


# Variabili di dominanza ed intervening opportunities per la simulazione dell'insieme di scelta

**Conference Paper****Author(s):**

Pagliara, Francesca; Cascetta, Ennio; Axhausen, Kay W. 

**Publication date:**

2006

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005228588>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

**Originally published in:**

Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung 390

VARIABILI DI DOMINANZA ED INTERVENING OPPORTUNITIES PER LA  
SIMULAZIONE DELL'INSIEME DI SCELTA

Ennio CASCETTA<sup>1</sup>, Francesca PAGLIARA<sup>1</sup> e Kay Auxhausen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Ingegneria Trasporti

Università degli Studi di Napoli Federico II - Via Claudio 21- 80125 Napoli

<sup>2</sup>Dipartimento di Pianificazione dei Trasporti e Sistemi

IVT ETH CH - 8093 Zurigo

## SOMMARIO

L'obiettivo del presente lavoro è quello di definire una procedura per la simulazione dell'insieme di scelta nel contesto delle scelte spaziali. Utilizzando un approccio di utilità aleatoria, la simulazione della scelta di una alternativa avverrà contestualmente alla sua disponibilità/percezione.

La novità della ricerca consiste nel costruire le variabili di disponibilità/percezione attraverso regole di dominazione, che verranno specificate considerando anche il concetto di "intervening opportunities". La validità dell'approccio proposto sarà verificata considerando come caso di studio il comportamento di scelta dei residenti del cantone di Zurigo in Svizzera.

## 1 INTRODUZIONE

Pochi esperti interessati alla modellizzazione delle scelte spaziali contesterebbero l'importanza di specificare propriamente l'insieme di scelta per evitare bias nella stima dei parametri del modello. L'insieme di scelta è rappresentato da un gruppo di alternative discrete tra le quali un individuo sceglie e può essere considerato un sottoinsieme dell'insieme di

scelta universale, che rappresenta il numero totale di alternative disponibili al decisore (Pellegrini *et al.*, 1997).

La definizione dell'insieme di scelta risulta essere più complicata nel contesto delle scelte spaziali (quali la scelta della destinazione), rispetto ai contesti di scelta non spaziali (quali la scelta del modo di trasporto) (Fotheringham e O'Kelley, 1989). Infatti, la maggior parte delle scelte spaziali sono fatte tra un numero elevato di alternative possibili; ad esempio, il numero di negozi all'interno di un'area urbana di medie dimensioni può essere circa un centinaio, se si acquistano generi alimentari; tale numero può raggiungere le migliaia quando si fa acquisti per bevande analcoliche, libri, vestiti o scarpe. Il numero di elementi nell'universo delle alternative non consente all'individuo di valutarle tutte e quindi, fare una scelta corretta; si considera, invece, una partizione dell'universo (Nedugadi, 1987; Thill e Horowitz, 1997).

L'insieme *universale* si riferisce alla totalità delle alternative e fornisce il punto di partenza dal quale insiemi di maggiore interesse possono essere considerati/estratti dal decisore (Schocker *et al.*, 1991). Ad esempio, l'insieme di *consapevolezza o conoscenza* consiste in un sottoinsieme di elementi all'interno dell'insieme *universale* del quale, per qualunque ragione, il decisore è consapevole (sia nel caso che vengano in mente in una data occasione o no) e la conoscenza di questi elementi risiede nella memoria individuale di lungo-periodo.

E' proprio dall'insieme di consapevolezza che si estrae l'insieme di *considerazione*. Quest'ultimo è costituito da quelle alternative che soddisfano certi obiettivi in un particolare contesto decisionale. Sebbene un individuo possa avere conoscenza di un gran numero di alternative, è probabile che solo un numero limitato di esse possa essere considerato per un dato uso o scopo specifico.

Gli approcci tradizionali alla simulazione dell'insieme di scelta consistono nella definizione di una lista di criteri deterministici individuati dall'analista. La validità di un tale approccio dipende dall'esperienza dell'analista e dalla particolare area di studio da analizzare. In realtà, due possibili scenari possono verificarsi: nel primo, l'insieme di scelta potrebbe essere un sottoinsieme del reale insieme di scelta dell'individuo. In questo caso, le probabilità di scelta possono essere calcolate correttamente con un modello di utilità aleatoria. Viceversa, nel secondo, stime non corrette potrebbero attendersi quando l'insieme di scelta, definito dall'analista, include alternative mai valutate dal decisore. Qui, il modello di scelta assegna probabilità non negative a tutte le alternative, includendo quelle che non sono nell'insieme di scelta reale (Williams e Ortuzar, 1982).

L'obiettivo della presente memoria è quello di introdurre una metodologia, nell'ambito delle scelte spaziali e, in particolare, della scelta della destinazione, che consenta di bypassare il problema dell'esclusione a priori di alternative dall'insieme di scelta. La metodologia adottata consiste nell'assegnare a ciascuna alternativa un grado di disponibilità/percezione, che varia tra le alternative e che le rende percepite allo stesso tempo dal decisore. Considerando un approccio di utilità aleatoria (Cascetta, 2001), diversi attributi di dominanza sono stati

specificati come attributi di disponibilità/percezione utilizzando anche il concetto di *intervening opportunities* e sono stati introdotti nella funzione utilità.

