

# Diplomado en Análisis de Información Geoespacial

Relaciones espaciales

**Autores:**

**M. en G. Camilo A. Caudillo Cos**

**M. en G. Claudia Coronel Enríquez**

## Introducción

La aplicación de métodos de análisis espacial permite simplificar la realidad adaptándola a estructuras de datos, que es el supuesto más fuerte.

Cuando nos enfrentamos a un problema que es inherentemente espacial debemos tener en cuenta al menos dos elementos básicos: la escala de observación, que determina la necesidad de información espacial con cierto grano o resolución, y la abstracción de las relaciones de vecindad.

¿Cómo interactúan las unidades territoriales? ¿Por contigüidad o por distancia? Veremos que en algunos casos el tipo de datos implica alguna definición de forma "natural", pero lo realmente importante es que es nuestra decisión.

## Objetivos

Introducir los conceptos de escala de observación y de las diferentes formas de relaciones de vecindad.

## Las relaciones espaciales

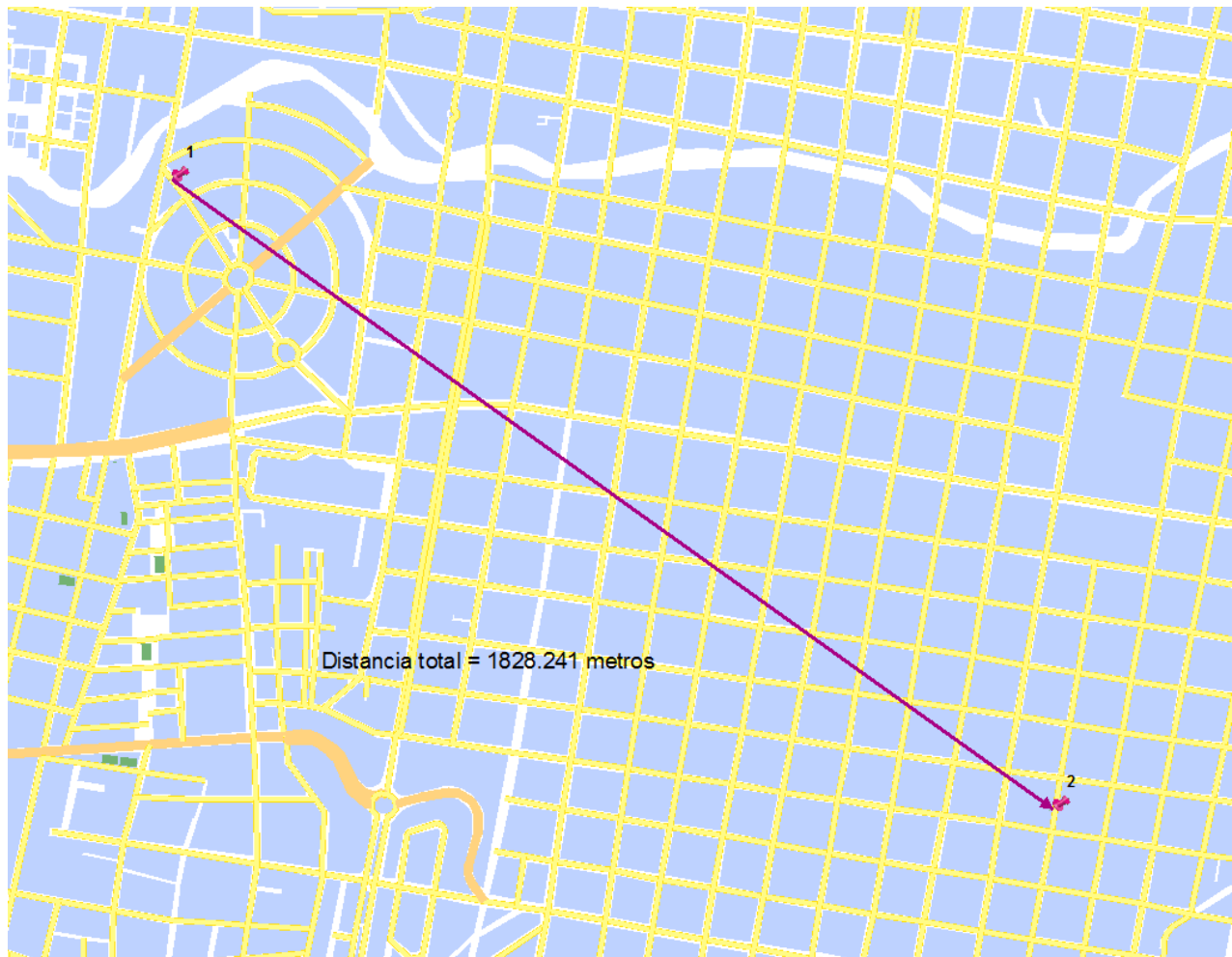
Mientras se pueda modelar de forma más realista cómo interactúan los objetos entre sí en el espacio, los resultados obtenidos serán más certeros. La elección de los parámetros para la conceptualización de las relaciones espaciales debe reflejar las relaciones inherentes entre los objetos que se analizan.

