# CAPÍTOL 1:ANÀLISI BIBLIOGRÀFIC SOBRE LA CAPTACIÓ DE VIANANTS AL TRANSPORT PÚBLIC I L'ESTIMACIÓ DEL TERRITORI SERVIT.

## 1.1 Introducció

En aquest capítol descriurem i comentarem la informació que hem obtingut sobre la captació de vianants al transport públic, indicant les fonts bibliogràfiques que hem consultat.
Concretament, ens fixarem en els mètodes que existeixen per estimar l'àrea servida per un mitjà de tranport, és a dir:

-Quina distància d'accés es considera.
-Quins mètodes s'utilitzen per obtenir-la (enquestes als usuaris...)
-Com pot variar aquesta distància i en funció de quins factors.

## 1.2 Fonts consultades i informació obtinguda

Les fonts bibliogràfiques existents que parlen amb detall sobre l'estimació de l'àrea servida per un mitjà de transport són escasses, ja que es tracta d'un tema sobre el que s'ha investigat poc.
Malgrat això, sí que hem pogut trobar algunes fonts, que ens han donat certa informació rellevant relacionada amb càlcul d'àrees servides. Aquestes fonts són del següent tipus:

-Informes tècnics
-Estudis de planejament.
-Articles de revistes i publicacions especialitzades.
-Altres tesines d'alumnes de l'ETSECCPB.

La informació obtinguda en aquestes fonts es pot desglossar en els següents temes:

-Modelització del viatge a peu.
-Valors considerats per a les distàncies d'accés.
-Distribució de les distàncies caminades pels usuaris. Relació de la distància mitjana recorreguda amb la distància entre parades.
-Efectes de la trama urbana. Càlcul de distàncies promig de viatges interns.
-Influència de la distribució de les parades i de la ubicació dels accessos.
-Mètodes per a la obtenció de l'àrea servida: enquestes als usuaris.

En els propers apartats comentarem allò més rellevant del que hem obtingut sobre aquests temes.

## 1.3 Modelització del viatge a peu

Donat que al llarg d'aquest estudi tractarem la captació de vianants al transport públic, i, sobretot, les distàncies que els usuaris estan disposats a recórrer a peu per arribar-hi, és bo que tinguem unes nocions sobre algun estudi previ que s'hagi realitzat, que modelitzi els viatges a peu.

L'estudi que hem pres com a referència és la tesina realitzada per Ibáñez (1997), que tracta diversos aspectes relacionats amb els viatges a peu, i també sobre l'accessibilitat per les persones vulnerables.
Aquesta tesina desenvolupa un model matemàtic per a calcular l'esforç que representa un desplaçament a peu, i proposa una fórmula del següent tipus:

Esforç = A·distància + B·edat + C·pendent + D·càrregues + E·limitacions físiques + F

*Fórmula 1.1: Modelització del viatge a peu.*
*Font: Ibáñez (1997)*

Els factors que intervenen en aquest model són de dos tipus:

-Factors relacionats amb el vianant (limitacions físiques, càrregues que porta i edat)

-Factors relacionats amb les condicions del recorregut (distància i pendent)

Aquest model és d'interès per a l'estudi que ens ocupa, i ens ajudarà a decidir quins factors tindrem en compte quan modelitzem al capítol 2 la distància d'accés al metro.

D'altra banda, aquesta tesina també proporciona taules de valors, procedents d'altres fonts, que indiquen quina pot ser la influència d'alguns d'aquests factors. A continuació mostrem algunes d'elles:

| Grup | %viatges | longitud(m) | temps(min) |
|---|---|---|---|
| **homes < 25 anys** | 10'2 | 458 | 4'70 |
| **homes 25-50 anys** | 35'1 | 623 | 6'83 |
| **homes > 50 anys** | 6'5 | 522 | 6'50 |
| **dones < 25 anys** | 28'8 | 490 | 5'80 |
| **dones 25-50 anys** | 14'6 | 440 | 5'47 |
| **dones > 50 anys** | 4'8 | 379 | 5'59 |
| **total homes** | 51'8 | 579 | 6'39 |
| **total dones** | 48'2 | 463 | 5'67 |
| **mitja** | | 523 | 6'04 |

