

Insegnamento di Progetto di Infrastrutture viarie

Opere in terra

Caratteristiche di un terreno

Compressibilità e costipamento delle terre

Portanza sottofondi e fondazioni stradali

Instabilità del corpo stradale

Gallerie

Sovrastrutture

Materiali e miscele stradali

Pavimentazioni stradali

Cenni di calcolo delle sovrastrutture

Sovrastruttura ferroviaria

Impianti stradali

Aree di sosta

Progetto di Infrastrutture viarie
Circolazione e sosta nelle aree urbane (1)

Il problema della sosta degli autoveicoli, diventato una questione pressante e grave, è al tempo stesso causa ed effetto di altri problemi (congestione del traffico, crisi del trasporto pubblico, inquinamento nelle sue varie forme, ecc.).

Nel nostro paese, come del resto negli altri, lo sviluppo della motorizzazione sembra inarrestabile: tra il 1973 ed il 1996 si è passati in Italia da 13,5 ad oltre 30 milioni di auto circolanti (in figura 1 sono riportati il n° di veicoli circolanti e dotazione stradale in alcuni paesi).

I tentativi di soluzione adottati nei Paesi ad elevato sviluppo economico sono finalizzati, oltre a garantire il diritto di mobilità, ad incentivare l'uso del trasporto pubblico urbano (prevedendo parcheggi di corrispondenza per drenare il traffico motorizzato individuale) e a limitare il traffico privato individuale (adottando la sosta onerosa attraverso opportune e differenziate politiche tariffarie). Il *road pricing* (tassa di accesso all'area centrale), applicato in alcune grandi realtà urbane, non si è rilevato risolutivo, ha solo alleggerito la congestione. Altri sistemi adottanti: il *car pooling* (uso di gruppo dell'auto di proprietà) e il *car sharing* (uso dell'auto a noleggio).

Tutto questo può essere correttamente ottenuto attraverso idonee politiche d'intervento (urbanistico, sulla viabilità, sul traffico, sulla fruizione dell'area, ecc.).

(1) A. Colombo - G. Colombo - U. Lettieri - P. Trespoli, "I parcheggi nelle aree urbane", Milano, 1998.

Progetto di Infrastrutture viarie

Numero di veicoli circolanti e dotazione stradale in alcuni paesi

Paesi	km/strada per 1.000 abitanti	km/strada km ²	Veicoli circolanti per km di strade
Austria	14,0	1,3	31,4
Danimarca	13,8	1,6	26,7
Francia	14,3	1,5	35,8
Germania	8,0	2,0	68,0
Italia	5,3	1,0	101,1
Norvegia	20,9	0,3	21,9
Paesi Bassi	7,8	1,0	53,1
Regno Unito	6,2	1,6	74,2
Spagna	8,3	0,6	46,5
Svezia	14,0	0,3	29,5
Svizzera	10,5	1,7	47,2
Stati Uniti	24,9	0,7	30,6
Giappone	9,0	3,0	53,7

Fonte: IRF (1992).

Progetto di Infrastrutture viarie

Il quadro giuridico

Prima dell'entrata in vigore della "legge Tognoli", la normativa italiana sui parcheggi era quasi inesistente (solo con la "legge ponte", n° 765 del 1967, furono introdotte alcune disposizioni che riguardavano sia i parcheggi pubblici che quelli privati).

La legge n° 122 del 1989 (legge Tognoli) metteva a disposizione delle Amministrazioni comunali una serie di strumenti utili per impostare una gestione globale del problema dello stazionamento urbano, strettamente collegato con quello del controllo e della limitazione della circolazione. Tali strumenti sono: di natura urbanistica: fissa nuovi standard per i parcheggi privati e predispone nuove strutture di interscambio tra parcheggi pubblici e linee di trasporto collettivo; di natura programmatica: l'obbligo, per alcuni Comuni, di predisporre il *Programma Urbano dei Parcheggi* – PUP e la possibilità di individuare aree speciali in cui imporre particolari regolamentazioni della circolazione: *zone a traffico limitato, aree pedonali urbane, zone di particolare rilevanza urbanistica*; di natura finanziaria e fiscale: vengono previsti finanziamenti per i parcheggi pubblici previsti dal PUP ed incentivi per i parcheggi privati; di natura amministrativa: viene data la possibilità di installare parchimetri e/o parcometri senza custodia e viene autorizzata la repressione della sosta irregolare.

