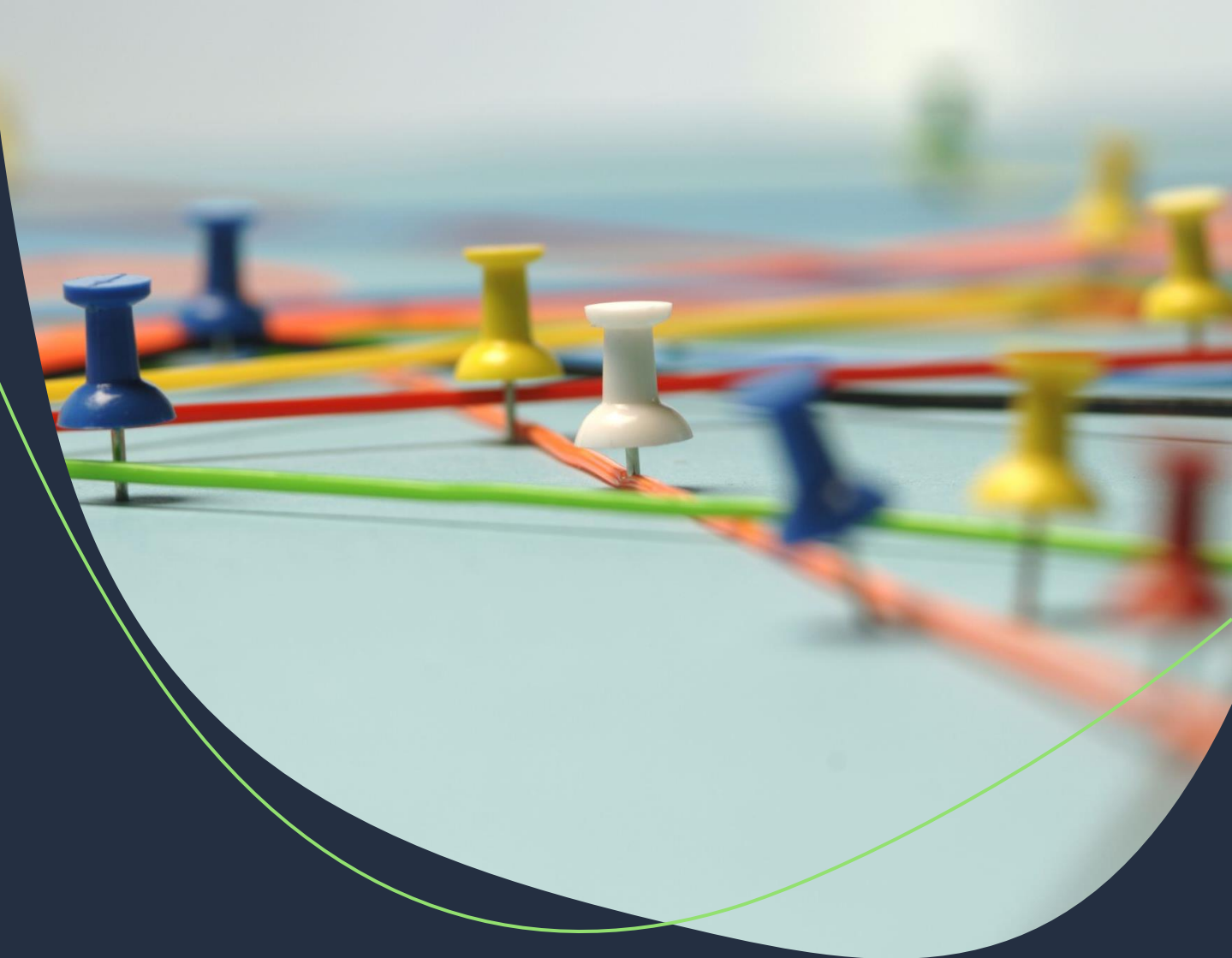


# Mapeo de las violencias y los delitos: Patrones espaciales



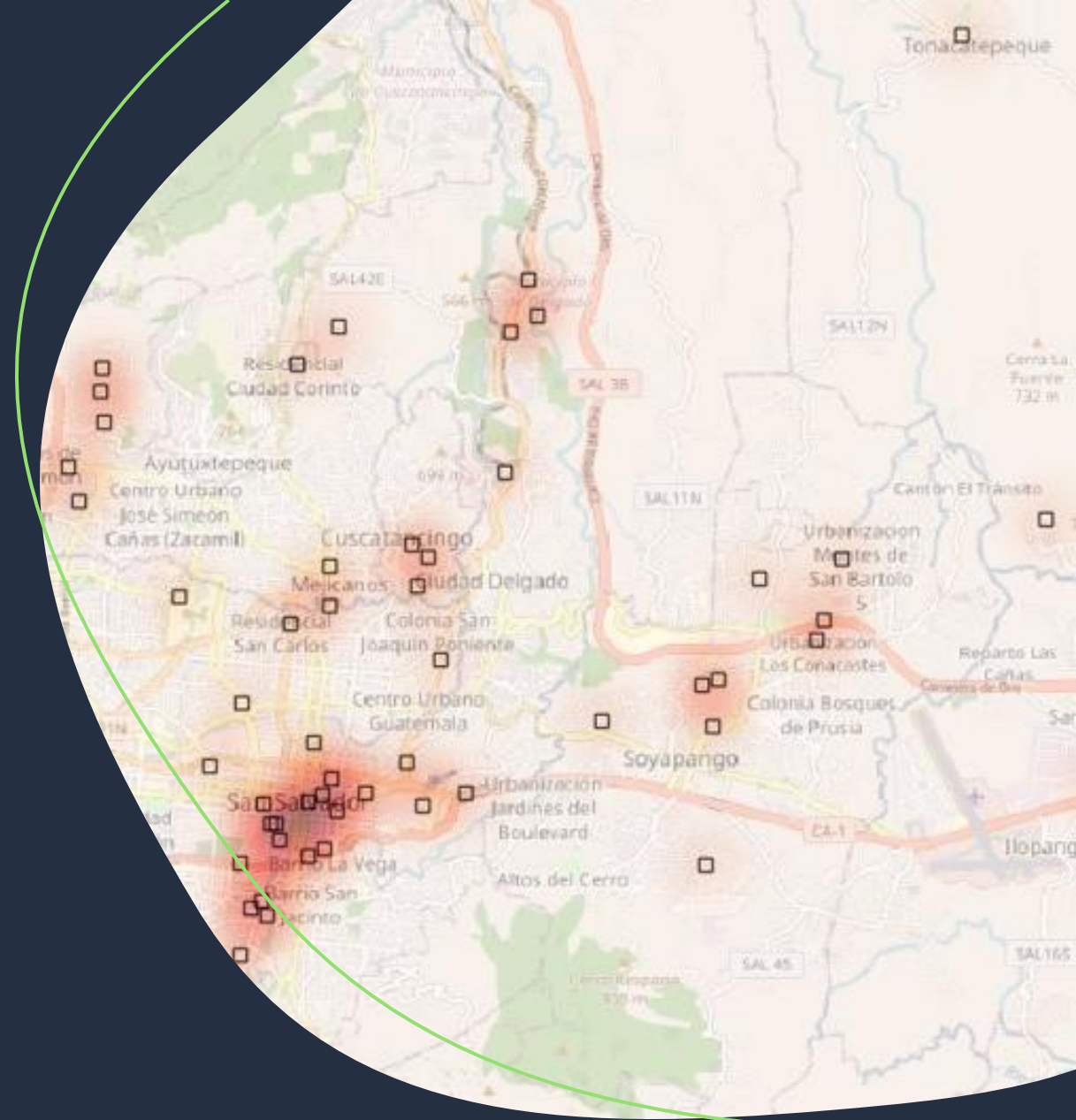
Clase abierta - Maestría en criminología y políticas de prevención

Metzi Aguilar



# Temario

- Estadística espacial
  - Inspección visual
  - Índices globales
  - Índices locales
  - Significancia estadística

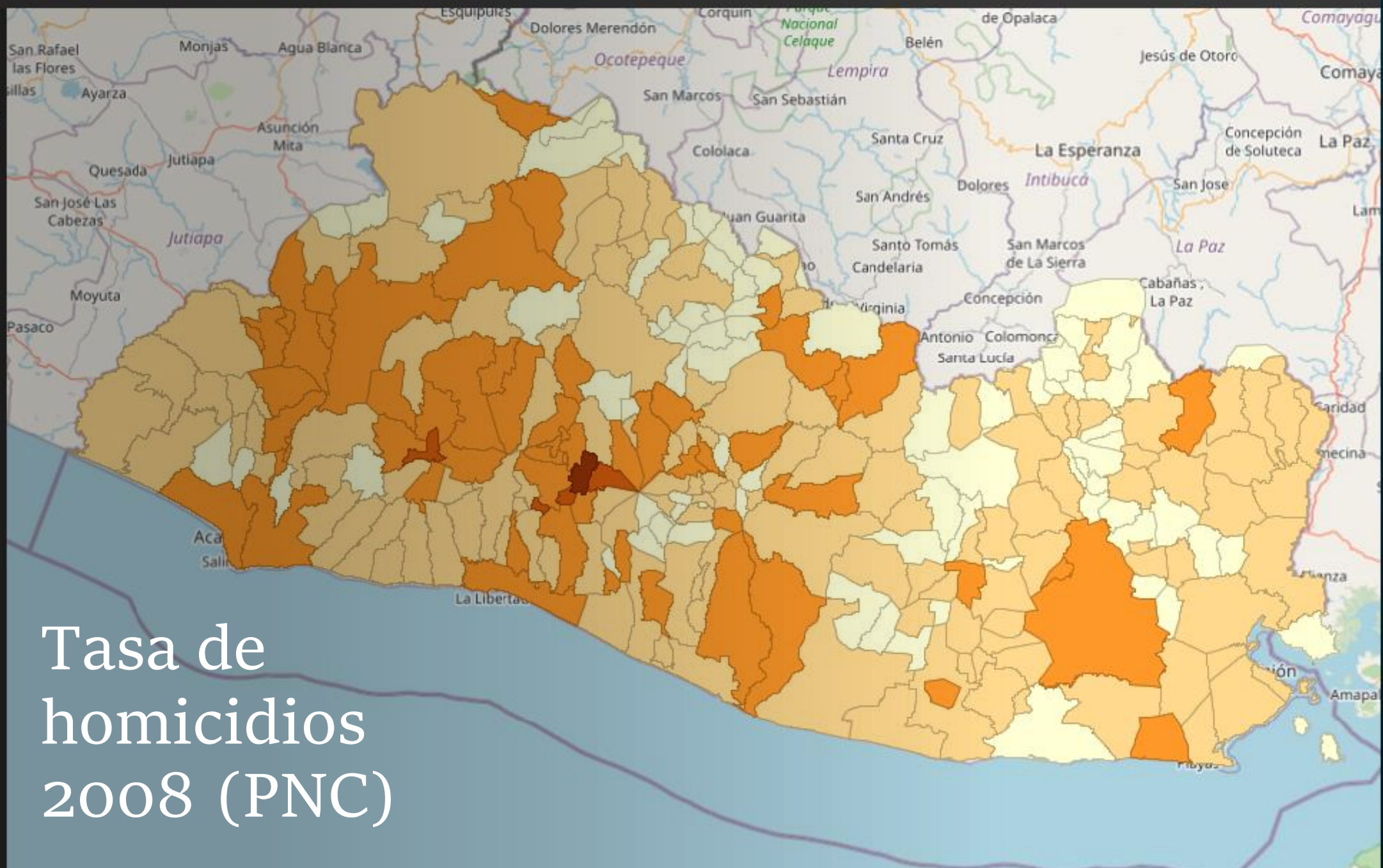
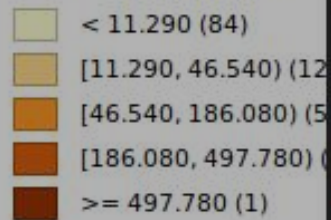








