

# Geocodificación

Dr. Raimundo Sánchez  
raimundo.sanchez@uai.cl  
@raimun2

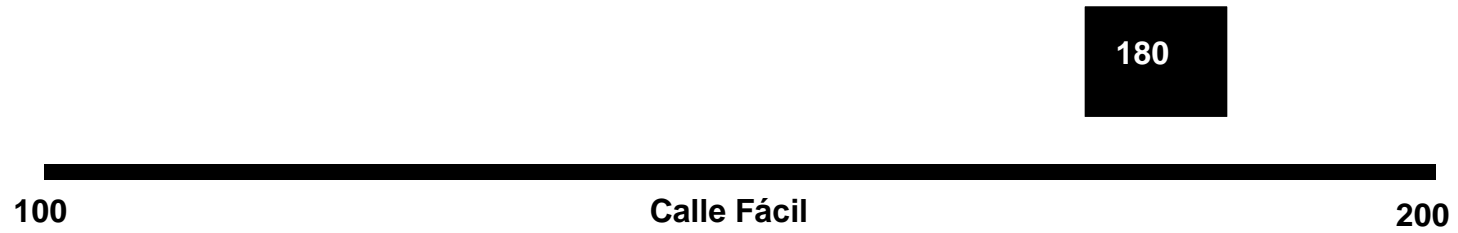
# Geocodificación

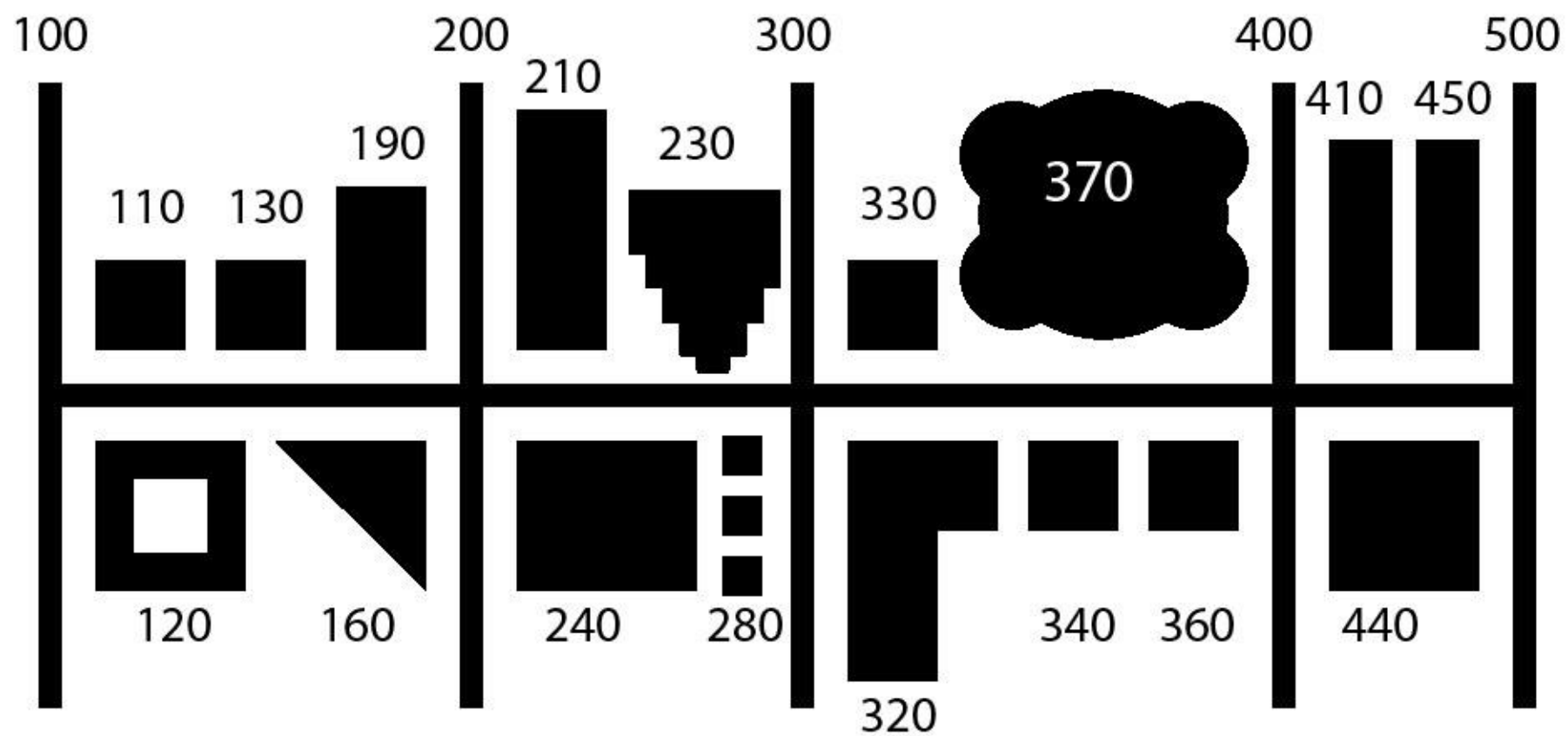
- Es el proceso de referenciar un objeto en el espacio geográfico en función de su dirección.
- Por lo general, la geo codificación se refiere a una asignación específica de coordenadas geográficas (latitud, longitud) a una dirección individual.
- Dos tipos típicos de geo codificación
  - Geo codificación lineal: Supone que las direcciones varían linealmente a lo largo de una entidad (línea)
  - Geo codificación de área: Asigna ubicación geo codificada a toda el área (polígono)

**Ubicación estimada**

$$(180 - 100) / (200 - 100) = 0,8 = 80 \%$$

**80% hacia abajo de la longitud  
de la calle**

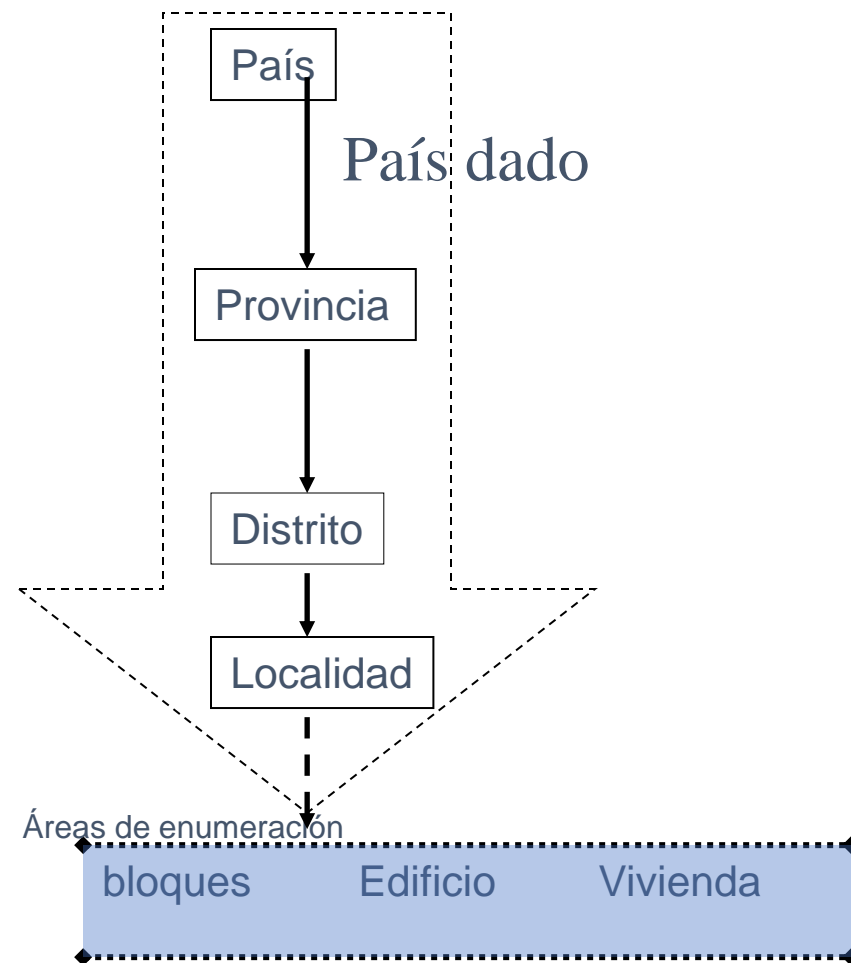
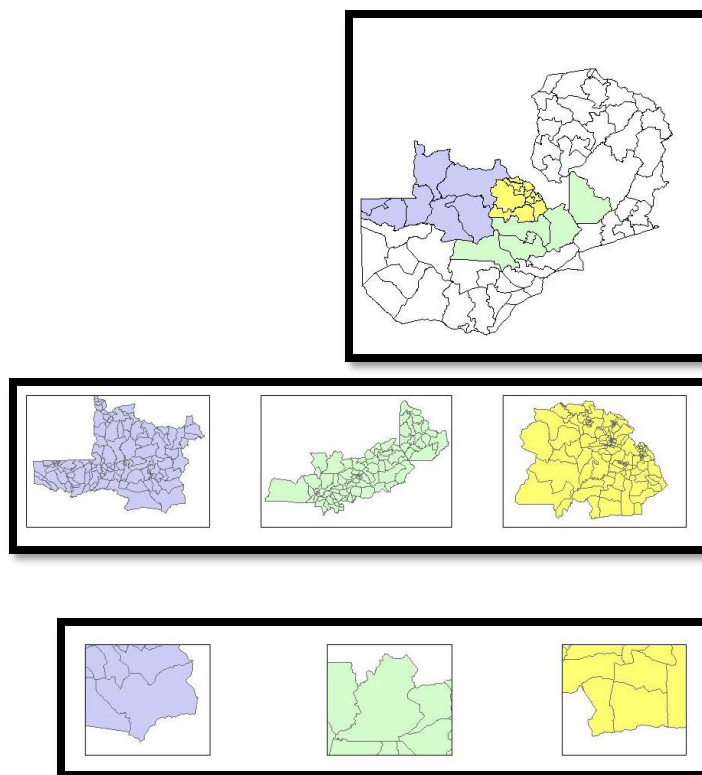




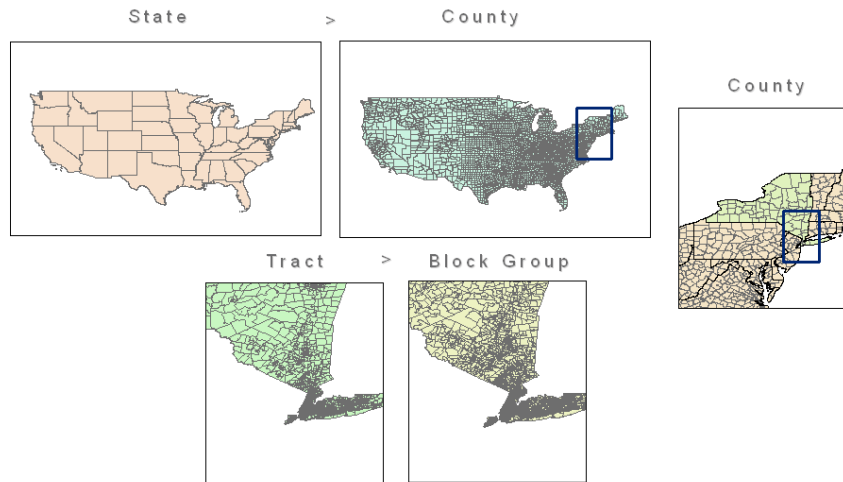
# Geo codificación o geo referenciación

- Geo codificación
  - Una operación GIS para convertir direcciones de calles en datos espaciales que se pueden mostrar como características en un mapa
- Geo referenciación
  - Alinear datos geográficos con un sistema de coordenadas conocido para que se puedan analizar, ver y consultar con otros datos geográficos

# Jerarquías espaciales



# Esquema de código



250131402013

Digits 1-2 = State code

Digits 3-5 = County Code

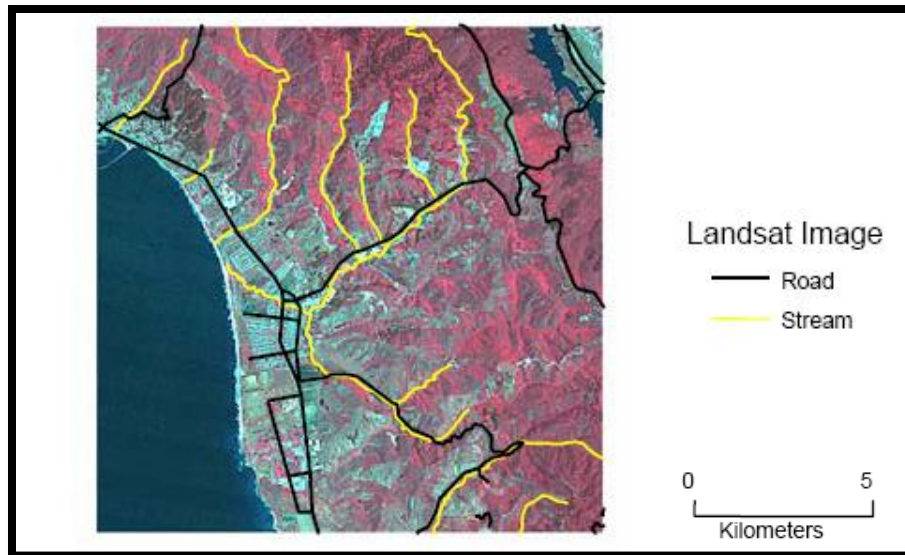
Digits 6-11 = Census Tract Code

Digit 12 = Blockgroup code

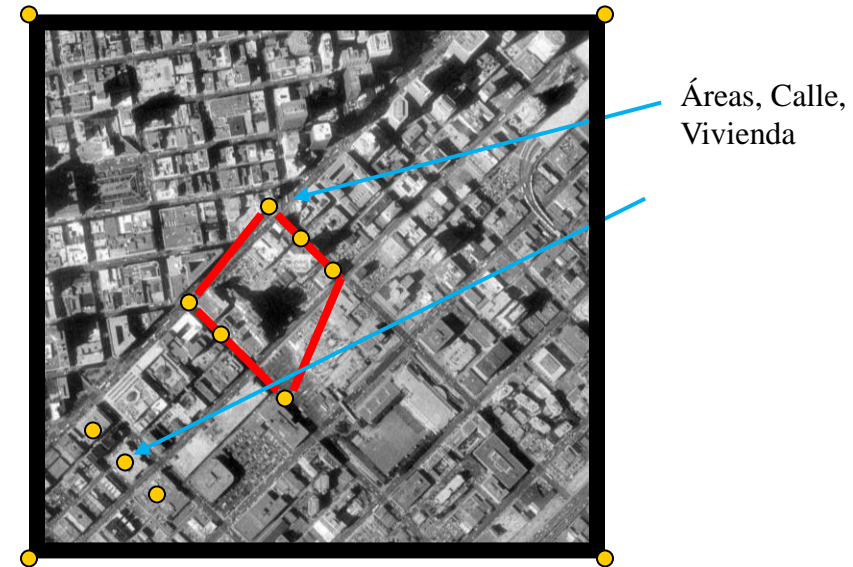
# Recopilación directa de datos

- Digitalización a partir de mapas topográficos disponibles
- Recogida directa mediante técnicas de campo (ej.GPS)

