

# La realizzazione di un parcheggio: aspetti di valutazione della domanda di sosta nel contesto della *Web Application* “IRPET-SdF”

## RICONOSCIMENTI

La ricerca è stata curata da Piero Rubino e costituisce un contributo di approfondimento tematico all'uso dell'applicativo IRPET-SdF.

## Indice

### Abstract

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Building and operating an urban parking: parking demand assessment within the "SDF.IRPET" Web Application</i> | 5         |
| <b>1. Introduzione</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2. Fondamenti microeconomici della scelta di sostare</b>  | <b>1</b>  |
| <b>3. Le esternalità nei parcheggi</b>   | <b>4</b>  |
| <b>4. Elementi istituzionali di contesto</b>   | <b>8</b>  |
| <b>5. Suggerimenti operativi per la modellazione della domanda</b>   | <b>16</b> |



## Abstract

*Building and operating an urban parking: parking demand assessment within the "SDF.IRPET" Web Application*

The paper deals with some methodological and empirical issues related to adjusting the so called IRPET Web Application devised to help appraise investment projects arranged under PPP schemes at the local level as to encompass the building and management of an urban parking lot. A concise overview of parking decisions micro-foundations is coupled by a discussion of the major externalities which arise in the field and by the presentation of the institutional and regulatory framework in place in Italy. The paper then goes on to present the main features of a would-be routine aimed at expanding the Web Application with a specific focus on a parking lot or facility to be managed under a time based park-and-pay system.

### 1. Introduzione

Questa nota sviluppa alcune riflessioni metodologiche ed operative volte ad adattare la metodologia valutativa contenuta nella *Web Application* SDF.IRPET (di seguito: WASI)<sup>1</sup> al caso della realizzazione di un parcheggio in ambito urbano.

La nota è strutturata in quattro parti. Si richiamano in primo luogo alcuni riferimenti alla teoria micro-economica dei parcheggi; nel secondo paragrafo si esaminano le esternalità che insorgono in relazione alla sosta di veicoli; nel terzo paragrafo si ripercorre il contesto istituzionale e normativo del settore in Italia; l'ultima sezione descrive una ragionevole sequenza stilizzata per la stima della domanda di sosta, illustrando con un esempio svolto un caso ipotetico di realizzazione di un parcheggio di superficie soggetto a tariffa per la sosta.

### 2. Fondamenti microeconomici della scelta di sostare

L'inquadramento teorico della domanda di sosta va ricondotto a un corpo consolidato di analisi economica, sviluppato nel contesto della teoria dell'accesso privato ad infrastrutture saturabili (cd. *club goods*) i cui fondamenti risiedono in fondamentali contributi di Mohring (1976) e di Vickrey (1954)<sup>2</sup>.

Una conveniente modalità per rappresentare in modo stilizzato il problema dell'allocazione efficiente delle risorse nell'accesso al servizio di parcheggio è ricorrere a un modello semplificato ("*a toy model*") che descrive l'equilibrio parziale di *first best*<sup>3</sup>. Lo schema ipotizza l'esistenza di un'economia composta da due isolotti connessi per il tramite di un istmo percorribile da veicoli a motore. Gli abitanti risiedono sull'isolotto A mentre le attività commerciali sono svolte sull'isolotto B dove è disponibile il servizio di sosta a pagamento. Gli spostamenti da A a B (e ritorno) avvengono esclusivamente per ragioni commerciali.

<sup>1</sup> *Uno strumento per l'elaborazione dello Studio di Fattibilità dei Progetti di Investimento Pubblico*, disponibile all'URL: <http://sdf.irpet.it/login>.

<sup>2</sup> Si rimanda in particolare a Mohring (1976), *Transportation Economics*, Cambridge M.A e, prima ancora, a un contributo di Vickrey (1954), *The economizing of curb parking space*, in "Traffic Engineering" (November), pagg. 62-67 (in seguito ripubblicato nel Journal of Urban Economics, (36), 1994, 42-65) in cui sosteneva che la tariffa di parcheggio cittadino dovrebbe essere fissata a un livello "... so determined as to keep the amount of parking down sufficiently so that there will almost always be space available for those willing to pay the fee".

<sup>3</sup> La trattazione analitica semplifica quella contenuta in Arnett, P. (2013), *Parking Economics*, in "A Handbook of Transport Economics" (a cura di André de Palma, Robin Lindsey, Emile Quinet e Roger Vickerman), Edwar Elgar.

La domanda di viaggi è funzione del costo pieno del tempo di viaggio  $n=n(P)$ , dato dalla somma del costo variabile dello spostamento per raggiungere B da A e della tariffa di sosta su B. L'istmo e l'isolotto B sono entrambi soggetti a congestione tanto che il tempo tipico di un viaggio di andata e ritorno verso B è dato dalla funzione  $f(n,k)$ , dove  $k$  è il limite fisico di transito lungo l'istmo, mentre il tempo occorrente per trovare parcheggio su B e poi raggiungere a piedi il centro commerciale è  $g(n,K)$ , dove  $K$  è la capacità massima dell'area di parcheggio a servizio del centro commerciale. Indicando con  $\rho$  il valore del tempo di viaggio, con  $\mu$  la tariffa oraria di sosta e con  $\tau$  la tariffa di congestione per un viaggio di andata e ritorno per B, il costo pieno di un viaggio è dato dall'espressione:

$$P = \rho f(n,k) + \tau + (\rho + \mu)g(n,K)$$

che definisce il costo del viaggio A/R verso B come somma del costo dello spostamento lungo l'istmo, della tariffa di congestione e della tariffa di sosta.

Limitandosi a caratterizzare la situazione di breve periodo<sup>4</sup>, l'equilibrio parziale può essere rappresentato graficamente costruendo la curva di domanda come somma verticale delle funzioni dei costi di viaggio e di parcheggio, tenendo in opportuna considerazione anche i costi esterni derivanti dalla congestione che emerge nelle due *facilities* saturabili.

Dato che il costo totale del viaggio per unità di tempo è  $\rho n f$ , la componente marginale sociale sarà  $\rho(f + n f_n)$ , dove  $\rho n f_n$  è il costo dell'esternalità di congestione (ossia il disagio in termini di allungamento del tempo di viaggio causato alla collettività dal veicolo marginale che percorre l'istmo). L'omologo costo pieno del parcheggio è definibile come  $\rho(f + n f_g)$ .

In questo contesto il *driver* fondamentale è la domanda per lo spostamento (A/R) necessario per raggiungere la sede commerciale e ritornare all'origine, mentre sia la domanda di attraversamento bi-direzionale dell'istmo, sia la richiesta di sosta sono derivate dalla prima.

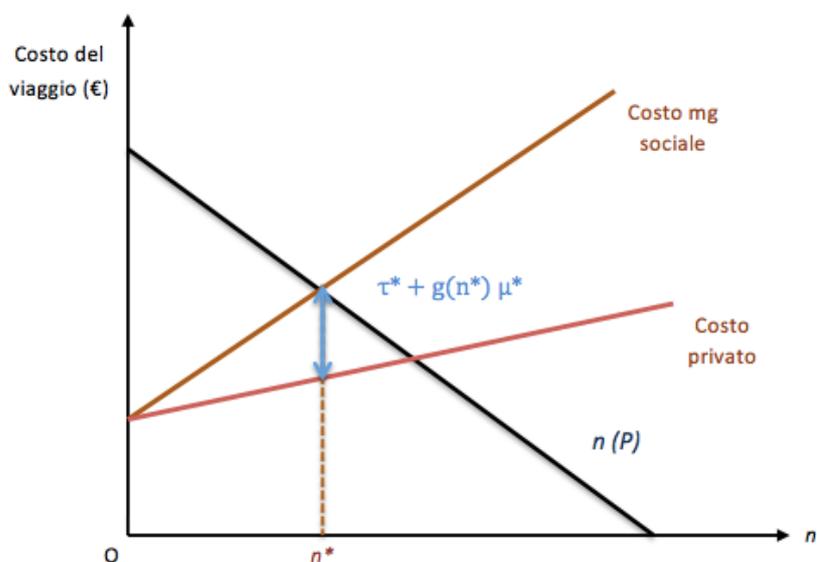
La fig. 1 rappresenta il costo privato dello spostamento, il connesso costo sociale marginale e la curva di domanda (inversa) per spostamenti. Poiché i fondamenti dell'economia del benessere identificano la disponibilità a pagare per il beneficio marginale sociale del viaggio nella corrispondente curva di domanda inversa, il punto di ottimo si verificherà all'intersezione fra la curva del costo marginale sociale del viaggio e la sottostante curva di domanda privata.