En algunas ocasiones existen construcciones inherentes a las características de los datos. Es decir, existen métodos diseñados ex-profeso para el tipo de geometría que analizamos, entendida como el tipo de objetos: puntos, líneas o polígonos. Debemos

recordar que trabajamos con datos representados en matrices dentro de una estructura computacional.

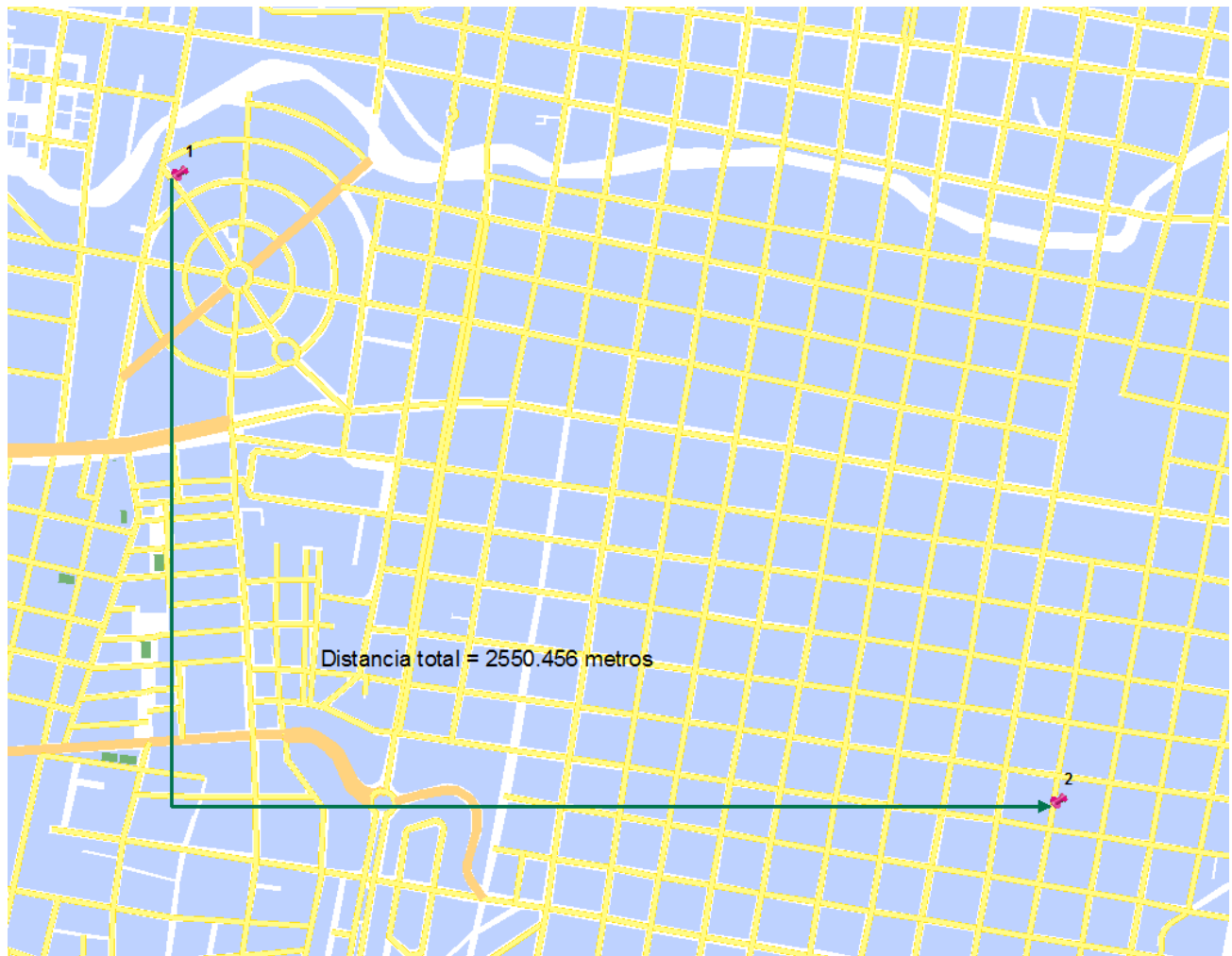
### ¿Cómo se miden las distancias?

