 5. Fases necesarias para consultas raster de varios niveles



George Boole nació el álgebra lógica llamada álgebra booleana que hoy en día se aplica al análisis cartográfico digital. Sobre esta base, la expresión booleana se define como la expresión basada o reducida a condiciones del tipo Verdadero/Falso (González Aguayo, R.) y en nuestro caso responde o no a una determinada consulta, indica zonas que cumplen [o no] una determinada condición.

#### 4.1. Operador “Y” (AND)



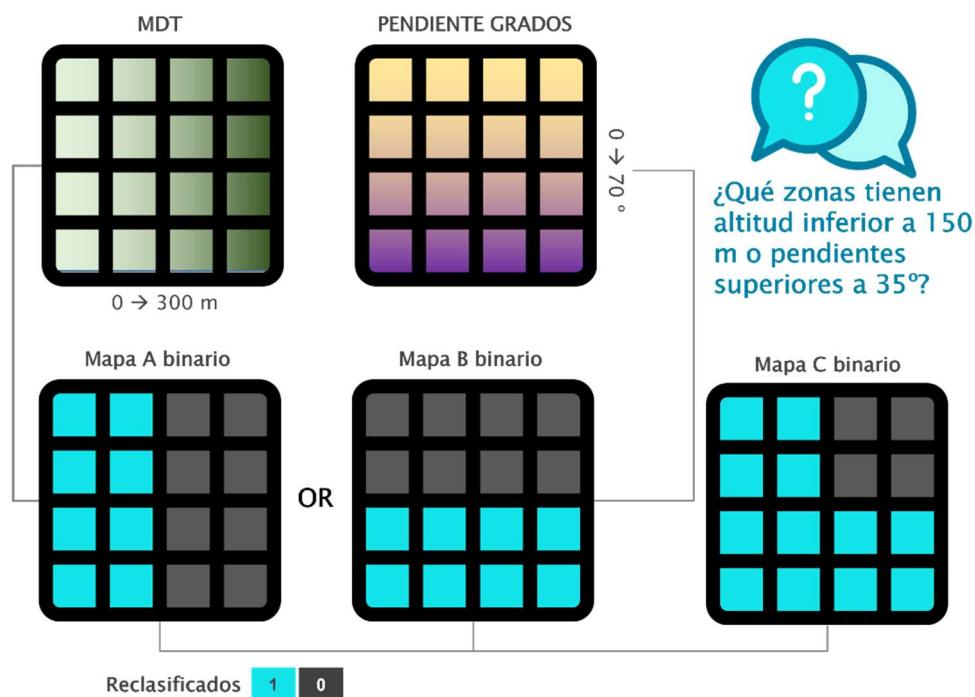
Resuelve el cálculo de la **intersección** de dos conjuntos de datos o capas. Sólo en el caso de que el valor en ambos conjuntos (capas) sea verdadero (valor 1), el resultado es verdadero. En términos matemáticos, equivale a multiplicar dos o más matrices binarias. En el esquema del operador, el mapa C representa las zonas que cumplen las condiciones A y B conjuntamente

#### 4.2. Operador “O” (OR)

Calcula la **unión** de dos conjuntos y es, por consiguiente, menos selectivo que el operador AND. Si el valor en cualquiera de las capas de partida (A o B) es verdadero (valor 1), el resultado final es verdadero.

