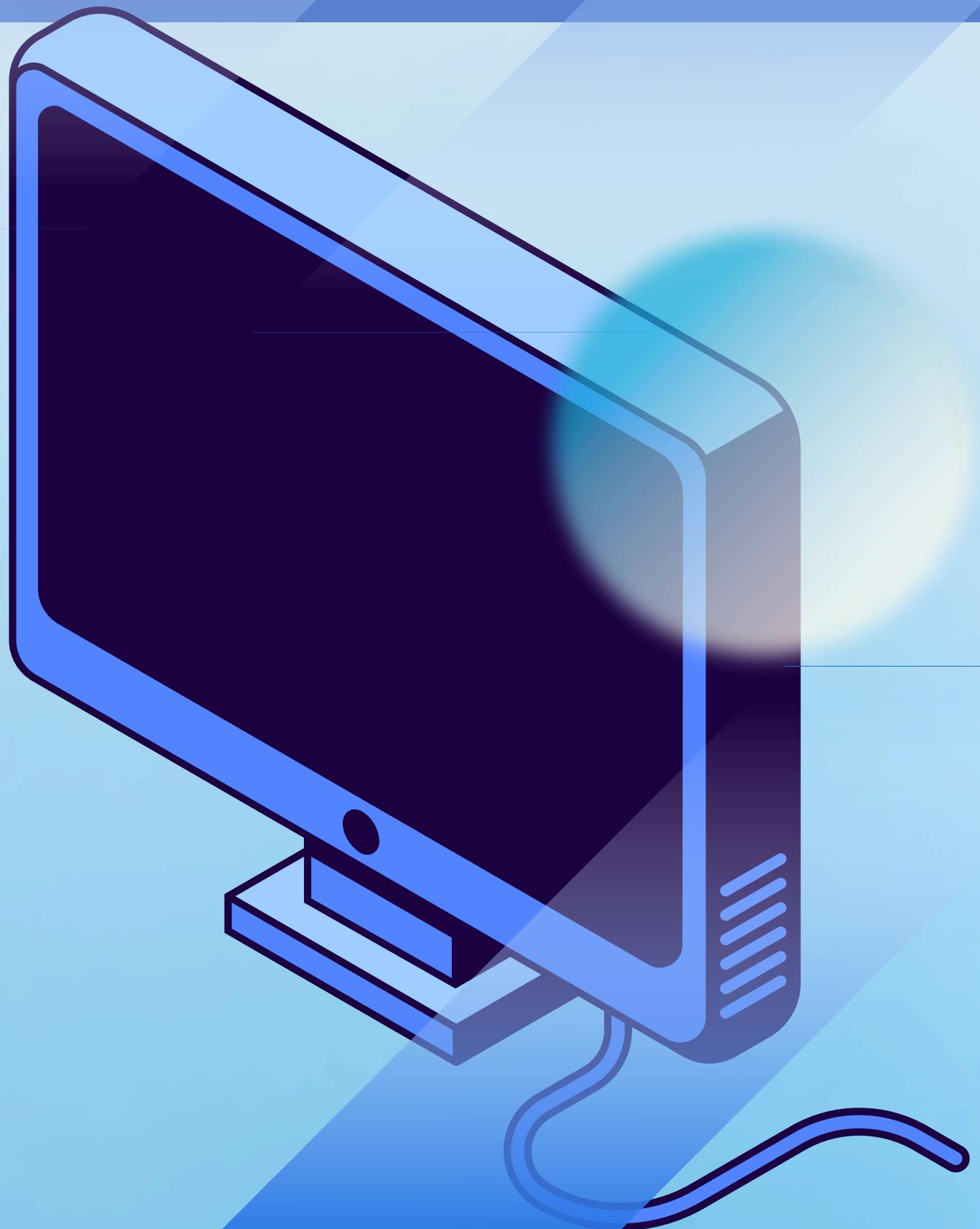


Estructura de Datos

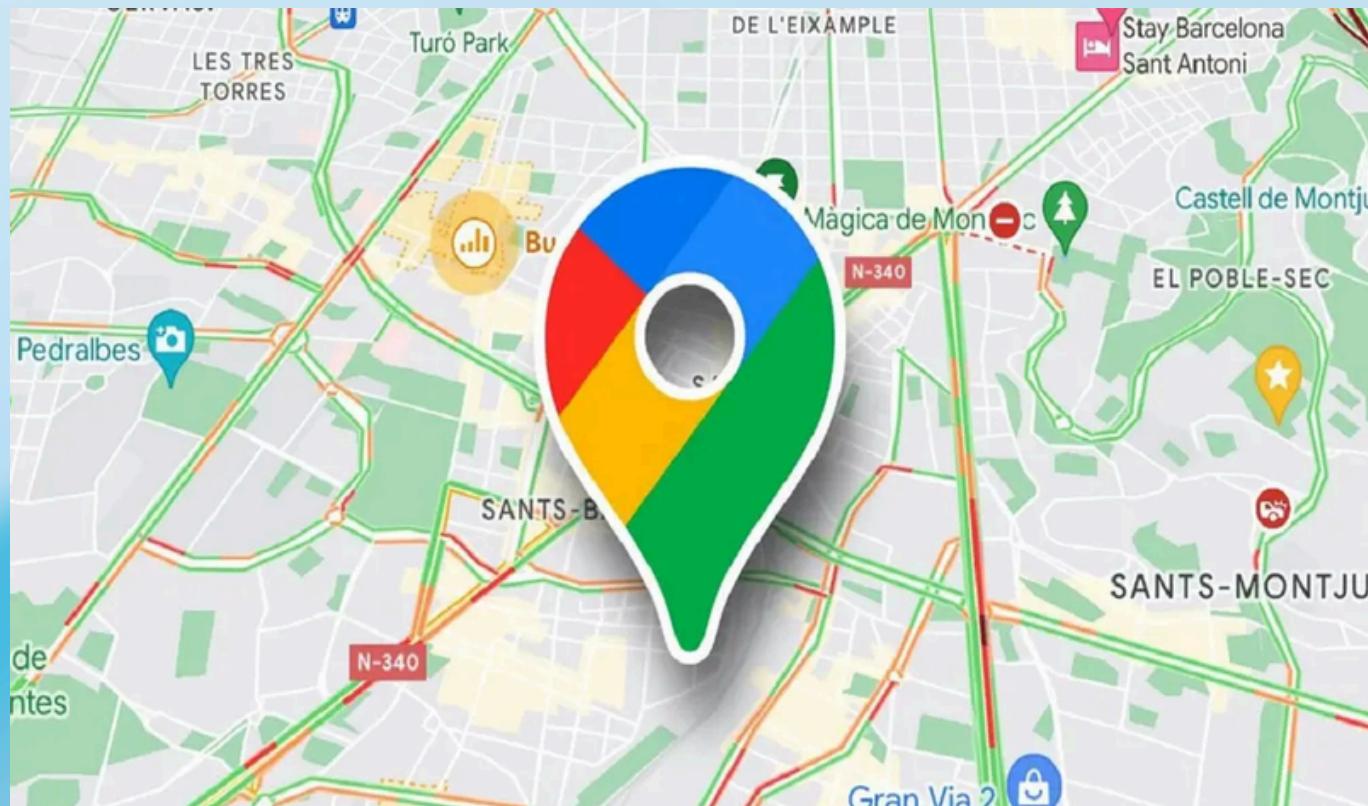
SISTEMA DE CONSULTAS GEOESPACIALES CON R-TREE

Integrantes:

- Rojas Luque Franco
- Condori Nina Mildward Erik
- Cabana Otazu Diane Coraima
- Aguilar Anccori Jhon Elias



Contexto Del problema



- Aplicaciones de mapas como Google Maps.
 - Sistemas de delivery que buscan restaurantes cercanos.
 - Plataformas de emergencia que localizan hospitales próximos.
 - Sistemas de información geográfica o SIG.
-
- ¿Qué puntos están dentro de esta zona?
 - ¿Cuáles son los lugares más cercanos a una ubicación?