Hay distintos tipos de distancia. La euclidiana o a "vuelo de pájaro" es una forma simple de representar las relaciones espaciales. Sin embargo, cuando es necesario incorporar las barreras espaciales al análisis, resulta poco realista.



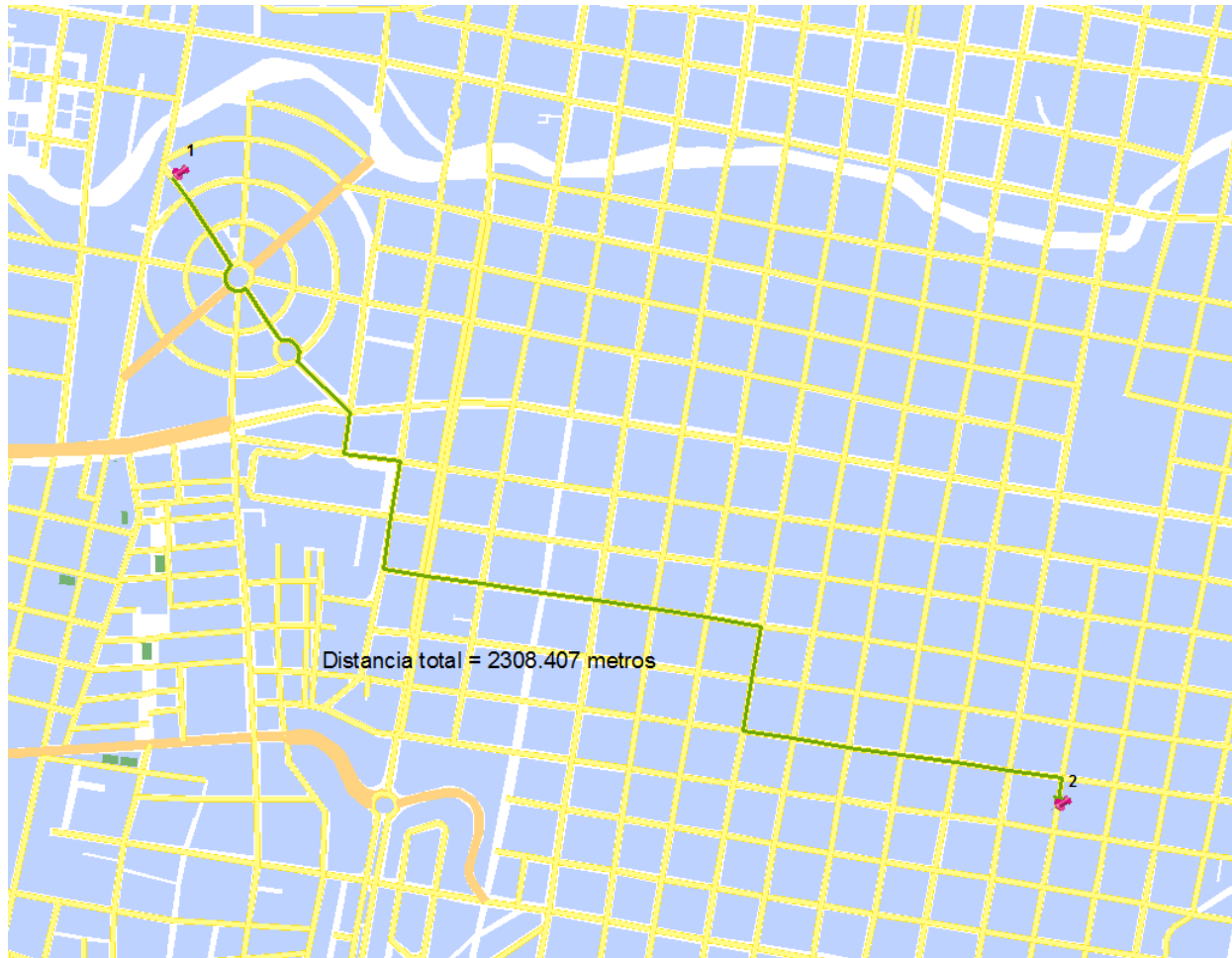
Caudillo, C. (2012). Distancia Euclidiana