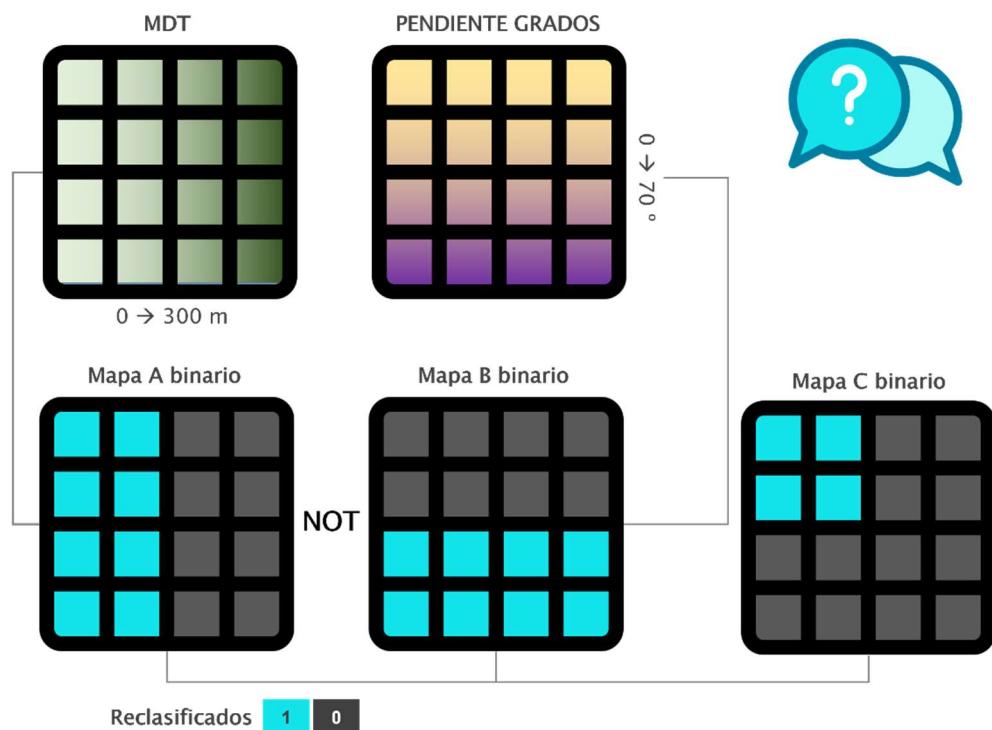
En términos matemáticos, equivale a sumar dos o más matrices binarias y reclasificar todos los valores distintos a 0 como 1. El operador OR también equivale a la elección del máximo.

En el siguiente esquema, el mapa C representa las zonas que cumplen la condición A o la condición B, o las condiciones A y B conjuntamente.

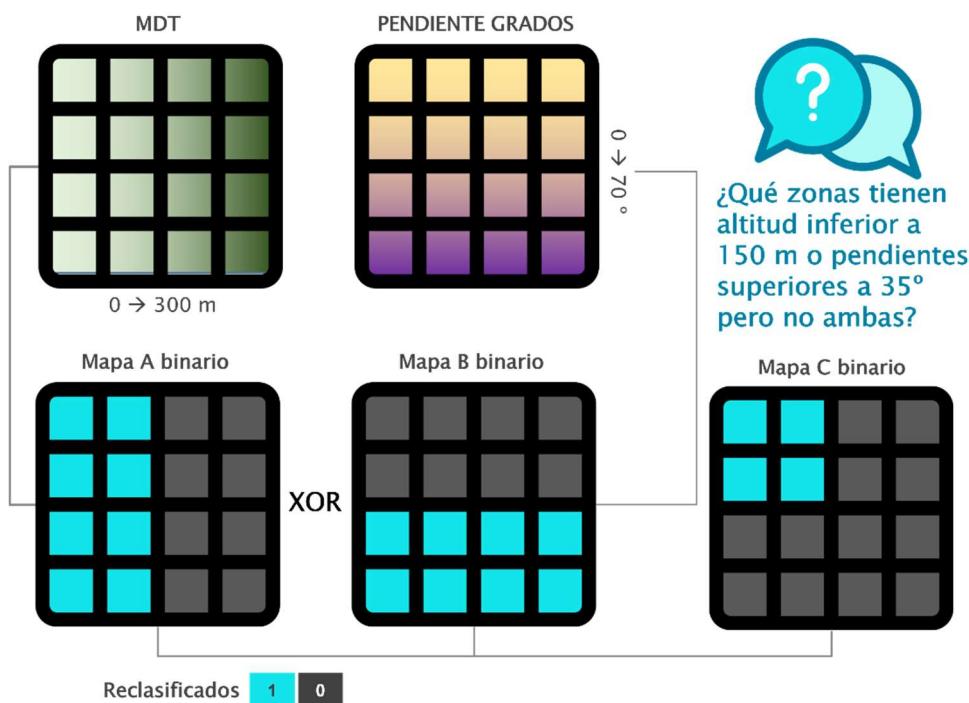


#### 4.3. Operador “NO” (NOT)

Selecciona las celdas que pertenecen al primer conjunto de datos (condición A) y que no pertenecen al mismo tiempo a la segunda condición. El mapa C representa las zonas que cumplen la condición A pero no la B, ni la A y la B conjuntamente.