Problema sin índices espaciales



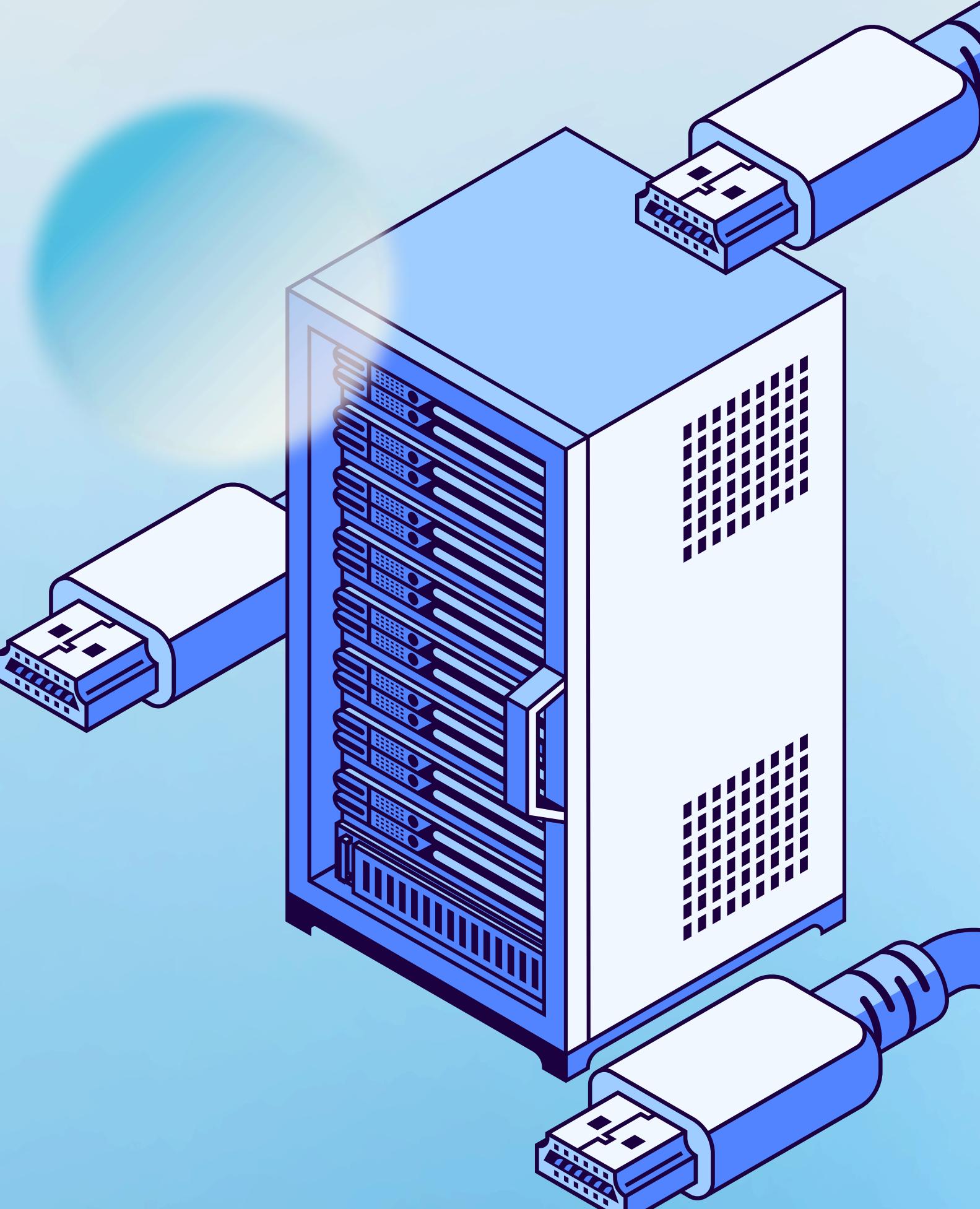
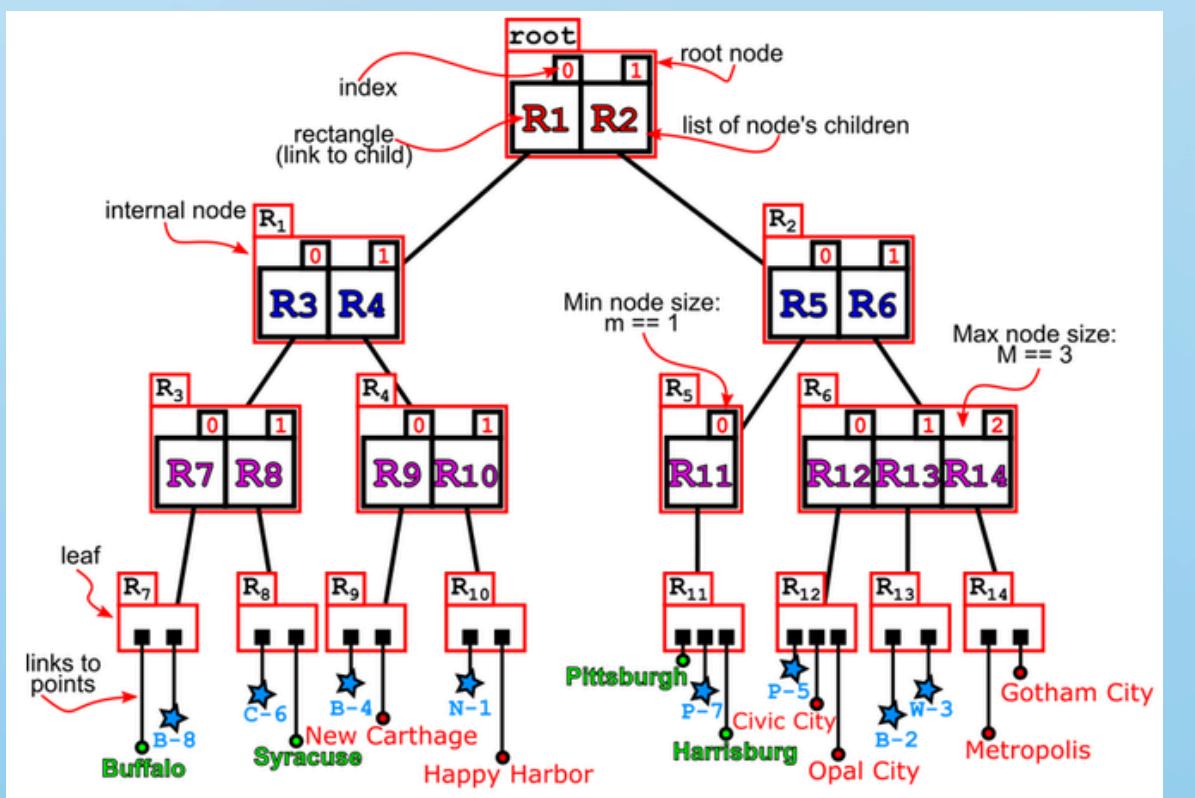
- Recorrer todos los puntos almacenados.
- Calcular distancias uno por uno.
- Verificar si cada punto pertenece a un área.

Solucion

- Organizar datos en el espacio.
- Reducir el número de comparaciones.
- Acelerar las consultas geoespaciales.

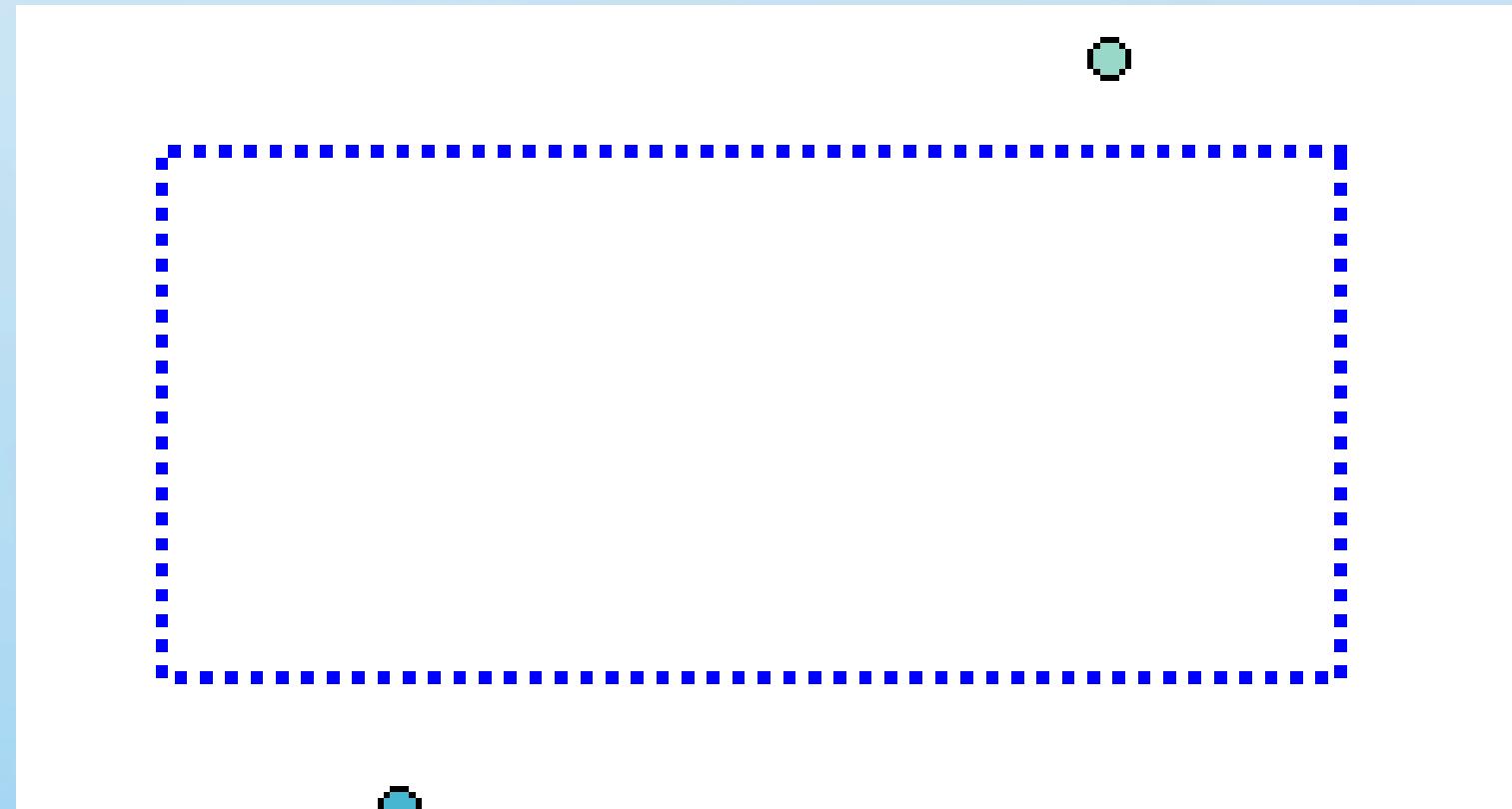
R-Tree

El R-Tree es un árbol de búsqueda balanceado diseñado específicamente para datos espaciales. Funciona agrupando objetos cercanos en rectángulos envolventes mínimos o MBR. Cada nodo interno contiene MBRs que engloban a sus hijos.