Natural Breaks: HR2008



Tasa de  
homicidios  
2008 (PNC)

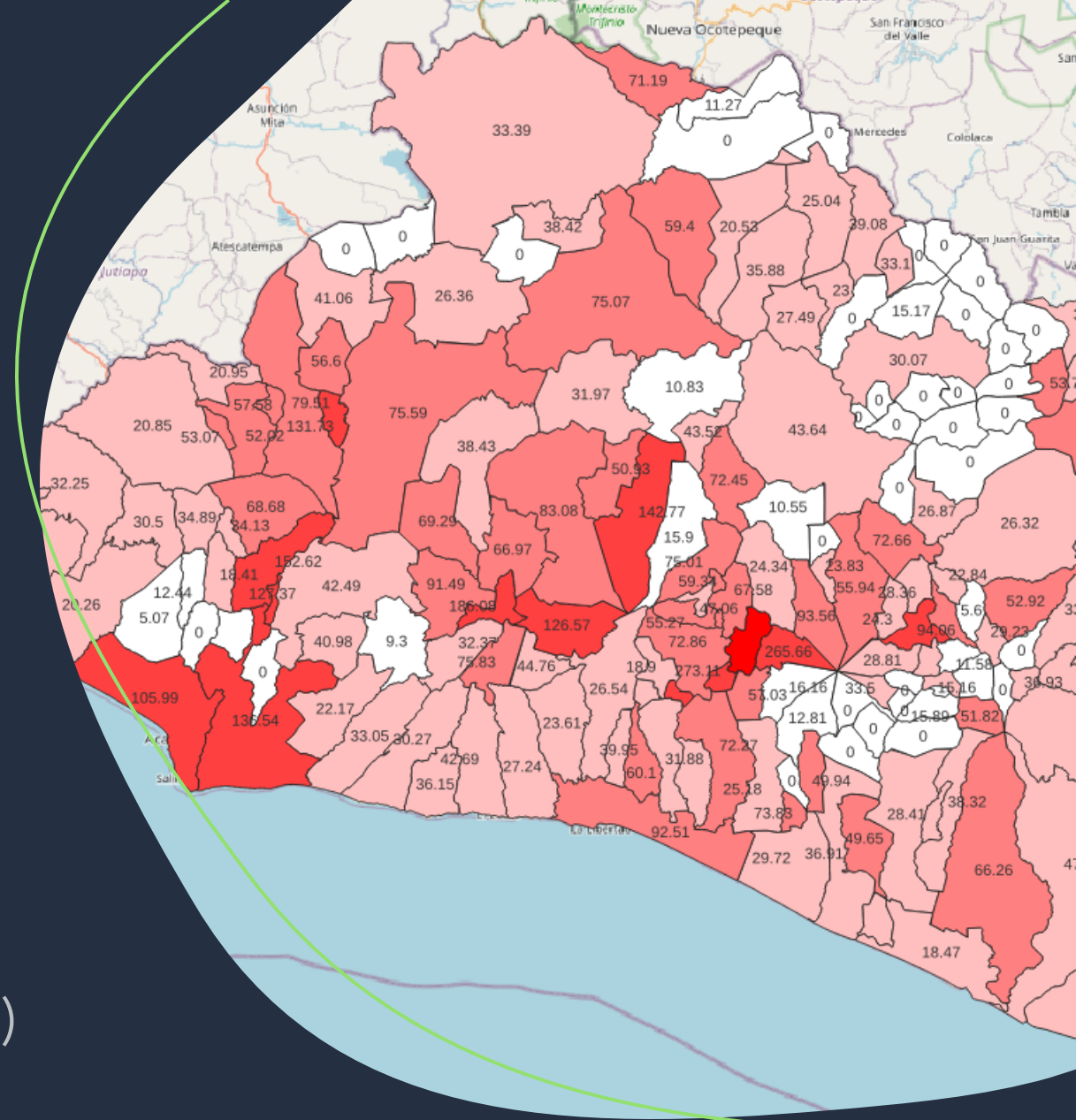


*Todos los lugares están relacionados,  
pero los lugares cercanos están más  
relacionados que los lugares lejanos.  
(1a ley de la geografía, Tobler)*



# Estadística espacial

Métodos para analizar la distribución espacial, patrones, procesos y relaciones entre los fenómenos. Se desarrolló específicamente para ser trabajada con datos geográficos a diferencia de los métodos tradicionales no espaciales, incorpora el espacio (proximidad, área, conectividad y otras relaciones espaciales) en su matemática.



# Estadística espacial

Se basa en la **primera ley de la geografía**. Es la correlación de una variable consigo misma a través del espacio (sólo una variable está involucrada). Los patrones podrían indicar que los datos no son independientes unos de otros, rechazando la hipótesis de independencia de algunos test estadísticos.

# Estadística espacial

Los test de autocorrelación espacial permiten contestar:

¿Cómo se distribuye el fenómeno?

¿Cuál es el patrón espacial del fenómeno?

¿Dónde se concentra el fenómeno) los aglomerados/cluster)?

¿Cómo se comparan los cluster de diferentes variables entre sí?



## Vecinos espaciales y matriz de pesos

---

Vecindario = área en la que el SIG compara el valor objetivo con el valor de los vecinos.

---

Los vecindarios están definidos casi siempre por adyacencia o distancia, pero pueden ser definidos con base en tiempo de viaje, costo de viaje, etc.

---

Una matriz de pesos se usa para incorporar estos conceptos en el análisis estadístico.

## Modelos de distancia

Distancia inversa: los fenómenos cercanos tienen más influencia.

Banda de distancia: objetos o fenómenos fuera de un nivel de tolerancia no tienen influencia.

Zona de indiferencia: Combina los dos criterios anteriores.

# Modelos de adyacencia

**K Nearest Neighbors** – se especifica un número de vecinos a incluir en el cálculo.

**Polygon Contiguity** – polígonos que comparten lado o nodo se influncian entre sí.

**Spatial weights** – peso de influencia se especifica por el usuario (ej: tiempos de viaje, etc.)

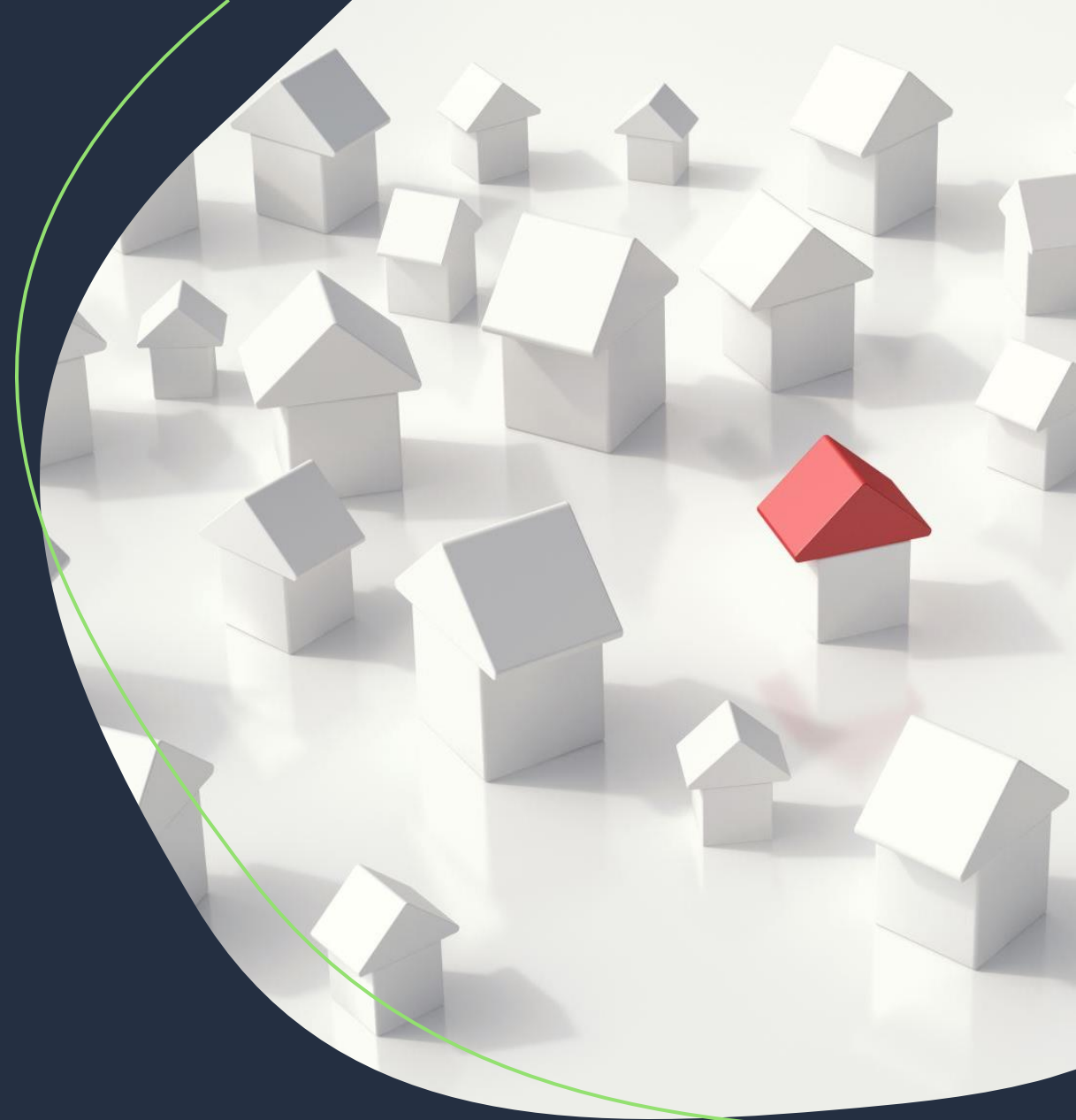
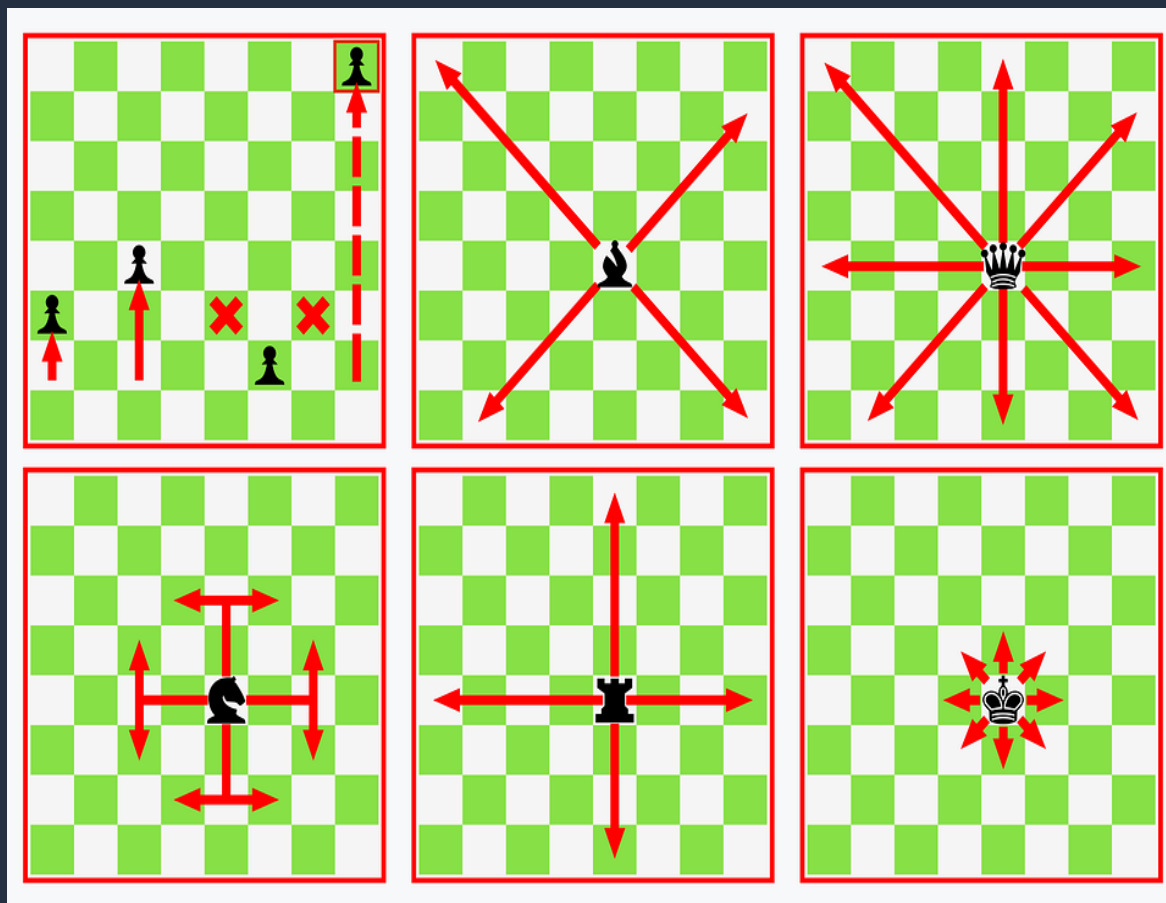




