

# Tesi di Master

Master universitario di secondo livello in

Ingegneria ed Economia per  
l'Ambiente ed il Territorio

## Indice

Premessa	p. 1
Nodi di scambio intermodale	p. 7
Strategia efficace nel governo del trasporto sostenibile A. Borzi	
L'uso dei C&D per impieghi stradali. La frana del Comune di San Fratello (ME) M. Drago, B. Manfrè, C. Marletta	p. 27
Economic feasibility analysis of a combined heat and power unit in the wastewater treatment plant of Kavala (Greece) D. Kyriakareli	p. 47
Politica energetica nel Mezzogiorno. Il contributo della Politica di Coesione D. Altieri	p. 61
Bioenergia: background, tecnologia e prospettive e P. Storti	p. 71
L'integrazione di processi di partecipazione nella Valutazione Ambientale Strategica. Il caso della gestione dei rifiuti S. De Rosis	p. 81
Regolamento didattico e organizzativo	p. 91

Copyright © MMXI  
ARACNE editrice S.r.l.

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

via Raffaele Garofalo, 133 / A-B  
00173 Roma  
(06) 93781065

isbn 978-88-548-4310-3

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.

Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.

I edizione: ottobre 2011

***Premessa***

*Il presente lavoro raccoglie sei delle Tesi di Master in Ingegneria ed Economia per l'Ambiente ed il Territorio elaborate da allievi della VIII edizione, che hanno conseguito il titolo nell'Anno Accademico 2010-2011 e che sono state ritenute dalla Commissione d'Esame degne di essere pubblicate a stampa.*

*In particolare le sei Tesi di Master sono qui presentate in forma di estratto, al fine di fornire un quadro sintetico ma esaustivo delle vaste problematiche analizzate dagli allievi, rimandando ovviamente agli elaborati completi per eventuali approfondimenti specifici.*

*Il Master in Ingegneria ed Economia per l'Ambiente ed il Territorio, nato otto anni fa da una Convenzione di durata triennale tra l'Ateneo di Roma Tre e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha concluso nel 2011 la sua VIII edizione.*

*In questi otto anni il Master, grazie ad un lavoro continuo del Consiglio del Master e del Collegio dei Docenti, ha rinnovato in parte i contenuti formativi in linea con l'avvicinarsi, sullo scenario internazionale e del Paese, di problemi ed emergenze nuove, pur conservando una struttura didattica solida, che è diventata patrimonio culturale e scientifico delle Facoltà di Ingegneria ed Economia che ad esso hanno concorso sin dalla prima edizione.*

*La sfida iniziale di integrare, in un quadro unico, discipline come quelle dell'Ingegneria e dell'Economia, facendo fulcro sulla questione dei rapporti tra le opere, i progetti e l'ambiente, non credo si possa dire vinta, ma certo ho l'impressione e credo profondamente che molti passi avanti siano stati fatti.*

*L'aver per esempio inteso che il Master non ha l'obiettivo di cambiare la professionalità degli allievi, da ingegneri a economisti o da questi a quelli, quanto piuttosto aver raggiunto la consapevolezza che il dato importante è fissare una piattaforma culturale comune, un linguaggio, una sintassi intelligibile ad ambo le parti per poter discutere e migliorare le scelte, mitigare gli impatti, è stato un passo essenziale anche per aprire con successo il percorso formativo ad allievi provenienti da altre lauree, arricchendo gli spazi del dibattito ed, in generale, la qualità multidisciplinare, direi costitutiva, di questa esperienza.*

*Senza voler né poter fare un bilancio, va però detto che in questi anni si sono quindi succeduti interessanti casi di allievi con formazione di base non propriamente di Ingegneria o Economia, che, senz'altro anche attraverso il contributo del Master, hanno raggiunto risultati formativi e professionali di notevole livello, sia in termini di collocazione lavorativa, sia in termini di crescita all'interno della struttura di appartenenza, nel caso di allievi già occupati.*

*Son questi i casi che molti dei nostri docenti ricordano con soddisfazione, per la difficoltà di trasmettere a persone che hanno provenienze culturali variegata, concetti, paradigmi, metodi che tipicamente sono soliti illustrare nell'ambito di un percorso omogeneo di Laurea o Laurea Magistrale. E' bene sottolineare che non si tratta solo di divulgazione, ma di trasferire competenze essenziali in modo che, per esempio, chi non viene dalla facoltà di Ingegneria, sappia riconoscere un elaborato di progetto o abbia gli strumenti per rintracciare le risorse ed interpretare le principali problematiche di interferenza o impatto ambientale.*

*Nel tempo, grazie al dedito lavoro dei colleghi e della Segreteria del Master, si è riusciti anche a costruire una rete di contatti con imprese, aziende, enti pubblici e soggetti che, nella società civile e nel mondo professionale, a vario titolo operano nel settore della tutela dell'ambiente o in domini ad esso strettamente connessi.*

*Ciò ha facilitato molto la genesi di opportunità offerte agli allievi per stage e tirocini, che, non raramente, hanno avuto esiti molto positivi in termini di occupazione.*

*Le sei tesi che qui vengono pubblicate in estratto affrontano i temi del ruolo dei nodi di scambio come elemento essenziale per il funzionamento massimamente efficace del trasporto pubblico locale, del riciclaggio di materiali di demolizione di edifici danneggiati da una calamità naturale per la costruzione ed il ripristino di infrastrutture stradali, della fattibilità di un sistema di cogenerazione che usa biogas proveniente dal trattamento di sedimentazione primaria dei fanghi di depurazione delle acque, dell'analisi delle questioni inerenti la politica energetica a scala di Paese con stretto riferimento al caso del Mezzogiorno e ai contributi al tema della politica di coesione, della redazione completa della due diligence per un impianto alimentato a biogas da digestione anaerobica di biomassa vegetale, della verifica infine dei profili di integrazione di processi di partecipazione nella Valutazione Ambientale Strategica con stretto riferimento alla gestione dei rifiuti.*

*Nel loro lavoro gli autori sono stati seguiti da tutori, sia universitari che esterni, che con grande professionalità, rigore e competenza hanno aiutato gli allievi a pervenire al risultato che è qui raccolto.*

*Vorrei ringraziarli tutti a nome del Consiglio del Master e mio.*

*Andrea Benedetto*

Tutores

AA 2010-2011

Dr. Gualtiero Bellomo

Dr. Ing. Alessandro Calvi

Dr.<sup>ssa</sup> Oriana Cuccu

Dr. Ing. Fabrizio D'Amico

Dr. Ing. Michele di Lazzaro

Dr. Piero Rubino

Dr.<sup>ssa</sup> Adriana Valente

Segreteria del Master

Dr.<sup>ssa</sup> Patrizia Bortolato

Dr. Vincenzo Nappo

Direttore del Master

Prof. Ing. Andrea Benedetto

# Nodi di scambio intermodale Strategia efficace nel governo del trasporto sostenibile

A. Borzi

---

## Sommario

Oggetto di questo lavoro sono i “Nodi di scambio intermodale, strategia efficace nel governo del trasporto sostenibile”. In esso è analizzata la funzione e il ruolo dei nodi di scambio non solo in ambito trasportistico ed urbano ma anche quello di strumento efficace per attuare un sistema di mobilità sostenibile.

Questo studio parte dall’analisi del quadro delle esperienze internazionali dei nodi di scambio intermodale in ambito urbano, per poi focalizzare l’attenzione sul contesto specifico del comune di Roma, ed è finalizzato alla redazione degli indirizzi guida per la loro progettazione e realizzazione, con particolare interesse agli aspetti di qualità degli spazi, all’integrazione architettonica e ai criteri di sostenibilità ambientale.

*Parole chiave – Mobilità sostenibile, trasporto pubblico, emergenza traffico, scambio intermodale, integrazione modale, accessibilità.*

---

## 1. Introduzione

I nodi di scambio intermodale sono quei luoghi dove è possibile passare facilmente da un mezzo di trasporto privato ad un mezzo di trasporto pubblico, con costi contenuti, modalità semplici e percorsi comodi. In essi è facilitato lo scambio fra i diversi modi di trasporto al fine di raggiungere in tempi ridotti e senza troppi trasbordi la destinazione finale. Il loro scopo è dunque quello di semplificare l’accesso degli utenti ai servizi di trasporto, di facilitare la continuità del viaggio e di aumentare la velocità degli spostamenti, sviluppando l’efficienza del sistema di trasporto pubblico e l’integrazione tra i diversi modi di spostamento, e invitando a scelte di mobilità urbana alternative, attraverso un uso più responsabile del mezzo privato. L’organizzazione attuale dei trasporti, caratterizzata dalla predominanza del trasporto automobilistico, la crescita accelerata degli ultimi due secoli, la mancanza di linee guida forti ed attuabili e l’abusivismo, sono le cause dei forti problemi di congestione e di accessibilità ai centri urbani.