Digitalización a partir de un mapa topográfico



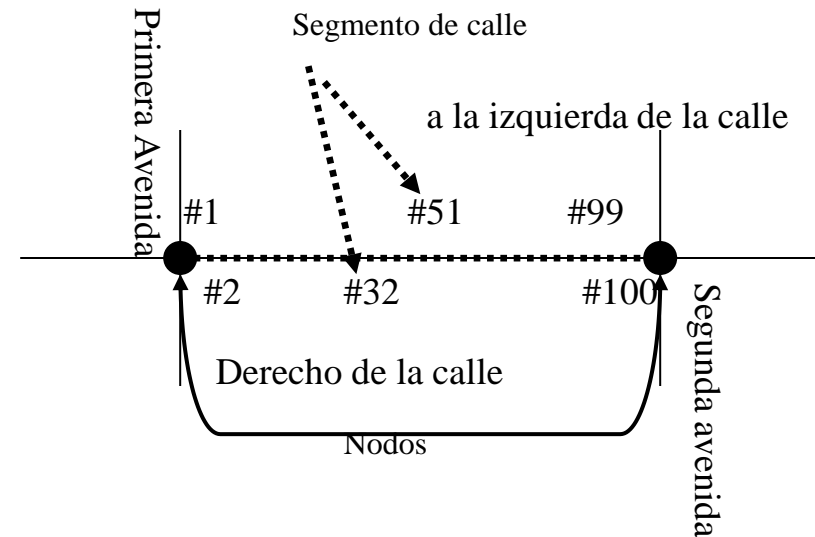
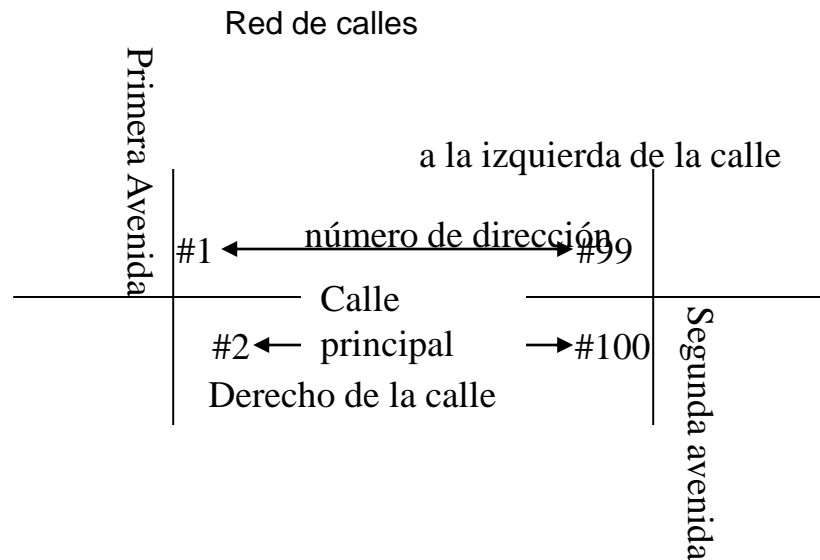
Sistema de Posicionamiento Global (GPS)





# Enfoque de coincidencia

- Uso de una base de datos de localizador de direcciones y una base de datos de red de calles en un SIG
- Unir una base de datos de direcciones a una base de datos espacial existente para el área de interés



# Mantenimiento de los datos

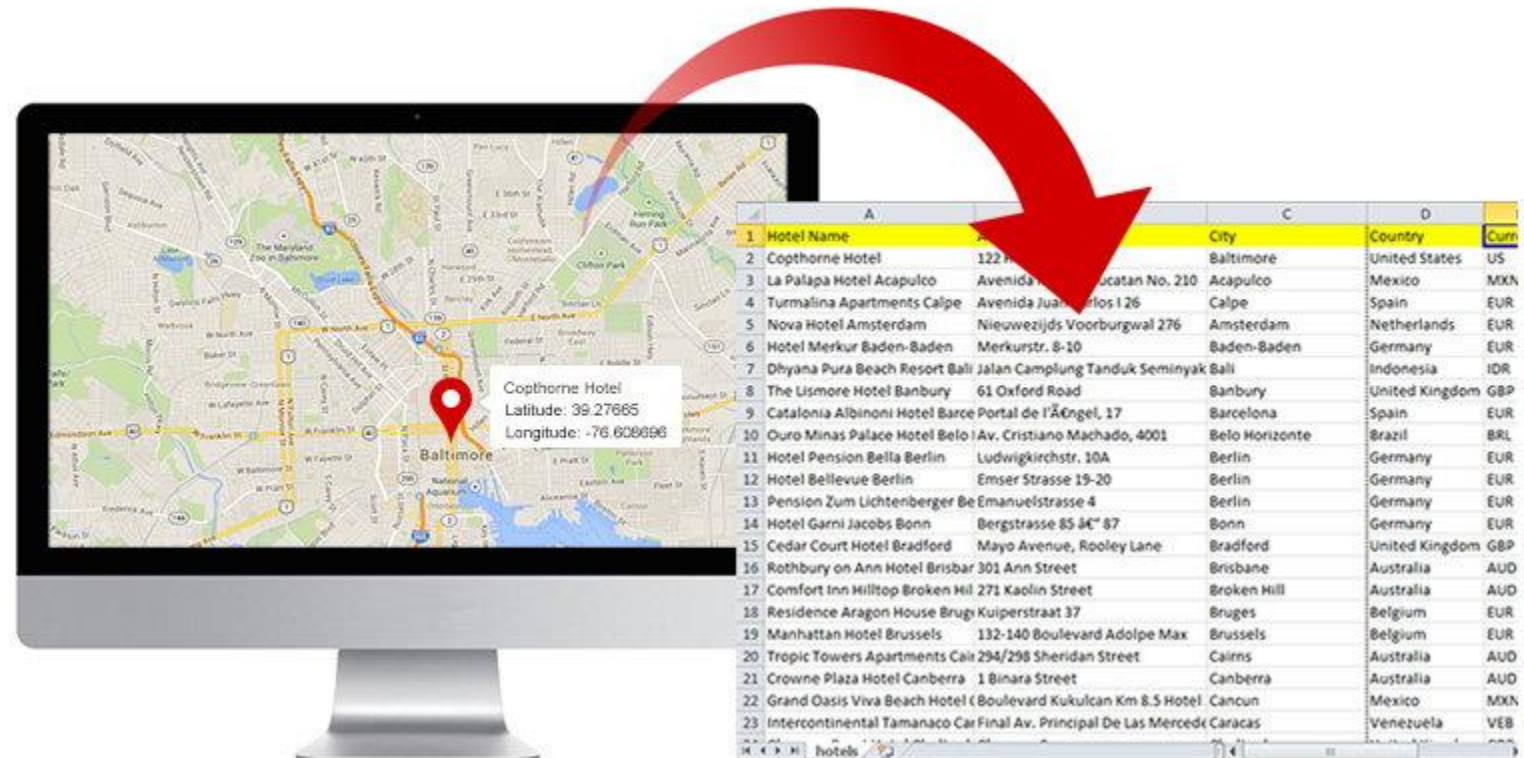
- Limpieza de direcciones
- Conservar solo los elementos clave de la dirección
- Establecer un Código de asociación (indicador de qué elementos de la dirección determinarán la geocodificar)

Record	Street Address	City	State	ZIPcode	Latitude	Longitude	Areakey	MatchCode
1	344 East 63rd	New York	NY	10023	40.47	73.58	3502508100	<b>AS0</b>

- Eliminando caracteres extraños
- Estandarizar la ortografía

# Geo codificación inversa

- Busca encontrar direcciones en base a un par de coordenadas
- Utiliza la misma data que el enfoque de geo referenciación por coincidencia



# Observaciones finales

- Las tecnologías son accesibles y permiten la delimitación independientemente de la existencia de la dirección.
- Es necesario llegar a un acuerdo sobre una definición de geo codificación para fines censales.
- Existen muchos métodos y tecnologías disponibles para admitir marcos de geo codificación precisos
- El sistema de geo codificación es un valor agregado para el análisis espacial basado en GIS de datos estadísticos

# Geocodificación

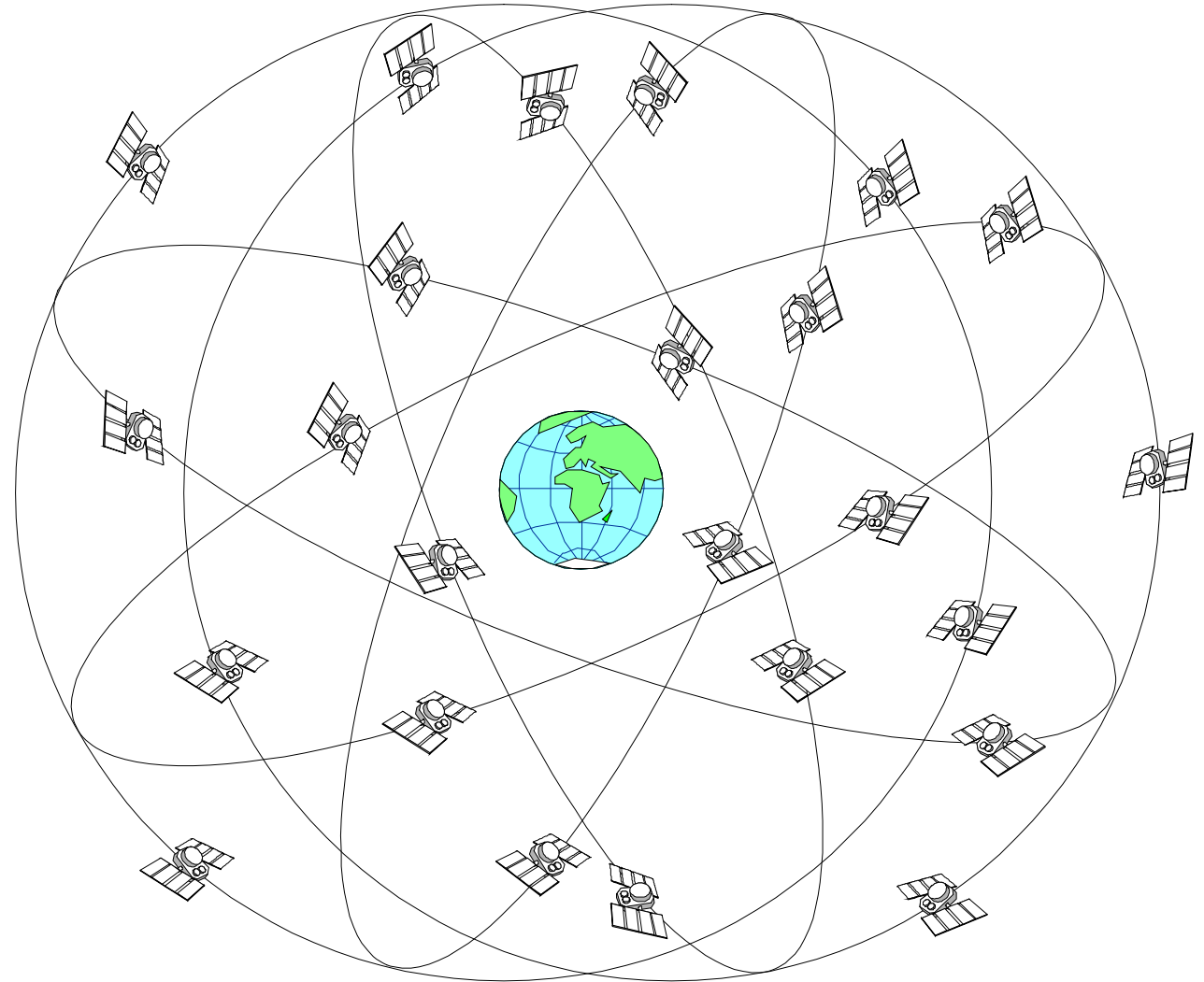
Dr. Raimundo Sánchez  
raimundo.sanchez@uai.cl  
@raimun2

# GPS

Dr. Raimundo Sánchez  
raimundo.sanchez@uai.cl  
@raimun2

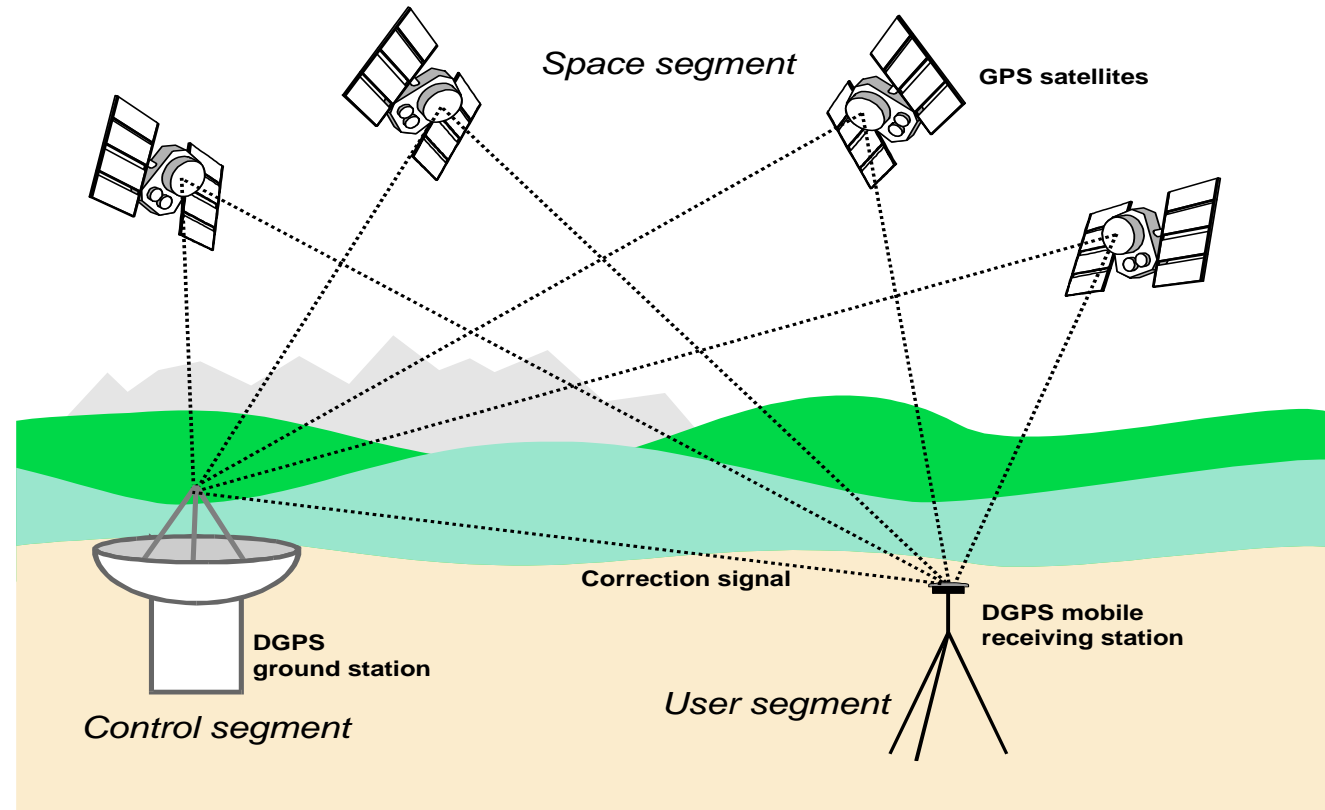
# Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)