L'ottimo sociale può essere raggiunto introducendo una tassa di congestione di entità pari al valore delle esternalità create dagli spostamenti e dal parcheggio, calcolate in corrispondenza del numero ottimale di viaggi A/R. Con particolare riferimento alla sosta, all'ottimo sociale la tariffa eguaglierà il costo marginale, inclusivo della congestione nel parcheggio, rapportato alla durata della sosta:

$$\mu^* = \rho [n g_n / g]^*$$

<sup>4</sup> Assumendo dunque come data l'offerta di capacità dell'istmo e del parcheggio.

Figura 1 – Ottimo sociale di breve periodo con internalizzazione della congestione



Il punto centrale del ragionamento consiste nella possibilità di pervenire all'ottimo sociale di breve periodo facendo in modo che il costo del viaggio complessivo eguagli il suo costo marginale sociale di breve periodo: ossia integrando nel costo dello spostamento la compensazione del danno sociale creato dall'esternalità (il che richiede di agire sulla tariffa di congestione a fronte del transito sull'istmo). Occorrerà inoltre parallelamente innalzare il costo privato della sosta fino a farlo coincidere con il suo costo sociale, che include il valore dell'esternalità creata dalla congestione nell'area di parcheggio su B (fissando cioè la tariffa oraria al livello del costo pieno esterno).

### 3. Le esternalità nei parcheggi

In questo paragrafo articoliamo con maggiore dettaglio la tipologia delle esternalità che sono tipicamente associate alla sosta veicolare nei contesti urbani. Forniremo inoltre qualche suggerimento operativo per l'internalizzazione dei valori nozionali delle esternalità nelle grandezze impiegate a fini valutativi.

È utile muovere da una considerazione iniziale. L'occupazione di spazio pubblico (nel caso di specie, urbano) solleva due distinti problemi:

- il costo marginale della fornitura dello spazio fisico, di norma coperto con canoni di concessione del suolo urbano che dovrebbero essere anche applicati alle aree destinate alla sosta privata;
- i costi addizionali (essenzialmente esterni) imposti dalla sosta privata agli utenti stradali e alla collettività dei residenti (alcuni di essi sono piuttosto riconducibili a un'insufficiente disponibilità di spazi di posteggio) tra cui: il tempo di guida per cercare parcheggio (si tratta di un costo esterno che ricade sui guidatori stessi, talvolta definito *private cruising time*); l'allungamento dei tempi necessari a raggiungere una meta che, nell'estenuante ricerca del parcheggio, spesso si allontana nello spazio; gli impatti avversi sui paesaggi urbani; il consumo di suolo urbano e la sua sottrazione ad altre funzioni urbane pregiate (verde pubblico, attività ricreative, aree espositive ...); gli effetti involontari sulla

competizione inter-modale (*modal shift* verso il trasporto collettivo, effetti sugli spostamenti non motorizzati, ...).

Da un punto di vista del benessere collettivo, la realizzazione di un parcheggio in sede dedicato (cd. *off-street*) mira a mitigare alcune di queste esternalità negative ma causa, tuttavia altri effetti esterni negativi come:

- distorsioni nell’offerta di nuove costruzioni: in particolare si hanno effetti accrescitivi dell’offerta immobiliare nelle zone dove è possibile realizzare nuovi parcheggi (effetto di quantità) e aumento dei valori di mercato degli immobili nelle aree in cui i vincoli urbanistici impongono invece di ricavare spazi di parcheggi nell’ambito degli edifici esistenti (effetto di prezzo);
- effetti di “isola di caldo” in ambito urbano (cd. *urban heat island effect*), legati alla cementificazione della porzione di suolo su cui viene realizzato il manufatto e all’uso di materiali inerti di colore scuro (es. asfalti) che rilasciano di notte calore che assorbono durante il giorno, contribuendo in tal modo a un innalzamento della temperatura media di superficie (cd. effetti di *albedo*);
- effetti sulla qualità e sul deflusso delle acque meteoriche dovuti all’impermeabilizzazione delle superfici destinate alla sosta;
- aumento delle emissioni di inquinanti locali dovuto al rilascio - lento ma inevitabile nell’arco del ciclo di vita del parcheggio - da parte dei manufatti in cemento e alle superfici asfaltate di sostanze in particolato, di ossidi di azoto e zolfo, e di monossidi di carbonio.

A queste si contrappongono alcune esternalità positive (e/o la mitigazione di esternalità negative che si avrebbero in assenza di parcheggio), di norma appropriate da soggetti privati terzi – i residenti nelle aree servite da spazi riservati alla sosta. Ci riferiamo in particolare dell’aumento dei valori immobiliari delle costruzioni prossime al parcheggio, specie se di tipo commerciale, e degli effetti benefici della riduzione della congestione stradale che si produrrebbero in assenza di spazi di parcheggio in conseguenza della ricerca “tentativa” della sosta<sup>5</sup>.

Molte fra le analisi empiriche degli effetti esterni della sosta sono state sviluppate nel contesto nord-americano che è generalmente caratterizzato, come noto, da una notevole abbondanza di spazi di superficie in ambito sia urbano, sia extra-urbano che lo rendono pertanto difficilmente comparabile con la situazione europea e, nello specifico, italiana.

Tuttavia, i riferimenti agli studi di ambito statunitense permettono di far emergere alcuni punti qualificanti. I regolamenti comunali nord-americani impongono ai costruttori di apprestare, accanto all’offerta residenziale, una quota minima di parcheggi dedicati, realizzati in sede propria (ossia in luoghi diversi dal “fianco strada”): i cd. *Minimum Parking Requirements* (MPRs)

I MPRs intendono mitigare la congestione veicolare locale e i conseguenti impatti di *overflow* dovuti alla ricerca di parcheggio e alla progressiva saturazione delle aree più prossime alla destinazione finale (la ricerca della sosta si ripercuote nelle zone viciniori tramite effetti di *spillover*).

Gli standard minimi possono tuttavia produrre effetti perversi sul benessere in quanto possono paradossalmente generare – o almeno accrescere – le esternalità associate alla circolazione

<sup>5</sup> Il tema è simile al “valore del tempo” che guida le scelte modali individuali. Si veda in proposito Jos N. van Ommeren, Derk Wentink and Piet Rietveld (2012), *Empirical evidence on cruising for parking*, in “Transportation Research”, Part A 46, 123-130.

veicolare. Tra essi si annoverano i cd. effetti di *rebound* sui flussi veicolari che si verificano allorché la consapevolezza degli automobilisti della disponibilità di spazi dedicati alla sosta attrae traffico aggiuntivo o spurio rispetto alla zona urbana. Agli standard minimi si imputa inoltre di indurre distorsioni nell'offerta di posti-auto incentivandone la realizzazione in numero superiore a quello ottimale, con conseguente maggiore consumo di suolo e/o innalzamento dei valori immobiliari a parità di profitti nelle aree di maggior pregio (o a maggiore densità abitativa o con minori possibilità di acquisizione di suoli da destinare alla sosta dedicata).

