



La città sotterranea e il suo ruolo nella mobilità urbana

The Underground City and its Role in the Urban Mobility

Giuseppe Mazzeo

Laboratorio Territorio Mobilità e Ambiente - TeMALab
CNR - Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio
Università degli Studi di Napoli Federico II
e-mail: galmazzeo@unina.it; web: www.dipist.unina.it

Stratificazione della città

La città sotterranea rappresenta un elemento costitutivo della struttura urbana con forti ricadute sulla sua organizzazione e sulla sua gestione; questo perché, soprattutto nelle grandi città e nelle metropoli, il sottosuolo rappresenta una risorsa importante il cui utilizzo può modificare in modo rilevante il suo funzionamento complessivo.

Quello delle "underground cities" non è un concetto nuovo; in grandi città che presentano climi estremi, come Montreal, Toronto o Edmonton in Canada, parti significative della giornata di molti cittadini viene trascorsa negli spazi sotterranei, soprattutto nei lunghi inverni freddi (a Montreal la minima supera i -30°C) o nelle estati calde e umide. Al di sotto della città vi è, infatti, una città parallela ma sotterranea nella quale decine di chilometri di corridoi collegano negozi, ristoranti, nodi dei trasporti, uffici, attività per il tempo libero, università, librerie, sale per concerti ed altre strutture culturali.

In Europa Occidentale, grazie anche a climi mediamente più miti, le realizzazioni connesse alla città sotterranea assumono una valenza diversa; pur essendo ampiamente presenti in tutte le grandi città, esse sono progettate non come spazi di vita sociale ma come spazi di connessione che conducono a nodi di mobilità (esterni o sotterranei) e a funzioni urbane; la loro funzione prevalente, quindi, è quella di rendere più facile la mobilità e l'accessibilità non automobilistica alle normali attività urbane. Per questi motivi è comunque possibile affermare che l'uso del sottosuolo è un elemento ormai entrato a far parte della vita urbana, anche se l'utilizzazione di questi spazi viene declinata in modi e con intensità diverse da luogo a luogo.

Tra i servizi essenziali alla vita urbana che si svolgono in sotterraneo le comunicazioni assumono un rilievo particolare: le reti urbane metropolitane, i passanti ferroviari, le tratte stradali sotterranee, i parcheggi assumono una importanza

TeMA
03.08

Ricerche

Trimestrale del Laboratorio
Territorio Mobilità e Ambiente - TeMALab

<http://www.tema.unina.it>
ISSN 1970-9870
Vol 1 - No 3 - ottobre 2008 - pagg. 29-38

Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio
Università degli Studi di Napoli Federico II

© Copyright dell'autore.

The indoor city is a fundamental element in the urban structure; above all in the great cities it assumes strong urban planning connotations because the underground represents an important resource and its employment can have considerable consequences on the urban performance.

Some cities, with more hard climate, have designed underground cities with some complex functions; examples are Montreal, Toronto and other cities of North America.

In the Western Europe's cities the notion and the realizations of the underground cities are related with the building of mobility infrastructures as metropolitan networks, underground railway links, road tunnels, car parks. Their aim is the reduction or the removal from the surface of traffic share and the transformation of wide parts of the city in green areas or in more high quality urban environment.

Anyway it is possible to maintain that the use of the underground spaces is a common experience in the urban life.

The paper analyses some of the main factors in the building of urban pedestrian spaces; the costs and the benefits of the use of underground spaces are linked with the psychological aspects of the use of these spaces and with some main elements in the patterns of the paths. A second part of the paper shows some case-studies, pointing out the different necessities that have driven to the choice. In a specific focus is analysed the case of Montreal, archetype of the underground city.

sempre maggiore in relazione alla loro capacità di ridurre o eliminare quote di traffico dalla superficie e di modificare la qualità e la fruizione di ampie aree urbane.

I sistemi sotterranei, inoltre, nati come elementi di reti di mobilità autonome, tendono ad assumere connotati di sistema: sempre più, infatti, si assiste alla connessione sotterranea tra reti diverse allo scopo di rendere maggiormente efficace il servizio e moltiplicare le interconnessioni con l'esterno, insieme ad una sempre più accentuata attenzione agli aspetti architettonici e al benessere degli utenti in un ambiente psicologicamente difficile.

Il sottosuolo assume significati diversi, alcuni simbolici, altri funzionali, stratificatisi nel corso del tempo. Esso è stato utilizzato dai Romani per realizzarvi le prime fognature, per cui al sottosuolo si associa il miglioramento dell'igiene pubblica. È stato utilizzato dai primi cristiani per difendersi dalle

persecuzioni, per cui ad esso si associano significati sacrali, misteriosi o esoterici. È stato utilizzato per realizzarvi collegamenti e percorsi, associando ad essi un ruolo nel campo della mobilità che è via via aumentato fino alla nascita dei trasporti urbani di massa su rotaia.

I diversi significati hanno a che fare, da una parte, con la psicologia umana, dall'altra con la risoluzione di problematiche complesse connesse al funzionamento della città. Una di queste è la risoluzione dei fenomeni di congestione urbana e della conseguente insostenibilità dei modelli tradizionali di sfruttamento delle risorse territoriali; una possibile risposta è costituita dalla utilizzazione degli spazi sotterranei per la costruzione di sistemi integrati di trasporto di cui fanno parte integrante percorsi pedonali sotterranei congegnati in modo da ridurre la percezione delle diversità esistenti tra spazi chiusi e spazi aperti.

