

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN

Facultad Politécnica



Diplomado en Computación Estadística y Análisis de Datos

Módulo 7: Métodos de Geoestadística

Clase 3: Operaciones con datos espaciales

Profesor: Carlos Giménez

email: charlieswall@gmail.com

1. Operaciones espaciales

Las operaciones espaciales utilizan funciones de geometría para tomar datos espaciales como entrada, los analizan, y luego producen datos de salida que derivan del análisis realizado en los datos de entrada (ESRI, 2022).

Las operaciones espaciales pueden responder preguntas de índole espacial como:

¿Cuál es la estación de servicio más cercana a mi ubicación?

¿Cuál es el uso de la tierra de mi finca?

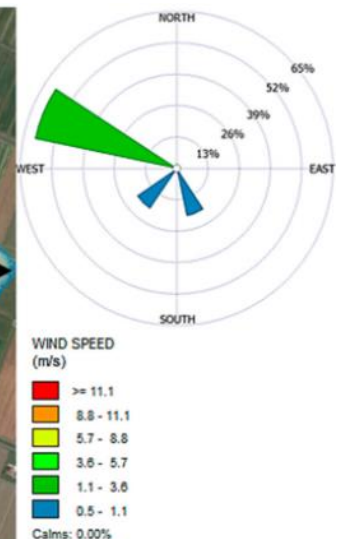
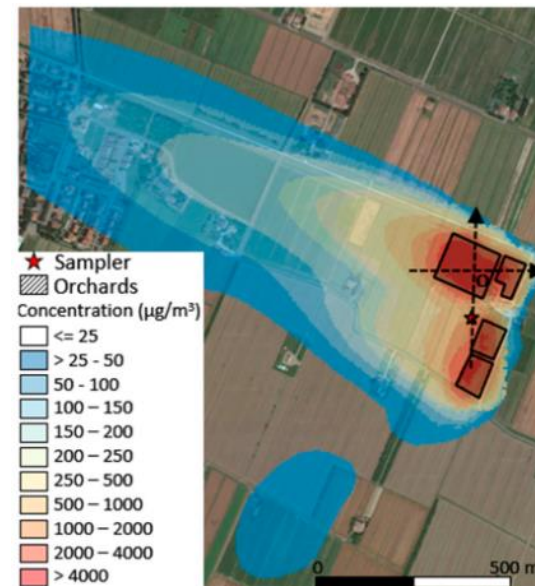
¿Cuando fue deforestado el bosque y cuál es la superficie por año?

¿Cómo se dispersará un plaguicida en el aire?

Es importante recalcar que las operaciones espaciales que implican dos objetos espaciales, requieren que **ambos objetos tengan el mismo sistema de referencia de coordenadas**



CUADRO DE USO			
SIMBOLO	CATEGORÍA DE USO	SUPERFICIE	
		m²	Porcentaje (%)
	Administración	76063,41	0,2%
	Agropecuario	24166583,4	64,4%
	Bosque de reserva	10347896,57	27,1%
	Calle	43850,98	0,1%
	Cobertura Vegetal	197451,68	0,5%
	Cortinas de protección	2242627,90	6,0%
	Cortinas en regeneración	124143,52	0,3%
	Picada	501382,55	1,3%
	Total general	37.500.000	100%



1.1.1 Operaciones espaciales con datos vectoriales:

Subconjunto espacial

Es el proceso de tomar un objeto espacial y devolver un nuevo objeto que contiene solo características que se relacionan en el espacio con otro objeto.

Subconjuntos de dataframes sf pueden ser creados utilizando los corchetes (`[]`) y la sintaxis

```
x [ y , , op= st_intersects ]
```

Donde:

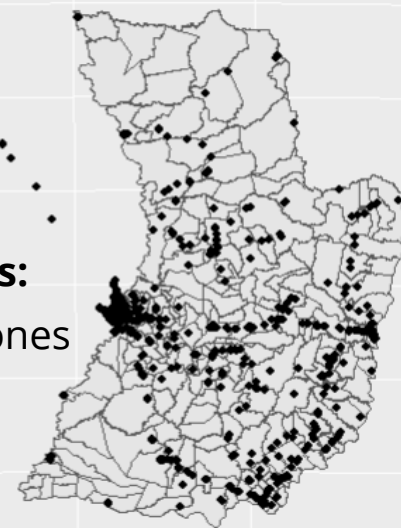
x es un objeto sf desde el que un subconjunto de registros será obtenido

y es un objeto sf el cual es utilizado como filtro

op = st_intersects es un argumento opcional que especifica la **relación topológica** (también conocido como predicado binario) usada para realizar el subconjunto.