*Taula 1.1: Valors de la longitud mitja de recorregut per grups d'edat i sexe.*
*Font: Ibáñez (1997)*

| pendent (%) | velocitat (km/h) |
|---|---|
| 0 | 4'82 |
| 2 | 4'82 |
| 4 | 4'82 |
| 6 | 4'61 |
| 8 | 4'28 |
| 10 | 3'74 |
| 12 | 3'38 |
| 14 | 3'06 |
| 16 | 2'84 |
| 18 | 2'63 |

*Taula 1.2: Velocitat dels vianants en rampes.*
*Font: Ibáñez (1997)*

La taula 1.1 ens ofereix dades sobre els valors de les distàncies recorregudes als desplaçaments peatonals, el qual ja ens dóna una idea de la magnitud que pot tenir la distància d'accés a un transport públic. És evident que aquesta distància hauria de ser inferior als valors que s'exposen en aquesta taula, ja que sinó no hi haurà usuaris potencials per aquest transport.
La taula 1.2 ens indica com influeix el pendent del recorregut en la velocitat del vianant. Observem que el pendent influeix a partir d'un cert valor (4-5%), i que la velocitat disminueix a mesura que el pendent augmenta. Aquesta influència del pendent es veurà reflectida també a la modelització de la distància d'accés al metro que tractarem al capítol 2 d'aquest estudi.
La tesina d'Ibáñez (1997) també tracta altres limitacions pel vianant relacionades amb la fesomia dels carrers: l'efecte barrera de les grans avingudes, les voreres estretes, la presència de vehicles aparcats a les voreres...; així com també la molèstia que pot causar pel vianant la brutícia dels carrers, la presència de passos subterranis en mal estat... Tots aquests condicionants del viatge a peu també mereixen ser tinguts en compte.
Per últim, comentem que altres fonts consultades també fan referència als factors de fesomia dels carrers com una limitació pel vianant, com ara l'estudi de O'Sullivan-Morrall.

## 1.4 Valors considerats per a les distàncies d'accés

Per a conèixer quins són els valors que s'acostumen a prendre com a distància d'accés o radi de cobertura d'un mitjà de transport públic, hem consultat diversos informes tècnics, estudis de planejament i tesines. A continuació recollim tots aquests valors en una taula.

| **mitjà de transport considerat** | **valor de la distància d'accés** | **font** |
|---|---|---|
| línia d'autobús interurbà | 220 m (parades urbanes)<br>475 m (parades de carretera) | Intra S.L. (1999), basat en enquestes |
| línia d'autobús urbà | 250 m | Mobilitas S.L. (2002) |
| metro lleuger | 400 m | Pujol (1998) |
| metro | 500 m | Pujol (1998) |
| metro | 400 m (mesurats des de l'andana) | Puig-Thorson (1984) |

*Taula 1.3: Valors de les distàncies d'accés a diversos mitjans de transport públic.*

Observem que els valors que es prenen per a parades de línies d'autobús (al voltant d'uns 250 m) són, en general, inferiors a les que es prenen per a parades de metro (de 400 o 500 m).
Amb aquestes dades ja tenim una altra referència del valor que haurem d'obtenir al capítol 2 per a una distància d'accés tolerable al metro.

## 1.5 Distribució de les distàncies recorregudes pels ususaris. Relació de la distància mitjana recorreguda amb la distància entre parades.

Alguns estudis consultats es fixen en la distribució de les distàncies que recorren els usuaris per arribar a un mitjà de transport públic. Per exemple, l'estudi de Intra S.L. (1999) determina aquesta distribució empíricament, a partir de dades d'enquestes, i prenen com a distància representativa la corresponent al percentil del 85% d'aquesta distribució.
Destaquem també l'estudi de Lutin et al. (1981), que ofereix un conjunt de models analítics molt complet per aquestes distribucions, incloent no solament distribucions per a distàncies recorregudes a peu, sinó també per a distàncies recorregudes amb automòbil, des de l'origen fins la parada, seguint el sistema park-and-ride. Tots aquests models han estat elaborats a partir de dades de distàncies d'accés per a diversos mitjans de transport, procedents d'enquestes realitzades en ciutats americanes. Les distribucions acumulades que es presenten tenen formes parabòliques, exponencials, logarítmiques i d'altres.
Per últim, l'informe de Rosselló (2000), descriu un estudi detallat que va dur a terme l'empresa consultora INTRA S.L., per encàrrec conjunt de la DG de Ports i Transports de la Generalitat i l'empresa Soler i Sauret. En aquest estudi es dedueix un model de regressió segons el qual la distància d'accés mitjana dels usuaris de parades de l'autobús depèn només de la distància a vol d'ocell entre la parada en qüestió i la següent (i no l'anterior), segons l'expressió:

$$x\ (m) = 96 + 0'0008 \cdot d^2,$$

on d és la distància a vol d'ocell entre la parada i la següent, expressada en metres