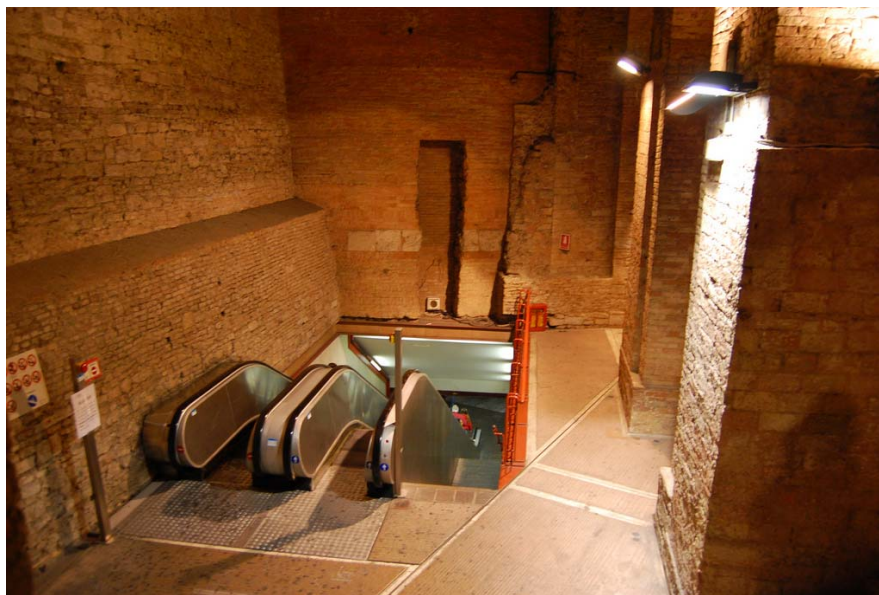
Costi e benefici nell'uso degli spazi sotterranei

In passato si è guardato agli spazi sotterranei soprattutto per tre ragioni (Parker 2004): perché sorgeva la necessità di un rifugio sicuro; perché era necessario proteggersi dai pericoli e dai danni alla persona in conseguenza di eventi naturali e non; perché, infine, erano necessari spazi di deposito per beni di grande importanza.

L'utilizzazione dello spazio sotterraneo è una scelta di politica urbana che interagisce con molteplici problematiche; basti pensare che la pianificazione dell'uso del sottosuolo urbano rappresenta una operazione in cui competenze diverse vengono interrelate con lo scopo di costruire un efficiente progetto di uso dello spazio.

Vi sono molti fattori chiave da considerare in relazione all'uso del sottosuolo e tali fattori possono essere valutati sia positivamente (in termini di benefici) che negativamente (in termini di costi). Sono benefici la riduzione del carico urbanistico di superficie e il contributo alla sostenibilità ambientale; sono da valutare attentamente (e possono divenire rischi) le problematiche geologiche derivanti da una scorretta investigazione delle caratteristiche del sottosuolo, la necessità di bonifiche, l'incidenza delle vibrazioni e le problematiche di interazione tra suolo e sottosuolo.

In maniera più analitica i benefici nell'uso degli spazi sotterranei possono essere riassunti come seguono (Chow et al. 2002; Parker 2004):



Perugia. Il sistema di collegamenti sotterranei pedonali consente l'accesso al centro storico; a partire dal parcheggio di piazza Partigiani percorsi pedonali e scale mobili attraversano la Rocca Paolina raggiungendo piazza Italia e il cuore della città antica.

- un più efficiente uso del suolo e un miglioramento dell'ambiente. Il potenziale di uso del sottosuolo in spazi urbani congestionati è elevato e può consentire il trasferimento di funzioni in modo che la superficie possa essere utilizzata più efficacemente e razionalmente, ad esempio realizzando attrezzature urbane a basso impatto ambientale; caso specifico è il trasferimento del traffico urbano in sotterranea, con la conseguente disponibilità di nuovi spazi in superficie;
- un miglioramento dell'estetica urbana in seguito alla rimozione di strutture invasive ad alto impatto visivo e paesaggistico come parcheggi, strade e strutture di supporto;
- un incremento della sostenibilità dovuto all'eliminazione di infrastrutture e manufatti e alla loro sostituzione con altre funzioni e materiali a basso impatto;
- un più efficiente uso dell'energia dovuto all'isolamento naturale del terreno, alla sua capacità di assorbire il rumore e alla possibilità di conseguire più efficienti modalità di controllo della temperatura degli ambienti;
- una grande capacità di protezione da condizioni climatiche estreme;
- una maggiore sicurezza complessiva per le funzioni che necessitano di particolari protezioni da agenti atmosferici o da aggressioni naturali o antropiche.

Gli aspetti negativi sono relazionati in particolare ai seguenti fattori:

- la pericolosità delle operazioni di scavo in relazione al tipo di suolo in cui si opera;
- il rischio naturale derivante da eventi sismici;
- il rischio antropico derivante da possibili incidenti e dall'inevitabile scarsità del numero e della disposizione delle uscite;



Il Big Dig, a Boston rappresenta un momento di profonda riqualificazione della città, dei suoi percorsi e della percezione della città. L'interramento delle reti stradali ha reso disponibili ampi spazi trasformati in zone verdi.

– la consistenza del costo di realizzazione in relazione al tipo di progetto e alle tecniche utilizzate.

La riduzione dell'incidenza dei fattori negativi ha a che fare con elementi e con momenti diversi, connessi sia alla fase di progettazione che a quella di realizzazione che a quella di gestione; a ciascuna di esse sono associabili specifici elementi di criticità la cui risoluzione concorre alla migliore definizione delle problematiche iniziali¹.

Aspetti psicologici dell'uso del sottosuolo

La progettazione di spazi sotterranei necessita di un attento studio dei percorsi, degli incroci e della costruzione dei volumi in modo da evitare l'effetto oppressivo che questi spazi normalmente trasmettono.

In un ambiente sotterraneo, spesso, la forma schematica dello spazio non è chiara neanche agli utenti abituali; di

conseguenza assume grande importanza l'informazione ottenuta dall'esame visivo degli spazi che si trovano lungo il percorso (Zacharias 2002); ne deriva che gli spostamenti pedonali in spazi sotterranei presentano elevati livelli di regolarità, a differenza di quelli negli spazi esterni dove è più frequente un cambio di tragitto in relazione agli stimoli che i pedoni ricevono dall'ambiente circostante. Nella progettazione degli spazi sotterranei è necessario tenere in considerazione sia la variazione temporale che la dimensione dei flussi pedonali.