Le città, da un lato attraggono le aree periferiche, dall’altro hanno la necessità di allargarsi inglobando le aree circostanti. Questo meccanismo ha prodotto nel tempo delle notevoli criticità in ambito trasportistico, causando forti ripercussioni ed influenze sul territorio e sulle condizioni di vita dei suoi abitanti nonché una forte incidenza sulla qualità ambientale. I problemi di traffico e l’uso dell’automobile, infatti, hanno importanti impatti sull’ambiente e sul cambiamento climatico, e anche conseguenze negative sul piano economico e sociale. Il trasporto su strada oggi, è, dopo la produzione di energia elettrica la seconda causa delle emissioni di gas-serra in Europa, equivalente ad un quinto delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> nell’Unione Europea. Il 12% circa di tutte le emissioni di Biossido di Carbonio (il principale gas ad effetto serra), è imputabile al

carburante consumato dalle automobili. Il problema del traffico e la conseguente emissione di sostanze inquinanti hanno anche una forte influenza sull'emergenza sanitaria; le polveri sottili o PM10, (particelle sospese nell'aria di natura antropica, frutto generalmente di combustioni chimiche), sono responsabili di patologie acute e croniche all'apparato respiratorio (asma, enfisemi, tumori) e cardio-circolatorio. Uno studio condotto dall'OMS nel 2006, sulle principali città italiane, ha evidenziato che riportando i valori medi annui di polveri sottili di sotto la soglia stabilita dalla legge (40 microgrammi/metro cubo) si potrebbero evitare oltre 2.000 morti all'anno.

Un altro aspetto molto importante riguarda l'inquinamento acustico; l'esposizione al rumore prodotto, provoca notevoli effetti negativi sulla salute e sulla qualità della vita. L'uso dell'automobile e i problemi di traffico hanno anche rilevanti costi sociali a carico della collettività derivanti dalla perdita di vite umane o per le cure mediche e la riabilitazione dei pazienti a seguito di incidenti stradali, per le attività di controllo ed intervento da parte delle forze dell'ordine, per i danni alle cose, ai mezzi coinvolti e al decoro urbano, per i danni ai monumenti causati dall'inquinamento.

Un altro fattore rilevante è quello del tempo perso, trascorso nel traffico per gli spostamenti dalla zona di origine a quella di destinazione. La perdita di tempo si traduce in costi inflitti agli automobilisti in termini di aumento del costo di spostamento (aumento del tempo di percorrenza e dei consumi), e agli utenti del trasporto collettivo, in termini di penalizzazione del modo collettivo di trasporto (riduzione della velocità di percorrenza, incremento dei costi operativi).

Appare dunque fondamentale ripensare la struttura della mobilità al fine di ricreare un nuovo equilibrio urbano, investendo sul trasporto pubblico e sull'integrazione degli spostamenti tra mezzo privato e pubblico. L'attenzione degli ultimi tempi verso le questioni ambientali da un lato, e la necessità di affrontare il problema sempre più importante del traffico e della congestione dall'altro, ha condotto ad una intensa riflessione sulla necessità di conciliare il diritto alla mobilità con l'esigenza di ridurre l'inquinamento senza gravare sulla collettività in termini di inquinamento atmosferico, acustico ed incidentalità. Questo nuovo approccio promuove iniziative di sensibilizzazione per indirizzare i cittadini ad un uso più limitato del mezzo privato, incoraggia mobilità alternative, come quella ciclabile o pedonale, e favorisce l'uso del mezzo pubblico attraverso il potenziamento di sistemi di mobilità intermodale e l'aumento della disponibilità di parcheggi di scambio.

I nodi di scambio, all'interno di questo quadro, appaiono dunque uno strumento strategico per raggiungere tale obiettivo. Essi, infatti, costituiscono un elemento essenziale nel governo del trasporto sostenibile, e contribuiscono alla riduzione degli impatti ambientali del traffico automobilistico poiché favoriscono la riduzione dei problemi di accessibilità e congestione delle città. Per raggiungere questo obiettivo essi dovranno possedere caratteristiche tali da favorire la scelta da parte dell'utente, dello spostamento intermodale a quello monomodale. I nodi di scambio non devono essere visti come semplici parcheggi dove "lasciare l'automobile" per prendere il primo mezzo disponibile, ma come centro integrato di trasporti e servizi, devono possedere servizi di vario genere, dalle attività commerciali a quelle sanitarie, dai servizi per il tempo libero a luoghi di incontro e socializzazione; devono essere arricchiti di attrezzature e servizi ausiliari in modo da alleggerire il peso del tempo di attesa o di trasferimento percepito dagli utenti. In Italia non esiste un regolamento su quest'argomento, le uniche indicazioni provengono dalla Legge 122/1989 (Legge Tognoli - Disposizioni in materia di parcheggi, programma triennale per le aree urbane maggiormente popolate, nonché modificazioni di alcune norme del testo unico sulla disciplina della circolazione stradale) che all'art. 3 stabilisce che le



Regioni devono individuare i Comuni tenuti alla realizzazione del Programma Urbano dei Parcheggi (PUP). Partendo da queste considerazioni, questo lavoro è finalizzato a descrivere i caratteri peculiari dei nodi di scambio e a redigere delle “Linee guida” per la loro progettazione e realizzazione.

## **2. Analisi del contesto europeo**

Il sistema dei nodi di scambio (park and ride) è una realtà diffusa in molte delle principali città europee, e rappresenta un valido strumento per il superamento dei problemi di congestione e di accessibilità. L'esperienza di queste città indica che i poli di scambio riducono notevolmente gli spostamenti con i mezzi privati, sia per spostamenti quotidiani casa – lavoro che per gli spostamenti occasionali. Questo sistema trova esito positivo lì dove il trasporto pubblico consente di raggiungere la destinazione finale in poco tempo, senza numerosi trasbordi e soprattutto dove i tempi di attesa sono brevi e regolari. Situazioni d'insuccesso si registrano quando è assente in tutto o in parte l'integrazione tra i differenti modi di trasporto, l'integrazione modale, infatti, si traduce in un miglioramento della qualità dei servizi e in una loro maggiore frequentazione.

La scelta di utilizzare un parcheggio di scambio è influenzata da un grande numero di fattori e non esclusivamente dall'integrazione trasportistica e dalla disponibilità di posti auto. Requisiti fondamentali sono, infatti, la qualità architettonica degli spazi, la funzionalità dei servizi, la chiarezza delle indicazioni, la facilità di accesso, i costi contenuti e la sicurezza. La presenza e la qualità di tutte queste componenti ne definiscono i vari gradi di successo.

In uno studio condotto da ADAC (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club) e da diciannove Automobil Club delle maggiori città europee, nell'ambito del programma europeo “Euro Test”, condotto nel 2008 e presentato nel 2009, è emerso che la situazione dei parcheggi nei luoghi di scambio sia disorganica ed assume caratteristiche diverse da città a città. Lo studio analizza tre aspetti: capienza, tariffa e segnaletica. Nei parcheggi a pagamento, l'offerta di stalli per abitante, eccetto le situazioni estreme, è molto eterogenea, è elevata per alcune città quali Colonia, Helsinki, Monaco, Amburgo e Oslo e scarsa per altre: Parigi, Praga, Budapest, Amsterdam, Berlino, Roma è in una posizione intermedia. Diversa è la situazione per i parcheggi liberi, dove primeggiano le città tedesche di Amburgo, Colonia e Berlino, mentre Roma si colloca in fondo alla classifica. La situazione tariffaria è molto disomogenea, in alcune città la sosta è gratuita, in altre si adotta il sistema misto, dove il prezzo del parcheggio giornaliero è incluso nel biglietto del mezzo pubblico. Esiste una relazione tra il prezzo del parcheggio e il gestore: i luoghi gestiti da società private sono generalmente più costosi, mentre quelli gestiti dall'Amministrazione Pubblica forniscono parcheggi liberi o a costi bassissimi. L'ultimo aspetto analizzato dallo studio riguarda la segnaletica. Anche in questo ambito si registra una scarsa organicità, sia nel numero che nella posizione e nella tipologia. Nello studio inoltre sono analizzati alcuni aspetti qualitativi, in particolare vengono definiti i requisiti legati alla lunghezza dei percorsi pedonali, all'illuminazione e alla questione della sicurezza. In più della metà delle città esaminate, è emerso che in media la distanza massima percorribile a piedi fra il luogo deputato alla sosta e la fermata del mezzo di trasporto pubblico è 300 m. Per quanto riguarda l'illuminazione fra il 35 e il 45% delle città ritiene che essa sia un requisito fondamentale per garantire il confort e la sicurezza di questi spazi. Lo studio condotto da ADAC, evidenzia che non è stata rilevata una caratterizzazione tipologica del “nodo di scambio”, definita da caratteri specifici e criteri progettuali, ma al contrario che i requisiti funzionali, logistici, dimensionali e i caratteri estetici variano da città a città, e spesso differiscono molto anche all'interno della stessa città.