Il complesso di questi fenomeni distorsivi avrebbe l'effetto di rendere meno attrattivo l'adattamento (*retrofit*) di edifici storici o comunque già esistenti per ricavarne aree di sosta, contribuendo al fenomeno dell'*urban sprawling* e accrescendo i costi degli spostamenti periodici sostenuti dai residenti periferici.

Gli studi empirici sull'argomento generalmente distinguono fra parcheggi di superficie e parcheggi interrati<sup>6</sup>. Muovendo dall'ipotesi che il costo dell'infrastruttura di parcheggio venga incorporato nella rendita immobiliare, tali analisi mostrano che, per valori del suolo sufficientemente elevati, si tenderà a privilegiare la realizzazione di parcheggi interrati in misura anche eccedente i limiti imposti dai MPRs (che renderebbero meno conveniente lo sviluppo intensivo, o "verticale", dei fabbricati residenziali) favorendo di contro quello estensivo. Ne deriverebbero una riduzione della densità abitativa e un più esteso *sprawling* urbano.

Poiché lo standard minimo di offerta di parcheggi equivale a un prelievo fiscale indiretto sulle rendite immobiliari<sup>7</sup>, i suoi effetti si prestano ad essere misurati attraverso il noto metodo dei "prezzi edonici" sviluppato nel contesto degli approcci detti di "preferenze rivelate"<sup>8</sup>. Il criterio è applicato in letteratura in contesti di analisi spaziale che tiene conto delle caratteristiche localizzative delle residenze rispetto al parcheggio, inclusa la dipendenza spaziale dalle attività commerciali di prossimità. Vengono incluse tra le determinanti della stima edonica dei valori immobiliari la disponibilità (e la prossimità) di un'area di sosta dedicata.

I risultati empirici di questi studi mostrano come l'ampiezza degli effetti accrescitivi dei valori immobiliare dipende dal pregio della zona urbana in cui è edificato il parcheggio (a decrescere: centro storico, distretto finanziario, area residenziale, quartieri periferici, ...) ed indicano che il valore marginale dell'area di sosta si situa su un livello inferiore al corrispondente valore marginale dei terreni edificabili.

La specificazione della funzione edonica viene generalmente basata su una funzione *bid-rent* in cui si assume che la rendita immobiliare richiesta dagli sviluppatori delle superfici ad uso commerciale rifletta la relazione seguente:

$$B = f(N, A)$$

dove *B* è la rendita immobiliare (il suo prezzo di offerta, che può essere interpretato come la propensione a pagare di un'impresa commerciale per acquisire un locale da destinare ad uso ufficio in un'area urbana) mentre *N* sono i posti-auto disponibili ed *A* rappresenta un vettore di "amenities" locali che caratterizzano – qualificandolo – il sito di sviluppo.

La relazione precedente riflette l'ipotesi che il valore implicito degli spazi di sosta e delle altre opportunità venga pienamente incorporato nei valori immobiliari. Il modello riposa

<sup>6</sup> Un esempio è reperibile nel contributo di Bowman Cutter W. e Franco Sofia. F. (2012), *The Uneasy Case for Lower Parking Standards*, January.

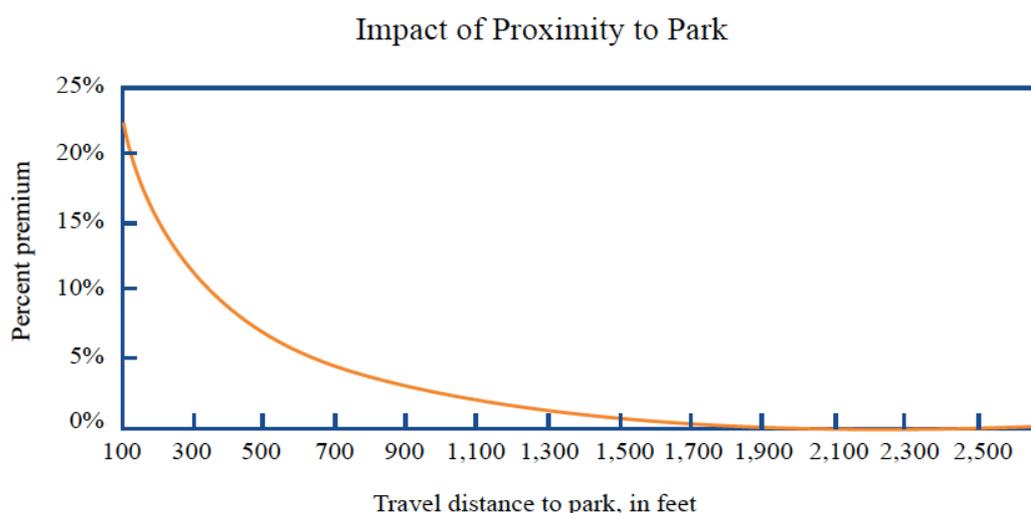
<sup>7</sup> Ancorché internalizzato in esse e quindi gravante sui fruitori ultimi dello spazio residenziale, affittuari o acquirenti.

<sup>8</sup> Una classica citazione conduce al contributo seminale di Rosen S. (1974), *Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition*, in "The Journal of Political Economy", Vol. 82, No. 1, pp. 34-55.

sull'assunzione di “non (agevole) trasferibilità” del pregio localizzativo del parcheggio e del sito, legati da relazioni di complementarità funzionale, testimoniate dal fatto che il servizio implicitamente ricavabile dalle *amenities* circostanti non può essere traslato (fruito) altrove (*repackaged*) mantenendo inalterata l'attrattività della localizzazione.

Studi condotti su ambiti urbani nord-americani mostrano che il premio associato alla disponibilità di prossimità di un'area di sosta può essere significativo, risultando compreso fra il 5 e il 20 per cento del corrispondente valore immobiliare in assenza di parcheggio per distanze della residenza dall'area di sosta comprese fra i 300 e i 500 metri lineari (cfr. Fig. 2).

Figura 2 – Relazione fra premio sui valori immobiliari e distanza da un parcheggio



Fonte: MIT OpenCourseWare 11.433J / 15.021J Real Estate Economics, Fall 2008

Uno dei rari studi<sup>9</sup> reperibili per l'esperienza italiana è stato condotto con riferimento alla realtà urbana di Padova. La stima econometrica di un modello di tipo edonico applicato a un *set* di caratteristiche (tra cui quelle di efficienza energetica) di 900 unità immobiliari suggerisce che gli effetti addizionali della disponibilità di spazi di sosta (*garages* privati e parcheggi dedicati) sui valori immobiliari siano dell'ordine del 15 per cento.

Queste pur preliminari e disomogenee risultanze della rassegna di letteratura parrebbero in linea con il valore (13,1 per cento) attribuito all'elasticità dei prezzi degli immobili alla disponibilità di parcheggio preso a riferimento nello studio di supporto micro-economico sottostante alla WASI<sup>10</sup>.

Al fine di rendere più calibrata alla realtà locale toscana la stima parametrica attualmente impiegata nella WASI sarebbe utile specificare stimare una funzione edonica dei valori immobiliari in funzione dell'offerta di prossimità di aree di sosta, utilizzando a tal fine i dati disponibili nella banca-dati OMI. I risultati così ottenuti potrebbero poi essere rettificati da

<sup>9</sup> Bonifaci P. e Copiello S. (2015), *Price premium for buildings energy efficiency: empirical findings from a hedonic model*, in “Valori e valutazioni - Teorie ed esperienze”, Rivista ufficiale della SIEV – Società Italiana di Estimo e Valutazione”, n. 14, maggio.