La dimensione del corridoio, quindi, diviene un elemento fondamentale per incrementare la confortevolezza e la sicurezza della circolazione; ciò, in particolare, nei momenti di maggiore intensità dei flussi nei quali si ha una percorribilità resa più difficoltosa dall'elevato numero di persone presenti. All'opposto i momenti di flusso ridotto possono avere impatti psicologici anch'essi rilevanti, anche se essi sono di diverso tipo, ossia connessi con gli effetti di straniamento e di solitudine in ambienti chiusi.

La situazione differisce in relazione alla conformazione morfologica e tipologica dello spazio considerato (uno spazio o un corridoio senza attività al contorno oppure uno spazio ai lati del quale sono presenti attività commerciali o di servizio). Nel primo caso lo spazio è frequentato solo da utenti diretti verso un nodo

funzionale preciso (la stazione della metropolitana o l'uscita), nel secondo caso a questi utenti possono aggiungersene altri i cui scopi possono anche non essere direttamente connessi al raggiungimento di un nodo dei trasporti; in questo secondo caso, oltre la complessificazione dei flussi, sono presenti anche velocità di percorrenza diverse, con moltiplicazione dei punti di intralcio e conseguente diminuzione della velocità di percorrenza.

Le ricerche effettuate sul comportamento dei pedoni in spazi sotterranei mostrano altri elementi di interesse. Alcune di esse hanno verificato che gli spazi semplici (geometrici, con un colore uniforme, con illuminazione ripetuta) sono meno attrattivi degli spazi visivamente più complessi, complessità che si raggiunge con l'uso diversificato del colore, dei messaggi, con la differenziazione degli spazi e con la loro specificazione. A questo scopo può essere interessante preannunciare lungo il percorso, con segni particolari, la presenza di spazi di particolare interesse verso i quali i pedoni

saranno invogliati a dirigersi con maggiore rapidità (Kent 1989).

Altri fattori che possono essere di grande rilevanza nella costruzione dello spazio sono l'utilizzazione di percorsi ad andamento curvilineo o con graduali cambi di livello, oppure la predisposizione di fronti commerciali in punti specifici, la presenza di verde, di attrezzature e di spazi di socializzazione. Tutti questi elementi assumono un ruolo di supporto nella gestione dei flussi (Oppewal e Timmermans 1999), soprattutto quando creano un nucleo funzionale ben definito nel sistema della rete sotterranea.

Dalle ricerche svolte derivano altre considerazioni sull'uso dei percorsi sotterranei e delle attrezzature che in esse sono localizzate; in particolare si è verificato che la presenza di altre persone è un fattore che incrementa la sicurezza personale e assume una importanza superiore anche rispetto al disegno architettonico dello spazio (colore, livelli di illuminazione, fonti di illuminazione, superficie dei materiali, attrezzature dello spazio, ...).

Ne deriva che uno spazio disegnato bene ma vuoto rappresenta comunque un fattore di disagio per gli utenti degli spazi sotterranei.

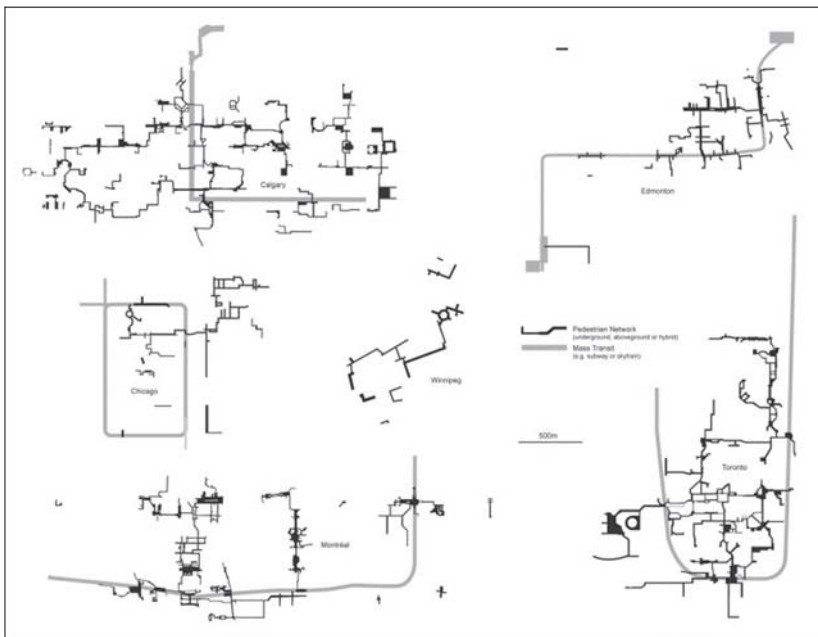
Modellizzazione dei percorsi

Il processo di uso dello spazio sotterraneo si basa sulla presenza di flussi pedonali che seguono a) percorsi definiti lungo gli assi della rete e b) percorsi differenziati in corrispondenza dei nodi della rete.

Il sistema può essere modellizzato mediante successioni di archi e di nodi.

Esso prevede che ad uno spostamento di superficie S_1 (con qualunque mezzo) faccia seguito l'accesso alla rete metropolitana in un nodo N_1 e lo spostamento pedonale in sotterraneo S_2 fino ad una meta N_2 che può essere la stazione sotterranea o un nodo funzionale. A questo punto il processo assume un andamento inverso che può svolgersi nella stessa localizzazione (nel caso l'utente non si sposti) o in una localizzazione diversa (nel caso l'utente in N_2 prenda un mezzo di trasporto). Questo ciclo può estendersi per n volte se si considera la possibilità che non si sia ancora raggiunta la meta finale.

