



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



## TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Desarrollo de herramienta Dgis, para la evaluación de la accesibilidad del transporte público colectivo.  
Aplicación práctica a Santiago de Cali (Colombia)



*Curso: 2021/2022*

*Fecha: Diciembre de 2021*

*Tutor: María Rosa Arroyo López*

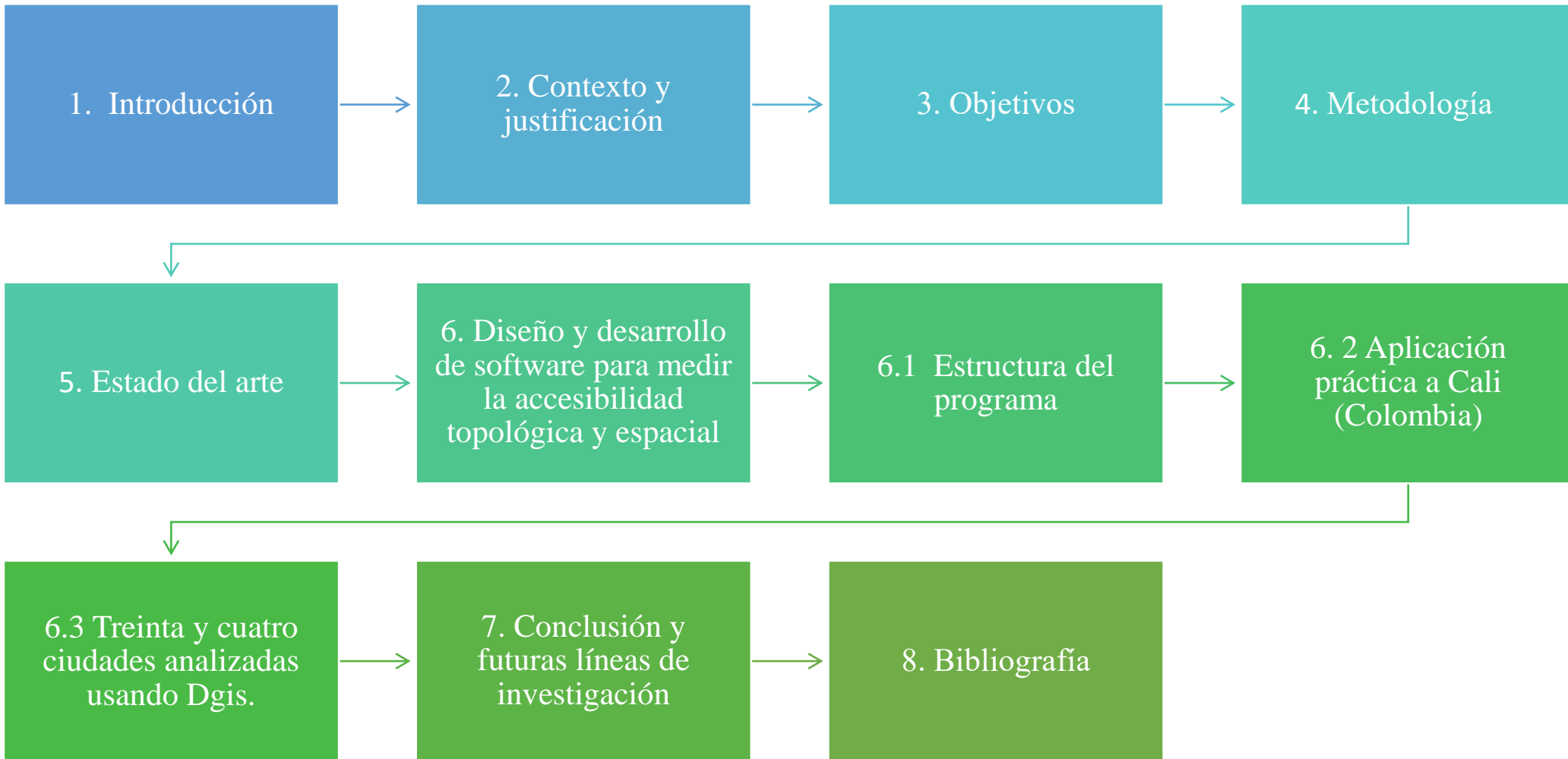
*Cotutor: Ignacio Villalba Sanchis*

Universidad Politécnica de  
Valencia

Escuela de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

Presentado por: Ramirez Cajigas,  
David Alejandro

Para la obtención del  
Master en Transporte, Territorio y  
Urbanismo

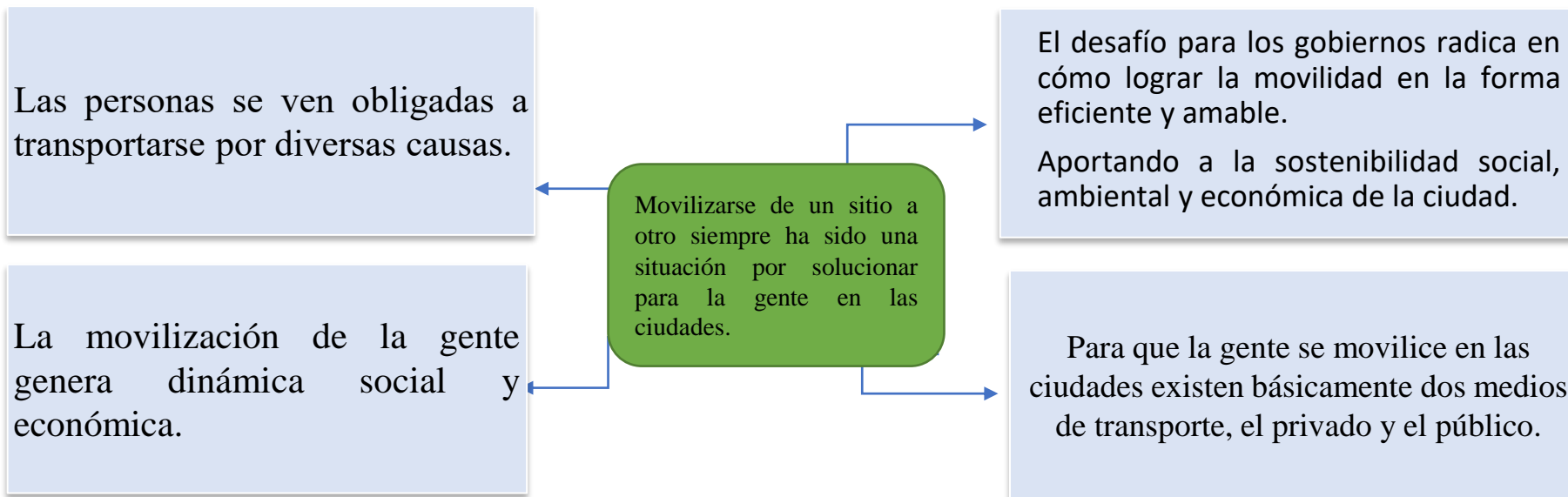




## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

## Análisis situacional



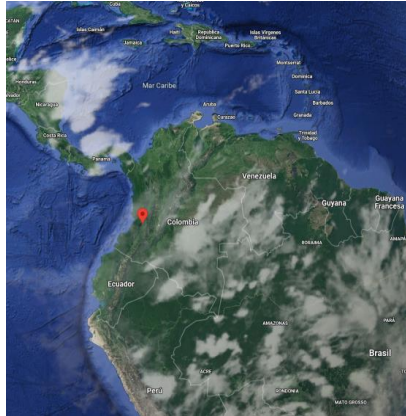
## ¿Problema a atender?

**¿Cómo desarrollar un software que facilite planificar la movilidad urbana a partir de la medición del nivel de accesibilidad de las distintas zonas de cualquier ciudad del mundo para quienes requieren moverse en ellas usando transporte público y peatonal.**



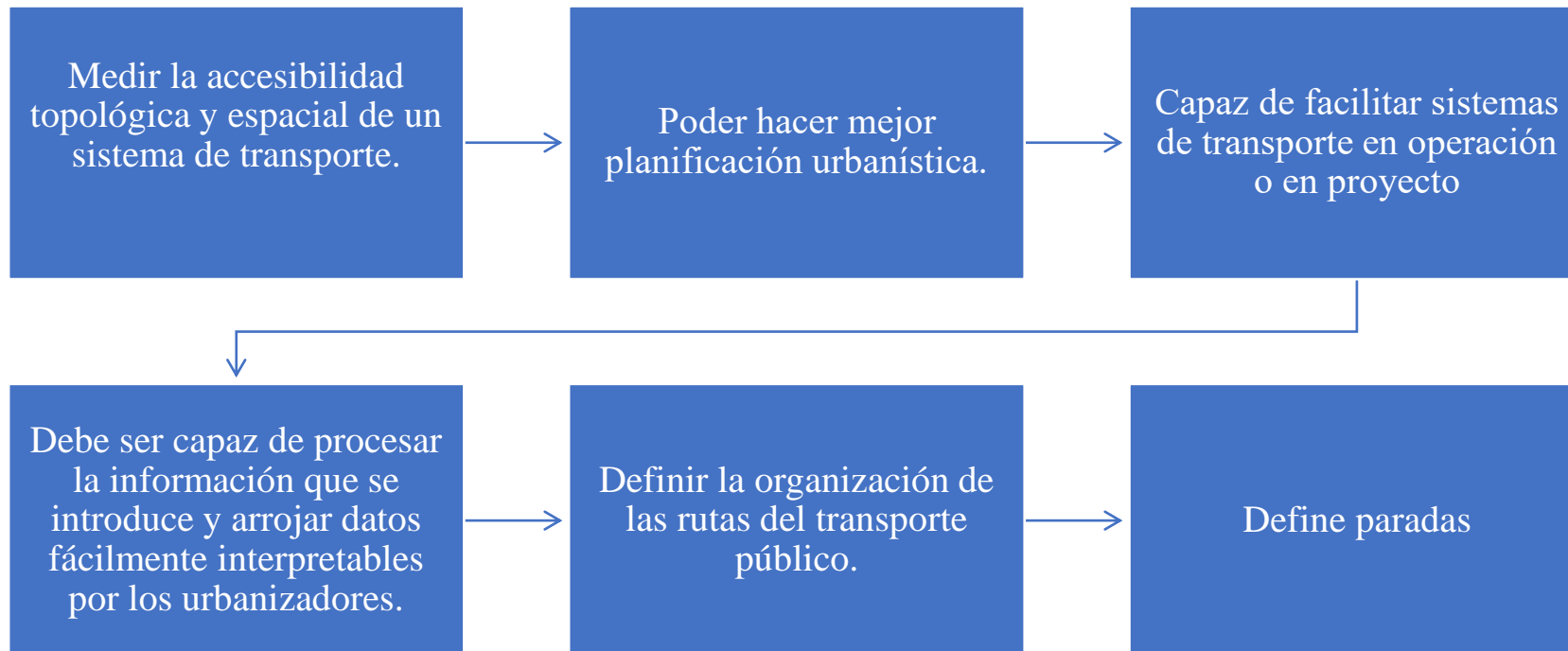
### Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía



### Justificación

El urbanismo se entiende como una integralidad, donde el transporte es un aspecto fundamental.





### Índice

1. Introducción
2. Contexto y justificación
3. Objetivos
4. Metodología
5. Estado del arte
6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
7. Conclusión y futuras líneas de investigación
8. Bibliografía

Desarrollar un software que facilite planificar la movilidad urbana a partir de la medición del nivel de accesibilidad de las distintas zonas de cualquier ciudad del mundo para quienes requieren moverse en ellas usando transporte público y peatonal.

Establecer los parámetros guías que debe usar el planificador urbano para fundamentar la movilidad en transporte público y a pie al interior de las distintas zonas de cada ciudad.

Generar un software capaz de facilitar al planificador urbano establecer rutas de desplazamiento en transporte público y a pie que hagan más accesibles las ciudades a la gente.

Validar el software mediante al menos un caso de estudio, en donde se pueda poner a prueba su funcionalidad.



### Índice

1. Introducción
2. Contexto y justificación
3. Objetivos
4. Metodología
5. Estado del arte
6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
7. Conclusión y futuras líneas de investigación
8. Bibliografía

Se estudio el concepto de ciudad, y dentro de esto, la ciudad histórica, reconociendo que las ciudades actuales son el resultado de procesos históricos que han llevado a tener centros urbanos, orientados a conseguir que la gente viva en ellos de manera cada vez mejor en términos individuales y colectivos.

El concepto de ciudad de 5Km/h, esta velocidad hace referencia a la velocidad de un peatón que camina rápido (Gehl, 2014),

Ciudades para la gente

Para programar el software se empleó Matlab

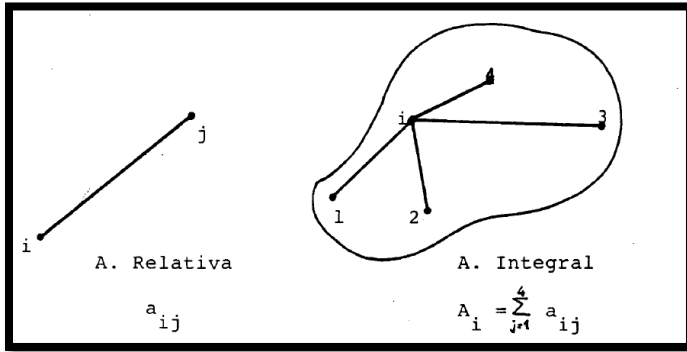
Una vez se consiguió un programa diseñado y estructurado capaz de funcionar, se hizo la obligada validación, tomando como escenario la ciudad de Santiago de Cali, localizada en el departamento del Valle del Cauca, en Colombia.



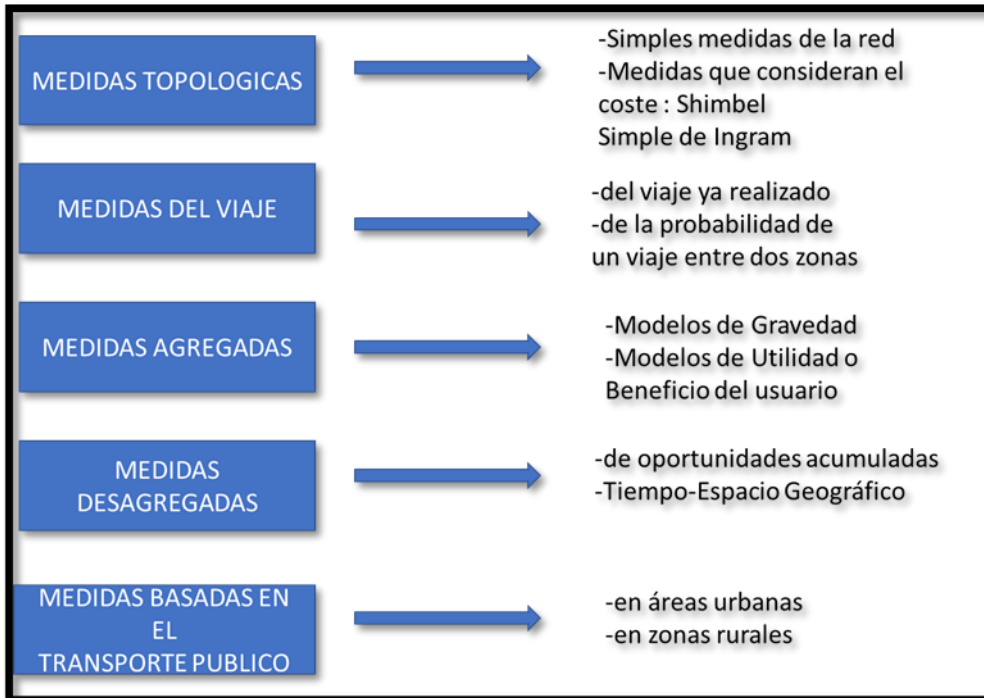
Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

### Urbanismo, matemática y accesibilidad



Accesibilidad relativa e integral. (Cáceres, 1988)



Indicadores de accesibilidad (Caceres, 1988)

### Medidas topológicas de accesibilidad

Medir la accesibilidad al transporte público, es importante para tener sociedades más justas, donde se pueda vivir mejor, sociedades con ciudades para la genta, el planeamiento urbanístico está directamente relacionado al transporte (Gehl, 2014) (Cáceres, 1988) (Ramirez Cajigas, 2018).