*Fórmula 1.2: Modelització de la distància mitjana recorreguda en parades d'autobús..*
*Font: Rosselló (2000)*

Val a dir que l'interval d'aplicació d'aquesta fórmula és entre 120 m i 550 m, de manera que per una distància entre parades suficientment gran no seria vàlida (donat que els usuaris no caminarien tant)
Aquest estudi també comprova que la distribució de les distàncies recorregudes pels usuaris s'ajusta força bé a la següent:

$$p(x)=\lambda^2 \cdot x \cdot e^{-\lambda x},$$

$$\text{on } \lambda \text{ es pot estimar com } \lambda = 2/\bar{x}$$

*Fórmula 1.3: Distribució de les distàncies recorregudes per usuaris d'autobús.*
*Font: Rosselló (2000)*

En l'estudi que ens ocupa, també representarem les distribucions dels valors de les distàncies d'accés que obtindrem a les enquestes. En aquest cas es tractarà de distribucions obtingudes empíricament, i la utilitat que en treurem serà prendre uns percentils concrets com a representatius d'una distància d'accés tolerable.

## 1.6 Efectes de la trama urbana. Càlcul de distàncies promig de viatges interns

La influència de la distribució dels carrers, que condiciona el tipus de mètrica del territori, també està contemplada en alguns dels estudis consultats.
L'estudi de Thorson (1979) presenta una serie de sistemes de malles, i una taula de valors de la distància promig dels recorreguts en viatges interns, en funció del tipus de malla, extrets d'un altre estudi realitzat per la TRRL (UK) als anys 70. A continuació presentem la taula esmentada:

| **tipus de malla** | **radi del cinturó interior** | **distància promig de recorregut en viatges interns** |
|---|---|---|
| viatge directe (espai isòtrop) | - | 0'905·a |
| radial | - | 1'333·a |
| cinturó exterior | - | 2'237·a |
| cinturó interior | 0'328·a | 1'240·a |
| radial-radio concèntric | - | 1'104·a |
| radial i cinturió exterior | - | 1'199·a |
| radial i cinturó interior | 0'621·a | 1'078·a |
| radial i radial - radio concèntric | - | 0'994·a |
| rectangular | - | 1'153·a |
| cinturó interior | 0'5·a | 1'285·a |
| radial i cinturó interior | 0'5·a | 1'091·a |

a = radi de la ciutat

*Taula 1.4: Distàncies promig de recorregut en viatges interns, en funció del tipus de malla. Font: Thorson (1979)*

Aquesta taula ens mostra com el valor promig d'un recorregut pot canviar molt en funció de si tenim un tipus de distribució dels carrers o un altre. Òbviament, la mínima distància és la que es recorre en un espai isòtrop, on realitzem qualsevol recorregut entre dos punts en línia recta. Podem veure que la malla que dóna un pitjor resultat és la que consisteix en un cinturó exterior, on la distància promig és de 2'237 vegades el radi de la ciutat. Si ens fixem, en canvi, en el sistema radial i radial - radio concèntric, veiem que és el que dóna el valor de la distància promig més proper al directe (0'994 vegades el radi de la ciutat, quan el directe és de 0'905 vegades aquest) i, per tant, és un bon sistema. El sistema rectangular, que es podria aplicar a la zona de l'Eixample de Barcelona, ofereix resultats pitjors, amb una distància promig de 1'153 vegades el radi de la ciutat.
Per a il·lustrar millor aquests exemples oferim la forma que tenen aquestes malles a la figura 1.1.