La distancia Manhattan, por su parte, consiste en medir el trayecto entre dos puntos mediante una línea que sigue un ángulo recto respecto a los ejes norte-sur y este-oeste. En general este mecanismo es un poco más realista, sobre todos aplicada a la geografía urbana y en ciudades cuyo trazo es el de un tablero de ajedrez.



Caudillo, C. (2012). Distancia Manhattan

Por último, también es posible calcular distancias a través de una red de calles. Esta es la forma más precisa, pero resulta altamente costosa en términos de tiempo si necesitamos trabajar con una cantidad importante de puntos.



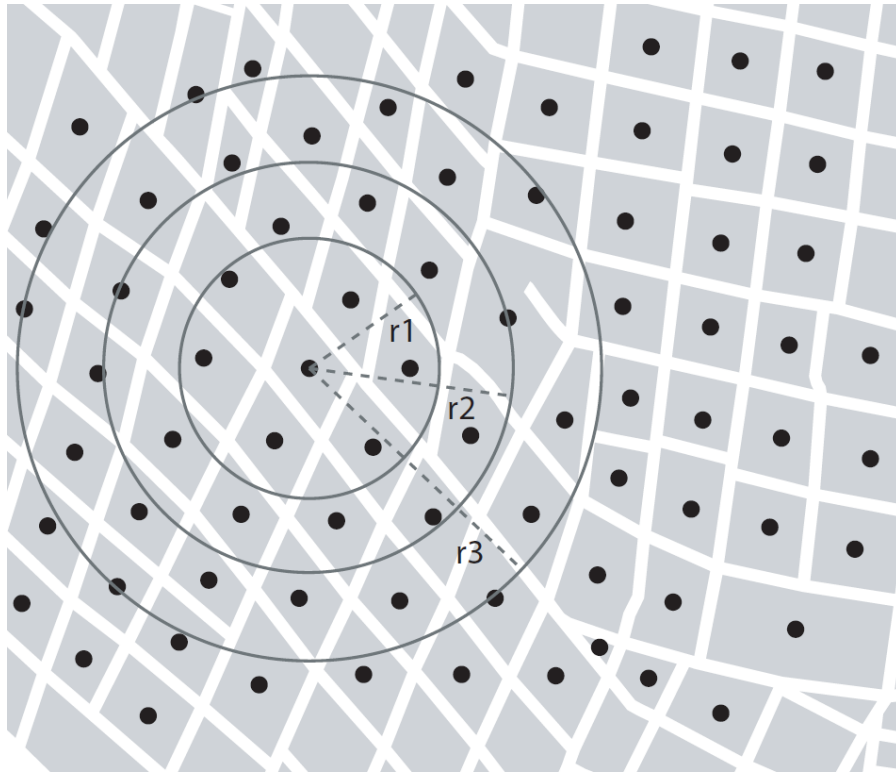
Caudillo, C. (2012). Distancia a través de una red de calles