- Tecnología que ha revolucionado el mapeo de terreno en los últimos años
- Los precios de los receptores GPS han bajado
- Los métodos GPS se han integrado en muchas aplicaciones.
- Los grupos de usuarios están muy extendidos
- Las coordenadas se pueden descargar o ingresar manualmente en un sistema de mapeo digital o GIS, y se pueden combinar con información georreferenciada existente



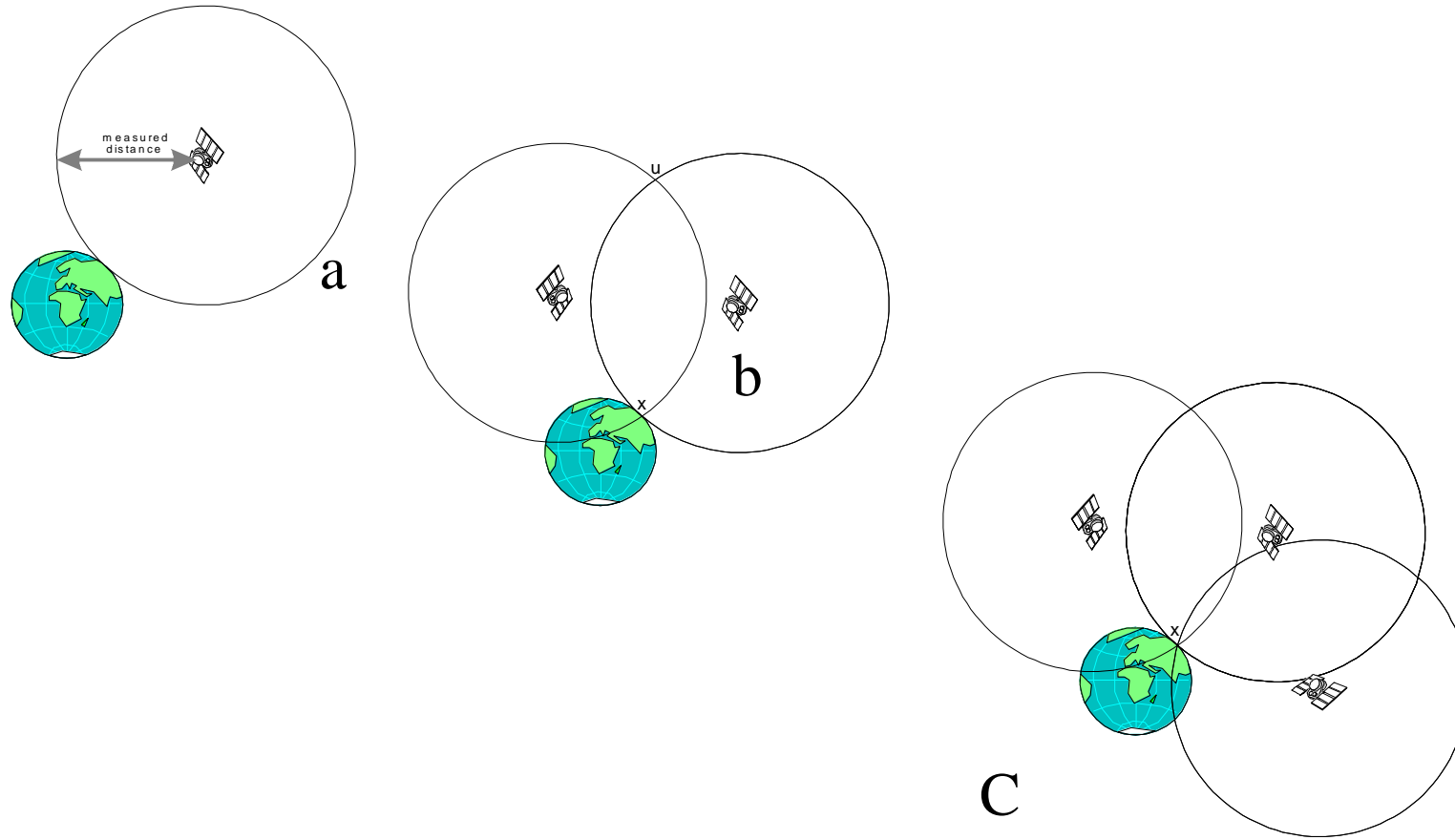
# Cómo funciona el GPS

- Los receptores GPS recogen las señales transmitidas desde más de 24 satélites—21 satélites activos y tres de repuesto.
- El sistema se llama NAVSTAR, y es mantenido por el Departamento de Defensa de EE. UU
- Los satélites giran alrededor de la tierra en seis planos orbitales a una altitud de aproximadamente 20.000 kilómetros.
- En cualquier momento, de cinco a ocho satélites GPS se encuentran dentro del "campo de visión" de un usuario en la superficie terrestre.
- La posición en la superficie terrestre está determinada por la distancia de varios satélites
- Los satélites GPS dan la vuelta a la Tierra dos veces al día





# Cómo determina el GPS las coordenadas de una ubicación



# Precisión GPS

- Dentro de 15 a 100 metros para aplicaciones civiles.
- El GPS diferencial reduce aún más el error
- Se puede lograr una precisión de alrededor de 3-10 m con un hardware bastante económico y tiempos de observación más cortos.
- Los sistemas más costosos y la recopilación de datos más prolongada para cada lectura de coordenadas pueden producir una precisión inferior al metro.

# Fuentes de errores de señal GPS

- Buena visibilidad y mala visibilidad de satélites por obstáculos
- Multi trayecto de señal
- Retrasos en la atmósfera
- Errores de reloj del receptor
- Errores orbitales
- En entornos urbanos densos el error puede ser mayor por interferencia de señales

# Selección de una unidad GPS

- Los receptores GPS disponibles comercialmente varían en precio y capacidades
- Las especificaciones técnicas determinan la precisión con la que se pueden lograr las posiciones
- Cuanto más potente sea un receptor, más caro será
- En muchas aplicaciones cartográficas, la precisión de los sistemas estándar es suficiente
- Los receptores también varían en términos de facilidad de uso, capacidades de seguimiento que son útiles en la navegación.

# Ventajas y desventajas del GPS

## **Ventajas**

- Recopilación de datos de campo bastante económica y fácil de usar
- Las unidades modernas requieren muy poca capacitación para su uso adecuado
- Los datos recopilados se pueden leer directamente en las bases de datos GIS, lo que minimiza la entrada de datos intermedios o los pasos de conversión de datos.
- Disponibilidad mundial
- Precisión suficiente para muchas aplicaciones de mapeo de censos: alta precisión alcanzable con corrección diferencial

## **Desventajas**

- La señal puede estar obstruida en áreas urbanas densas o boscosas
- La precisión del GPS estándar puede requerir técnicas diferenciales
- El GPS diferencial es más costoso, requiere más tiempo en la recopilación de datos de campo y un procesamiento posterior más complejo para obtener información más precisa
- Es posible que se requiera una gran cantidad de unidades de GPS solo para un período corto de recopilación de datos.

# GPS

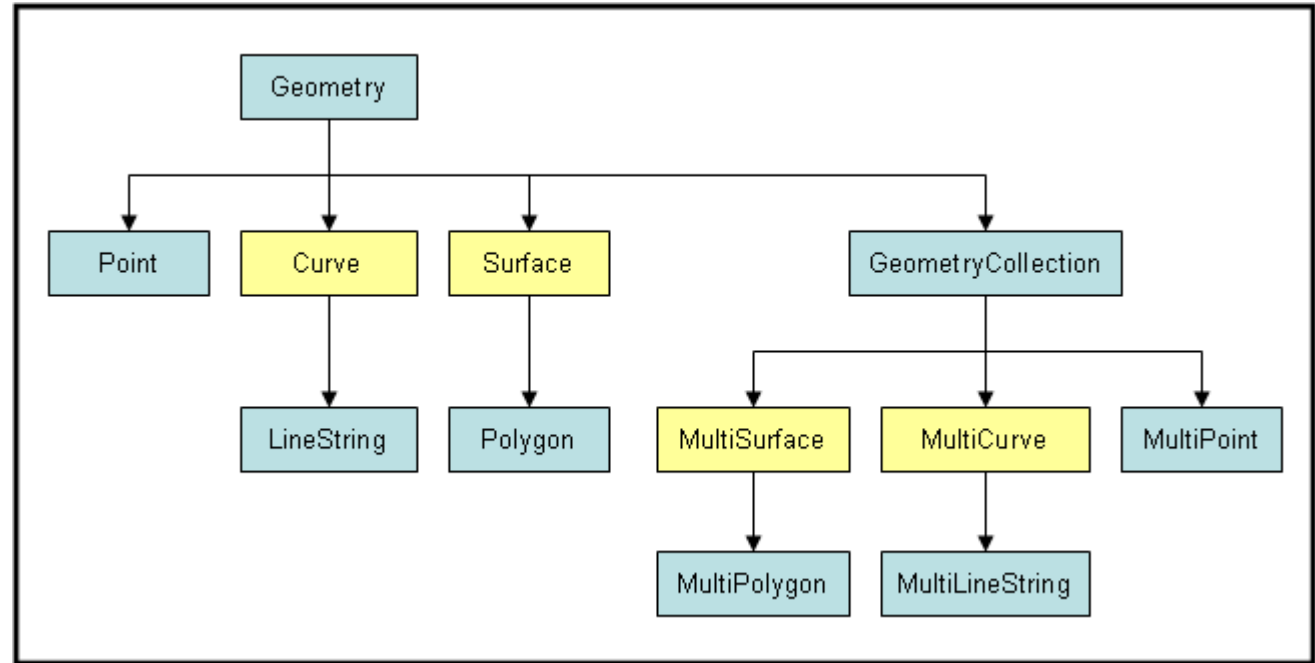
Dr. Raimundo Sánchez  
raimundo.sanchez@uai.cl  
@raimun2

# **Geoprocesos**

Dr. Raimundo Sánchez  
raimundo.sanchez@uai.cl  
@raimun2

# Geoprocesos

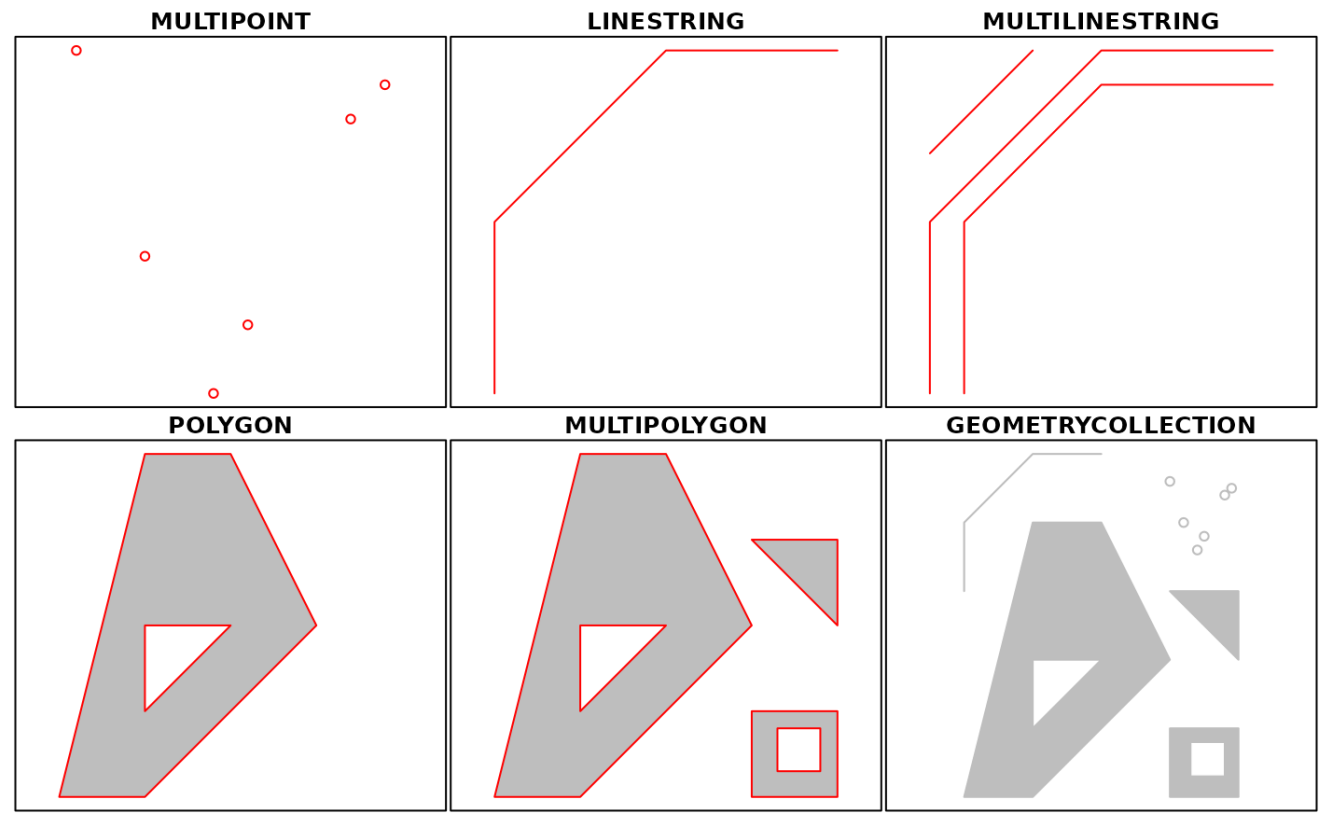
- Existen una gran variedad de análisis específicos que se pueden realizar sobre objetos espaciales
- Estos se pueden clasificar en:
  - Operaciones algebraicas
  - Operaciones geométricas
    - Operaciones unitarias
    - Operaciones binarias
    - Operaciones lógicas
    - Operaciones complejas





