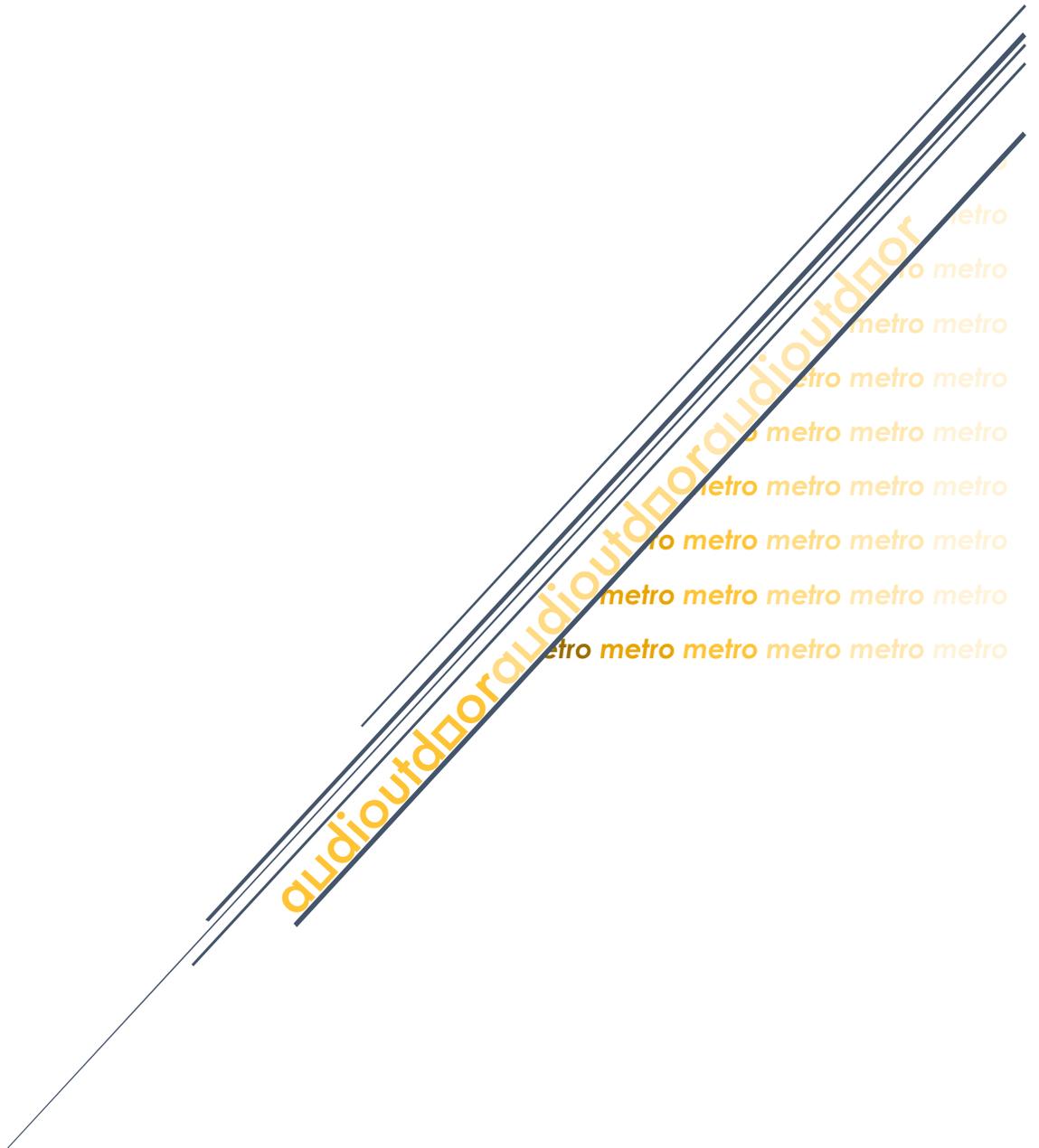


Metodologia della ricerca Audioutdoor

Modulo metro



Dicembre 2024

Ambiente metropolitana

Il modulo metro

Descrizione in dettaglio dei dati di input, dei parametri e delle metodologie di elaborazione alla base del modulo metro.

Il modulo metro è uno strumento per la **simulazione dei flussi all'interno di una rete metropolitana** che ha l'obiettivo principale di consentire una **valutazione dell'audience dei singoli impianti pubblicitari presenti al suo interno**.

Tale processo di stima dell'audience per ciascun impianto viene effettuato con una metodologia basata sulla **ricostruzione dei percorsi degli individui e sulle regole di visibilità** tra zone **per incrociarli con il preciso posizionamento di ogni impianto pubblicitario presente**.

Le reti metropolitane al 31/12/2024 sono quelle relative alla città di Milano (5 linee, di cui una ancora parziale), Roma (2 linee), Napoli (5 linee), Torino (1 linea) e Brescia (1 linea)

Principali risultati

I risultati prodotti dal modello sono, per **ciascun impianto** presente nelle metropolitane, **per periodo di interesse e per target** i seguenti:

- Numero di contatti lordi e netti nel giorno medio annuo (OTS);
- Frequenza;
- Tempo medio di esposizione;
- Copertura e GRP.

Queste informazioni vengono poi dettagliate per **segmentazioni dell'universo dei frequentatori** delle diverse linee metropolitane, quale le relative caratteristiche socio-demografiche, (6 classi di età, sesso e R.A.¹), provenienza geografica e residenza in un capoluogo di provincia.

Aspetti metodologici

Le informazioni su cui si basa il modulo Metro sono riconducibili ai seguenti ambiti:

- **Universo di riferimento dei frequentatori di metropolitana:** si definisce l'insieme delle persone che in un determinato lasso di tempo frequenta almeno una volta la metropolitana;
- **Layout delle reti della metropolitana:** vengono riportate le reti descritte dall'insieme delle stazioni e delle tratte che le collegano;
- **Punti di interesse (Points of Interest POI):** rappresentano i poli principali della mobilità in metropolitana (es: ingressi, tornelli, punti di salita e discesa dai treni al piano banchina etc.);
- **Layout delle stazioni:** vengono riportate le planimetrie delle stazioni;
- **Numero dei tornellati per stazione:** per ogni stazione è riportato il numero di tornellati nel giorno medio suddiviso per fascia oraria a partire dai dati forniti dalle società che hanno in gestione la rete (in raro caso di assenza di questi anche momentaneamente o dati incompleti questi vengono ricavati da siti specifici sulla mobilità o calcolati *ad hoc*). Nel caso della linea M4 di Milano (settembre 2024), i soli dati totali non dettagliati di un mese forniti dal concessionaria non disponevano di fascia oraria, quindi si sono utilizzati dati forniti dal Comune di Milano, riproporzionati con dettaglio di fascia oraria e per ciascuna stazione;
- **Buffer delle stazioni metropolitane:** al fine di definire meglio gli utenti delle varie stazioni, sono state analizzate le caratteristiche del territorio nell'intorno delle stazioni stesse;
- **Impianti pubblicitari:** per ciascuna stazione metropolitana, è riportato il numero di impianti pubblicitari presenti e le rispettive caratteristiche anagrafiche e di posizionamento.

¹ Responsabile acquisto: secondo la definizione Audioutdoor è una persona per nucleo familiare che si occupa delle spese alimentari.

L'universo di riferimento dei frequentatori

Per il calcolo dell'universo e del profilo dei frequentatori delle metropolitane sono state utilizzate le seguenti fonti:

- GfK Sinottica/TSSP 72.000 casi essendo state accorpate più rilevazioni per avere dati più solidi;
- Numero dei viaggiatori annuali in metropolitana (tornellati) rilasciato dagli stessi gestori delle relative reti.

Partendo quindi dalle dichiarazioni di utilizzo e frequenza del mezzo metropolitana in generale per città disponibili in ambiente Sinottica è stato costruito un **modello di distribuzione** dei viaggi in metropolitana che permettesse di **assegnare a ciascun individuo di Sinottica la frequentazione, in veste di viaggiatore, di metropolitane specifiche**.

Il modello di distribuzione quindi tiene conto di:

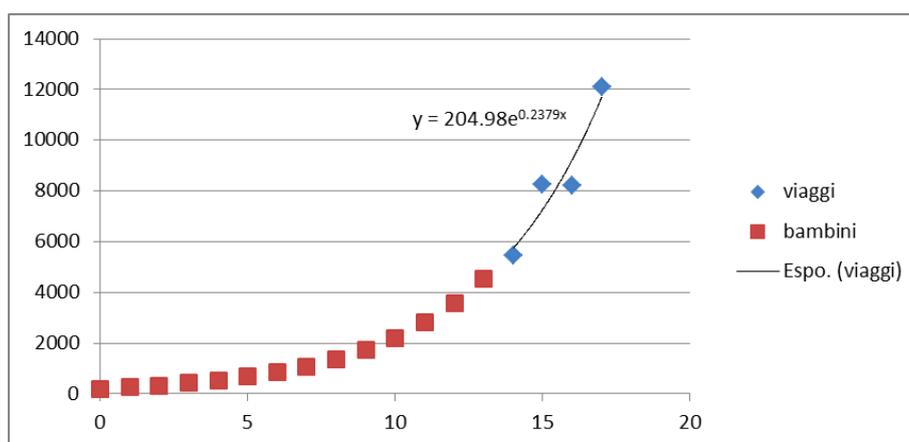
- Dichiarazione di utilizzo e di frequenza della metropolitana;
- Comune di residenza degli individui da Sinottica;
- Distanza tra comune di residenza dei viaggiatori e la metropolitana;
- Numero di viaggiatori annui delle varie metropolitane italiani;
- Presenza di collegamenti "forti" tra comuni anche lontani che potessero influire sulla presenza di individui in una data metropolitana anche se non residenti nell'area di gravitazione della metropolitana stessa.