Il presente lavoro è suddiviso in 5 paragrafi escluso il presente. Nel secondo paragrafo, si riportano gli approcci possibili alla simulazione dell'insieme di scelta; il terzo riguarda i modelli *intervening opportunities*; nel quarto si descrive la metodologia della ricerca, evidenziando il ruolo della dominanza tra le alternative all'interno dei modelli di utilità aleatoria; nel quinto paragrafo tale metodologia è applicata alle scelte di localizzazione della residenza considerando come caso studio il cantone di Zurigo. Le conclusioni e gli sviluppi futuri della ricerca sono riportati nell'ultimo paragrafo.

## **2 APPROCCI ALTERNATIVI ALLA SIMULAZIONE DELL'INSIEME DI SCELTA**

Il punto di partenza è il riconoscimento che l'insieme di scelta reale di un individuo contenga tutte le alternative ritenute rilevanti in un determinato contesto di scelta (Haab e Hicks, 1997). Tuttavia, a causa dell'imperfezione dell'informazione – includendo il sottoinsieme di alternative di cui gli individui sono a conoscenza, la loro familiarità nei confronti di queste alternative, ed i vincoli che limitano la visibilità di alcune alternative come possibili scelte – l'insieme di scelta non è perfettamente osservabile. Quindi, sono stati proposti in letteratura tre approcci *second best* per la simulazione dell'insieme di scelta (Scrogin *et al.*, 2004). Il primo, deterministico, esclude le alternative che non soddisfano alcuni criteri definiti dall'analista. Relativamente alla scelta della destinazione, il rispetto di vincoli temporali è un esempio (Parsons e Hauber, 1998; Whitehead e Haab, 1999; Hicks e Strand, 2000). Il secondo approccio, comportamentale, segue l'esperienza di Manski (1977), secondo la quale la probabilità che un individuo scelga un certa alternativa è condizionata all'appartenenza dell'alternativa stessa all'insieme di scelta. Il terzo riguarda la *random selection*, ovvero tutte le alternative hanno uguale probabilità di essere scelte (Ben-Akiva e Lerman, 1985).

La scelta tra uno di questi metodi dipende principalmente dalle dimensioni dell'insieme di scelta universale, dalla disponibilità dell'informazione individuale relativa a quel particolare insieme di scelta e dall'esperienza tecnica dell'analista. L'approccio deterministico è ad hoc, dal momento che è l'analista a decidere i criteri di esclusione ed il rigore con cui verranno applicati. Al contrario, l'approccio comportamentale è coerente con la massimizzazione dell'utilità e garantisce una visione più approfondita del processo decisionale, che non è ottenibile con l'approccio deterministico.

I modelli di scelta della destinazione del tipo utilità aleatoria sono modelli disaggregati che forniscono le probabilità di scelta di ogni singola zona di destinazione  $d$  tra tutte quelle disponibili (insieme di scelta  $D$ ) per ciascuna categoria di utenti  $i$  che si spostano da un origine  $o$ , per un motivo  $s$  e nella fascia oraria  $h$ :

$$p^i[d/osh] = \text{Prob} [U^i_{d/osh} > U^i_{d'/osh} \quad \forall d' \in I^i_d, d' \neq d] \quad (2.1)$$

dove  $U^i_{d/osh}$  può essere espressa dalla somma dell'utilità sistematica  $V^i_{d/osh}$ , che rappresenta la media o il valore atteso dell'utilità percepita tra tutti gli utenti con lo stesso contesto di scelta del decisore  $i$  (alternative e relativi attributi), e di un residuo aleatorio  $\varepsilon^i_{d/osh}$ , che rappresenta lo scostamento dell'utilità percepita dall'utente  $i$  da tale valore:

$$U^i_{d/osh} = V^i_{d/osh} + \varepsilon^i_{d/osh} \quad \forall d \in I^i_d \quad (2.2)$$

Si assume in generale che ciascuna zona dell'area di studio rappresenti un'alternativa elementare.

Nell'ambito dei modelli di utilità aleatoria, diversi approcci sono stati proposti in letteratura per la simulazione dell'insieme di scelta. Una descrizione di essi la si può trovare in Thill (1992) nel contesto della scelta della destinazione, mentre Ben-Akiva e Lerman (1985) e Cascetta (2001) possono essere consultati per una descrizione più generale del problema.

L'approccio di Mansky (1977) propone di individuare tutti i possibili insiemi di scelta  $C$  ottenibili a partire da un dato insieme di alternative e simula la probabilità di scelta di ciascuno di essi  $p(C)$ . La probabilità di scelta di un'alternativa  $j$ ,  $p(j)$ , sarà quindi data da:

$$p(j) = \sum_C p(C) \cdot p(j/C)$$

dove  $p(j/C)$  è la probabilità di scegliere l'alternativa  $j$  all'interno dell'insieme di scelta  $C$ .