I dati riportati da questa indagine devono essere letti con riferimento al loro contesto territoriale, allo sviluppo urbanistico della città, agli aspetti sociali, economici e politici della realtà a cui fanno riferimento. Sotto l'aspetto dimensionale città come Parigi, Londra e Berlino, con una rete capillare dei trasporti pubblici sia in sotterranea che in superficie hanno una richiesta di parcheggi completamente diversa in termini quantitativi rispetto ad una città come Roma. Qui, infatti, la crescita poco pianificata degli ultimi decenni, slegata dalla rete di trasporto pubblico, ha generato una dispersione delle residenze e delle attività favorendo il trasporto automobilistico con un incremento della frequenza e degli spostamenti privati e conseguente aumento di domanda insoddisfatta di posti auto e nodi di scambio. L'analisi delle best practices europee, inoltre dimostra che i nodi di scambio non sono semplici luoghi di passaggio ma elementi di riqualificazione e valorizzazione di parti di città, oltre ad essere un elemento chiave della rete di trasporto e del concetto d'intermodalità. La tabella in fig. 1, riporta in modo sintetico oltre alle modalità di trasporto convergenti, le principali funzioni urbane e paesaggistiche a cui assolvono i nodi di scambio delle best practices analizzate. Il polo di scambio multimodale di Strasburgo (Francia), ad esempio, nasce con un duplice scopo: accogliere il flusso dei viaggiatori in costante aumento e orientarli verso la modalità di trasporto prescelta (tram, treno, bus, bicicletta, ecc.), ed è pensato come una piattaforma di scambio verso la quale tutti i mezzi di trasporto convergono assicurando la connettività. Questo progetto presenta un impatto con il territorio non trascurabile, l'idea è di rivalorizzare il quartiere della stazione per farne un polo d'ingresso simbolico alla città e allo stesso tempo per rivitalizzare l'immagine di Strasburgo. È per questa ragione che la riorganizzazione della piazza riveste una grande importanza; anche la pianificazione paesaggistica ha un ruolo importante, poiché ha lo scopo di dare alla piazza una vocazione non solo funzionale ma anche di socializzazione. Il polo di scambio di Massy (Francia), come il polo di scambio di Strasburgo, è parte d'importanti lavori di riorganizzazione urbana avviati dall'amministrazione comunale, e risponde all'esigenza di adattare la stazione all'evoluzione dei diversi modi di trasporto. L'obiettivo che si è perseguito a Massy, come per il polo di scambio di Mans e quello di Dijon, è quello di riorganizzare ed integrare le varie modalità di trasporto che convergono nel nodo e di realizzare nuovi spazi pubblici nel quartiere.

Gli esempi analizzati, hanno tutti lo stesso filo conduttore, ossia quello di affermare la funzione strategica del nodo di scambio nel sistema di trasporto, ma allo stesso tempo anche quella di cogliere l'opportunità di creare dei luoghi che siano un elemento di rivitalizzazione urbana.

### **3. Roma – Quadro di riferimento e analisi degli strumenti di programmazione**

Il Comune di Roma, in particolare la parte interna al GRA, durante le ore di punta attrae la maggior parte degli spostamenti che hanno luogo nel territorio comunale e nella sua provincia. Negli ultimi anni i comuni dell'hinterland romano hanno avuto un forte sviluppo abitativo causato dagli alti valori del mercato immobiliare di Roma, che ha comportato un aumento della pendolarità a lunga e media distanza. Questo sviluppo urbanistico molto spesso è slegato da una pianificazione adeguata del sistema di trasporto, con drammatiche ripercussioni sulla circolazione, la sosta, la sicurezza stradale e l'inquinamento. L'Amministrazione Provinciale e quella Comunale, insieme agli altri enti competenti in materia di trasporto, hanno promosso iniziative per la politica di sviluppo del trasporto pubblico, attraverso il progetto e la realizzazione di una serie d'interventi dal 1999, in previsione del Giubileo, con lo scopo di decongestionare la viabilità principale coincidente per lo più con le vie Consolari, la quale riversa il traffico automobilistico dalla provincia verso le aree centrali di Roma.




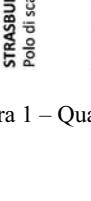



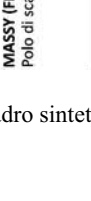



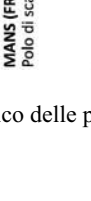



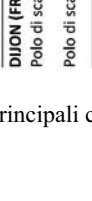



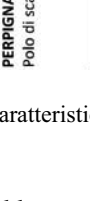



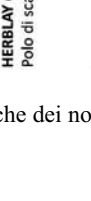



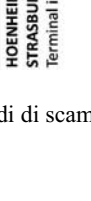



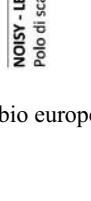



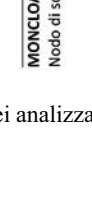
	FUNZIONE URBANA DI RIVITALIZZAZIONE DELLA CITTA' E DEL QUARTIERE	URBANIZZAZIONE URBANA DELLE AREE ESTERNE	RIQUALIFICAZIONE PAGSAGGISTICA DELLE AREE ESTERNE	REALIZZAZIONE DI AREE COMMERCIALI	TRENO TER	TGV	TRAM	BUS	BUS EXTRA URBANO	METRO	AUTO	BICI	TAXI
<b>STRASBURGO (FR)</b> Polo di scambio multimodale													
<b>MASSY (FR)</b> Polo di scambio													
<b>MANS (FR)</b> Polo di scambio multimodale													
<b>DIJON (FR)</b> Polo di scambio multimodale													
<b>PERPIGNAN (FR)</b> Polo di scambio multimodale													
<b>HERBLAY (FR)</b> Polo di scambio													
<b>HOENHEIM - NORD STRASBURGO (FR)</b> Terminal intermodale													
<b>NOISY - LE GRAND - MONT D'EST (FR)</b> Polo di scambio													
<b>MONCLOA (SP)</b> Nodo di scambio													

Figura 1 – Quadro sintetico delle principali caratteristiche dei nodi di scambio europei analizzati

L'obiettivo era quello di facilitare gli spostamenti dei pendolari con i mezzi pubblici, realizzando nuove linee ferroviarie e metropolitane, potenziando le linee esistenti, aumentando le corse e offrendo parcheggi con differenti tipologie di servizi. In particolare è stata promossa la realizzazione di nuovi nodi di scambio e di parcheggi ad essi connessi, che costituiscono per i Comuni fuori dal capoluogo una risposta alle esigenze di mobilità, ma anche un'occasione di trasformazione e riqualificazione urbana. Il lavoro analizza in modo sintetico i principali strumenti di pianificazione della città di Roma, che qui si riportano brevemente per capire qual è il contesto in cui collocare le linee guida per la realizzazione dei nuovi nodi di scambio.

### *3.1 Piano Regolatore Generale*

Il PRG propone un sistema di trasporto pubblico basato sulle infrastrutture ferroviarie e metropolitane, ed individua la localizzazione di nuovi nodi di scambio urbani e metropolitani. Il Piano, approvato nel 2008, si basa su un'organizzazione multipolare del territorio metropolitano, una pianificazione policentrica tesa a riequilibrare l'assetto centripeto del territorio romano. Il modello si fonda su diciotto centralità in cui sono collocate attività di rilevante interesse urbano, in stretta relazione con le reti di comunicazione ed in particolare con le infrastrutture su ferro. La condizione essenziale per la realizzazione di questo policentrismo, è che sia supportato da una rete forte e ben organizzata del sistema di trasporto pubblico, in particolare su ferro, a elevata capacità, e che sia estesa alle periferie, anche al di fuori del GRA. La proposta avanzata è chiamata la "cura del ferro", ossia un progetto di mobilità che vede nelle infrastrutture ferroviarie e metropolitane il suo punto di forza. All'interno di questa rete, il piano individua ventisette aree comprese quelle esistenti dove localizzare i nodi di scambio, distinguendo due diversi livelli di nodo: metropolitano e urbano, a seconda del bacino di provenienza. Questi dovranno essere attrezzati con parcheggi di scambio atti a dissuadere gli automobilisti a proseguire il percorso verso le aree centrali in automobile. Rispetto ai nodi di scambio della "prima generazione", come Ponte Mammolo, Anagnina, Laurentina e Valle Aurelia, i nodi previsti dal PRG sono in posizione più esterna, e più accessibile dal punto di vista ciclabile e pedonale, inoltre dovranno offrire una pluralità di servizi all'utenza attraverso la presenza di attrezzature terziarie complementari con lo scambio e una maggiore integrazione con le altre funzioni urbane ed i centri di attività. Il PRG fissa dunque la localizzazione dei nodi e le linee di carattere generale, ma demanda alla strumentazione attuativa tutti gli altri aspetti di carattere dimensionale e qualitativo propri di ciascun nodo; ciò comporta una inevitabile mancanza di uniformità e armonia tra i diversi interventi.

### *3.2 Piano Generale del Traffico Urbano*

Il nuovo PGTU del 2004, ribadisce e definisce gli obiettivi posti dal precedente piano, e fissa nuovi strumenti per il controllo del sistema della circolazione, del traffico urbano e della sosta, attraverso l'individuazione di zone concentriche in cui la circolazione e la sosta sono regolate con criteri sempre più restrittivi dall'esterno verso il centro storico.

### *3.3 Piano Strategico della Mobilità Sostenibile*

Il PSMS nasce dalla constatazione delle condizioni critiche della mobilità romana e dall'esigenza di legare lo sviluppo urbanistico ad un'adeguata pianificazione del sistema di trasporto; esso introduce soluzioni ambientalmente sostenibili per la mobilità, puntando sulla valorizzazione del trasporto pubblico e lo sviluppo dell'intermodalità. Questi obiettivi dovranno

essere realizzati attraverso il potenziamento del sistema dei parcheggi, come strumento utile al miglioramento delle condizioni di circolazione, poiché da una parte garantisce la riduzione della sosta abusiva, della doppia fila e del traffico generato dalla ricerca di parcheggio, dall'altra produce un effetto positivo in termini di scelta modale.

Il piano individua due tipologie di parcheggio:

1. Parcheggi di scambio, da realizzare a servizio del sistema ferroviario esterno al GRA, che raccolgono la domanda degli utenti provenienti dai Comuni limitrofi o dalle zone più decentrate del territorio comunale;
2. Parcheggi di interscambio urbano, da realizzare lungo il sistema della metropolitana e delle FR, soddisfacendo la domanda degli utenti delle zone semiperiferiche della città.