In letteratura non ci sono molti esempi di modellizzazione di percorsi pedonali in relazione, soprattutto, alla loro influenza sul dimensionamento degli spazi pedonali sotterranei. Alcuni studi sono stati realizzati in Giappone, in considerazione della rilevanza dei problemi di sovraffollamento dei nodi



Struttura comparata e dimensioni della rete pedonale in alcuni centri dell'America del Nord. Dall'alto: Calgary, Edmonton, Chicago, Winnipeg, Montreal e Toronto. In nero le teri pedonali in prossimità delle superfici o sotterranee, in grigio le linee di trasporto di massa.

della rete metropolitana di Tokyo come di altre città di quel Paese.

Il modello proposto da Suzuki e Igushi nel 1992 determina una stima dei flussi propedeutica alla programmazione degli spazi sotterranei evidenziando nel contempo gli elementi di redditività, di sicurezza e di movimento. Esso prevede che il flusso pedonale sia trattato come sommatoria di ciascun viaggio a partire da un punto origine fino ad un punto destinazione. Se tra questi punti vi è più di un percorso si assume che il pedone ne scelga uno. Il sistema di percorsi è trattato come sistema di nodi e di archi e i punti di accesso alla rete sotterranea sono a loro volta trattati come punti di origine o di destinazione. Il modello si basa su un sistema di equazioni che determina: a) il flusso all'interno del collegamento nodo-nodo; b) il volume dei flussi; c) le probabilità di scelta di una connessione e, infine, d) la probabilità di scelta in un sistema di connessioni. Utilizzando alcuni parametri vengono anche definiti i flussi futuri in presenza di mutamenti nella struttura della rete o nella dimensione dei flussi.

La diversificazione nell'uso del sottosuolo

Gli esempi di utilizzo degli spazi sotterranei si stanno moltiplicando, così come di stanno diversificando le destinazioni e le funzioni per le quali questi spazi sono progettati.

Le esigenze che spingono città diverse ad utilizzare questi spazi sono diverse e vanno dalla mobilità pedonale a quella veicolare, dalla realizzazione di reti di trasporto veloci alla



Parigi. Il nuovo accesso al Museo del Louvre è stato progettato come uno spazio interrato sormontato da una piramide di vetro. L'accesso dal cortile porta ad una vasta sala dalla quale si dipartono le gallerie di accesso alle tre ali del museo. Alla sala sono annessi servizi quali librerie, ristoranti, punti informativi.

realizzazione di aree di sosta, alla creazione di spazi aggiuntivi per funzioni presenti in superficie. In alcuni casi le realizzazioni derivano da una interrelazione tra obiettivi diversi che hanno portato alla realizzazione di spazi polifunzionali.

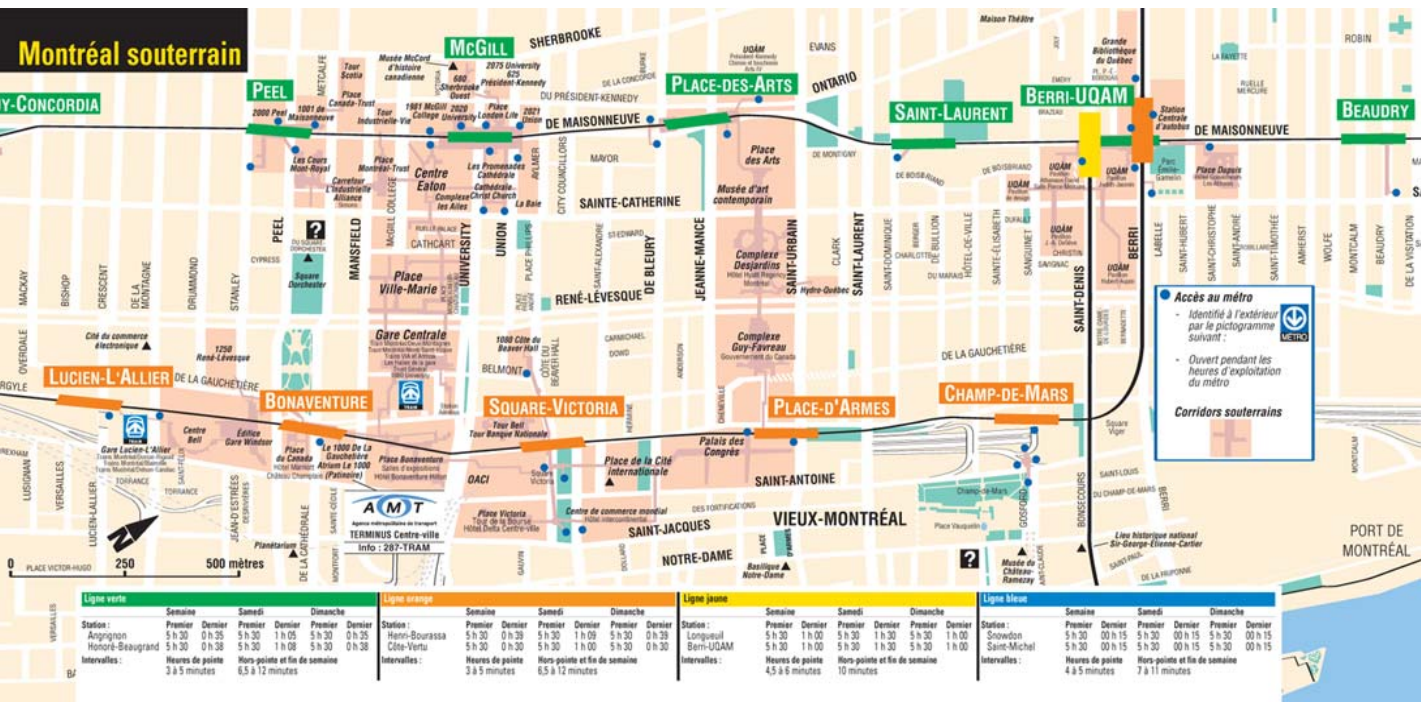
Parigi, Louvre. La nuova sala d'ingresso al Museo del Louvre è una struttura sotterranea costruita nel cortile principale dell'edificio. Le piramidi di vetro progettate da I.M. Pei sono i soli segni fuori terra che testimoniano della presenza della sala e delle nuove gallerie di accesso. Esse hanno la funzione di creare uno spettacolare sistema di ingresso, oltre a dare luce naturale allo spazio sottostante. La scelta di posizionare l'ingresso al museo in sotterraneo ha consentito di rimuovere dal cortile centrale le lunghe file che creavano continue situazioni di disagio agli accessi delle diverse ali del complesso e ha permesso una grande libertà nelle scelte progettuali degli spazi sotterranei?