**Factor de ruta (Frij) :** Este indicador permite medir la calidad (calidad se entiende en este caso, como la ruta que más se asemeje a una línea recta entre dos nodos)

$$Frij = \frac{dij}{d^0ij} \quad Ri = \frac{1}{n-1} * \sum_1^n \frac{dij}{d^0ij} \quad Ri = \frac{\sum dij}{\sum d^0ij}$$

**Indicador absoluto de tiempo global:** “Este indicador mide la sumatoria del tiempo que se tarda en recorrer cada vehículo del sistema de transporte, desde cada nodo a todos los demás, así, el punto con menor sumatoria es el mejor comunicado” (dajome, 2016) citando a (Izquierdo, 1991).

$$TGij = \sum_{i=1}^{j=n} Tij \quad itvij = \frac{tij}{t^0ij}$$

Es una variedad del factor de ruta, los valores más altos corresponden a las zonas más inaccesibles.



# 5. Estado del arte

## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

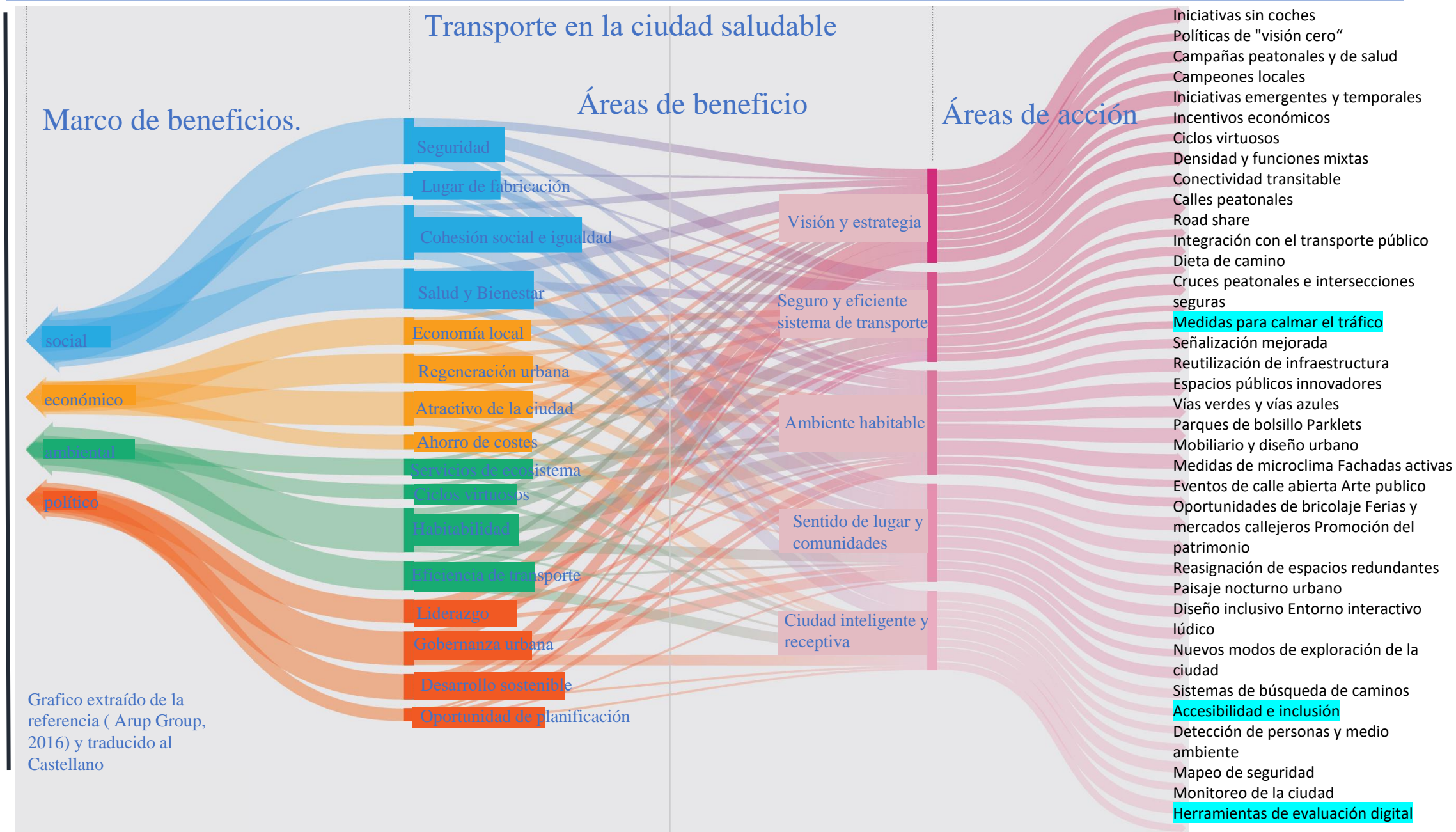


Grafico extraído de la referencia ( Arup Group, 2016) y traducido al Castellano





## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

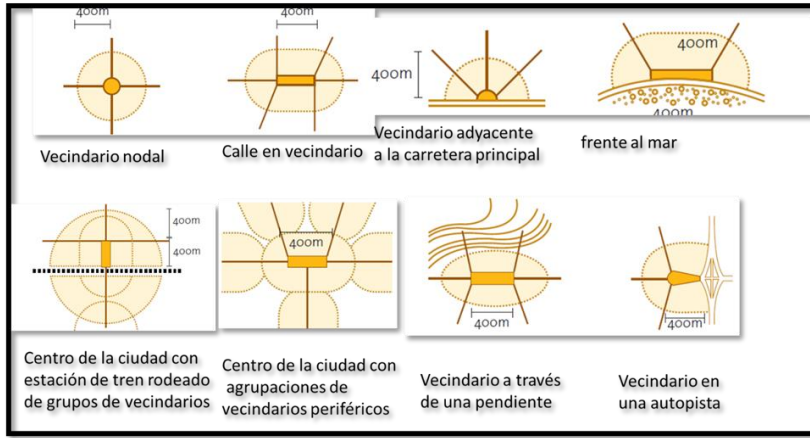


Figura 10 radios de caminata en diferentes situaciones posibles (Davies, 2000)

Áreas de captación para el transporte público					
Transporte	Minibús	Bus	Bus guiado	Tren ligero	tren
Intervalo de parada	200m	200m	300m	600m	1,000m+
Área de servicio	800m	800m	800m	1,000m	2,000m+
Captación personas por parada	320 - 640	480 a 1760	1680 a 3120	4800 a 9000	24000

Áreas de captación del transporte público, este cuadro muestra una recomendación a tener en cuenta al momento de diseñar sistemas de transporte públicos colectivos, sin embargo, el área de servicio que se utiliza en este trabajo es de 400 metros y no 800metros fuente: (Davies, 2000)



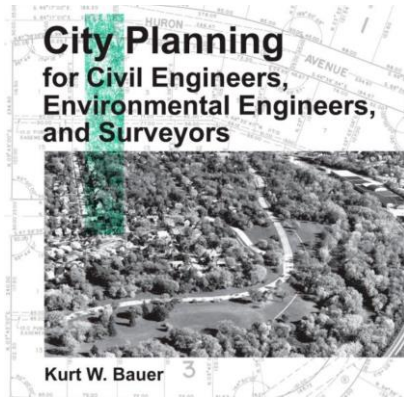


# 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial



## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

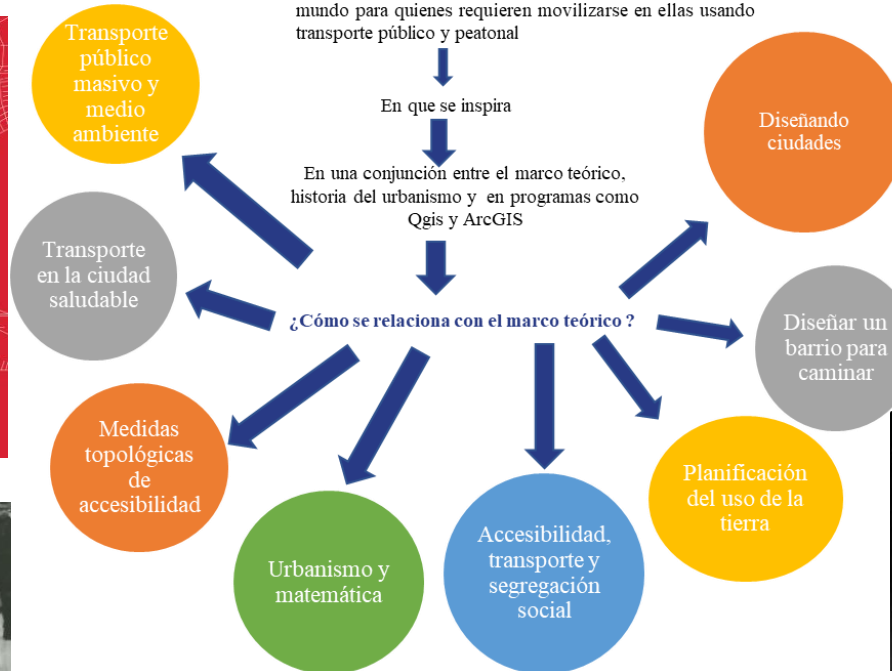
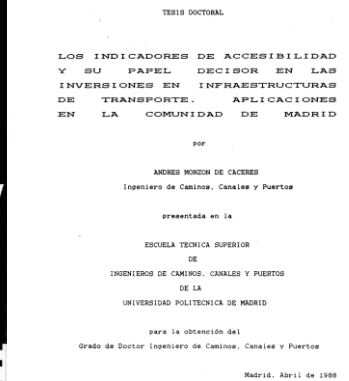
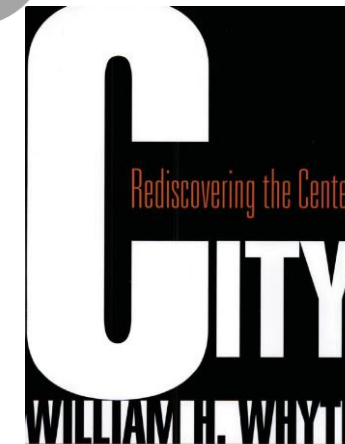
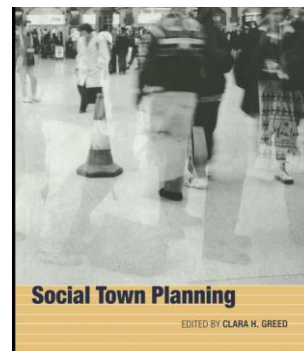
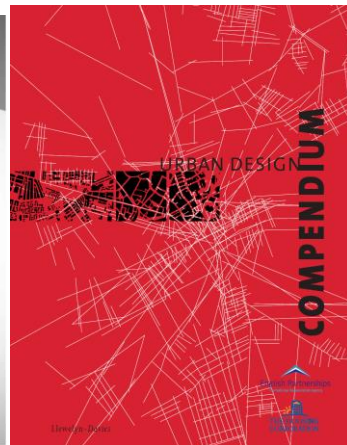
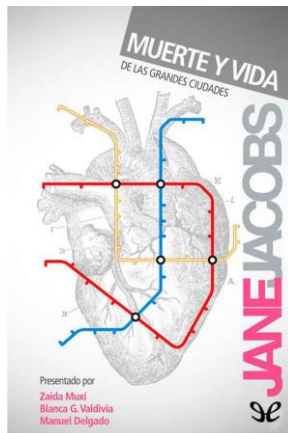
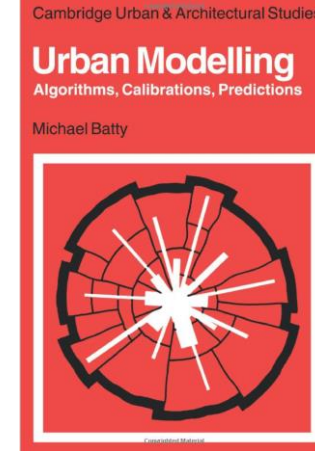
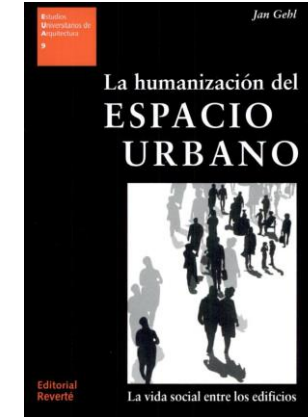


## 6.1 Estructura del programa-Fundamentos teóricos



Software. Análisis de accesibilidad y diseño de transporte público en las ciudades

Desarrollar de un software que facilite planificar la movilidad urbana a partir de la medición del nivel de accesibilidad de las distintas zonas de cualquier ciudad del mundo para quienes requieren movilizarse en ellas usando transporte público y peatonal