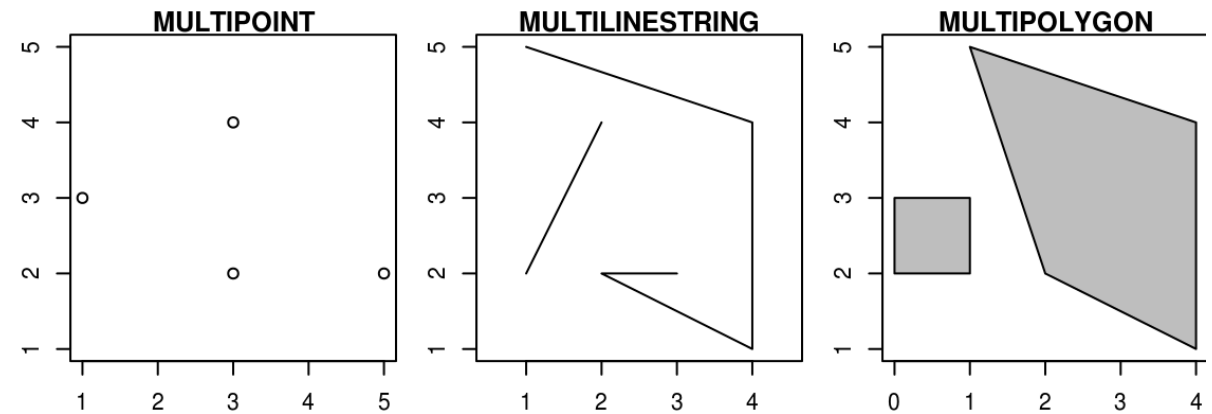
# Procesos vectoriales

- Todos los procesos varían dependiendo del tipo de geometría
- La mayoría de los set de datos se componen con múltiples geometrías, como multipuntos, multilíneas o multipoligonos
- Cuando hay mas de un tipo de define como una colección de geometrías



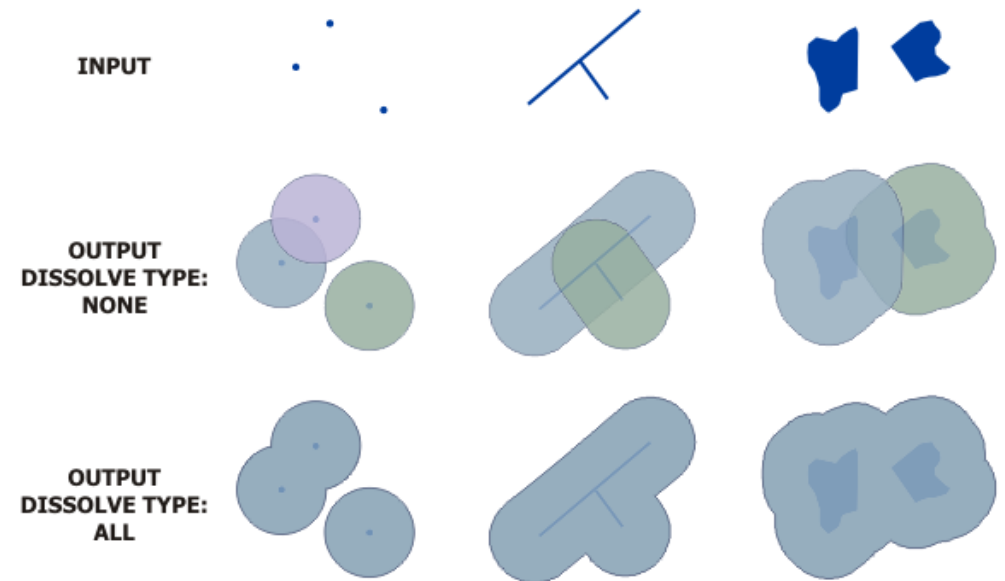
# Parámetros de geometrías

- Operaciones espaciales mas sencillas
- Calculan algunos parámetros de posición de las geometrías, de cualquier tipo
- Algunos ejemplos son:
  - Fronteras
  - Centroides
  - Inversa



# Buffer

- Crea polígonos de un radio determinado alrededor de las geometrías de entrada
- Los polígonos resultantes pueden fusionarse, o superponerse
- Permite agregar margen de error a las comparaciones de geometrías



# Operaciones lógicas

- Relaciones espaciales entre entidades
- ¿Se superponen?
- ¿Está uno contenido por el otro?
- ¿Uno cruza al otro?
- Las geometrías se pueden relacionar espacialmente de diferentes maneras
- Las comparaciones suelen retornar respuestas del tipo binario

<b>Equals</b> A is the same as B	
<b>Touches</b> A touches B	
<b>Overlaps</b> A and B have multiple points in common	
<b>Contains</b> A contains B	
<b>Disjoint</b> A shares nothing with B	
<b>Covers</b> A covers B (or vice versa)	
<b>Crosses</b> A and B have at least one point in common	

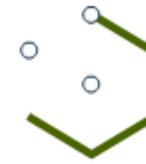
# Contacto

- Es la comparación mas sencilla
- Evalúa si una geometría esta en contacto con otra
- Existen variantes como:
  - Contacto: hay al menos un punto de contacto
  - Cruce: operación entre líneas, evalúa si se cruzan
  - Cercanía: evalúa si 2 geometrías están a una cierta distancia

## Touch



Point & Linestring



Multipoint & Linestring



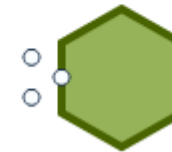
Linestring & Linestring



Linestring & Polygon



Point & Polygon



Multipoint & Polygon

# Disyunción

- Es el inverso de contacto
- Evalúa si 2 geometrías no se tocan
- Si existe 1 sola geometría (punto por ejemplo) en contacto, entonces la comparación no es nula

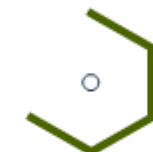
## Disjoint



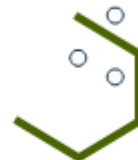
Point & Multipoint



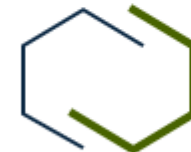
Multipoint & Multipoint



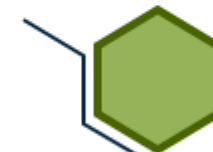
Point & Linestring



Multipoint & Linestring



Linestring & Linestring



Linestring & Polygon



Multipoint & Polygon



Polygon & Polygon

# Intersectan

- Evalúa si 2 geometrías tienen una intersección
- Similar a contacto, pero evalúa también el grado en que ambas geometrías se intersectan.
- Tiene una operación espacial homologa

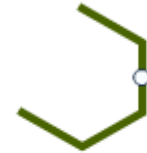
## Intersects



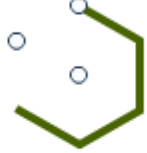
Point & Multipoint



Multipoint & Multipoint



Point & Linestring



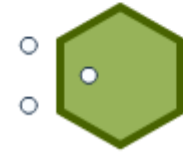
Multipoint & Linestring



Linestring & Linestring



Linestring & Polygon



Multipoint & Polygon



Linestring & Multipolygon

# Contención

- Evalúa si una geometría esta contenida en otra
- Esta comparación, a diferencia de las anteriores, no es simétrica
- Existen algunas variantes:
  - Dentro
  - Contiene
  - Contiene apropiadamente

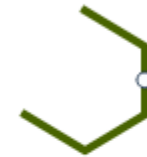
## Within/Contains



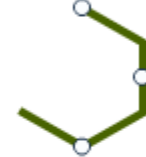
Point & Multipoint



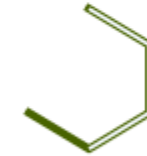
Multipoint & Multipoint



Point & Linestring



Multipoint & Linestring



Linestring & Linestring



Linestring & Polygon



Point & Polygon



Multipoint & Polygon



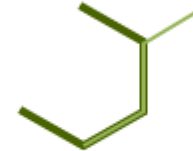
# Superposición

- Evalúa si dos geometrías de un mismo tipo están superpuestas
- Es un caso especial de intersección
- No aplica si las geometrías son de diferente naturaleza

## Overlap



Multipoint & Multipoint



Linestring & Linestring

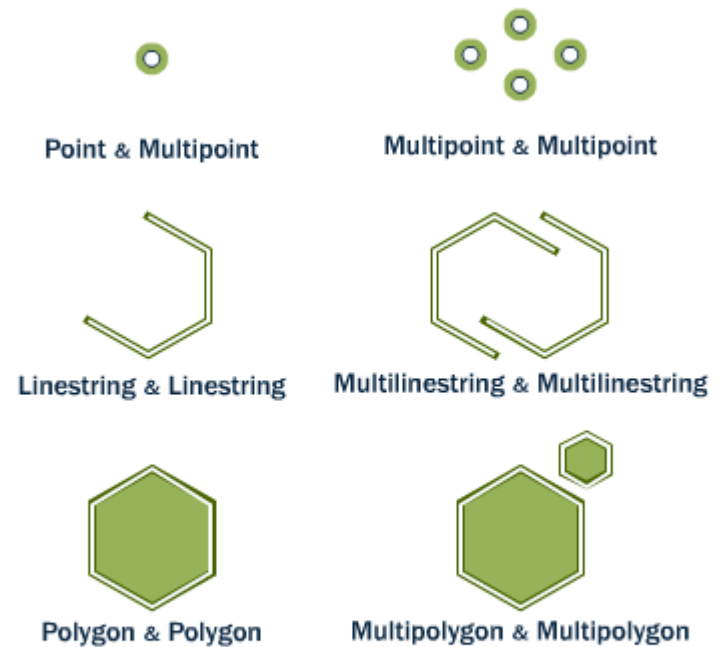


Polygon & Polygon

# Equivale


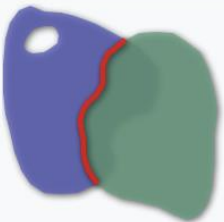

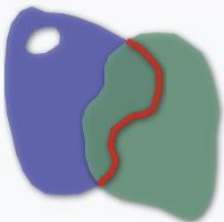
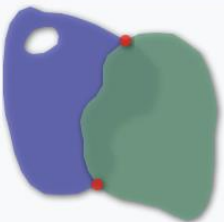
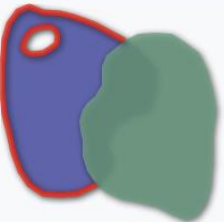

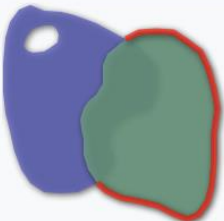
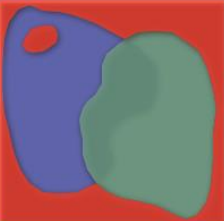
- Evalúa si ambas geometrías son iguales
- Existen variantes:
  - Equivalencia: admite algún margen de tolerancia
  - Equivalencia exacta: requiere que ambas geometrías sean idénticas
- Es un caso particular de superposición
- Solo aplica para geometrías de un mismo tipo

## Equals



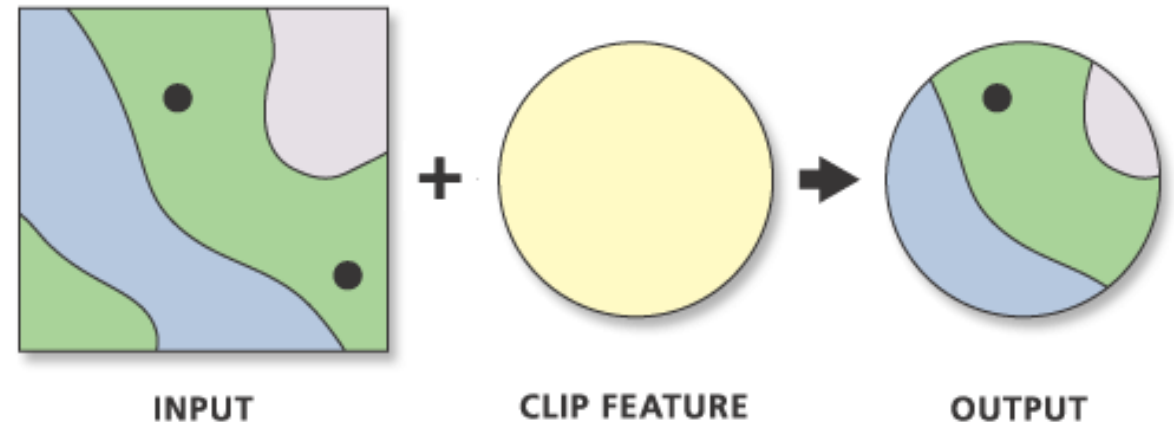
# Distancia y relación

- Se puede calcular la matriz de distancia más corta entre geometrías
- También se puede calcular una matriz con las relaciones DE9-IM entre cada par de geometrías:
  - $I_x I_y - I_x B_y - I_x E_y$
  - $B_x I_y - B_x B_y - B_x E_y$
  - $E_x I_y - E_x B_y - E_x E_y$
- Donde I se refiere al interior, B al borde y E al exterior
- Por ejemplo,  $B_x I_y$  la dimensionalidad de la intersección del límite B de x y el límite I de y,
- Valores de relación puede ser 0, 1, 2 indicando intersección cero, una, dos dimensiones

 $\dim[I(a) \cap I(b)] = 2$	 $\dim[I(a) \cap B(b)] = 1$	 $\dim[I(a) \cap E(b)] = 2$
 $\dim[B(a) \cap I(b)] = 1$	 $\dim[B(a) \cap B(b)] = 0$	 $\dim[B(a) \cap E(b)] = 1$
 $\dim[E(a) \cap I(b)] = 2$	 $\dim[E(a) \cap B(b)] = 1$	 $\dim[E(a) \cap E(b)] = 2$

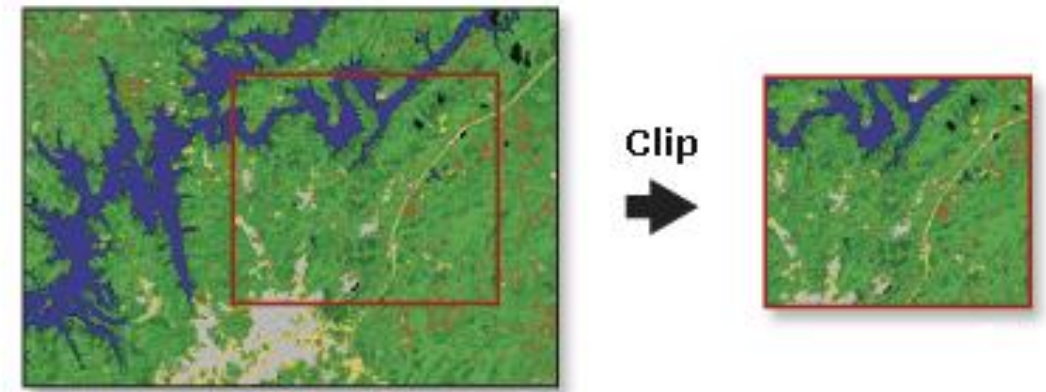
# Operaciones generativas

- Permite modificar o generar nuevas geometrías a partir de geometrías de entrada
- A diferencia de las comparaciones, generan como resultado geometrías, no valores binarios
- Datos de salida que son la derivada del análisis realizado en los datos de entrada.