Hong Kong. Le stazioni sotterranee della metropolitana sono state realizzate mettendo in vendita i diritti di superficie e consentendo la realizzazione di edifici residenziali e com-

merciali ad alta densità da realizzare al di sopra di esse. Il valore di mercato di tali aree è tale che i ricavi hanno consentito di coprire le spese di realizzazione della metropolitana.

Helsinki. La capitale finlandese è dotata di un impianto di trattamento delle acque nere realizzato nel vicino centro di Viikinmaki. Tale impianto è totalmente interrato ed è posizionato in uno degli spazi sotterranei più grandi al mondo. Al di sopra dell'impianto, in superficie, è stato realizzato un nuovo quartiere residenziale, esteso per 60 ettari e con una popolazione di 3.500 abitanti, dotato di ampi servizi e di estese zone verdi; in questo modo si sono superate le resistenze della popolazione ottenendo le relative autorizzazioni alla realizzazione dell'impianto. L'impianto è stato pensato anche in relazione al suo impatto ambientale: l'interramento di questa struttura, infatti, riduce la produzione di gas serra e l'inquinamento da rumore e permette possibili futuri ampliamenti con impatti e danni minimi alle comunità poste nelle immediate vicinanze.

Boston, "Big Dig". Il "grande scavo" (o big dig) di Boston ha



La mappa mostra la rete metropolitana nella parte centrale della città di Montreal. Ad essa è sottoposta la rete dei percorsi pedonali e il sistema degli edifici e delle funzioni direttamente connesse a questa rete.

l'obiettivo di interrare parte della rete autostradale urbana. Esso quindi non crea uno spazio sotterraneo pedonale ma ha l'obiettivo di portare sottoterra il traffico di superficie liberando così gli spazi precedentemente occupati destinandoli ad un uso prevalentemente pedonale. Il progetto è uno dei più ambiziosi al mondo nel settore della costruzione di tunnel, con una spesa che ad oggi si aggira sui 14 miliardi di dollari.

L'intervento complessivo libererà la città di una parte rilevante del traffico urbano; ciò consentirà di realizzare più di 370 ettari di nuovi parchi, di mettere a disposizione nuovi spazi per la città e di ridurre gli elevati livelli di inquinamento che essa presenta (si prevede una riduzione del monossido di carbonio di oltre il 12%)³.

La città di Boston è attraversata da nord a sud dalla I-93 (o Central Artery), una autostrada sovrelevata a sei corsie su cui si innesta la I-90 che collega la città al Logan Airport. Il progetto è stato messo in cantiere a causa della congestione cronica della Central Artery: mentre nel 1959 l'arteria era percorsa da circa 75.000 veicoli al giorno, nel 1990 tale flusso aveva raggiunto il livello di 190.000 e le previsioni di incremento di traffico davano al 2010 16 ore di ingorgo giornaliero continuato. I costi della congestione del traffico sono stati valutati in oltre 700 milioni di dollari all'anno, mentre gli incidenti hanno raggiunto un livello quattro volte superiore a quello medio di una autostrada non urbana.

Big Dig è il nome non ufficiale del Central Artery/Tunnel Project (CA/T). Secondo il progetto la Interstate 93, che corre nel cuore della città da nord a sud, dovrà essere interrata

per 5,6 chilometri in un tunnel. Il progetto interessa anche la Interstate 90 con la costruzione di un altro tunnel (il Ted Williams Tunnel), oltre alla realizzazione del Leonard P. Zakim Bunker Hill Memorial Bridge sul Fiume Charles River e alla realizzazione del parco intitolato a Rose Kennedy negli spazi resi vacanti dalla sopraelevata della I-93. Il parco è stato, per la gran parte, aperto al pubblico il 5 novembre 2007.

Osaka. Il quartiere di Kita ad Osaka è situato nella parte settentrionale della città. È un quartiere molto vitale ed è uno dei poli di attrazione della città. L'area è posta tra le stazioni ferroviarie di Osaka, Umeda, Higashi-Umeda Nishi-Umeda ed è caratterizzata da edifici alti e da un sistema complesso di attività commerciali, culturali e turistiche.

Esso rappresenta uno dei principali punti di accesso alla città di Osaka in quanto vi convergono sia i convogli provenienti dall'area metropolitana che i convogli del sistema di trasporto pubblico urbano; questa caratteristica ne fa uno dei punti più congestionati della città. La realizzazione delle connessioni sotterranee tra le reti ha rappresentato il momento per la creazione di un sistema di attività ad esse connesse, in particolare centri commerciali sotterranei. Strutture simili sono presenti in altre città giapponesi, come Tokyo, Sapporo, Nagoya, Fukuoka, Yokohama, Kyoto, Kobe, Kawasaki (Barles e Jardel 2005).