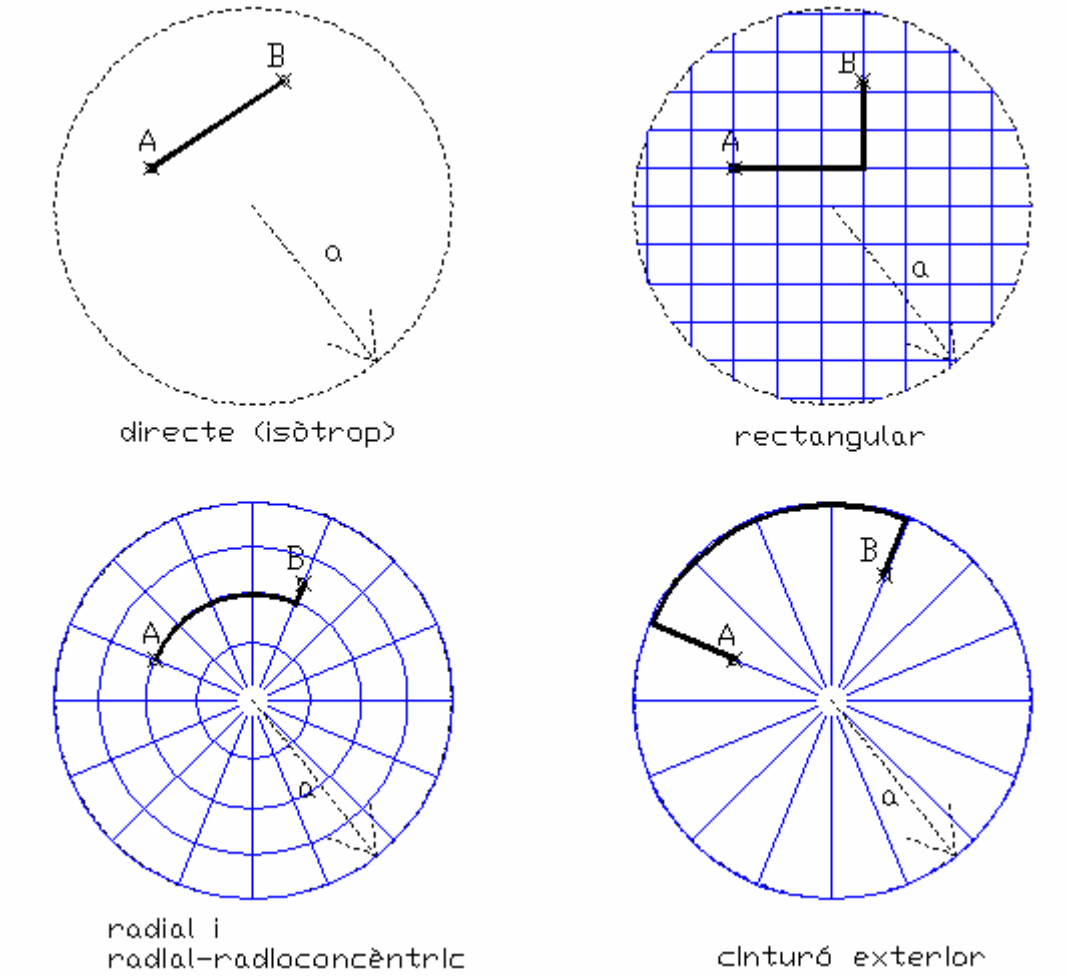


*Fig. 1.1: Exemples de malles urbanes.*
*Font: Thorson (1979)*

També destaquem l'estudi de O'Sullivan-Morrall, que utilitza un **factor de circuit**, definit de la següent manera:

$$f = \frac{d'}{d} \quad ,$$

on d' és la distància recorreguda al circuit de la malla

i d és la distància presa directament, com si l'espai fos isòtrop

*Fórmula 1.4: Obtenció del factor de circuit.*
*Font: O'Sullivan-Morrall.*

Aquest factor de circuit, que canvia en funció de la xarxa de carrers de la zona on ens trobem, serveix per a obtenir un radi d'influència, dividint la distància recorreguda al circuit de la malla pel factor. Aquest radi serviria per a traçar directament una circumferència sobre el plànol.