### ¿Cómo se conceptualizan las relaciones de vecindad?

Métodos como la ponderación inversamente proporcional a la distancia, por ejemplo, son más apropiados en el caso de datos continuos o para modelar procesos en los cuales hay una mayor influencia/interacción entre los objetos mientras más cerca se encuentren.

Con esta conceptualización espacial cada objeto es vecino de todos los demás pero, si hay demasiados datos, el número de cálculos involucrados será enorme.

Adicionalmente se puede incluir un umbral de distancia o parámetro de bandas de distancia, en caso contrario algunos programas toman el mínimo de distancia posible para asegurar que todos los datos tengan al menos un vecino.

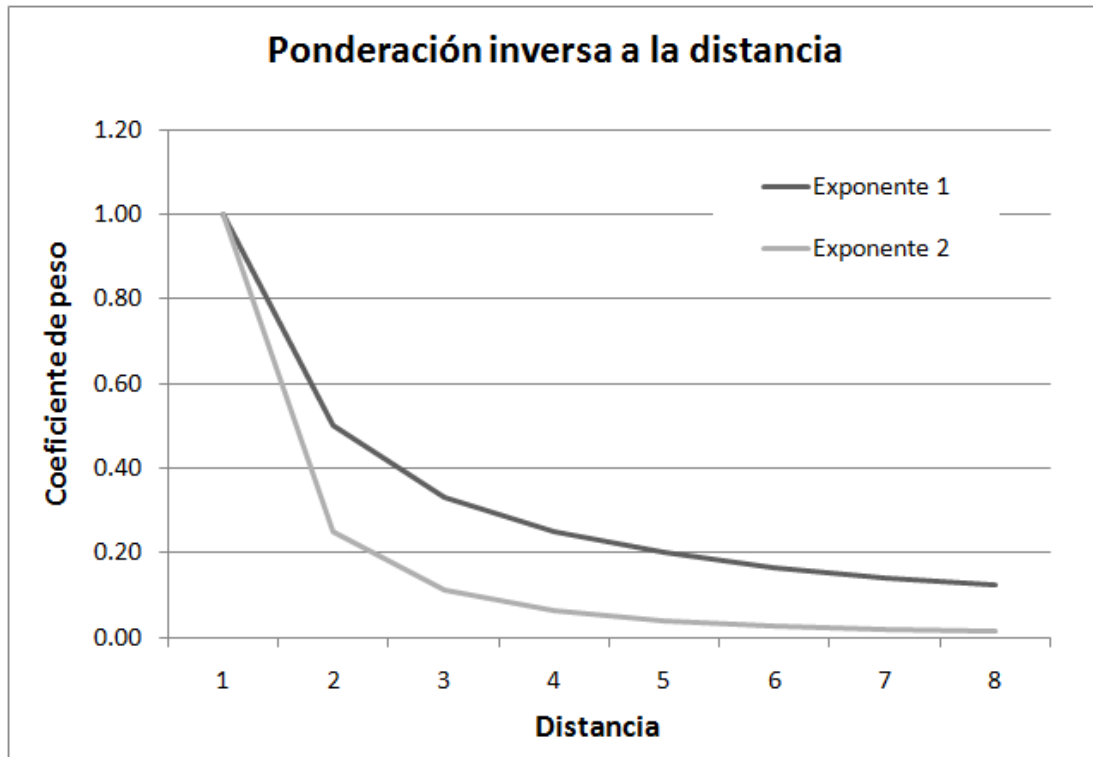


Caudillo, C. (2012). Ponderación inversamente proporcional a la distancia.