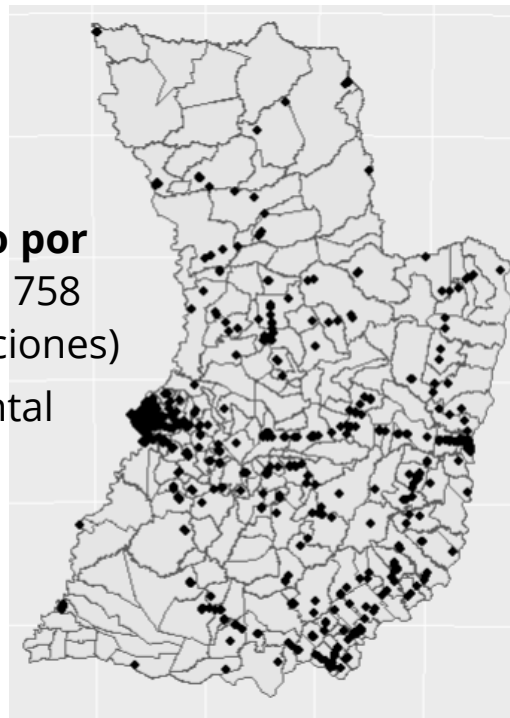
Conjunto de datos:

828 puntos Estaciones de servicio en PY



Subconjunto por

localización: 758 puntos (estaciones) en la R. Oriental



1.1.1 Operaciones espaciales con datos vectoriales:

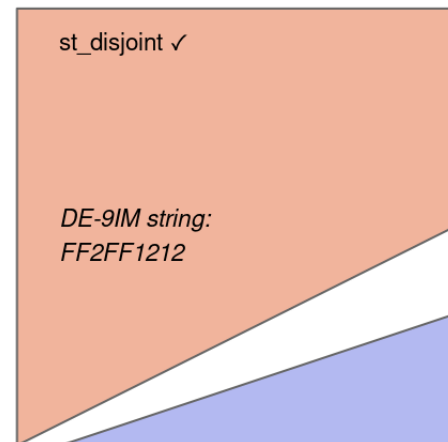
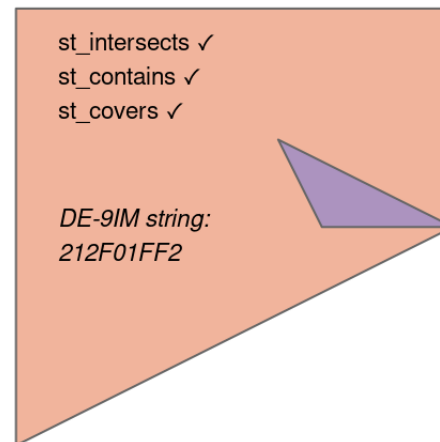
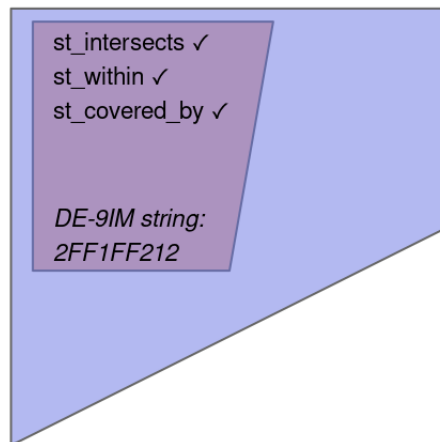
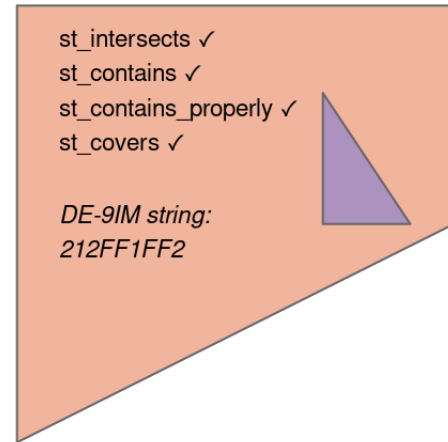
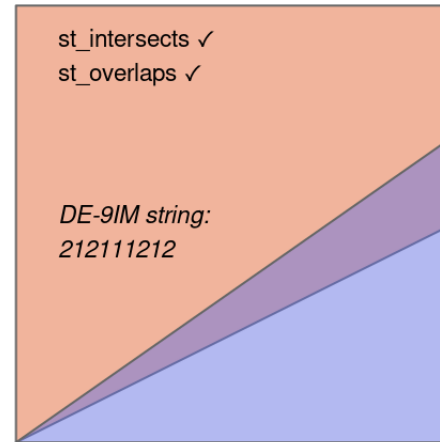
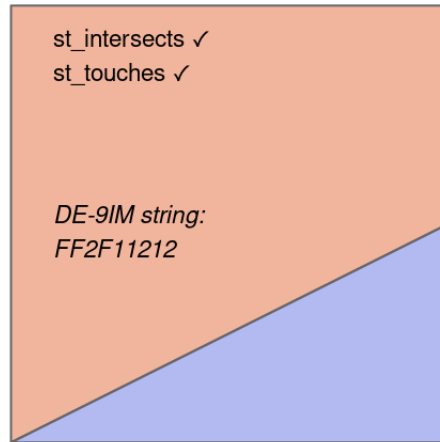
Relaciones topológicas