Stoccolma, Archivi Nazionali Svedesi. Gli archivi nazionali svedesi conservano collezioni di grande rarità che vanno dal Medio Evo ai giorni nostri. Essi sono ospitati in uno spazio sotterraneo formato da sei caverne scavate nella roccia; lo spazio a disposizione degli archivi è di circa 80.000 mq.



Gli spazi della rete sotterranea di Montreal sono organizzati in modo da creare veri nodi urbani nei quali si svolgono funzioni diverse, da quelle commerciali a quelle culturali.

Stoccolma, Snake Tunnel. Lo Snake Tunnel corre sotto il centro di Stoccolma per una lunghezza di 3,7 km. Esso consente di stipare un volume di acqua pari a 35.000 mc. Scopo del tunnel è la raccolta delle acque in occasione di tempeste o forti piogge, in modo da eliminare o ridurre i pericoli di allagamento e facilitare il deflusso delle acque. Tunnel aventi questo scopo sono presenti in altre città.

Perugia, Sistema pedonale di accesso alla città storica. Il centro storico di Perugia, città fondata in epoca preromana, si sviluppa su una altura che domina l'alta valle del Tevere. Per queste caratteristiche morfologiche il progetto di pedonalizzazione del centro storico è stato accompagnato dalla realizzazione di un accesso avente particolari caratteristiche di singolarità.

La realizzazione del parcheggio interrato a rotazione di piazzale dei Partigiani (connesso ai capolinea della rete di trasporto pubblico su gomma) ha reso possibile la creazione del nodo urbano di partenza per il nuovo collegamento con il centro storico. Per fare questo si è utilizzata la Rocca

Paolina, il rinascimentale sistema difensivo urbano, e i percorsi interni che essa presentava.

Tali percorsi, in parte meccanizzati (soprattutto nei tratti a maggiore dislivello) hanno permesso di costruire un accesso pedonale che connette la parte bassa della città con la parte antica posta in alto. Gli spazi della Rocca, recuperati, vengono utilizzati, oltre che per il collegamento, anche per mostre temporanee e per altre manifestazioni di interesse per i residenti e i turisti.

La Ville Souterraine di Montreal

«Fruit du hasard ou résultat d'une opération immobilière bien planifiée, toutes les conditions nécessaires à l'opération étaient alors réunies à Montréal: la place Ville-Marie - conçue par Pei, Cobb et Ponte - allait constituer le germe de la "ville souterraine". Ce concept a su défier le temps et confirmer que le sous-sol de nos villes est bien une ressource "naturelle" développable, mais de façon contrôlée puisque relevant du patrimoine urbain» (Besner 2000, 75).

Montreal ha realizzato una delle più grandi città sotterranee al mondo. Essa connette insieme 31 km di percorsi pedonali, 10 stazioni della metropolitana, una stazione ferroviaria, un terminal degli autobus, più di 1600 negozi, 200 ristoranti, 40 banche, 30 cinema, oltre ad hotel, uffici, piscine e teatri.

Iniziata negli anni '60 la "città sotto la città" è cresciuta sempre più in relazione agli evidenti vantaggi che le reti sotterranee di connessione presentano: il mondo sotterraneo protegge i cittadini dalla neve, dalla pioggia, dal vento e dal caldo e fornisce un clima "eternamente primaverile" e un ambiente libero dal traffico e dai pericoli ad esso connesso. La Ville Souterraine di Montreal è il complesso sistema di connessioni ed interrelazioni in superficie e in sottterraneo che interessano la città di Montreal e, in particolare, il suo settore centrale. È conosciuta anche come la città interiore (indore city - ville intérieure) a causa della sua complessità e della diversificazione delle funzioni in essa presenti.

Nel 2004 i segmenti di percorso presenti nella parte centrale sono stati ripensati e ad essi è stato dato il nome di RÉSO, una omofonia dal francese *réseau*, ossia rete.

Il cerchio e la freccia discendente che caratterizza il logo o il simbolo della metropolitana di Montreal è integrato nel logo di RÉSO, nella "O" finale. Mappe schematiche recanti il logo si trovano lungo tutta la rete.

Il segmento più grande e meglio conosciuto è localizzato nel centro della città, delimitato dalle stazioni Peel e Place-





L'area di Kita ad Osaka rappresenta un classico esempio di nodo ferroviario attorno al quale sono stati interconnessi percorsi pedonali e tività, specie commerciali, sotterranee. In questo modo lo spazio utilizzabile viene moltiplicato consentendo il trasferimento di funzioni dall'esterno verso la parte sotterranea della città.

des-Arts sulla Green Line e le stazioni Lucien-L'Allier e Place-d'Arms sulla Orange Line.

I tunnel servono un'area di 12 chilometri quadrati; sono presenti 60 complessi commerciali e residenziali che si estendono per 3,6 chilometri quadrati di area pavimentata ed includono l'80% degli spazi per uffici e il 35% degli spazi commerciali di Montreal⁴.

I servizi presenti includono centri commerciali, hotel, banche, uffici, musei, sale concerto, università, stazioni della metropolitana, stazioni ferroviarie per treni a lunga e a breve percorrenza, un terminal di autobus e il Bell Centre. I punti di accesso alla città sotterranea sono oltre 120 e più di 500.000 persone usano questa città ogni giorno.

La città sotterranea è promossa come una importante attrazione in molte guide turistiche di Montreal ed è un risultato interessante delle politiche urbanistiche applicate alla città. La maggior parte della rete è aperta durante l'intero periodo di operatività della metropolitana (dalle 5 e 30 all'una di notte); una serie di accessi vengono chiusi al termine dell'orario di ufficio, altri sono regolati in relazione a particolari eventi (ad esempio i tunnel tra il Bell Centre e la

stazione della metro Banaventure non possono essere usati prima e dopo gli eventi che vi si svolgono).