Attraverso i processi sopra descritti è stato possibile determinare **per ciascuna delle metropolitane il numero di frequentatori** suddiviso nei segmenti

- 28 ripartizioni geografiche;
- Capoluogo/non capoluogo;
- sesso (uomini – donna che lavora – donna che non lavora);
- 6 fasce di età;
- responsabile acquisti alimentari.

Dall'indagine Sinottica non sono ricavabili i dati sui frequentatori stranieri né dati sulla fascia di età minori di 14 anni, quindi si sono adottate delle convenzioni per calcolare

1. Il numero di viaggiatori stranieri in metropolitana i quali sono stati conteggiati sulla base di numero di notti trascorse in albergo da utenti stranieri in area di gravitazione delle metropolitane. Il loro comportamento è desumibile da quello degli individui italiani 14 – 65 anni residenti nel capoluogo dove è presente la metropolitana. Ovviamente questo valore stimato è stato decurtato, prima di procedere alla assegnazione dei viaggi mediante modello di distribuzione, dal numero dei tornellati annuali e poi aggiunto al totale audience
2. Il numero dei viaggiatori minori di 14 anni per i quali, dopo l'applicazione del modello di distribuzione, è stato presunto un andamento (esponenziale) ricavato dal comportamento dei viaggi effettuati dalla fascia 14/17 anni:



1 - Andamento esponenziale della fascia di età 0-14

Layout delle reti della metropolitana

Il layout delle reti è descritto a mezzo di un grafo dove ogni stazione rappresenta un nodo e ogni tratta di collegamento rappresenta un arco. Di fatto il grafo coincide con le mappe pubbliche a disposizione dei viaggiatori e presenti nelle diverse stazioni

Sulla base di tale grafo è possibile definire i percorsi di collegamento da stazione a stazione. Nel caso di reti con più di una linea o con biforcazioni le stazioni vengono collegate da una connessione pedonale, in modo da rendere possibili i percorsi che prevedono cambi di linea.

Nel caso recente di M4 dove passare da M1/M2/M3 comporta una doppia timbratura (doppio sistema di tornelli) e non disponendo di dati precisi si è utilizzato un metodo di valutazione che consentisse di valutare gli scambi. Il ruolo di questa stima non altera il numero dei frequentatori. Il metodo è quindi assimilabile a quello usato per altre stazioni quando si effettua il cambio di rete.

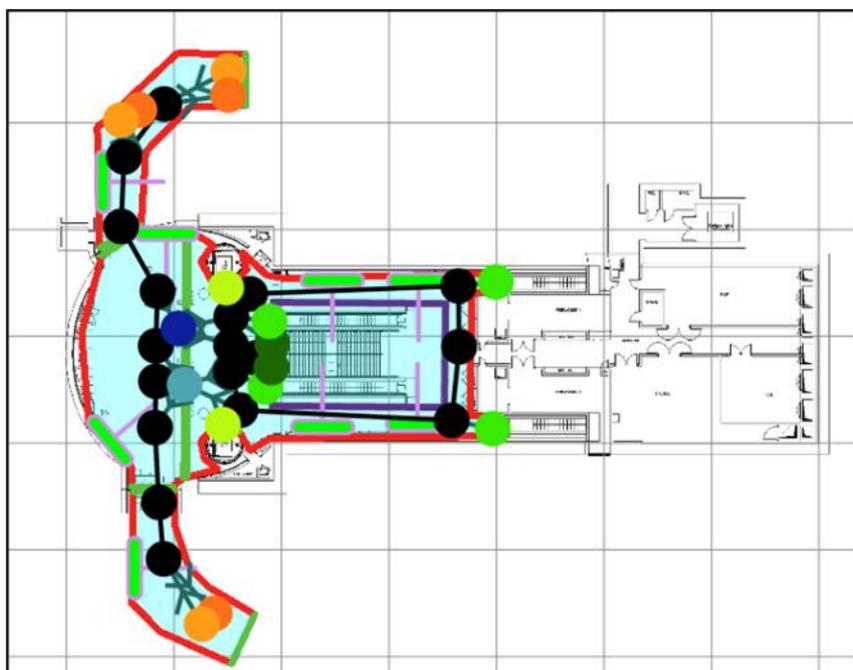
Le stazioni della metropolitana

1. Punti di interesse (POI)

I punti di interesse sono stati introdotti al fine di modulare al meglio i percorsi effettuati dagli individui all'interno delle stazioni metropolitane.

2. Layout delle stazioni della metropolitana

Il layout delle stazioni metropolitane viene descritto facendo riferimento al concetto di grafo formato da nodi e archi a rappresentare i punti salienti delle stazioni stesse e i possibili tragitti di collegamento tra gli uni e gli altri. Ogni stazione viene poi esplosa in un sottografo a descrivere in dettaglio attraverso altri nodi e archi il layout della stazione stessa.



2 - Grafo della stazione Bernini di Torino

Questa parte è fondamentale per definire i concetti di Origine/Destinazione (O/D) che permettono di assegnare i percorsi agli individui frequentatori di metropolitane, con l'obiettivo di fornire le audience di ogni singolo impianto pubblicitario. Inoltre la stazione viene suddivisa in zone che rappresentano le aree omogenee cui possono avere accesso i passeggeri, con l'obiettivo di fornire le audience per *domination* o iniziative speciali.

Due le aree principali:

1. **area Landside** accessibile anche senza biglietto prima dei tornelli (gli individui che attraversano solo senza accedere ai tornelli non vengono conteggiati mentre chi entra ed esce dai tornelli e attraversa prima questa area viene conteggiato);
2. **area Metroside** accessibile solo dopo aver oltrepassato i tornelli. Nella maggior parte delle stazioni questa area risulta composta da più piani (un piano tornelli un piano banchina) mentre in altre tutto si sviluppa su un solo piano.

In dettaglio, i **nodi** rappresentano i punti di interesse POI presenti all'interno delle stazioni e costituiscono la base per la stima delle destinazioni della mobilità degli spostamenti dei frequentatori. Non esistono tipologie predefinite di POI ma è uno dei punti di flessibilità del modello. Ogni tipologia è definita da una coppia di caratteri letterali potendo così introdurre fino a $26 \times 26 = 576$ differenti tipologie di POI

Per limitare questa quantità si è arrivati a definire queste tipologie di POI:

TIPONODO	DESCRIZIONE	TAPPA	MULTIPIANO
AC	Coda treno dir. capolineaA	NO	NO
AT	Testa treno dir. capolineaA	NO	NO
IN	Ingresso dal piano stradale	SI	NO
OU	Uscita dal piano stradale	SI	NO
TA	Salita/Discesa treno in direzione capolineaA	SI	NO
TI	Tornelli in ingresso	SI	NO
TO	Tornelli in uscita	SI	NO
TZ	Salita/Discesa treno in direzione capolineaZ	SI	NO
XX	Incrocio	NO	NO
YA	Ascensore	NO	SI
YD	Scala mobile in discesa	NO	SI
YM	Scala mobile in salita	NO	SI
YS	Scala normale, rampa	NO	SI
ZC	Coda treno dir. capolineaZ	NO	NO
ZT	Testa treno dir. capolineaZ	NO	NO

3 - Tipologie di POI

Tappa: se SI indicano POI che possono rappresentare punti di origine /destinazione di uno spostamento, se NO solo punti di passaggio

Multipiano: se SI rappresentano POI che consentono di spostarsi da un piano all'altro

In particolare, una nota sui varchi bidirezionali che consentono sia ingresso che uscita; in questo caso si considerano 2 POI distinti (es: rampe di scale che consentono sia l'ingresso, sia l'uscita dalla stazione della metropolitana). Qui, si generano due POI sovrapposti per permettere il flusso in entrambe le direzioni.

Ogni POI oltre alle informazioni tipologiche sarà caratterizzato dalle seguenti informazioni:

- Codice numerico progressivo univoco;
- Nome univoco;
- Coordinate spaziali rispetto alla geometria metropolitana: z indica il piano di appartenenza del POI, x e y rappresentano una distribuzione spaziale all'interno della singola stazione;
- Tempo medio e relativa varianza di permanenza presso il POI espresso in minuti in funzione del tipo di finalità insito nel POI e delle eventuali caratteristiche specifiche;

- Probabilità di selezione del POI rispetto a tutti gli altri POI della stessa tipologia a indicare un ranking di importanza. La scelta di un particolare POI dipende da due fattori: l'importanza relativa rispetto agli altri della stessa tipologia, e la distanza del POI dal punto di partenza dello spostamento rispetto alle analoghe distanze degli altri POI;
- Gli archi orientati (orientati con logica vettoriale per indicare che certe tratte possono essere percorse in un unico senso e per segnalare il verso dello spostamento) sono caratterizzati ognuno da un punto di partenza e uno di arrivo tra i diversi POI e sono costituiti ognuno da un unico segmento che unisce i suddetti punti. Servono per meglio descrivere i flussi dei frequentatori durante i loro spostamenti.