El método de umbral fijo de distancia funciona bien con datos de polígonos donde hay una variación importante en su tamaño (polígonos muy grandes en los bordes de la zona de estudio y pequeños en el centro, por ejemplo). También se recomienda su uso con los datos puntuales cuando se utilizan métodos de análisis hot spot.

La zona de indiferencia trabaja bien cuando la distancia fija es apropiada pero la imposición de fronteras puede no ser precisa para representar los datos. Se debe tener presente que, como el método del inverso de la distancia, la zona de indiferencia considera a cada objeto dentro de una vecindad para cada objeto.

Esta opción no es apropiada para conjuntos muy grandes de datos toda vez que el umbral no limita el número de vecinos, sino que sólo especifica el punto en el cual la intensidad de las relaciones espaciales comienza a declinar.



Caudillo, C. (2012). Ponderación inversa proporcional a la distancia (Gráfica).

El gráfico anterior muestra el método de ponderación inversamente proporcional a la distancia, esto es, mientras más lejanos sean los objetos, menor será el peso que se les asigne.

Por otra parte, el método de las zonas de indiferencia asume una ponderación equitativa hasta cierto umbral y después declina en forma exponencial, dependiendo de la distancia.

El método de los k-ésimos vecinos más cercanos es efectivo para asegurar un número mínimo de objetos en el análisis. Especialmente cuando los valores asociados a los datos están sesgados (no tienen una distribución normal) es importante que al menos cada objeto sea evaluado contra por lo menos ocho vecinos (esta es una recomendación universal).

Cuando la distribución de los datos varía a través del área de estudio de tal forma que algunos objetos están muy lejos de los demás, este método también funciona bien. Hay que notar que el contexto espacial del análisis cambia dependiendo de las variaciones en la dispersión/densidad de los objetos. Cuando fijar la escala de análisis es menos importante que fijar el número de vecinos, este método es apropiado.



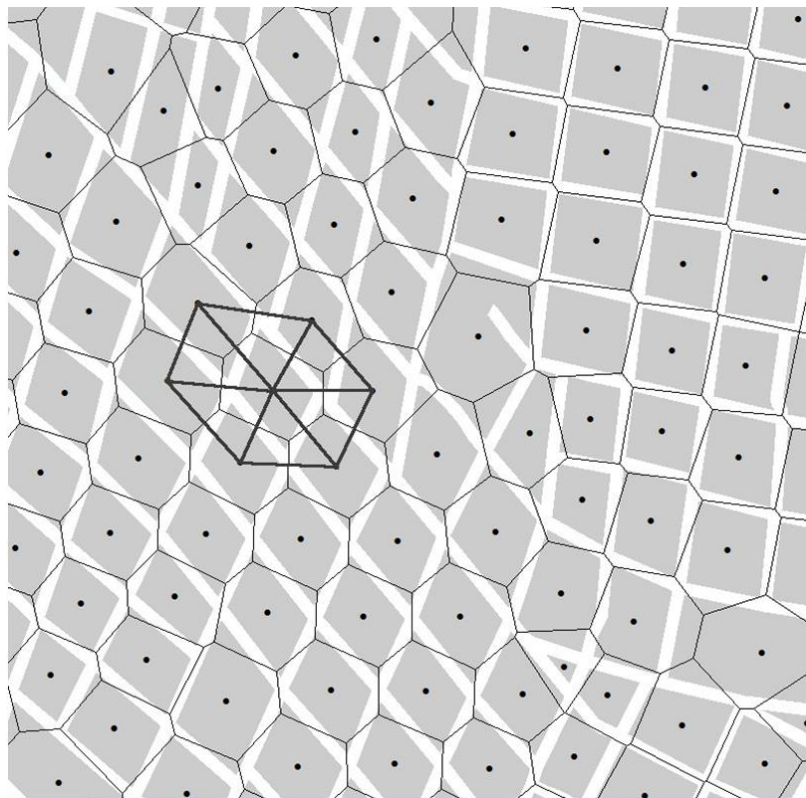
Caudillo, C. (2012). Método k-ésimos vecinos más cercanos