Il problema dell'approccio di Mansky è che il numero di elementi a cui è estesa la sommatoria cresce esponenzialmente al crescere del numero delle alternative; questo rende praticamente inapplicabile tale modello al contesto della scelta della destinazione.

Gli approcci utilizzabili per tale tipo di contesto sono quelli che evitano il problema dell'enumerazione di tutti i possibili insiemi di scelta attraverso un approccio che si può definire implicito in cui la probabilità di una alternativa  $j$  di appartenere all'insieme di scelta  $C$  del decisore,  $p(j \in C)$ , è simulata congiuntamente alla sua probabilità di essere scelta all'interno di tale insieme,  $p(j/C)$ .

Fotheringham (1983) e (Cascetta e Papola 2001), partendo da considerazioni teoriche differenti, propongono un approccio simile di questo tipo che può essere sintetizzato dalla seguente formulazione:

$$p[d] = \frac{\exp(V_d) \cdot p(d \in C)}{\sum_{d_j} \exp(V_{d'}) \cdot p(d' \in C)} \quad (2.3)$$

### 3 I MODELLI INTERVENING OPPORTUNITIES (IO)

Il modello delle “intervening opportunities” è stato inizialmente introdotto da Stouffer (1960) assumendo che “*il numero di persone che percorre una certa distanza è direttamente proporzionale al numero di opportunità presenti a quella distanza ed inversamente proporzionale al numero delle opportunità intervenienti*”.

La formalizzazione del modello che si presenta è quella proposta da Schneider (1959), in una applicazione all’ area di Chicago. Si consideri una zona di origine  $o$  e si dispongano tutte le  $n_d$  possibili destinazioni in ordine crescente di distanza da  $o$ . Sia  $(od_m)$  una coppia origine-destinazione, dove  $d_m$  rappresenta l’ $m$ -esima destinazione in ordine di distanza da  $o$ . Ci sono  $m-1$  destinazioni alternative in realtà più vicine ad  $o$ , le opportunità intervenienti, che influenzano la scelta della destinazione. Sia  $V^m$  il numero totale di opportunità disponibili per soddisfare lo spostamento tra l’origine  $o$  e la destinazione  $d_m$ , ne consegue che la probabilità di scegliere come destinazione la zona  $d_m$ ,  $p(d_m/o)$ , è pari alla probabilità di non essere soddisfatti da nessuna delle  $m-1$  opportunità più vicine,  $p_o(V^{d_{m-1}})$  meno la probabilità di non essere soddisfatti da nessuna delle opportunità fino alla destinazione  $m$ ,  $p_o(V^{d_m})$ :

$$p(d_m/o) = [p_o(V^{d_{m-1}}) - p_o(V^{d_m})] = A_o[\exp(-LV^{d_{m-1}}) - \exp(-LV^{d_m})] \quad (3.1)$$

dove  $L$  rappresenta la probabilità che l’utente sia soddisfatto da una singola opportunità (assunta costante ed indipendente dalle altre) e  $A_o$  si sceglie in modo tale che risulti:

$$\sum_{m=1}^{n_d} p(d_m/o) = \sum_{m=1}^{n_d} A_o[\exp(-LV^{d_{m-1}}) - \exp(-LV^{d_m})] = 1$$

Il modello delle intervening opportunities è interessante perché parte da principi differenti rispetto al modello gravitazionale, in quanto utilizza la distanza come variabile ordinale invece che cardinale continua come nel caso del modello gravitazionale; considera esplicitamente le opportunità disponibili per soddisfare lo scopo di uno spostamento a distanza crescente dall’origine. Tuttavia, il modello non é molto applicato a causa delle basi teoriche meno conosciute e più complicate da comprendere dagli addetti nel settore e l’idea di matrici con destinazioni ordinate in funzione della distanza crescente dall’origine è più difficile da gestire nella pratica applicativa. Manca inoltre la considerazione esplicita dei costi generalizzati di trasporto.

### 4 IL CONCETTO DI DOMINANZA TRA LE ALTERNATIVE ALL’INTERNO DEI MODELLI DI UTILITA’ ALEATORIA

In questo lavoro, la scelta di una alternativa da parte di un individuo é simulate in due fasi: introducendo nella specificazione della funzione utilità alcune variabili che riproducono la percezione dell'alternativa e sviluppando per essa, all'interno del modello stesso, un fattore ad hoc (Cascetta e Papola, 2001).

La novità dell'approccio consiste nello specificare le variabili di percezione attraverso il concetto di dominanza, precedentemente usato nel contesto dei metodi di confronto dei progetti alternativi sui sistemi di trasporto (Haines e Chankong, 1985) ed introdotto, per la prima volta, da Cascetta e Papola (2005) per la simulazione dell'insieme di scelta nel caso di scelta della destinazione per spostamenti non sistematici (acquisti, sport, svago, ecc.).

In molti contesti di scelta, quale quello della scelta della destinazione, si può osservare che alcune alternative non sono prese in considerazione in quanto "dominate" da altre. In particolare una metodologia generale é stata introdotta per definire:

- a) quando due alternative sono confrontabili;
- b) quando una alternative domina (o é dominate da) un'altra;
- c) un metodo per utilizzare questa informazione.