Las **relaciones topológicas** describen las relaciones espaciales entre objetos. “Relaciones topológicas binarias”, son declaraciones lógicas cuya respuesta solo puede ser TRUE o FALSE (Verdadero o Falso) sobre las relaciones espaciales entre dos objetos definidos por un conjunto ordenados de puntos.

Es importante tener en cuenta que, para algunas relaciones el orden importa, por ejemplo: *contains* y *within*, mientras que para *equals*, *intersects*, *crosses*, *touches* y *overlaps* son simétricas.

En la figura las relaciones para las cuales la función (x, y) es verdadera se imprimen para cada par de geometría, con x representada en rosa e y representada en azul

La naturaleza de la relación espacial para cada par se describe mediante la cadena Modelo de intersección de 9 dimensiones extendidas.

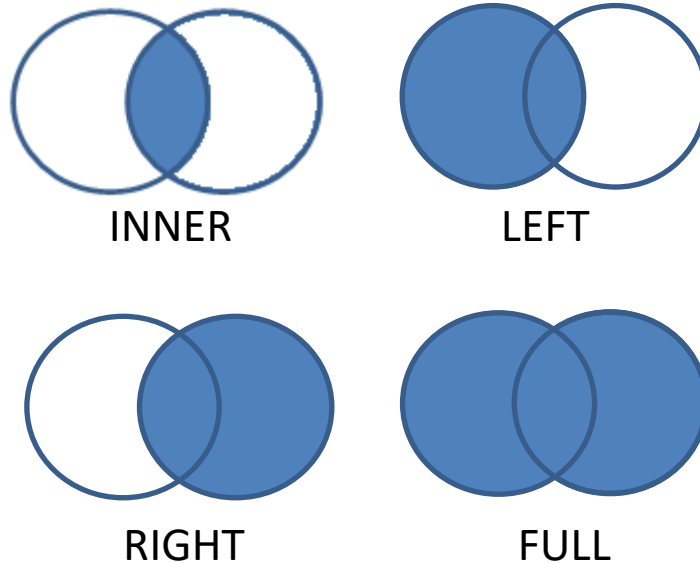


1.2 Operaciones espaciales con datos vectoriales: Uniones espaciales

Las uniones espaciales o spatial joinings se basan también en las relaciones espaciales descritas anteriormente. Al igual que con los datos de atributo, la unión agrega nuevas columnas al objeto de destino (el argumento x en las funciones de combinación), desde un objeto de origen (y).

Las uniones espaciales son implementadas mediante ***st_join()***, la cual por defecto ejecuta un “***left join***” es decir, el objeto resultante es sf, reteniendo solo los registros de x, a menos que el parámetro “***left***” sea modificado en cuyo caso ejecuta una unión del tipo “***inner join***” es decir, retornando un objeto solo con los registros cuya relación espacial dio verdadera o TRUE.

Es importante tener en cuenta que, los distintos tipos de relaciones espaciales pueden ser implementadas para realizar las uniones espaciales o *spatial joins*, esto se realiza modificando el parámetro “join”



1.3 Operaciones espaciales con Raster o Grillas

Los datos ráster se usan comúnmente para representar fenómenos espacialmente continuos, como la elevación. Un ráster divide el mundo en una cuadrícula de rectángulos de igual tamaño (denominados celdas o, en el contexto de la detección remota por satélite, píxeles) que tienen uno o más valores (o valores faltantes) para las variables de interés. Un valor de celda ráster normalmente debería representar el valor promedio (o mayoritario) del área que cubre. Sin embargo, en algunos casos, los valores son en realidad estimaciones para el centro de la celda (en esencia, se convierten en un conjunto regular de puntos con un atributo).