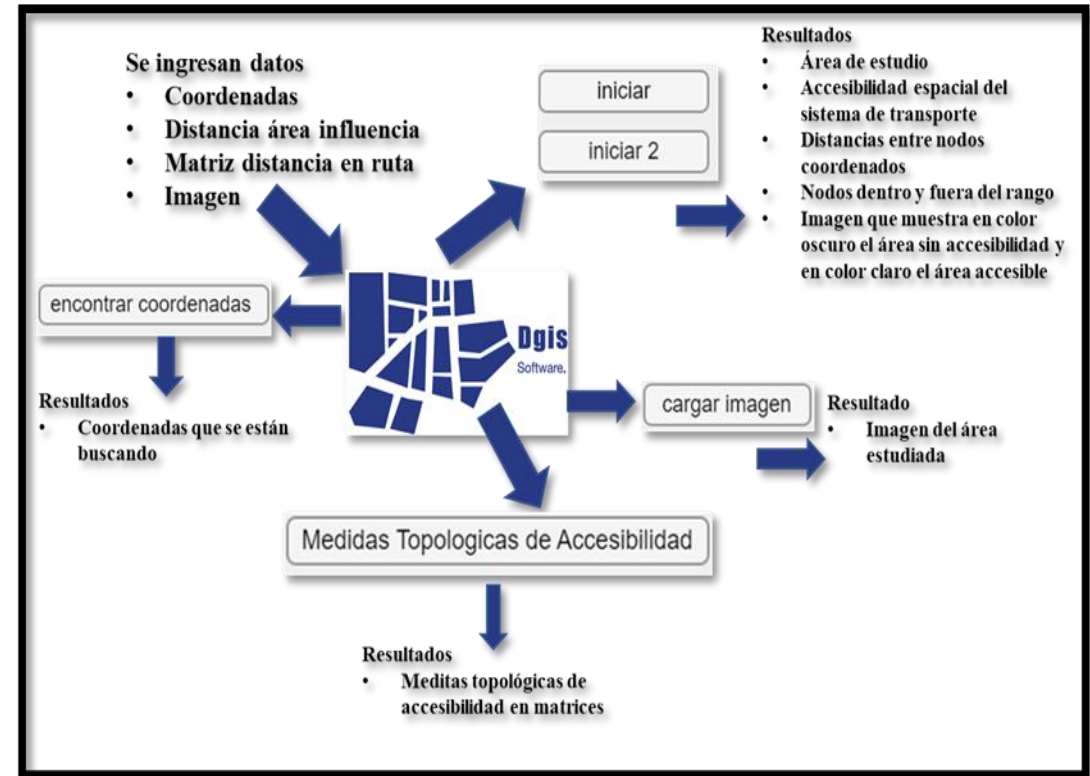
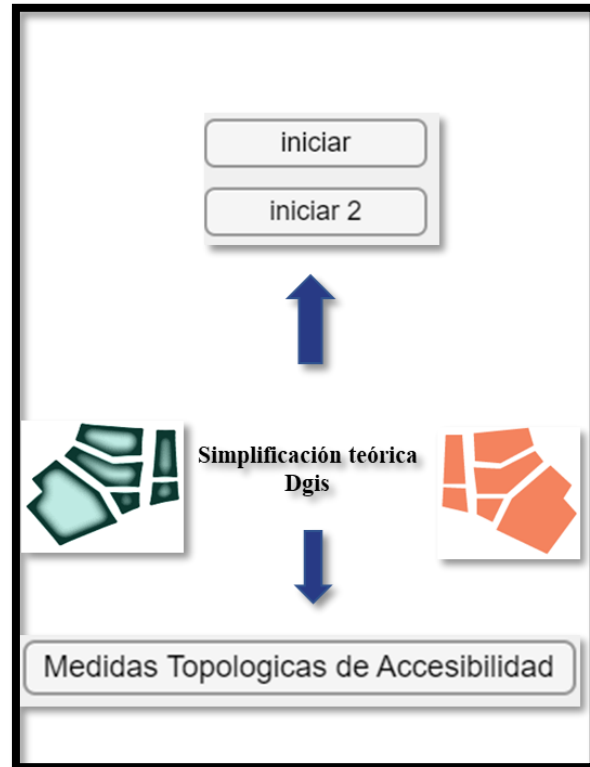




## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

## 6.1 Estructura del programa





# 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial

## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

### 6.1.1 Programación en Matlab

```

528 TopoLength(d1)
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538 Velocidad60 & muestra al tiempo de recorreo en minutos, solo es para el conversión interna
539 VelocidadMedio7000
540 TopoTime=Time(d1(K))/1000 %distancia línea recta
541 TopoSum(Topo_2) %vector suma distancias recta
542 TopoVec=Velocidad60
543 Topo4Topo7 %Matriz tiempo minutos, línea recta
544 Topo4Topo7 %Matriz tiempo minutos, en ruta
545 TopoSum(Topo_2) % suma tiempo línea recta
546 Topo4Sum(Topo_2) % suma tiempo línea recta
547 Topo4Sum(Topo_1,Topo_1) - repmat([8 Topo_1], [1 Topo1]); %ignora matriz 0 hasta n
548 %Suma(Topo1)
549 %Topo4(Topo1)
550 %Topo4(Topo1)
551 Topo4(Topo1) %Matriz
552 Topo4(Topo1) %Matriz
553 Topo4(Topo1) %Matriz
554 Topo4(Topo1) %Matriz
555 Topo4(Topo1) %Matriz
556 Topo4(Topo1) %Matriz
557 Topo4(Topo1) %Matriz
558 Topo4(Topo1) %Matriz
559 Topo4(Topo1) %Matriz
560 Topo4(Topo1) %Matriz
561 Topo4(Topo1) %Matriz
562 Topo4(Topo1) %Matriz
563 Topo4(Topo1) %Matriz
564 Topo4(Topo1) %Matriz
565 Topo4(Topo1) %Matriz
566 Topo4(Topo1) %Matriz
567 Topo4(Topo1) %Matriz
568 Topo4(Topo1) %Matriz
569 Topo4(Topo1) %Matriz
570 Topo4(Topo1) %Matriz
571 Topo4(Topo1) %Matriz
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591

```

Tiempo de desarrollo : Enero 2021 a Agosto 2021, 8 meses aproximadamente

Plataforma de desarrollo: Matlab R 2020 b y R2021 a

1170 Líneas de código incluyendo módulos gráficos de App Designer

```

22 d1(2:1) = norm(X(1,:),X(1,:));
23 end
24
25
26
27 d1 = zeros(n, n);
28 for i=1:n-1
29     for j=i+1:n
30         d1(i, j) = 1000*norm(X(i,:),X(j,:));
31     end
32 end
33
34 %Matriz de la matriz
35 %d1(d1(i,j) & d1(j,i)) %Matriz de posiciones donde si existe parada, uso interno
36 %obtiene la matriz
37
38 [r1,c1]=size(d1);
39 for p=1:r1
40     for q=1:r1;
41         d1(p,q);
42     end
43 end
44
45
46 %d1(d1(i,j))
47 %length(d1(i,j))
48 %d1(i,j) & d1(j,i) %condición de las distancias excluidas
49 %d1(i,j) %Matriz distancias que cumple el rango
50 end
51
52 %d1(d1(i,j))
53 %d1(i,j) %Matriz distancias que cumplen la norma respecto a un parámetro específico
54 %d1(i,j) %Matriz distancias que cumplen la norma respecto a un parámetro específico
55 %d1(i,j) %Matriz distancias que cumplen la norma respecto a un parámetro específico
56 %d1(i,j) %Matriz distancias que cumplen la norma respecto a un parámetro específico
57 %d1(i,j) %Matriz distancias que cumplen la norma respecto a un parámetro específico
58 %d1(i,j) %Matriz distancias que cumplen la norma respecto a un parámetro específico
59 %d1(i,j) %Matriz distancias que cumplen la norma respecto a un parámetro específico
60

```

Matrix	Value
d1(1,1)	0.00
d1(1,2)	2.338e+05
d1(1,3)	13
d1(1,4)	7e12
d1(1,5)	1517
d1(1,6)	13
d1(1,7)	13e7
d1(1,8)	13e7
d1(1,9)	13e7
d1(1,10)	2e14
d1(1,11)	13e7
d1(1,12)	13e7
d1(1,13)	13e7
d1(1,14)	13e7
d1(1,15)	13e7
d1(1,16)	4.091000e
d1(1,17)	13
d1(1,18)	13e7
d1(1,19)	13e7
d1(1,20)	13e7
d1(1,21)	450
d1(1,22)	13e7
d1(1,23)	7e10
d1(1,24)	7e10
d1(1,25)	3.433e
d1(1,26)	3.429e

```

64 =
0 0 0 393.3636 388.0802 0 312.9576 360.5880 200.5385 0 370.7119 0 339.1010 0 309.8495 443.9141
0 0 0 0 391.4172 0 0 301.5830 287.8373 308.9797 281.5607 399.5969 0
0 0 0 0 394.6160 0 0 309.1648 276.4940 316.4217 267.2653 377.6620 0
0 0 0 0 0 0 0 339.3189 406.1100 216.4204 0 0 0 285.8976 418.9366
0 0 0 0 0 0 0 0 236.0343 487.6967 232.0532 446.2962 0
0 0 0 0 0 0 0 0 277.6162 0 394.7261 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 230.5135 0 244.5293 438.0939 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 209.8455 0 207.1844 343.2244
0 0 0 0 0 0 0 0 0 246.3466 417.6485 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

65 =
1.0e+03 *
0 0 0 0.3934 0.3881 1.2096 0.6513 0.7867 1.5133 1.5732 1.3300 1.6430 2.4351 1.5141

```

Enlace para sistema operativo **Mac OSx 10.14** =

<https://drive.google.com/file/d/1EQLW9KBiO0rTNM56npzMevAqlctfihOW/view?usp=sharing>

Enlace para sistema operativo **Windows 10** =

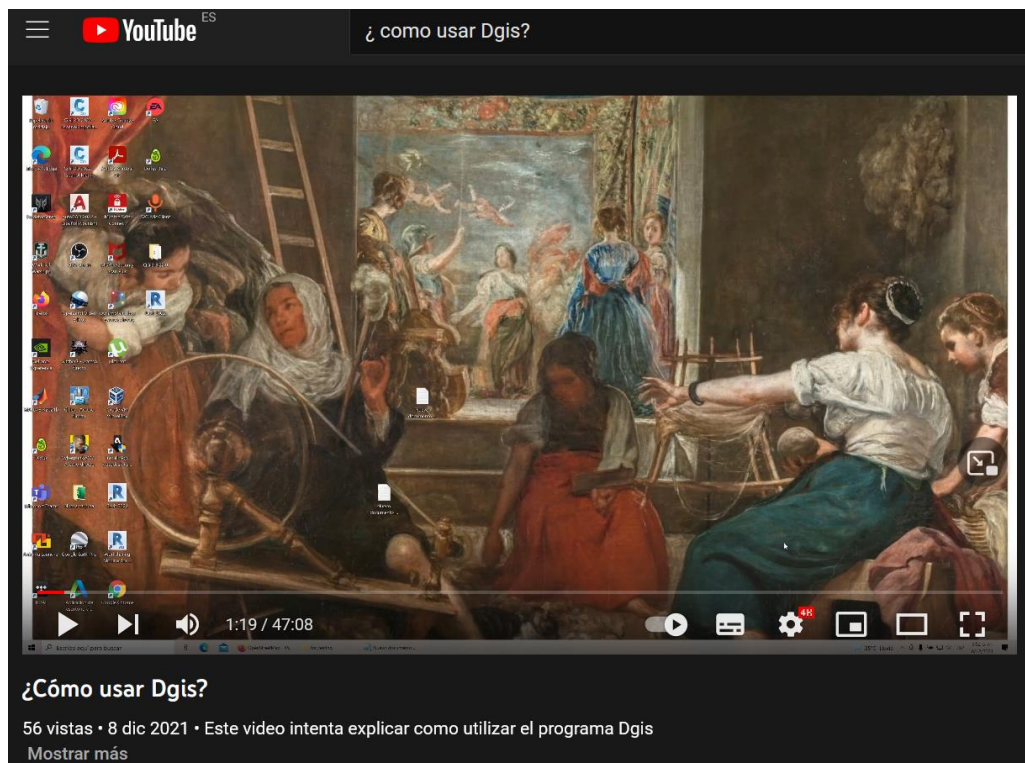
[https://drive.google.com/file/d/1m-U1b\\_e-QoXIKg9\\_gBeMqmA6qkj1WqUs/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1m-U1b_e-QoXIKg9_gBeMqmA6qkj1WqUs/view?usp=sharing)



## Índice

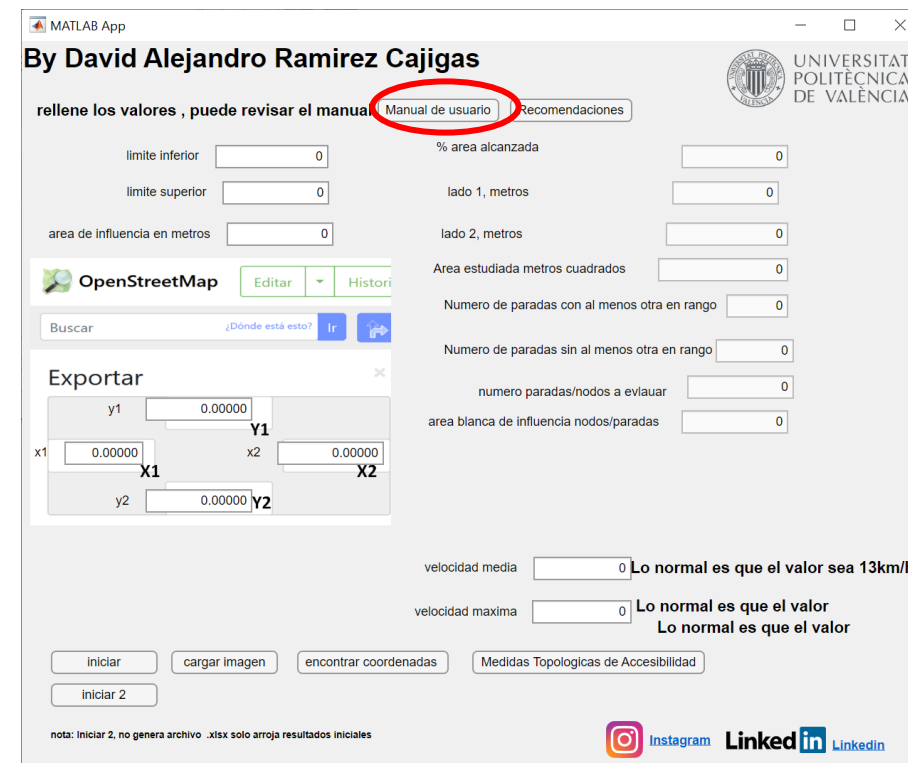
- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

## 6.1.2 Instrucciones de uso del software



Se recomienda ver en YouTube un video llamado **¿Cómo usar Dgis?** En el siguiente enlace <https://www.youtube.com/watch?v=FVs8sLwRb8>

g



Dgis software tiene manual de usuario, al cual se puede acceder dando clic en el botón **Manual de usuario**



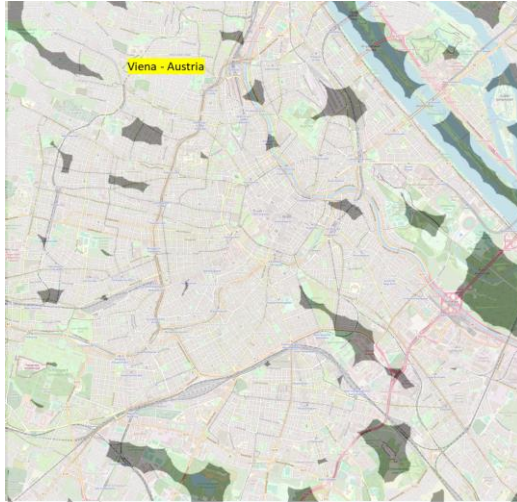
# 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial



## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

## 6.1.2 Instrucciones de uso del software



By David Alejandro Ramirez Cajigas

rellene los valores , puede revisar el manual Manual de usuario Recomendaciones

limite inferior  % area alcanzada

limite superior  lado 1, metros

area de influencia en metros  lado 2, metros

OpenStreetMap Editar Historial

Buscar  Ir

Exportar

y1  Y1

x1  X1 x2  X2

y2  Y2

Numero de paradas con al menos otra en rango

Numero de paradas sin al menos otra en rango

numero paradas/nodos a evaluar

area blanca de influencia nodos/paradas

velocidad media  Lo normal es que el valor sea 13km/h

velocidad máxima  Lo normal es que el valor sea el valor

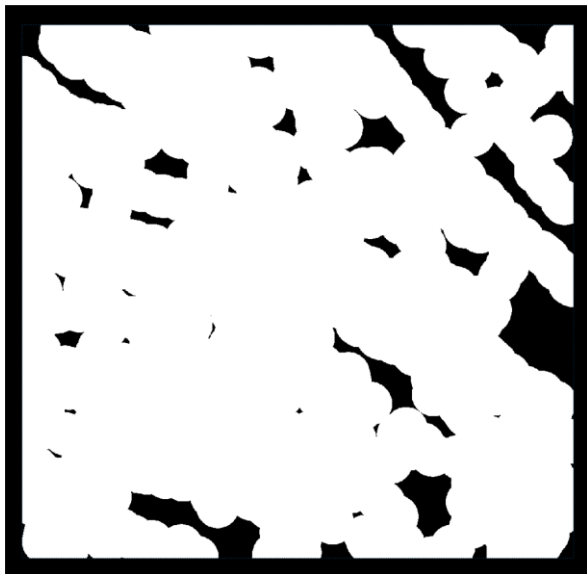
Lo normal es que el valor sea el valor

Inicio cargar imagen encontrar coordenadas Medidas Topologicas de Accesibilidad

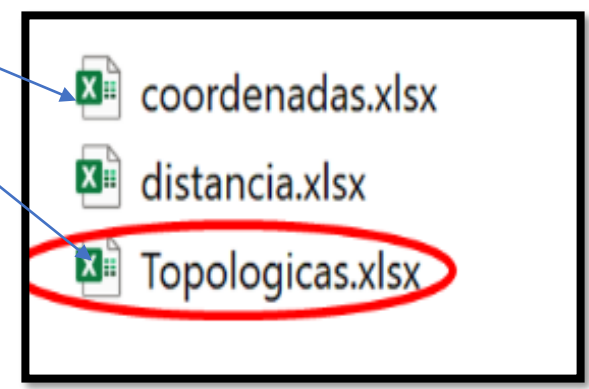
Iniciar 2

nota: Iniciar 2, no genera archivo .xlsx solo arroja resultados iniciales

Instagram LinkedIn



suma_tiempo_neta	suma_tiempo_neta	suma_medio	traeadox	suma_direccional	suma_factor_neta	suma_velocidad_x_nodos	id	suma_direccional	suma_tiempo_neta_tiempos_neta	traeadox_velocidad_medio	traeadox_tiempos_direccional	factor_neta_santaf
72.8991304	108.453933	30.70044347	78	30.70044347	0.01287913	0.40135511	0.012820513	2.31272616	0.029708156	1.68.453933	0.212327	2.31272616
57.9127485	98.78210984	19.00111111	67	19.00111111	0.011511515	0.209774689	0.014023379	1.479289977	0.022270955	84.78210984	0.212327	1.479289977
40.56417648	71.14977712	17.80081758	58	17.80081758	0.01754396	0.11477536	0.017543179	1.514779064	0.02612896	71.14977712	0.212327	1.514779064
40.52084316	64.39916247	18.05906068	51	18.05906068	0.02	0.38205322	0.019607943	1.589292702	0.031526202	64.39916247	0.212327	1.589292702
35.74895601	57.84870573	18.09790051	46	18.09790051	0.022222222	0.402175487	0.02179913	1.451838453	0.035179422	57.84870573	0.212327	1.451838453
32.81754883	53.38838093	18.86287279	43	18.86287279	0.023800214	0.448159221	0.023255814	1.424794789	0.037783832	53.38838093	0.212327	1.424794789
32.70523906	52.73875525	19.42097392	42	19.42097392	0.024990444	0.474262622	0.023800514	1.432324378	0.038800506	52.73875525	0.212327	1.432324378
33.72727374	53.6889611	19.53326229	43	19.53326229	0.023800514	0.464601483	0.023255814	1.391244467	0.037006155	53.6889611	0.212327	1.391244467
35.18852478	58.4644885	19.75892051	46	19.75892051	0.022222222	0.439042933	0.02179913	1.405196295	0.040003942	58.4644885	0.212327	1.405196295
40.71970779	65.86648851	17.0114877	51	17.0114877	0.02	0.380292654	0.019607943	1.545454318	0.029891261	65.86648851	0.212327	1.545454318
45.8777901	71.08710397	17.25375609	58	17.25375609	0.01754396	0.302697475	0.017543179	1.564271193	0.026832296	71.08710397	0.212327	1.564271193
56.53662158	86.361881	17.84818117	67	17.84818117	0.011511515	0.25007389	0.014023379	1.536741131	0.025701465	86.361881	0.212327	1.536741131
63.0148054	98.3346087	17.49122294	78	17.49122294	0.01287913	0.22715874	0.012820513	1.540509985	0.020006158	98.3346087	0.212327	1.540509985

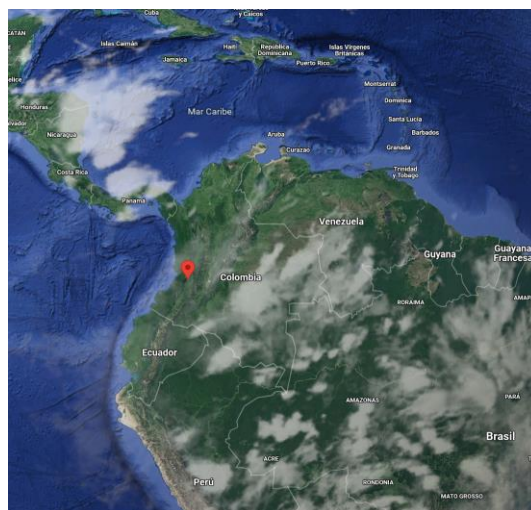




## Índice

1. Introducción
2. Contexto y justificación
3. Objetivos
4. Metodología
5. Estado del arte
6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial

*Geo posición de Santiago de Cali(Google Maps).*



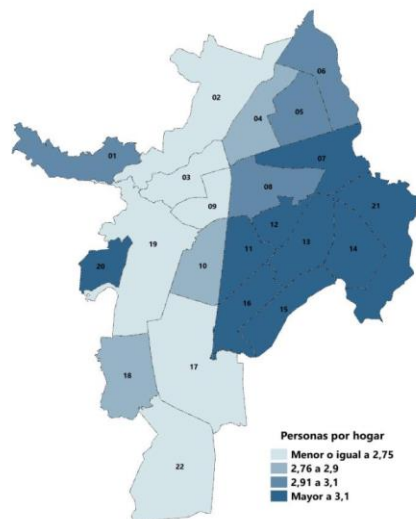
## 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)

ID_BARRIO,C	BARRIO,C_254	COMUNA,C	ESTRA_MOD	AREA,N,19,10	PERIMETRO,N,19,10	X,N,19,10	Y,N,19,10	ID_GIS,C,254	POBLACION,N,16,6	POB_M,N,16	POB_F,N,16	NUM_VIVIEN,N,16,6	PERIMETER,N	HECTARES,N	Nombre_ZAT	Num_nueva,N,4,0
2299	Club Campestre	22	6	634792.7021	1534436.575	1059323.784	864344.309	2299	0	0	0	0	5144.515	63.479		2299
2298	Ciudad Campestre	22	6	201957.1534	236580.0708	1059808.612	864425.636	2298	787	326	461	258	1707.884	20.196		2298
2201	Urbanización Ciudad Jardín	22	6	1700171.156	967450.534	1060109.202	863642.551	2201	3488	1475	2013	966	6792.132	170.017		2201
2297	Urbanización Río Lili	22	6	225354.618	250463.1714	1061107.458	863819.851	2297	391	198	193	110	2128.263	22.535		2297
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	1662588.104	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2296
2201	Urbanización Ciudad Jardín	22	6	1700171.156	215983.0599	1060109.202	863642.551	2201	3488	1475	2013	966	6792.132	170.017		2211
2201	Urbanización Ciudad Jardín	22	6	1700171.156	463701.363	1060109.202	863642.551	2201	3488	1475	2013	966	6792.132	170.017		2212
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	877899.9394	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2213
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	1041135.186	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2214
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	1961175.909	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2215
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	235951.845	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2216
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	642336.9854	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2219
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	561119.4063	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2221
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	769794.2071	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2222
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	67361.30736	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2220
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	76953.59132	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2217
2296	Parcelaciones Pance	22	6	7840132.864	202322.6379	1060101.562	861726.298	2296	3437	1647	1790	873	11996.345	784.013		2218
	Bochalema								8971	8971	8971					
				92404079.45					38753	49449	23066	26383	12869	161316.853	9240.404	

*Población Comuna base de datos red de transporte "MetroCali" 2018.*

- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
7. Conclusión y futuras líneas de investigación
8. Bibliografía

Área en Cali	Comuna	Total personas CNPV 2018	Total personas CG2005	Variación porcentual
Cabecera municipal	01	49.214	61.999	-20,6%
Cabecera municipal	02	98.702	102.080	-3,3%
Cabecera municipal	03	27.000	44.308	-39,1%
Cabecera municipal	04	45.112	55.965	-19,4%
Cabecera municipal	05	92.171	99.844	-7,7%
Cabecera municipal	06	123.740	169.392	-27,0%
Cabecera municipal	07	57.720	77.775	-25,8%
Cabecera municipal	08	80.504	97.335	-17,3%
Cabecera municipal	09	29.887	48.382	-38,2%
Cabecera municipal	10	84.127	103.671	-18,9%
Cabecera municipal	11	89.305	98.361	-9,2%
Cabecera municipal	12	56.192	67.439	-16,7%
Cabecera municipal	13	116.359	169.829	-31,5%
Cabecera municipal	14	127.918	151.789	-15,7%
Cabecera municipal	15	102.224	126.709	-19,3%
Cabecera municipal	16	79.555	94.445	-15,8%
Cabecera municipal	17	143.978	104.544	37,7%
Cabecera municipal	18	99.376	100.339	-1,0%
Cabecera municipal	19	89.256	98.735	-9,6%
Cabecera municipal	20	48.405	65.267	-25,8%
Cabecera municipal	21	108.790	92.336	17,8%
Cabecera municipal	22	31.366	9.082	245,4%
Centro poblado	99	32.398	22.514	43,9%
Rural disperso	99	9.570	13.240	-27,7%



**Personas por hogar en Cali por comuna**



*Vista típica 3d de edificios en la zona Fuente Google Earth.*



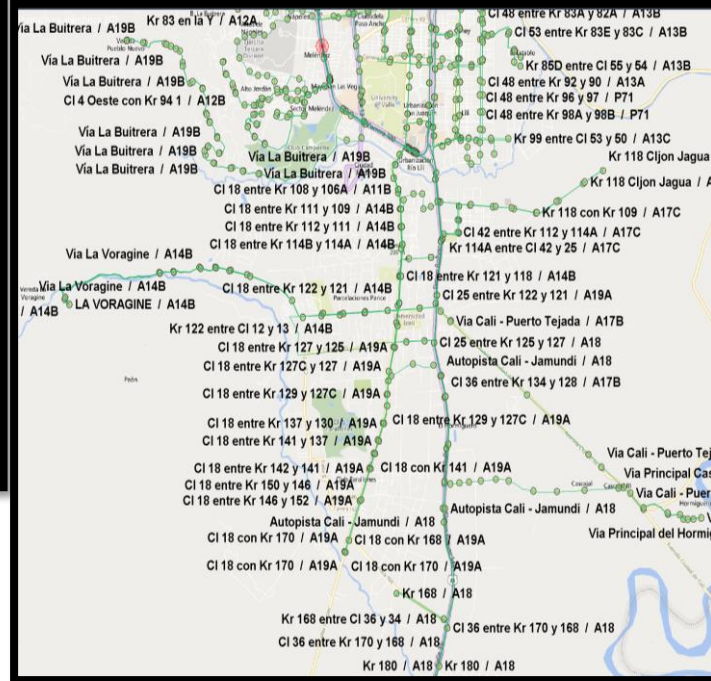
## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

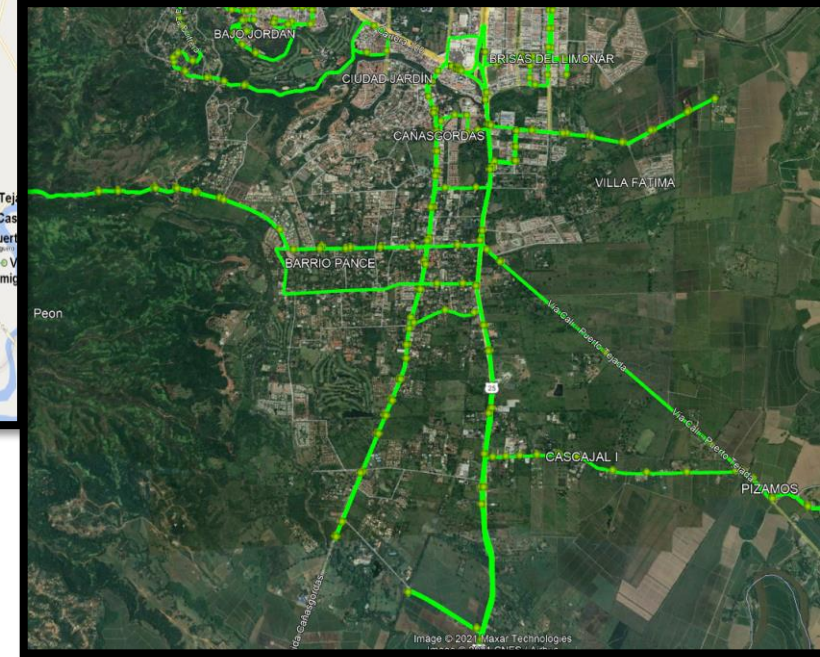


*Rutas de transporte público, en rosa nombre ruta y paradas en verde fuente, base de datos Shp en Qgis.*