<sup>10</sup> Gori G., Lattarulo P. e Rosignoli S. (2014), *Nota metodologica per l'analisi economica costi-benefici dei progetti di investimento pubblico*, in “Materiali UVAL”, Allegato I al n. 30.

appropriati fattori di correzione, da trarre dalla letteratura di internazionale, relativi agli impatti specifici delle emissioni di sostanze inquinanti (sia dei veicoli in movimento nell'area di sosta, sia dovuti al rilascio da parte degli inerti), ai consumi idrici e all'erosione dei suoli, migliorativi rispetto al valore standardizzato incorporato nella formula riportata a pag. 20 dello studio citato.

#### 4. Elementi istituzionali di contesto

- *Concetto di parcheggio (manufatto<sup>11</sup>)*

Con il termine parcheggio si indica un luogo, uno spazio o una zona adibiti alla sosta di veicoli a motore<sup>12</sup>.

Si tratta in particolare di uno spazio riservato alla sosta "a bordo strada" di auto e motoveicoli su strade e piazze urbane (cd. parcheggio "a marciapiede") oppure in aree delimitate, strutture dedicate o locali chiusi, comunque esterne alla sede stradale, cui il veicolo accede per movimentazione del guidatore<sup>13</sup>.

- *Tipologie funzionali*

Con riferimento alle strutture adibite a parcheggio si è soliti distinguere fra:

- *garage*: locale o struttura adibita alla sosta di autoveicoli con la movimentazione del veicolo eseguita dal guidatore;
- *autorimessa*: locale o struttura adibita alla sosta di autoveicoli con la movimentazione del veicolo eseguita dal personale addetto;
- *autosilos*: fabbricato volumetrico destinato alla sosta degli autoveicoli con la movimentazione eseguita a mezzo di dispositivi meccanici.
- Una tassonomia alternativa, alquanto diffusa nel settore, suddivide i parcheggi in base alla finalità del servizio di sosta offerto:
- *parcheggi stanziali*, destinati alla sosta dei residenti (con o senza vincolo pertinenziale);
- *parcheggi di relazione*, destinati alla sosta di breve o media durata (infra-giornaliera) destinati agli utenti dei servizi e ai visitatori provenienti da aree extra-urbane;
- *parcheggi di scambio*, destinati alla sosta di lunga durata (superiore alle 24 ore) e al trasferimento degli occupanti il veicolo sul sistema del trasporto collettivo.

<sup>11</sup> In ciò si vuole distinguere il concetto in parola dal lemma omonimo che denota la manovra di guida finalizzata a disporre un veicolo nella posizione di stazionamento, arrestandone la marcia.

<sup>12</sup> Trascuriamo pertanto le macro-strutture (simili ad *hangar* semi-aperti) destinate ad accogliere le biciclette in sosta che in talune aree urbane nord-europee possono talvolta assumere configurazioni strutturali importanti e di notevole impatto visivo.

<sup>13</sup> In questo scritto non tratteremo la tipologia tema dei parcheggi "a marciapiede" per concentrarci sui parcheggi pubblici dedicati, realizzati attraverso l'edificazione di un manufatto strutturale, con accesso veicolare soggetto a controllo di accesso (e di uscita) ed esazione di una tariffa di sosta che è di norma funzione (almeno) della tipologia di veicolo e del tempo di permanenza nell'area di sosta.

- *Inquadramento normativo*

L'ordinamento amministrativo italiano – in particolare con il Codice della Strada (D.lgs. n. 285 del 1992) – classifica i parcheggi urbani in tre distinte tipologie: parcheggi pubblici, parcheggi privati ad uso pubblico, parcheggi privati.

Nei parcheggi pubblici e nei parcheggi privati ad uso pubblico (l'esempio classico dei secondi è dato dall'area di sosta adiacente, o inclusa, in un centro commerciale) gli organi di polizia stradale sono legittimati ad intervenire per far rispettare le norme del Codice; di contro, nei parcheggi privati non aperti all'uso pubblico il Codice non ha ovviamente valenza.

Negli anni sessanta dello scorso secolo la cosiddetta “legge ponte” (legge n. 765 del 1967<sup>14</sup>) ha introdotto nell'ordinamento un'ulteriore tipologia di manufatto per la sosta: il parcheggio condominiale. In sostanza, questo spazio di parcheggio viene ricavato all'interno degli edifici o nelle loro aree di pertinenza in fase di rilascio del titolo abilitativo di costruzione. Si tratta di un tipologia di parcheggio che individua uno standard edilizio obbligatorio che condiziona il rilascio della concessione ad edificare.

Successivamente, legge n. 122 del 1989 (cd. “legge Tognoli”) ha disposto che i proprietari di immobili potessero attrezzare al piano terreno dei fabbricati o nel sottosuolo di pertinenza aree riservate alla sosta stabile dei veicoli degli abitanti delle unità immobiliari, anche in deroga agli strumenti urbanistici e ai regolamenti edilizi<sup>15</sup>. Si trattava dunque di parcheggi che – almeno inizialmente – venivano edificati dopo la costruzione delle unità immobiliari delle quali diventavano pertinenze accessorie.

Anche per questa categoria rileva la suddivisione fra parcheggi privati e pubblici. Mentre i primi sono costruiti nelle pertinenze (sottosuolo o pianterreno) di edifici di proprietà individuale o condominiale oppure in sottosuoli esterni di proprietà privata, i secondi vengono realizzati su superfici pubbliche (o nel loro sottosuolo) in forza del cd. *Programma Urbano dei Parcheggi* (PUP). Secondo questa formula, i Comuni concedono il diritto di superficie dell'area pubblica ad imprese, società o cooperative di costruzioni che, a loro volta, cedono ai privati i *box* da destinare a pertinenza degli immobili.

Oltre al Codice della Strada e alle leggi citate, diversi altri riferimenti normativi disciplinano la gestione della sosta e dei parcheggi. Si tratta in particolare dei seguenti atti:

- Legge n. 118 del 1971 (di conversione in legge del DL n. 5 del 1971);
- DM n. 236 del 1989 (reca prescrizioni tecniche per l'accessibilità, l'adattabilità e l'accesso agli edifici privati e di edilizia residenziale agevolata per favorire il superamento delle barriere architettoniche);

<sup>14</sup> Così chiamata perché fece da collegamento tra la legge urbanistica n. 1150 del 1942 e la legge n. 10 del 1977 (la cosiddetta “legge Bucalossi”). Fino all'entrata in vigore della “legge ponte” del 1967 non esisteva l'obbligo di costruire edifici con spazi o locali destinati a parcheggio; gli eventuali parcheggi costruiti fino al 1967 furono (e sono) liberamente trasferibili, anche separatamente dall'unità immobiliare collegata. L'art. 18 della “legge ponte” ha modificato il 41-*sexies* della legge urbanistica del 1942, precisando che: “Nelle nuove costruzioni ed anche nelle aree di pertinenza delle costruzioni stesse, debbono essere riservati appositi spazi per parcheggi in misura non inferiore ad un metro quadrato per ogni venti metri cubi di costruzione”. La caratteristica di questi parcheggi è dunque doppia: essere stati edificati contestualmente al fabbricato dove si trovano le unità immobiliari (a differenza dei successivi parcheggi previsti dalla “legge Tognoli”) ed avere una dimensione superficiale non inferiore al rapporto indicato.

<sup>15</sup> L'art. 9 della legge n. 112 recita: “Tali parcheggi possono essere realizzati, ad uso esclusivo dei residenti, anche nel sottosuolo di aree pertinenziali esterne al fabbricato, purchè non in contrasto con i piani urbani del traffico, tenuto conto dell'uso della superficie sovrastante e compatibilmente con la tutela dei corpi idrici [...] I parcheggi realizzati ai sensi del presente articolo non possono essere ceduti separatamente dall'unità immobiliare alla quale sono legati da vincolo pertinenziale. I relativi atti di cessione sono nulli. L'esecuzione delle opere e degli interventi previsti dal comma 1° è soggetta ad autorizzazione gratuita”.