## Modelos de adyacencia

- Torre: comparte lados
- Alfíl: comparte vértices
- Reina: comparte lados y vértices

# Tipos de contigüidad de los vecinos



# Estadística espacial

- Estadísticas globales – Identifican y miden el patrón de toda el área de estudio, no indica dónde sucede dicho patrón.
- Estadísticas locales – identifican variación a través de un área de estudio, enfocándose en objetos individuales y su relación con los vecinos (ej. áreas específicas de aglomerados o clusters)

Hay distintas herramientas:

- Inspección visual con mapeo
- I de Moran global
- Índices locales de correlación espacial : LISA (por sus siglas en inglés Local Indicator of Spatial Autocorrelation)



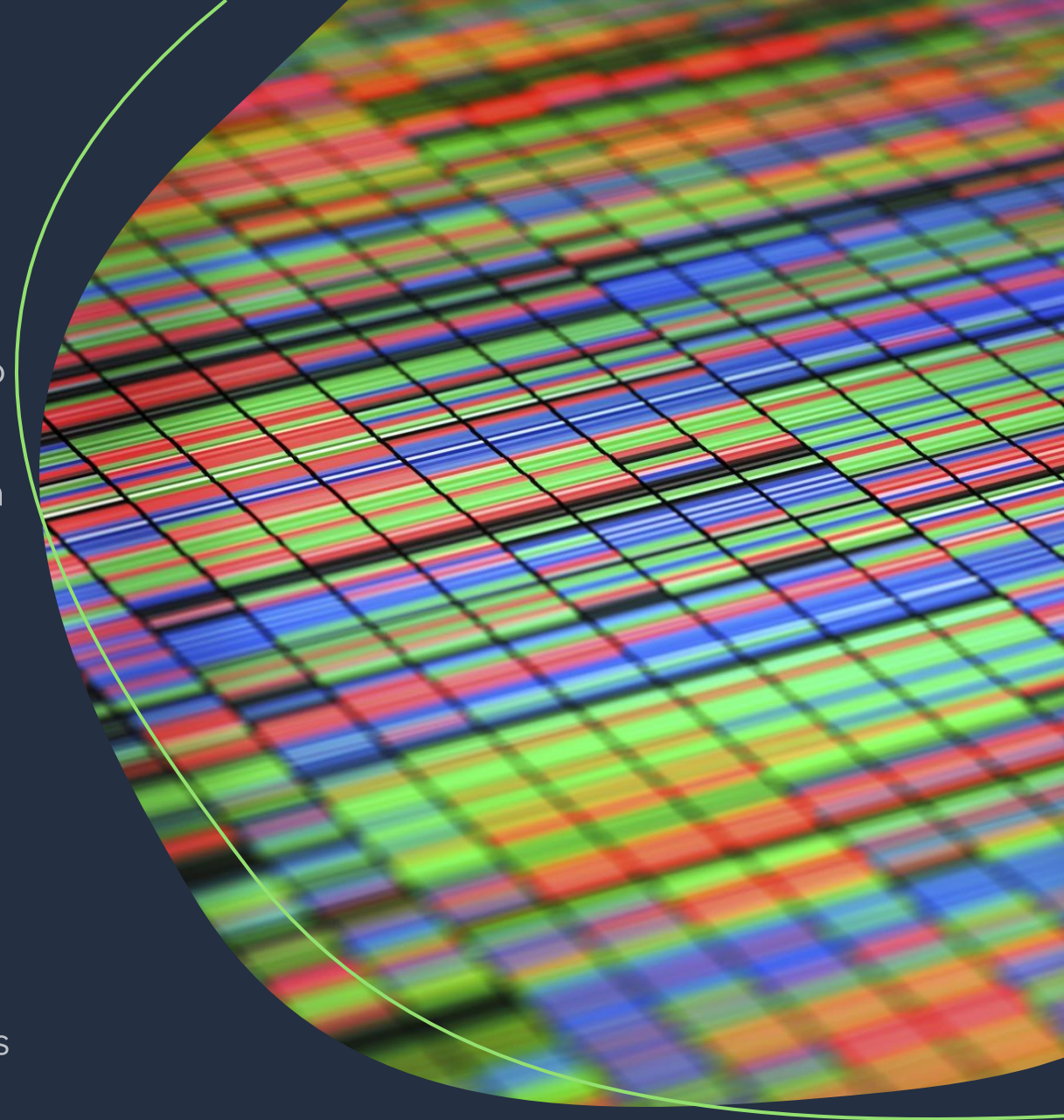
# Índice de Morán global (Moran's I statistic)

A partir de la inspección visual, se observa que el homicidio se agrupa espacialmente.

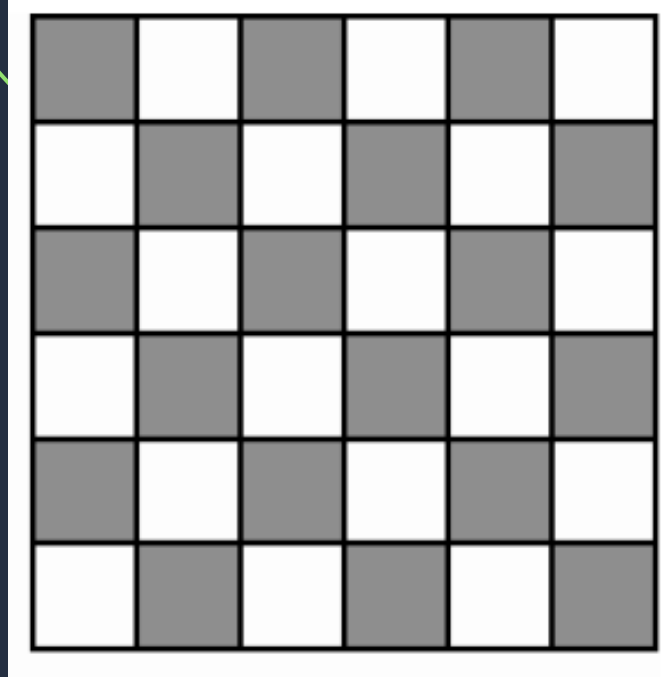
- Municipios que tienen una alta tasa de homicidio tienden a estar rodeados de otros municipios con alta tasa de homicidios.
- Ahora, ¿Es este agrupamiento espacial estadísticamente significativos?
- 

I de Moran global

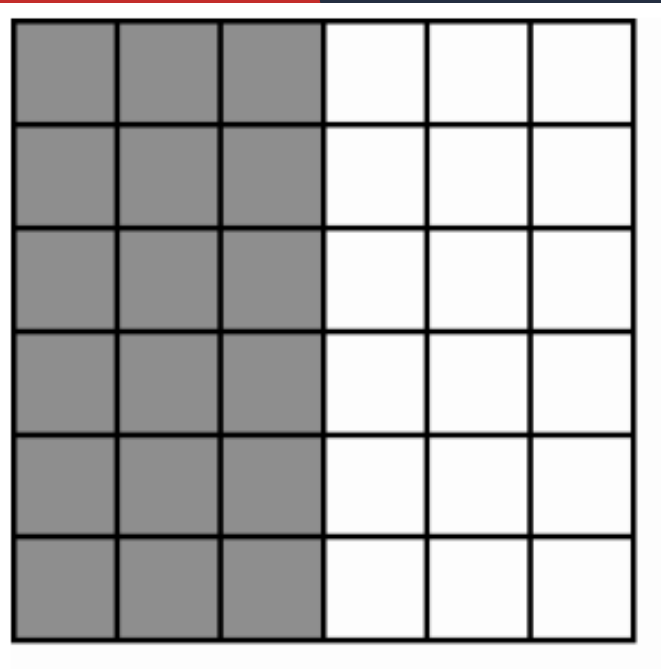
- Es una medida global de autocorrelación espacial.
- Nos indica si valores altos están rodeado por valores altos (datos agrupados, dispersos o aleatorios?)