Le informazioni che riguardano ogni **arco orientato** sono:

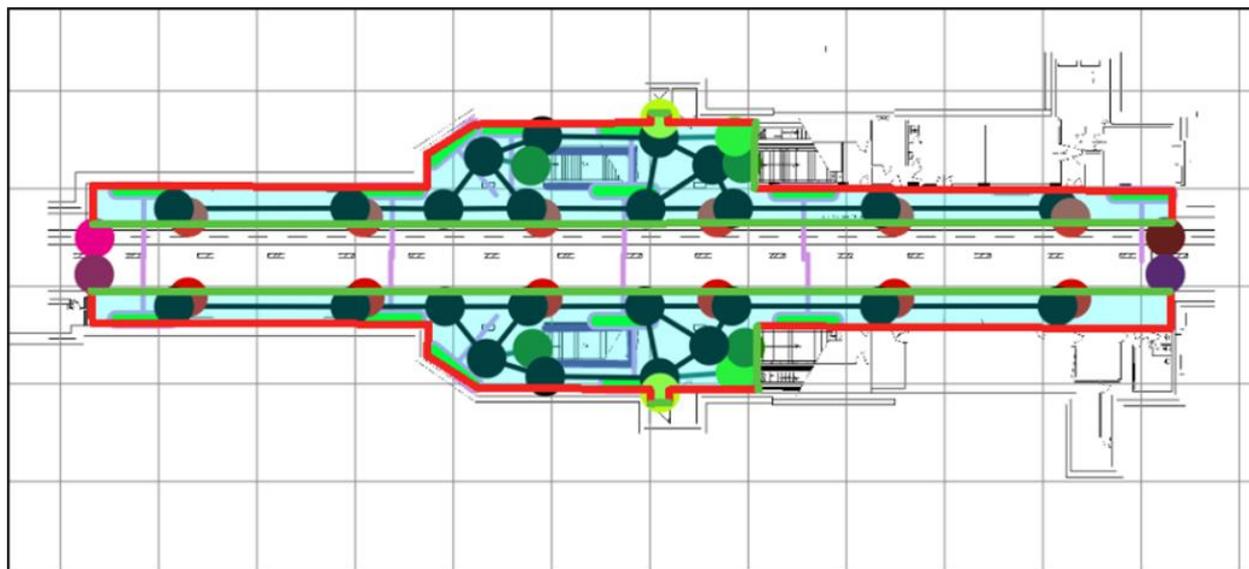
- Codice progressivo univoco dell'arco;
 - Codice del nodo di partenza;
 - Codice del nodo di arrivo;
 - Nome univoco: il nome fa riferimento ai due estremi dell'arco monodirezionale;
 - Tempo medio e relativa varianza di percorrenza dell'arco espresso in minuti calcolato come rapporto tra lunghezza dell'arco e velocità media di camminata di una persona (per convenzione un valore medio di 4 km all'ora);
 - Impedenza e relativa varianza di percorrenza dell'arco, espresso con grandezze adimensionali.
- L'impedenza di un arco viene introdotto in funzione del possibile utilizzo di scale mobili o ascensori rispetto alle scale normali. E' un elemento importante di calibrazione del modulo METRO.

3. Zone

Le zone rappresentano un sottoinsieme della stazione la cui definizione consente di gestire due tematiche:

1. Suddividere la stazione in zone che hanno caratteristiche omogenee in modo da poter classificare gli impianti anche in base alla zona di appartenenza. Inoltre in ogni stazione si è introdotta una distinzione tra le zone che appartengono al piano binari che hanno la caratteristica di essere visibili anche dai passeggeri in transito e non solo quelli che entrano o escono da quella stazione come è invece per gli altri piani;
2. Consentire una valutazione di una zona della stazione in modo da poter valorizzare iniziative pubblicitarie speciali quali le domination o la messa a disposizione dei clienti di aree particolari nel loro complesso tramite pellicolatura o altro, considerando l'intera zona come fosse un unico impianto.

In questo caso le tappe di un individuo non vengono considerate come singole discontinuità nel contatto in quanto si è interessati a valutare la permanenza nell'intera zona e il numero di volte che tale permanenza si realizza.



4 - Suddivisione in zone della fermata di Bisceglie a Milano

Le zone Landside e quelle Metroside sono tenute separate.

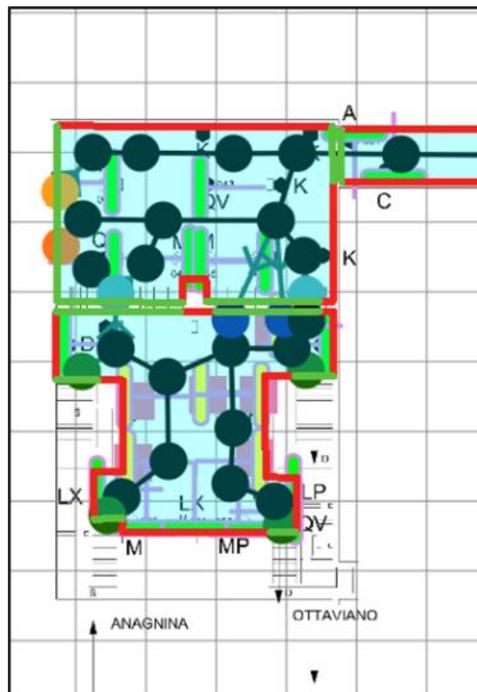
Inoltre una funzione ulteriore delle zone (identificazione muri perimetrali) è quella di poter costituire ostacoli visivi.

Per “muro perimetrale” si intende il confine logico fra le zone identificate nelle stazioni. Questi confini possono coincidere con degli ostacoli visivi (es: pareti), oppure possono essere un confine convenzionale non fisicamente riscontrabile.

4. Ostacoli visivi

Gli ostacoli visivi sono strutture permanenti poste negli ambienti della metropolitani che di fatto costituiscono una barriera alla visibilità degli impianti se interposti tra individuo e impianto.

Se gli ostacoli visivi coincidono con i confini di zona (muri perimetrali) si ipotizza una totale non visibilità dell’impianto, negli altri casi viene definita un’altezza dell’ostacolo.



5 - Ostacoli visivi nella fermata di Anagnina a Roma

5. Numero di tornellati

Il dato del numero medio mensile di tornellati per stazione e per fascia oraria consente di quantificare i passeggeri in accesso ad ogni stazione.

6. Impianti pubblicitari

Per associare ad ogni impianto i flussi degli individui che vengono in contatto bisogna rispettare alcune regole di visibilità. Prima di tutto viene acquisito l’elenco degli impianti presenti in ciascuna stazione con assegnato un codice univoco Audioutdoor (KeyUnique) Ogni impianto ha una serie di informazioni:

- Posizione all’interno della stazione;
- Dimensione e tipologia dell’impianto;
- Orientamento dell’impianto e altezza da terra, dichiarato dalla concessionaria;
- Raggio e ampiezza del cono di visibilità.

7. Visibilità per impianto e per iniziative pubblicitarie speciali

Le regole di visibilità portano a definire la parte di grafo che ricade all'interno del cono di visibilità. La definizione di nodi e archi orientati da cui un impianto risulta visibile è frutto di una elaborazione algoritmica che tiene in conto:

- Impianti con informazioni sulla posizione, l'orientamento, l'altezza da terra il raggio e l'ampiezza del cono di visibilità;
- Nodi e archi orientati con le coordinate geografiche;
- Ostacoli visivi ciascuno descritto con la sua geometria e l'altezza da terra.

Per ogni coppia impianto/arco-nodo occorre definire i seguenti aspetti:

- Percentuale di intersezione: la quantità in termini percentuali dell'elemento arco-nodo che ricade nel cono di visibilità dell'impianto;
- Quota di visibilità: la probabilità con cui chi transita per il nodo-arco è in grado di vedere l'impianto.

Alcune tappe sono considerate come punti di discontinuità del contatto perché si ritiene che l'attenzione venga distolta dall'ambiente circostante come nel caso del superamento del tornello o della salita e la discesa dal treno.

In tal caso laddove il POI ricada nel cono di visibilità di un impianto durante la permanenza nel suddetto POI si producono due contatti lordi e la durata di ciascun contatto lordo è la metà del tempo di permanenza previsto.

Nel caso delle domination e delle iniziative speciali il concetto di zone viene assimilato agli impianti per poterne stabilire il valore pubblicitario. In questo caso il modello computa la permanenza nella zona quantificando l'audience di quella zona assimilandola ad un contatto sviluppato. In questo caso la permanenza nel POI non porta alla discontinuità dei contatti per cui finché non si esce dalla zona si produce un solo contatto.

8. Buffer delle stazioni

A partire dai dati di censimento della popolazione e dell'industria dell'Istat (dettagliata a livello di sezione di censimento che mediamente conta una popolazione di 200 abitanti) è stato possibile associare a ciascuna stazione, attraverso un'area di influenza (buffer) di raggio pari a 300 metri informazioni su popolazione e attività insediate, da cui si sono stimati gli spostamenti generati o attratti da ciascuna sezione di censimento ricadente in tale buffer (**spostamenti stock** – mobilità di coloro che risiedono nel territorio di riferimento e **spostamenti captive** – mobilità di coloro che per diversi motivi si spostano nel territorio di riferimento) Si tratta di una quantificazione degli spostamenti di coloro che risiedono (stock) o che sono destinati (captive) nelle vicinanze della stazione ripartiti entrambi a loro volta per tipologia (fasce di età) e motivo dello spostamento (lavoro, studio, tempo libero, rientro a casa)

Gli spostamenti di tipo stock avvengono dalla zona di riferimento ad altre zone ad eccezione del motivo casa (zona stessa) quelli di tipo captive sono destinati alla zona di riferimento ad eccezione del motivo casa per cui invece originano da tale zona

Ci sono poi spostamenti di **tipo traffic** cioè quelli che si trovano a transitare per la zona di riferimento senza avervi origine ne essere destinati. Per valutare questa componente viene considerato il livello di intermodalità (spostamento che avviene attraverso due o più modi di trasporto es. auto più metro) differente secondo la stazione della metropolitana.

Gli elementi che sono stati considerati per valutare il livello di intermodalità delle stazioni sono le seguenti:

- Scambio con ferro: corrispondenza con altre linee di metro o treno;
- Scambio con superficie: presenza di fermate urbane e extraurbane di bus e tram;
- Scambio con privato: presenza e capacità dei parcheggi di interscambio e su strada;
- Scambio generico: stazione capolinea della metropolitana

E' stato possibile creare così un modello di regressione lineare che spiega il numero di ingressi con un coefficiente di determinazione R^2 pari al 70%.