## 6.2.1 Rutas de transporte público en la zona de estudio



*Rutas y paradas bajo un mapa Bing utilizando AutoCAD Civil*



*Rutas transporte publico comuna 22 en google Earth.*

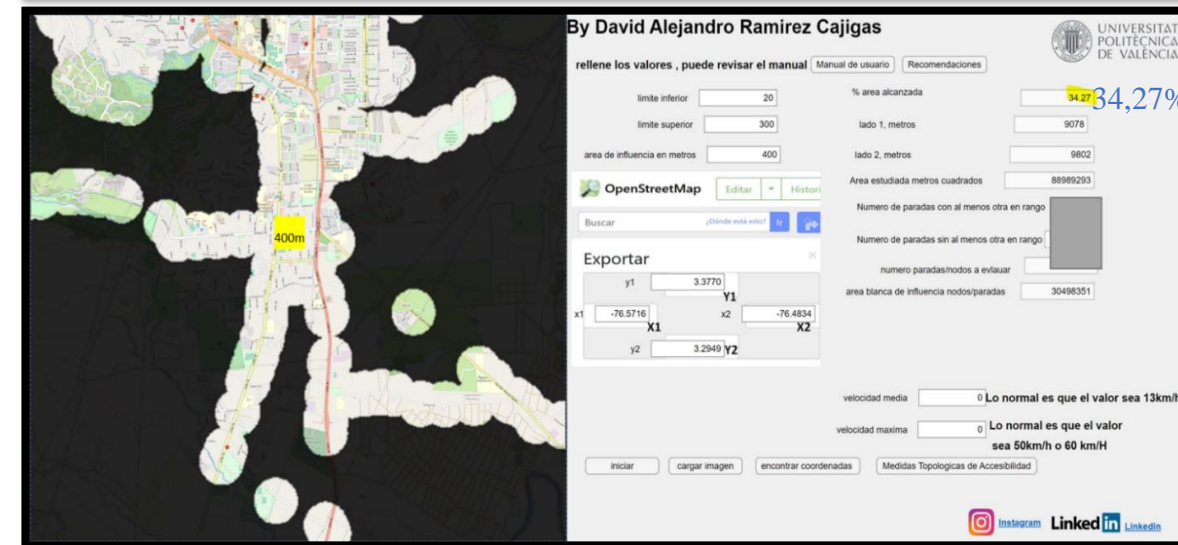
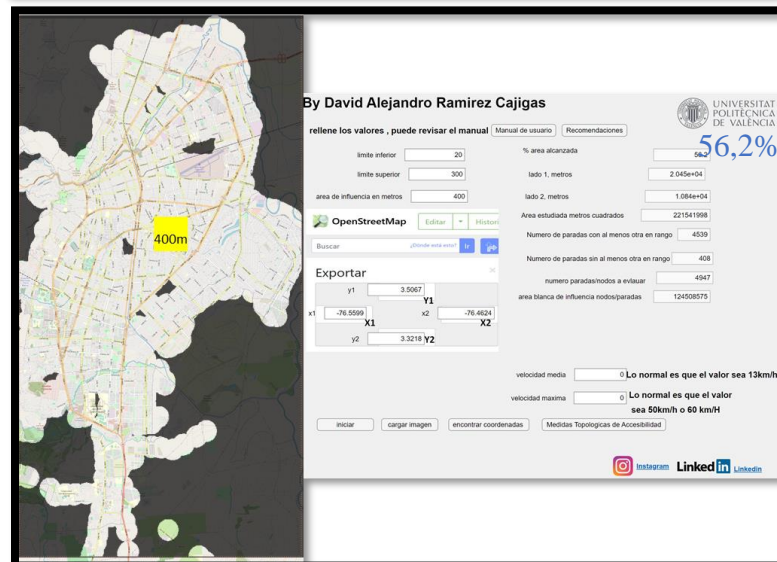
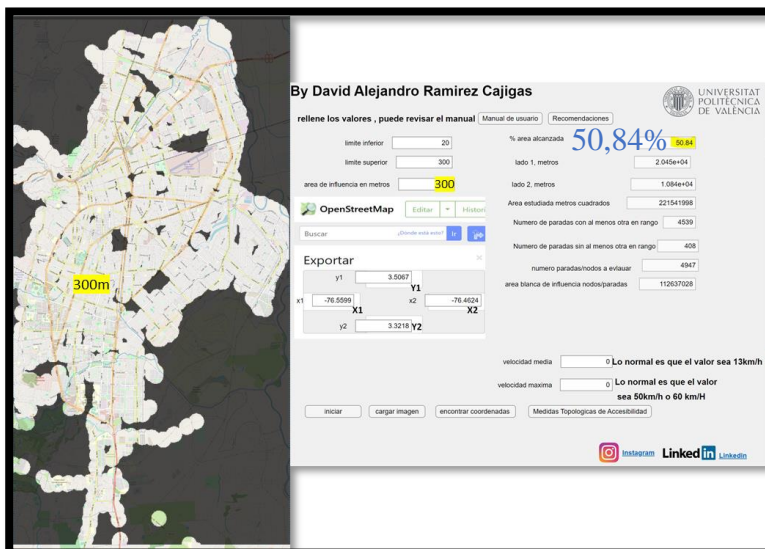




## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

## 6.2.2 Desarrollo y análisis dentro de la comuna 22



Sistema de transporte público en toda la ciudad de Cali área influencia 300 y 400 metros

Sistema de transporte publico comuna 22 área influencia 300 y 400 metros.



## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

### 6.2.3 Análisis a un barrio nuevo en la comuna



Figura 1 Vista aérea del barrio, grandes parques vacíos, bloques de edificios separados entre sí y encerrados por rejas Fuente Google Earth.

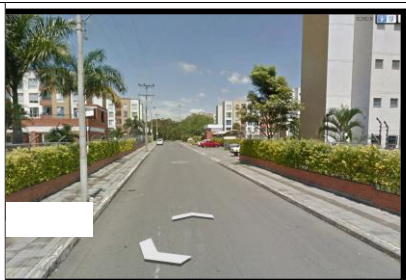


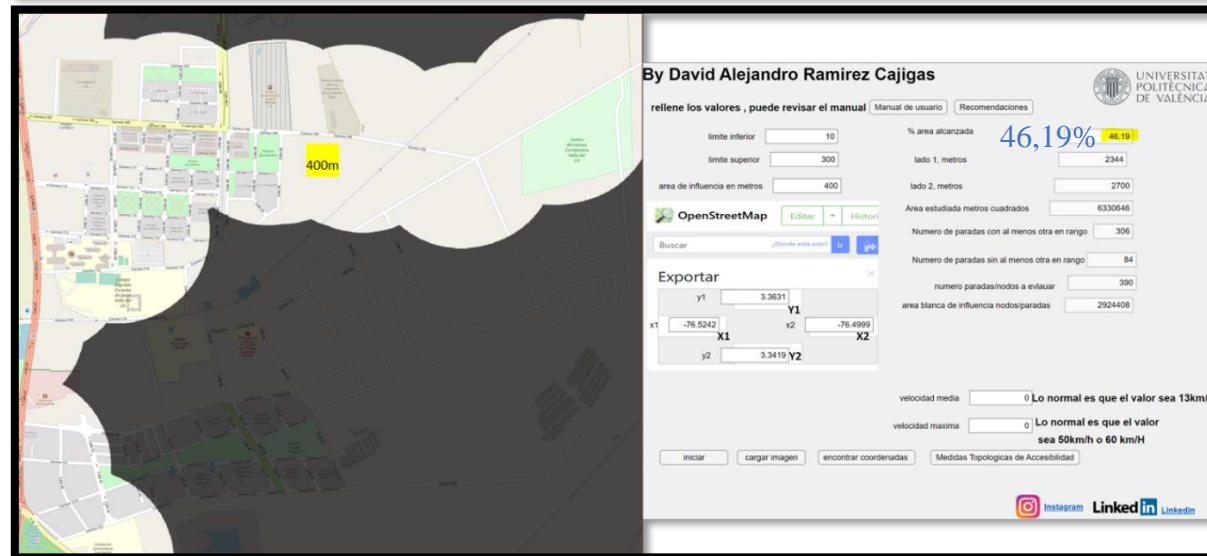
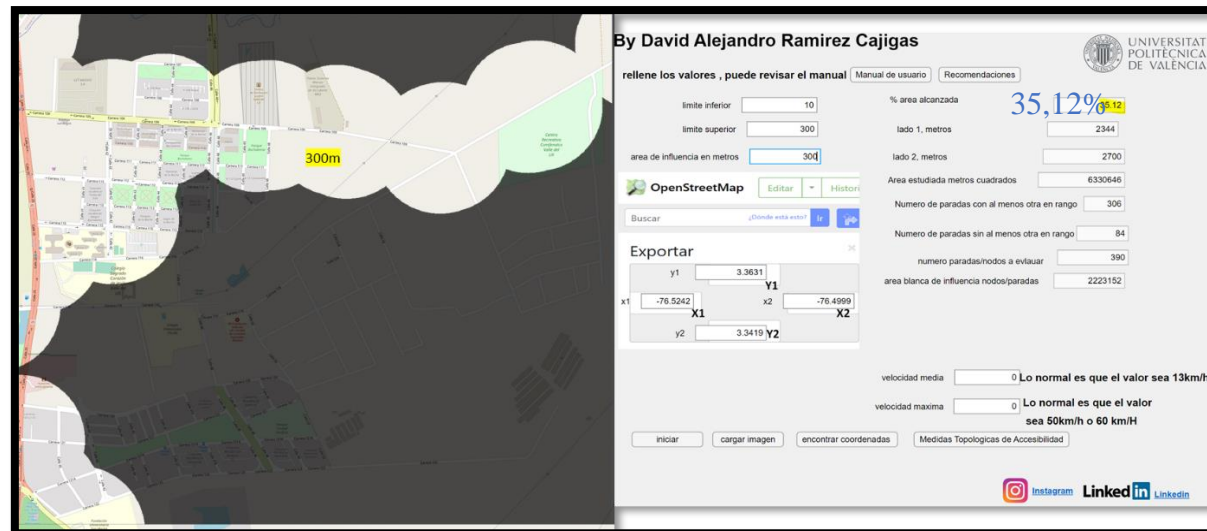
Figura 2 Aceras de entre 90 cm y 150 cm de ancho, con postes de luminaria en medio Fuente Google Earth.



Figura 3 Grandes y numerosos parques, aceras vacías que no invitan a caminar Fuente Google Earth.



Figura 4 Distancias Fuente Google Earth.



Sistema de transporte público barrio Bochalema área influencia 300 y 400 metros



## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

## 6.2.4 Análisis a un barrio antiguo de la comuna 22



Figura 1 aceras de 150 cm en la zona.

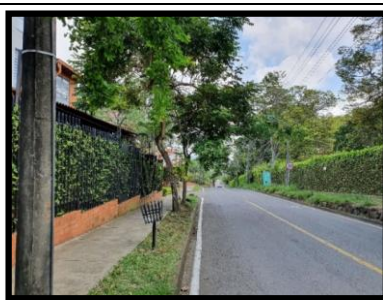


Figura 2 aceras con obstáculos y calles vacías.



Figura 3 calles sin aceras rodeadas de conjuntos cerrados.



Figura 4 calles sin aceras.



Vista aérea del barrio, grandes parques vacíos, bloques de edificios separados entre sí y encerrados por rejas Fuente Google Earth

By David Alejandro Ramirez Cajigas

rellene los valores . puede revisar el manual [Manual de usuario](#) [Recomendaciones](#)

limite inferior <input type="text" value="10"/>	% area alcanzada <b>48,04%</b> <small>48.04</small>
limite superior <input type="text" value="300"/>	lado 1, metros <input type="text" value="4324"/>
area de influencia en metros <input type="text" value="400"/>	lado 2, metros <input type="text" value="2867"/>
<b>OpenStreetMap</b> <a href="#">Editar</a> <a href="#">Historia</a>	Area estudiada metros cuadrados <input type="text" value="12396896"/>
Buscar <input type="text" value="¿Dónde está esto?"/>	Numero de paradas con al menos otra en rango <input type="text" value="4557"/>
Exportar	Numero de paradas sin al menos otra en rango: <input type="text" value="390"/>
x1 <input type="text" value="-76.55070"/> x2 <input type="text" value="-76.52490"/>	numero paradas/nodos a evaluar <input type="text" value="4947"/>
y1 <input type="text" value="3.35630"/> y2 <input type="text" value="3.31720"/>	area blanca de influencia nodos/paradas <input type="text" value="5955019"/>

velocidad media  Lo normal es que el valor sea 13km/h

velocidad maxima  Lo normal es que el valor sea 13km/h

note: iniciar 2, no genera archivo .atx solo arroja resultados iniciales

[Instagram](#) [LinkedIn](#)

Dgis utilizado para evaluar área de influencia 400 metros.



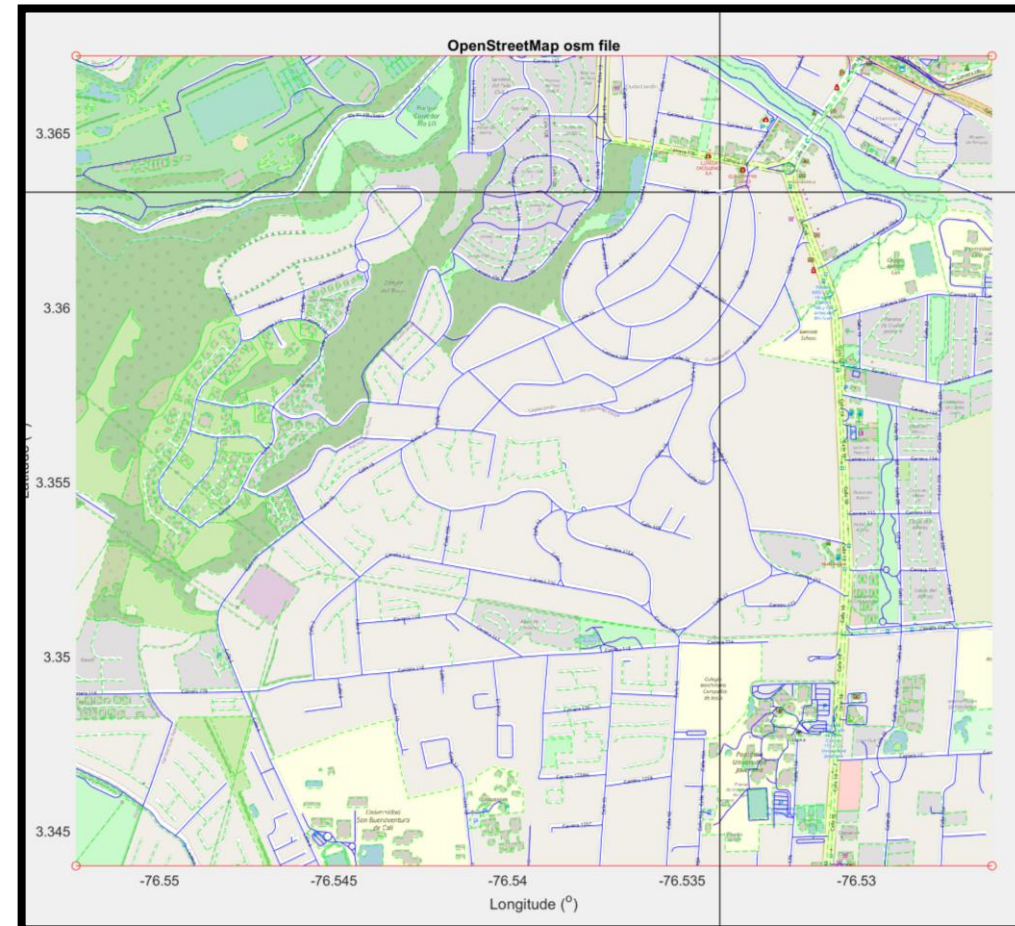
## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

## 6.2.5 Una posible ruta de transporte público en la subárea noroeste de Pance



*En rojo la ruta generada en AutoCad Civil.*



*Se buscan los puntos coordenados de las paradas de autobuses utilizando el software Dgis.*



## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

## 6.2.6 Una posible ruta de transporte público en la subárea noroeste de Pance



Zona con las rutas actuales Dgis 43.13% ocupación.