Si introducono due regole di dominanza: con la prima, si assume che un'alternativa  $d$  domina un'alterativa  $d'$  (per un individuo che inizia uno spostamento dall'origine  $o$ ) se l'attrattività di  $d$  è maggiore di  $d'$  e allo stesso tempo risulta  $c_{od} < c_{od'}$ , che rappresentano rispettivamente il costo generalizzato per raggiungere  $d$  e  $d'$  dall'origine  $o$ . Con la seconda, si considera una regola di dominanza più forte (dominazione spaziale), che richiama il concetto di intervening opportunities. In particolare,  $d$  domina spazialmente  $d'$  se domina  $d'$  in relazione alle condizioni di cui sopra e se  $d$  si trova lungo il percorso per raggiungere  $d'$  dalla zona di origine  $o$ . In questo caso  $d$  rappresenta una intervening opportunity lungo il percorso, o insieme di percorsi, verso  $d'$  (Stouffer, 1960).

La simulazione della percezione di una alternativa avviene attraverso attributi di dominanza, definiti dalle regole sopra elencate, da inserire nella funzione di utilità del modello come attributi di disponibilità/percezione.

A ciascuna alternativa é attribuita una variabile di dominanza e, quindi, si costruirà un ranking delle alternative, dove il posto occupato dalle stesse è dettato dal numero di alternative che le dominano. I primi posti saranno occupati dalle alternative con maggior numero di dominazioni e, quindi, il modello darà loro la minore probabilità di appartenenza all'insieme di scelta; gli ultimi posti saranno occupati dalle zone con numero minore di dominazioni e, quindi, da quelle meglio percepite dall'utente. La posizione in graduatoria può essere adoperata come attributo di dominanza nella specificazione della funzione di utilità, realizzando così il grado di percezione di una alternativa.

La metodologia proposta consente di bypassare il problema dell'esclusione a priori di alternative dall'insieme di scelta, in quanto sono tutte percepite allo stesso tempo, ma con un

grado diverso di percezione. Questo approccio consente di evitare qualunque problema di scorretta specificazione del modello.

## 5 APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA

La metodologia proposta è stata applicata al contesto della scelta della residenza, che da un punto di vista formale, è paragonabile alla scelta della destinazione.

I modelli di scelta della residenza sono strumenti importanti per l'analisi di politiche di sviluppo urbano, di politiche relative alla pianificazione dei trasporti e sono presenti anche nell'economia urbana, nella sociologia e nella letteratura relativa alla geografia urbana. Nel contesto della pianificazione dei trasporti, i modelli di scelta della residenza sono strumenti utili per la valutazione di quanto le famiglie siano propense a modificare la localizzazione della loro residenza a seguito di cambiamenti demografici, di nuove infrastrutture e servizi di trasporto e nuove opportunità di lavoro. Da un punto di vista funzionale il modello di scelta della residenza fornisce il numero di residenti per ogni zona dell'area di studio in funzione delle convenienze localizzative di ciascuna zona e delle caratteristiche del sistema di trasporto. In letteratura esistono diversi contributi relativi all'analisi del comportamento di scelta dei residenti. Il pioniere può essere considerato McFadden (1978), il quale considerò il problema di tradurre la teoria del comportamento economico in modelli adatti per analisi empiriche di localizzazione delle residenze. Contributi quali quelli di Wardman *et al.*, 1998; Sermons e Koppelman, 1998; Cooper *et al.*, 2001; Bhat e Guo, 2004; Kim *et al.*, 2005) ed altri ancora sono stati considerati per la definizione delle variabili esplicative del modello proposto in questo lavoro.

### 5.1 Stima del modello

Stimare un modello significa specificarlo (ovvero definirne la forma funzionale e le variabili in esso contenute), calibrarlo (ovvero calibrarne i coefficienti) e validarlo (ovvero verificarne la capacità di riproduzione dei dati) (Cascetta, 2001). In questa memoria si considerano i primi due step. Il modello di scelta della residenza specificato è un modello Logit Multinomiale e la specificazione proposta è riportata in tabella 1:

Tabella 1 Specificazione del modello

| SCELTA DELLA RESIDENZA |   |
|------------------------|---|
| MNL                    | $\sum_n \beta_n X_{nd} = \beta_{PR} Prezzo_d + \beta_{ST} \ln Stock_d + \beta_{logsum\_BM} Logsum_{od}^{BM} +$        |
| Logit                  | $\beta_{logsum\_A} Logsum_{od}^A + \beta_{AD\_SERV} \ln Add\_serv_d +$<br>$\beta_{dom1} Dom1_d + \beta_{dom2} Dom2_d$ |



dove:

|                       |   |
|-----------------------|---|
| $Prezzo_d$            | é il prezzo immobiliare a m <sup>2</sup> della zona $d$ ;   |
| $lnStock_d$           | é il logaritmo naturale dello stock immobiliare nella zona $d$ ;  |
| $Logsum_{od}^{BM(1)}$ | é la logsum del modello di scelta modale per motivo lavoro per i residenti con reddito medio-basso;   |
| $Logsum_{od}^A$       | é la logsum del modello di scelta modale per motivo lavoro per i residenti con reddito alto;  |
| $lnAddetti\_serv_d$   | é il logaritmo naturale degli addetti ai servizi (somma di quelli al commercio al dettaglio, alle attività ricreative e ai servizi alle famiglie quali scuola, sanità, ecc.) nella zona $d$ ;   |
| $Dom1_d$              | é un grado di dominanza forte di una zona (alternativa) $d$ , ovvero il numero di zone $d'$ per le quali le seguenti condizioni si verificano contemporaneamente:<br>(a) $d'$ ha un prezzo immobiliare più basso di $d$ ;<br>(b) la distanza di $d'$ dal luogo di lavoro del residente $d$ a partire dall'origine $o$ (luogo di residenza) ( $dist_{od'}$ ) è minore rispetto a $d$ ( $dist_{od}$ );<br>(c) $d'$ é lungo il percorso per raggiungere il posto di lavoro $d$ del residente da $o$ : $dist_{od'} + dist_{d'd} < 1.2 \cdot dist_{od}$ , ovvero essa rappresenta una intervening opportunity. |
| $Dom2_d$              | é un grado di dominanza semplice, ovvero indica il numero di zone per le quali le condizioni (b) e (c) si verificano contemporaneamente indipendentemente dalla condizione (a).   |

La tabella 2 riporta la descrizione delle variabili considerate nel modello.

Tabella 2 Descrizione delle variabili

| Variabili          | Media  | Mediana | Min   | Max   | Dev.st | Unità          |
|--------------------|--------|---------|-------|-------|--------|----------------|
| $Prezzo_d$         | 630.93 | 610     | 300   | 1560  | 276.14 | CHF            |
| $lnStock_d$        | 7.27   | 7.29    | 4.65  | 10.68 | 1.26   | M <sup>2</sup> |
| $Logsum_{od}^{BM}$ | -0.46  | -0.21   | -2.50 | 0.64  | 0.55   | REALE          |
| $Logsum_{od}^A$    | -0.35  | 0       | -2.54 | 0.64  | 0.52   | REALE          |
| $lnAdd\_serv_d$    | 5.69   | 5.56    | 2.19  | 9.91  | 1.72   | INTERO         |
| $Dom1_d$           | 3.52   | 1       | 0     | 70    | 6.47   | INTERO         |
| $Dom2_d$           | 23.28  | 17      | 0     | 151   | 21.68  | INTERO         |

Di seguito è riportata la logica delle regole introdotte per definire il concetto di dominanza. Si consideri il caso di solo quattro alternative e di un solo residente che supponiamo vivere nella zona 1 e lavorare nella zona 4 (v. Fig. 1).

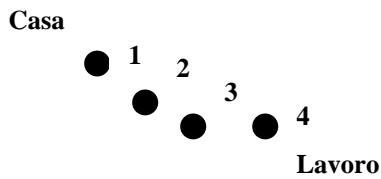


Figura 1 Alternative

Per ciascuna di queste alternative si supponga che il prezzo a  $m^2$  sia:

Tabella 3 Prezzi immobiliari

| Zone | Prezzo immobiliare<br>(Euro) |
|------|------------------------------|
| 1    | 5.000,00                     |
| 2    | 4.000,00                     |
| 3    | 6.000,00                     |
| 4    | 7.000,00                     |

e le distanze tra le zone siano:

Tabella 4 Distanze

| Distanze<br>(km) | 1   | 2   | 3   | 4 |
|------------------|-----|-----|-----|---|
| 1                | 0   | 1.5 | 2.5 | 3 |
| 2                | 1.5 | 0   | 1   | 1 |
| 3                | 2.5 | 1   | 0   | 1 |
| 4                | 3   | 1   | 1   | 0 |

Per il residente che vive nella zona 1 e lavora nella zona 4, la prima variabile di dominanza è uguale ad 1, ovvero esiste solo una zona (alternativa) che la domina. Quest' ultima è la zona 2 perché ha prezzo immobiliare più basso (4.000,00 Euro) rispetto alla zona 1 (5.000,00 Euro), è più vicina al posto di lavoro del residente  $d_{24} < d_{14}$  ( $1 < 3$ ) ed è lungo il percorso per raggiungere il posto di lavoro del residente, ovvero  $d_{12} + d_{24} < d_{14}$  ( $2.5 < 4.2$ ). Applicando la stessa procedura alle alternative 2, 3 e 4, deriva che non esiste alcuna alternativa che le domina. Quindi l'ordinamento delle alternative è: 1 (1); 2(0), 3(0) e 4 (0) allo stesso livello. In parentesi si riporta il grado di dominazione.