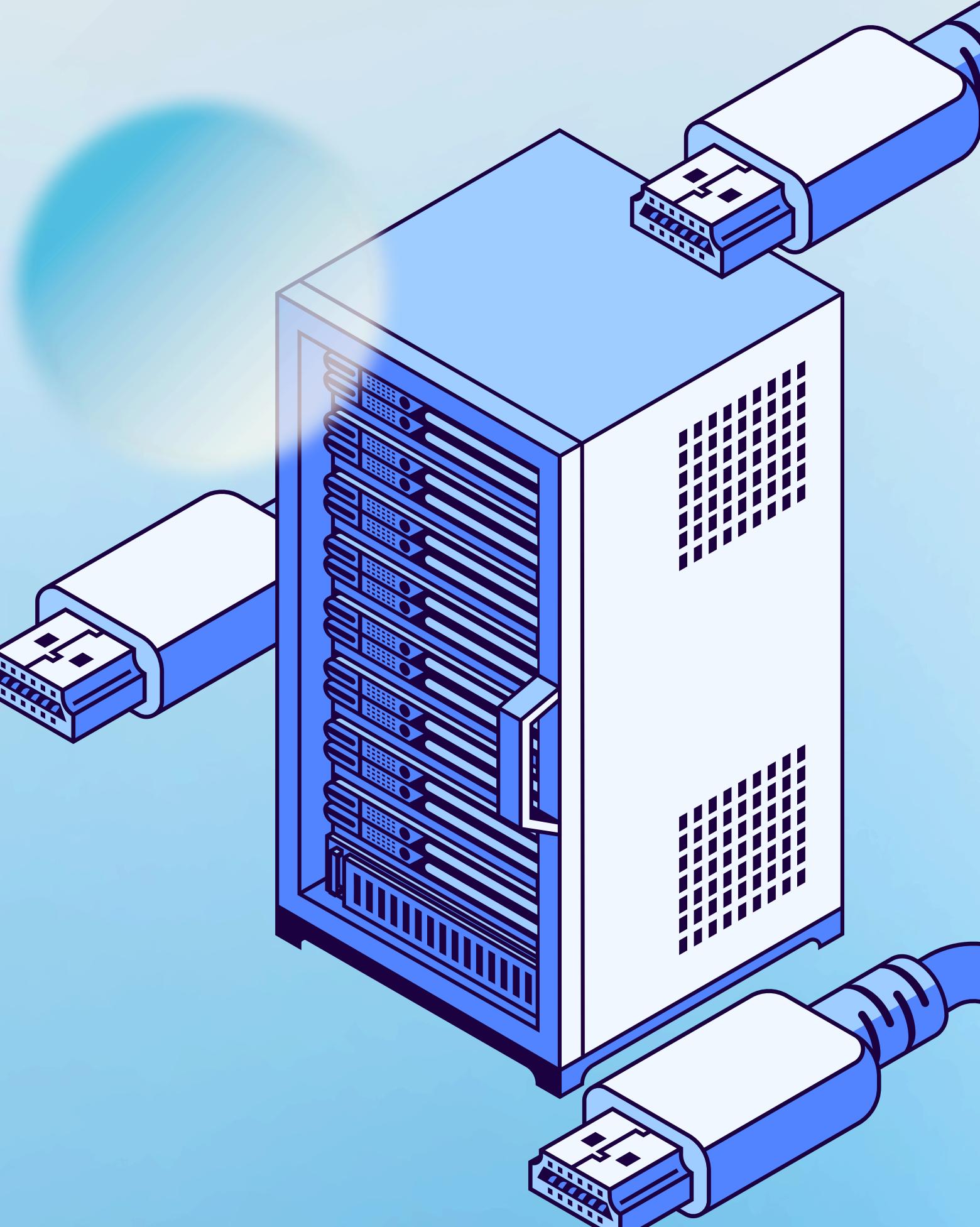


Concepto clave: MBR

- Un punto
- O un conjunto de puntos

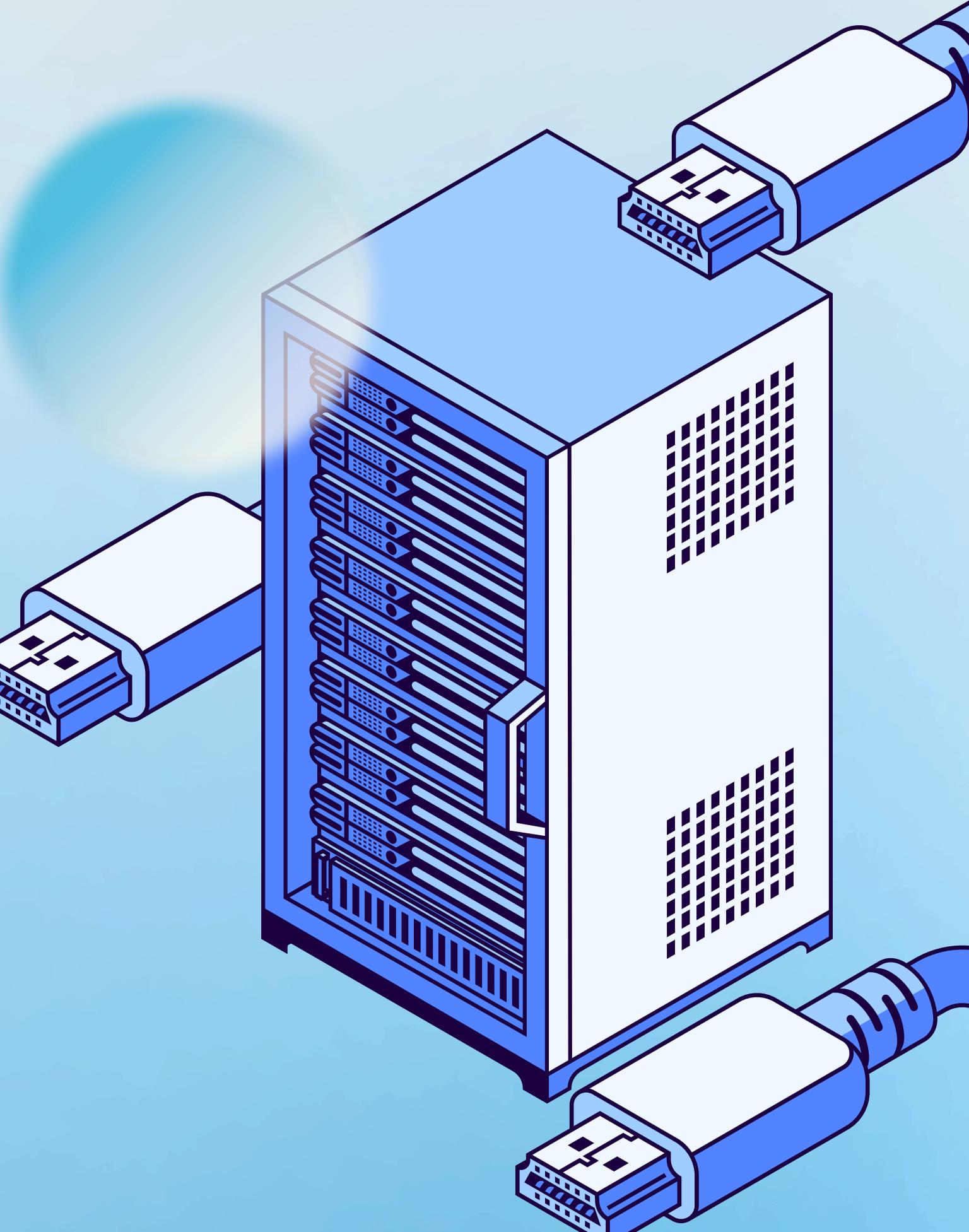
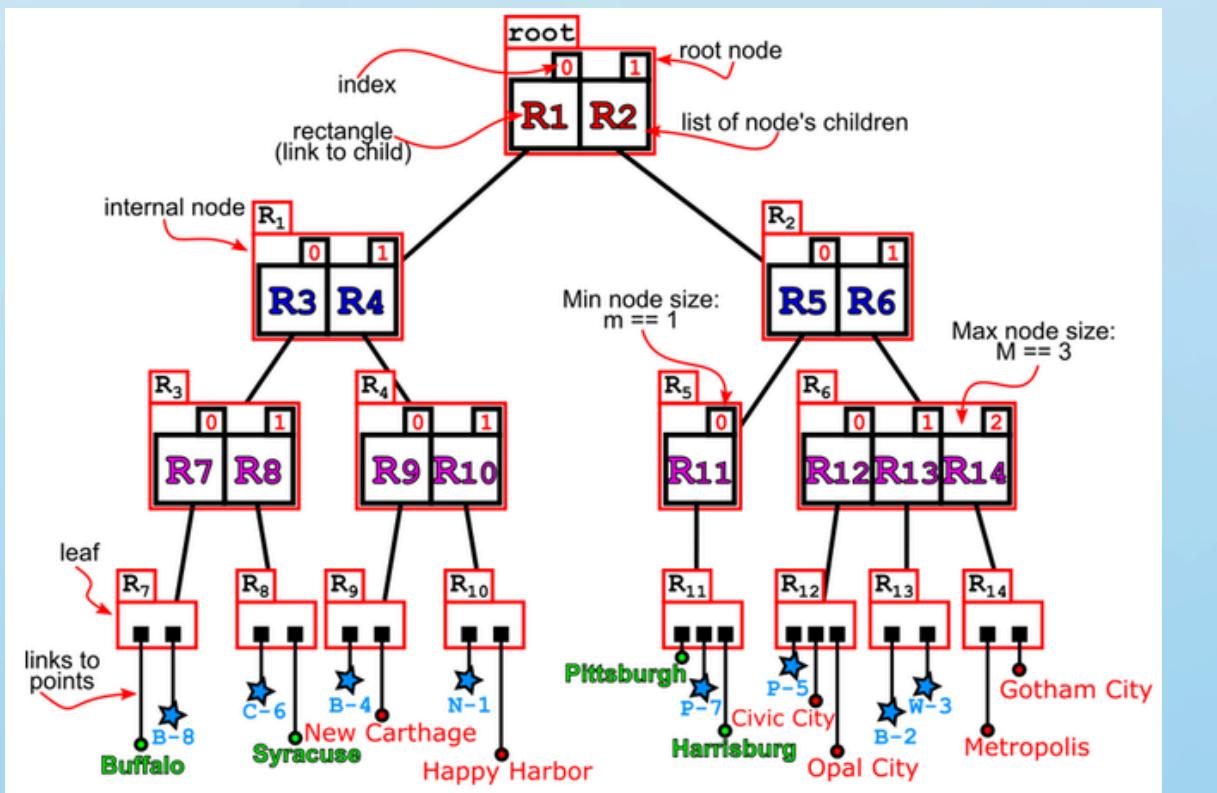