#### 4.4. Operador “O EXCLUSIVO” (XOR)

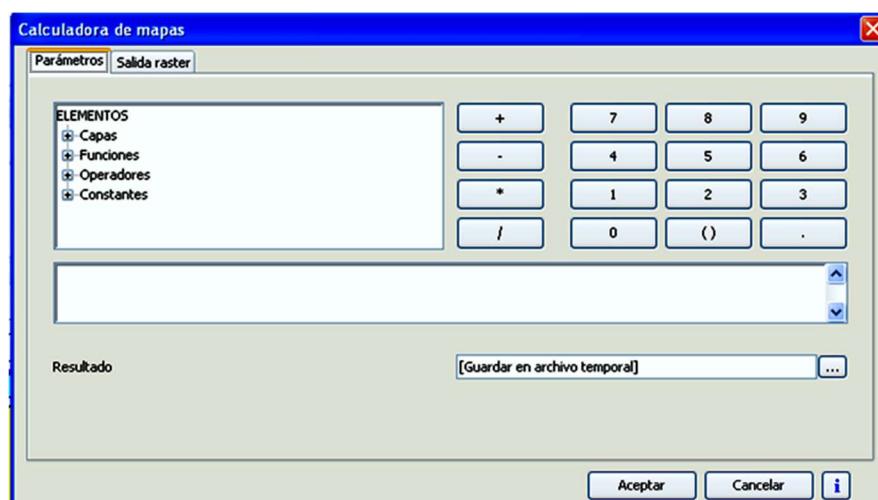


Busca aquellas celdas distintas a 0 en ambas capas, pero descarta aquellas que están presentes simultáneamente en ambas imágenes. Si uno y sólo uno de los valores en uno de los conjuntos es verdadero, el resultado es verdadero. El mapa C representa las zonas que cumplen la condición A o la B pero nunca la A y la B conjuntamente.

#### 4.5. Operaciones para el desarrollo de consultas lógicas

En el entorno raster, el empleo de los operadores booleanos se desarrolla mediante dos opciones o tipos de herramientas posibles:

- Superposición de pares de variables (capas)** mediante operadores booleanos (OVERLAY). Combina dos –y sólo dos– capas bajo principios matemáticos (suma, multiplicación, etc.).
- Calculadora de mapas.** Permite combinar dos o más capas raster binarias (0 | 1) y generar consultas complejas en las que intervienen múltiples niveles de información empleando todos los operadores relacionales y lógicos en un mismo entorno.



Esta herramienta pone en manos del usuario una amplísima gama de operaciones con los datos, de tipo matemático y de tipo lógico, y le introduce en campos clásicos del mundo SIG como son el álgebra de mapas (Map Algebra) y la superposición cartográfica (Cartographic Overlay) respectivamente.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- BOSQUE SENDRA, J. (1992): *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Rialp.
- CEBRIÁN, J.A. (1992): *Información geográfica y Sistemas de Información Geográfica* Santander, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria.
- COMAS, D. y RUIZ, E. (1993): *Fundamentos de los sistemas de información geográfica*. Barcelona: Ariel.
- EQUIPO SEXTANTE (2008): *Manual práctico de Sextante en GvSIG*. En: [http://forge.osor.eu/plugins/scmsvn/viewcvs.php/\\*checkout\\*/docs/LaTeX/ManualPracticoSEXTANTE/ManualPracticoSEXTANTE.pdf?root=sextante&rev=54&atrev=54](http://forge.osor.eu/plugins/scmsvn/viewcvs.php/*checkout*/docs/LaTeX/ManualPracticoSEXTANTE/ManualPracticoSEXTANTE.pdf?root=sextante&rev=54&atrev=54)
- GONZÁLEZ AGUAYO, R.: *Diccionario de términos SIG*.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. y GOULD, M. (1994): *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Síntesis.
- HAINING, R. (1994): *Designing spatial data analysis modules for GIS*. En: Fotheringham and Rogreson (eds.) Spatial Análisis and GIS. Taylor and Francis: London, 45–64. Adaptado por Giscampus.org.
- LONGLEY, P., GOODCHILD M.F., MAGUIRRE, D.J., RHIND, D.W. (2011): *Geographic Information Systems and Science (3rd Edition)*. Chichester: John Wiley & Sons, cop. 2011.
- LAURINI, R. y THOMSON, D. (1992): *Fundamentals of Spatial Information Systems*. Academic, Press.
- MORENO JIMÉNEZ, A. (1999): *Población y espacio en la Comunidad de Madrid. Análisis y aplicaciones a nivel microgeográfico*. Consejería de Hacienda. Madrid
- OLAYA, V. (2020): Sistemas de Información Geográfica. En: <http://volaya.github.io/libro-sig/>
- SHERMAN, Gary E. (2008): *Desktop GIS: Mapping the planet with open source tools*. The Pragmatic Bookshelf.
- Página general de GvSIG <http://www.gvsig.com/es>