A diferencia de los datos vectoriales, en los datos ráster, la geometría no se almacena explícitamente como coordenadas. Se establece implícitamente al conocer la extensión espacial y el número de filas y columnas en que se divide el área. A partir de la extensión y el número de filas y columnas, se puede calcular el tamaño de las celdas ráster (resolución espacial).

Si bien las celdas ráster pueden considerarse como un conjunto de polígonos regulares, sería muy ineficiente representar los datos de esa manera, ya que las coordenadas de cada celda tendrían que almacenarse explícitamente. Hacerlo también aumentaría drásticamente el tiempo de procesamiento.

A. Cell IDs

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

B. Cell values

92	55	48	21
58	70	NA	37
NA	12	94	11
36	83	4	88

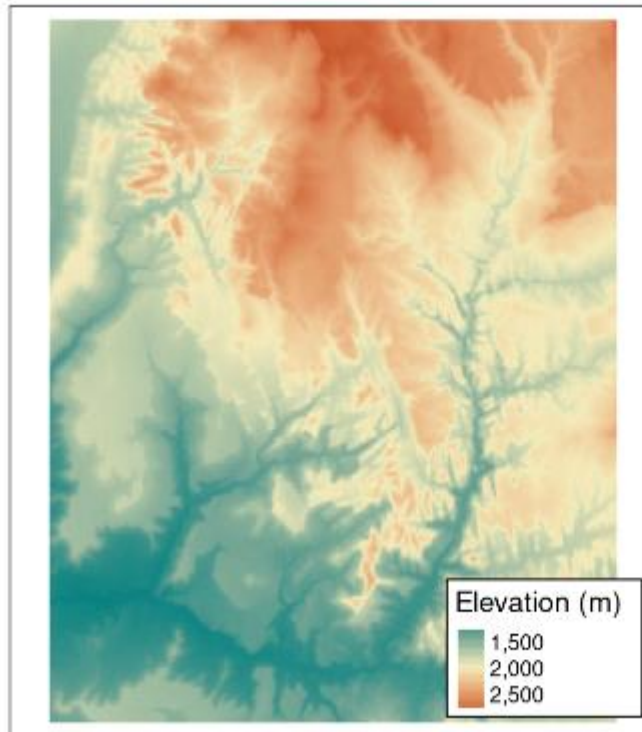
C. Colored values



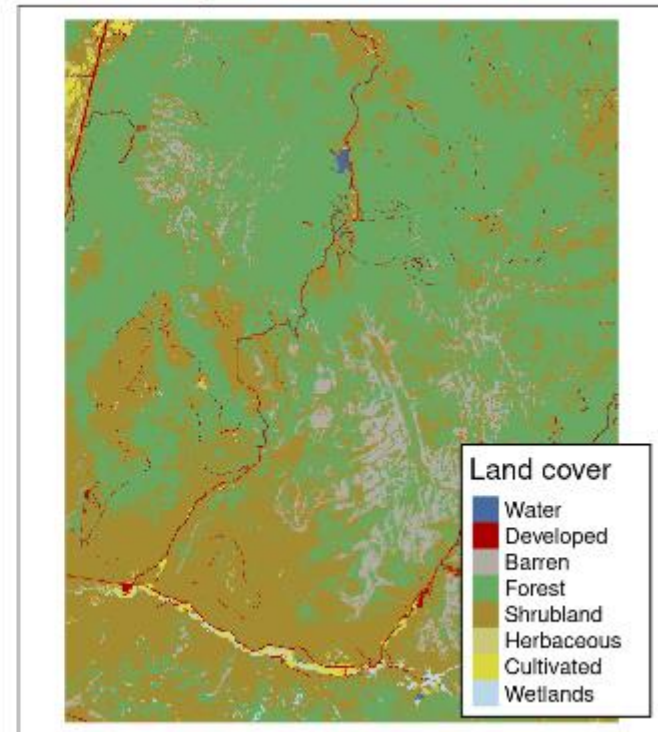
1.3 Operaciones espaciales con Raster o Grillas

Los mapas ráster suelen representar fenómenos continuos como elevación, temperatura, densidad de población o datos espectrales. Las características discretas como el suelo o las clases de cobertura terrestre también se pueden representar en el modelo de datos ráster. Ambos usos de los conjuntos de datos ráster se ilustran en la Figura 2.14, que muestra cómo los bordes de las entidades discretas pueden volverse borrosos en los conjuntos de datos ráster. Dependiendo de la naturaleza de la aplicación, las representaciones vectoriales de características discretas pueden ser más adecuadas.