La stima del PSMS prevede la necessità di realizzare 20.000 nuovi posti auto, sia attraverso la costruzione di nuovi parcheggi di scambio, sia attraverso l'ampliamento di quelli esistenti. Il piano prevede che nei nodi di scambio siano inserite anche attività commerciali, servizi accessori e di supporto alla sua funzione primaria di scambio modale, al fine di migliorare la funzionalità e incentivarne l'utilizzo, puntando l'attenzione verso la qualità degli spazi e dei suoi componenti. Nelle linee programmatiche il PSMS palesa tutti gli aspetti affrontati nel dibattito sulla mobilità sostenibile, accogliendo gli input provenienti dalle normative comunitarie e nazionali e definisce gli aspetti salienti, demandando ad altre sedi ed ai programmi attuativi i contenuti specifici di ciascun intervento.

### *3.4 Piano Emergenza Traffico*

Individua la realizzazione di nuovi parcheggi per far fronte all'emergenza traffico e mobilità. Si articola in 392 progetti di cui 86 per i lavori stradali, 21 per le linee metropolitane, 271 per i parcheggi e 14 interventi urgenti per il miglioramento della circolazione. Il PET prevede la realizzazione di 66.000 nuovi posti auto, di cui 48.000 pertinenziali e 18.000 nei nodi di scambio.

### *3.5 Piano Urbano Parcheggi*

Il Piano del 2009 integra il vecchio strumento (che prevedeva 277 interventi) con la realizzazione di nuovi parcheggi, e definisce specifici criteri da adottare, individuando priorità di carattere attuativo per rendere realmente fattibili gli interventi programmati. A tale scopo propone la realizzazione di nuovi nodi di scambio ferro-gomma e ferro-ferro, come interventi prioritari, affermando le potenzialità dei nodi per la risoluzione dei problemi del traffico già espresse nel PRG vigente. Il Piano Parcheggi è corredato da "Linee guida per la qualità della progettazione dei parcheggi", che contengono indicazioni di carattere tecnico – progettuale, volte ad uniformare e rendere qualitativamente migliori le scelte progettuali. Il Piano Parcheggi e le Linee Guida sono un ottimo strumento attuativo per il miglioramento dell'emergenza traffico; raccolgono la necessità di una svolta significativa nella pianificazione della mobilità, e la volontà di dare avvio ad un processo di revisione totale del sistema della mobilità, nell'ottica dello sviluppo del concetto di intermodalità e di mobilità sostenibile.

## **4. Aspetti della mobilità nell'area di Roma**

### *4.1 Analisi del sistema degli spostamenti*

Roma è la città più popolosa d'Italia, con circa 2,8 milioni di persone: il numero degli abitanti nel Comune è sostanzialmente rimasto invariato dagli anni '80 in poi mentre il numero degli

abitanti nella Provincia è passato da 850.000 dei primi anni '80 a 1,4 milioni nel 2008. Il crescente valore immobiliare, infatti, ha comportato un notevole sviluppo del mercato residenziale oltre il GRA. I giovani e gli stranieri (2 importanti segmenti del mercato della mobilità) tendono a scegliere abitazioni periferiche perché meno costose. Molte zone periferiche dunque, si popolano di persone che vi risiedono, ma si spostano verso il centro per attività di studio o di lavoro, generando un'importante domanda di mobilità, solo in parte è assorbita dal trasporto pubblico. Tutta quella parte non soddisfatta, è costretta ad utilizzare l'automobile privata, all'interno di un sistema fortemente congestionato. La mobilità delle persone è caratterizzata principalmente da tre aspetti: il mezzo di trasporto utilizzato, la durata del viaggio, il motivo dello spostamento. Gli spostamenti avvengono principalmente per motivi di lavoro o di studio, quindi sono concentrati in particolari orari e principalmente nei giorni feriali. Tra i pendolari che si spostano con il trasporto pubblico, un'alta percentuale utilizza 2/3 mezzi, impiegando tempi spesso superiori ad un'ora, anche a causa del tempo speso per gli scambi, le attese e i ritardi che si sovrappongono. È evidente che ciò condiziona fortemente lo stile di vita e le abitudini dei pendolari che spesso si rifugiano nel mezzo privato con la speranza di ridurre anche solo di qualche decina di minuti la durata del viaggio. In questo quadro la presenza di parcheggi di scambio, diffusi in modo capillare sul territorio è una valida soluzione ai problemi di traffico e congestione. I parcheggi, infatti, trovandosi lungo le direttrici di adduzione al centro di Roma, intercettano il traffico veicolare dei pendolari, che hanno la possibilità di lasciare l'automobile e proseguire il percorso con i mezzi pubblici. Questi luoghi allo stesso tempo, divenendo una tappa obbligata del percorso giornaliero, possono rivestire anche un ruolo sociale oltre che funzionale e trasportistico, i pendolari vi possono trovare tutte quelle attività giornaliere che normalmente sono disperse nei quartieri, come il supermercato, le farmacie, i negozi, la palestra, in modo tale da assolvere diverse esigenze senza doversi spostare da un punto all'altro della città e senza dover prendere l'automobile e di volta in volta cercare parcheggio. Il "Parcheggio di Scambio" si trasforma dunque in un "Nodo di Scambio" arricchito di funzioni ed attività.

#### *4.2 Il Trasporto Pubblico*

Il TPL "dell'Area Romana" copre un territorio molto vasto, attraverso una rete in superficie composta da autobus, filobus e tram (lunga circa 2.263 Km) e da una rete metropolitana (lunga circa 37 Km). Ad esse si affiancano le ferrovie concesse: Roma – Lido, Roma – Giardinetti e Roma – Viterbo (139 Km circa), le linee extraurbane del Co.Tra.L., la rete ferroviaria regionale, e la "Leonardo Express" che collega la Stazione Termini all'Aeroporto di Fiumicino. Il sistema tariffario applicato è quello integrato che permette l'uso di diverse modalità di trasporto con un unico titolo di viaggio e che consente anche l'uso dei parcheggi di scambio. Per quanto riguarda il trasporto privato, la gestione della mobilità è regolata attraverso la ZTL, la sosta tariffata e i parcheggi di scambio, strettamente legati al sistema del trasporto pubblico. Il sistema dei parcheggi di scambio ha lo scopo di sviluppare una sinergia tra il sistema di trasporto pubblico e quello privato consentendo di lasciare l'auto e proseguire il percorso con i mezzi pubblici, e permettendo la sosta giornaliera (lunga durata) con tariffe agevolate. Gran parte dei parcheggi sono situati presso le stazioni della linea A e B della metropolitana, presso le fermate delle ferrovie metropolitane o i capilinea degli autobus urbani ed extraurbani. L'offerta dei parcheggi stimati ad ottobre 2010 (fonte ATAC) è di circa 12.300 posti di cui 272 riservati ai diversamente abili, articolati su 30 parcheggi. All'interno dei parcheggi di scambio sostano a rotazione 13.500 veicoli / giorno, con un indice di rotazione giornaliero pari ad 1,1. Il riempimento massimo giornaliero è pari al 95%. Le indagini di soddisfazione del cliente condotte dalla società ATAC

S.p.A., hanno evidenziato un'area di soddisfazione complessiva dei parcheggi di scambio del 79%. Il maggior grado di soddisfazione si riscontra per le caratteristiche del servizio riguardante la facilità di interscambio con il trasporto pubblico, alla facilità di raggiungere e accedere al parcheggio.

## **5. Linee guida per la progettazione e la realizzazione di un nodo di scambio intermodale**

### *5.1 Premessa*

Il lavoro si conclude con la redazione delle “Linee guida”, il loro scopo è quello di definire gli indirizzi per la localizzazione, la progettazione e la realizzazione dei nodi di scambio, al fine di delinearne le caratteristiche, i requisiti tecnico-progettuali, le componenti e disegnare una metodologia per la loro realizzazione. L'obiettivo è di uniformare e armonizzare tutti i diversi aspetti, e di combinare le esigenze di qualità, funzionalità, economicità, riconoscibilità formale, compatibilità ambientale e durabilità, assicurando alle varie parti e all'insieme riconoscibilità formale. Per la vastità e l'articolazione di tutte le parti di cui si compone il nodo di scambio, nelle linee guida sono stati trascurati tutti quegli aspetti specifici e di dettaglio, nonché gli elementi progettuali legati alla normativa di settore, a cui si fa solo breve riferimento, per approfondire quei caratteri progettuali, architettonici e funzionali che rispondano alle aspettative e alle esigenze degli utilizzatori e all'obiettivo di favorire l'integrazione fra le varie modalità di trasporto. Le linee guida pertanto, non possono essere considerate esaustive e vanno integrate con tutte le indicazioni normative e di standard vigenti. In questa sede se ne riporta solo uno stralcio, si rimanda al testo della Tesi di Master per la lettura delle linee guida e degli schemi grafici che le accompagnano.