- DPR n. 503 del 1996 (regolamento che definisce le norme per l’eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici e spazi pubblici);
- Direttiva 20 ottobre 2000 del Ministero dei Lavori Pubblici (sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica);
- DM n. 6792 del 2001 (recante norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade);
- Norme UNI-EN 1436, 1463-1 e 1463-2 (dedicate ai materiali per segnaletica stradale orizzontale).

Infine, per i parcheggi realizzati a lato delle vie urbane (cd. “a marciapiede” o “*curb parking*” nella terminologia anglo-sassone), specifiche norme tecniche regolano la dimensione dei singoli “stalli” in funzione delle tre tipologie standard di sosta: a nastro, a pettine e a denti di sega<sup>16</sup>.

- *Procedure pianificatorie e decisionali*

In complesso, si può affermare che i parcheggi pubblici riflettono una domanda d’uso di spazi da parte sia della città nel suo insieme, sia delle dei singoli insediamenti (quartieri) che la compongano. Si tratta dunque di opere di urbanizzazione primaria e/o secondaria, che sono previste dalla pianificazione urbanistica che pone i relativi costi a carico della comunità locale. I rimanenti parcheggi primari e secondari sono invece di norma finanziati dai bilanci comunali sia per quanto attiene all’acquisizione delle aree da espropriare, sia per la vera e propria realizzazione del manufatto.

La decisione di realizzare un parcheggio primario relativo a un singolo insediamento è demandata alla pianificazione attuativa, con l’eccezione di quelli localizzati in zone di maggior pregio dove gli spazi liberi potenzialmente destinabili ad aree di sosta sono individuati dall’atto urbanistico generale.

Generalmente ogni Comune stabilisce le misure minime dello stallo (un posto-auto individuale) dei parcheggi, inserendole nel *Piano Regolatore Generale* comunale (PRG), nel *Piano Urbanistico Comunale* (PUC) o nel *Programma Urbano dei Parcheggi* (PUP), che rimane il principale strumento di pianificazione ed attuazione degli interventi per la sosta urbana<sup>17</sup>. Il PUP può essere predisposto in modo indipendente oppure inserito all’interno di strumenti di pianificazione più ampi, come il *Piano Generale del Traffico Urbano* (PGTU) o il *Piano Urbano della Mobilità* (PUM).

Con l’entrata in vigore del nuovo Codice della Strada e dei successivi aggiornamenti sono state introdotte ulteriori norme sui parcheggi, tra cui la possibilità per i Comuni di individuare aree dove la sosta è regolata con tariffazione a tempo. Il Codice prescrive che nelle vicinanze delle aree soggette a tariffazione siano in ogni caso disponibili parcheggi ad accesso libero.

Anche il *Piano Urbano del Traffico* (PUT) individua l’adozione di misure sulla sosta dei veicoli. In particolare, viene generalmente prevista l’eliminazione degli spazi di sosta dalle strade principali e la riorganizzazione di strade e piazze secondarie per recuperare spazi di sosta

<sup>16</sup> Rispettivamente: a nastro, quando i mezzi sono posti uno dietro l’altro parallelamente alla strada; a pettine, quando i mezzi sono posti a fianco dell’altro e perpendicolari alla strada; a denti di sega (o “spina di pesce”), quando sono disposti con un angolo che compreso fra i 30° e i 60° rispetto all’asse stradale. La modalità a pettine è quella più efficiente perché consente di ricavare il maggior numero di parcheggi a parità di spazio occupato.

<sup>17</sup> L’obbligo di dotarsi del PUP risale al 1989, con l’entrata in vigore della citata legge n.122 (la citata legge Tognoli).

salvaguardando le zone di pregio e di alto valore storico, artistico ed architettonico. È ancora il PUT di norma a prevedere l'individuazione di aree pubbliche o private da destinare alla realizzazione di parcheggi in sede propria ad uso pubblico o privato.

- *L'organizzazione della sosta nelle città: elementi funzionali*

In base al rapporto col contesto urbano e con la circolazione, le aree di sosta si possono suddividere nelle tre categorie di parcheggi terminali, parcheggi scambiatori e parcheggi a rotazione.

I parcheggi **terminali** vengono utilizzati per soste di lunga (tipicamente a servizio delle residenze, degli uffici, dei poli commerciali, turistici e culturali).

I parcheggi **scambiatori** sono di solito ubicati ai margini del centro urbano: in questo caso costituiscono i nodi di scambio con il trasporto collettivo a servizio del tessuto urbano (*terminal* dei trasporti di massa, stazioni ferroviarie, autobus, aeroporto, porto ...). Se sono invece posizionati al contorno del nucleo storico, hanno la funzione di incentivare (o imporre) l'accesso all'area storica della città tramite i mezzi pubblici. L'utenza proveniente dalle principali direttrici di traffico dovrebbe pertanto trovare il parcheggio ai limiti della zona storica, posteggiando il mezzo privato per recarsi al posto di lavoro a piedi o con i mezzi pubblici all'interno del centro urbano dove spesso sono ancora collocati i principali uffici pubblici e privati.

Infine, i parcheggi **a rotazione** sono destinati agli utenti che compiono brevi soste, sia nell'area storica, sia per dirigersi (a piedi o con mezzi pubblici) al suo interno per svolgere attività private o fruire di servizi (commerciali, culturali, terziarie).

- *Principali tipologie di parcheggi ad accesso regolato*

Le tipologie di parcheggi ad accesso regolato sono tre:

- parcheggio a raso. Lo sfruttamento in linea orizzontale di aree dedicate e delimitate da barriere fisse costituisce la soluzione più economica sotto il profilo del costo dell'impianto e della manutenzione; essa tuttavia risulta spesso poco conveniente dal punto di vista dello sfruttamento economico dell'area;
- parcheggio interrato. Si tratta di una soluzione strutturale efficiente nell'uso e di contenuto impatto visivo che necessita tuttavia di valutazioni ambientali ed economiche molto accurate in quanto può porre problemi realizzativi complessi a causa di presenza inattesa o comunque non prevista di falde sotterranee o di emergenze di pregio archeologico. Inoltre, la realizzazione in sotterraneo, sebbene giustificata dal punto di vista dello sfruttamento dell'area superficiale, comporta oneri costruttivi più elevati perché richiede non solo scavi ma anche interventi di consolidamento strutturale e di impermeabilizzazione che spesso fanno lievitare notevolmente i costi;
- parcheggio rialzato o in elevazione (del tipo multipiano oppure, meno frequentemente, a forma di silos). Questa tipologia di parcheggio risulta frequentemente la più razionale per l'utilizzazione dell'area e la più equilibrata sotto il profilo dei costi di costruzione. Di contro, presenta il problema non trascurabile di inserire un nuovo edificio tra quelli esistenti, elemento che può porre delicati problemi di integrazione architettonica, soprattutto nel caso di centri urbani di rilievo storico e pregio architettonico.

Ciascuna di queste soluzioni progettuali comporta **specifiche modalità realizzative e strutturali** che ne influenzano il costo di realizzazione. Gli interventi possono conformarsi a due differenti modalità di distribuzione delle strutture, che sono definite dalla dimensione e dalla forma dell'area di sosta a disposizione dei veicoli:

- a sviluppo orizzontale (parcheggi di superficie, a raso o a livello);
- a sviluppo verticale o “autorimesse” (parcheggi interrati, in elevazione e misti).

Le autorimesse comprendono i modelli a rampe e quelli ad azionamento meccanico. I primi si dividono in base alla disposizione della rampa di accesso:

- a rampe rettilinee a senso unico (sui lati opposti del piano di parcheggio, sullo stesso lato del piano di parcheggio, tra piani sfalsati);
- a rampe rettilinee a doppio senso (sui lati opposti del piano di parcheggio, sullo stesso lato del piano di parcheggio, tra piani sfalsati);
- a rampe elicoidali a senso unico (continue: sovrapposte o concentriche; discontinue, separate e sovrapposte);
- a rampe elicoidali a doppio senso (continue; discontinue e sovrapposte).