- Saber rápidamente si una región es relevante para una consulta.
- Descartar grandes zonas del espacio sin necesidad de revisar punto por punto.



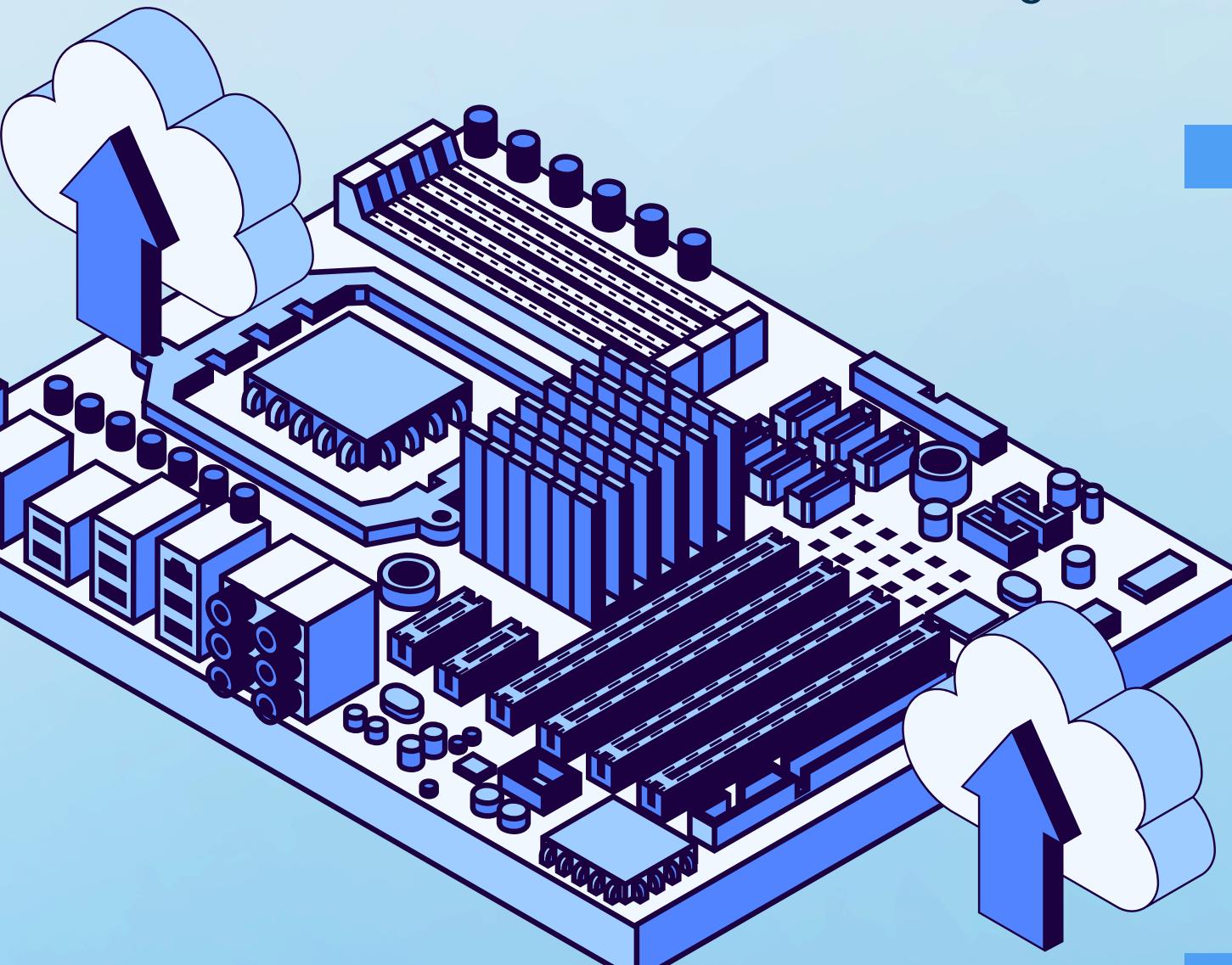
Estructura del R-Tree

- Nodos hoja, que almacenan los puntos reales.
- Nodos internos, que almacenan otros nodos y sus MBR.



Tipos de consultas soportadas

Implementamos tres operaciones fundamentales. La inserción sigue el criterio de menor expansión del MBR, y cuando un nodo se llena, aplicamos un algoritmo de división



INSERCIÓN

- Elegir nodo con menor expansión
- División cuando nodo lleno (overflow)

CONSULTA DE RANGO

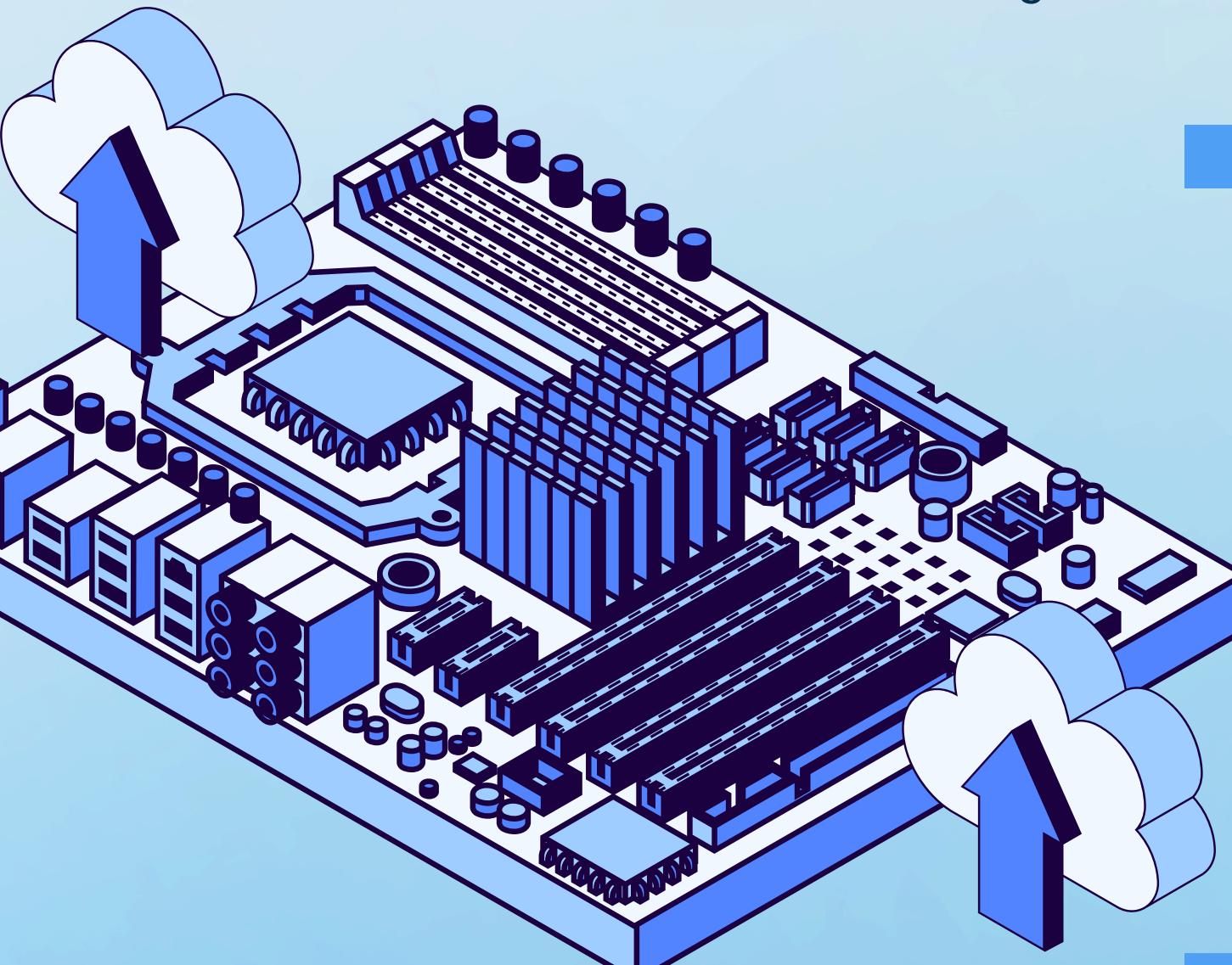
- Buscar puntos en área rectangular
- Poda de subárboles no intersectantes