En la gráfica, el punto identificado con el cero es el de interés, mientras que del uno al cinco se encuentran los vecinos más cercanos.

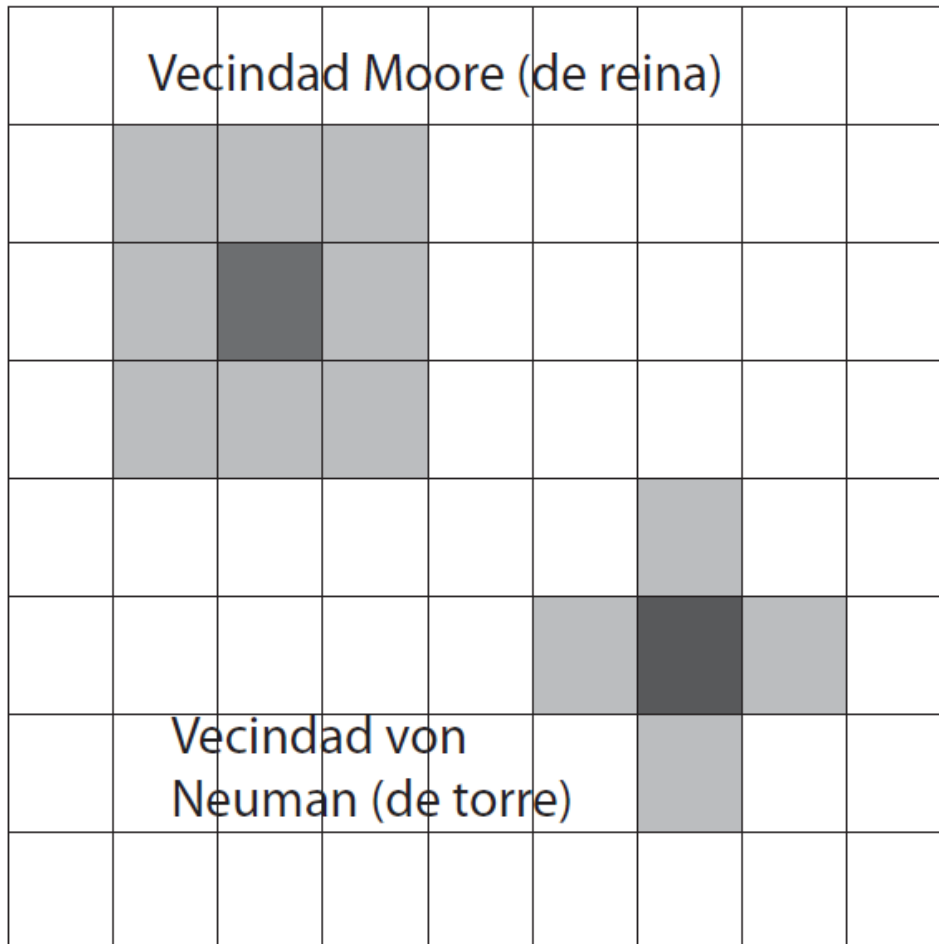
Algunos analistas consideran que la triangulación de Delunay (o polígonos de Thiessen) permite construir vecinos naturales de un conjunto de objetos, una alternativa adecuada cuando los datos incluyen polígonos isla (aquellos que se encuentran aislados y no comparten fronteras con otros polígonos) o cuando existe una distribución espacial muy desigual de los objetos.