Il modello di regressione ha evidenziato una fortissima importanza dello scambio di superficie, seguito dallo scambio su ferro e dallo scambio con privato.

E' così possibile per ogni stazione **suddividere gli spostamenti nelle 3 componenti stock, captive e traffic.**

I parametri del modulo METRO

I parametri di riferimento considerati, cioè i dati che sono necessari per alimentare il modello e che sono stati assunti sulla base di una serie di valutazioni supportate da dati e informazioni, sono di seguito riportati in dettaglio.

1. Viaggi medi giornalieri

Gli individui considerati nel modello (universo di riferimento) sono **l'insieme di persone che in un determinato lasso di tempo ha frequentato almeno una volta la metropolitana**. Non vengono considerati nel numero coloro che, non passando i tornelli, utilizzano le stazioni per finalità diverse dal viaggio (ad esempio attraversare una piazza o accedere a negozi presenti nell'area definita Landside).

Per quanto riferito al singolo individuo le chiavi di lettura utilizzate sono:

- Residenza;
- Caratteristiche socio-demografiche (sesso e fasce di età);
- Responsabile acquisti.

Per quanto riferito alla singola presenza le chiavi di lettura utilizzate sono

- Motivo del viaggio;
- Fascia oraria di frequentazione;

Si definisce **numero di presenze la somma degli individui dell'universo di riferimento ciascuno contato in base al numero di volte in cui nel periodo in esame ha frequentato la metropolitana**.

Il rapporto tra i due (presenze su universo) rappresenta la frequentazione media degli individui

Sulla base dei risultati del modello MACRO è stato possibile stimare il numero medio di spostamenti giornalieri di chi frequenta ciascuna delle reti delle metropolitane considerate.

In media il risultato nel tempo è stato di 1.8 viaggi per individuo al giorno che corrisponde a risultati rilevati da ricerche terze (GfK) indipendenti.

2. Tipi di spostamento

Questa fase riguarda la determinazione per ciascun individuo degli spostamenti effettuati all'interno delle stazioni della metropolitana. Gli spostamenti di ogni presenza di ciascun individuo sono descritti come **sequenza logica di tappe** (vedi trattazione dei nodi) ad esempio:

1. Ingresso in metropolitana alla stazione X;
2. Tornelli;
3. Salita a bordo treno in direzione Y;
4. Passaggio in ognuna delle banchine delle stazioni poste tra X e Y;
5. Discesa dal treno nella stazione Y;
6. Tornelli di uscita della stazione Y;
7. Uscita dalla stazione Y.

Questa sequenza logica viene poi trasformata in una **sequenza fisica** che consente di individuare puntualmente il POI in cui avviene ciascuna tappa degli spostamenti. Questo avviene assegnando a ogni tappa logica un nodo fisico considerando che ogni tappa della sequenza logica va identificata all'interno del POI del tipo di interesse e che a partire dal secondo elemento della sequenza logica il successivo deve tener conto anche della distanza dal POI precedente in modo da rendere più probabile la scelta di POI più vicini.

In termini matematici la scelta del percorso fisico avviene nel modo seguente:

- Per la prima tappa la scelta del POI di partenza avviene esclusivamente sulla base della probabilità di tutti i nodi del relativo tipo. La tappa iniziale può essere solo di tipo ingresso in metropolitana;
- Per le tappe successive la scelta del POI di destinazione tiene conto di:
 - o La probabilità $p(n)$ del nodo fra i nodi della tipologia di interesse;
 - o La probabilità $p(p)$ del percorso individuato dal POI corrente alla tappa successiva

- o Il tempo $t(p)$ di percorrenza del percorso individuato (ad esempio i minuti di percorrenza per andare dal POI corrente a quello successivo).

Si ottiene la seguente formula che fornisce la probabilità (non normalizzata) della scelta proposta rispetto alle diverse alternative:

$$P(tot) = \frac{p(n) \times p(p)}{t(p)}$$

Normalizzando a 1 tutte le alternative presenti viene creata una distribuzione di probabilità per tutte le possibili opzioni all'interno della quale viene effettuata una scelta di tipo casuale. Nel caso di POI non raggiungibili il tempo $t(p)$ risulta infinito garantendo la probabilità nulla di tale scelta.

Quindi la probabilità dinamica di un POI parte dalla probabilità di un POI che viene impostata inizialmente a partire dalle informazioni disponibili ma in fase di esecuzione si può produrre una riduzione di tale probabilità man mano che i diversi individui si trovano a frequentare tale POI. Tale riduzione porta di fatto a soddisfare statisticamente la quota iniziale di ciascun POI.

Contemporaneamente alla costruzione della sequenza fisica **viene fornito anche il percorso fisico che ogni individuo percorre tra una tappa e l'altra indicandone la sequenza di archi attraversati.**

Sulla base dei tempi medi di percorrenza forniti per ciascun arco (con un valore medio ed una relativa varianza) e dei tempi medi di percorrenza forniti per ciascun POI a partire dall'ora di ingresso in stazione è possibile definire sia l'ora di uscita dalla rete che la sequenza temporale di ciascuna tappa.

Quindi per riassume le fasi sono 3 così in gerarchia:

1. **Sequenza logica** di tappa da stazione X a stazione Y che alimenta il modello MACRO;
2. **Sequenza fisica** all'interno della stazione;
3. **Percorso fisico** di ogni individuo tra una tappa e l'altra.

I livelli 2 e 3 alimentano il modello MICRO

3. Tempi medi di permanenza in banchina

Per la stima dei tempi medi di attesa in banchina si sono considerati gli orari ufficiali forniti dalle società che gestiscono le varie reti. Gli orari sono stati considerati per stazione (ogni linea ha una frequenza che varia a seconda dell'ora di riferimento, nel caso di linee con biforcazione occorre separare le tratte elementari perché le frequenze possono essere diverse).

Dovendo fornire un dato medio indipendente dal giorno della settimana (solitamente le frequenze di sabato e domenica sono inferiori a quelle dei giorni feriali) si sono mediate le diverse frequenze ponderandole con il numero di giorni dell'anno di ciascuna categoria.

I tempi medi di attesa sulla banchina sono stati valutati considerando la metà del tempo che intercorre tra un treno e l'altro.

4. Regole di visibilità individuo/impianto

Le regole di visibilità di un impianto in metropolitana sono quelle definite da Audioutdoor per tutta l'impiantistica sia posta all'interno di luoghi che all'esterno sulle strade

Ad ogni impianto vengono attribuiti una posizione, un'altezza da terra e un raggio che insieme all'ampiezza (140 gradi) determina il cono di visibilità ovvero l'area da cui l'impianto risulta visibile. Nel caso della metropolitana muovendosi tutti i passeggeri a piedi per poi entrare in treno la direzione dello spostamento non risulta rilevante.

Per ogni impianto pubblicitario viene creato l'elenco dei nodi e degli archi che ricadono all'interno del relativo cono di visibilità, tenendo in conto gli ostacoli visivi. Ogni elemento di questo elenco ha due ulteriori valori ovvero:

1. La **percentuale di intersezione** cioè la quantità % dell'elemento arco/nodo che ricade nel cono di visibilità dell'impianto. Per i nodi questi valori possono essere solo 0 (non nel cono) o 1 (nel cono) mentre per gli archi tale valore può assumere valori nell'intervallo continuo 0-1 in ragione della quota di arco che ricade nel cono;
2. La **quota di visibilità** cioè la probabilità con cui chi transita per il nodo/arco è in grado di vedere l'impianto.

Come detto sopra questo vale per il principio della discontinuità dei contatti per ogni singolo impianto. Per le domination e per le iniziative speciali pubblicitarie il modello consente di valutare la permanenza in ciascuna zona (non solo per ogni singolo impianto con il concetto di discontinuità) ma anche di assimilare la presenza in quella zona come ad un contatto sviluppato.

Il processo del modulo METRO

I modelli applicati per la stima dei contatti all'interno delle stazioni sono di due tipi: Macro e Micro.

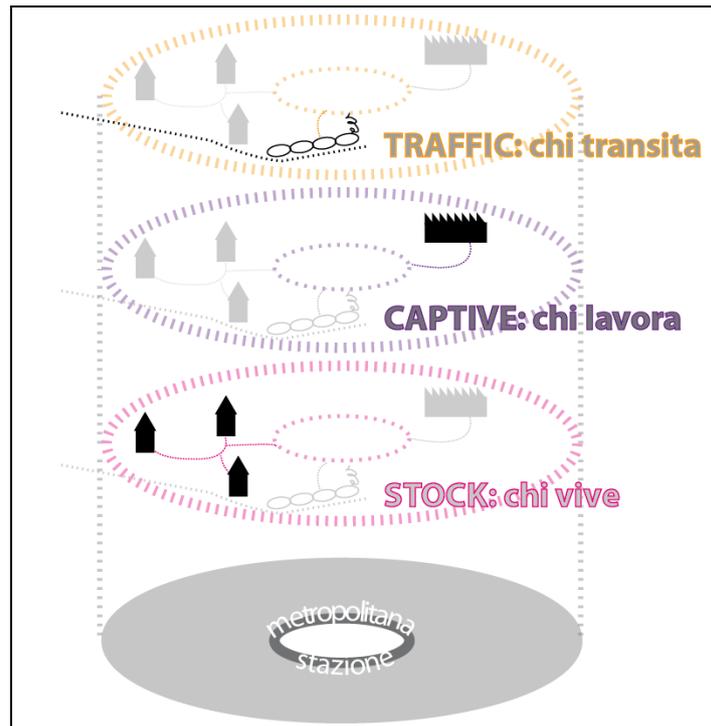
1. Modello Macro

Il modello Macro ha l'obiettivo di ricostruire i **flussi da stazione a stazione** o in gergo trasportistico la matrice Origine/Destinazione. Tale matrice definisce, per ciascuna coppia di stazioni (entrata e uscita) il numero dei viaggi per ciascuna segmentazione proposta. La segmentazione è per profilo socio demografico, per motivo dello spostamento e per fascia oraria.