K-NN (K Vecinos Más Cercanos)

- Encontrar k puntos más cercanos
- Ordenamiento por distancia euclidiana

Tipos de consultas soportadas

Implementamos tres operaciones fundamentales. La inserción sigue el criterio de menor expansión del MBR, y cuando un nodo se llena, aplicamos un algoritmo de división



INSERCIÓN

- Elegir nodo con menor expansión
- División cuando nodo lleno (overflow)

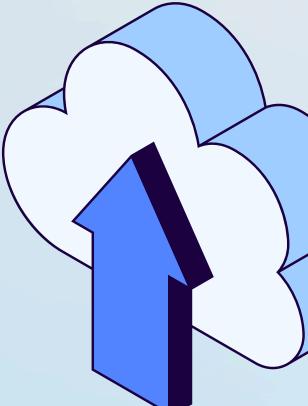
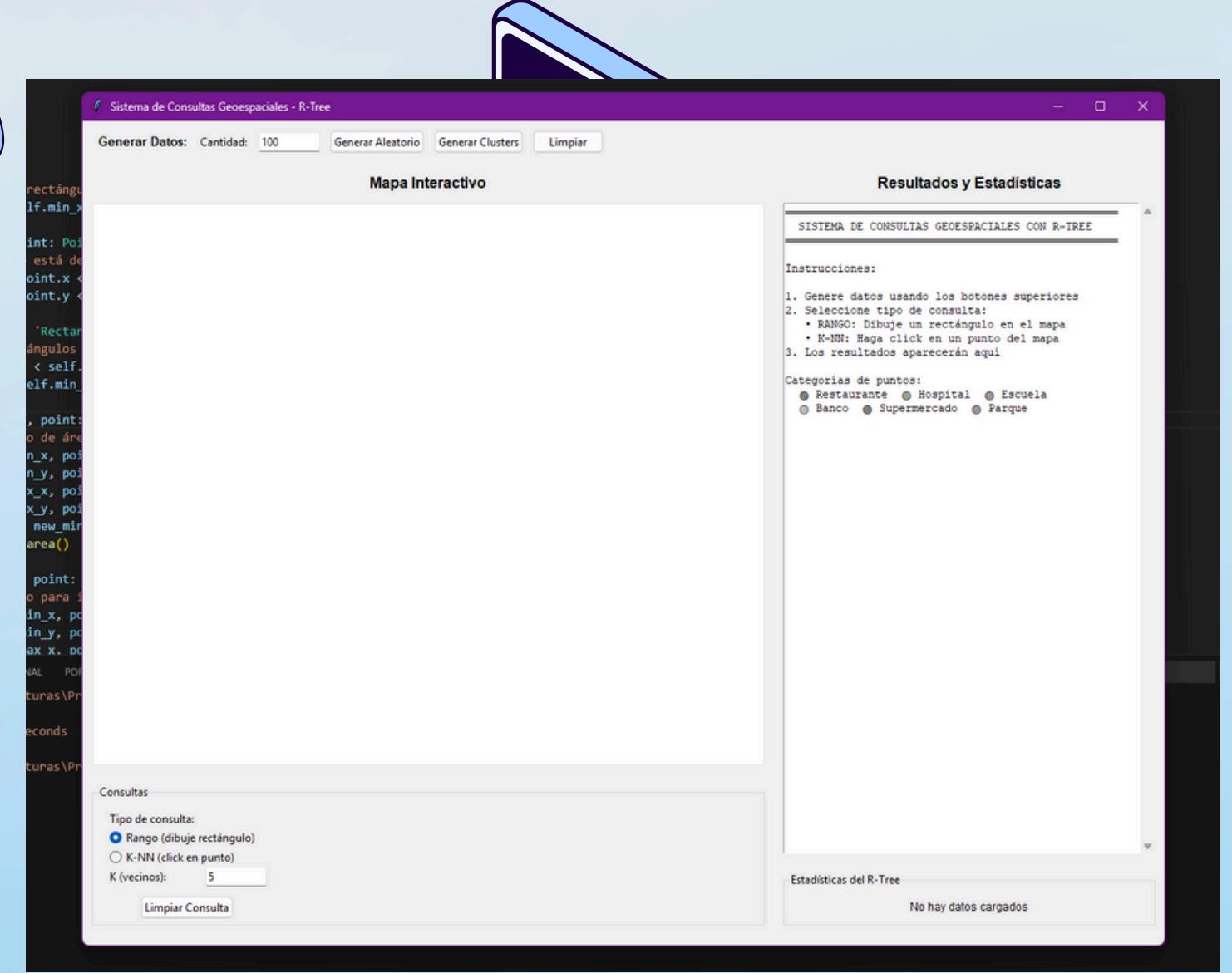
CONSULTA DE RANGO

- Buscar puntos en área rectangular
- Poda de subárboles no intersectantes

K-NN (K Vecinos Más Cercanos)

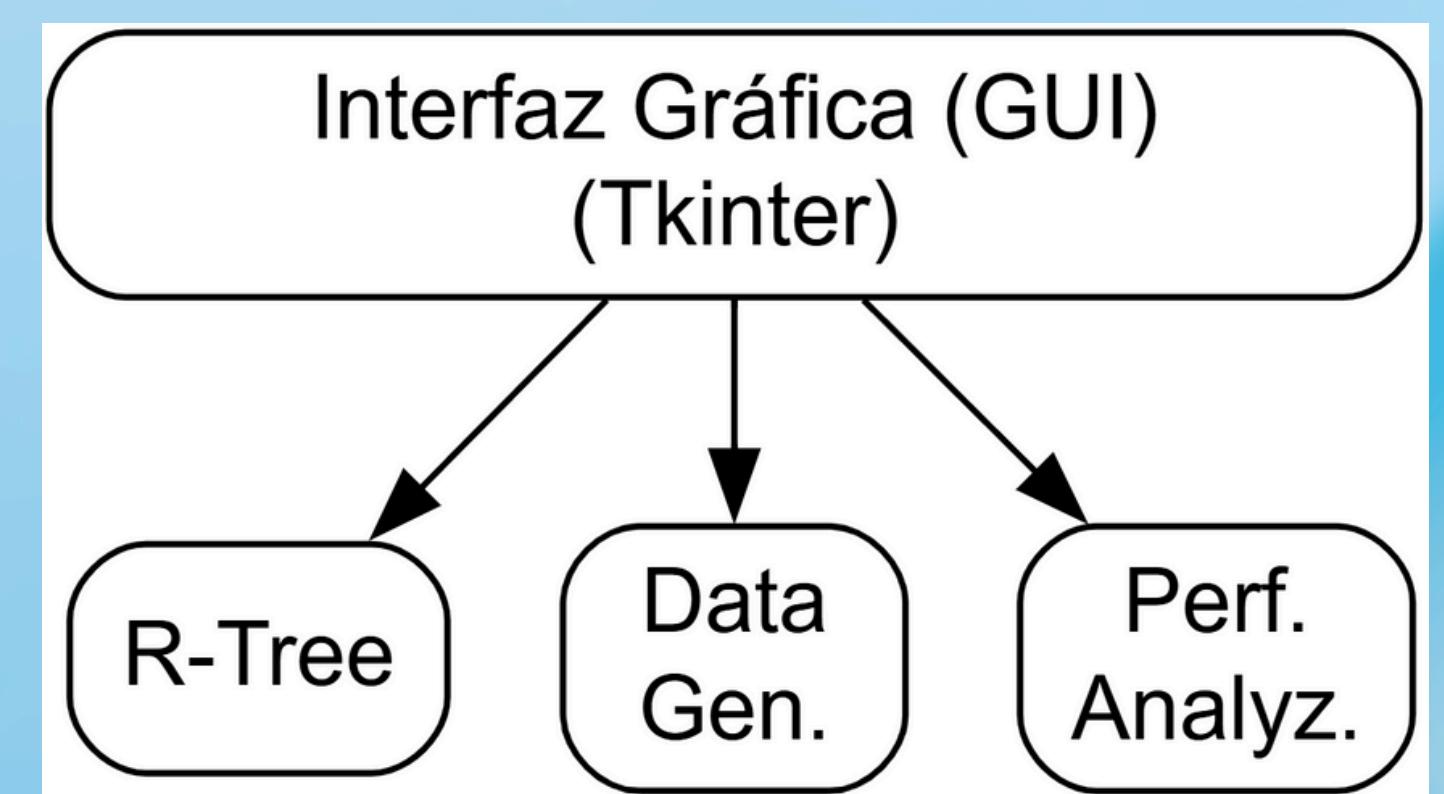
- Encontrar k puntos más cercanos
- Ordenamiento por distancia euclidiana