Con la legge n° 127 del 1997 "Bassanini bis", si sono portate limitate modifiche alla legge Tognoli (modifica ed integrazione dei contenuti dell'art. 9).

Progetto di Infrastrutture viarie

Pianificazione urbanistica e parcheggi

Con riferimento ai tre diversi livelli di pianificazione territoriale:

- nei *Piani Territoriali di Coordinamento*: non sono previste specifiche dotazioni di parcheggi; indirettamente la dislocazione di parcheggi (di interscambio), in rapporto con i sistemi di trasporto pubblico, possono prevalere sulle previsioni urbanistiche dei Piani di livello inferiore; là dove vi sia la possibilità di redigere *Piani di Settore*, nasce invece l'opportunità di prevedere aree di parcheggio.

- negli *Strumenti di Pianificazione Generale* (PRG - PRGI - PF) è invece permesso prevedere sia il *sistema dei parcheggi pubblici* che una congrua dotazione di spazi di sosta privati a servizio della residenza e delle attività produttive. Solo a tali piani spetta infatti prevedere e verificare la dotazione minima di legge, attraverso la delimitazione o la parametrizzazione delle aree di sosta (dal D.M. n° 1444 del 1968 o da eventuali leggi urbanistiche regionali).

- agli *Strumenti Attuativi*, nel rispetto della esatta delimitazione dello spazio di sosta da parte del Piano Generale, spetta il compito di stabilire la modalità di utilizzazione (a raso, multipiano); là dove invece lo spazio di sosta sia solo parametrato dal Piano Generale, in sede di realizzazione, spetta allo strumento attuativo: l'ubicazione, il dimensionamento, la tipologia, sempre nel rispetto delle indicazioni del Piano Generale.

Le dotazioni di legge di aree di parcheggio riguardano: la residenza, le zone industriali, le zone commerciali, distinguendo gli interventi pubblici da quelli privati.

Progetto di Infrastrutture viarie
Pianificazione degli spazi di sosta

Il problema della sosta è influenzato dalla mobilit

Progetto di Infrastrutture viarie

Progettazione dei luoghi di sosta

La sosta è una fase inevitabile della circolazione dei veicoli: questi infatti quando si fermano esauriscono temporaneamente la loro funzione di mezzi di trasporto, occupando una superficie pari all'ingombro della loro sagoma.

La sosta può essere: *temporanea* relativa cioè ad operazioni di breve durata (lo spazio di sosta quindi dovrà essere in prossimità della strada e preferibilmente a raso) e *prolungata* in cui i veicoli vengono esclusi dalla circolazione per un periodo più lungo (lo spazio di sosta in questo caso può non essere ubicato in prossimità della rete viaria e richiede luoghi protetti). I luoghi riservati alla sosta vengono realizzati: *all'aperto* su area pubblica (piazze o ai lati delle strade) o su area privata (cortili o su spazi di pertinenza inedificati), *al chiuso* in edifici, a uno o più piani, pubblici o privati (di uso pubblico o privato o misto). Le aree realizzate all'aperto sono dette *parcheggi* (dove lo spazio di sosta è sempre disposto su un unico piano), mentre quelle realizzate al chiuso sono denominate *autorimesse* (dove lo spazio di sosta è distribuito su uno o più piani che possono essere fuori terra, interrati o entrambi). Lo spazio organizzato per la sosta è un piano (di parcheggio) sulla cui superficie viene individuata e segnalata *un'area di posteggio* (riservata ai veicoli fermi), *un'area di manovra* (riservata all'ingresso/uscita all'area di posteggio), e *uno spazio di accesso* (mono o bidirezionale). L'area riservata alla sosta dei veicoli può essere chiamata *posteggio*, *posto-auto* o *stallo* ed è delimitata da una striscia continua colorata larga 12 cm. Nelle autorimesse se la separazione è in muratura il posto-auto si chiama *box*.

Organizzazione dei piani di parcheggio per autovetture

Da un punto di vista funzionale i criteri adottati nell'organizzazione di un parcheggio a raso non differiscono da quelli che si adottano nella progettazione di un piano di parcheggio in un'autorimessa.