De forma similar a los k-ésimos vecinos más cercanos, la triangulación Delunay asegura que cada objeto tenga al menos un vecino utilizando la distribución espacial de los datos.



Caudillo, C. (2012). Polígonos de Thiessen.

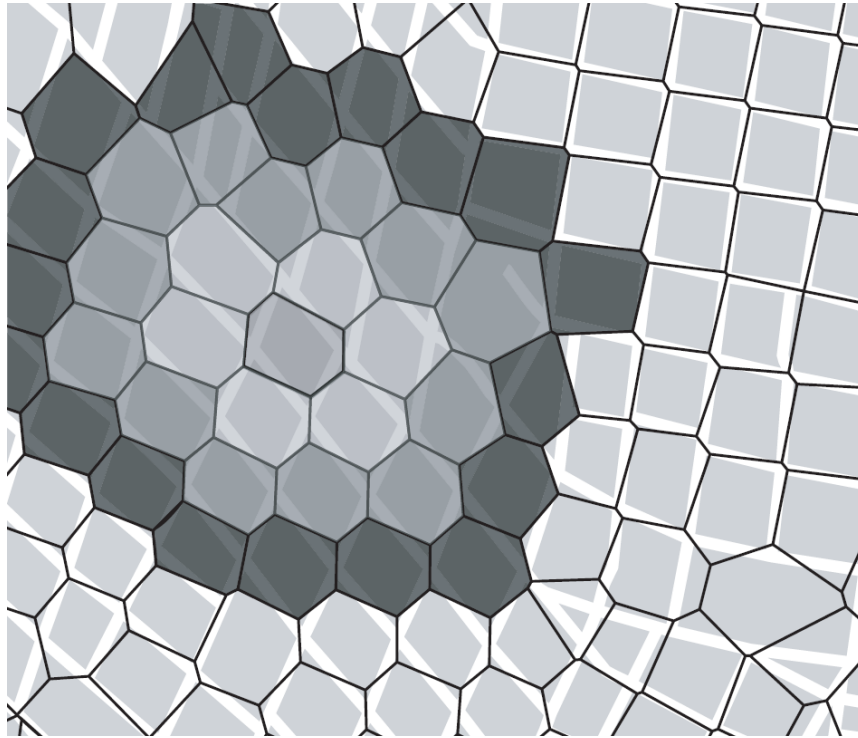
Dentro de las vecindades por contigüidad se encuentran la vecindad de reina (o Moore), en la que se definen como vecinos todos aquellos objetos que comparten al menos un vértice, y la vecindad de Torre o Von Neuman, en la cual los objetos vecinos deben compartir lados completos.



Caudillo, C. (2012). Vecindades por contigüidad.

La contigüidad de polígonos es efectiva cuando éstos son similares en tamaño y distribución y las relaciones espaciales son una función de la proximidad.

En la gráfica se muestran polígonos de Thiessen sobre las manzanas de una ciudad. Debido a que las manzanas no se tocan (no comparten esquinas ni lados) es necesario utilizar esta metodología para saber qué está junto a qué.



Caudillo, C. (2012). Orden de vecindad.

El último concepto a tratar es el orden de vecindad, relevante cuando trabajamos con polígonos. En la imagen anterior se muestra al centro el polígono "de interés", y alrededor de éste un primer anillo que se llama vecindad de orden 1, mientras que el siguiente recibe el nombre de vecindad de orden 2 y así sucesivamente.

Algunos programas nos permiten separar los datos en anillos concéntricos y tratarlos como si fueran un mismo objeto cuando nos interesa la vecindad de orden dos junto con la de orden uno.

## Referencias

L. Anselin. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers:, Dordrecht, The Netherlands.

N.A.Cressie. (1991). *Statistics for Spatial Data*, Wiley, New York