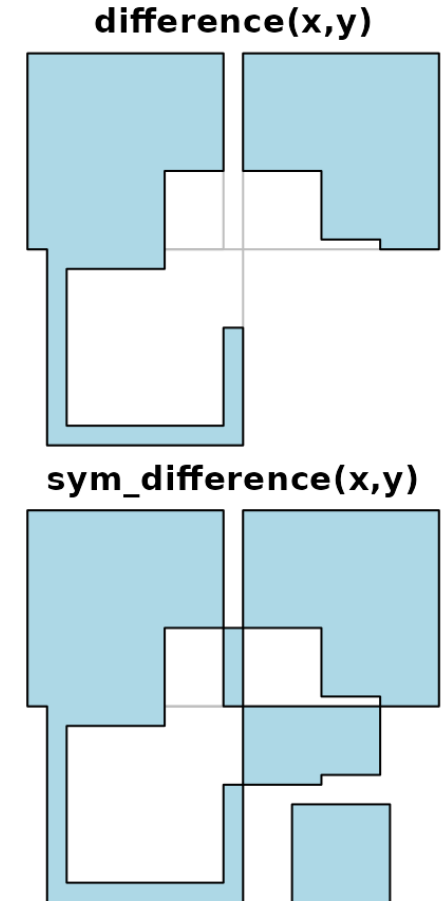
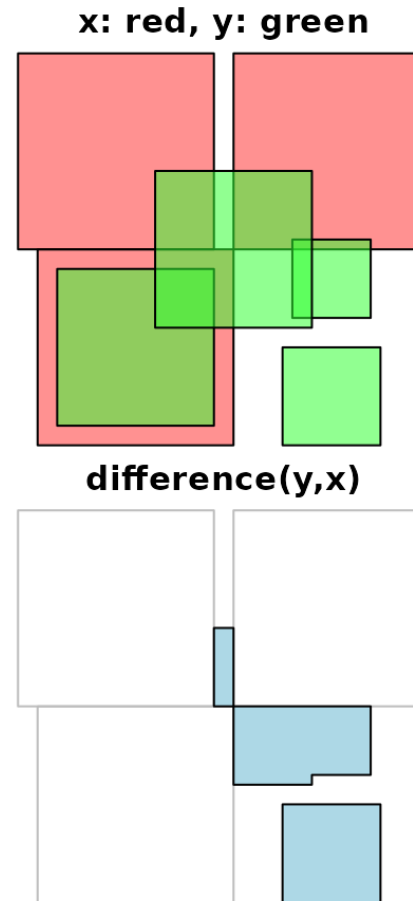
# Intersección (operación)

- Similar a la comparación de intersección
- Devuelve una geometría correspondiente a la superficie de intersección
- Las características de entrada deben ser punto, multipunto, línea o polígono
- La clase de entidad de salida contendrá todos los atributos de las características de entrada mas simple



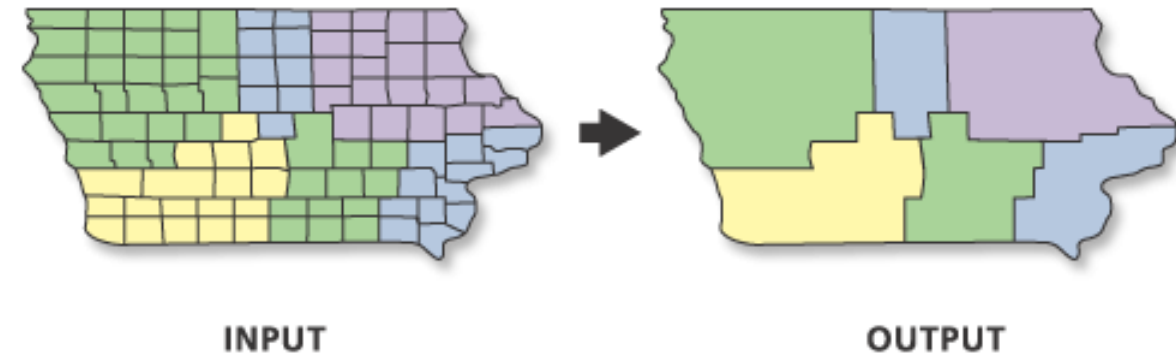
# Diferencias

- Es la operación inversa a intersección
- Retorna las secciones de geometría que no se intersectan o superponen.
- Operación no es simétrica en su caso mas sencillo
- Existe una variante de diferencia simétrica.



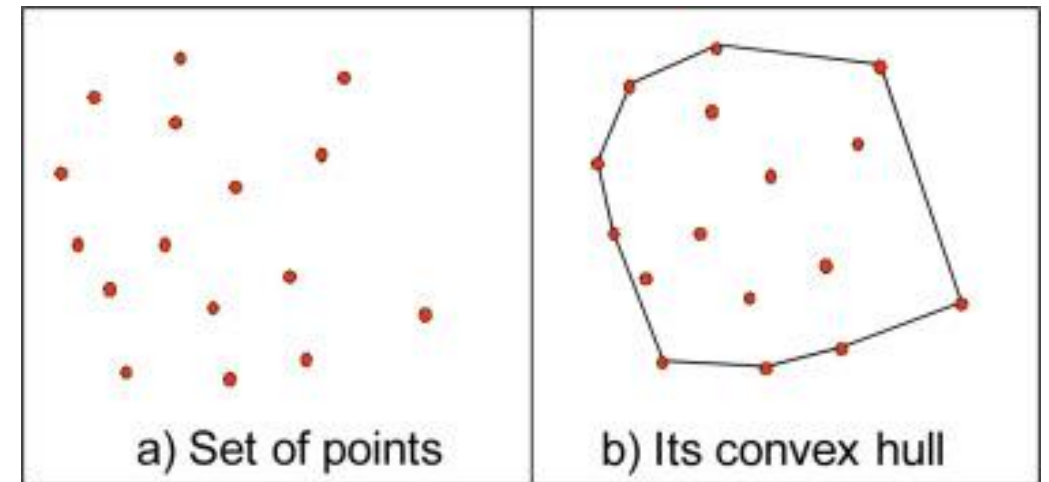
# Combinar / unir

- Permite unir diversas geometrías en una mas sencilla
- Para tener algún efecto requiere que las geometrías se toquen o intersecten
- Existen algunas variantes:
  - Combinar: junta geometrías en un objeto mas complejo (por ejemplo puntos en multipuntos)
  - Unión: fusiona geometrías en una geometría mayor



# Casco convexo

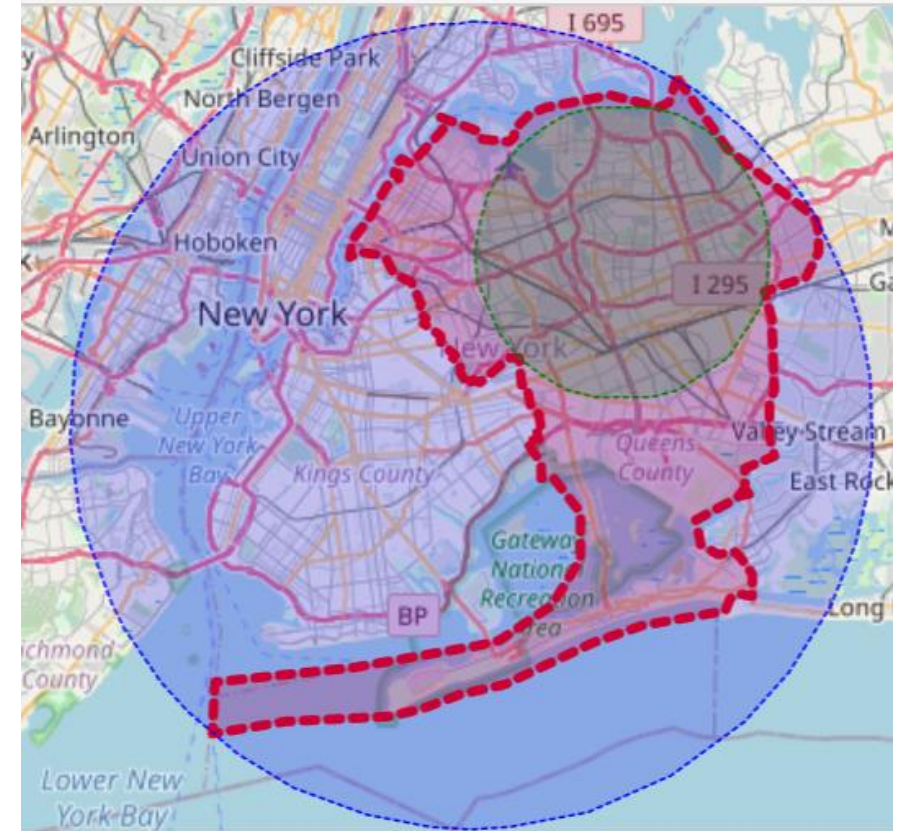
- Calcula el polígono convexo de menor tamaño que cubra toda el área de una geometría
- Si las geometrías son independientes se requiere unirlas previo a esta operación.
- Permite sintetizar rápidamente áreas de estudio que contienen muchas geometrías.





# Circunferencia inscrita

- Similar al casco convexo, pero en lugar de generar un polígono de mínima área, genera una circunferencia
- Circunferencia también es un polígono, pero con puntos espaciados regularmente
- Se usa para los mismos casos que el caso convexo, pero genera un área de estudio regular.



# Simplificar

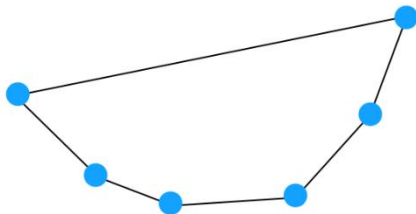
- Permite reducir la complejidad de las geometrías de un conjunto de datos
- Aplica el algoritmo de Douglas-Peucker que permite mantener las formas en la medida de lo posible
- Operación da la posibilidad de preservar la topología original además de la simplifica
- Recibe un parámetro de tolerancia que permite evaluar si algún punto de la curva es redundante



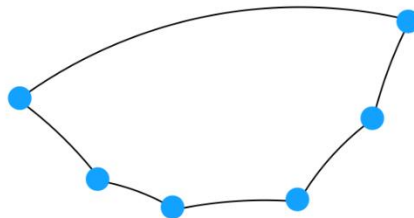
# Segmentar

- Agrega puntos a líneas existentes
- Complejizar las geometrías
- Permite preservar formas en los casos que existan transformaciones entre diferentes proyecciones cartográficas

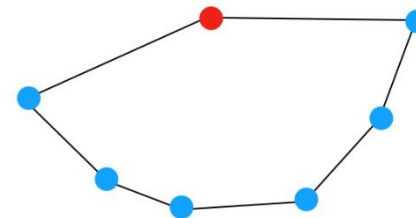
**original polygon  
(naïve point linking)**



**original polygon  
(geodesic rendering)**



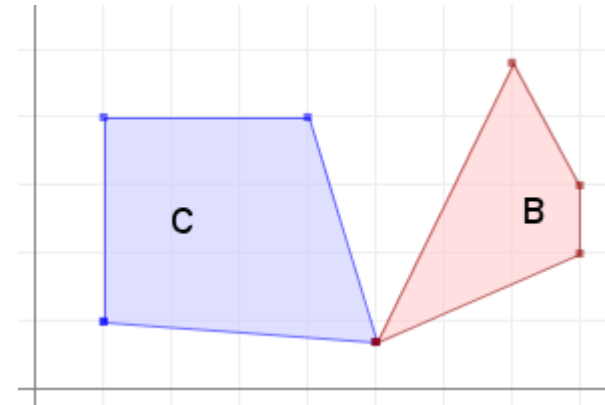
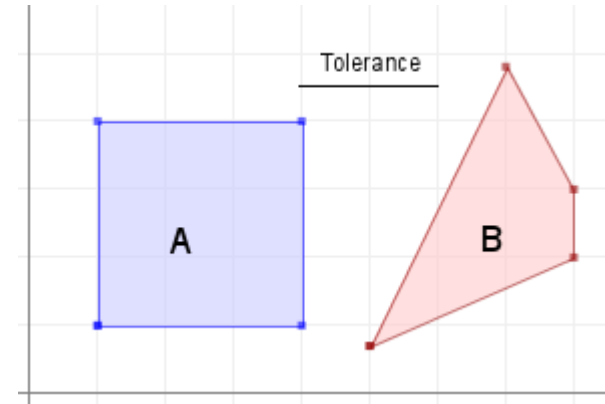
**"complexified" polygon  
(naïve point linking)**



extra-points have been added  
between all points distant by  
more than X in longitude

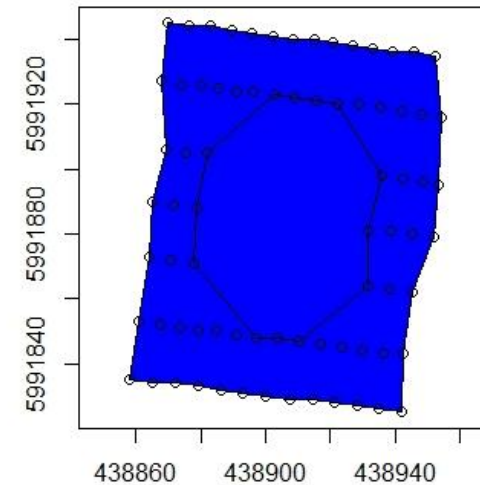
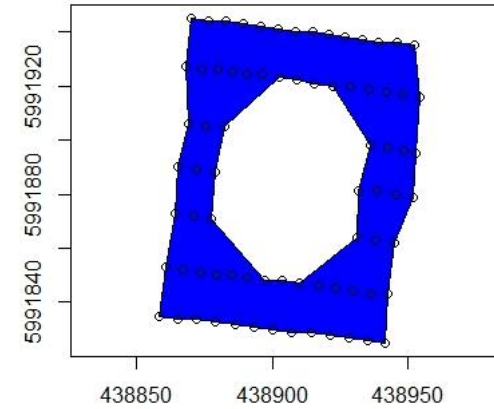
# Acoplar (Snap)

- Permite unir geometrías que no estaban unidas en su origen
- Recibe como parámetro 2 geometrías y un umbral de tolerancia
- Cada vértice de la geometría 1 se acopla al vértice mas cercano de la geometría 2
- Este acople solo ocurre si la distancia mínima es inferior al umbral de tolerancia señalado
- Permite eliminar espacios en blanco dentro del espacio geográfico que se esta analizando.