Il Modello MACRO considera questi aspetti:

1. **Mobilità stock, captive e traffic** di cui si è già anticipato sopra. Dividere la mobilità in queste tre componenti porta a poter separare gli spostamenti in modo da poterne fare una quantificazione più attendibile. Si integra qui con alcuni concetti:
 - bassa probabilità di avere sovrapposizioni tra i tre tipi di mobilità;
 - La mobilità di tipo **stock** può riferirsi solo a coloro che risiedono nel buffer di 300 metri intorno alla stazione, con ciò rendendo facile quantificare gli abitanti che ricadono in questa fascia con relative caratteristiche socio demografiche (dati censimento popolazione). Non è noto invece il tipo di spostamento da e per la loro residenza ne se utilizzano la metropolitana e in particolare la stazione specifica;
 - La mobilità di tipo **captive** ha importanti informazioni di riferimento per stimarne l'entità. Le destinazioni degli spostamenti sono di fatto da correlare alle motivazioni. Spostamenti per studio o lavoro, per gestione familiare e tempo libero (presenza di negozi, servizi, ospedali o altre residenze di conoscenti);
 - La modalità **traffic**: più complessa per la quale non esiste una motivazione specifica ad attraversare il territorio di riferimento in quanto solo funzionale ad un percorso. Purtroppo nel caso della metropolitana occorre verificare lo spostamento intermodale fatto con più di un mezzo, nel qual caso la quota di mobilità che passa da una stazione dipende dalla possibilità di fare spostamenti intermodali con un cambio di mezzo nelle immediate vicinanze della stazione di metropolitana.

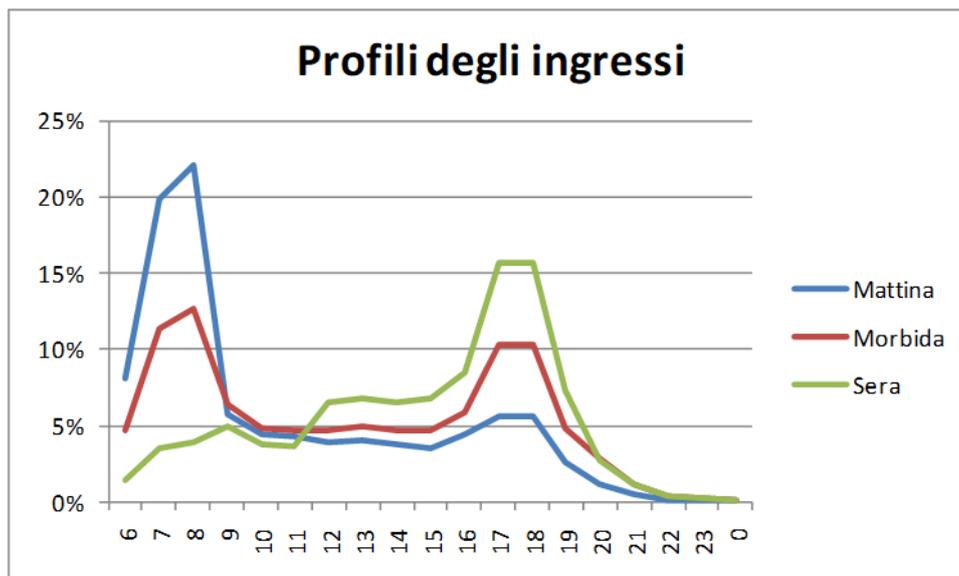
I dati di mobilità delle tre tipologie sono stati poi ragguagliati al numero di tornellati della stazione stessa di fatto ipotizzando che la quota di spostamenti che utilizza la metropolitana sia analoga per tutte e tre le tipologie di mobilità.



6 – Mobilità Stock, Captive e Traffic

2. **Intermodalità di una stazione** della metropolitana fa riferimento alla mobilità di tipo traffic cioè a spostamenti che avvengono con più mezzi di trasporto di tipo pubblico-pubblico (treno e metro...) o privato-pubblico (auto e bus ...). Nel caso di pubblico-pubblico è importante verificare la presenza di altri mezzi nell'intorno della stazione (si verificano la corrispondenza con altre linee su ferro ovvero treno e metropolitana dove lo scambio interessa meno perché non richiede ingressi nella stazione in esame oppure la corrispondenza dell'ingresso metropolitana con capolinea e fermate di mezzi pubblici di superficie oppure la corrispondenza con parcheggi di interscambio o zone con ampia possibilità di sosta)
E' stato creato un modello di stima del livello di intermodalità di una stazione che è funzione dei diversi parametri che descrivono quantitativamente le suddette voci. Il dato che ne deriva confrontato con i valori dei tornellati di stazione registra un valore del coefficiente di determinazione R2 pari al 70%
3. **Andamenti temporali degli ingressi.** E' stato introdotto il concetto di profili degli ingressi in una stazione che fa riferimento ai dati di tornellati per ogni ora. Si sono identificati tre tipologie di profili di ingressi:
 - Profilo mattina: tipico delle stazioni più periferiche o con forte prevalenza di insediamenti residenziali per cui si assiste a un picco molto elevato di ingressi la mattina e un andamento molto meno accentuato nel pomeriggio;
 - Profilo sera: tipico delle stazioni più centrali con forte prevalenza di insediamenti di attività lavorative o ricreative con un picco di ingressi la sera e un andamento mattutino poco accentuato;
 - Profilo morbido: tipico delle stazioni con elevato valore di mobilità di tipo traffic con due picchi uno al mattino, l'altro alla sera.

L'attribuzione del tipo di profilo ad ogni stazione avvenuto mediante un metodo di analisi dei cluster ha portato ad assegnare alcune caratteristiche di mobilità alla stazione che sono state considerate in sede di modellizzazione dei flussi.



7 – Profili tipici degli ingressi nelle stazioni

4. **Modello di distribuzione.** Uno dei passaggi chiave del modello MACRO è legato ai metodi di distribuzione per ricostruire una matrice bidimensionale con righe e colonne avendo a disposizione solo i totali di righe e colonne. Si lavora sulla modalità con la quale normalmente si descrive la domanda di mobilità dove ogni cella rappresenta il numero di spostamenti che, nell'unità di tempo considerata, originano dalla zona Origine e sono destinati alla zona Destinazione (O/D) nel caso specifico le stazioni della metropolitana in esame. Esistono infinite soluzioni per generare questa ricostruzione. I metodi di distribuzione forniscono un modo per definire quella più probabile e poterla poi calcolare. Nel modello MACRO si ricorre a un uso intensivo dei metodi di distribuzione che consentono in diversi passi di disaggregare la matrice O/D al livello di dettaglio desiderato. Per operare i metodi di distribuzione assumono una funzione di probabilità che rende più o meno probabile un valore elevato in una determinata cella, lasciando al metodo di calcolo la verifica di congruenza con i totali di riga e colonna

	Colonna 1	Colonna 2	...	Colonna m	TOTALE
Riga 1	$M_{1,1}$	$M_{1,2}$...	$M_{1,m}$	R_1
Riga 2	$M_{2,1}$	$M_{2,2}$...	$M_{2,m}$	R_2
...
Riga n	$M_{n,1}$	$M_{n,2}$...	$M_{n,m}$	R_n
TOTALE	C_1	C_2	...	C_m	TOT

Figure 8 – Matrice di esempio del metodo di distribuzione

I totali di riga R_n e i totali di colonna C_m rappresentano i termini noti del problema, mentre le celle $M_{n,m}$ rappresentano gli elementi da stimare, dove però devono valere le seguenti relazioni.

$$\sum_n R_n = \sum_m C_m$$

ovvero la somma dei totali di riga deve uguagliare la somma dei totali di colonna

$$\sum_m M_{n,m} = R_n$$

ovvero la somma delle celle della riga i-sima deve uguagliare il totale della stessa riga

$$\sum_n M_{n,m} = C_m$$

ovvero la somma delle celle della colonna j-sima deve uguagliare il totale della stessa colonna

Il metodo di distribuzione proposto calcola iterativamente i valori di ciascuna cella a partire dalla seguente formula:

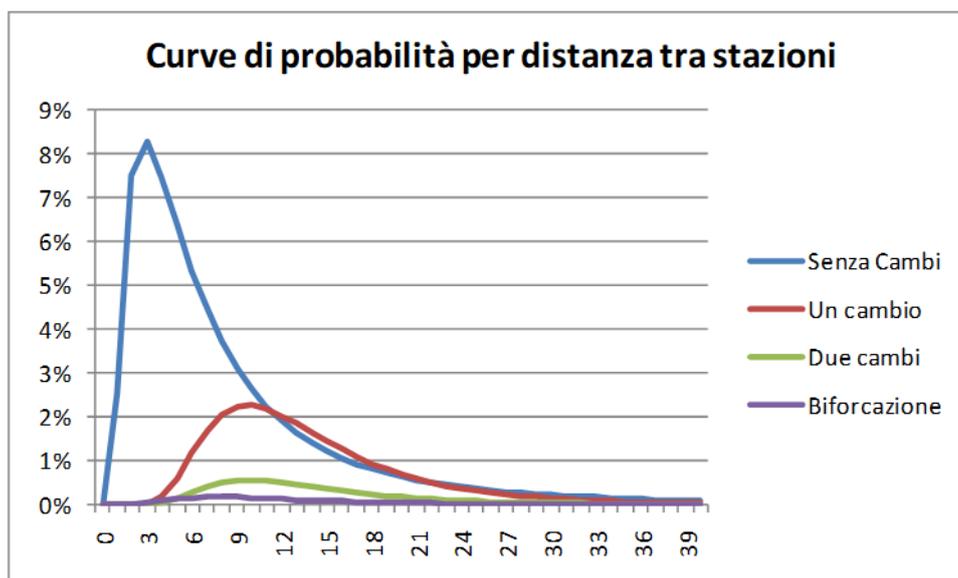
$$M_{n,m} = R_n * C_m * A_n * B_m * f(n,m)$$

Dove

- A_n e B_m sono opportuni coefficienti stimati dal metodo di distribuzione per preservare i totali di riga e di colonna
- $f(n,m)$ è un'opportuna funzione di distanza che cresce al crescere della probabilità che la cella (n,m) abbia un valore elevato

Mentre i coefficienti A_n e B_m sono calcolati automaticamente dal metodo di distribuzione, la funzione di utilità $f(n,m)$ è uno dei dati di input del metodo di distribuzione, e ovviamente deve tendere a dare maggiore probabilità alle celle che si presume abbiano valori più elevati. Si vedrà come tali funzioni vengono definite all'interno del modello MACRO al fine di rispettare questo assunto.