ARQUITECTURA DE LA IMPLEMENTACIÓN



Clases principales:

- Point: Punto de interés (x, y, nombre, categoría)
- Rectangle: MBR con operaciones espaciales
- RTreeNode: Nodo del árbol (hojas e internos)

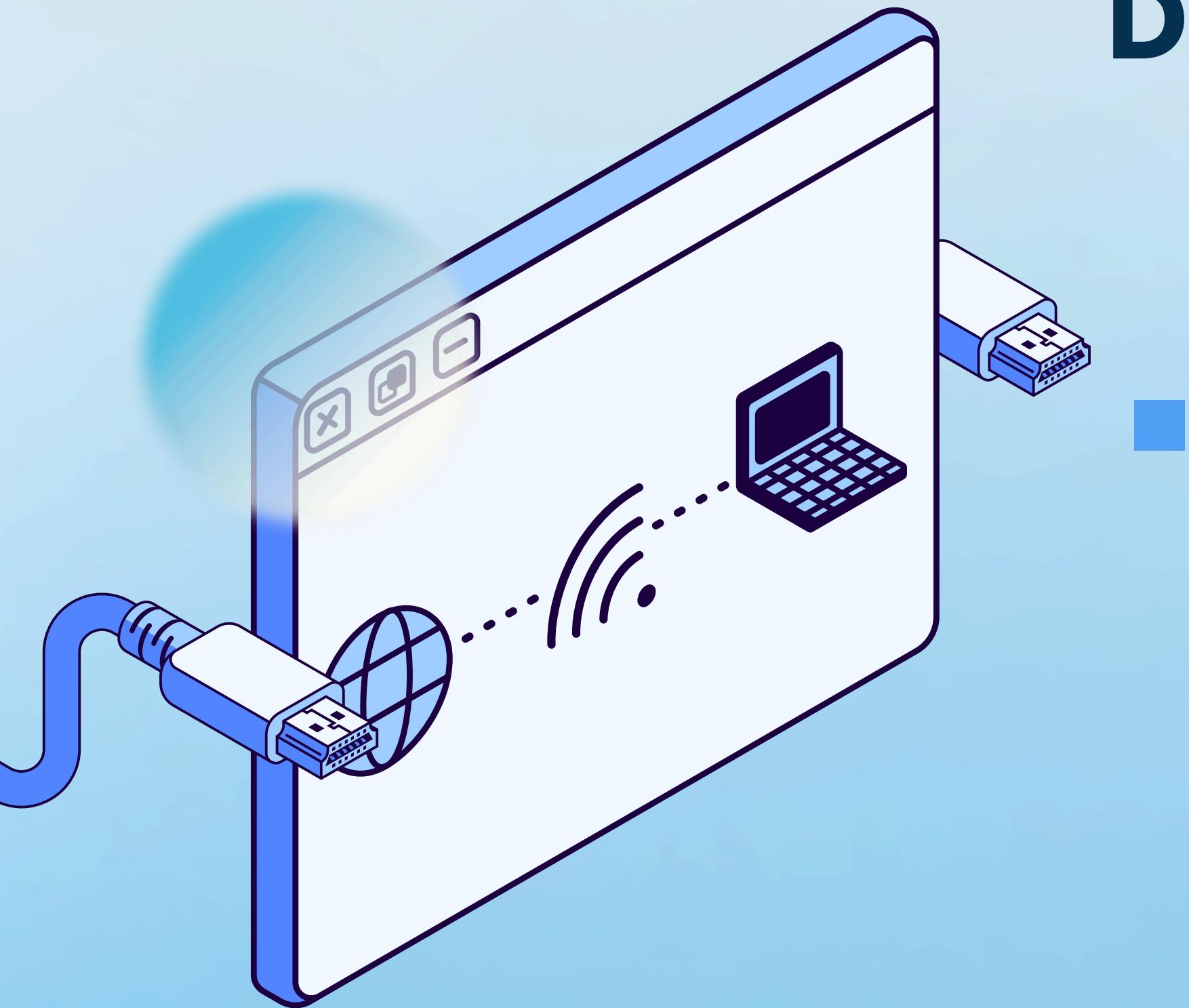


Implementación del R-Tree (Código)



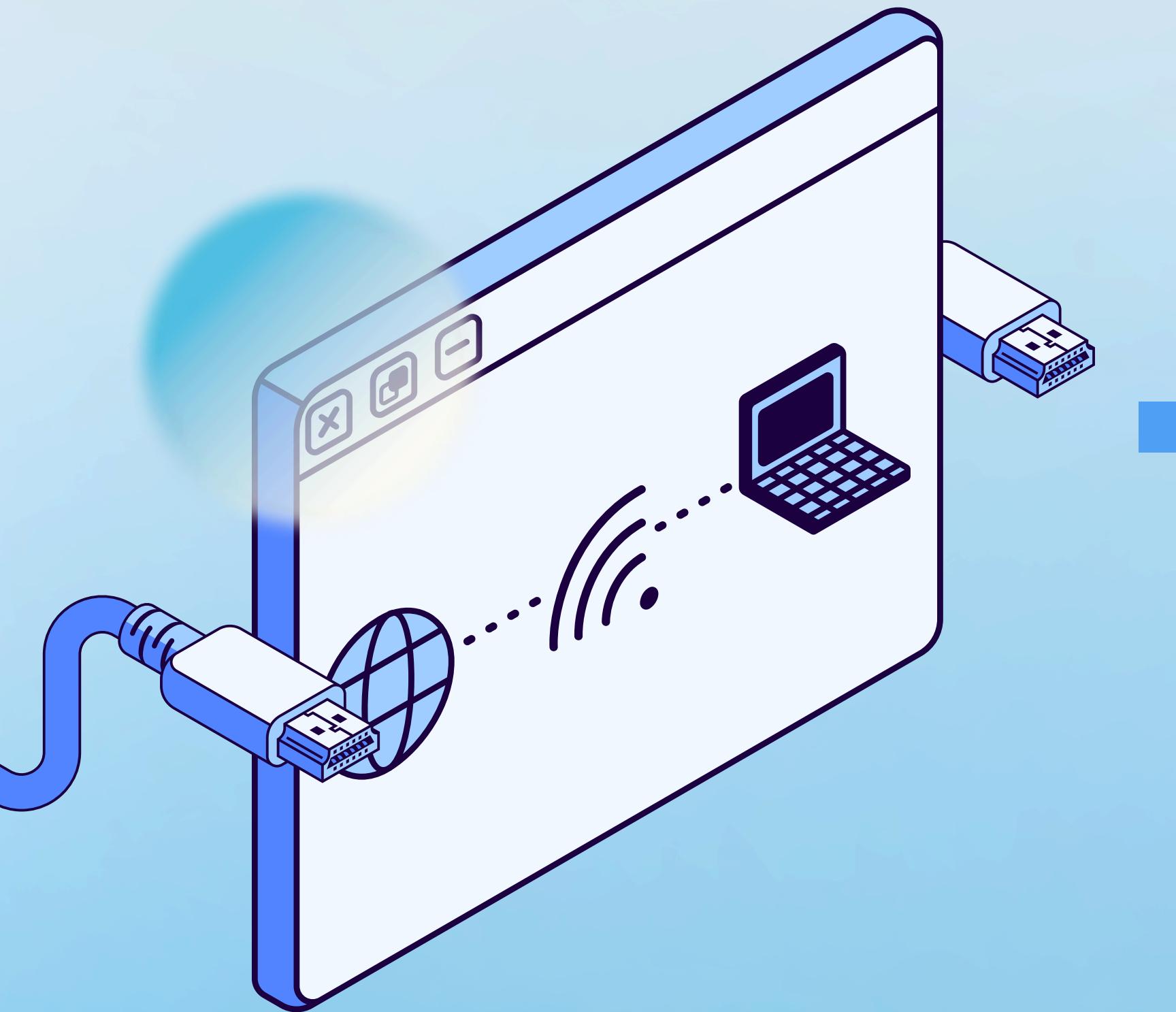
Generación de Datos y Rendimiento

IMPORTANCIA DE LOS DATOS DE PRUEBA



- Puntos geoespaciales (x, y)
- Categorías de interés
- Dos tipos de distribución