La prima connessione si ebbe con la costruzione della torre per uffici e del centro commerciale sotterraneo in Place-Ville-Marie, realizzato nel 1962 per coprire la grande voragine del deposito ferroviario a nord della Central Station. Il progetto di sistemazione della piazza consisteva in un intervento di superficie (un sistema di volumi culminante con il grattacielo progettato da I.M. Pei, Cobb e Ponte) ed un intervento sotterraneo con la costruzione di un collegamento pedonale tra il grattacielo, la stazione e il Queen Elizabeth Hotel.

La realizzazione della metropolitana nel 1966 portò alla costruzione di percorsi che univano la stazione Bonaventure al Château Champlain Hotel, alla torre per uffici di Place du Canada, alla Central Station e alla Windsor Station, creando il cuore della città sotterranea. Inoltre Square-Victoria Station fu connessa alla Tour de la Bourse e all'edificio della Montreal's Stock Exchange.

Lo sviluppo della città sotterranea è affidata alla Montreal Urban Community Transit Commission, la cui politica consi-

ste nell'offrire diritti di superficie negli spazi sovrastanti le uscite della metropolitana. Quando la nuova rete iniziò a funzionare nel 1966 già 10 edifici erano collegati direttamente alla metropolitana. Nella parte centrale della città sono rimasti solo due accessi non interessati da infrastrutture di superficie (Square-Victoria e Place-des-Arts).

La realizzazione del Complexe Des Jardins nel 1974 dette il via alla realizzazione di una seconda parte della città sotterranea tra Place-des-Arts e Place-d'Arms. Tra il 1984 and 1992 l'espansione ha interessato la realizzazione di tre grandi centri commerciali nell'area delle stazioni Peel e McGill: Cours Mont-Royal, Place Montréal-Trust e la Promenades Cathédral (realizzata sotto la Christ Church Cathedral). In questo periodo l'estensione della città sotterranea è passata da 12 a 22 km.

Una serie di grandi progetti degli anni '90 hanno ulteriormente aumentato la sua estensione: il 1000 De La Gauchetière (l'edificio più alto della città), il 1250 René-Lévesque e il Montreal World Trade Centre. Da ricordare il tunnel tra Eaton Centre and Place Ville-Marie e la costruzione del Bell Centre.

Nel 2003, la riqualificazione completa del Quartier International de Montréal ha rafforzato e consolidato una serie di tratte della rete centrale con l'ammodernamento di corridoi pedonali continui e l'ipotesi di estensione della rete fino a 35 chilometri.

«La Ville de Montréal possède désormais un équipement urbain unique, sans avoir jamais investi dans sa réalisation, son entretien ou sa surveillance. Grâce à la symbiose entre la cité souterraine et les rues commerciales en surface, le centre-ville a pu conserver sa vitalité malgré les fluctuations des cycles économiques» (Besner 2000, 78).

Conclusioni

Nel corso degli anni l'uso degli spazi sotterranei è andato crescendo e si è diversificato. Questi spazi, destinati in precedenza solo alla realizzazione di servizi tecnici, di depositi, di aree per la protezione o per i trasporti sono stati di recente utilizzati per una serie di altri scopi, molto più complessi e di tipo multifunzionale.

Parallelamente, anche le modalità di attuazione di questi spazi si sono diversificate, essendo essi realizzati da attori pubblici (in genere) ma anche da soggetti privati, con varie declinazioni del rapporto che si instaura tra di essi. Tutto ciò porta, comunque, ad un uso sempre più intensivo del sottosuolo nel quale vengono accolte funzioni autonome o funzioni che rappresentano un prolungamento di quelle che si svolgono negli spazi esterni.

Dagli esempi e dalle considerazioni svolte in precedenza è possibile definire una tassonomia delle problematiche connesse ai sistemi pedonali sotterranei. Gli elementi da consi-

derare, a questo proposito, sono (Barles e Jardel 2005):

- l'esistenza di fattori specifici che favoriscono la scelta dell'uso del sottosuolo e la progettazione di spazi monofunzionali o polifunzionali; questi fattori specifici possono essere molti e vanno dalle condizioni climatiche, alla congestione degli spazi esterni, alla necessità di destinazioni d'uso particolari di difficile interazione con le comunità presenti in superficie. È evidente che questi fattori differiscono da città a città e non sono univocamente declinati;
- lo stato giuridico relativo alla proprietà e alla utilizzabilità del sottosuolo;
- le previsioni urbanistiche relativamente all'uso del sottosuolo; tali previsioni sono spesso assenti e il carico urbanistico di un centro o di un settore viene definito solitamente in relazione alle funzioni esterne;
- la presenza di soggetti pubblici e privati interessati all'utilizzo del sottosuolo in relazione ai propri specifici programmi di azione;
- i caratteri progettuali nella realizzazione di manufatti sotterranei in relazione alla presenza o meno di elementi tipologici unitari o differenziati;
- l'uso, la percezione e la valutazione degli spazi sotterranei in rapporto agli spazi esterni e alla loro utilizzabilità.

Un fattore fondamentale per la realizzazione di spazi vivibili è rappresentato dalla corretta caratterizzazione dell'utente primario, ossia il pedone. Ciò vuol dire definire con attenzione gli aspetti architettonici, quelli dimensionali e, soprattutto, quelli psicologici degli spazi sotterranei, al fine di renderli confortevoli e da invogliarne l'uso, soprattutto se insieme alla funzione connettiva sono presenti altre funzioni, in particolare commerciali o pubbliche.

Attorno ai pedoni e alle sue esigenze si costruisce lo spazio sia nel caso della situazione più semplice (il collegamento tra rete sotterranea ed uscita), sia in quello della costruzione di spazi sotterranei multifunzionali (a carattere commerciale o infrastrutturale) connessi alla rete veloce dei trasporti, ma funzionanti autonomamente da essa.