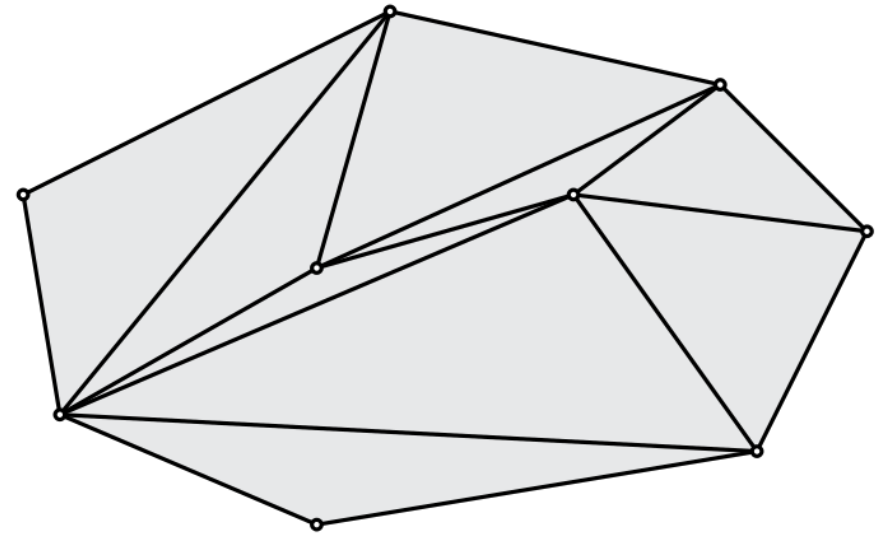
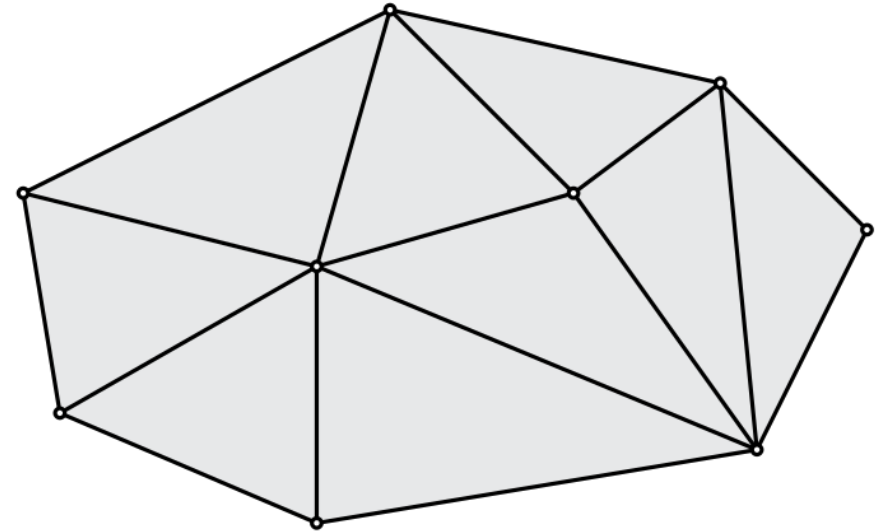
# Poligonizar

- Permite transformar un conjunto de puntos o de líneas en polígonos
- En caso de tener múltiples geométricas que no conforman un círculo cerrado, el polígono resultante es el casco convexo
- Para evitar errores de implementación debería asegurarse que el input corresponda a líneas cerradas.



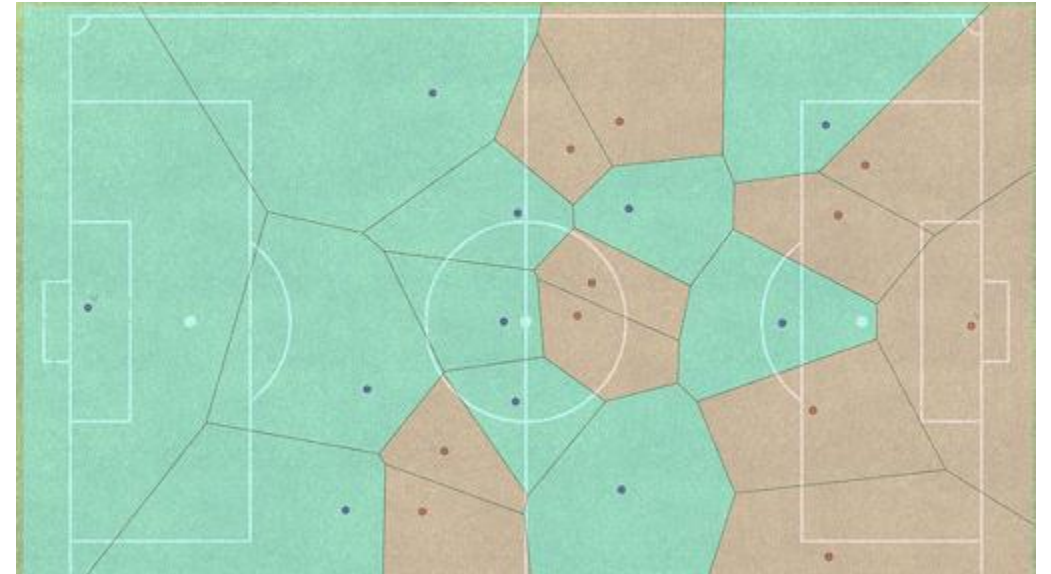
# Triangular

- Genera un conjunto de polígonos triangulares a partir cualquier tipo de geometría vectorial.
- Existen diversos algoritmos para triangular, donde la mas utilizada es la Delaunay
- Las triangulaciones de Delaunay optimiza el ángulo medio de todos los triángulos del sistema
- Esto genera triángulos regulares
- Se utiliza para transformar un conjunto de puntos en un conjunto de polígonos que cubran todo el espacio
- También se utilizan para fragmentar un polígono complejo en subpolígonos convexos.



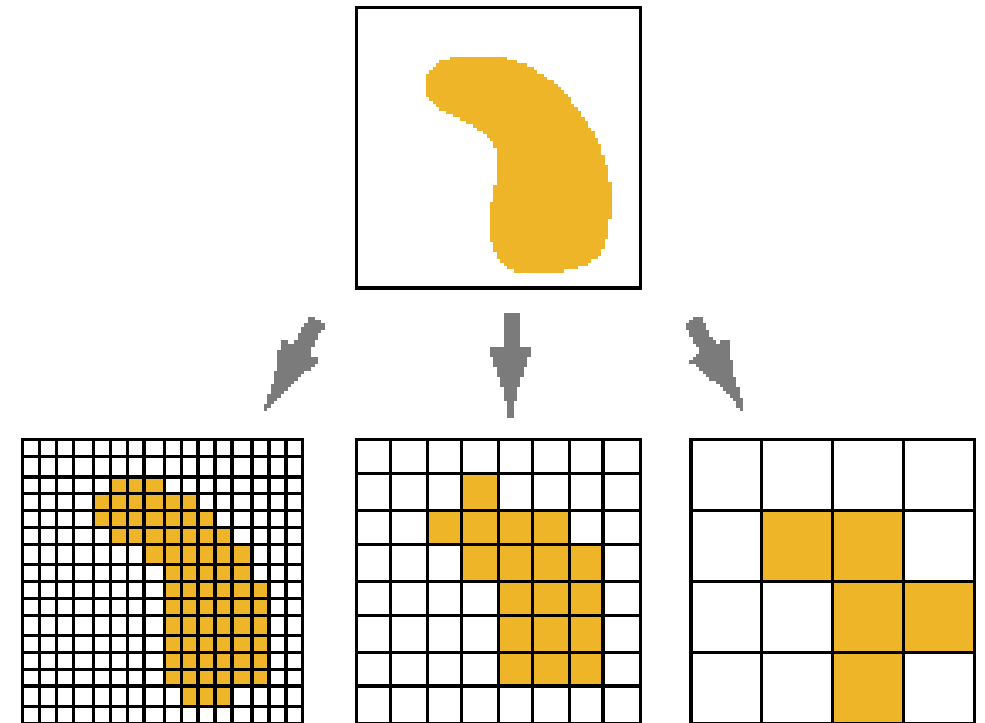
# Polígonos de Voronoi

- Genera una teselación de Voronoi para un conjunto de puntos
- Como resultados se obtienen polígonos de Voronoi
- Las aristas representan las fronteras euclidianas entre un punto y su punto mas cercano.
- Al igual que las teselaciones triangulares, permiten representar todo el espacio geográfico a partir de un conjunto de puntos



# ¿Operaciones sobre raster?

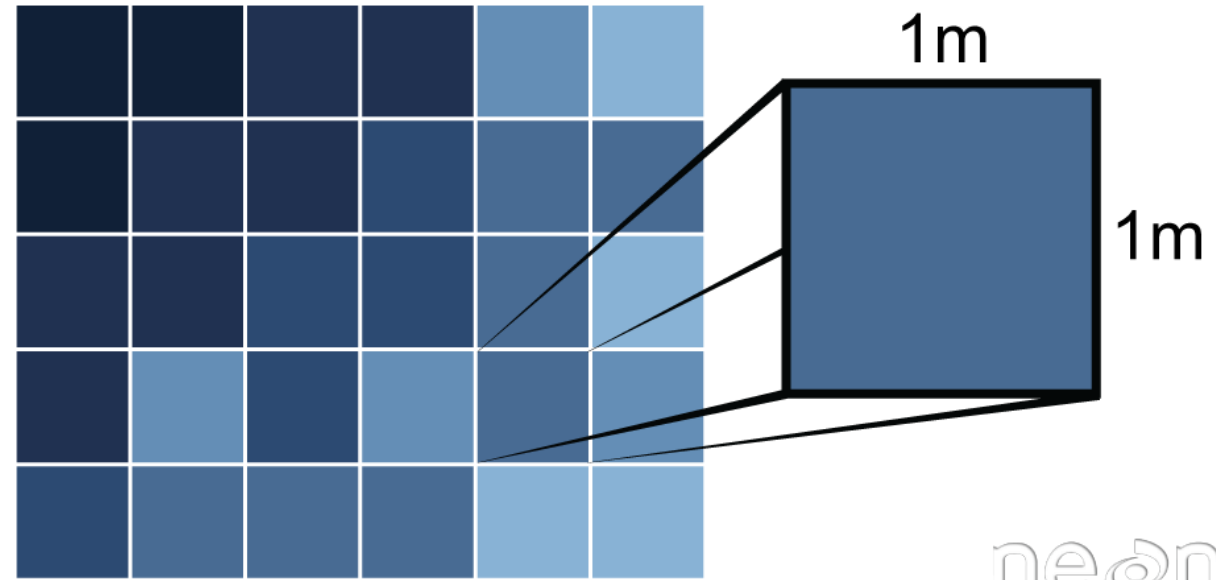
- Hasta ahora solo hemos hablado de operaciones vectoriales
- En rasters existen menos operaciones, dada la naturaleza de grilla de los datos
- Las principales operaciones tienen que ver con modificar la escala de análisis, o la resolución.
- Este problema se da cuando uno quiere modificar un raster, o cuando se quieren comparar 2 rasters de diferentes resoluciones





# Resolución

- La resolución espacial de una imagen es una indicación del tamaño de un píxel en términos de dimensiones del suelo.
- Una resolución espacial de 30 metros significa que un píxel representa un área de 30 metros por 30 metros en el suelo.
- Alta resolución: las características se parecen más a las características del mundo real; se pueden detectar objetos pequeños
- Baja resolución: características simplificadas o no mostradas en absoluto; solo las funciones grandes son visibles



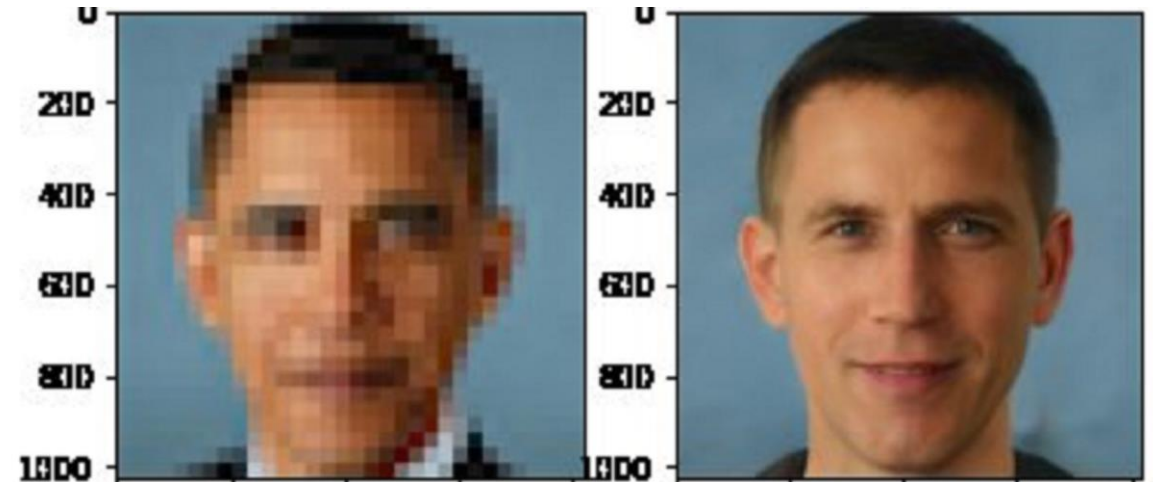
# Disminuir resolución

- Los pixeles resultantes se superpondrán con mas de un pixel de origen
- Los pixeles de origen se superpondrán con uno o mas pixeles de destino.
- Requiere especificar como ponderar los datos en casos que un pixel de origen se superponga con mas de un pixel de destino
- La operación también requiere especificar que función se utilizara para la agregación (suma, promedio, max, min, etc.)
- El proceso reduce la cantidad de información contenida en la imagen
- Este problema se puede resolver de la misma manera que achicando fotos