### *5.2 Nodi di scambio – Obiettivi, strategie ed azioni*

Come già affermato in precedenza, sono molteplici i fattori che hanno contribuito e collaborano alla diffusione dei parcheggi di scambio, dall'urbanizzazione delle città e delle loro periferie, all'uso sempre più diffuso dell'automobile. Questi, infatti, sono strumenti efficaci per lo sviluppo dell'intermodalità, in particolare tra una periferia urbana accessibile principalmente con il mezzo privato e una zona urbana centrale ben servita da una rete di trasporto collettivo. Al di là della loro funzione trasportistica, le condizioni della riuscita risiedono anche nella loro funzione urbana e nella cura del trattamento dei dettagli, dell'architettura e della spazialità sia nella fase di progettazione che in quella di realizzazione, in modo da definire delle aree che non siano decontestualizzate e marginali, ma siano punti di riferimento della città e del quartiere. Il momento dello scambio modale può essere vissuto dagli utilizzatori in forme diverse: o in modo “passivo”, come semplice luogo di attesa, o in modo “attivo”, combinando attività e modi differenti di trasporto, in funzione dei servizi e delle attività offerte. È dunque importante che, alla concezione urbanistica e funzionale di questi luoghi, sia riservata un'attenzione particolare, al fine di rispondere alle attese e alle esigenze dei viaggiatori. Il nodo di scambio allo stesso tempo rappresenta l'opportunità di riqualificazione di aree della città a volte periferiche e in stato di degrado poiché in posizione marginale o di passaggio.

La riqualificazione di questi luoghi deve permettere la realizzazione di spazi pubblici di qualità, che possono diventare punti di riferimento che attraverso caratteristiche specifiche ed unitarie possano dare una connotazione alle periferie spesso prive di carattere ed immagine. Queste finalità sono perseguite attraverso l'individuazione di obiettivi cui deve rispondere il nodo di scambio intermodale:

- Efficienza e qualità;
- Sicurezza;
- Accessibilità;
- Minimizzazione degli impatti negativi: inquinamento atmosferico ed acustico, congestione e consumi energetici.

Per ognuno di questi obiettivi sono individuate strategie attraverso cui raggiungerli, e le azioni specifiche da mettere in atto per realizzare le strategie individuate.

### *5.3 Pianificazione degli interventi*

Il processo di pianificazione e realizzazione di un nodo di scambio si dovrà articolare nelle seguenti fasi:

Fase I: Individuazione di obiettivi, strategie e azioni

Gli obiettivi devono essere raggiunti attraverso l'adozione di criteri e strategie d'intervento che dovranno essere messe in atto attraverso delle azioni operative facilmente attuabili.

Fase II: Analisi della situazione attuale

Analisi qualitativa dell'offerta del mercato ed analisi quantitativa della situazione attuale, finalizzate all'individuazione delle criticità e delle insufficienze rispetto agli obiettivi individuati nella fase I. L'analisi quantitativa studia il sistema della domanda e dell'offerta, e porta all'individuazione di una localizzazione pertinente e coerente con le necessità rilevate dalle indagini e alla definizione del dimensionamento e delle caratteristiche tipologiche del parcheggio (interrato, fuori terra, a raso o multipiano, ecc)

Fase III: Formulazione dei progetti

Valutati tutti gli aspetti sopra menzionati, sono formulate diverse alternative progettuali che rispondono agli obiettivi fissati nella fase I. Tra le soluzioni prese in esame, c'è anche l'alternativa zero, ossia la possibilità di non realizzare certi interventi, ma mantenere la configurazione esistente.

Fase IV: Simulazione degli effetti prodotti dai singoli progetti.

Si studiano gli effetti che ne deriverebbero dalla realizzazione del progetto, attraverso l'uso di modelli matematici: di domanda, d'offerta e d'interazione domanda/offerta. Gli output di questi modelli consentono un confronto fra le alternative e la scelta dell'alternativa migliore.

Fase V: Progettazione degli interventi

Dopo aver individuato l'alternativa migliore, si definiscono gli elementi costitutivi del progetto e vengono formulate soluzioni adeguate a rispondere agli obiettivi prefissati (il contenuto di questo paragrafo è stato tratto dalle lezioni e dalle dispense del prof. Gori: "Sistemi complessi per la Mobilità Metropolitana Sostenibile" nell'ambito del Master IEAT).

### *5.4 Individuazione della localizzazione*

La scelta localizzativa è un fattore importante, il successo dei nodi di scambio, infatti, è determinato da un'ubicazione strategica che ne consente un alto grado di utilizzazione da parte degli utenti. Questi ultimi, infatti, sceglieranno di recarsi al nodo di scambio se:

- È vicino al luogo d'interesse;
- È ben collegato alle aree di servizio e ad altre modalità di trasporto.

È dunque importante che i parcheggi siano localizzati in aree periferiche a servizio delle infrastrutture di trasporto, all'interno del tessuto urbano in corrispondenza dei terminal di



metropolitane, ferrovie, capilinea di autobus e tram, o ai margini del nucleo storico, a servizio di esso, per incentivare e consentire l'uso del mezzo pubblico all'interno dell'area urbana centrale. In secondo luogo, la localizzazione deve tener conto dei vincoli di natura urbanistica, ambientale, archeologica, ecc., che insistono sulle aree oggetto d'intervento. La presenza di un vincolo non è un fattore ostativo alla realizzazione di un progetto, ma rappresenta un fattore critico che va tenuto in considerazione e con il quale il progetto è tenuto a confrontarsi, ed obbliga ad effettuare un tipo di scelta piuttosto di altre.

### *5.5 Progettazione e realizzazione*

Le linee guida hanno l'obiettivo di dare delle chiare e precise indicazioni sulle caratteristiche di questi luoghi, l'intento è di fornire degli orientamenti affinché sia rafforzata la riconoscibilità del "sistema parcheggi di scambio", attraverso la logica della standardizzazione che permetta la riproducibilità del progetto. Nelle linee guida, che in questa sede si riportano solo in parte, si definiscono tutti gli elementi tecnico / progettuali che caratterizzano questi luoghi, fermi restando tutti gli obblighi di legge in termini di accessibilità per i diversamente abili, norme antincendio e igienico sanitarie. Di seguito si descrivono alcuni degli elementi analizzati, si rimanda alla lettura del testo integrale contenuto nella tesi di Master.

#### *5.5.1 Accessi*

Premesso che i flussi nei nodi di scambio sono di diverso tipo (pedonale, ciclabile, automobilistico, del trasporto pubblico), e di diversa intensità durante l'intera giornata (il 56.4% dei flussi si concentra tra le ore 6,30 e le 8,30), il dimensionamento e la posizione degli accessi sono subordinati all'individuazione degli itinerari (carrabili, pedonali o ciclabili) e all'integrazione con la viabilità già in essere nel quartiere in cui il nodo è collocato. Gli accessi dovranno essere in numero sufficiente rispetto al flusso previsto ed adeguatamente posizionati sulle direttrici degli itinerari più importanti; si dovrà evitare di concentrarli in un unico punto, di posizionarli sulla viabilità principale a forte scorrimento o in prossimità di intersezioni, fermate del TPL e in punti di particolare criticità. Gli accessi dovranno essere facilmente individuabili, si dovrà distinguere in maniera evidente la tipologia (automobilistica, ciclistica, pedonale e del trasporto pubblico) e dovranno essere caratterizzati da elementi architettonici concepiti come un sistema specifico e riconoscibile, così da facilitare la loro individuazione e da rafforzare la percezione dell'appartenenza ad un sistema. A tale scopo lungo la viabilità di accesso dovrà essere installata un'apposita segnaletica di indirizzo che consenta lo smistamento dei flussi prima degli accessi ed eviti la congestione in prossimità dell'ingresso stesso. Gli accessi, per essere facilmente individuati, dovranno essere segnalati attraverso due elementi: un totem e una mantovana d'ingresso. La mantovana d'ingresso posta sul varco deve riportare il nome del nodo di scambio, le icone dei servizi e dei mezzi di TPL presenti, e sarà accompagnata da un cartello di segnaletica a messaggio variabile riportante il numero di posti auto ancora liberi ed eventuali disfunzioni. Il totem (visibile anche a distanza) simile a quello degli accessi alle metropolitane, dovrà essere disposto presso ogni rampa di accesso, presso i varchi carrabili, ciclabili o pedonali, ed avrà la funzione di segnalare la presenza dell'ingresso a distanza. Su di esso sarà riportato il nome del nodo di scambio, il simbolo "P" per i parcheggi delle auto, di una bicicletta per i parcheggi ad esse dedicati, il simbolo di un pedone per gli accessi pedonali, nonché il "nastro rosso Roma" (colore istituzionale di Roma Capitale e del servizio della mobilità), che è il logo dell'intero progetto della mobilità. Fig. 2

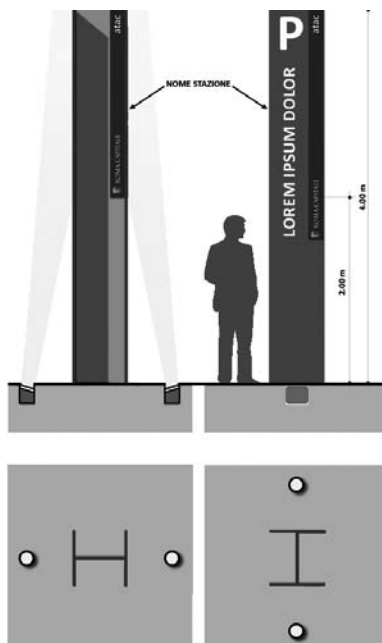


Figura 2 – Totem da installare in corrispondenza degli ingressi - Proposta

Gli accessi oltre ad essere conformi alle normative per l'eliminazione delle barriere architettoniche, dovranno essere conformi alle norme sulle vie d'esodo per la sicurezza antincendio. I varchi di accesso/uscita delle autovetture dovranno essere dotati di asta automatica, messa in azione convalidando la tessera ai tornelli; l'area dei varchi dovrà essere opportunamente coperta per garantire il riparo dagli agenti atmosferici durante la fase di convalida del titolo.