5. **Distribuzione per distanza degli spostamenti.** Un altro passo è quello di associare un ingresso in una stazione con l'uscita in un'altra. Tale calcolo nel modello MACRO tiene conto di una maggiore o minore probabilità di compiere spostamenti in metropolitana in base al numero di fermate che sono effettuate. La curva che sottende è stata ricavata da un'indagine su 200.000 individui residenti a Milano e provincia e poi validata anche su altre città. A partire dalla conoscenza delle origini e destinazioni degli spostamenti dichiarati è stato possibile associare agli spostamenti che prevedevano l'uso della metropolitana le due stazioni di ingresso e di uscita per poi calcolare una distribuzione di probabilità in funzione della distanza tra le due stazioni stesse.



9 – Probabilità di effettuare dei cambi in funzione della distanza tra le stazioni O/D

2. Modello Micro

Il modello Micro ha il compito di ricostruire i percorsi seguiti da tutti gli utenti in ciascuna stazione dal punto di ingresso fino a quello di uscita.

In questo caso, in funzione del layout di ciascuna stazione, uno spostamento può avere diversi possibili punti di accesso alla stazione di ingresso, diversi percorsi che lo portano al piano binari e analogamente per la stazione di arrivo diversi percorsi e uscite. Il modello Micro considera questi aspetti:

1. **Le catene degli spostamenti:** Per ciascuna presenza in metropolitana viene creata la catena di spostamenti coerente con le stazioni di partenza e di arrivo dello spostamento dove le tappe sono:
 1. Ingresso nella stazione di partenza;
 2. Tornello in ingresso;
 3. Salita a bordo del treno;
 4. Passaggio a bordo treno nelle stazioni di transito (di solito più di una);
 5. Discesa dal treno nella stazione di arrivo;

6. Tornello in uscita;
7. Uscita dalla stazione.

Nel caso di stazioni con più linee se esistono alternative viene scelto il percorso più breve o nel caso di percorso equivalente viene fatta una scelta casuale tra i percorsi più brevi. Nel caso di Brescia dove i tornelli non esistono, ovviamente, questi due passaggi vengono saltati;

2. **Il calcolo dei percorsi.** La ricostruzione dei percorsi parte dalle catene di spostamenti che rappresentano la sequenza logica delle tappe di ciascuna presenza in metropolitana e che vengono trasformate (come detto all'inizio) in sequenze fisiche (le tipologie dei *POI* diventano *POI* fisici) e il percorso tra due *POI* diventa un percorso fisico.

Per la prima tappa si parte dall'ingresso in metropolitana (nel caso di più ingressi si sceglie quello con più probabilità) e poi per le tappe successive, oltre alla probabilità di scelta attribuita a un *POI*, si introduce anche la distanza dal *POI* precedente. Quindi la scelta del *POI* successivo a quello corrente è direttamente proporzionale alla sua probabilità e inversamente proporzionale alla sua distanza da quello corrente (in termini di impedenza e non di tempo di percorrenza).

La logica è quella di privilegiare i tornelli con maggiore probabilità o comunque più vicini alla posizione attuale. Esistono due casistiche del concetto di probabilità di un *POI* nel corso della simulazione:

- i. La probabilità di scelta di un *POI* si riduce al crescere del numero di frequentazioni, per cui la probabilità a inizio simulazione va via via a decrescere con il progredire della simulazione stessa. Si parla di probabilità decrescente;
- ii. Oppure la probabilità di scelta di un *POI* rimane costante durante tutta la simulazione. Si parla di probabilità costante. La scelta dipende più dalla tipologia del *POI* che dal *POI* specifico. Dove è noto a priori il numero dei frequentatori si usa la probabilità decrescente, negli altri casi quella costante.

3. **L'attrattività del *POI*.** Ogni *POI* ha attribuito un valore di probabilità che va considerato in modo relativo rispetto a tutti gli altri *POI* della stessa tipologia. Il valore di probabilità di ogni *POI* influisce sulla relativa scelta all'interno di un percorso. La quantificazione della probabilità di ciascun *POI*, anche attraverso un processo iterativo di calibrazione, assume un aspetto determinante. Si fa riferimento ad alcune informazioni disponibili quali i valori censuari forniti dal gestore delle reti metropolitane che per alcuni *POI* ha la possibilità di sapere il numero di frequentatori (ad esempio i tornellati), conteggi fatti in occasione di sopralluoghi (ad esempio il conteggio degli individui per accesso), possibili attribuzioni di punteggi ai diversi *POI* con sopralluoghi;

- 4) Le **regole di visibilità individuo/impianto**, di cui si è già trattato all'inizio della metodologia.

L'aspetto gerarchico da tenere presente è legato all'ordine in base al quale occorre approcciare i due modelli del modulo Metro: In primo luogo si utilizza il Modello Macro in quanto le risultanze di questo costituiscono un input indispensabile per il modello Micro.

Schema di sintesi

1. Modello Macro

Principali dati di input:

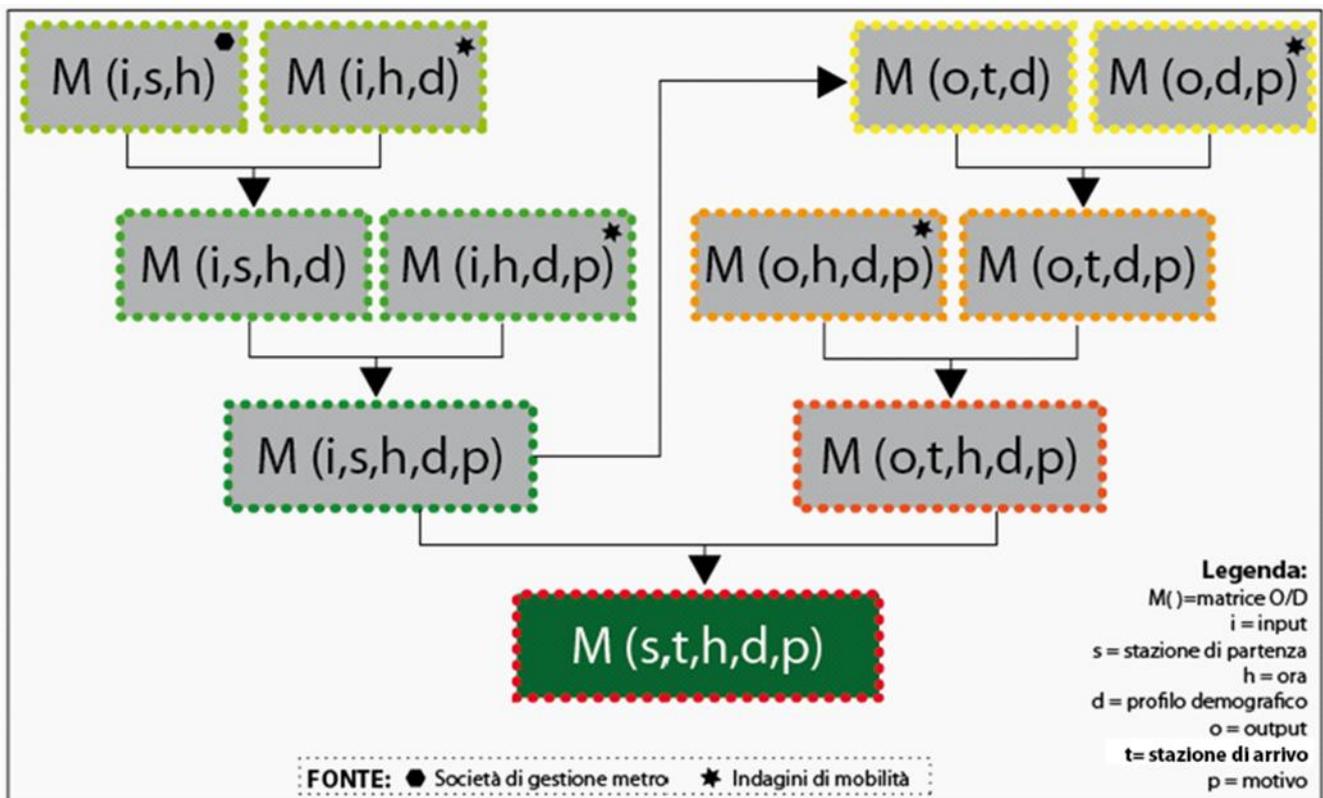
1. I tornellati rilevati attraverso gli accessi in ogni stazione per fascia oraria. Più problematica la rilevazioni per quelli in uscita;
2. Lo schema fisico della rete che descrive la sequenza delle stazioni sulle diverse linee;
3. La distribuzione di probabilità di uno spostamento da una stazione all'altra in base alla distanza tra le due stazioni e in base al numero di fermate e agli eventuali cambi di linea;
4. I profili temporali ovvero la classificazione delle stazioni in funzione dell'andamento degli ingressi;
5. La composizione socio demografica dei viaggiatori in relazione alle fasce orarie di esercizio della metropolitana;

6. La profilazione delle stazioni secondo le componenti stock, captive o traffic, ulteriormente suddivise secondo la componente socio-demografica e il motivo dello spostamento.