Note

1. Per quanto concerne quest'ultimo aspetto uno studio condotto dall'UK Automobile Association nel 2001 ha mostrato che l'uso di nuove tecnologie sta riducendo i costi nella costruzione dei tunnel e che tale riduzione è nell'ordine del 4% annuo. In Gran Bretagna il costo connesso alla realizzazione di tunnel urbani è di circa 80 milioni di euro a chilometro. Tale costo può ridursi anche di molto, laddove le condizioni del sottosuolo lo consentono (ad esempio tunnel scavati nella roccia compatta) o sono presenti imprese esperte nello scavo di tunnel. Ad esempio per la

metropolitana di Helsinki lo scavo in roccia viva ha consentito costi di circa 10 milioni a chilometro (Vähäaho 1999).

2. (A Parigi), pour les piétons, l'usage du sous-sol semble loin d'être aussi systématique qu'à Montréal ou Tokyo. Les passages souterrains permettant la traversée des chaussées, préconisés par Émile Massard en 1910, font un fiasco; peu empruntés, «Ils ne sont que des lieux de rendez-vous, et accroître leur nombre serait obliger l'Administration à augmenter le nombre des agents des moeurs». On note néanmoins l'existence de deux grands centres commerciaux: le Forum des Halles et le Carrousel du Louvre, galerie réalisée à l'occasion du projet du Grand Louvre. Aux portes de Paris, on peut citer le quartier de la Défense, qui n'est pas sans points communs avec certains équipements montréalais ou tokyotes. Par ailleurs, beaucoup d'aménagement assurent les fonctions dévolues aux espaces piétonniers montréalais et tokyotes: il s'agit des poles d'échanges, qui associent de plus en plus fréquemment fonctions de circulation et de distribution et fonctions commerciales (Da Barles e Jardel 2005, 19).
3. Da: <http://www.masspike.com/index.html>. The 138-mile long Massachusetts Turnpike, Interstate 90, spans Massachusetts from West Stockbridge on the New York border to Logan Airport/

Route 1A in East Boston. The Turnpike is actually two highway systems - the original MassPike, which opened in 1957, and the Metropolitan Highway System (MHS), which the Massachusetts Legislature created in 1997. The original MassPike portion runs 123 miles between the New York border and Interchanges 14 and 15 at Route 128/I-95 on the Weston-Newton town line. The Boston Extension portion of the MHS, runs for 15 miles between Route 128/I-95 and Logan Airport/Route 1A, through the Ted Williams Tunnel and the I-90 Connector.

The Massachusetts Turnpike Authority was created by an act of the Massachusetts Legislature in 1952 and does not receive state or federal tax revenue. The roadway, including the Boston Extension in the MHS and the two tunnels, operates on toll revenue, supplemented with revenue from leasing, development of land and air rights, and advertising. The MHS law assigned the Massachusetts Turnpike Authority the responsibility of overseeing the Central Artery/Ted Williams Tunnel (CA/T) Project. Upon completion all CA/T roadways will become part of the Massachusetts Turnpike Authority's MHS.

4. <http://www.stm.info/metro/>. Il sito della rete metropolitana di Montreal contiene molte informazioni ed immagini sulla città sotterranea.

Riferimenti bibliografici

- Automobile Association (2001) *Going Underground, Tunnels: What role in town and country?* The AA Motoring Policy Unit, http://www.theaa.com/public_affairs/reports/going_underground.pdf (accesso 23 ottobre 2008).
- Barles S., Jardel S. (2005) *L'urbanisme souterrain: Étude comparée exploratoire*, Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines, UMR 7136 Architecture, Urbanisme, Sociétés, CNRS et Université de Paris 8.
- Bélanger P. (2007) "Underground landscape: The urbanism and the infrastructure of Toronto's downtown pedestrian network", *Tunnelling and Underground Space Technology*, 22, 272-292.
- Besner J. (2000) "La ville souterraine", *Urbanisme*, 313, 75-78.
- Chow F.C., Paul T., Vähäaho I.T., Sellberg B., Lemos L.J.L. (2002) "Hidden Aspects of Urban Planning: Utilization of Underground Space", *Proc. 2nd Conference on Soil Structure Interaction in Urban Civil Engineering*, Zurich, march.
- Kent R.L. (1989) "The role of mystery in preference for shopping malls", *Landscape Journal*, 8, 28-35.
- Oppewal H., Timmermans H. (1999) "Modeling consumer perception of public space in shopping centers", *Environment and Behavior*, 31, 45-65.
- Parker H.W. (2004) "Underground Space: Good for Sustainable Development, and Vice Versa", *International Tunnelling Association (ITA) Open Session, World Tunnel Congress*, Singapore, May, 2004.
- Suzuki T., Igushi N. (1992) "Planning of urban underground development by pedestrian flow estimation", *Urban Underground Utilization '91*, final report of the 4th International Conference on Underground Space and Earth Sheltered Buildings, Tokyo, december 1991, Tokyo: USCJ, 86.
- Vähäaho, I.T. (1999) "Helsinki Geotechnical Database", *Proc. COST C7 Workshop on soil-Structure Interaction*, Thessaloniki, Greece, October 1999.
- Zacharias J. (2002) "Choosing a path in the underground: visual information and preference", *ACUUS International Conference Urban underground space: a resource for cities*, Torino, 14-16 novembre.

Referenze immagini

L'immagine di pag. 29 è tratta dal sito web <http://www.struktonciviel.com/nl-nl/Projecten/ProjectsOverview/Pages/PSUnsolicitedProposalAMFORA.aspx>. L'immagine di pag. 30 è tratta dal sito web <http://www.Flichr.com> (licenza Creative Commons). L'immagine a pag. 32 è tratta da Bélanger (2007) op. cit. La fotografia di pag. 33 è dell'autore. L'immagine a pag. 34 è tratta dal sito web <http://www.stm.info/metro/souterrain2006.pdf>. Infine, l'immagine di pag. 35 è tratta dal sito web <http://www.stm.info>.