Per lo stesso residente, la seconda variabile di dominanza è uguale a 3, perché ci sono tre zone che dominano la zona 1 indipendentemente dalla prima condizione. Le tre zone sono la 2, la 3 e la 4. In questo caso anche la zona 3 soddisfa la condizione di essere più vicina al posto di

lavoro del residente  $d_{34} < d_{14}$  ( $2.5 < 3$ ) ed è lungo il percorso per raggiungere il posto di lavoro del residente, ovvero  $d_{13} + d_{34} < 1.2 d_{14}$  ( $3.5 < 4.2$ ), mentre la 4 coincide proprio con il luogo di lavoro del residente. Applicando la stessa procedura alle altre alternative, ne consegue che l'alternativa 2 ha due zone che la dominano, ovvero la 3 e la 4; l'alternativa 3 ha una zona che la domina, ovvero la 4 e l'alternativa 4 non ha nessuna alternativa che la domina. Di conseguenza l'ordinamento delle alternative è: 1 (3); 2 (2); 3 (1) e 4 (0).

Nel 2005 una indagine RP è stata fatta ai residenti del cantone di Zurigo (v. Fig. 2). È stato raccolto un campione di 1100 residenti e tra essi 658 interviste sono state considerate utili ai fini del presente lavoro di ricerca. Per ciascun residente le informazioni di cui si dispongono riguardano i luoghi di residenza e lavoro, l'età, il reddito, il numero di componenti della famiglia. Sono stati considerati sia i residenti che vivono e lavorano nello stesso comune del cantone, che quelli che vivono in un comune e lavorano in un altro. L'area di studio è stata suddivisa in 182 zone di traffico (delle quali 12 costituiscono il comune di Zurigo), che rappresentano l'insieme di scelta completo (v. Fig. 3).

La calibrazione del modello Logit Multinomiale è stata condotta con l'ausilio del software Biogeme versione 1.4 (Bierlaire, 2005). La stima dei parametri e il rispettivo test t-student, in parentesi, sono riportati in tabella 5.

In particolare, sono state considerate tre diverse specificazioni con numero crescente di attributi.

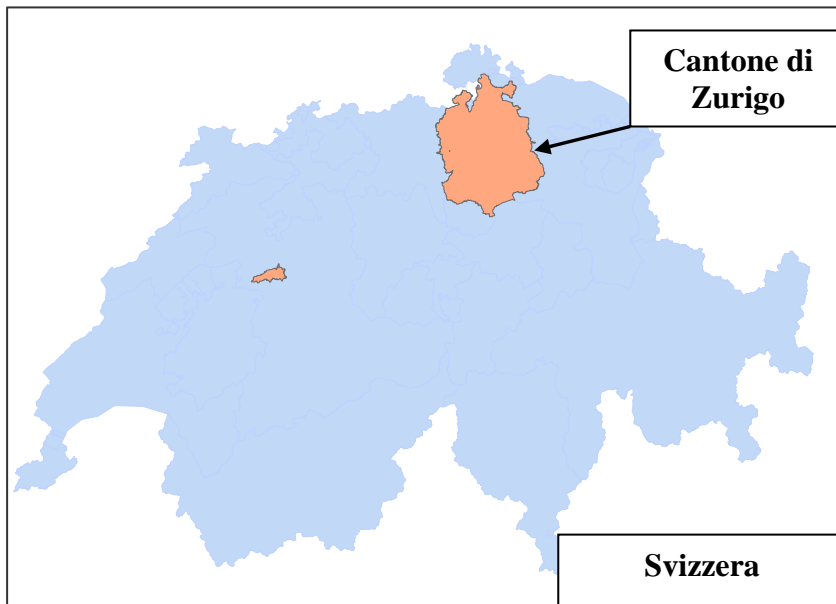


Figura 2 Area di studio: il cantone di Zurigo



Figura 3 Zonizzazione

Tabella 5 Stima dei parametri dei modelli specificati

| Specificazioni<br>Logit | (1)       | (2)       | (3)       |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| $\beta_{PR}$            | -0.00191  | -0.00064  | -0.00216  |
| ( <i>t</i> -student)    | (-14.357) | (-4.234)  | (-13.515) |
| $\beta_{ST}$            | 0.45028   | 0.17205   | 0.46287   |
| ( <i>t</i> -student)    | (5.083)   | (1.992)   | (4.929)   |
| $\beta_{logsum\_BM}$    | 3.09962   | 3.11859   | 3.56172   |
| ( <i>t</i> -student)    | (25.768)  | (25.013)  | (25.503)  |
| $\beta_{logsum\_A}$     | 2.67418   | 2.72389   | 3.09427   |
| ( <i>t</i> -student)    | (20.294)  | (20.110)  | (20.842)  |
| $\beta_{AD\_SERV}$      | 0.72390   | 0.38477   | 0.84832   |
| ( <i>t</i> -student)    | (9.617)   | (5.737)   | (10.383)  |
| $\beta_{dom1}$          |           | -0.25340  | -0.26805  |
| ( <i>t</i> -student)    |           | (-8.3922) | (-7.259)  |
| $\beta_{dom2}$          |           |           | -0.01716  |
| ( <i>t</i> -student)    |           |           | (-21.102) |
| <i>N. osservazioni</i>  | 658       | 658       | 658       |
| $\ln(0)$                | -3424.24  | -3424.24  | -3424.24  |
| $\ln(\beta)$            | -1195.270 | -1086.98  | -1007.82  |
| $\rho^2$                | 0.650     | 0.682     | 0.705     |