Partendo da questi dati, con un modello di distribuzione multilivello si ottiene la matrice O/D che per ogni spostamento tiene in considerazione questi elementi di disaggregazione:

1. Stazioni in ingresso fornite attraverso la loro sigla e accorpando le stazioni multiple, cioè che consentono l'accesso a più linee;
2. Il profilo socio – demografico dei passeggeri che consente di riferirsi alla disaggregazione degli universi utilizzati (residenza per area geografica, sesso, età e responsabile acquisti) e il motivo del loro viaggio con riferimento a scopi sistematici (studio, lavoro) occasionali (gestione familiare e tempo libero) e il ritorno a casa;
3. La fascia oraria che fa riferimento alle singole ore del giorno assumendo la convenzione di attribuire lo spostamento all'istante di ingresso in stazione di partenza a prescindere dalla durata: questo dato consentirà di ragguagliare i dati di ingresso e uscita a parità di orario, facilitando così la matrice O/D degli spostamenti

Le fasi del modello di distribuzione multilivello applicate sono 5 qui raffigurate che permettono via via di ricostruire la matrice O/D degli spostamenti:



10 – diagramma di flusso del modello Macro

2. Creazione degli individui

Questa matrice O/D prodotta che indica il numero di spostamenti non li associa ancora agli individui che effettuano uno o due viaggi nel giorno medio e quindi non può ancora essere applicata al modello MICRO. Inoltre non tutti i valori prodotti da attribuire ad ogni cella sono interi.

Quindi, sempre nell'ambito del modello Macro, viene elaborato un file che trasforma la matrice O/D in una sequenza di individui ciascuno con attribuito i propri spostamenti. Ogni individuo viene indicato con un numero progressivo, con il suo profilo socio demografico, la tipologia di viaggio (andata o ritorno), il motivo del viaggio, la stazione di origine dello spostamento e quella di destinazione nonché l'ora dello spostamento.

3. Modello di distribuzione multilivello

Nella costruzione della matrice O/D degli spostamenti stazione/stazione vengono fatti alcuni assunti che determinano le condizioni di integrità che la matrice stessa deve rispettare. Alcuni di questi assunti sono basati su evidenze specifiche, altri riguardano delle convenzioni che semplificano la costruzione della matrice, In particolare le condizioni di integrità applicate sono le seguenti:

- Integrità per stazione: gli ingressi vengono considerati uguali alle uscite a livello giornalieri per ciascuna stazione;
- Integrità per profilo socio-demo: gli ingressi sono uguali alle uscite a livello giornaliero per ciascuna stazione e per ciascun profilo socio – demo. Di fatto è un dettaglio ulteriore del punto precedente, dipendente dalla segmentazione dell’universo in strati;
- Integrità per motivo: gli interessi per motivi diversi da casa sono uguali alle uscite per motivi da casa e viceversa, a livello giornaliero per stazione e profilo socio – demo: Di fatto si postula che uno spostamento per un motivo da casa viene sempre seguito da uno spostamento per ritorno a casa;
- Integrità per ora: gli ingressi sono uguali alle uscite a totale stazioni e per profilo socio-demo avendo posto per convenzione l’ora di uscita uguale a quella di ingresso

Tali condizioni di integrità della matrice sono state utilizzate nei 5 passi di analisi qui descritti:

1. Ingressi per profilo e orario

Come già dettagliato il metodo di distribuzione è un algoritmo che calcola una matrice a partire dai totali di riga e colonna, scegliendo tra tutte le possibili soluzioni quella coerente con la funzione di utilità di ciascuna cella (valori di utilità alti rendono più probabili i valori della relativa cella).

La funzione di utilità viene definita sulla base di opportuni valori.

Il metodo di distribuzione per ogni passo, in relazione alla variabile indagata, può avere o meno più iterazioni, a seconda delle dimensioni della matrice da popolare

Nel primo passo del modello MACRO viene operata una disaggregazione degli ingressi per stazione, ora e profilo socio-demo

Gli elementi del modulo sono i seguenti:

- OUTPUT: Matrice (ingressi, stazione, ora, profilo)
- RIGHE: Matrice (ingressi, stazione, ora)
- COLONNE: Matrice (ingressi, ora, profilo)
- FUNZIONE UTILITÀ: Quota (ingressi, stazione , profilo)* Prob (ora, profilo)
- ITERAZIONI: nessuna

La Matrice di riga corrisponde ai tornellati in ingresso per stazione e per ora.

La Matrice di colonna deriva da indagini sulla mobilità.

La Prob per ora di ingresso e profilo, usata nella Funzione di Utilità, è stata stimata a partire da alcune indagini.

La Quota di ingressi per stazione e profilo, usata nella Funzione di Utilità, è calcolata a partire dai dati Stock, Captive e Traffic (disaggregati appunto per profilo).

La Funzione di Utilità cresce quindi al crescere della quota e della probabilità.

2. Ingressi complessivi

Nel secondo passo del modello MACRO viene operata una disaggregazione degli ingressi per stazione, ora, profilo socio-demo e motivo.

Gli elementi del modulo sono i seguenti:

- OUTPUT: Matrice (ingressi, stazione, ora, profilo, motivo)
- RIGHE: Matrice (ingressi, stazione, ora, profilo)
- COLONNE: Matrice (ingressi, ora, profilo, motivo)
- FUNZIONE UTILITÀ: Quota 8 ingressi, stazione, profilo, motivo) * Prob (ora, profilo, motivo)
- ITERAZIONI: per profilo e per ora

La Matrice di riga corrisponde all’output del passo 1.

La Matrice di colonna deriva da indagini sulla mobilità.

La probabilità Prob per ora di ingresso, profilo e motivo utilizzata nella funzione di utilità è stata stimata a partire dalle stesse indagini.

La Quota di ingressi per stazione, profilo e motivo utilizzata nella funzione di utilità è calcolata a partire dai dati Stock, Captive e Traffic (disaggregati appunto per profilo e motivo) proveniente dal database DB_MOVERS e dall'analisi sull'intermodalità di stazione.

La funzione di utilità cresce quindi al crescere della quota e della probabilità.

3. Uscite per profilo e motivo

Nel terzo passo del modello MACRO viene ricostruita la matrice delle uscite per stazione, profilo socio – demo e motivo

Gli elementi del modulo sono i seguenti:

- OUTPUT: Matrice (uscite, stazione, profilo, motivo)
- RIGHE: Matrice (ingressi, stazione, profilo)
- COLONNE: Matrice (ingressi, profilo, altri motivi) o (casa)
- FUNZIONE UTILITÀ: Quota (uscite, profilo, motivo)
- ITERAZIONI: per profilo

La Matrice di riga corrisponde all'output del passo 2, aggregato per ora e motivo.

La Matrice di colonna corrisponde all'output del passo 2 aggregato per ora e per profilo.

Per simmetria gli ingressi di stazione per casa sono uguali alle uscite per altri motivi e viceversa gli ingressi per altri motivi sono uguali alle uscite per casa, nell'ipotesi di due viaggi simmetrici. Si riesce quindi a stimare le uscite a partire dagli ingressi, a totale giornata.

La funzione di utilità si riferisce alla quota di uscite per profilo e motivo che è stata stimata a partire dalle indagini di cui sopra.

4. Uscite complessive

Nel quarto passo del modello MACRO viene operata una disaggregazione delle uscite per stazione, profilo socio – demografico, motivo e orario

Gli elementi del modulo sono i seguenti:

- OUTPUT: Matrice (uscite, stazione, profilo, motivo, ora);
- RIGHE: Matrice (uscite, stazione, profilo, motivo);
- COLONNE: Matrice (ingressi, ora, profilo, motivo);
- FUNZIONE UTILITÀ: Quota (uscite, profilo, motivo) * Prob (ora, profilo, motivo);
- ITERAZIONI per profilo e per motivo.

La Matrice di riga corrisponde all'output del passo 3.

La Matrice di colonna corrisponde all'output del passo 2, aggregato per stazione. Per simmetria gli ingressi totali per ora, profilo e motivo sono uguali alle uscite totali per ora, profilo e motivo.

La probabilità Prob per ora, profilo e motivo e la Quota di uscite per profilo e motivo, utilizzate nella funzione utilità sono state stimate a partire dalle indagini di cui sopra.

La funzione utilità cresce quindi al crescere della quota e della probabilità.

5. Matrice O/D completa

Viene effettuato l'assemblaggio delle due matrici, quella degli ingressi e quella delle uscite, in un'unica matrice O/D che, per ciascun viaggio, indica la stazione di partenza, quella di uscita, il profilo socio-demo dell'individuo, il motivo e l'ora dello spostamento

Gli elementi del modulo sono i seguenti:

- OUTPUT: Matrice (stazione in, stazione out, ora, profilo, motivo);
- RIGHE: Matrice (ingressi, stazione, ora, profilo, motivo);
- COLONNE: Matrice (uscite, stazione, ora, profilo, motivo);
- FUNZIONE UTILITÀ: Utility (Distanza stazione/stazione);
- ITERAZIONI: per profilo e per motivo.

La Matrice di riga corrisponde all'output del passo 2.

La Matrice di colonna corrisponde all'output del passo 4.

La funzione utilità è calcolata in base alla distanza tra ogni coppia di stazioni, valutata in base al numero di fermate e agli eventuali cambi di linea.