Nelle strutture meccanizzate (ad autosilo) si distingue fra soluzioni automatizzate (a stallo fisso, a stallo mobile e miste) e semi-automatiche (montacarichi centrale, elevatore di stalli, piattaforme traslanti e miste con traslo-elevatore).

Infine, con riferimento alle modalità di **esazione della tariffa** della sosta, si distingue fra: *pay and display*; parchimetro; *coupon* di parcheggio; auto-parcometro (sistema basato sulla fornitura di apparato portatile *on board*). La scelta della modalità di esazione ha conseguenze di rilievo sulla quota dei costi d'investimento in apparati e tecnologie, sull'efficacia delle procedure di riscossione degli introiti (dal punto di vista sia dei costi di gestione, sia della facilità di esazione) e, in ultima analisi, sulla stessa capacità dell'infrastruttura di attrarre la domanda potenziale.

- *Analisi dell'offerta in essere e della domanda potenziale*

In linea generale si può affermare che, per stimare correttamente i fabbisogni della domanda di sosta, occorre in primo luogo analizzare il tessuto insediativo, produttivo e turistico dell'ambito urbano in cui tale domanda viene espressa.

Nella città possiamo infatti individuare poli di attrazione primari (ospedali, attrazioni turistiche, università, stadio, aeroporto, ...), localizzati in specifiche aree della città e di norma dotati di ampi parcheggi di accesso, e poli di attrazione secondari (come luoghi di lavoro, negozi, scuole, uffici pubblici ...), distribuiti in modo più o meno uniforme nel territorio cittadino, non necessariamente serviti da spazi dedicati alla sosta veicolare.

La corretta analisi dei fabbisogni domanda prevede che, per ogni zona di attrazione della sosta (“*catchment area*”), siano esaminate separatamente le componenti della domanda in base alle sue “motivazioni”. Occorrerà pertanto distinguere fra fabbisogni di sosta per finalità residenziali (che prevalgono nelle fasce notturne) e fabbisogni connessi con attività diurne: sosta di lunga durata, da un lato, per lavoro o per studio o per scambio con il mezzo pubblico, e sosta operativa di breve durata, dall'altro.

Sarà quindi necessario analizzare le modalità con cui una quota più o meno ampia dei veicoli che durante la notte stazionano in sosta residenziale (in rimesse o in parcheggi individuali) si riversino in ore diurne nelle zone urbane, esercitando una pressione sugli spazi per la sosta pubblica.

La domanda potenziale – il “fabbisogno” – di aree di sosta per ogni quartiere dipende pertanto da numerose determinanti (“*driver*”) causali, come: presenza di poli di attrazione, orari delle attività commerciali e lavorative, presenza, capillarità e frequenza del trasporto pubblico (fattori, questi ultimi, che influenzano la necessità di usare l’auto), pendolarismo generato o attratto. L’interagire fra questi elementi determina la domanda effettiva di sosta che grava sulle aree di destinazione secondo specifici profili temporali, da modellare su base oraria.

Indipendentemente dalla tipologia strutturale di parcheggio che si vuole realizzare, la letteratura specialistica appare concorde nel sottolineare l’esigenza che la scelta di realizzare un nuovo parcheggio debba essere preceduta da alcune attività ricognitive dirette a valutare la sostenibilità economico-finanziaria dell’intervento:

- ricognizione dell’offerta di spazi di stazionamento già presenti nell’area limitrofa al centroide di attrazione (dove il concetto di vicinanza va inteso come “*within walking distance*”, se l’accesso al centroide avviene a piedi, o di disponibilità di spazi di sosta lungo i tragitti di adduzione al centroide coperti con mezzi pubblici, ove l’opzione del trasporto collettivo sia presente);
- valutazione della consapevolezza dell’utenza dell’effettivo margine di utilizzo degli spazi di sosta esistenti (l’esperienza insegna che si possono talora trarre maggiori benefici collettivi dalla riqualificazione o dal ripristino di un parcheggio esistente che dalla realizzazione di una nuova infrastruttura dedicata);
- dimensionamento dell’utenza potenziale, identificando i fattori salienti che determinano la scelta di effettuare uno spostamento origine-destinazione (O/D) con mezzi privati e quindi di sostare in (prossimità di) D;
- stima affidabile della domanda attesa effettiva di sosta e della sua durata media. A tale fine potrebbe essere necessario rilevare analiticamente i flussi di traffico in entrata nel (e in uscita dal) centroide che insistono sulle principali direttrici di accesso viario all’area in esame tramite campagne mirate e ripetute di osservazione;
- determinazione finale dei ricavi tariffari complessivi di gestione della sosta, avendo preventivamente valutato, se del caso con *survey ad hoc*, la “disponibilità a pagare” dell’utenza potenziale interessata a valersi del servizio di sosta.

Indicazioni di consenso per le realtà urbane italiane – come noto caratterizzate da un’elevata penetrazione della mobilità privata e da una forte concentrazione del parco circolante di autovetture – suggeriscono che ogni insediamento urbano dovrebbe disporre di spazi di sosta “esterni” (esclusi i *box* privati ed i parcheggi afferenti ai poli di attrazione primari) in numero non inferiore al 25 per cento dei residenti (in pratica 1 posto-auto ogni 4 abitanti).

Il tipico problema della sosta nelle città italiane è dato dalla struttura stessa dei centri storici che solitamente non permettono di apprestare un’offerta di sosta (libera o finanche a pagamento) adeguata alla domanda giornaliera. La localizzazione di poli di attrazione all’interno del centro genera massicci spostamenti centripeti all’inizio della giornata lavorativa che terminano con la

sosta diurna, attivando in tal modo picchi di domanda di norma non gestibili lasciando l'allocazione dei pochi spazi disponibili all'operare di meccanismi auto-regolativi.

## 5. Suggerimenti operativi per la modellazione della domanda

- *Scenari di domanda e di gestione*

Alla luce delle considerazioni fin qui svolte risulta del tutto evidente che lo snodo cruciale per fondare su basi affidabili la scelta di realizzare un parcheggio in ambito urbano consiste nella stima dei fabbisogni di sosta dei veicoli.

Infatti, in assenza di introiti complementari e/o di ricavi ancillari<sup>18</sup>, la possibilità di recuperare i costi fissi dell'infrastruttura verrà dipendere esclusivamente dagli incassi tariffari della sosta: si tratta di un'entrata di natura tipicamente *time varying*. Ciò significa che la determinante fondamentale del successo dell'iniziativa progettuale consisterà nella tendenza della domanda di sosta ad occupare la maggiore quota possibile di stalli (idealmente fino a saturare la struttura, senza però determinare fenomeni di *overflow* o di congestione) e per la più lunga durata possibile dello stazionamento nel parcheggio.

Al riguardo va osservato che, in termini economici, il fabbisogno di sosta in un'area urbana è definibile come una domanda derivata (dalla domanda principale: quella dello spostamento privato) per data *willingness to pay* nei confronti del servizio di sosta espressa dal conduttore del veicolo.