I segni di tutti i coefficienti sono coerenti con le aspettative: gli attributi di utilità ( $\beta_{PR}$ ,  $\beta_{ST}$ ,  $\beta_{logsum\_AM}$ ,  $\beta_{logsum\_A}$ ,  $\beta_{AD\_SERV}$ ) hanno il segno atteso ( $\beta_{PR}$  è negativo in quanto rappresenta una disutilità, tutti gli altri sono positivi), mentre gli attributi di percezione, negativi, hanno

coefficienti negativi ( $\beta_{dom1}$ ,  $\beta_{dom2}$ ). E' interessante sottolineare il diverso comportamento dei residenti a reddito basso-medio da quelli a reddito alto. In particolare si evidenzia quanto sia importante per i primi avere più modi di trasporto alternativi disponibili. Inoltre, tutti i coefficienti sono molto significativi e si può notare un miglioramento della bontà del modello quando si passa da una specificazione alla successiva. Infatti, un miglioramento sostanziale si raggiunge introducendo attributi di dominanza che sono sempre significativi, confermando l'utilità di questo approccio nel simulare la scelta della localizzazione della residenza. Nella specificazione (3) si può osservare che il coefficiente relativo al grado di dominanza semplice ( $\beta_{dom2}$ ) è sempre più negativo rispetto a quello di dominanza più forte ( $\beta_{dom1}$ ), a conferma dell'importanza della posizione spaziale delle zone (distanza dal luogo di lavoro e zona di residenza localizzata lungo il percorso per raggiungere il luogo di lavoro), quando si definiscono e si identificano le alternative dominate ed in generale nella simulazione dell'insieme di scelta.

## *5.2 Approccio deterministico*

L'esclusione di alcune alternative e, allo stesso tempo osservazioni, utilizzando i criteri o regole di dominanza (v. tabella 6), comporta un incremento del  $\rho^2$  confrontato con il modello di base. Questo testimonia quanto l'esclusione a priori di alternative altera la stima dei parametri del modello.

In particolare, per ciascun residente, le alternative escluse sono quelle per le quali esiste almeno una alternative che le domina. Le variabili di dominanza non sono incluse nella specificazione dei modelli, dal momento che non risultano significative.

Con l'esclusione delle alternative sulla base del primo criterio, il numero di osservazioni si riduce da 658 a 454, in quanto sono state escluse alternative scelte. In questo caso, tutti i valori dei parametri aumentano (rispetto al modello base) e aumenta anche il valore di  $\rho^2$ . Considerando la ulteriore esclusione delle alternative sulla base del secondo criterio, il numero di osservazioni si riduce da 658 a 255 per lo stesso motivo. Ancora una volta, il valore di  $\rho^2$  aumenta confrontato con il modello base.

Il rischio che si corre utilizzando un approccio deterministico è evidente in termini di errata stima dei parametri e del conseguente calcolo delle probabilità di scelta.

Tabella 6 Stima dei parametri dei modelli con esclusione a priori delle alternative

| Specificazioni<br>Logit                       | Esclusione sulla base<br>del primo criterio | Esclusione sulla base<br>del secondo criterio |
|---|---|---|
| $\beta_{PR}$<br>( <i>t</i> -student)          | -0.00226<br>(-9.957)                        | -0.00225<br>(-6.204)                          |
| $\beta_{ST}$<br>( <i>t</i> -student)          | 0.50985<br>(3.960)                          | 0.40716<br>(2.358)                            |
| $\beta_{logsum_{BM}}$<br>( <i>t</i> -student) | 4.31289<br>(21.333)                         | 3.66446<br>(11.810)                           |
| $\beta_{logsum_A}$<br>( <i>t</i> -student)    | 3.62897<br>(16.971)                         | 2.93383<br>(9.336)                            |
| $\beta_{AD\_SERV}$<br>( <i>t</i> -student)    | 0.89634<br>(7.805)                          | 0.68957<br>(4.468)                            |
| <i>N. osservazioni</i>                        | 454   | 255   |
| $\ln(\theta)$                                 | -1898.14                                    | -584.88                                       |
| $\ln(\beta)$                                  | -440.86                                     | -178.32                                       |
| $\rho^2$                                      | 0.767                                       | 0.695   |

## 6 CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Nei modelli di scelta della destinazione, la corretta previsione delle scelte è condizionata dalla corretta informazione relativa all'insieme di scelta. Relativamente a questa dimensione, è importante simulare l'insieme di scelta a causa del numero elevato di alternative disponibili. In questa memoria diverse variabili di dominanza sono state definite ed utilizzate per la simulazione dell'insieme di scelta nel contesto della scelta della residenza, che da un punto di vista formale è paragonabile alla scelta della destinazione. La stima dei parametri del modello supporta la tesi dell'utilità dell'introduzione di attributi di dominanza nella funzione utilità, grazie alla loro alta significatività e al miglioramento della bontà del modello così specificato. L'approccio introdotto ha un impatto evidente sulle politiche di sviluppo urbano e su quelle relative alla pianificazione dei trasporti. Esso rappresenta un modello di previsione migliore rispetto al semplice Logit Multinomiale e fornisce una maggiore comprensione dei processi di scelta grazie all'introduzione della disponibilità e percezione delle alternative.