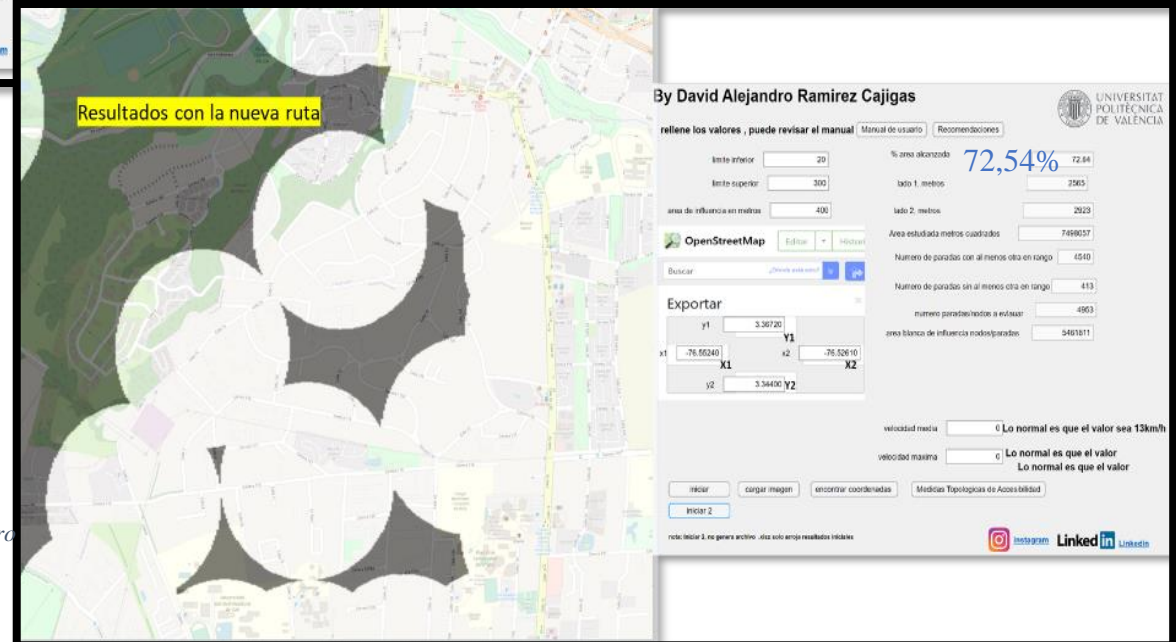
Tiempo en ruta Minuto	Parada 1	Parada 2	Parada 3	Parada 4	Parada 5	Parada 6
Parada 1	0,00	3,87	7,74	11,27	15,04	18,75
Parada 2	24,53	0,00	3,86	7,40	11,17	11,17
Parada 3	20,66	24,54	0,00	3,53	7,30	11,01
Parada 4	17,13	21,00	24,87	0,00	3,77	7,48
Parada 5	13,36	17,23	21,10	24,63	0,00	3,71
Parada 6	9,65	13,52	17,39	20,92	24,69	0,00

En esta matriz se tiene el tiempo de recorrido teórico que tardaría un vehículo en ir de un nodo a otro siguiendo el recorrido real de la ruta.

Incremento de la accesibilidad espacial en la zona del 43.13% al 72.54%. lo que supone un incremento del 29.41%.

% entre ruta y recta	Parada 1	Parada 2	Parada 3	Parada 4	Parada 5	Parada 6
Parada 1	0,00	10,27	8,00	10,26	49,22	68,09
Parada 2	85,83	0,00	5,71	9,73	57,78	58,11
Parada 3	65,55	85,15	0,00	9,30	54,70	46,97
Parada 4	40,96	68,21	87,12	0,00	2,10	4,00
Parada 5	42,84	72,64	84,32	85,02	0,00	5,46
Parada 6	37,98	65,41	66,41	65,67	85,79	0,00

Diferencia porcentual que existe entre la ruta actual y la ideal teórica en porcentajes.



Zona con la ruta evaluada 72.54%.



## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

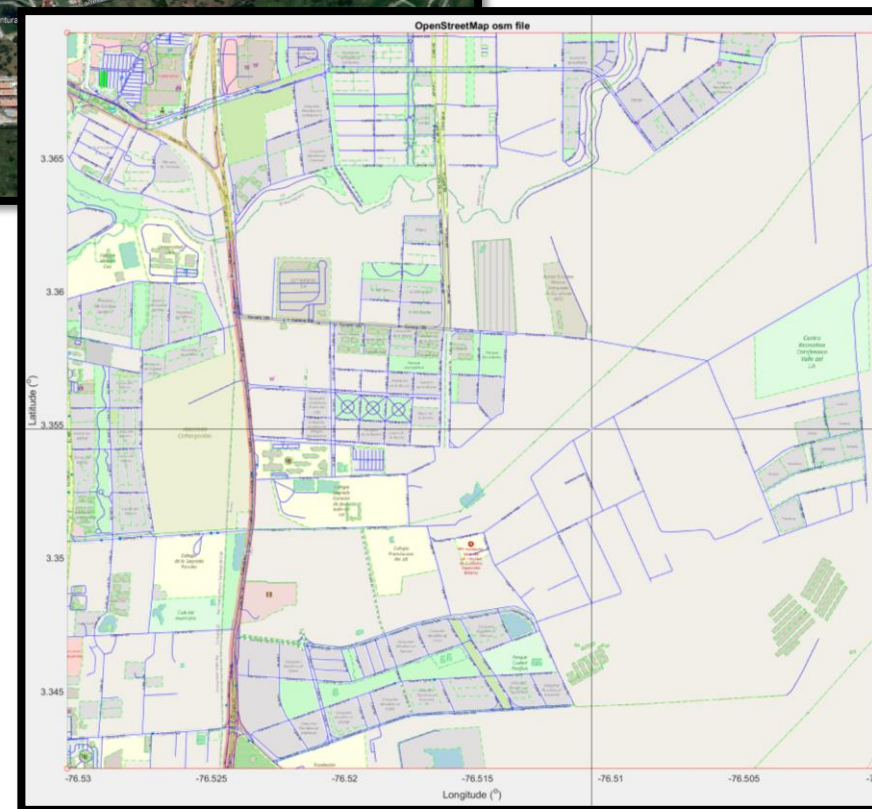
## 6.2.7 Una posible ruta de transporte público en la subárea sureste de Pance



Ruta propuesta lineal, zona sureste.



Rutas existentes en la zona sureste.



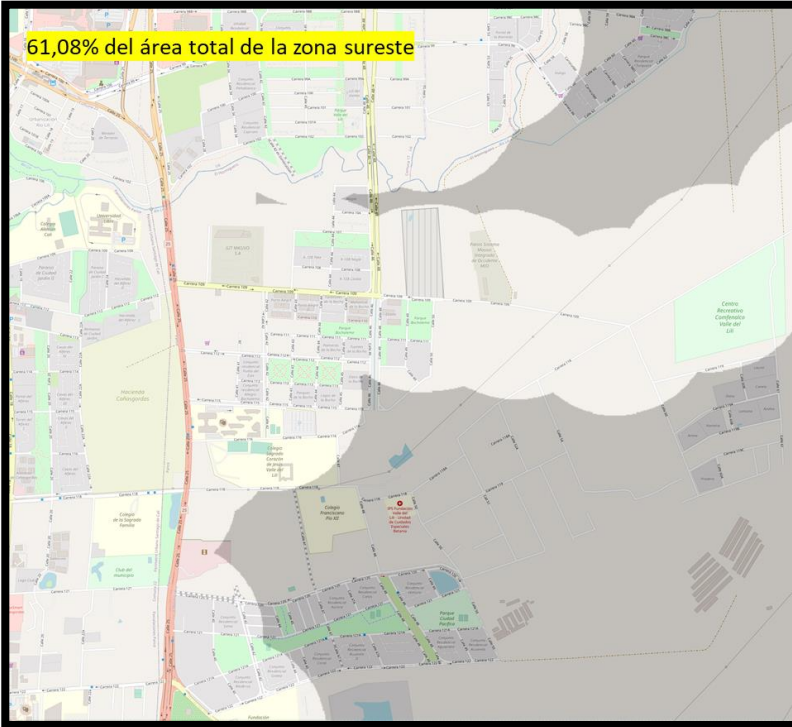
Obteniendo coordenadas en la zona sureste con Dgis.



## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

### 6.2.8 Una posible ruta de transporte público en la subárea sureste de Pance



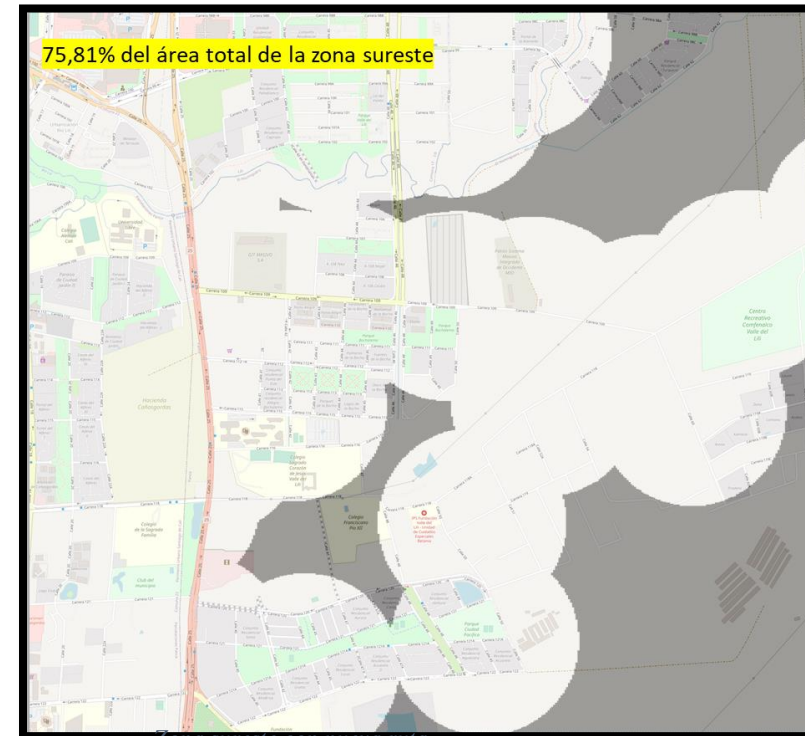
Zona sureste falta sin ruta nueva.

% entre ruta y recta	Parada 1	Parada 2	Parada 3	Parada 4	Parada 5	Parada 6	Parada 7
Parada 1	0,000	8,274	21,108	29,641	48,437	56,925	54,400
Parada 2	8,274	0,000	34,665	40,351	62,797	63,179	57,294
Parada 3	21,108	34,665	0,000	3,302	36,814	31,391	37,179
Parada 4	29,641	40,351	3,302	0,000	26,707	26,235	43,879
Parada 5	48,437	62,797	36,814	26,707	0,000	17,905	36,593
Parada 6	56,925	63,179	31,391	26,235	17,905	0,000	32,098
Parada 7	54,400	57,294	37,179	43,879	36,593	32,098	0,000

Diferencia porcentual que existe entre la ruta actual y la ideal teórica recta en porcentajes

Tiempo en ruta Minuto	Parada 1	Parada 2	Parada 3	Parada 4	Parada 5	Parada 6	Parada 7
Parada 1	0,000	7,895	15,366	19,047	22,226	25,590	29,833
Parada 2	7,895	0,000	7,471	11,152	14,332	17,695	21,938
Parada 3	15,366	7,471	0,000	3,681	6,860	10,224	14,467
Parada 4	19,047	11,152	3,681	0,000	3,179	6,543	10,786
Parada 5	22,226	14,332	6,860	3,179	0,000	3,364	7,607
Parada 6	25,590	17,695	10,224	6,543	3,364	0,000	4,243
Parada 7	29,833	21,938	14,467	10,786	7,607	4,243	0,000

En esta matriz se tiene el tiempo de recorrido teórico que tardaría un vehículo en ir de un nodo a otro siguiendo el recorrido real de la ruta



Zona sureste con nueva ruta.

Se genera una ruta nueva de autobuses, que suple la necesidad en la zona sureste, se tiene ahora un área de 75,81% en lugar del 61,08%, incremento en un 14,73%



## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

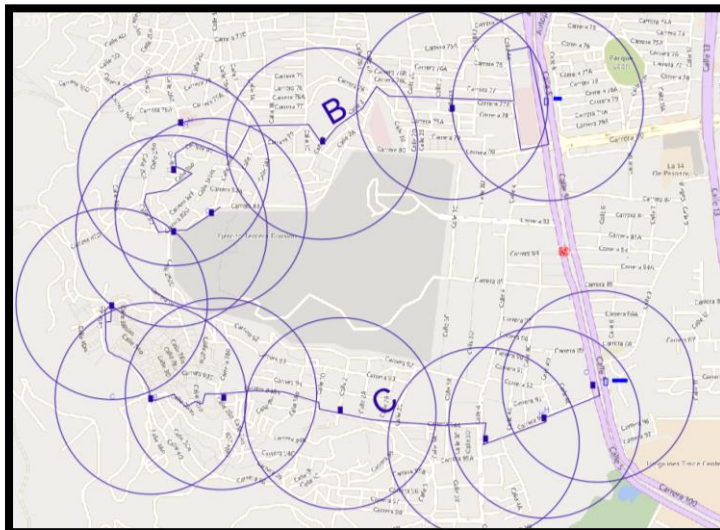
## 6.2.9 Mejorando rutas existentes

Ruta antigua circular en un solo sentido  
 Se analizó con Dgis  
 Resultados:

- Tiempo máximo de recorrido : 32,5 minutos
- Diferencia porcentual máxima entre recorrido mínimo teórico y real, 97,39%



Vista aérea de la ruta circular estudiada.



Dos no circulares, reemplazan la circular.



Ruta circular estudiada.





### Índice

1. Introducción
2. Contexto y justificación
3. Objetivos
4. Metodología
5. Estado del arte
6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
7. Conclusión y futuras líneas de investigación
8. Bibliografía

### 6.2.9 Mejorando rutas existentes Ruta B y Ruta C

#### Ruta B

Se observan los resultados topológicos arrojados por Dgis, es importante destacar el tiempo de recorrido que se ha acortado significativamente, siendo la simulación corrida a 13 kilómetros por hora en promedio, dando el tiempo mayor de 13,67 minutos, lo que equivale a 14 minutos aproximadamente.

#### Ruta C

Destacar el tiempo de recorrido que se ha acortado significativamente, siendo la simulación corrida a 13 kilómetros por hora en promedio, dando el tiempo mayor de 12.28 minutos, lo que equivale a 13 minutos aproximadamente.

Queda en evidencia entonces la superioridad que existe en las rutas lineales (amenos en este caso en particular), con respecto a las circulares, se ha mejorado el tiempo de recorrido que cualquier pasajero pues en la ruta original el tiempo máximo de recorrido para un pasajero era de 32.5 minutos, mientras que en el peor de los casos con las nuevas rutas el pasajero tendrá que recorrer máximo 14 minutos, lo que supone una importante disminución de tiempo de recorrido de cara al usuario del 56,92%.