### 5.5.2 Percorsi

Innanzitutto va precisato che esistono due tipi di percorsi: esterni di accesso ai nodi di scambio ed interni. Il nodo di scambio, in quanto inserito in un contesto urbano, ha una relazione molto forte con le aree che lo circondano; pertanto, l'individuazione delle caratteristiche architettoniche e funzionali, non si può fermare al perimetro dell'area d'intervento, ma coinvolge il contesto più immediato. Per questo motivo nel testo integrale delle linee guida sono precisati tutti gli attributi dei percorsi esterni che confluiscono nel nodo di scambio, siano essi carrabili, pedonali o ciclabili. Riguardo ai percorsi interni al nodo di scambio, l'obiettivo è di realizzare un "sistema continuo della rete pedonale", riducendone al minimo la discontinuità dovuta alle interferenze con le aree carrabili. Quest'obiettivo si dovrà realizzare attraverso:

- Percorsi il più possibile brevi: max 300 m
- Percorsi lineari, sicuri ed immediatamente raggiungibile dai parcheggi, dalle banchine dei mezzi di TPL;
- Installazione di tapis roulant in caso di lunghe distanze da percorrere a piedi;
- Scale mobili e ascensori, in numero adeguato e facilmente accessibili;

- Percorsi pedonali protetti, delimitati fisicamente ed opportunamente schermati dal traffico veicolare, in relazione alla loro tipologia e localizzazione (all'aperto, al chiuso), attraverso elementi verdi o di arredo urbano: dissuasori, muretti, panchine, o per mezzo di dislivello ecc; Fig. 3
- Facilità di orientamento e visibilità ottimale;
- Presenza di segnaletica a terra per i disabili visivi e dislivelli raccordati con rampe per il superamento delle barriere architettoniche.

I percorsi interni al nodo di scambio possono essere suddivisi in tre categorie:

A. Esclusiva pertinenza pedonale, con eccezione dei mezzi di soccorso e servizio.

Hanno la funzione di:

- collegare le aree di pertinenza dei mezzi del trasporto pubblico (banchine, aree dedicate alla sosta, alla fermata, ecc)
- distribuire le attività connesse al nodo di scambio: attività commerciali di servizio ed informazione;
- ospitare l'incontro, la sosta e la socializzazione.

B. Prevalente pertinenza pedonale, in cui la presenza della macchina è regolata in modo subordinato, sia nella fase di sosta che di movimento. Il percorso occupa solo una parte della sezione, il pedone ha libertà di muoversi e di sostare. Questi sono:

- Percorsi adiacenti alle zone di kiss and ride;
- Percorsi in adiacenza dei servizi su strada, per soste brevi;
- Percorsi di collegamento parcheggio / nodo - banchine;
- Percorsi di collegamento parcheggio / aree per servizi e attività commerciali;
- Attraversamenti ed ingresso / uscite dai parcheggi.

C. Parte della strada esterna alla carreggiata (marciapiedi), sono rialzati e destinati ai pedoni. Questi sono:

- Percorsi adiacenti alla viabilità d'ingresso;
- Percorsi interni al parcheggio.

La differente dimensione dei percorsi, la presenza di determinate attrezzature, la pavimentazione, la segnaletica e gli arredi, permetteranno la riconoscibilità della gerarchia degli spazi; il passaggio dall'uno all'altro percorso dovrà essere realizzato al fine di dare completa continuità in una condizione di totale fluidità e sicurezza. Si dovranno adottare opportuni accorgimenti per delimitare i percorsi e le aree pedonali esterne sia fisicamente che visivamente. Fig. 4, 5, 6 Tutte le aree dei nodi di scambio dovranno essere servite da scale mobili, tapis roulant, ascensori o altri mezzi di sollevamento, in numero adeguato e distribuiti omogeneamente per servire capillarmente l'intera struttura (Percorsi pedonali verticali). Questi dovranno essere facilmente visibili ed individuabili e dovranno garantire: adeguata accessibilità, massimo confort ed assoluta sicurezza. Per attuare una gestione sostenibile delle risorse si dovranno adottare particolari soluzioni e tecnologie che riducono i consumi energetici, in particolare:

1. Le scale mobili e i tapis roulant dovranno essere dotati del sistema di rilevazione di presenza, che consente di azionare la marcia solo in presenza degli utenti, e disattivarla automaticamente in caso contrario;
2. in luogo dei tradizionali ascensori idraulici e a trazione, dovranno essere utilizzati ascensori con macchinari di sollevamento sincroni a magneti permanenti, che permettono un risparmio del 70% di energia, grazie agli azionamenti a frequenza variabile.



Figura 3 –Schermi di delimitazione dei percorsi e delle aree interne al nodo di scambio - Schemi grafici

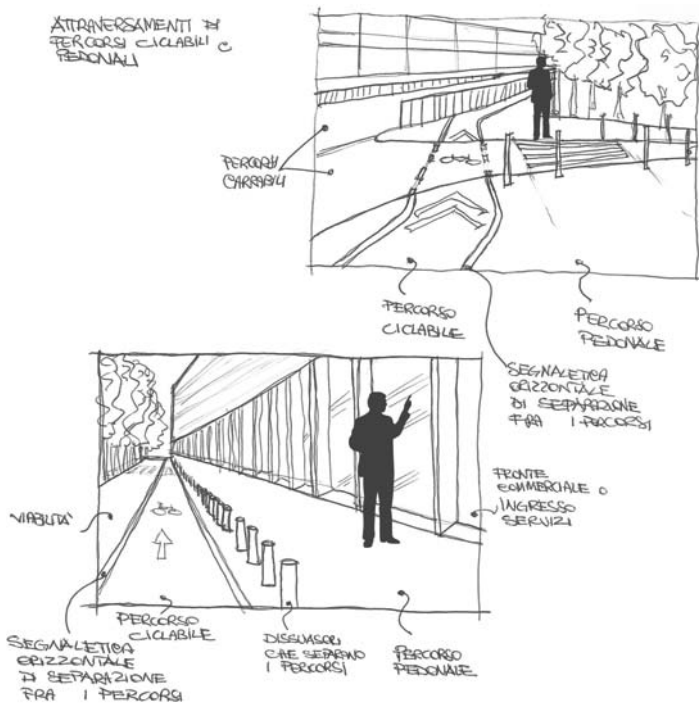


Figura 4 –Percorsi tipo - Schemi

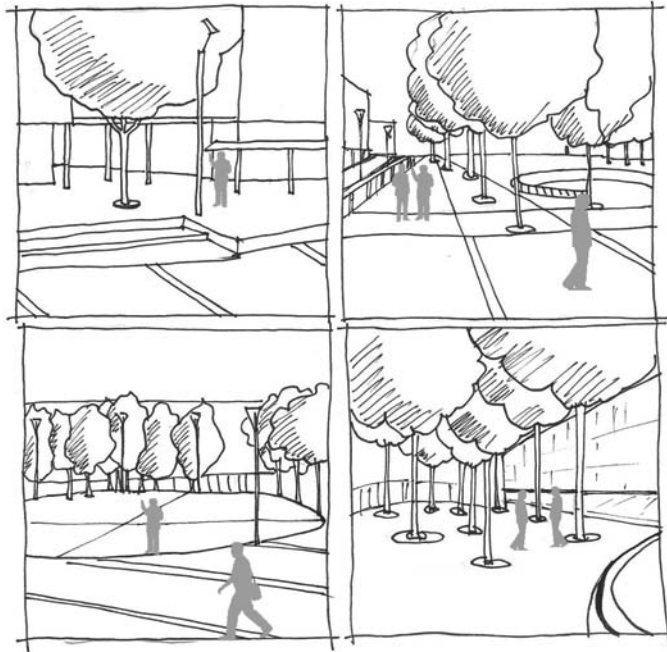


Figura 5 - Percorsi e aree pedonali tipo - Schemi

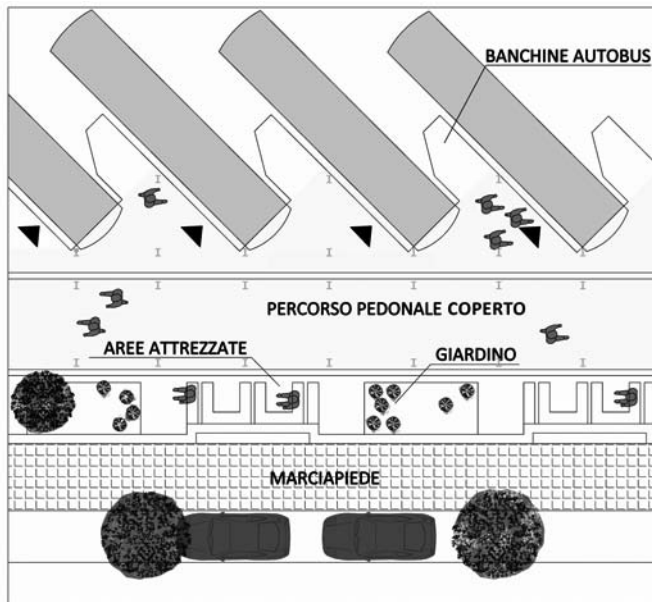


Figura 6 – Esempio di percorso con separazione tra le differenti tipologie, pedonale / carrabile; stalli automobili / marciapiede / aree attrezzate / banchine autobus / aree di attestamento autobus

Questi ascensori dotati di sistema rigenerativo, consentono di recuperare l'energia di frenata in eccesso e di convertirla. Dovranno inoltre essere dotati di modalità standby per la segnaletica, per l'illuminazione e il ventilatore. Saranno preferibilmente con struttura di acciaio e pareti in vetro, per garantire la perfetta visibilità interno/esterno, per migliorare le condizioni di sicurezza e per scoraggiare fenomeni di vandalismo. Il collegamento tra i diversi livelli dovrà esser garantito anche attraverso scale fisse, che dovranno avere un andamento regolare ed omogeneo per tutto il loro sviluppo. I gradini dovranno essere a pianta rettangolare ed avere stessa pedata e stessa alzata per tutto lo sviluppo della rampa. Il superamento dei dislivelli può essere superato anche attraverso la realizzazione di rampe con pendenze variabili tra il 5% e l'8%. L'utilizzo di rampe, considerate le pendenze ammesse dalle normative vigenti, comporta notevoli sviluppi longitudinali, pertanto il loro impiego va accuratamente progettato e in tal caso le rampe possono divenire un elemento importante con forte valenza architettonica che conferisce agli spazi un carattere formale oltre che funzionale di particolare interesse. Tutti i percorsi descritti, dovranno comunque essere conformi alle normative sull'accessibilità per l'eliminazione delle barriere architettoniche e alle norme sulle vie d'esodo per la sicurezza antincendio.