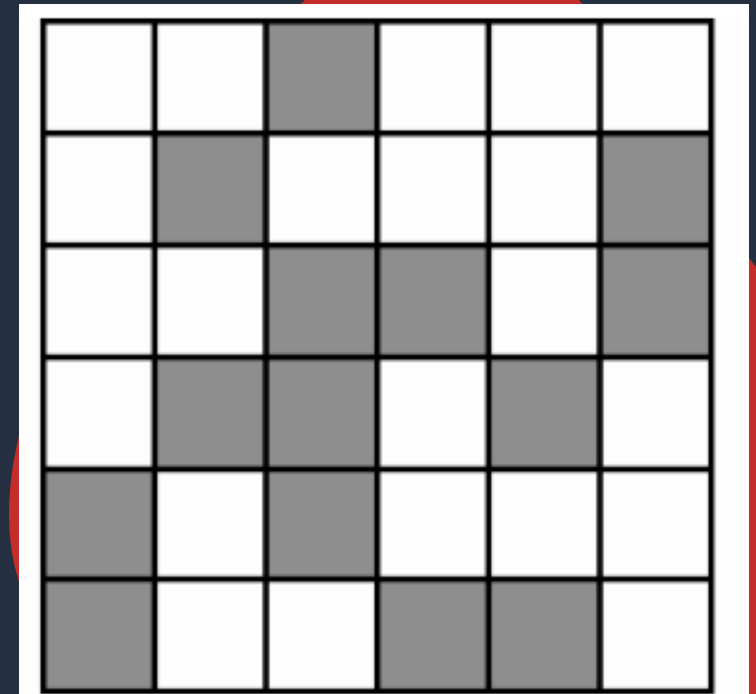
Correlación esp  
acial negativa



Correlación  
espacial positiva



No correlación espacial



# I de Morán global (Moran's statistic)

En esta hay que determinar quienes son los vecinos que cuentan.

Queen (First Order)							Queen (Second Order)						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0.5	1	1	1	0.5	0
0	0	1	<i>i</i>	1	0	0	0	0.5	1	<i>i</i>	1	0.5	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0.5	1	1	1	0.5	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

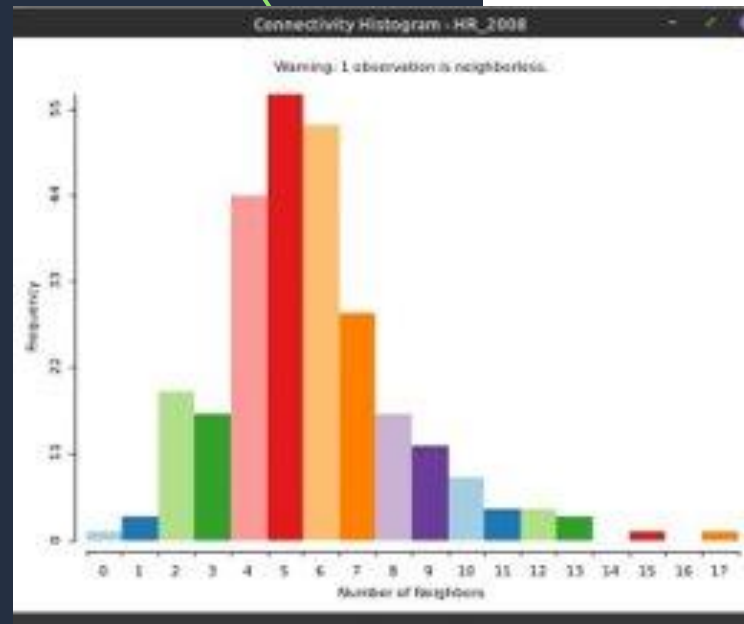
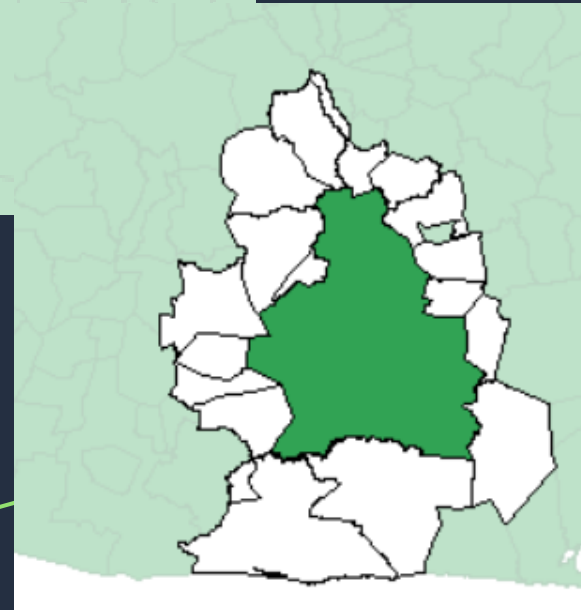
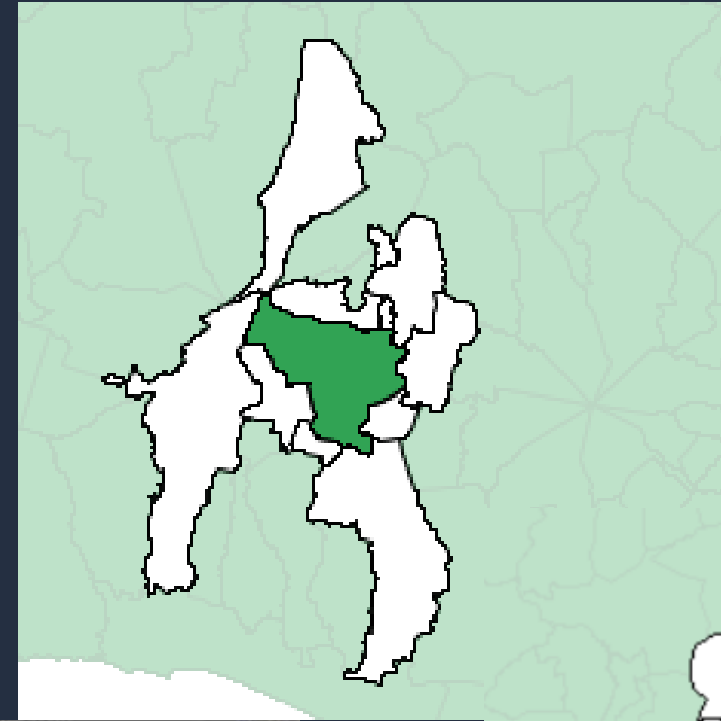


I de Morán  
global (Moran's  
statistic)  
Connectivity  
Graph



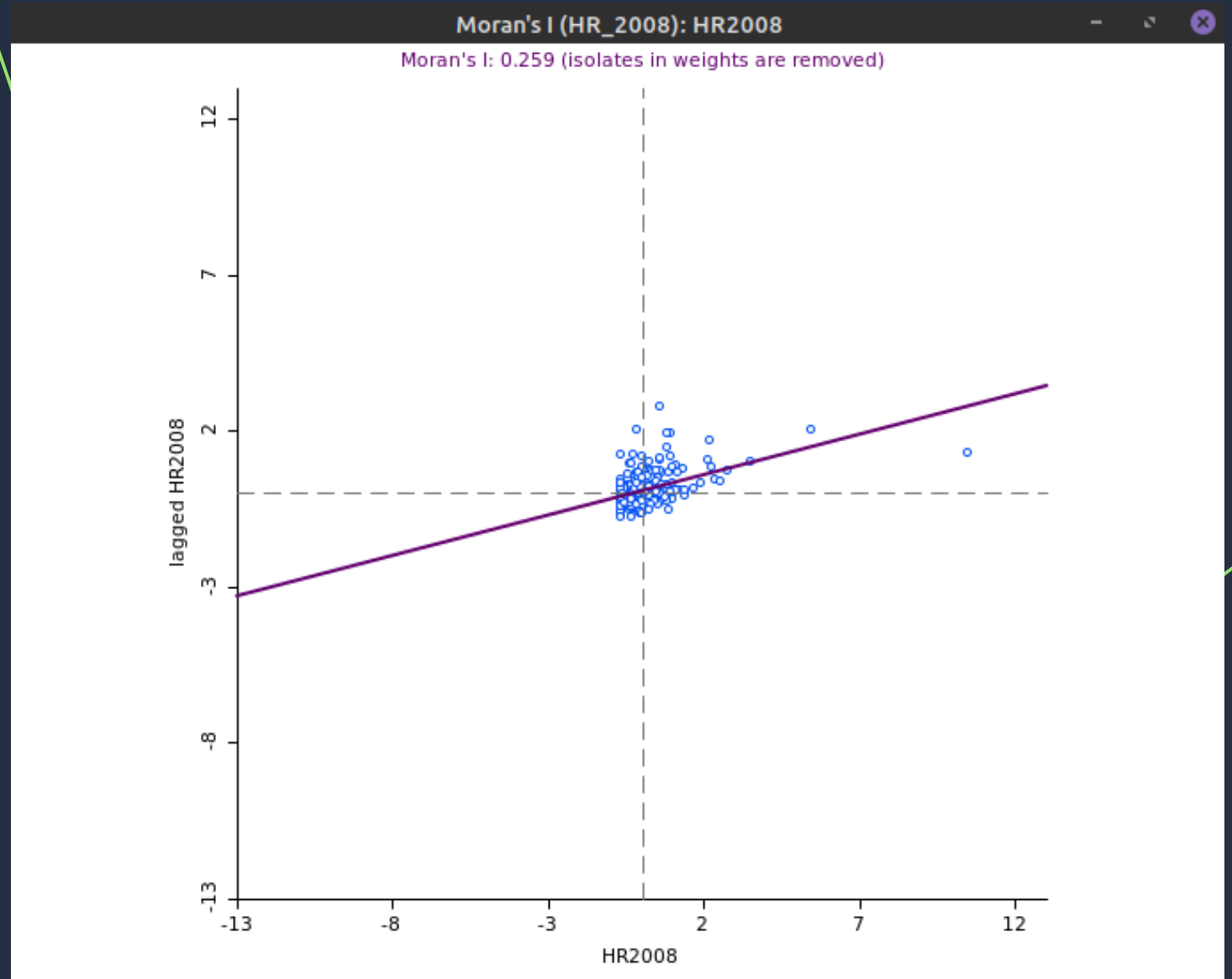
# I de Morán global (Moran's statistic) Connectivity Graph

El “Connectivity map”  
muestra el municipio  
objetivo y los vecinos  
relacionados.