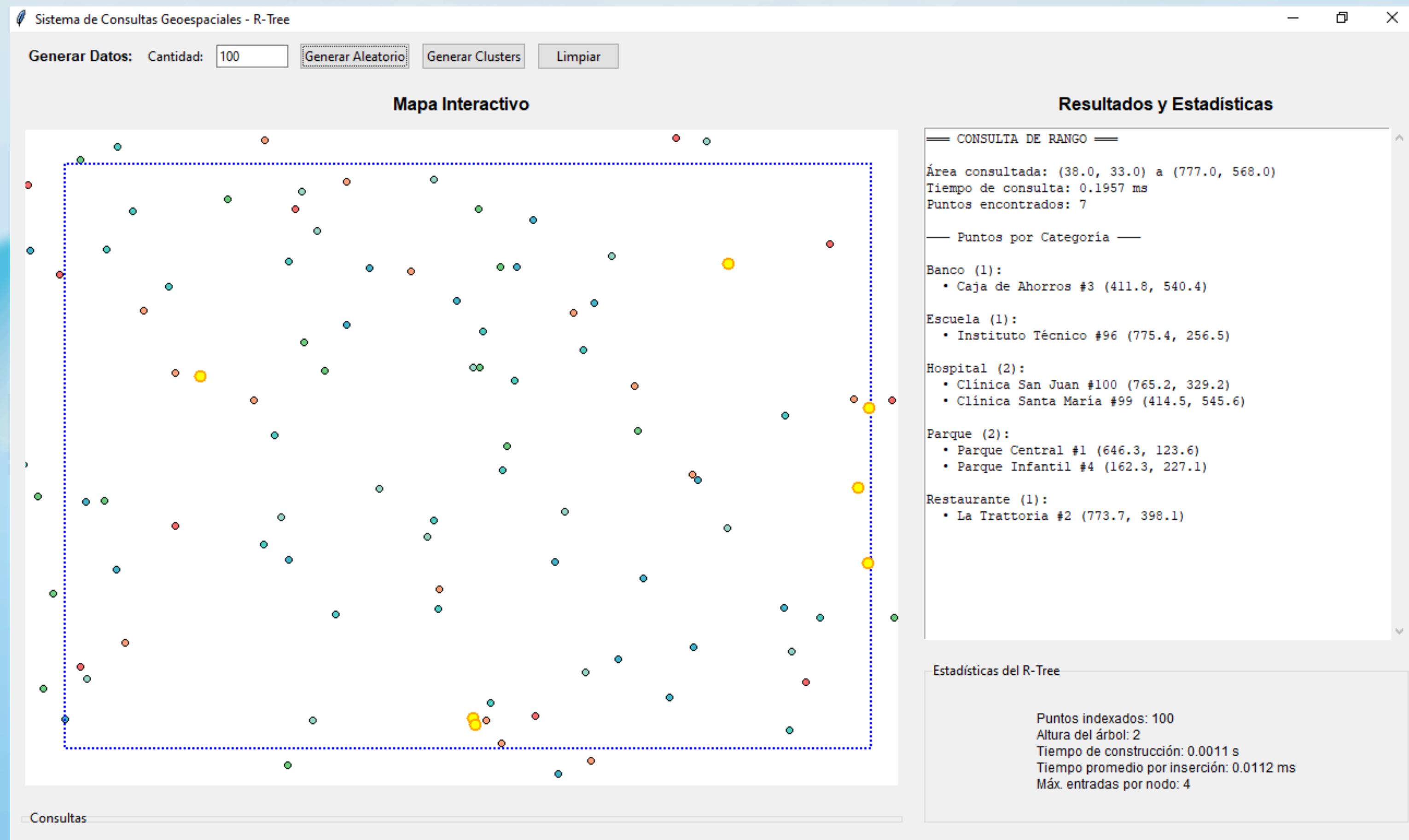
ESCENARIOS EVALUADOS



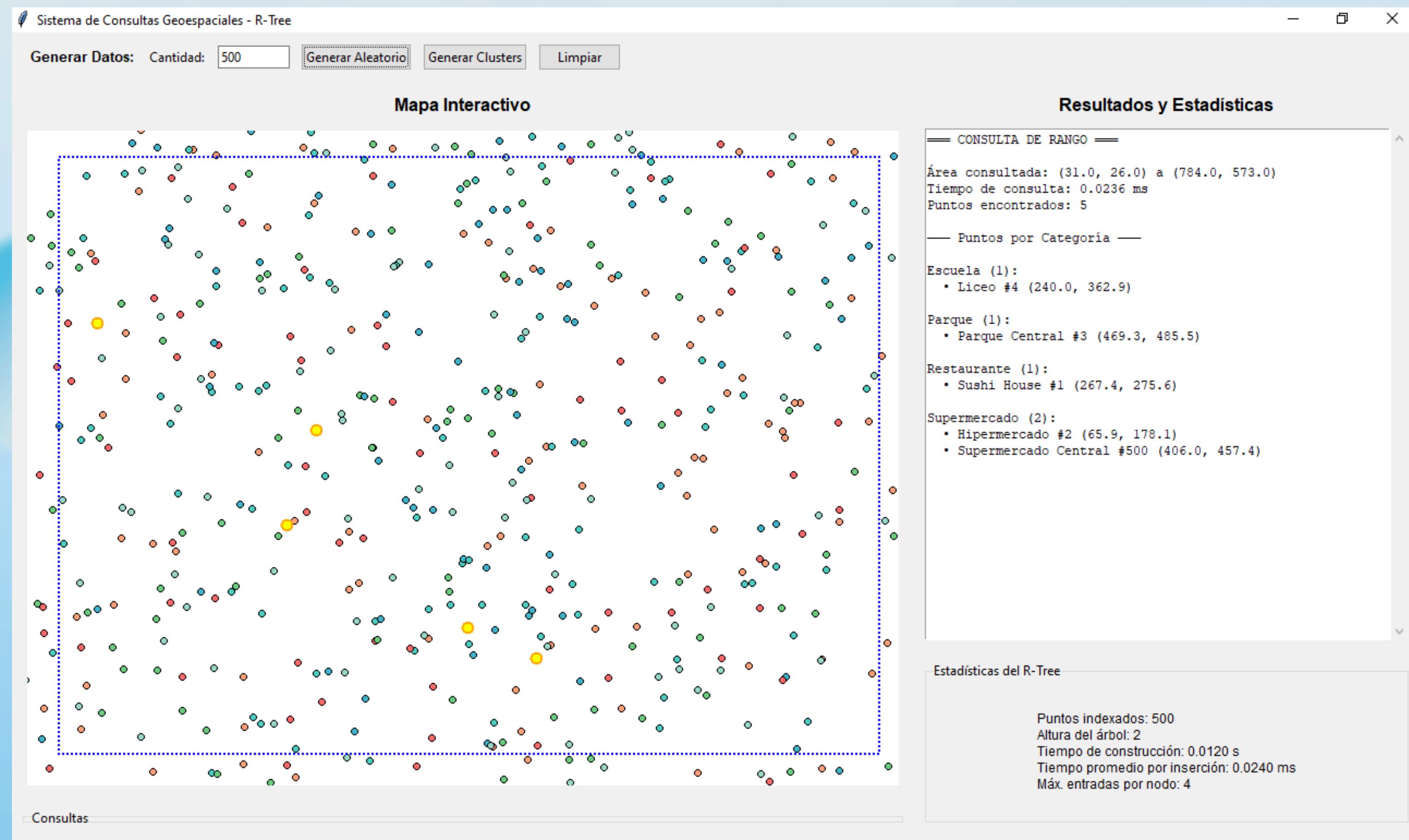
Datos aleatorios: Puntos repartidos uniformemente en todo el espacio.

Datos agrupada (clusters): puntos concentrados en zonas específicas.