# Aumentar resolución

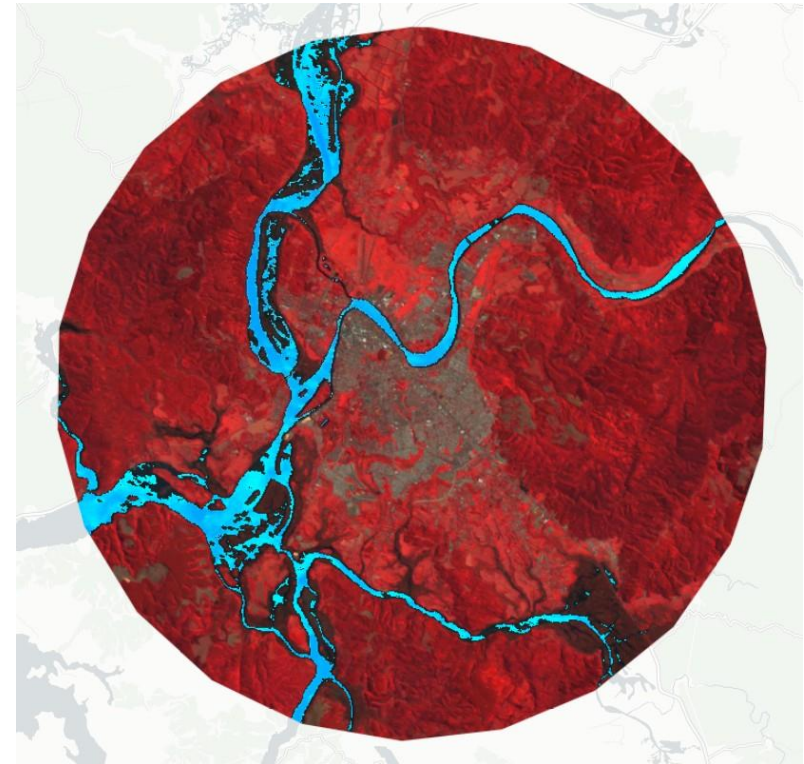
- Los pixeles resultantes se superpondrán con uno o mas pixeles de origen
- Requiere especificar como ponderar los datos en casos que un pixel de origen se superponga con mas de un pixel de destino
- El proceso aumenta la resolución, pero no es posible aumentar de información contenida en la imagen
- Para aumentar la información habría que implementar algún método de interpolación.



# Mosaicos

- Un mosaico es una combinación o fusión de dos o más imágenes, para el caso práctico

- NDWI



# **Geoprocesos**

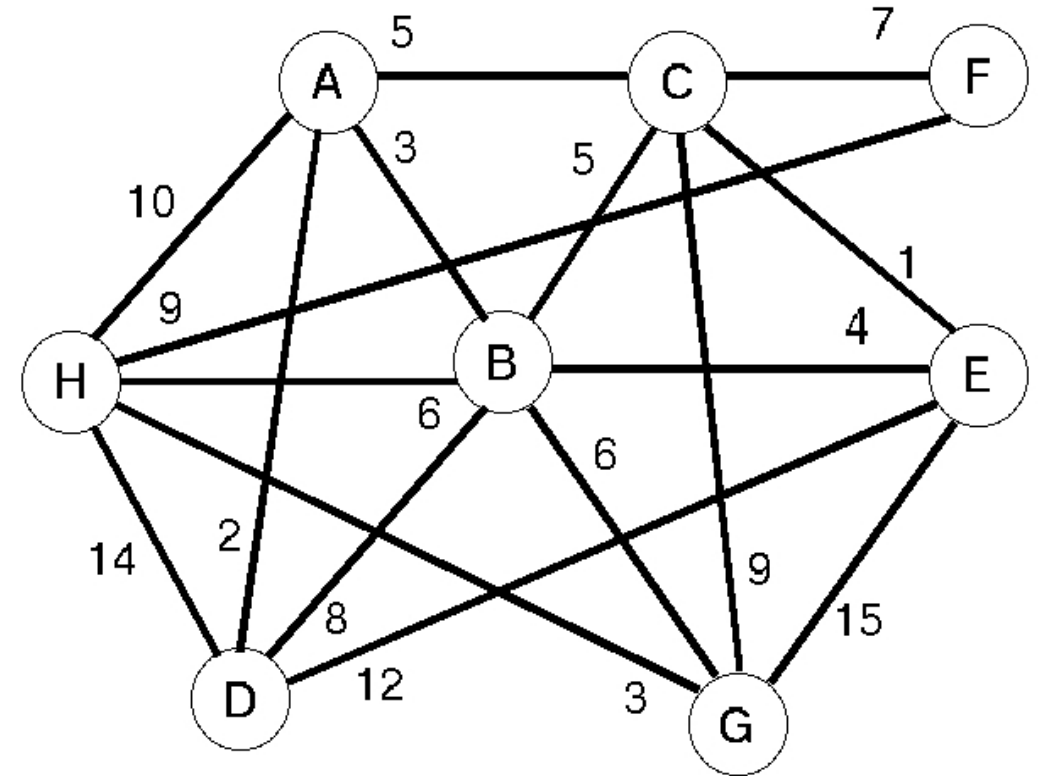
Dr. Raimundo Sánchez  
raimundo.sanchez@uai.cl  
@raimun2

# **Analisis de redes**

Dr. Raimundo Sánchez  
raimundo.sanchez@uai.cl  
@raimun2

# Análisis de redes

- Un grafo es una estructura matemática que describe un **conjunto de nodos** y las **relaciones entre ellos**
- El problema de encontrar el camino mas corto entre 2 nodos en un grafo con pesos no es trivial, pero el mundo de las matemáticas ya encontró una solución suficientemente buena (**Dijkstra, 1959**)
- Estos problemas suelen buscar minimizar la distancia (horizontal), pero a veces hay otras variables relevantes como terreno o elevación



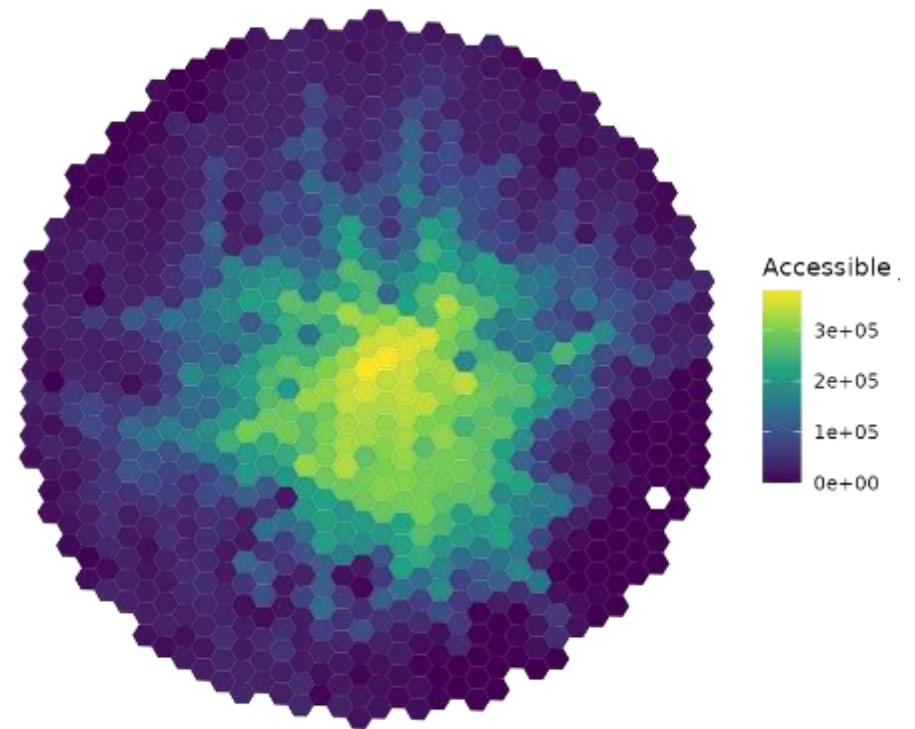
# Modelos gravitacionales

Mide la accesibilidad una oportunidad (servicios, actividades, destinos, etc.)

Se puede abordar de diferentes maneras

- Cost to closest
- Cumulative opportunities

Job accessibility by transit in under 30 min.





# Accesibilidad

La accesibilidad debe comprenderse como la facilidad con la cual una oportunidad (servicios, actividades, destinos, etc.) puede ser alcanzada.

El acceso depende de 4 tipos de variables de decisión descritas por Geurs y van Wee (2004):

Land-use (Uso del suelo)

Transportation (Transporte)

Temporal (Relacionado al tiempo)

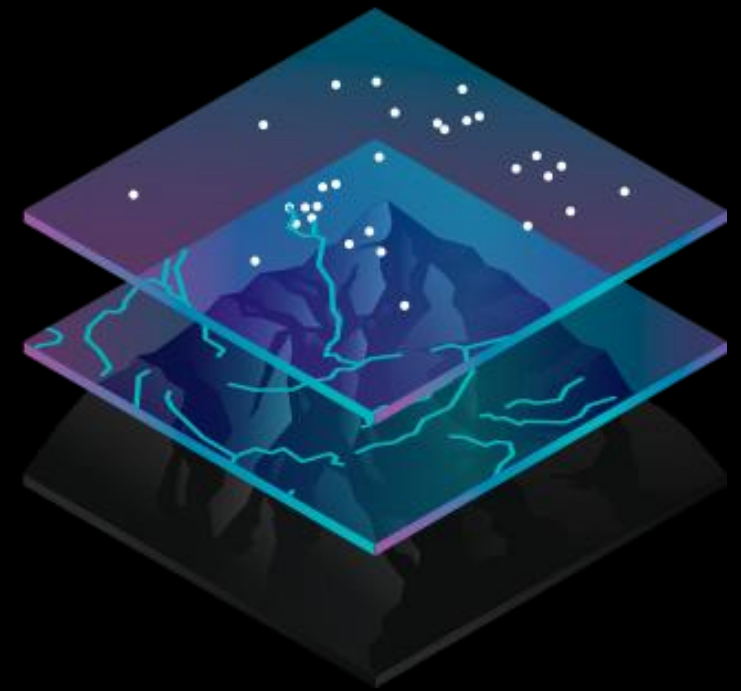
Individual (Individual)

Cada una tienen sus propias restricciones de espacio-tiempo, llamadas impedancias.

# Land-use (Uso del suelo)

Está compuesto por la oferta de las oportunidades, la cual contiene; sus tamaños, cantidades y ubicaciones (distribución).

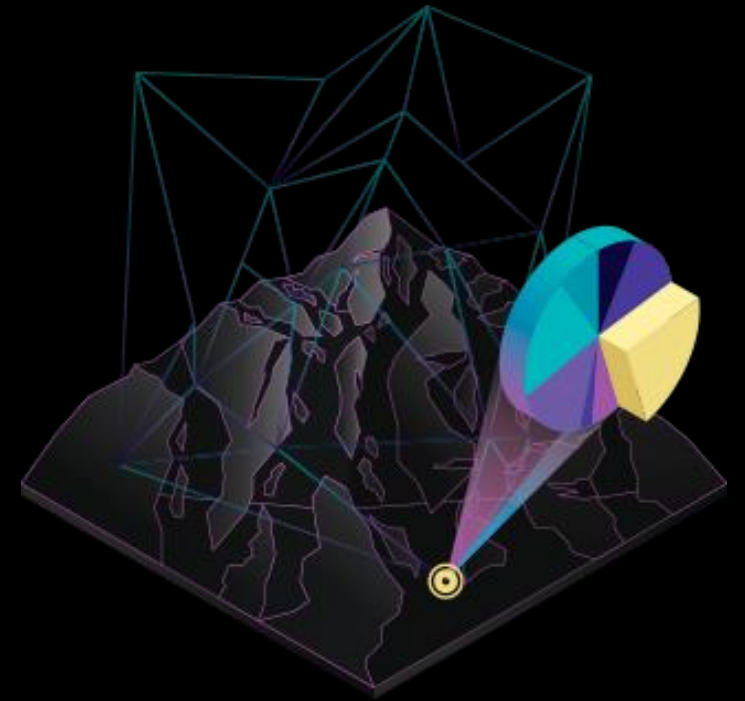
Y la impedancia de la oferta tanto como de la demanda es la competencia por oportunidades: ofertas de trabajo, matrículas escolares, etc.



# Transportation (Transporte)

Es el medio que utiliza el demandante para alcanzar una oportunidad desde su ubicación u origen (caminar, transporte público, automóvil, encomienda, etc.).

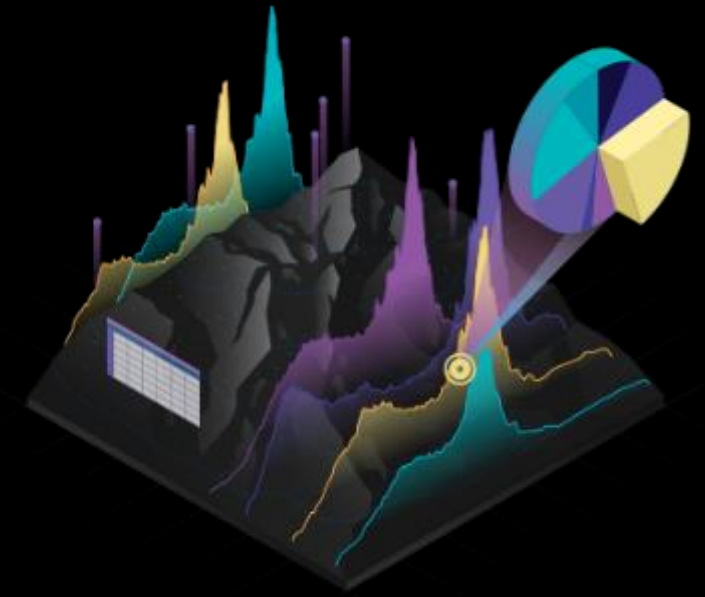
Las impedancias del medio corresponden al impedimento de alcanzar una oportunidad desde un origen al destino: tiempo de traslado, distancia, costo monetario, riesgos, desnivel de altura, conectividad, etc.