A. Continuous data



B. Categorical data

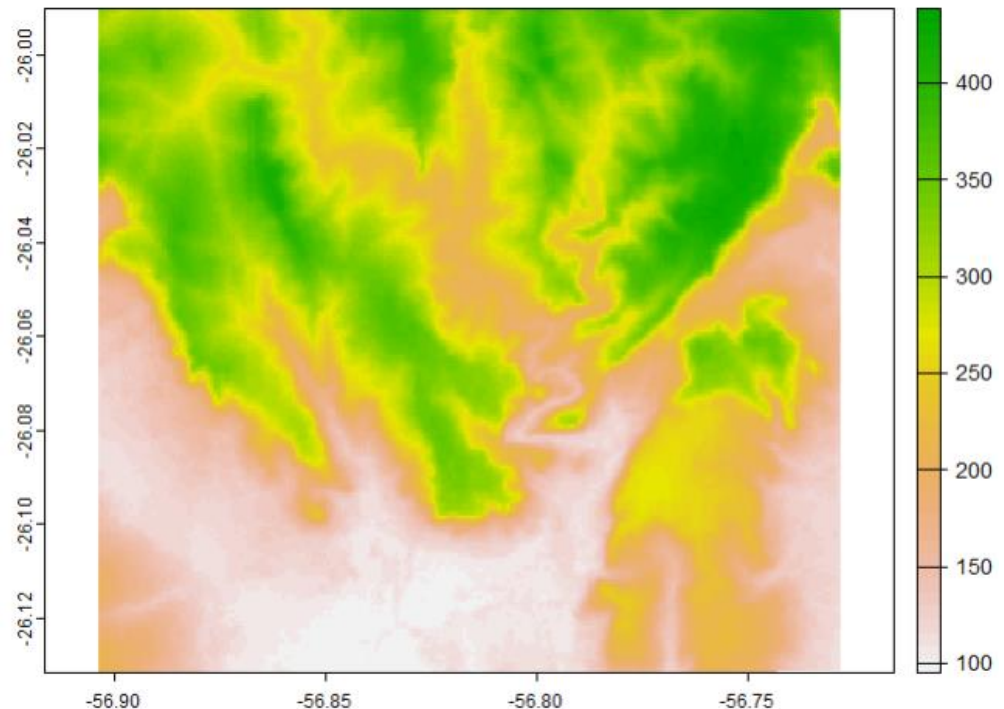


1.3.1 Paquetes Raster y Terra

Durante las últimas dos décadas, se han desarrollado varios paquetes para leer y procesar conjuntos de datos ráster. El principal de ellos fue **raster**, que condujo a un cambio radical en las capacidades de raster de R cuando se lanzó en 2010 y se convirtió en el paquete principal en el espacio hasta el desarrollo **de terra y stars**. Ambos paquetes desarrollados más recientemente brindan funciones potentes y de alto rendimiento para trabajar con conjuntos de datos ráster y existe una superposición sustancial entre sus posibles casos de uso. En este curso nos centraremos en terra

El paquete terra admite objetos ráster en R. Al igual que su ráster predecesor (creado por el mismo desarrollador, Robert Hijmans), proporciona un amplio conjunto de funciones para crear, leer, exportar, manipular y procesar conjuntos de datos ráster.

El paquete terra admite numerosos controladores con la ayuda de la biblioteca GDAL. Por lo general, los rásteres de los archivos no se leen por completo en la RAM, con la excepción de su encabezado y un puntero al archivo en sí. Los rásteres también se pueden crear desde cero usando la misma función `rast()`. En el siguiente link podrán encontrar la guía completa del paquete