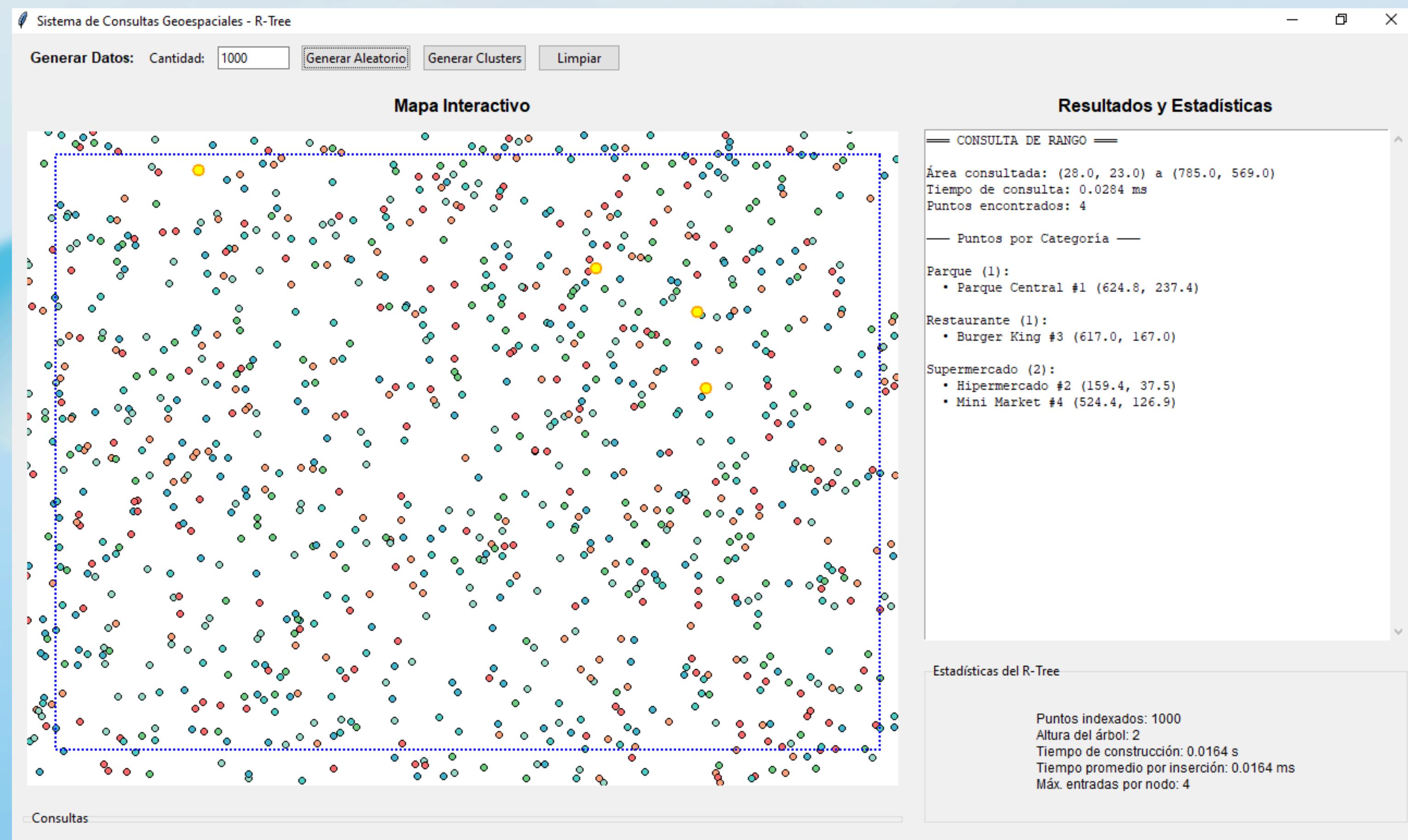
ESCENARIOS EVALUADOS: DATOS ALEATORIOS



ESCENARIOS EVALUADOS: DATOS ALEATORIOS



ESCENARIOS EVALUADOS: DATOS ALEATORIOS



ESCENARIOS EVALUADOS: DATOS ALEATORIOS

Sistema de Consultas Geoespaciales - R-Tree

Generar Datos: Cantidad: 5000 Generar Aleatorio Generar Clusters Limpiar

Mapa Interactivo

Resultados y Estadísticas

CONSULTA DE RANGO

Área consultada: (23.0, 19.0) a (782.0, 565.0)
Tiempo de consulta: 0.0267 ms
Puntos encontrados: 5

Puntos por Categoría

Escuela (2):

- Escuela Primaria #4 (322.6, 407.4)
- Colegio Nacional #4998 (373.5, 554.8)

Hospital (1):

- Clinica San Juan #3 (538.4, 481.8)

Parque (1):

- Parque Infantil #2 (44.6, 295.0)

Restaurante (1):

- Pizza Express #1 (33.0, 486.0)

Estadísticas del R-Tree

Puntos indexados: 5000
Altura del árbol: 2
Tiempo de construcción: 0.0960 s
Tiempo promedio por inserción: 0.0192 ms
Máx. entradas por nodo: 4

Consultas

ESCENARIOS EVALUADOS: DATOS EN CLUSTERS

Sistema de Consultas Geoespaciales - R-Tree

Generar Datos: Cantidad: Generar Aleatorio Generar Clusters Limpiar

Mapa Interactivo

Resultados y Estadísticas

CONSULTA DE RANGO

Área consultada: (9.0, 20.0) a (756.0, 564.0)
Tiempo de consulta: 0.0336 ms
Puntos encontrados: 7

Puntos por Categoría

- Banco (1):
 - Caja de Ahorros #3 (575.0, 144.6)
- Escuela (3):
 - Colegio Nacional #1 (583.6, 163.1)
 - Liceo #2 (338.1, 138.2)
 - Instituto Técnico #97 (565.4, 142.5)
- Hospital (1):
 - Clinica Santa Maria #4 (204.8, 187.3)
- Parque (1):
 - Parque Central #100 (552.1, 505.2)
- Supermercado (1):
 - Tienda de Barrio #99 (369.8, 116.6)

Estadísticas del R-Tree

Puntos indexados: 100
Altura del árbol: 2
Tiempo de construcción: 0.0015 s
Tiempo promedio por inserción: 0.0147 ms
Máx. entradas por nodo: 4

Consultas

ESCENARIOS EVALUADOS: DATOS EN CLUSTERS

Sistema de Consultas Geoespaciales - R-Tree

Generar Datos: Cantidad: 500 Generar Aleatorio Generar Clusters Limpiar

Mapa Interactivo

Resultados y Estadísticas

CONSULTA DE RANGO

Área consultada: (129.0, 36.0) a (757.0, 586.0)
Tiempo de consulta: 0.0303 ms
Puntos encontrados: 5

Puntos por Categoría

Banco (2):

- Caja de Ahorros #1 (588.7, 117.9)
- Banco Nacional #2 (364.1, 251.5)

Escuela (1):

- Universidad #489 (336.7, 558.0)

Hospital (1):

- Hospital Central #4 (388.5, 515.7)

Supermercado (1):

- Supermercado Central #3 (322.3, 219.9)

Estadísticas del R-Tree

Puntos indexados: 500
Altura del árbol: 2
Tiempo de construcción: 0.0067 s
Tiempo promedio por inserción: 0.0134 ms
Máx. entradas por nodo: 4

Consultas

ESCENARIOS EVALUADOS: DATOS EN CLUSTERS

Sistema de Consultas Geoespaciales - R-Tree

Generar Datos: Cantidad: 1000 Generar Aleatorio Generar Clusters Limpiar

Mapa Interactivo

Resultados y Estadísticas

CONSULTA DE RANGO

Área consultada: (128.0, 42.0) a (688.0, 573.0)
Tiempo de consulta: 0.0265 ms
Puntos encontrados: 4

Puntos por Categoría

Escuela (1):

- Universidad #3 (254.2, 108.6)

Hospital (1):

- Hospital Central #1 (600.6, 153.2)

Parque (2):

- Parque Infantil #2 (280.7, 289.1)
- Parque Central #4 (191.6, 169.5)

Estadísticas del R-Tree

Puntos indexados: 1000
Altura del árbol: 2
Tiempo de construcción: 0.0133 s
Tiempo promedio por inserción: 0.0133 ms
Máx. entradas por nodo: 4

Consultas

ESCENARIOS EVALUADOS: DATOS EN CLUSTERS

Sistema de Consultas Geoespaciales - R-Tree

Generar Datos: Cantidad: 5000 Generar Aleatorio Generar Clusters Limpiar

Mapa Interactivo

Resultados y Estadísticas

CONSULTA DE RANGO

Área consultada: (76.0, 34.0) a (578.0, 535.0)
Tiempo de consulta: 0.0331 ms
Puntos encontrados: 5

Puntos por Categoría

Escuela (3):

- Escuela Primaria #1 (300.1, 401.3)
- Liceo #3 (516.1, 171.4)
- Escuela Primaria #5000 (295.4, 519.7)

Hospital (1):

- Centro Médico #4 (331.3, 501.9)

Parque (1):

- Área Verde #2 (132.6, 68.2)

Estadísticas del R-Tree

Puntos indexados: 5000
Altura del árbol: 2
Tiempo de construcción: 0.0796 s
Tiempo promedio por inserción: 0.0159 ms
Máx. entradas por nodo: 4

Consultas

Métricas de Rendimiento

- Tiempo de consulta por rango
- Tiempo de construcción del R-Tree
- Tiempo promedio por inserción

Resultados y Estadísticas

— CONSULTA DE RANGO —

Área consultada: (76.0, 34.0) a (578.0, 535.0)
Tiempo de consulta: 0.0331 ms
Puntos encontrados: 5

— Puntos por Categoría —

Escuela (3):

- Escuela Primaria #1 (300.1, 401.3)
- Liceo #3 (516.1, 171.4)
- Escuela Primaria #5000 (295.4, 519.7)

Hospital (1):

- Centro Médico #4 (331.3, 501.9)

Parque (1):

- Área Verde #2 (132.6, 68.2)

Estadísticas del R-Tree

Puntos indexados: 5000
Altura del árbol: 2
Tiempo de construcción: 0.0796 s
Tiempo promedio por inserción: 0.0159 ms
Máx. entradas por nodo: 4

Resultados observados

- El tiempo promedio de inserción es muy bajo, incluso con miles de puntos.
- Las consultas por rango se ejecutan en pocos milisegundos.
- El sistema mantiene tiempos aceptables tanto en datos aleatorios como en clusters.

Resultados y Estadísticas

CONSULTA DE RANGO

Área consultada: (76.0, 34.0) a (578.0, 535.0)
Tiempo de consulta: 0.0331 ms
Puntos encontrados: 5

Puntos por Categoría

Escuela (3):

- Escuela Primaria #1 (300.1, 401.3)
- Liceo #3 (516.1, 171.4)
- Escuela Primaria #5000 (295.4, 519.7)

Hospital (1):

- Centro Médico #4 (331.3, 501.9)

Parque (1):

- Área Verde #2 (132.6, 68.2)

Estadísticas del R-Tree

Puntos indexados: 5000
Altura del árbol: 2
Tiempo de construcción: 0.0796 s
Tiempo promedio por inserción: 0.0159 ms
Máx. entradas por nodo: 4

Thank You!