## I de Morán global (Moran's statistic)

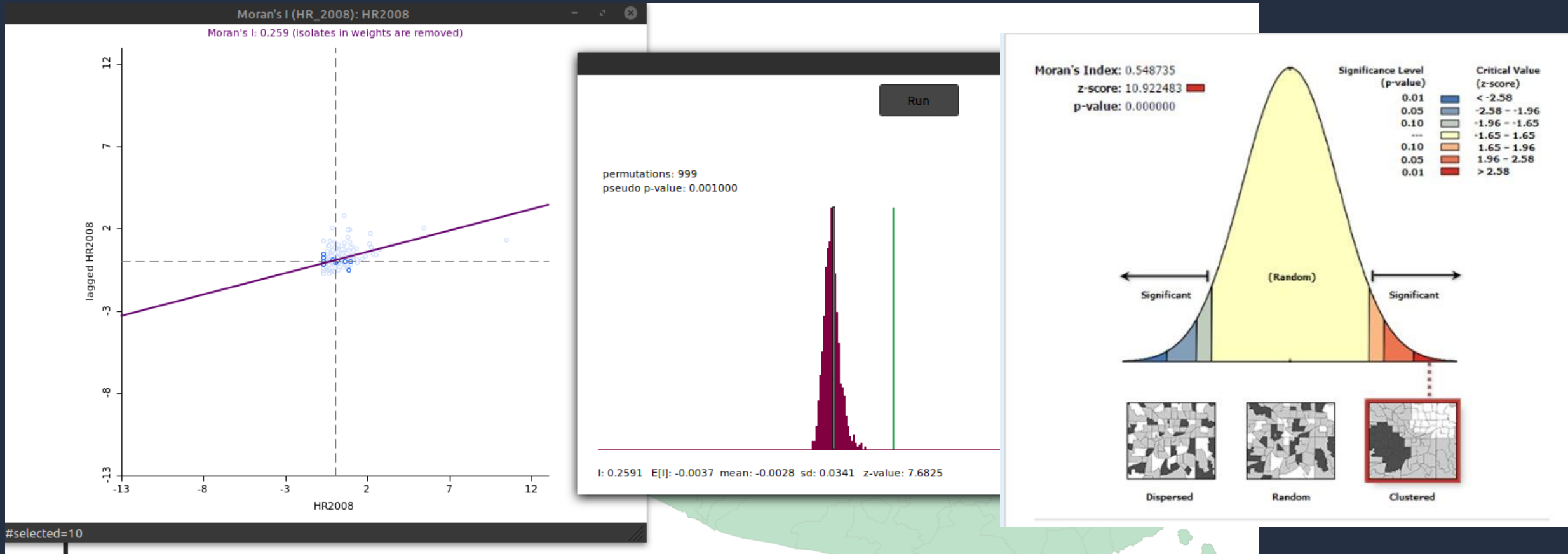
La I de Moran Global es positiva (0.26). Esto significa que condados con alta tasa de homicidios están rodeados de otros condados con alta tasa de homicidio.





# I de Morán global (Moran's statistic)

## Randomize 999 permutaciones



# Indicadores locales de correlación espacial. LISA (Local Indicator of Spatial Autocorrelation)

Pero ¿donde  
están las  
concentraciones  
significativas?

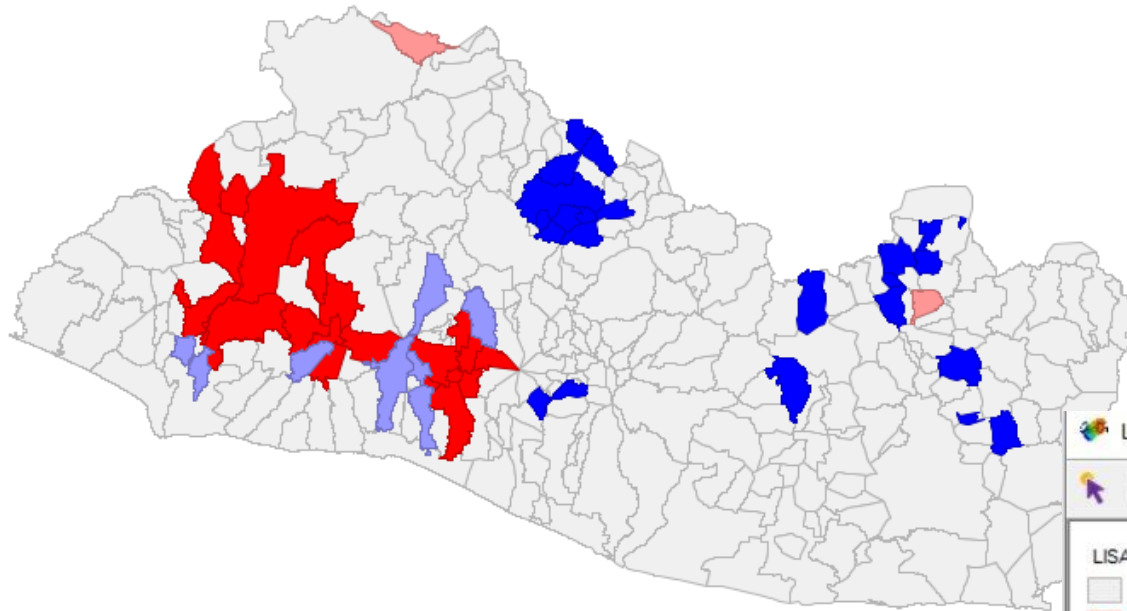
I de Moran es  
una medida  
global.

LISA

Nos muestra  
donde están la  
concentraciones  
significativas

LISA Cluster Map: HR\_200

- Not Significant (219)
- High-High (20)
- Low-Low (21)
- Low-High (8)
- High-Low (2)



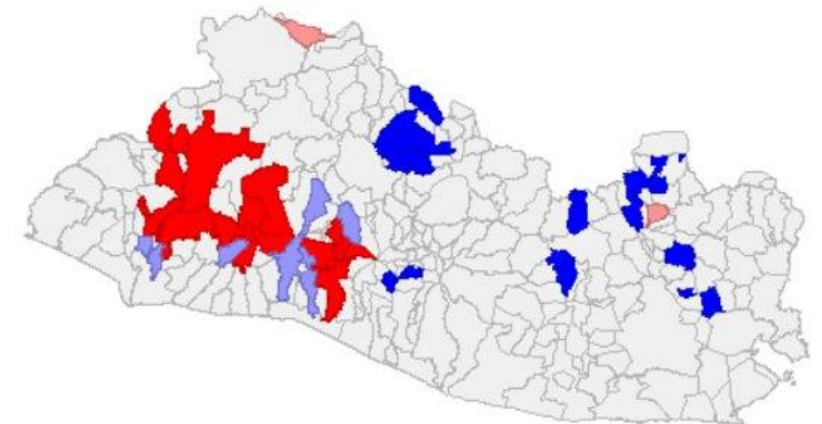
# LISA Queen 1

LISA Cluster Map: HR\_2008, I\_HR2008 (99999 perm)



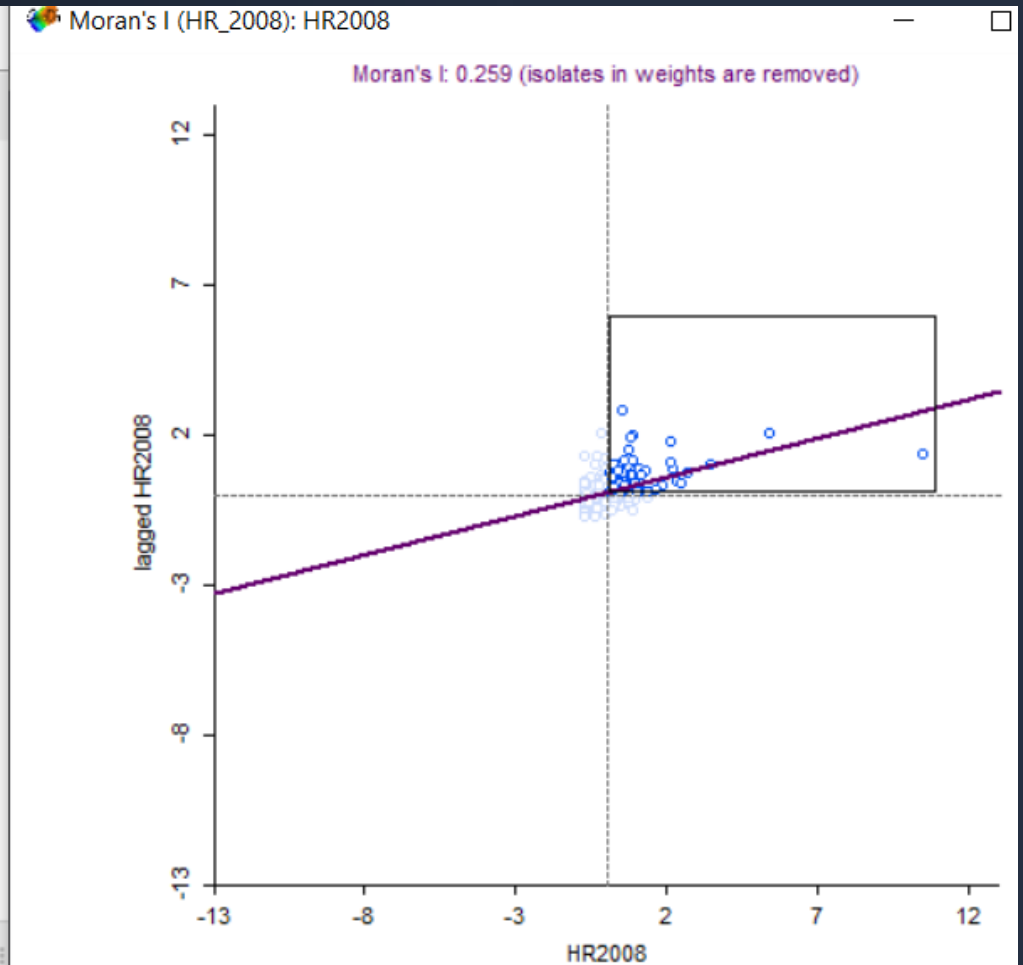
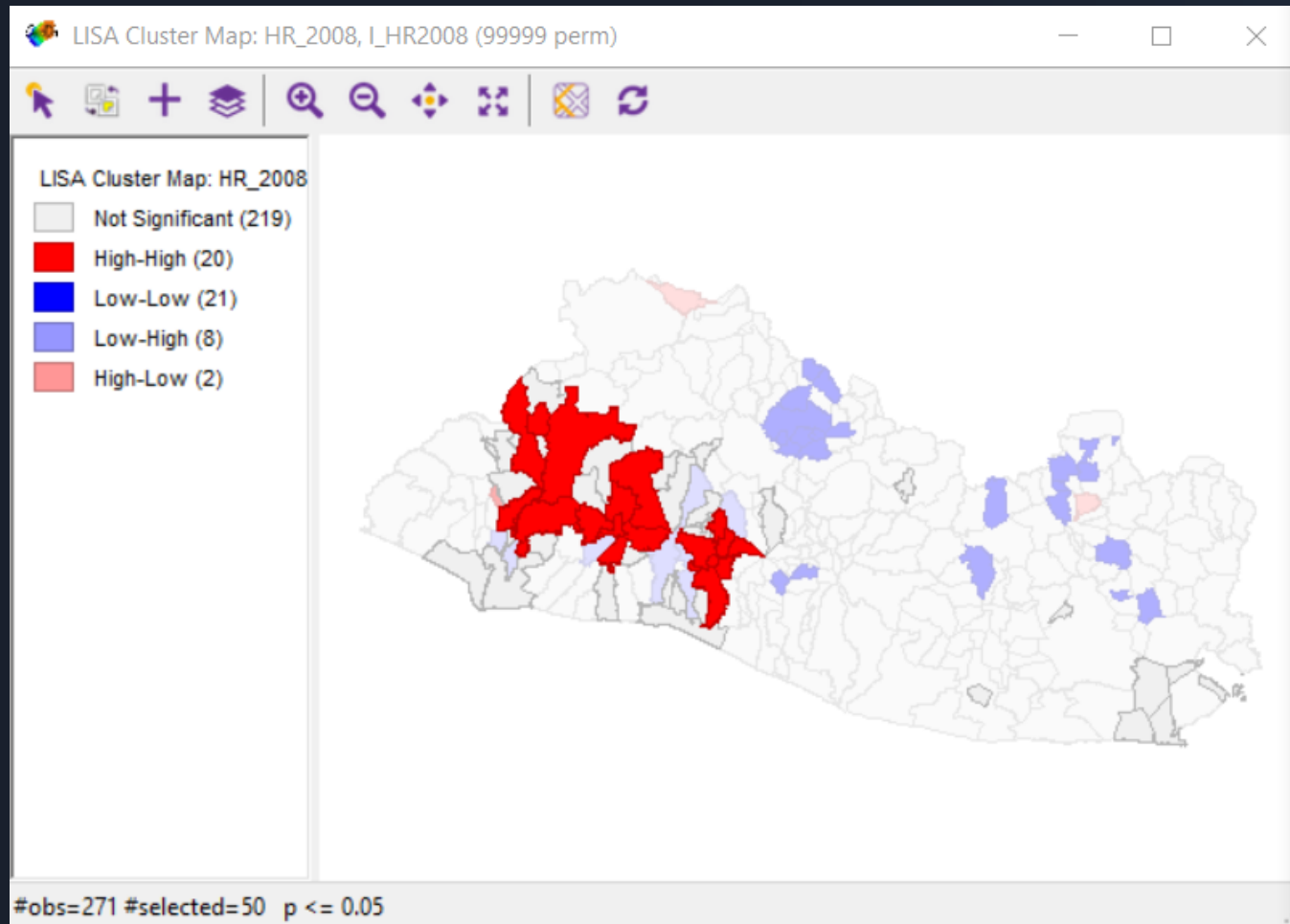
LISA Cluster Map: HR\_2008