# Temporal (Relacionado al tiempo)

Es la disponibilidad en el tiempo de las oportunidades, es decir, el tiempo necesario para las actividades.

Las impedancias temporales son: horarios de apertura o cierre, horarios de trabajo o libre, etc.



# Individual (Individual)

Son las necesidades, habilidades y capacidades de los demandantes.

Las impedancias de los individuos corresponde a la segregación de la demanda con el fin de calcular una demanda potencial: propósito (hacer, libre), percepción, condición física, niveles educativos (para exigencias de trabajos), etc.



# INTEGRACIÓN DE DIMENSIONES

Todas las variables tienen su importancia en el cálculo de la accesibilidad, algunas más que otras dependiendo de su planteamiento y peso asignado.

Eso sí, a mayor restricciones... mayor complejidad tendrá la construcción del modelo. En la práctica es difícil integrar todas las variables y restricciones a la vez.

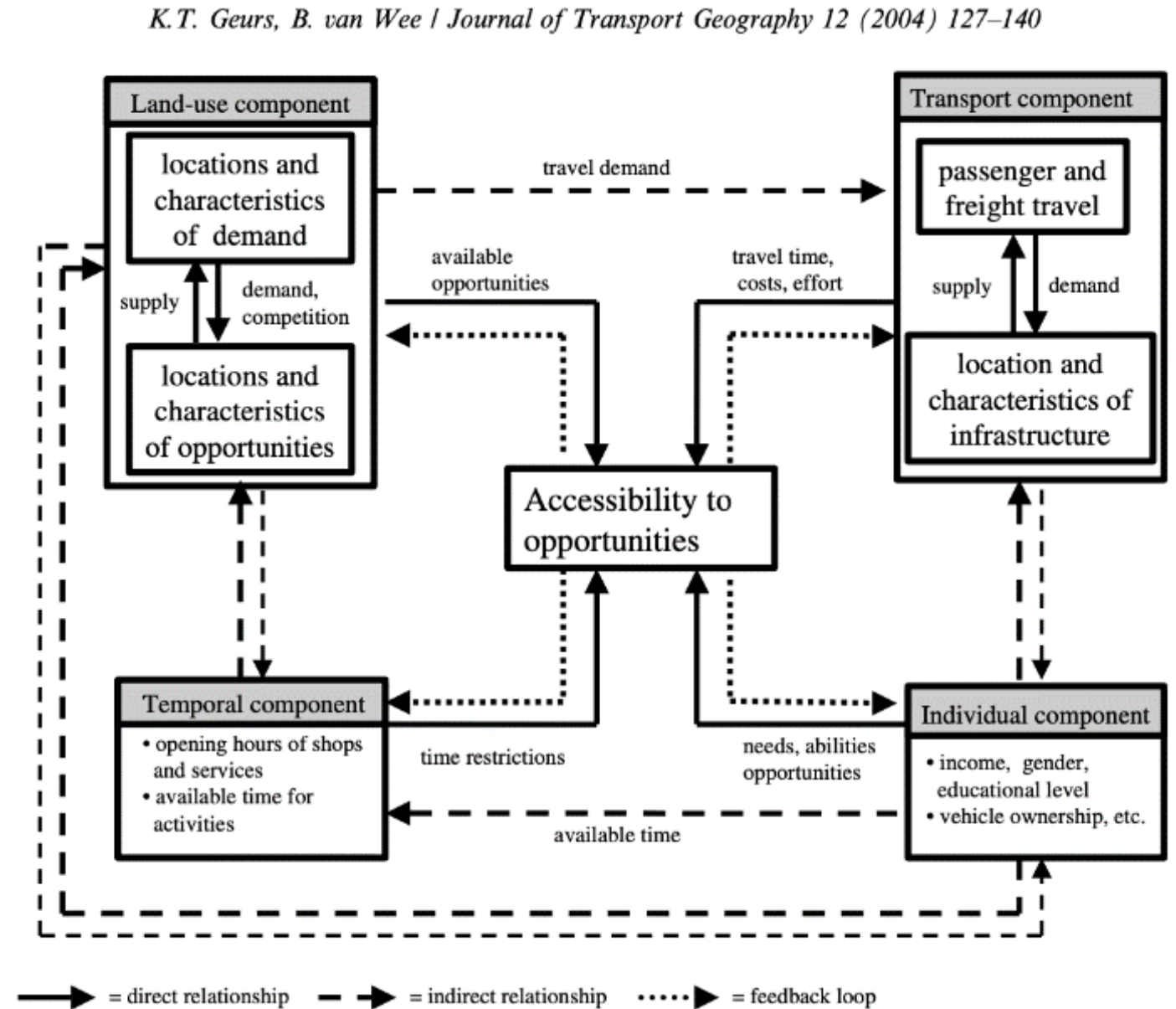


Imagen 1: Relación entre variables que componen la accesibilidad. (Geurs y van Wee, 2004, p.

# IMPEDANCIA

Las funciones de impedancia que utilizan los modelos de Gravity-based para el cálculo de la accesibilidad, integran la probabilidad de un suceso al costo de desplazamiento (distancia, tiempo, dinero, etc.) para ponderar las oportunidades. La cual, a un mayor costo de desplazamiento brinda influencias decrecientes sobre la accesibilidad

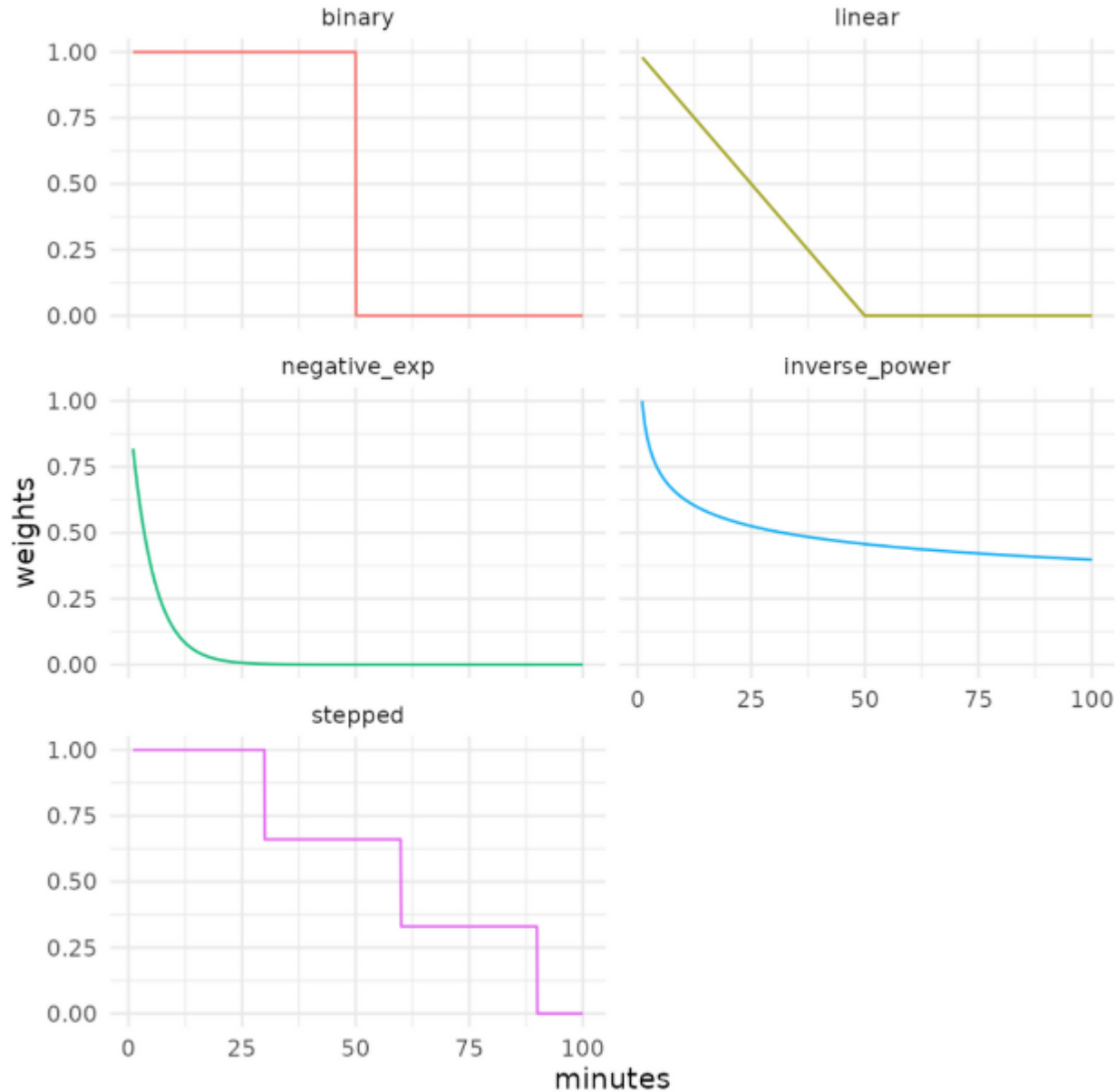


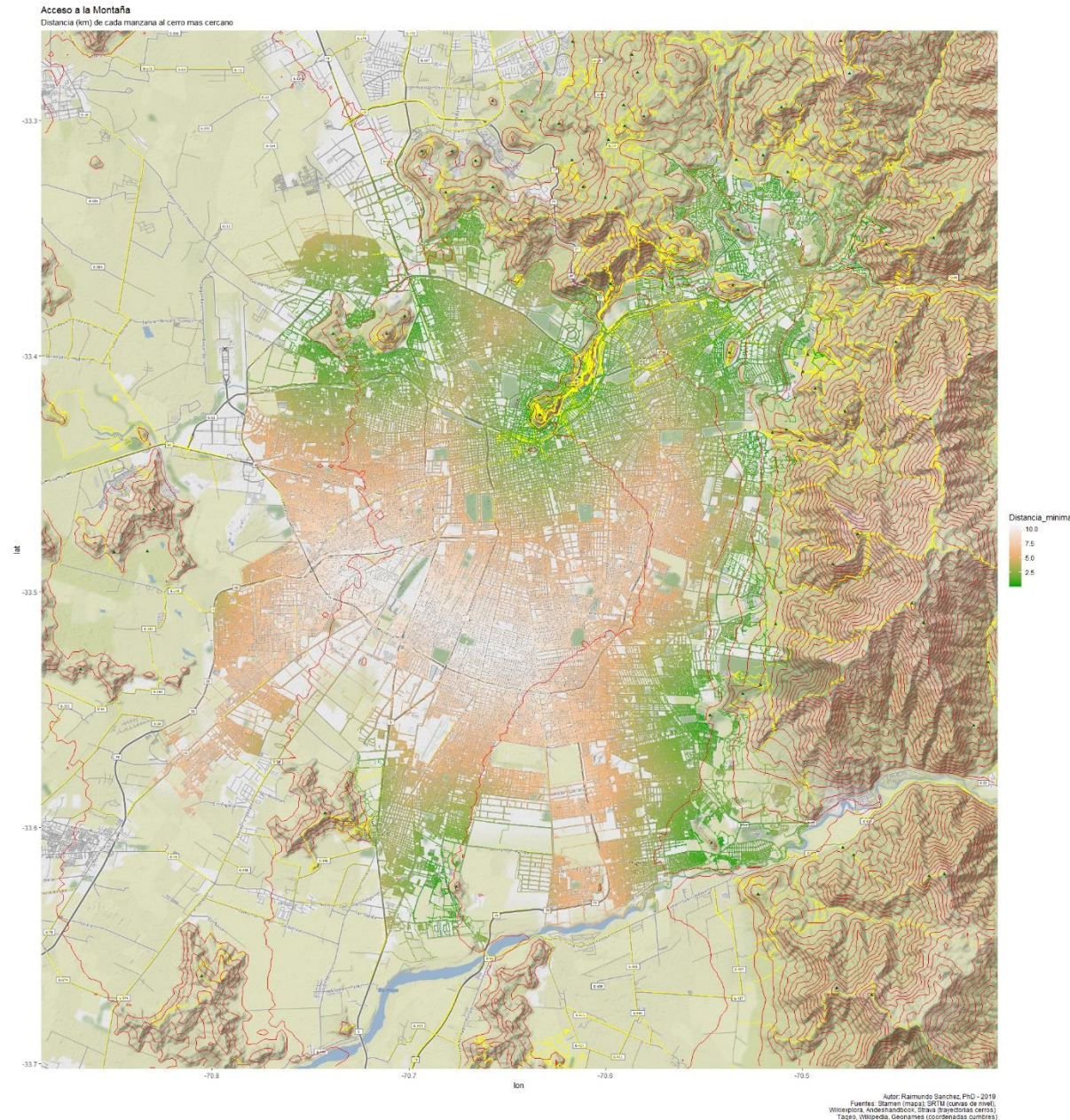
Imagen 10: Ejemplo gráfico de distintas funciones de decaimiento. (Pereira y Herszenhut, 2022)

Distancias (km)									
	Clientes								
Desde	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Fábrica	15	10	20	18	22	20	10	9	24
C1	0	12	10	12	25	24	20	21	30
C2		0	13	11	18	15	12	15	20
C3			0	7	22	23	22	25	28
C4				0	18	18	18	22	16
C5					0	7	17	23	12
C6						0	13	19	10
C7							0	9	15
C8								0	22
Pedidos (ton)	2,5	2,0	2,5	4,6	3,0	3,0	1,5	2,5	5,5



# Isócronas

- Una isócrona se define como una línea en que algo ocurre o llega a la misma hora
- Se utilizan en la planificación del transporte y planificación urbana
- El mapa de isócronas muestra las áreas relacionadas con isócronos entre diferentes puntos
- Esto permite construir áreas de servicio de acuerdo a el tiempo que un usuario este dispuesto a viajar por este servicio.



# **Analisis de redes**

Dr. Raimundo Sánchez  
raimundo.sanchez@uai.cl  
@raimun2