Come abbiamo visto la matrice O/D prodotta dal modello MACRO non è in grado di definire chi compie gli spostamenti (ad esempio non può riconoscere lo stesso individuo che effettua prima uno spostamento da Duomo a Cadorna per motivi di lavoro e poi da Cadorna a Duomo per ritorno a casa) e può produrre valori frazionari di numero viaggi effettuati che non può essere così inserita nello schema riferita a individui.

Viene quindi prodotto il **file di cui sopra**

Questo file viene quindi utilizzato nell'ambito del modello MICRO per la creazione dei percorsi degli individui nelle stazioni della rete metropolitana.

4. Modello Micro

Il processo per la ricostruzione dei flussi all'interno delle aree della metropolitana e per la **stima delle audience** si articola nei seguenti passi:

1. Creazione degli individui frequentatori della metropolitana;
2. Attribuzione di una catena logica di spostamenti per ciascun individuo;
3. Costruzione del percorso associato a ciascun individuo;
4. Calcolo degli incroci tra individuo e impianti.

Di seguito i passi del modello

1. Creazione degli individui frequentatori della metropolitana:

Questo file creato dal modello MACRO viene preso in input dal modello MICRO

2. Attribuzione della catena logica degli spostamenti per ciascun individuo:

La catena logica degli spostamenti rappresenta le tappe che l'individuo effettuerà all'interno del suo percorso nella rete della metropolitana (entrata, passaggio dei tornelli, salita sul treno, transiti nelle stazioni, discesa dal treno, uscita dai tornelli, uscita dalla stazione)

La ricostruzione della sequenza di tappe viene definita in modo univoco all'interno del modello MICRO scegliendo il percorso tra la stazione di partenza e quella di arrivo: come già detto nel caso in cui vi siano diverse alternative di percorso (per esempio nel caso di più linee) viene scelta quella più breve o con meno cambi di linea

3. Costruzione del percorso associato a ciascun individuo:

A partire dal singolo individuo cui sono state attribuite le caratteristiche relative socio demografiche e la relativa catena di spostamenti viene ricostruito il suo percorso all'interno dello spazio metropolitano

Il percorso viene rappresentato come una sequenza ordinata di nodi e di archi del grafo delle diverse stazioni che l'individuo si trova via via a percorrere dal suo ingresso alla sua uscita. Per ogni nodo viene anche fornito il tempo di permanenza, mentre per ogni arco viene stimato il tempo di percorrenza in modo da poter valutare la posizione dell'individuo istante per istante.

La scelta dei nodi e dei percorsi tra nodo e nodo che l'individuo si troverà a percorrere è basata su un metodo di selezione che si differenzia tra prima tappa e tappe successive (come detto sopra punto 2 Modello MICRO)

4. Calcolo degli incroci tra individuo e impianto:

Sulla base del percorso di ciascun individuo all'interno delle stazioni della metropolitana viene calcolato il numero di incroci (contatti) con gli impianti pubblicitari presenti nelle stazioni stesse. L'incrocio avviene tenendo conto delle regole di visibilità Audioutdoor cioè si verifica se il percorso di ogni individuo ricade nei coni di visibilità definiti per ogni impianto, tenendo in conto l'eventuale presenza di ostacoli visivi.

L'analisi di visibilità viene fatta andando a definire per ciascun impianto l'elenco dei nodi e degli archi da cui questo risulta visibile, specificandone la percentuale di intersezione e la quota di visibilità. Tale calcolo viene prodotto automaticamente a partire da un codice di calcolo che utilizza le informazioni geometriche relative a impianti, nodi, archi e ostacoli visivi. Di fatto viene creato un file di incroci che per ogni singolo incrocio specifica l'individuo e l'impianto coinvolti precisando anche l'istante e la fine del contatto fornendo così la durata del contatto.

Curva di espansione della reach a più giorni

Come per tutti gli altri ambienti di cui Audioutdoor rileva le audience anche la metropolitana necessita di curve di espansione dei frequentatori delle diverse metropolitane nel tempo fino a 365 giorni. Questo è frutto di interpolazione di misurazioni condotte attraverso l'indagine Sinottica/TSSP e attraverso un'indagine condotta appositamente da GfK. Questa strategia restituisce attraverso procedure di ottimizzazione per ciascuna delle 2.017 celle di segmentazione dell'universo e per ogni metropolitana il numero di persone che almeno una volta in un generico tempo hanno frequentato ciascuna metropolitana.

La formula consente la stima a più giorni delle audience dei singoli impianti/circuiti e questa risulta funzione della audience nel giorno medio dell'impianto/circuito e della curva di reach in funzione del tempo.

La forma della curva individuata segue la seguente equazione:

$$Reach(t)_{Metro} = \sum_{i=1}^{2017} r1_i * Reach(1)_{Metro} * (1 - m) * \left(1 - \frac{r1_i * Reach(1)_{Metro}}{Pop_i}\right) + \left(1 - \left(1 - \frac{r1_i * Reach(1)_{Metro}}{Pop_i}\right)^{1+(t-1) * \frac{r1_i * Reach(1)_{Metro} * k}{Pop_i}}\right) * Pop_i * \left(m + (1 - m) * \frac{r1_i * Reach(1)_{Metro}}{Pop_i}\right)$$

$t = 1..365$ giorni

$r1, k, m =$ parametri curva

$Reach(1)_{Metro} =$ Ingressi giornalieri Metropolitana specifica (MI-RM-BS-TO)

$Pop_i =$ Popolazione iesimo target socio-demografico

Risultati e files prodotti

Vengono qui riassunti i risultati e i files prodotti:

1. Vengono prodotti due files (individui e impianti) che permettono il calcolo dei risultati di performances di una campagna pubblicitaria nel giorno medio per poi arrivare a stimare il calcolo delle audience in un periodo di più giorni fino a un massimo di 365.
2. Ogni singola rete della metropolitana è gestita come un sottoambiente separato per cui vengono prodotti i due files separatamente per ciascuna rete.
3. **Dati sugli individui.** Il file degli individui riporta le informazioni di profilazione di tutte le persone che nel giorno medio si trovano a frequentare la metropolitana. Il formato di questo file è strutturato per record in cui ciascun record riporta le seguenti informazioni. Il file individui contiene oltre 1 milione di record
 - **AMBIENTE** codice univoco che distingue la singola rete metropolitana;
 - **INDIVIDUO** codice progressivo dell'individuo univoco nel singolo sottoambiente della metropolitana;
 - **ETA'** codice della fascia di età (consente anche di distinguere i minori di 14 anni e gli stranieri);
 - **SESSO** codice che distingue gli uomini dalle donne queste anche per condizione professionale;
 - **RA** codice che distingue il responsabile acquisti da chi non lo è;
 - **GEO** codice che determina l'area di residenza (28 aree geografiche) distinguendo capoluogo e non capoluogo;
 - **N. PRESENZE** numero di presenze effettuate presso la rete metropolitana in esame (può valere 1 o 2);
 - **STAZDA1** codice che identifica la prima stazione di partenza durante la prima presenza;
 - **STAZA2** codice che identifica la stazione di arrivo durante la prima presenza;
 - **MOTIVO 1** codice che identifica il motivo del viaggio durante la prima presenza suddiviso tra lavoro, studio gestione familiare tempo libero e ritorno a casa;

- **ORA 1** ora di riferimento del viaggio durante la prima presenza;
 - **STAZDA2** codice che identifica la stazione di partenza durante la seconda presenza;
 - **STAZA2** codice che identifica la stazione di arrivo durante la seconda presenza;
 - **MOTIVO 2** codice che identifica il motivo del viaggio durante la seconda presenza, suddiviso tra lavoro, studio, gestione familiare, tempo libero e ritorno a casa;
 - **ORA2** ora di riferimento del viaggio durante la seconda presenza;
4. **Dati sugli incroci.** Il file degli incroci riporta le informazioni dei contatti che si generano nel giorno medio incrociando individui e impianti. Il formato di questo file è strutturato per record in cui ciascun record riporta le seguenti informazioni. Il file contiene oltre 500 milioni di record, ciascuno riferito ad un diverso incrocio tra individui e impianti.
- **AMBIENTE** codice univoco che distingue la singola rete della metropolitana;
 - **INDIVIDUO** codice progressivo dell'individuo univoco nel singolo sottoambiente metropolitano;
 - **PRESENZA** numero della presenza, può valere 1 o 2 a seconda che ci si riferisca alla prima o alla seconda visita;
 - **IMPIANTO** codice univoco dell'impianto secondo denominazione di Audioutdoor;
 - **ORA_INI** ora, minuto e secondo di inizio contatto;
 - **ORA_FIN** ora, minuto e secondo di fine del contatto;
 - **DURATA** durata del contatto espressa in secondi: Per convenzione le eventuali durate inferiori a 0,45 secondi vengono riportate a tali valore.

Per quanto riguarda il **file necessario a produrre i dati a più giorni** questo è strutturato in record che si esplicita in:

- 2016 target socio demografici;
- Un record relativo agli individui minori di 14 anni.

Il formato di questo file strutturato in record in cui ciascun record riporta le seguenti informazioni

- **METROPOLITANA** sigla metropolitana;
- **AREACOD (1/28)** codice che specifica la zona tra le 28 aree in cui risulta diviso il territorio;
- **CAPOLUOGO (0/1)** suddivide l'area selezionata in capoluogo (1) e non capoluogo (2);
- **SESSO (1/3)** suddivide la popolazione in maschi (1) donne che non lavorano (2) donne che lavorano (3);
- **ETÀ** da 1 a 6 codice relativo alla fascia di età degli individui;
- **RAL (1/2)** distingue i responsabili acquisti alimentari (1) dai non responsabili (2);
- **R1k,m** parametri che differenziano l'evoluzione nel tempo della curva di reach per ogni target socio demo e metropolitana.

Per quanto concerne gli stranieri si è convenuto uno sviluppo di reach lineare cioè senza sovrapposizioni nei diversi giorni.