- Not Significant (219)
- High-High (20)
- Low-Low (21)
- Low-High (8)
- High-Low (2)



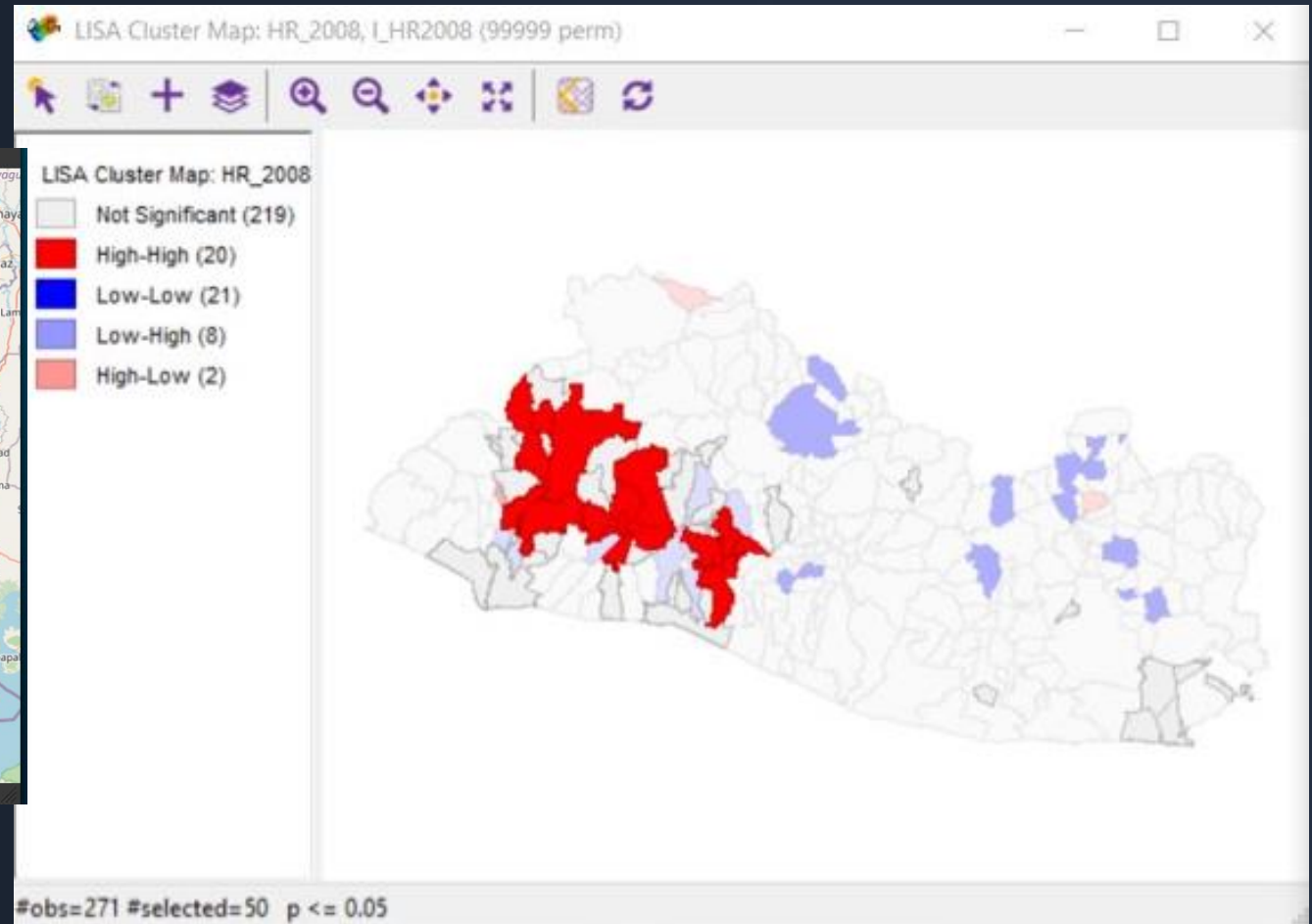
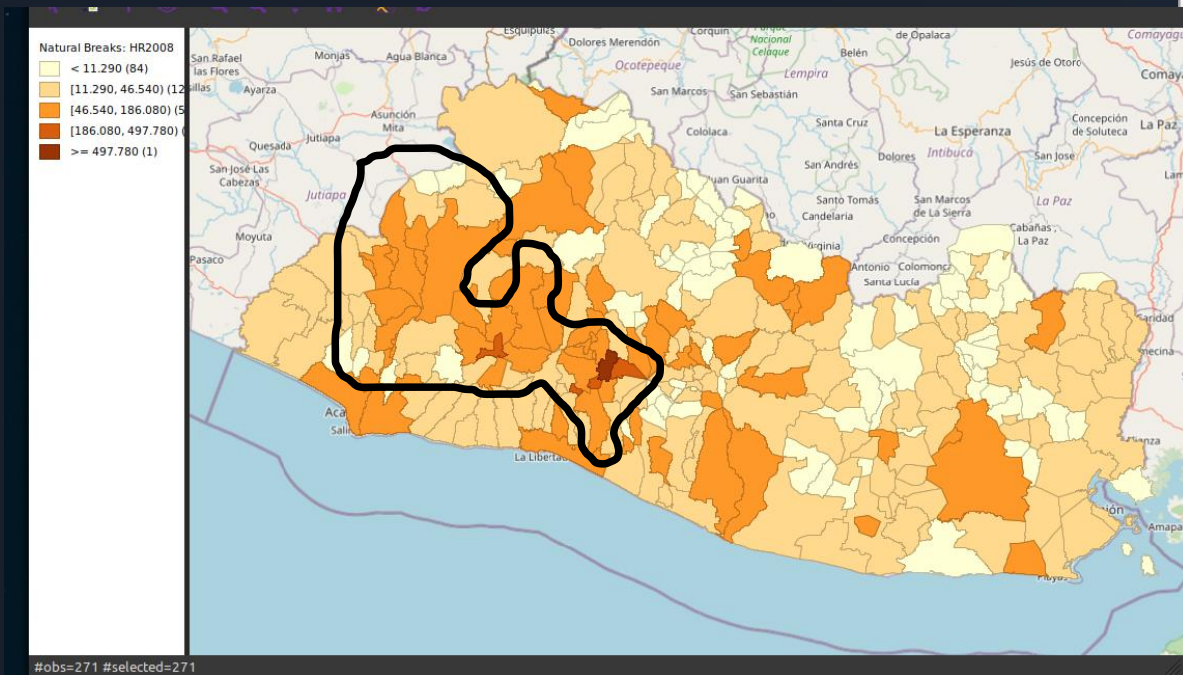
#obs=271 p <= 0.05