I modelli di utilità aleatoria, ancora una volta, rappresentano strumenti più flessibili dal momento che le funzioni di utilità possono essere specificate considerando attributi di varia natura. Inoltre, questo contributo, assieme a quello di Cascetta e Papola (2005), è un ulteriore esempio della validità dell'approccio di dominanza e, grazie alla grande flessibilità, verrà considerato per nuove ed originali specificazioni in altri contesti di scelta ed in altre aree di studio.

## Bibliografia

- Ben Akiva M., Lerman S., (1985), *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Bhat C. R., Guo J. Y. (2004), A mixed spatially correlated logit model: formulation and application to residential choice modelling, *Transportation Research B*, 2, 147-168.
- Bierlaire M. (2005), An introduction to BIOGEME (Version 1.4), <http://roso.epfl.ch/mbi/biogeme/doc/tutorial.pdf>
- Cascetta E., (2001), *Transportation Systems Engineering: Theory and Methods*, Kluwer Academic Publisher, Boston.
- Cascetta E., Papola A. (2005), Dominance among alternatives in random utility models: a general framework and an application to destination choice. Atti del convegno *European Transport Conference*, Strasburgo.
- Cascetta E., Papola, A., (2001), Random utility models with implicit availability/perception of choice alternatives for the simulation of travel demand, *Transportation Research C*, 4, 249-263.
- Cooper J., Ryley, T., Smyth, A. (2001), Energy Trade-offs and Market Responses in Transport and Residential Land-use Patterns: Promoting Sustainable Development Policy and Pitfalls, *Urban Studies*, 38, 1573-1588.
- Fotheringham A. S., O'Kelley M. E. (1989), *Spatial interaction models: formulations and applications*. Kluwer.
- Fotheringham A.S., (1983), A new set of spatial interaction models: the theory of competing destination, *Environment and Planning A*, 15, 15-36.
- Haab T., Hicks R. L. (1997), Accounting for choice set endogeneity in random utility models of recreation demand, *Journal of Environmental Economics and Management*, 34, 127-147.
- Haimes Y.Y., Chankong V. (1985), *Decision Making with multiple objectives*. Springer, Verlag, Berlino.
- Hicks R. L., Strand I. E. (2000), The extent of information: its relevance for random utility models, *Land Economics*, 76, 374-385.
- Kim, J. H., Pagliara, F., Preston, J. (2005), The intention to move and residential location choice behaviour, *Urban Studies*, 9, 1-16.
- Mansky C. (1977), The structure of random utility models, *Theory and Decision*, 8, 229-254.
- Mansky C., (1977), The structure of random utility models, *Theory and Decision*, 8, 229-254.
- McFadden D., (1974), Modeling the choice of residential location, in A.K. et al. (eds) *Spatial interaction theory and residential location* Amsterdam, pp. 75-96.
- Nedugadi P. (1987), Formation and use of a consideration set: implications for marketing and research on consumer choice, Gainesville, Università della Florida, tesi di dottorato .

- Parsons G., Hauber B. (1998), Spatial boundaries and choice set definition in a random utility model of recreation demand, *Land Economics*, 74, 32-48.
- Pellegrini P. A., Fotheringham S., Lin G. (1997), An empirical evaluation of parameter sensitivity to choice set definition in shopping destination choice models, *Papers in Regional Science*, 2, 257-284.
- Schneider M., (1959), Gravity models and trip distribution theory, *Papers of Regional Science Association*, 5, 47-56.
- Scrogin D., Hofler R., Boyle K., Milon J W. (2004), An efficiency approach to choice set generation, University of Central Florida, working paper.
- Sermans, W., Koppelman, F. (1998), Factor Analytic Approach to Incorporating Systematic Taste Variation into Models of Residential Location Choice, *Transportation Research Record*, 1617, 194-202.
- Shocker A. D., Ben-Akiva M., Boccara B., Nedugadi P. (1991), Consideration set influences on consumer decision-making and choice: issues, models and suggestions, *Marketing letters*, 181-197.
- Stouffer S. A., (1960), Intervening opportunities and competing migrants, *Journal of Regional Science*, 2, 1-26.
- Thill J. C., (1992), Choice set formation for destination choice modelling, *Progress in Human Geography*, 16, 361-382.
- Thill J. C., Horowitz J. L. (1997), Modelling non-work destination choices with choice sets defined by travel-time constraints, in *Recent Developments in Spatial Analysis*, ed. M.M. Fischer e A. Getis, pp. 186-208.

## **7 ABSTRACT**

The objective of this paper is to define a procedure for choice set generation in the context of spatial choices. Following a random utility approach, the simulation of an alternative will be made together with its availability/perception.

The novelty of the research consists in developing the availability/perception variables through dominance rules, which are specified considering also the concept of intervening opportunities. The proposed approach will be verified considering as a case study the choice behaviour of the residents of the canton of Zurich in Switzerland.