Ciò premesso, in quanto segue verrà delineata la sequenza logica che dovrebbe condurre l'analista ad ottenere una stima plausibile degli incassi attesi dal servizio di sosta nel corso del periodo di gestione del parcheggio. La sequenza si articola fundamentalmente in cinque passi:

1. come prima evidenziato, il primo *step* riguarderà la stima – tanto obiettiva/ricognitiva, quanto motivazionale – dei flussi di traffico diretti verso l'area in esame e dei correlati flussi di rientro verso le residenze individuali. Ipotizzando che l'infrastruttura di parcheggio rimanga in funzione W52, G7 e H24 ma presenti diversi profili di intensità stagionale, giornaliera ed oraria, l'analisi dei flussi dovrà essere svolta a un appropriato livello di granularità temporale. Questo stadio attiene prettamente all'analisi trasportistica;
2. nel secondo passaggio verrà valutata la disponibilità a pagare dell'utenza per un dato periodo di sosta. A seconda della disponibilità di risorse dedicate, questa variabile – da ritenersi assolutamente fondamentale per la bontà della previsione di domanda – potrà essere stimata con indagini campionarie dirette ad investigare la propensione degli utenti potenziali a sostenere il costo di una specifica opzione tariffaria per il pagamento del servizio di sosta (articolata per durata, eventualmente con gradiente *time varying*<sup>19</sup> in

<sup>18</sup> In questa analisi preliminare prescindiamo per semplicità dall'ipotesi che il parcheggio sia realizzato nelle adiacenze pertinenti a un centro commerciale. In questo caso la *facility* di sosta potrebbe beneficiare, sulla base di specifici accordi contrattuali, della condivisione di una quota dei ricavi commerciali sulla base di una sorta di schema di ripartizione di tipo *single till*, mutuato dall'esperienza di regolazione aeroportuale.

<sup>19</sup> Plausibilmente determinata come funzione decrescente della durata della sosta, al fine di stabilizzare i ricavi giornalieri del servizio. Un'opzione di più complessa gestione operativa ma di superiore efficienza allocativa consiste nel ricorso a schemi di gestione dinamica della domanda quali forme di *real time parking pricing* attraverso i quali si può ottenere un riempimento ottimale del parcheggio nelle varie fasce orarie se i potenziali fruitori hanno accesso ad informazioni sui posti liberi in tempo reale. Si veda al riguardo l'esperimento descritto in *Feasibility study of real time parking information at Metrorail parking facilities*. Final Report prepared for Washington Metropolitan Area Transit Authority in Cooperation With Virginia Department of Transportation, June 2009.

termini unitari, giornalieri, settimanali o stagionali) oppure ricorrendo a risultati di indagini già effettuate in contesti urbani, territoriali e sociali comparabili;

3. il terzo stadio della sequenza stilizzata prevede la stima del grado di occupazione attesa degli spazi di sosta – ossia la domanda effettiva. Tale *load factor* sarà presumibilmente funzione del numero di accessi, della durata dello stazionamento e, ove rilevanti, della: a) tipologia di pagamento (assumendo l’offerta di abbonamenti periodici); b) residenza del proprietario del veicolo (se si prevedono tariffe agevolate per i residenti del comune o del quartiere); c) motivazione specifica della sosta (nell’ipotesi, ad esempio, di sconti in tariffa a fronte della presentazione di un biglietto d’ingresso a un museo cittadino);
4. nel successivo passaggio previsionale si determinerà il totale dei ricavi attesi, integrando per somma annua il prodotto (PxQ) fra tariffa unitaria oraria e durata attesa della sosta lungo le fasce temporali rilevanti e secondo le tipologie del servizio (pagamento) offerto (abbonamenti compresi). Il calcolo del totale annuo potrà essere svolto con riferimento al primo anno di gestione o – nella terminologia della WASI – all’anno di regime;
5. infine, nella quinta ed ultima fase verranno estrapolati i ricavi annui l’orizzonte di gestione<sup>20</sup> ricorrendo alle tecniche di profilazione automatica o manuale disponibili nella WASI giudicate appropriate per il caso in esame.

In conclusione, la stima degli incassi nel periodo concessorio, detratti i corrispondenti costi operativi (riconducibili alle attività di esazione e dei connessi controlli, stampa delle evidenze cartacee, alimentazione energetica, manutenzione, pulizia e sorveglianza dei locali, ...) ed accantonata una ragionevole remunerazione delle risorse finanziarie investite commisurata al fatturato lordo, permetterà di dimensionare l’importo massimo dell’investimento sostenibile.

Per date condizioni insediative, urbanistiche ed architettoniche del contesto locale, detta dimensione finanziaria orienterà la scelta della soluzione strutturale. Visti i costi complessivi di ciascuna soluzione – determinati su base standard o parametrica – verrà individuata quella che risulterà più appropriata a rispondere al fabbisogno di sosta, permettendo il recupero dell’investimento e un ragionevole margine di profitto.

Va rilevato che l’individuazione del prezzo “giusto” del servizio di parcheggio è un elemento cruciale per il successo dell’iniziativa progettuale. *Prima facie*, un parcheggio sottoutilizzato in quanto molto costoso denoterà un impiego inefficiente di risorse pubbliche mentre prezzi troppo contenuti condurranno ad eccessi di domanda, inducendo *spillover* di congestione sulle aree limitrofe.

Si ritorna qui al punto 2 del processo istruttorio descritto in precedenza, che poggia sulla disponibilità di stime plausibili dell’elasticità della domanda di sosta privata al prezzo. Studi condotti per le metropoli della costa californiana suggeriscono valori dell’elasticità al prezzo (ovviamente negativi) dell’ordine di 0,2-0,9, con ampie variazioni a seconda del luogo di sosta, dell’ora del giorno, del giorno della settimana, del livello tariffario iniziale e della data di modifica della tariffa oraria<sup>21</sup>. Una rassegna della letteratura empirica internazionale è contenuta in uno studio realizzato presso l’Università di Pavia da cui è tratta la tabella seguente:

<sup>20</sup> Durate tipiche delle concessioni di parcheggio urbano sono comprese fra i 5 e i 9 anni.

<sup>21</sup> Si veda lo studio condotto per la realtà di San Francisco da Gregory Pierce e Donald Shoup, *Getting the Prices Right: an Evaluation of Pricing Parking by Demand in San Francisco*, in “Journal of the American Planning Association”, Volume 79, Number 1, Winter 2013.

Tabella 1 - Elasticità della domanda rispetto alle tariffe di parcheggio

|                      | <b>N° Auto</b>       | <b>Trasporto Collettivo</b> |
|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| TRACE (1999)         | - Pendolari - 0,08   | - Pendolari 0,02            |
|                      | - Affari - 0,02      | - Affari 0,01               |
|                      | - Studenti -0,10     | - Studenti 0,00             |
|                      | - Altri - 0,3        | - Altri 0,04                |
|                      | - Totale -0,16       | - Totale 0,03               |
| Willson* (1992)      | -0,2 <sup>32</sup>   | 0,35                        |
| Shoup* (2001)        | - 0,15 <sup>33</sup> | 0,33                        |
| Gillen* (1977)       | - 0,31 <sup>34</sup> |                             |
| Hensher, King (2001) |                      | 0,29                        |

\* Solo pendolari

Fonte: Andrea Zatti, *La tariffazione dei parcheggi come strumento di gestione della mobilità urbana: alcuni aspetti critici*, Università degli Studi di Pavia, Quaderni del Dipartimento di Economia Pubblica e territoriale n. 5/2004.

I risultati della *survey* confermano una significativa contrazione del numero di auto in circolazione giornaliera e la crescita della quota modale del trasporto collettivo in presenza della tariffazione dei parcheggi. I valori centrali dell'elasticità d'uso del mezzo privato rispetto alla tariffa di parcheggio risultano compresi fra -0,15 e -0,2.

- *Un esempio indicativo svolto con riferimento al “modello IRPET”*

Traslando la sequenza istruttoria descritta nel paragrafo precedente all'interno dell'applicativo predisposto da IRPET si osserva che i moduli di input della WASI maggiormente impattati sono fondamentalmente: a) 3.2 – *Ipotesi d'investimento* (articolazione, ripartizione temporale, cicli di manutenzioni straordinarie); b) 3.3 - *Ipotesi di gestione* (domanda soddisfatta senza progetto, domanda potenziale, capacità produttiva massima, domanda stimata anno nel primo di gestione, livello domanda massima stimata, tariffa unitaria iniziale); c) 3.5 - *Flusso dei costi operativi* (struttura dei costi).