# LISA Queen 1

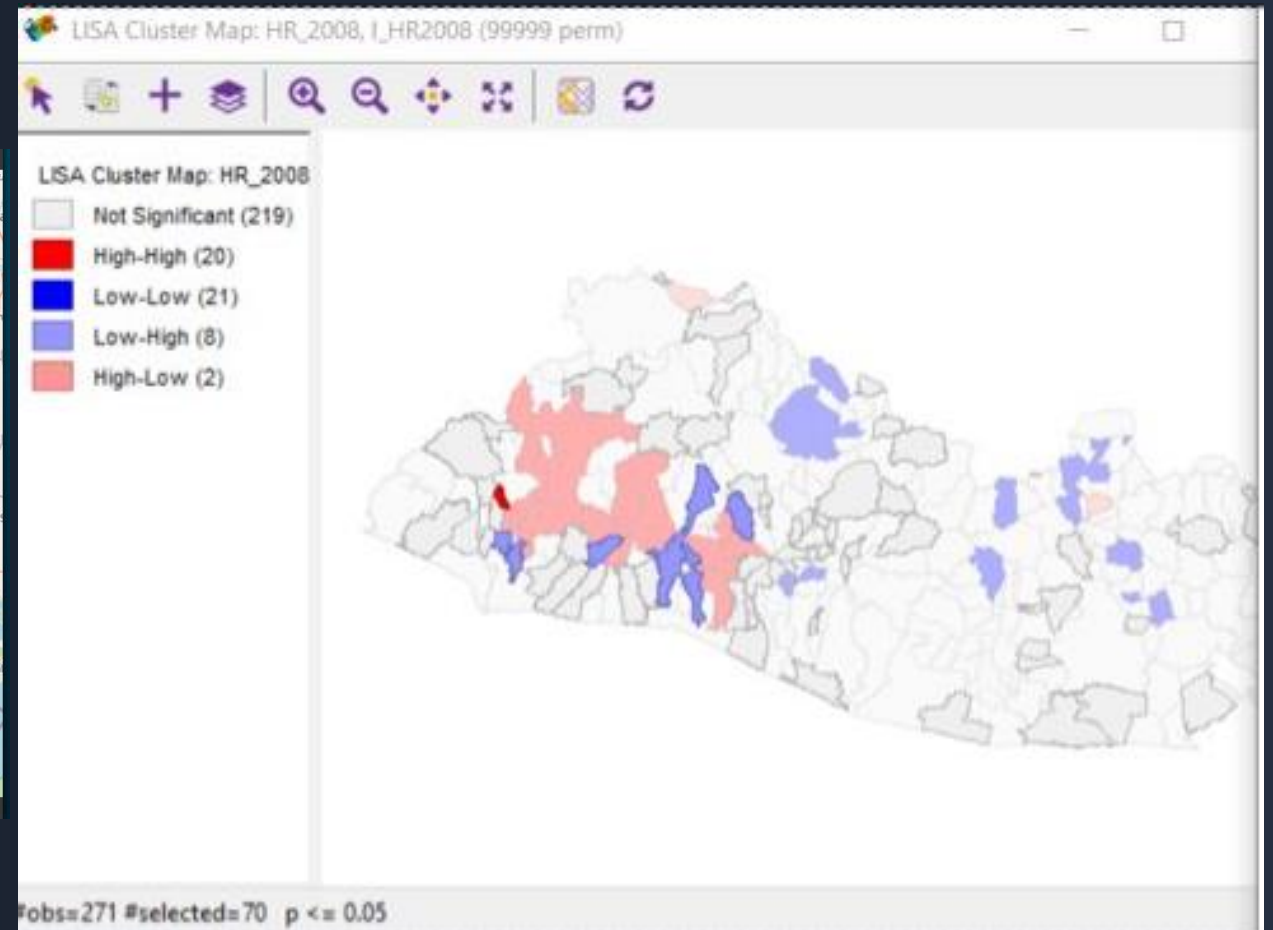
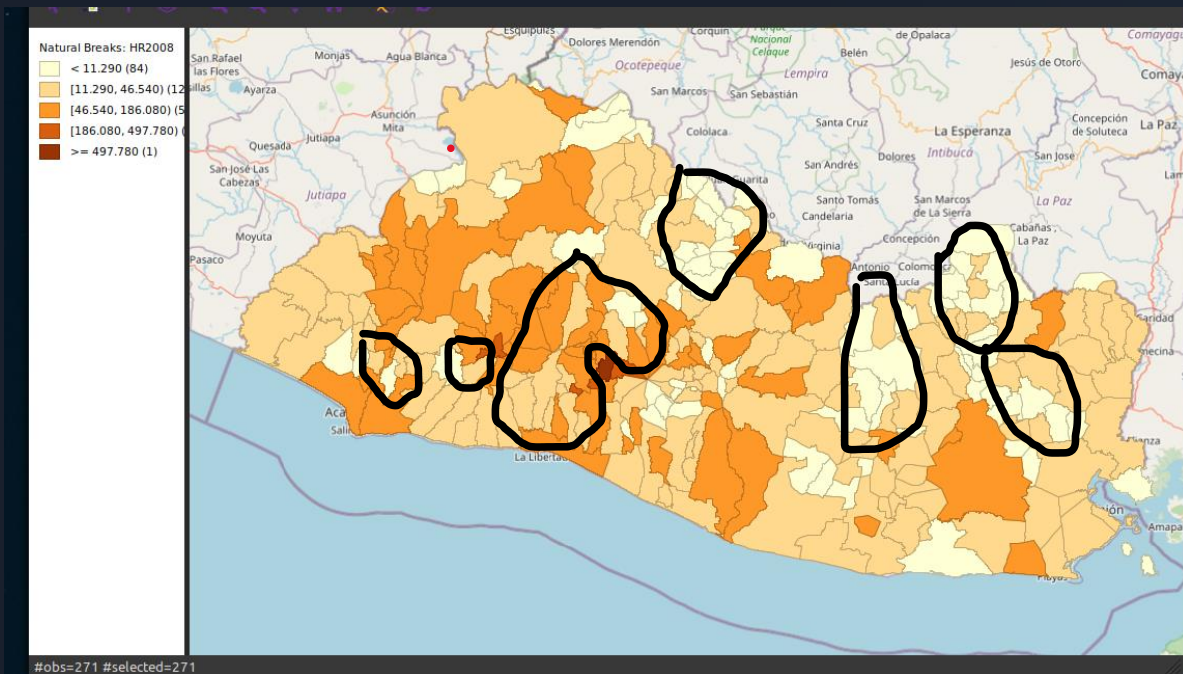




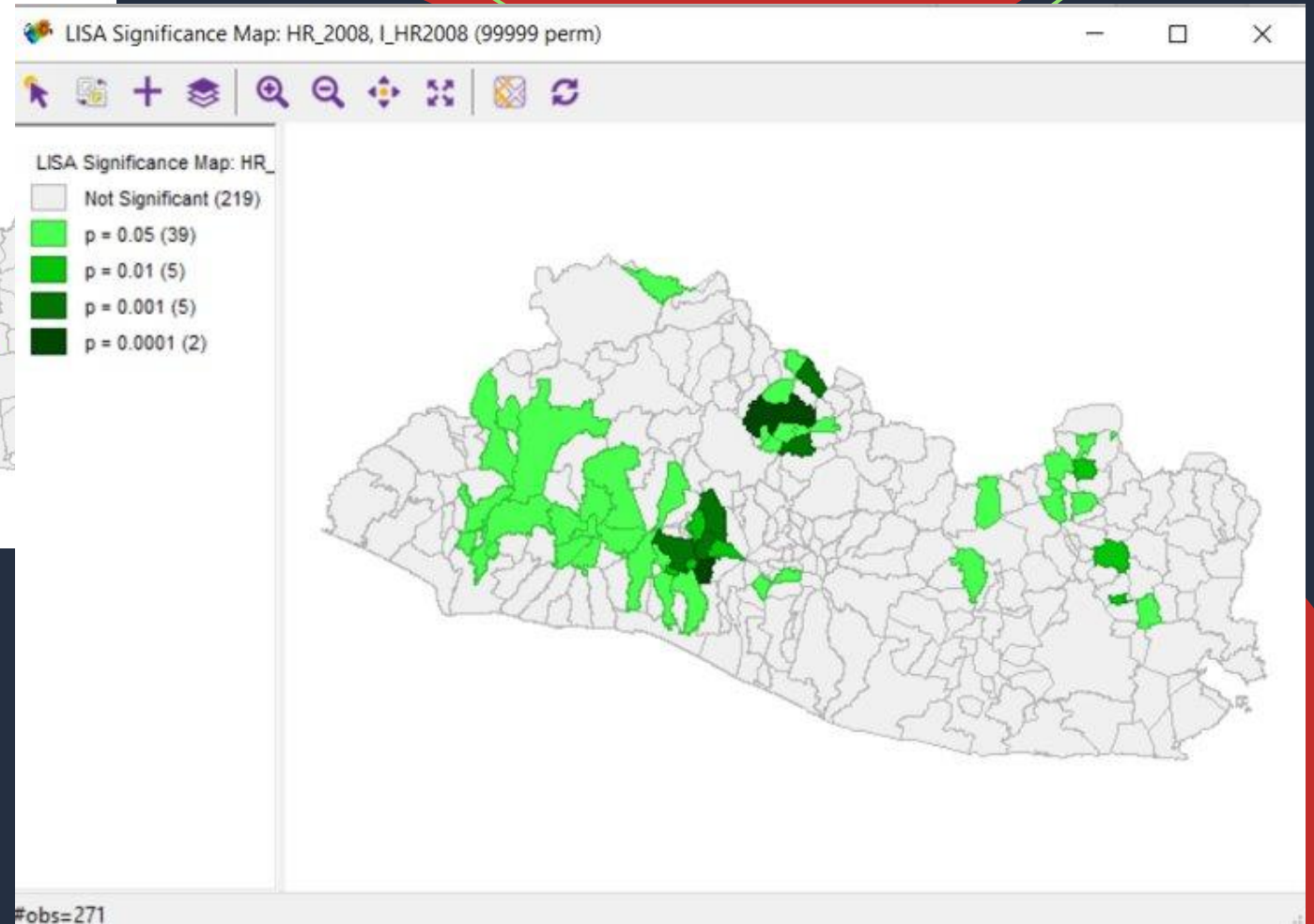
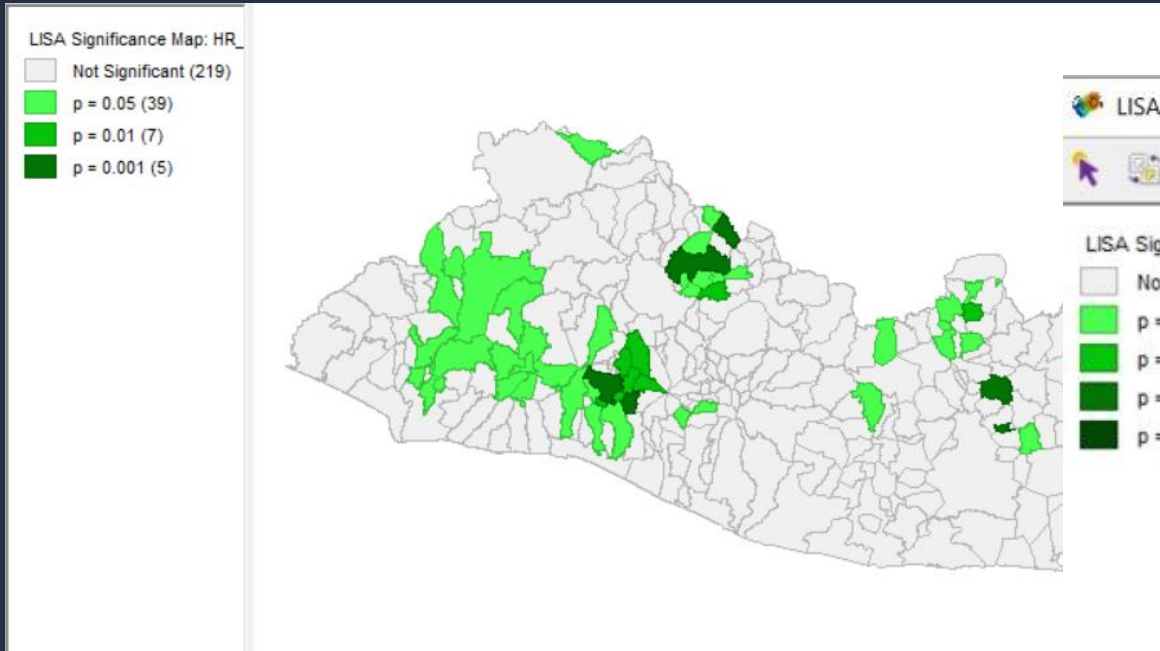
# LISA Queen 1: Alto-alto