Per últim, hem de fer referència a l'estudi de Lutin et al. (1981), que mostra el traçat de l'àrea servida per un mitjà de transport en alguns tipus concrets de trama urbana (veure fig. 1.2)

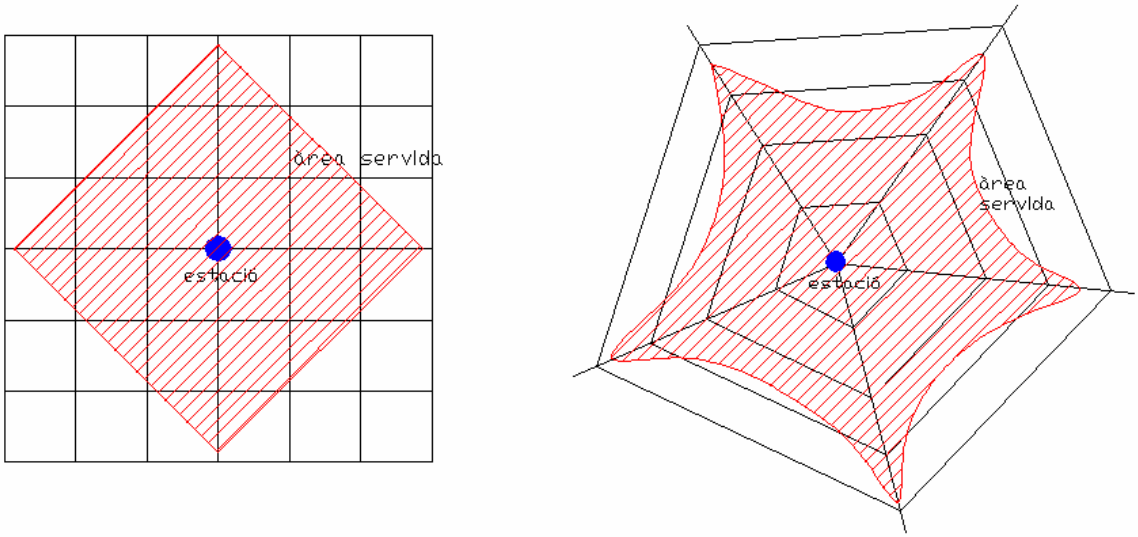


*Fig. 1.2: Forma de l'àrea servida en una trama urbana ortogonal (esquerra) i radial concèntrica (dreta). Font: Lutin et al. (1981)*

En el nostre estudi tindrem en compte la trama urbana, ja que mesurarem les longituds dels recorreguts des d'un origen cap a l'estació del metro, tot seguint la forma dels carrers.

## 1.7 Influència de la distribució de les parades i de la ubicació dels accessos

Algunes de les fonts consultades també contemplen la influència que pot tenir la distribució de les parades, en el cas de les línies d'autobús, o la ubicació dels accessos, en el cas de les línies de metro.
L'estudi realitzat per Puig-Thorson (1984) mostra com afectaria a la captació de viatgers a les estacions de metro la construcció de nous accessos, tot traçant-l'àrea servida mesurant 400 m des de l'andana. L'anàlisi mostra com en algunes estacions la proposta de nous accessos proporcionaria servei a un sector de territori considerable.
Nosaltres tindrem en compte aquest tema, però no amb tant de detall com a l'estudi de Puig-Thorson (1984), ja que no mesurarem les distàncies des de l'andana. Tan sols tindrem en compte, a les estacions per on passin vàries línies, els accessos que portin directament a la línia que ens interessa (veure capítol 2, apartat 2.8.1.1)

## 1.8 Mètodes per a la obtenció de l'àrea servida: enquestes als usuaris

Tots els mètodes que es descriuen a les fonts consultades per a l'estimació d'una distància d'accés a un mitjà de transport públic (i per tant, de l'àrea servida per aquest), es basen en enquestes als usuaris.
L'estudi de O'Sullivan-Morrall descriu la metodologia utilitzada a la ciutat de Calgary, que es basa en enquestes als usuaris realitzades durant 20 dies entre octubre i novembre

de l'any 1993, i març i juny del 1994. En aquestes enquestes es demanava als usuaris com havien arribat a l'estació del mitjà de transport públic, a quina estació baixarien, d'on partien i on anaven, amb quina freqüència utilitzaven el mitjà de transport i, si accedien a peu, quant de temps creien que tardaven en realitzar el recorregut d'accés.
Aquest mateix estudi fa referència a les limitacions que té aquest mètode, que són les següents:

-No es pren nota del recorregut exacte que fan els usuaris.
-No es pren nota de l'origen i la destinació exactes.
-Les distàncies es mesuren en un mapa a escala 1:4000.
-Algunes persones poden donar dades falses.

En la metodologia que aplicarem en aquest estudi, podem trobar-nos amb aquests mateixos problemes, excepte el de la mesura de la distància, que es farà amb precisió mitjaçant un plànol en suport informàtic.