<https://rspatial.org/terra/pkg/2-classes.html>

1.3.2 Álgebra raster

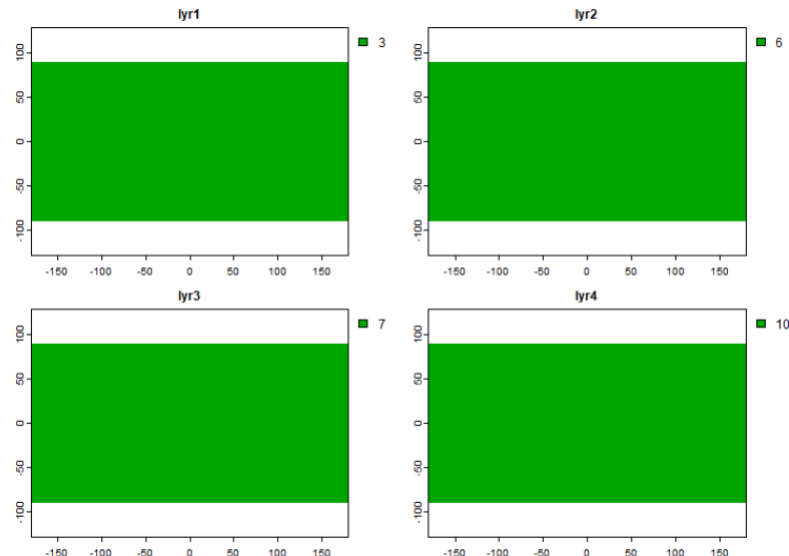
Se han implementado muchas funciones genéricas que permiten un álgebra ráster simple y elegante para objetos **SpatRaster**, incluidos los operadores algebraicos normales como $+$, $-$, $*$, $/$, operadores lógicos como $>$, $>=$, $<$, $==$, $!=$ y funciones como *abs*, *round*, *ceiling*, *floor*, *trunc*, *sqrt*, *log*, *log10*, *exp*, *cos*, *sin*, *max*, *min*, *range*, *prod*, *sum*, *any*, *all*.

En estas funciones puedes mezclar objetos terra con números, siempre que el primer argumento sea un objeto terra.

Las funciones de resumen (*min*, *max*, *mean*, *prod*, *sum*, *Median*, *cv*, *range*, *any*, *all*) siempre devuelven un objeto SpatRaster.

Quizás esto no sea obvio cuando se usan funciones como *min*, *sum* o *mean*.

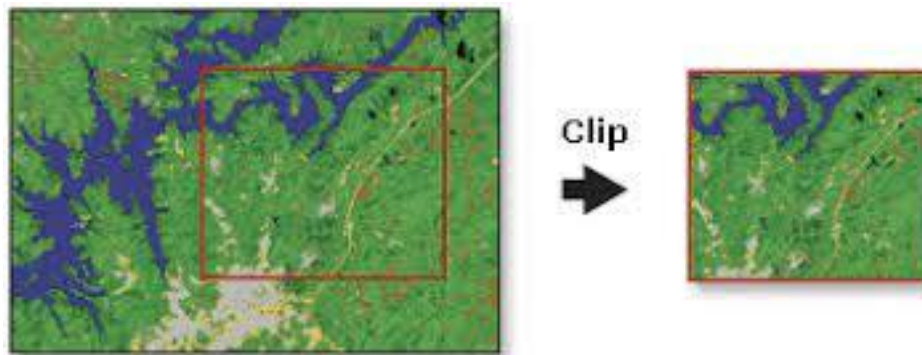
Use *global* si en lugar de un SpatRaster desea un solo número que resuma los valores de celda de cada capa.



1.3.3 Geoprocesamiento raster-vector

Los paquetes de ráster admiten la conversión de punto, línea y polígono a ráster con el método de rasterización. Para datos de tipo vectorial (puntos, líneas, polígonos), se utilizan objetos de clases Spatial* definidos en el paquete sp; pero los puntos también se pueden representar mediante una matriz de dos columnas (x e y).

La conversión de punto a ráster a menudo se realiza con el propósito de analizar los datos de punto. Por ejemplo, para contar el número de especies distintas (representadas por observaciones puntuales) que se encuentran en cada celda ráster. rasterize toma un objeto SpatRaster para establecer la extensión espacial y la resolución, y una función para determinar cómo resumir los puntos (o un atributo de cada punto) por celda.



2 Bibliografía

<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/using-sql-with-gdbs/spatial-operations.htm>

<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/analysis-toolbox/near.htm>

http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2022/05/6005_RIMA_2021_RODGER_ADMINISTRACION.pdf

<https://www.mdpi.com/2073-4433/9/2/38>

<https://r-spatial.github.io/sf/articles/sf3.html>

3 Referencias de interés

- Datos raster o grilla - https://docs.qgis.org/2.14/es/docs/gentle_gis_introduction/raster_data.html
- Blog sobre R y análisis de datos espaciales - <https://r-spatial.org/about/>

Muchas gracias!!

Carlos Giménez Larrosa
Correo: charlieswall@gmail.com