# LISA Queen 1: outliers (valores atípicos)



# LISA Queen 1: Mapa de significancia



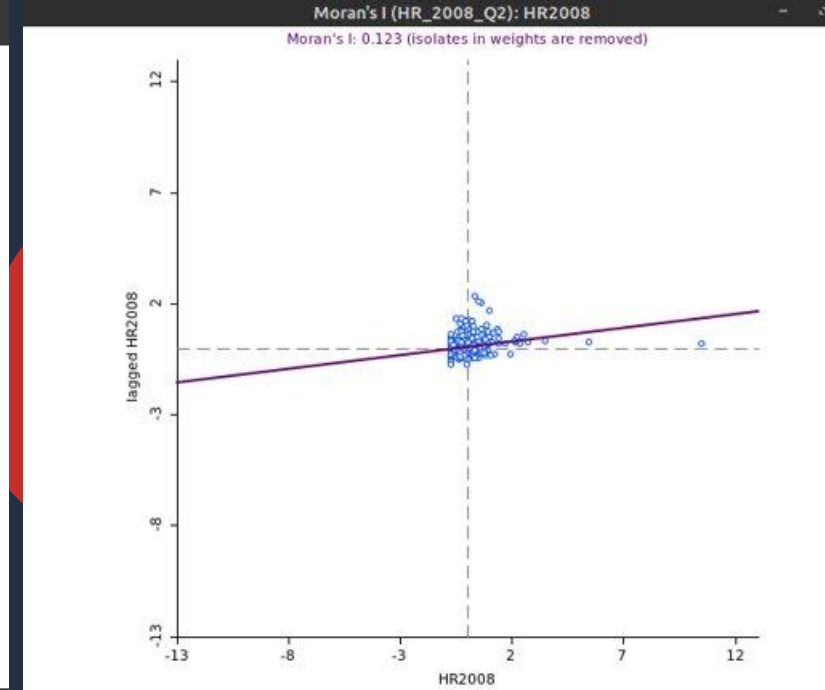
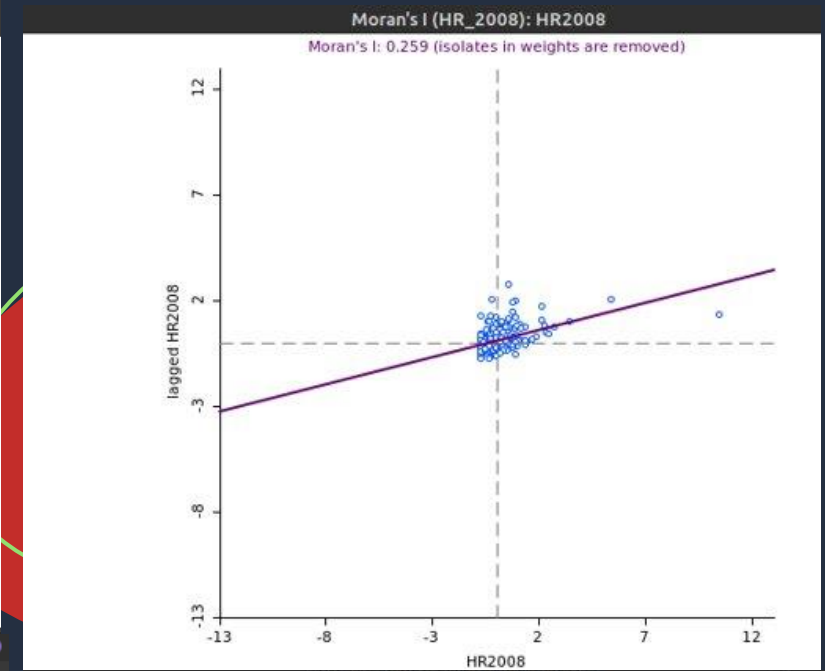
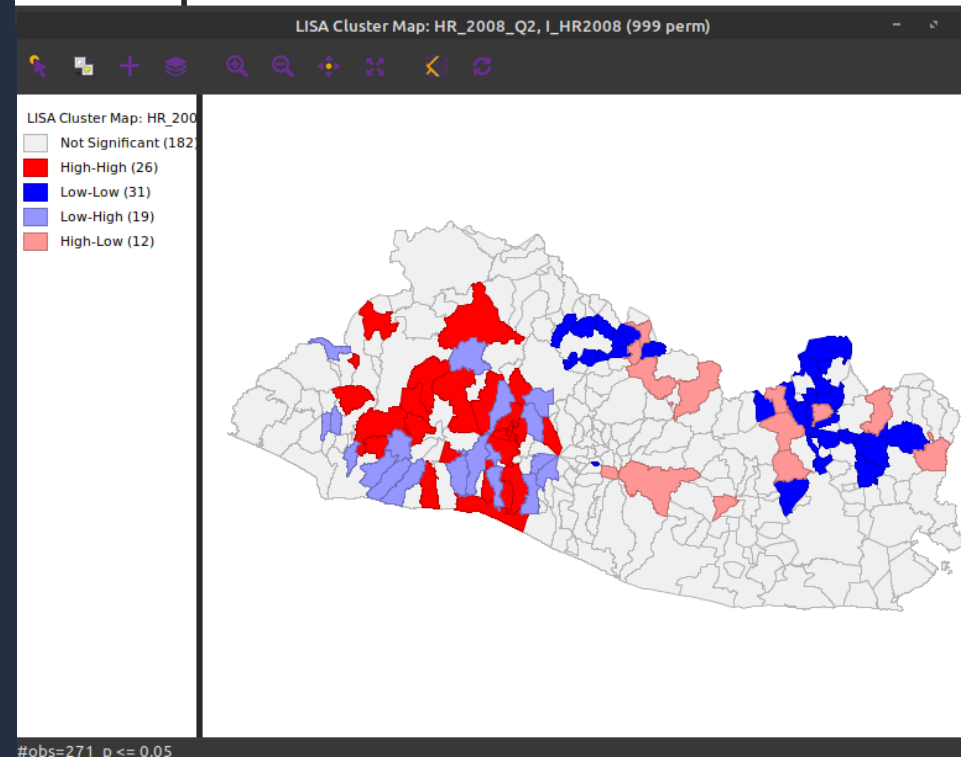
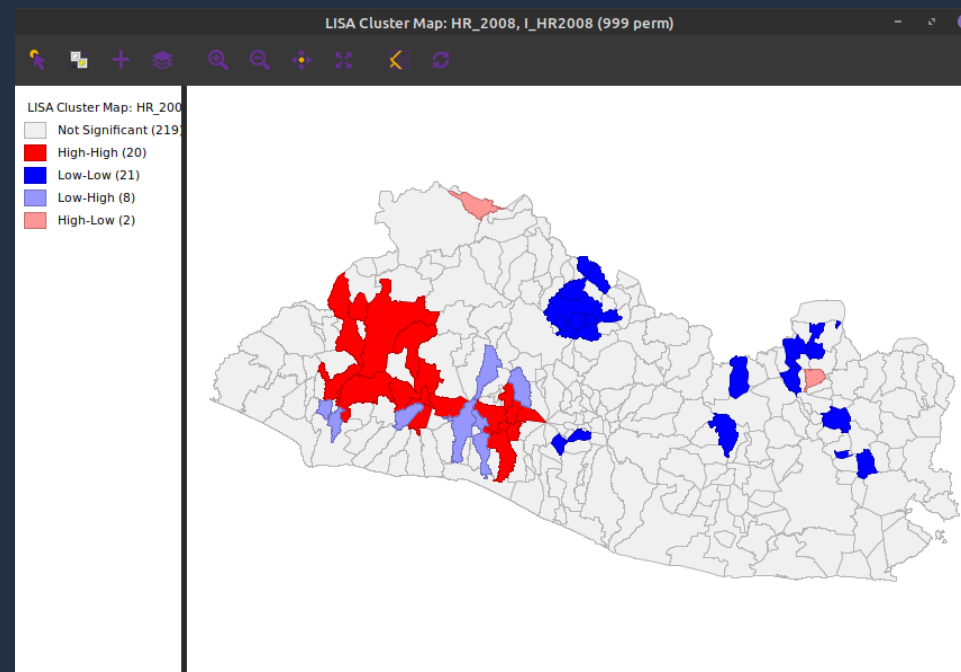


## LISA Queen 1

¿Cual  
resultado  
utilizaría  
usted?

## LISA Queen 2

Siempre elija  
la matriz que  
de el I de  
Moran's más  
alto.





# Getis-ord $gi^*$ Local

- Identifica concentraciones significativas: puntos calientes, puntos fríos. Aunque el mapa caliente nos ayuda a identificar la concentración del crimen, no nos dice si los puntos calientes identificados son estadísticamente significantes.
- Para saber si la concentraciones ilustradas en la mapa son el resultado de oportunidad aleatoria o si se presentan una concentración espacial "real" se utiliza geo-estadística llamada Getis-Ord  $Gi^*$  local

# Getis-ord $gi^*$ Local

Apunta a localizaciones atípicas detectadas (es decir, hotspots / coldspots) en la disposición espacial de una variable dada.

$Gi^*$  compara los promedios locales con el promedio global para subrayar la presencia de valores altos significativos (o valores bajos) Clusters.

Los promedios locales se calculan considerando, para cualquier ubicación del conjunto de datos, un conjunto de elementos vecinos dentro de una distancia específica de la posición focal.

El complemento requiere especificar una banda de distancia utilizando la misma unidad de medida del sistema de coordenadas proyectado del archivo de forma de entrada.