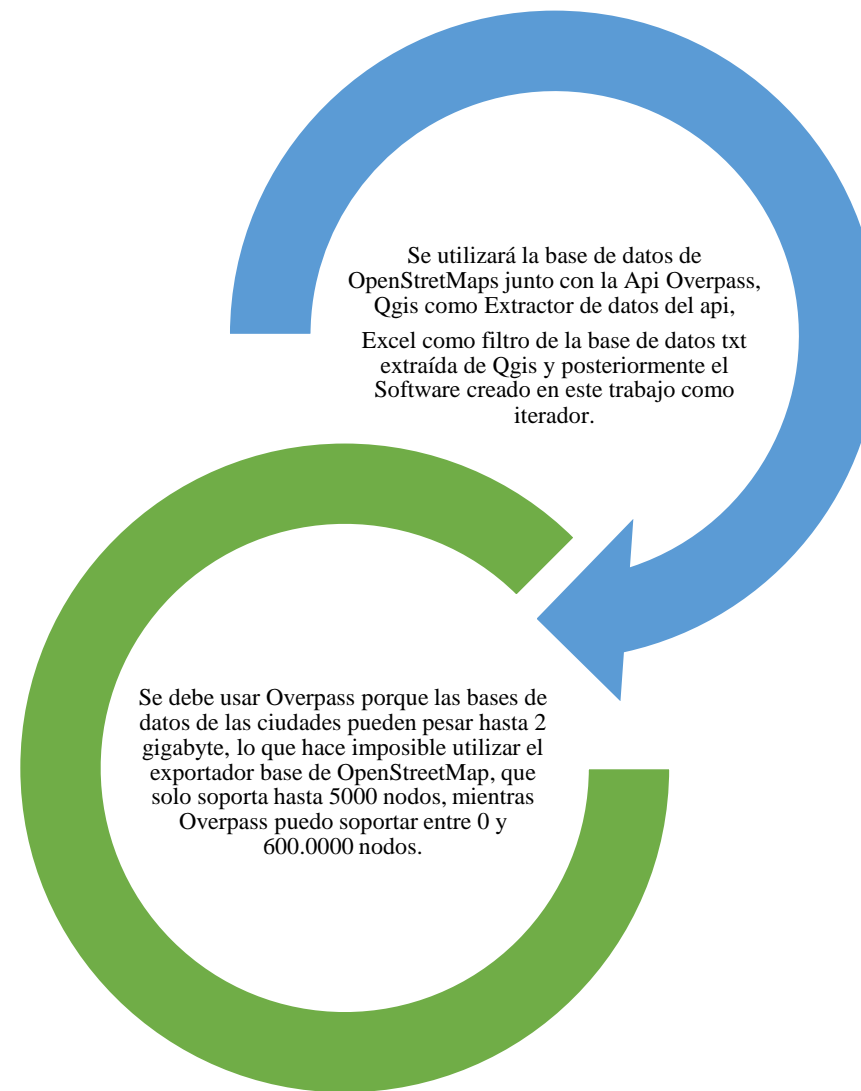


### Índice

1. Introducción
2. Contexto y justificación
3. Objetivos
4. Metodología
5. Estado del arte
6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
7. Conclusión y futuras líneas de investigación
8. Bibliografía

### 6.3 Aplicabilidad del software a múltiples ciudades del mundo

Nivel de asertividad al medir el nivel de accesibilidad de las distintas zonas en esas ciudades para quienes requieren moverse en ellas usando transporte público y peatonal, información que necesariamente debe disponer un equipo urbanizador para reorganizar la accesibilidad de una ciudad a favor de sus residentes y visitantes.





## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

## 6.3.1 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis

### DUBLÍN-IRLANDA

By David Alejandro Ramirez Cajigas

rellene los valores , puede revisar el manual [Manual de usuario](#) [Recomendaciones](#)

limite inferior       % area alcanzada   
 limite superior       lado 1, metros   
 area de influencia en metros       lado 2, metros   
 Area estudiada metros cuadrados   
 Numero de paradas con al menos otra en rango   
 Numero de paradas sin al menos otra en rango   
 numero paradas/nodos a evaluar   
 area blanca de influencia nodos/paradas

OpenStreetMap [Editar](#) [Histori](#)

Buscar  [Ir](#) [Ir](#)

Exportar

y1  Y1  
 x1  X1      x2  X2  
 y2  Y2

velocidad media  Lo normal es que el valor sea 13km/h  
 velocidad maxima  Lo normal es que el valor Lo normal es que el valor

[iniciar](#) [cargar imagen](#) [encontrar coordenadas](#) [Medidas Topológicas de Accesibilidad](#)  
[iniciar 2](#)

notas: Iniciar 2, no genera archivo .atx solo arroja resultados iniciales

[Instagram](#) [LinkedIn](#)



### By David Alejandro Ramirez Cajigas

rellene los valores , puede revisar el manual [Manual de usuario](#) [Recomendaciones](#)

limite inferior       % area alcanzada   
 limite superior       lado 1, metros   
 area de influencia en metros       lado 2, metros   
 Area estudiada metros cuadrados   
 Numero de paradas con al menos otra en rango   
 Numero de paradas sin al menos otra en rango   
 numero paradas/nodos a evaluar   
 area blanca de influencia nodos/paradas

OpenStreetMap [Editar](#) [Histori](#)

Buscar  [Ir](#) [Ir](#)

Exportar

y1  Y1  
 x1  X1      x2  X2  
 y2  Y2

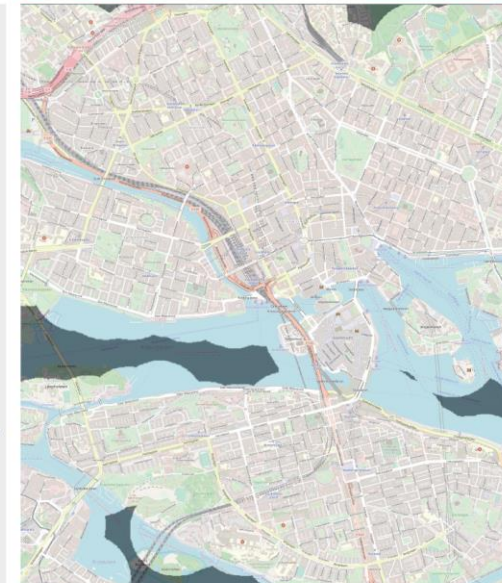
velocidad media  Lo normal es que el valor sea 13km/h  
 velocidad maxima  Lo normal es que el valor Lo normal es que el valor

[iniciar](#) [cargar imagen](#) [encontrar coordenadas](#) [Medidas Topológicas de Accesibilidad](#)  
[iniciar 2](#)

notas: Iniciar 2, no genera archivo .atx solo arroja resultados iniciales

[Instagram](#) [LinkedIn](#)

### ESTOCOLMO-SUECIA

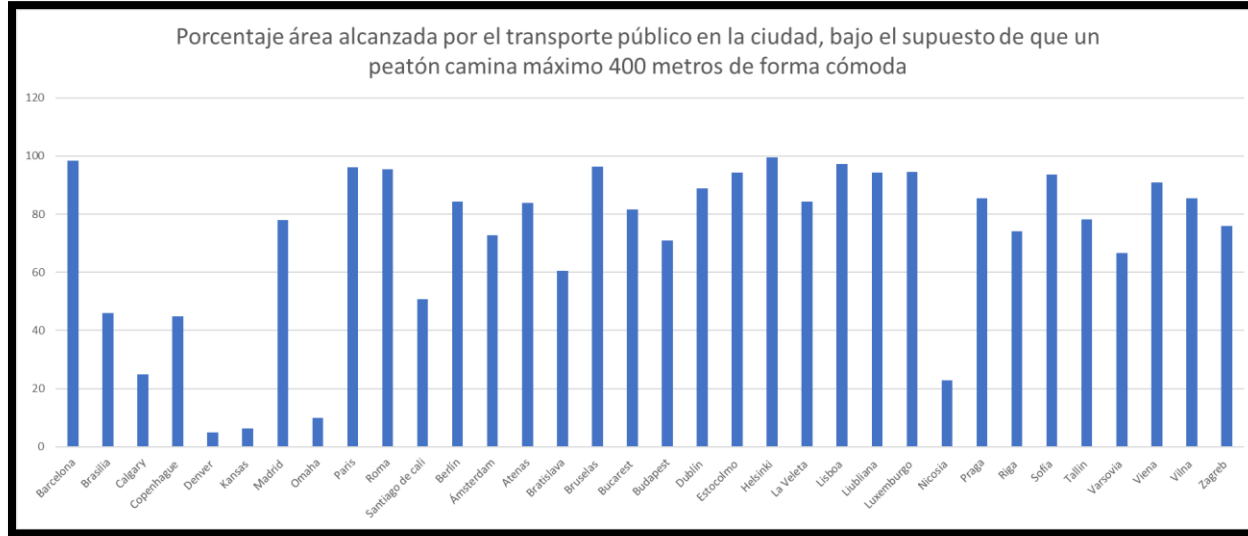




## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

### 6.3.1 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis



Resumen que muestra el porcentaje área alcanzada por el transporte público en la ciudad, bajo el supuesto de que un peatón camina máximo 400 metros de forma cómoda, de forma grafica

**By David Alejandro Ramirez Cajigas**

rellene los valores , puede revisar el manual [Manual de usuario](#) [Recomendaciones](#)

limite inferior  % area alcanzada

limite superior  lado 1, metros

area de influencia en metros  lado 2, metros

**OpenStreetMap**

Buscar

**Exportar**

y1  Y1

x1  X1

x2  X2

y2  Y2

Numero de paradas con al menos otra en rango

Numero de paradas sin al menos otra en rango

numero paradas/nodos a evaluar

area blanca de influencia nodos/paradas

velocidad media  Lo normal es que el valor sea 13km/h

velocidad maxima  Lo normal es que el valor sea 50km/h o 60 km/H

[Instagram](#) [Linkedin](#) [Linkedin](#)

**CALGARY-CANADÁ**

Ciudad	País	Continente	Zona analizada	Porcentaje área alcanzada por el transporte público en la zona
Amsterdam	países bajos	Europa	Ciudad	72.64
Atenas	Grecia	Europa	Ciudad	83.8
Barcelona	España	Europa	Ciudad	98.43
Berlin	Alemania	Europa	Ciudad	84.29
Brasilia	Brasil	Sur América	Ciudad	46.07
Bratislava	República Eslovaca	Europa	Ciudad	60.48
Bruselas	Bélgica	Europa	Ciudad	96.35
Bucarest	Rumania	Europa	Ciudad	81.67
Budapest	Hungría	Europa	Ciudad	70.97
Calgary	Canadá	Norte América	Barrio centrico	97.95
Calgary	Canadá	Norte América	Barrio periférico	54.78
Calgary	Canadá	Norte América	Ciudad	24.96
Copenhague	Dinamarca	Europa	Barrio centrico	98.81
Copenhague	Dinamarca	Europa	Ciudad	44.83
Denver	Estados unidos de América	Norte América	Barrio centrico	79.68
Denver	Estados unidos de América	Norte América	Ciudad	4.96
Dublin	Irlanda	Europa	Ciudad	88.94
Estocolmo	Suecia	Europa	Ciudad	94.3
Helsinki	Finlandia	Europa	Ciudad	99.52
Kansas	Estados unidos de América	Norte América	Ciudad	6.33
La Voleta	Malta	Europa	Ciudad	84.35
Lisboa	Portugal	Europa	Ciudad	97.19
Liubliana	Eslovenia	Europa	Ciudad	94.25
Los ángeles	Estados unidos de América	Norte América	Barrio periférico	73.98
Luxemburgo	Luxemburgo	Europa	Ciudad	94.62
Madrid	España	Europa	Berrio centrico	96.6
Madrid	España	Europa	Ciudad	77.88
Nicosia	Chipre	Europa	Ciudad	22.88
Omaha	Estados unidos de América	Norte América	Barrio centrico	30.66
Omaha	Estados unidos de América	Norte América	Ciudad	10
Paris	Francia	Europa	Barrio centrico	99.83
Paris	Francia	Europa	Ciudad	96.12
Praga	República Checa	Europa	Ciudad	85.51
Riga	letonia	Europa	Ciudad	74.11
Roma	Italia	Europa	Ciudad	95.34
Sanatiago de Chile	Chile	Sur América	Barrio centrico	99.98
Santiago de cali	Colombia	Sur América	Barrio periférico	34.27
Santiago de cali	Colombia	Sur América	Ciudad	50.84
Sofia	Bulgaria	Europa	Ciudad	93.59
Tallin	Estonia	Europa	Ciudad	78.21
Varsovia	Polonia	Europa	Ciudad	66.65
Viena	Austria	Europa	Ciudad	90.96
Vilna	Lituania	Europa	Ciudad	85.36
Zagreb	Croacia	Europa	Ciudad	76.03



### Índice

1. Introducción
2. Contexto y justificación
3. Objetivos
4. Metodología
5. Estado del arte
6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
7. Conclusión y futuras líneas de investigación
8. Bibliografía

### 6.3.2 Análisis de las ciudades

#### Ciudades europeas

- Cuentan con un área alcanzada por el sistema de transporte muy cercano al 100%.

#### Ciudades estadounidenses

- Tienen un área alcanzada por el sistema de transporte aceptable solo en la zona céntrica.
- Zonas periféricas, estas ciudades tienen un porcentaje de área cercano a tan solo el 10%
- El peatón a segundo plano, se ha diseñado una ciudad para los coches y carecen de atractivo a medida que se separa de la zona central, rectificando lo que dicen los autores del marco teórico.

#### Ciudades canadienses

- Siguen el mismo esquema estadounidense, aunque su área alcanzada fue cercana al 24%
- El peatón a segundo plano, se ha diseñado una ciudad para los coches y carecen de atractivo a medida que se separa de la zona central, rectificando lo que dicen los autores del marco teórico.

#### Ciudades suramericanas

- Santiago de Cali-Colombia, Santiago de Chile- Chile y Brasilia – Brasil, presentan una unión entre la ciudad europea y la norte americana, llegando al porcentaje del 50% al 100% de área total.
- Sin embargo, carecen de atractores para la vida diaria del ciudadano, quien así no disfruta de su ciudad, pues esta no fue hecha para la gente.