### 5.5.3 Servizi informativi e segnaletica

Uno degli obiettivi prioritari del nodo di scambio è quello di migliorare l'efficienza e la qualità attraverso la realizzazione di un adeguato livello di servizi informativi in termini di chiarezza, quantità, tipologia e localizzazione. In via prioritaria va semplificato ed agevolato l'utente nel reperimento delle informazioni, e vanno fornite informazioni "in tempo reale" per permettere all'utente di gestire, nei suoi spostamenti, l'imprevisto legato a fatti o eventi accaduti a viaggio iniziato o di cui non è a conoscenza prima di partire, va inoltre reso sempre più semplice e possibile per il cliente l'acquisto del titolo di viaggio in modo da scoraggiare eventuali "alibi psicologici" all'evasione della tariffa. Nella predisposizione della segnaletica si dovrà prendere in considerazione:

- Il flusso interno dell'edificio, la costruzione della catena d'informazioni, la corretta posizione dei segnali rispetto ai percorsi e l'eventuale illuminazione;
- La struttura del pannello contraddistinta da un design semplice e pulito, la facilità di montaggio e manutenzione, la modularità e la resistenza agli agenti atmosferici;
- La relazione tra il carattere, la dimensione, la distanza di lettura e l'illuminazione.

Tutte le indicazioni si riferiscono ai casi standard, per ogni specifico progetto, dovranno essere fatti approfondimenti sugli aspetti percettivi e psicologici che regolano la leggibilità dei messaggi, in relazione alle specifiche condizioni ambientali. Saranno utilizzati pannelli e display a messaggio variabile, pannelli informativi fissi ed impianti di diffusione sonora. La segnaletica a messaggio variabile fornisce immediatamente e sinteticamente la percezione della situazione in atto riguardo la circolazione del TPL, dando in tempo reale informazioni su eventuali guasti, malfunzionamenti, ritardi o scioperi di tutti i mezzi di trasporto in superficie e in sotterranea. La segnaletica fissa costituirà il più diretto e diffuso sistema di orientamento e d'informazione della clientela nelle stazioni. Questa utilizzerà, eccetto quella obbligatoria per legge che utilizza simboli e pittogrammi con colori definiti dalla normativa stessa, segni standardizzati e brevi parole. L'obiettivo è di realizzare una simbologia standard facilmente riproducibile ed utilizzabile, così da uniformare e rafforzare l'immagine di appartenenza dei nodi di scambio intermodale al "sistema nodi". Il sistema informativo deve contemplare l'integrazione fra architettura e design, tra grafica ed arredo; la segnaletica farà parte dell'immagine coordinata di tutti gli ambienti del

nodo e di tutti i nodi di scambio. La segnaletica attraverso la sua caratterizzazione grafica e cromatica dovrà contribuire a rafforzare la visibilità delle strutture del nodo, così da facilitarne l'individuazione da parte dell'utente, e dovrà caratterizzare il sistema funzionale ed architettonico, attribuendogli dei caratteri identitari attraverso elementi concepiti come un sistema unitario e specifico, dovrà inoltre contribuire alla funzionalità degli spazi attraverso un sistema di elementi coordinati. Dovranno essere utilizzati anche i pittogrammi che costituiscono una rappresentazione semplificata di una scena figurata. Oltre alla segnaletica specifica riguardante il piano di evacuazione, i cartelli di obbligo, di divieto e proibizione, i cartelli di equipaggiamento antincendio, e quelli relativi i percorsi per disabili, il sistema di segnaletica sarà articolato secondo tre categorie principali:

- Segnali d'identificazione che identificano un luogo o la presenza di un servizio;
- Segnali di direzione che indicano la direzione per raggiungere un luogo o un servizio;
- Segnali d'informazione che offrono informazioni sui servizi.

Le informazioni dovranno riguardare:

- Accesso e disponibilità della sosta;
- Posizione rispetto all'intero sistema del trasporto pubblico e località raggiungibili attraverso le modalità di trasporto convergenti nel nodo;
- Frequenza del servizio di tutti i mezzi di trasporto pubblico afferenti al nodo di scambio;
- Eventuali disfunzioni del servizio dovute a guasti, scioperi, ecc;
- Orari;
- Tariffe;
- Tipologie di servizi presenti.

I colori da utilizzare per la segnaletica direzionale saranno il rosso istituzionale di "Roma Capitale" e del servizio della mobilità come sfondo e il bianco per le scritte o viceversa, scritte in "Rosso Roma Capitale" su fondo bianco. Le indicazioni saranno riportate in lingua italiana e in inglese. Sui pannelli dovrà essere apposta una protezione con pellicola trasparente, resistente a solventi, durevole ed autoadesiva, con funzione antigraffiti ed antivandalica. All'ingresso del nodo di scambio, in prossimità dei tornelli e dei capilinea dovranno essere presenti:

- La mappa della città di Roma;
- La mappa del Centro Storico;
- Le condizioni di trasporto del servizio pubblico e le tipologie dei biglietti;
- Le tariffe;
- Le modalità di accesso alla sosta;
- La rete ferroviaria, le linee extraurbane e urbane degli autobus;
- La mappa di quartiere;
- Le tabelle orarie.

In corrispondenza di tutti gli ingressi al parcheggio e lungo i percorsi, dovrà essere installata una segnaletica d'indirizzo dell'utente verso il proprio veicolo e per raggiungere più rapidamente possibile le banchine dei mezzi di trasporto pubblico e le attività commerciali e i servizi presenti. All'interno dei parcheggi multipiano, per individuare rapidamente la posizione della propria automobile sarà utilizzato un codice alfanumerico. Inoltre dovranno essere predisposte delle "isole", dove verranno installati display, tabelle con indicazione sugli orari, segnaletica di stazione con l'indicazione della posizione e del percorso della linea, nonché box office di

informazioni sui servizi, i trasporti pubblici presenti, sui percorsi ecc. Tutti i dispositivi segnaletici e i display interattivi devono essere installati in posizione tale da essere agevolmente consultati e accessibili alle persone su sedia a ruote. L'impianto di diffusione sonora sarà impiegato per veicolare ai viaggiatori messaggi riguardanti:

- Le informazioni sulle condizioni del servizio;
- Il richiamo agli utenti del servizio sul corretto comportamento da tenere al fine di garantire la sicurezza propria e degli altri ed evitare possibili rischi;
- La ricerca del personale itinerante in servizio dai centri di assistenza e manutenzione;
- Le indicazioni in caso di pericolo grave ed immediato (emergenza) agli utenti del servizio ed al personale stesso.

L'impianto potrà essere utilizzato anche per l'intrattenimento musicale dei viaggiatori in attesa. Il progetto di ciascun impianto di informazione al pubblico deve essere realizzato tenendo conto della tipologia del nodo e delle specifiche esigenze, nonché tenendo conto delle dimensioni e della tipologia degli atri, delle sale, dei sottopassi, delle banchine, del parcheggio ecc.

## **6. Conclusioni**

In Italia, benché sia riconosciuta l'importanza dei nodi di scambio e la loro funzione di stimolo all'utilizzazione dei mezzi pubblici, non esiste un regolamento su questo argomento che ne definisca i contenuti ed i caratteri. Appare dunque fondamentale tracciare degli orientamenti per la loro progettazione e realizzazione, affinché essi siano la sintesi di esigenze di diversa natura. Le linee guida per la progettazione e realizzazione dei nodi di scambio hanno dunque l'obiettivo di dare delle chiare e precise indicazioni sulle caratteristiche di questi luoghi, al fine di realizzare una realtà complessa, di integrazione ed interazione di diverse esigenze, trasportistiche in primis, ma anche funzionali, ambientali, sociali e di riqualificazione urbana, e di fornire degli orientamenti affinché sia rafforzata la riconoscibilità del "sistema nodi di scambio".