Tuttavia, il “cuore” delle attività preliminari necessarie per valutare la convenienza economica dell'opera sono le analisi trasportistiche riguardanti la stima dei fabbisogni di sosta, che non sono attualmente comprese fra gli algoritmi disponibili nell'applicativo di calcolo. Ci si riferisce in particolare alle fasi 1, 2 e 3 della sequenza ripercorsa nel paragrafo precedente.

A tale fine possono in parte sovvenire le indicazioni metodologiche prospettate in una precedente nota metodologica che conteneva gli esiti di un caso svolto<sup>22</sup>. In quanto segue tali soluzioni vengono adattate per suggerirne un'applicazione all'ipotesi di realizzazione di un parcheggio di accesso al centro storico di una città di dimensione medio-piccola con vocazione residenziale, produttiva e turistica. L'illustrazione della metodologia si sofferma sulle fasi 3 e 4 del paragrafo precedente (in quanto le fasi 1 e 2 esulano, per la loro complessità analitica ed operativa, dallo scopo di questa nota, mentre la fase 5 è già gestita all'interno dell'applicativo IRPET).

<sup>22</sup> “*Schema semplificato di un modello di domanda con cui integrare la Web Application IRPET*”, a cura di F. Petrina e P. Rubino, documento trasmesso il 26 febbraio 2016. Il documento sviluppa in forma prototipale uno strumento semplificato di profilazione della domanda da attivare prima di alimentare l'applicativo Web. Il prototipo si basa su un algoritmo semplificato per dimensionare in serie storica a frequenza annuale l'andamento nel tempo della domanda in base ad informazioni di contesto estratte da opportune basi-dati.

La figura 3 riproduce un foglio di calcolo<sup>23</sup> che descrive la formazione dei ricavi per sosta in un giorno feriale medio in un parcheggio “a rotazione”. L’esempio assume che l’analisi delle “motivazioni trasportistiche” della sosta (lavoro, studio, visita, ...) sia già stata condotta “a monte”, con l’aggregazione dei risultati. Si ipotizza che il parcheggio abbia le seguenti caratteristiche di offerta, domanda e gestione operativa:

- posti offerti: 80. Stanti dimensioni nozionali degli stalli nei parcheggi a rotazione di superficie fissate dagli standard di progettazione<sup>24</sup> in 2,20 m x 5,30 m, ne deriva che l’area da infrastrutturare risulterà dell’ordine di 1.100 mq (incluso nel computo una quota di pertinenze al contorno, commisurata al 20 per cento della superficie coperta dai posti-auto);
- grado di occupazione massimo degli ingressi a rotazione (ossia con pagamento di una tariffa oraria) non superiore all’80 per cento (per lasciare spazio a una quota stabile di veicoli con facoltà di sosta in abbonamento, non esposto in tabella);
- orari di apertura: 08.00-24.00 (con obbligo di uscita entro la chiusura serale in modo da ottenere il completo svuotamento dell’area di sosta);
- concentrazione bimodale degli ingressi (che avvengono principalmente nelle prime ore della mattina e nel tardo pomeriggio) e coerente *pattern* di deflusso;
- ipotesi di permanenza media dei veicoli in uscita (in cui avviene l’esazione della tariffa di sosta):  $\frac{1}{2}$  entro l’ora,  $\frac{1}{2}$  ripartiti fra le (n-1) ore precedenti a far tempo dall’apertura mattutina;
- tariffa oraria degressiva fino alle 18:00: 1,60 € la prima ora, 0,80 €/h per le ore successive (al fine di disincentivare soste prolungate e favorire il ricambio dell’area di parcheggio, massimizzando i ricavi di gestione); dopo le 18:00 la tariffa oraria viene per ipotesi unificata ad 1 €/h.

<sup>23</sup> Il foglio di elaborazione, disponibile a richiesta presso l’autore di questa nota, consente una qualche flessibilità nei calcoli dei ricavi e degli indici a partire da ipotesi di base per la gestione.

<sup>24</sup> Cfr. Paglia e Associati, La stima dei parcheggi e degli autosilo.

Figura 3 – Ipotesi di esercizio giornaliero di un parcheggio a rotazione

| dalle | alle | E  | U  | vetture<br>stazionanti a<br>fine ora | grado di<br>occupazione | posti liberi | permanenza<br>media dei<br>veicoli in<br>uscita | introiti riscossi<br>sui flussi in<br>uscita |
|-------|------|----|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|---|--|
| ore   |      |    |    |                                      | %                       |              | ore   | €  |
| 0     | 1    |    |    |                                      |                         | 80           |   |  |
| 1     | 2    |    |    |                                      |                         | 80           |   |  |
| 2     | 3    |    |    |                                      |                         | 80           |   |  |
| 3     | 4    |    |    |                                      |                         | 80           |   |  |
| 4     | 5    |    |    |                                      |                         | 80           |   |  |
| 5     | 6    |    |    |                                      |                         | 80           |   |  |
| 6     | 7    | 5  | 1  | 4                                    | 5,0%                    | 76           | 0,5   | 0,6  |
| 7     | 8    | 10 | 2  | 12                                   | 15,0%                   | 68           | 1,5   | 4,2  |
| 8     | 9    | 25 | 4  | 33                                   | 41,3%                   | 47           | 2,0   | 12,0   |
| 9     | 10   | 10 | 4  | 39                                   | 48,8%                   | 41           | 2,5   | 15,6   |
| 10    | 11   | 8  | 3  | 44                                   | 55,0%                   | 36           | 3,0   | 14,4   |
| 11    | 12   | 10 | 2  | 52                                   | 65,0%                   | 28           | 3,5   | 11,4   |
| 12    | 13   | 15 | 4  | 63                                   | 78,8%                   | 17           | 4,0   | 26,4   |
| 13    | 14   | 10 | 10 | 63                                   | 78,8%                   | 17           | 4,5   | 75,0   |
| 14    | 15   | 8  | 12 | 59                                   | 73,8%                   | 21           | 5,0   | 100,8  |
| 15    | 16   | 6  | 10 | 55                                   | 68,8%                   | 25           | 5,5   | 93,0   |
| 16    | 17   | 15 | 8  | 62                                   | 77,5%                   | 18           | 6,0   | 81,6   |
| 17    | 18   | 20 | 12 | 70                                   | 87,5%                   | 10           | 6,5   | 133,2  |
| 18    | 19   | 20 | 42 | 48                                   | 60,0%                   | 32           | 7,0   | 273,0  |
| 19    | 20   | 14 | 36 | 26                                   | 32,5%                   | 54           | 7,5   | 252,0  |
| 20    | 21   | 16 | 22 | 20                                   | 25,0%                   | 60           | 8,0   | 165,0  |
| 21    | 22   | 8  | 14 | 14                                   | 17,5%                   | 66           | 8,5   | 112,0  |
| 22    | 23   | 4  | 12 | 6                                    | 7,5%                    | 74           | 9,0   | 102,0  |
| 23    | 24   | 2  | 8  | 0                                    | 0,0%                    | 80           | 9,5   | 72,0   |

Con queste ipotesi, la gestione a rotazione incassa nel giorno medio feriale circa 1.500 €, con un ricavo medio orario di 1,12 €. L'occupazione media degli stalli risulta del 46,5 per cento (su 18 ore di esercizio giornaliero) a fronte di una presenza media in sosta a fine ora di 37,2 veicoli. Gli indici di rotazione sono i seguenti: sosta media per stallo = 17,3 ore; indici scalari ore occupate / ore potenziali offerte = 0,96, calcolato su 18 ore; 0,72, calcolato su 24 ore.

Per rafforzare l'affidabilità della simulazione dei ricavi questa analisi andrebbe replicata considerando le granularità temporali e/o stagionali rilevanti, che potrebbero essere: giorno medio festivo; mese dell'anno (o quantomeno alcuni mesi tipici); veicoli in abbonamento.