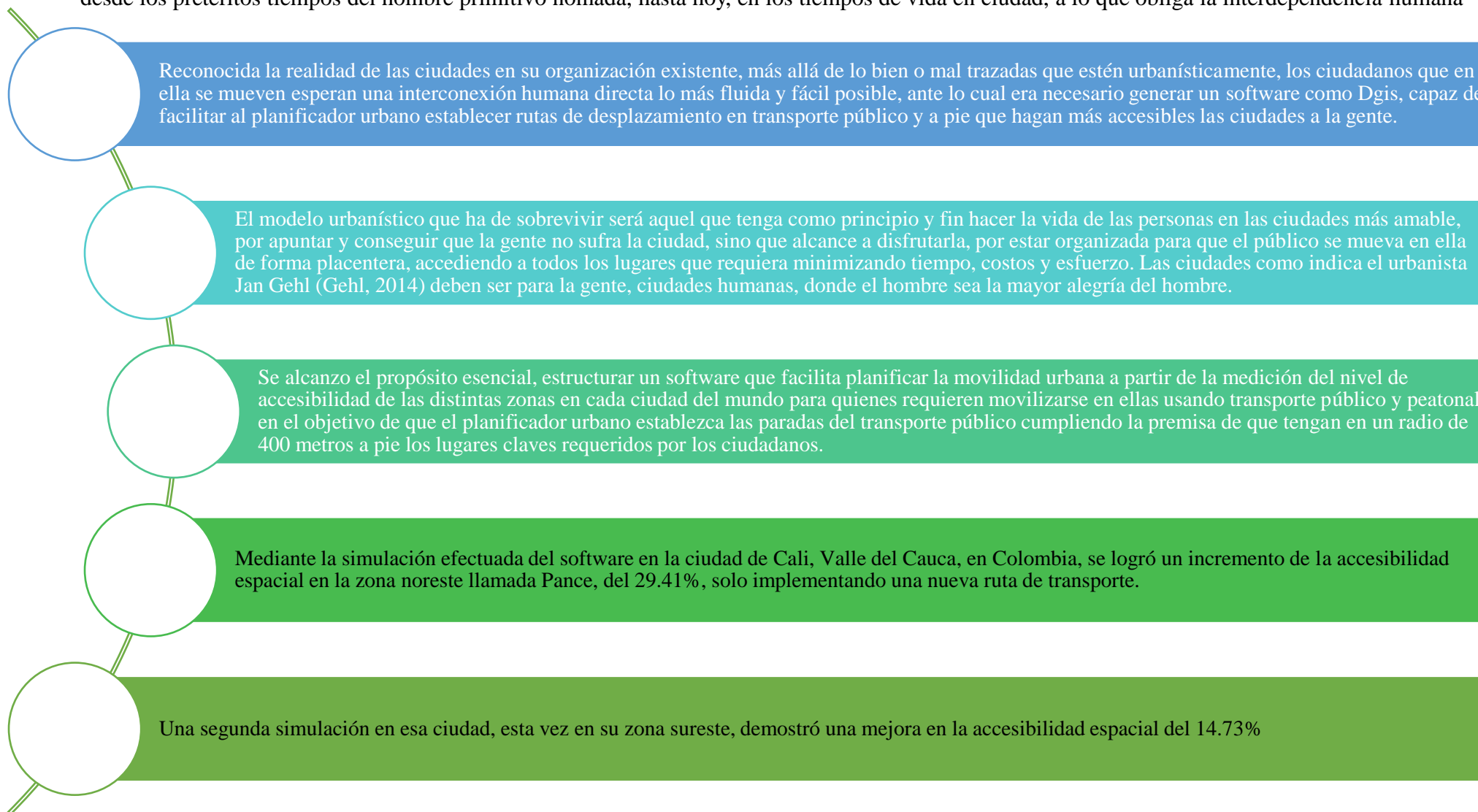


## 7. Conclusión y futuras investigaciones

### Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

Él estudió permitió, materializar un programa digital surgido del precepto que para la humanidad siempre ha sido un problema por resolver su movilidad, desde los pretéritos tiempos del hombre primitivo nómada, hasta hoy, en los tiempos de vida en ciudad, a lo que obliga la interdependencia humana





## 7. Conclusión y futuras investigaciones

### Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía





### Índice

1. Introducción

2. Contexto y justificación

3. Objetivos

4. Metodología

5. Estado del arte

6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial

6.1 Estructura del programa

6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)

6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.

7. Conclusión y futuras líneas de investigación

8. Bibliografía

Arup Group. (2016). *Cities Alive Towards a walking world*. Londres: Arup.

Aristóteles. (Siglo IV a. C .juliano). *Política* . Siglo IV a. C.juliano.

Banco Mundial . (2021). *datos.bancomundial.org*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS?end=2019&start=1960&view=chart>

Ben Welle, Q. L.-S. (2019). *Ciudades Más Seguras Mediante El Diseño*. Obtenido de <https://publications.wri.org/citiessafer/es/>

Cáceres, A. M. (1988). *Los indicadores de accesibilidad y su papel decisor en las inversiones en infraestructuras de transporte*. Aplicaciones en la comunidad de Madrid.

Caceres, A. M. (1988). *Los indicadores de accesibilidad y su papel decisor en las inversiones en infraestructuras de transporte. Aplicaciones en la comunidad de madrid*. Madrid: universidad politecnica de madrid.

dajome, S. m. (2016). *Análisis de accesibilidad en el área metropolitana de santiago de cali desde la perspectiva del transporte público intermunicipal*. Santiago de Cali.

DANE. (dic de 2018). <https://www.dane.gov.co/>. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190711-CNPV-presentacion-valle.pdf>

Davies, L. (2000). *urban desing compendium*. Londres: english partnerships the housing corporation.

Delbocs, A. (2011). The spatial context of transport disadvantage, social exclusión and well-being.

Dirk Helbing, P. M. (2001). Self-organizing pedestrian movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*, volume 28, pages 361 - 383.

el pais. (22 de abril de 2018). *el pais*. Obtenido de <https://www.elpais.com.co/cali/deberia-ser-el-bulevar-del-rio-una-zona-de-tolerancia-a-la-cerveza.html>

Fernandez Santamaria, F. (2000.). *Transporte público de viajeros y accesibilidad en la provincia de Albacete, Tesis Doctoral*. Albacete.

Foucault, M. (1975). Vigilar y Castigar Nacimiento de la prisión. En M. Foucault, *Surveiller et punir*. Paris: Siglo Veintiuno Editores.





## 8. Bibliografía

### Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

- Fundicot. (2021). *10 ciot : Recuperación, transformación y resiliencia: el papel del territorio*. Valencia España: Asociación Interprofesional de Ordenación del Territorio FUNDICOT ISBN: 978-84-9133-414-9.
- Gehl, J. (2014). *Ciudades para la gente*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Infinito.
- Greed, C. H. (1999). *Social Town Planning Planning*. London And New York: Routledge.
- Hugo, V. (1831). *Nuestra Señora de París*. Paris.
- Immanuel, K. (edición 2017, original 1781). *Critica de la razón pura*. Escrito en el reino de prusia actual alemania y polonia: GREDOS.
- Izquierdo, R. (1991). *Transportes un Enfoque Integral*. Madrid España: ETS DE INGENIEROS DE CAMINOS.
- Jacobs, J. (1961). *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Random House, New York: Random House, ISBN 0-679-74195-X.
- Kissinger, H. A. (1996). *Diplomacy*. Barcelona : Ediciones B, S.A. ISBN: 84-406-6137-1.
- Kurt W. Bauer, P. R. (2010). *City Planning for civil engineers, environmental engineers, and surveyors*. Boca Raton: CRC PRESS, Taylor & Francis Group.
- le xpress. (22 de 04 de 2013). Obtenido de Paris: la place de l'Hôtel de Ville devient l'Esplanade de la Libération: [https://www.lexpress.fr/culture/paris-la-place-de-l-hotel-de-ville-devient-l-esplanade-la-liberation\\_1243181.html#Jx8JwT9ILQQPBqYY.99](https://www.lexpress.fr/culture/paris-la-place-de-l-hotel-de-ville-devient-l-esplanade-la-liberation_1243181.html#Jx8JwT9ILQQPBqYY.99)
- Leslie Martin, L. M. (1976). *Cambridge urban and architectural studies 3. Urban modelling*. London • New York • Melbourne: Cambridge university press.
- Organizacion mundial de la salud. (2013). *Seguridad peatonal: manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales*. Ginebra : Ediciones de la OMS ISBN 978 92 4 350535.
- Ramirez Cajigas, D. A. (2018). *Diseño de la distribución espacial de las rutas del sistema mio de acuerdo con la calidad del servicio percibido en la comuna 18*. Cali: Pontificia universidad javeriana cali.
- Sachs-Jeantet. (1995). *Ciudad y gestion de las transformaciones sociales*. Paris: UNESCO organizacion de las Naciones unidad para la educacion , ciencia y cultura.
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de operaciones*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN,.



## 8- Bibliografía

### Índice

1. Introducción
2. Contexto y justificación
3. Objetivos
4. Metodología
5. Estado del arte
6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
  - 6.1 Estructura del programa
  - 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
  - 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
7. Conclusión y futuras líneas de investigación
8. Bibliografía

Vázquez, C. G. (2016). *Teorías e historia de la ciudad contemporánea*. Barcelona: Gustavo Gili, SL, Barcelona.

visit oslo. (s.f.). *visit oslo*. Obtenido de <https://www.visitoslo.com/no/aktiviteter-og-attraksjoner/omraader/aker-brygge-tjuvholmen/>

Wikipedia. (1925). *odel of the Plan Voisin for Paris by Le Corbusier displayed at the Nouveau Esprit Pavilion (1925)*. Obtenido de wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Le\\_Corbusier#/media/Archivo:Plan\\_Voisin\\_model.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Le_Corbusier#/media/Archivo:Plan_Voisin_model.jpg)

Wikipedia. (05 de 03 de 2021). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Place\\_de\\_1%27H%C3%B4tel-de-Ville](https://es.wikipedia.org/wiki/Place_de_1%27H%C3%B4tel-de-Ville)

Wikipedia. (2021). *Wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Henry\\_Kissinger](https://es.wikipedia.org/wiki/Henry_Kissinger)

Yepes, J. L. (1946 2005). *Las tesis doctorales : producción, evaluación y defensa*. Madrid.



# 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial



## Índice

- 1. Introducción
- 2. Contexto y justificación
- 3. Objetivos
- 4. Metodología
- 5. Estado del arte
- 6. Diseño y desarrollo de software para medir la accesibilidad topológica y espacial
- 6.1 Estructura del programa
- 6.2 Aplicación práctica a Cali (Colombia)
- 6.3 Treinta y cuatro ciudades analizadas usando Dgis.
- 7. Conclusión y futuras líneas de investigación
- 8. Bibliografía

## 6.3.3 X CIOT 2021 10 Congreso Internacional de Ordenación del Territorio

Dgis se ha diseñado para este trabajo de fin de máster, aun así, se presentó como propuesta al “X CIOT 2021 10 Congreso Internacional de Ordenación del Territorio”, celebrado en Valencia España los días 17,18 y 19 de noviembre de 2021, dentro de la categoría EJE C: Agenda urbana y metropolitana; hacia ciudades y territorios más saludables, EJE C-3: Movilidad sostenible intraurbana y metropolitana. Dentro de la categoría de poster y la categoría de ponencia/comunicación.

**EJE C.3: Movilidad sostenible intraurbana y metropolitana**

Escenarios participativos para la movilidad sostenible. Caso de Madrid.....	987
<i>Juan Balea Aneiros, Charlotte Astier y Richard J Hewitt</i>	
Efecto estructurante de los transportes en un área metropolitana y sus implicaciones para la movilidad sostenible .....	997
<i>Carmen Zornoza Gallego, Julia Salom Carrasco y Juan Miguel Albertos Puebla</i>	
Movilidad sostenible y saludable en bicicleta (MSSB) en el Área Metropolitana de València. Horizonte 2030. ¿Utopía o realidad? .....	1013
<i>Javier Iturrino-Guerrero</i>	
<b>Dgis:</b> Software de análisis y diseño de transporte urbano e interurbano basado en accesibilidad .....	<b>1031</b>
<i>David Alejandro Ramírez Cajigas</i>	
Mejora de la accesibilidad territorial de áreas rurales con acceso a estaciones ferroviarias de alta velocidad a través de un procedimiento intermodal .....	1047
<i>Modesto Soto Fuentes, Luis Ángel Sañudo Fontaneda y Jorge Rocas García</i>	
<b>Dgis:</b> Software de análisis y diseño de transporte urbano e interurbano basado en accesibilidad (póster) .....	<b>1061</b>
<i>David Alejandro Ramírez Cajigas</i>	
Mejora de la accesibilidad territorial de áreas rurales con acceso a estaciones ferroviarias de alta velocidad a través de un procedimiento intermodal (póster) .....	1063
<i>Modesto Soto Fuentes, Luis Ángel Sañudo Fontaneda y Jorge Rocas García</i>	

Fragmento del índice del libro del congreso donde Dgis se ha mostrado (Fundicot, 2021).

**Software de análisis y diseño de transporte urbano e interurbano basado en accesibilidad**

**RESUMEN**  
En el propósito de contribuir a mejorar la movilidad sostenible intraurbana y metropolitana, se diseñó el software Dgis, aplicable por planificadores urbanos para medir la accesibilidad en ciudades, para quienes requieren movilizarse en ellas usando transporte público, con recorridos medios de 400 metros para el peatón aceptado por el urbanismo moderno. El principio orientador fue conseguir que el urbanismo tenga como meta crear o reorganizar ciudades para la felicidad de la gente.

**ABSTRACT**  
In order to contribute to improving sustainable intra-urban and metropolitan mobility, the Dgis software was designed, applicable by urban planners to measure accessibility in cities, for those who need to move in them using public transport, with average distances of 400 meters for pedestrians, accepted by modern urbanism. The guiding principle was to ensure that urban planning aims to create or reorganize cities for the happiness of the people.

**34 Ciudades analizadas**

Este trabajo muestra tres componentes principales que miden el urbanismo, cada componente está pensado para poder ser interactuado por cualquier persona, aunque cada uno tiene un nivel de complejidad diferente.

El primer componente es el cálculo de zonas de influencia o buffers dentro de una ciudad, se tienen como datos de entrada las coordenadas de las estaciones que se desean evaluar. Esta información se puede obtener de bases de datos primarias de las autoridades de tránsito, o bien se puede generar como los de OpenStreetMap, los datos de salida son resultados de mapas de mapas interactivos en un navegador web.

El segundo componente es una herramienta capaz de visualizar copias de una zona en la ciudad, en un mapa del para probar donde poner estaciones nuevas, eliminar viejas o reemplazar nuevas rutas de transporte, las coordenadas se arrojan en un archivo json (Dgis) para finalizar esta función, este requiere datos geográficos obtenidos en openstreetmap.

El tercer componente, es capaz de medir la topología (estructura geométrica) de una zona de transporte público urbana o interurbana, dando como dato de entrada la matriz de distancias de ruta y la coordenada de las estaciones. El resultado se da en un archivo json (Dgis) para finalizar esta función, este requiere datos geográficos obtenidos en openstreetmap, en el cual altera el tiempo al momento de planear rutas.

La validación del programa de ha realizado en dos partes, en primer lugar, se analiza una zona de la ciudad (Santiago de Cali Colombia) utilizando datos suministrados por la entidad que controla el transporte en la ciudad. Dentro de esta validación se probaron los tres componentes principales de Dgis, obteniendo resultados satisfactorios. En segundo lugar, se analizaron 34 ciudades del mundo, incluyendo las 27 capitales de los 27 estados miembros de la unión europea, para este análisis se utilizaron datos públicos abiertos de openstreetmap.

**Porcentaje área alcanzada por el transporte público en la ciudad, bajo el supuesto que un peatón camina máx. 400 metros de forma cómoda**

**Se buscan los puntos coordenados de las paradas de autobuses utilizando el software Dgis.**

**Representación grafica de la ruta**

**Resultados**

**Los usos prácticos del software son amplios:**

- Puede servir de apoyo en una red de transporte y evaluar el desempeño de una zona de transporte y evaluar el desempeño de una zona de transporte.
- Puede servir de apoyo en una red de transporte y evaluar el desempeño de una zona de transporte.
- Puede servir de apoyo en una red de transporte y evaluar el desempeño de una zona de transporte.

**Resultados**

**3**

David Alejandro Ramírez Cajigas

Fragmento del índice del libro del congreso (Fundicot, 2021).