## **Bibliografia**

1. ARPAT news (2007), "Le emissioni in atmosfera degli inquinanti nelle 24 principali città italiane" n.029 del 2007
2. ATAC SpA, Direzione Marketing Strategia e Comunicazione (2008), "Ecosistema Urbano 2009, Sintesi e focus della Città di Roma". Roma
3. Atac SpA, Direzione Rapporti Istituzionali a cura di Noia G., "Le nuove tecnologie a servizio della mobilità e della città"
4. Berta G.L., Casoli P., Gambarotta A. (2002), "Impatto ambientale comparativo del trasporto pubblico e privato nelle aree urbane". Atto della Giornata di Studio "Soluzioni Tecniche per una mobilità sostenibile in ambito urbano". Genova
5. Bitetto L., Intini F. (2008), "Il Trasporto Pubblico Locale e l'integrazione intermodale". Bari, Consorzio Uning
6. Comune di Roma, Commissario delegato per l'emergenza Traffico e Mobilità, "Nuovo Piano Parcheggi"
7. Comune di Roma, Ufficio Speciale Emergenza Traffico e Mobilità (2008), "Relazione semestrale ottobre 2007 – marzo 2008". Ordinanza Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 26 settembre 2006, n.3543
8. Gori S., Nigro M., Petrelli M. (2011) "Il trasporto pubblico per la riqualificazione delle grandi aree urbane", Dispensa del seminario "Sistemi Complessi per la Mobilità Sostenibile" del Master IEAT
9. ISTAT (2010), "Indicatori sui trasporti urbani anno 2008"



10. I.U.A.V. Facoltà di Architettura Clananarch Città. “Linee guida per l’ubicazione, il progetto e la valutazione funzionale di un nodo multimodale in ambito urbano”
11. Malgieri P. (2006), “Trasporti Urbani e Ambiente”. Milano
12. Musso A., Cantisani G., Corazza M.V. (2007), “Mobilità Multimodale: aree di sosta, nodi di scambio”. Roma, Dipartimento di Idraulica e Trasporti e Strade, Università “La Sapienza” di Roma
13. Osservatorio Città Sostenibile, Dipartimento Interateneo Territorio Politecnico e Università di
14. Piscitelli M., “Segnaletica”. Dispensa del Corso di Infografica A.A. 2009-2010
15. Provincia di Roma, Direzione Generale, Ufficio Studi a cura di Santori A. e Ammendola T. (2004), “Macro dati sull’area romana, un confronto tra province metropolitane”. Roma
16. Provincia di Roma, Direzione Generale, I Working Paper dell’Ufficio Studi, ( 2004), “La mobilità nell’Area Romana, trasporto pubblico, infrastrutture e incidentalità stradale negli ambiti territoriali del piano di bacino” a cura di Santori A., Ammendola T.. In Infrastrutture e Territorio n.4 (novembre 2004)
17. Provincia di Roma, Direzione Generale, I Working Paper dell’Ufficio Studi, ( 2005), “La Domanda di mobilità negli ambiti territoriali del piano di bacino” a cura di Santori A., Ammendola T.. In Infrastrutture e Territorio n.8 (novembre 2005)
18. Provincia di Roma (2006), “Piano di Bacino, Terzo Rapporto - Le Proposte del Piano”
19. Provincia di Roma (2006), “Piano di Bacino, Terzo Rapporto - Tavole di Piano”
20. Provincia di Roma, Direzione Generale, Ufficio Studi, Ricerche e Statistica a cura di Santori A. e Ammendola T. (2007), “Tendenze insediative residenziali nell’Area Romana 1981-2005”. Sintesi del Rapporto annuale sull’Area Romana, Forum P.A. maggio 2007. Roma
21. Provincia di Roma, Direzione Generale, Servizio 3 – Ufficio Statistica (2009), “La Provincia Capitale, Rapporto annuale sull’area romana 2007-2008”. Roma
22. Roma Servizi per la mobilità Srl (2008), “Rapporto mobilità 2008”, Roma
23. Roma Servizi per la mobilità Srl (2010), “Carta dei Servizi 2010-2011”, Roma
24. Roma Servizi per la mobilità Srl (2010), “Rapporto mobilità 2010”, Roma
25. Scapellati F., “Lo sviluppo urbanistico e Territoriale di Roma e della sua Provincia”.
26. Wallach R., “Il Bisogno di Città, strumenti e metodi per la costruzione della qualità urbana”. Roma, Edizioni Kappa
27. <http://www.agenziamobilita.roma.it/muoversi-in-bici/>
28. <http://www.agenziamobilita.roma.it/parcheggi/come-si-paga.html>
29. <http://www.atac.roma.it/index.asp?p=15>
30. <http://www.atac.roma.it/index.asp?p=1&i=127&o=3&m=1&a=6&ci=35&tpg=2&lingua=ITA>
31. <http://www.arep.fr>
32. <http://www.arpat/toscana.it/news>
33. [http://www.comune.roma.it/wps/portal/pcr?jppagecode=dipartimento\\_mob\\_trasp.wp](http://www.comune.roma.it/wps/portal/pcr?jppagecode=dipartimento_mob_trasp.wp)
34. [http://www.comune.roma.it/wps/portal/pcr?jppagecode=mob\\_piano\\_str\\_mob\\_sost.wp](http://www.comune.roma.it/wps/portal/pcr?jppagecode=mob_piano_str_mob_sost.wp)
35. [http://www.comune.roma.it/wps/portal/pcr?jppagecode=dip\\_mob\\_sosta.wp](http://www.comune.roma.it/wps/portal/pcr?jppagecode=dip_mob_sosta.wp)
36. [http://www.comune.roma.it/wps/portal/pcr?jppagecode=dip\\_mob\\_varie.wp](http://www.comune.roma.it/wps/portal/pcr?jppagecode=dip_mob_varie.wp)
37. [http://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/NPGTU\\_11febbraio2005.pdf](http://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/NPGTU_11febbraio2005.pdf)
38. [http://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/NPGTU\\_allegato\\_sicurezza.pdf](http://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/NPGTU_allegato_sicurezza.pdf)
39. [http://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/NPGTU\\_appendice\\_teleomatica.pdf](http://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/NPGTU_appendice_teleomatica.pdf)
40. [http://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/NPGTU\\_regolamento\\_viario.pdf](http://www.comune.roma.it/PCR/resources/cms/documents/NPGTU_regolamento_viario.pdf)
41. [http://www.comune.roma.it/wps/portal/pcr?jppagecode=sosta\\_prog\\_urb\\_parcheggi.wp](http://www.comune.roma.it/wps/portal/pcr?jppagecode=sosta_prog_urb_parcheggi.wp)
42. [http://www.contabilitaambientale.it/aree\\_tematiche/mobilita\\_sostenibile.asp](http://www.contabilitaambientale.it/aree_tematiche/mobilita_sostenibile.asp)
43. <http://www.ecoage.it/traffico-nelle-citta-italiane.htm>
44. <http://www.eurotestmobility.com/eurotest.php?itemno=290>
45. <http://www.psms.roma.it/>
46. <http://www.provincia.rm.it/Trasportiemobilita/news.asp?riferimento=1&idNews=65>
47. <http://www.rfi.it/cms/v/index>
48. [http://www.richezassocies.com/references\\_espt transports.htm](http://www.richezassocies.com/references_espt transports.htm)

49. [http://www.tcs.ch/etc/medialib/main/rubriken/sicherheit/pdf/eurotests.Par.0144.File.tmp/02\\_TP\\_Methode\\_fr.pdf](http://www.tcs.ch/etc/medialib/main/rubriken/sicherheit/pdf/eurotests.Par.0144.File.tmp/02_TP_Methode_fr.pdf)
50. [http://www.tcs.ch/etc/medialib/main/rubriken/sicherheit/pdf/eurotests.Par.0145.File.tmp/03\\_TP\\_Resultat\\_General\\_fr.pdf](http://www.tcs.ch/etc/medialib/main/rubriken/sicherheit/pdf/eurotests.Par.0145.File.tmp/03_TP_Resultat_General_fr.pdf)
51. [http://www.tcs.ch/etc/medialib/main/rubriken/sicherheit/pdf/eurotests.Par.0147.File.tmp/05\\_TP\\_Astuc es\\_fr.pdf](http://www.tcs.ch/etc/medialib/main/rubriken/sicherheit/pdf/eurotests.Par.0147.File.tmp/05_TP_Astuc es_fr.pdf)
52. [http://www.tcs.ch/etc/medialib/main/rubriken/sicherheit/pdf/eurotests.Par.0148.File.tmp/06\\_TP\\_Recommandations\\_fr.pdf](http://www.tcs.ch/etc/medialib/main/rubriken/sicherheit/pdf/eurotests.Par.0148.File.tmp/06_TP_Recommandations_fr.pdf)
53. [http://www.terranauta.it/a1728/legambiente/smog\\_polveri\\_e\\_rumore\\_assediano\\_i\\_centri\\_urbani.html](http://www.terranauta.it/a1728/legambiente/smog_polveri_e_rumore_assediano_i_centri_urbani.html)
54. <http://www.urbanistica.comune.roma.it/uo-urbanistica-prg.html>

*Alessandra Borzi*

*Laureata nel 2004 in Architettura presso l'Università degli studi di Roma "La Sapienza", con una tesi in urbanistica. Dopo un'esperienza di lavoro all'estero presso "AREP: Aménagement Recherche Pôle d'échanges", filiale della SNCF, sulla progettazione e ristrutturazione di stazioni ferroviarie, e una collaborazione a Roma presso il "Laboratorio di Pianificazione e Progettazione Ambientale", riguardante la pianificazione urbanistica e valutazioni ambientali, dal 2008 è impiegata presso Met.Ro. SpA, oggi ATAC SpA, nella Direzione Tecnica, Area Ingegneria, servizio Ingegneria di settore metroferro.*