Per la progettazione quindi di un qualsiasi piano di parcheggio destinato alla sosta ed alla circolazione dei veicoli occorre:

Dimensionare l'area riservata alla sosta dei veicoli (stalli)

Dimensionare un'autorimessa a box

Dimensionare gli spazi di manovra

Selezionare le disposizioni tipiche dei posteggi

Definire la composizione dei moduli-base

Organizzare gli spazi di circolazione

Caratteristiche dimensionali degli stalli

L'ingombro massimo delle autovetture è regolato dall'art. 61 del CdS (D.L. n° 285 del 1992 e s.m.i.).

In base alle caratteristiche delle auto in produzione ed ai criteri dettati dal CdS, si può ritenere che la maggioranza delle auto in circolazione abbia una sagoma inscrivibile in un rettangolo di 4,75 m x 1,80 m pari ad una superficie di 8,5 m². Le dimensioni dell'auto-tipo sono riportate in figura 2.

Per determinare le dimensioni minime di uno stallo, alle dimensioni dell'auto-tipo occorrerà aggiungere:

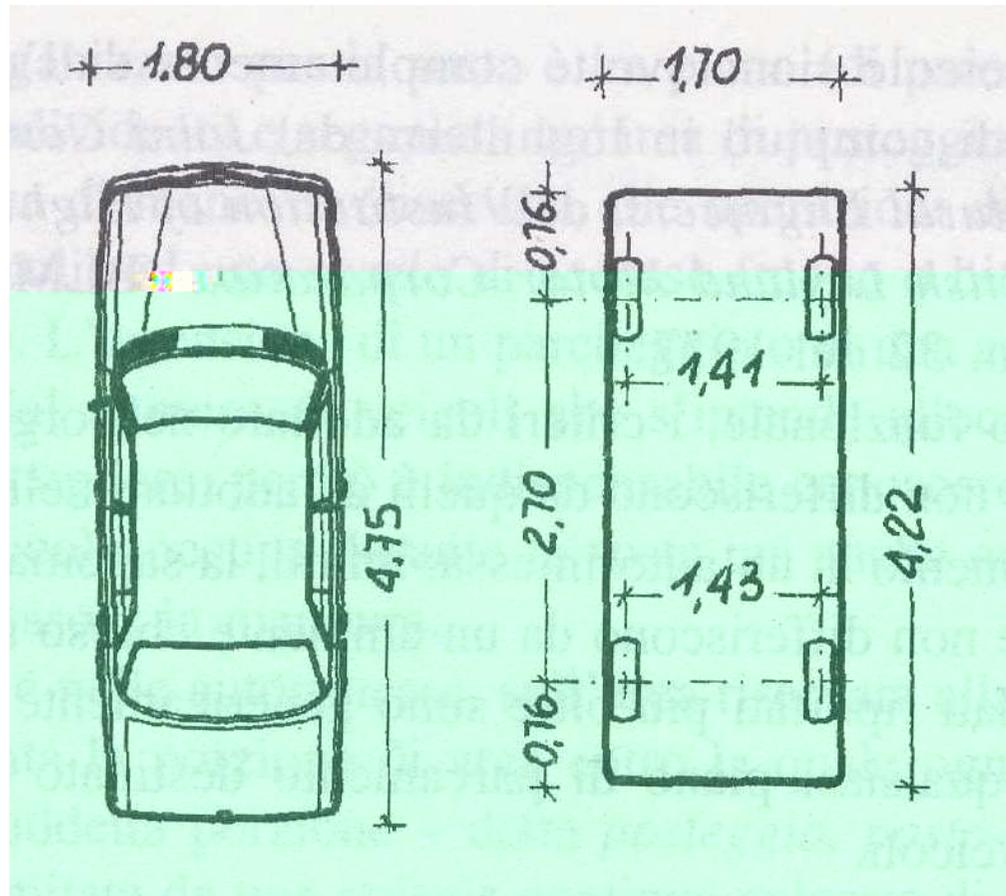
- nel senso della larghezza (1,80 m), almeno 20 cm sul lato destro e un 40 cm sul lato sinistro (per aprire la portiera del conducente).
- nel senso della lunghezza (4,75 m), almeno 2,5 cm nominali per l'ingombro alle estremità.

Lo spazio aggiuntivo destro di 20 cm e lo spazio aggiuntivo sinistro di 40 cm, di due stalli accostati lungo il lato maggiore, realizzano un corridoio di 60 cm, sufficiente per il passaggio di una persona.

Il rettangolo che si ottiene di 2,40 m x

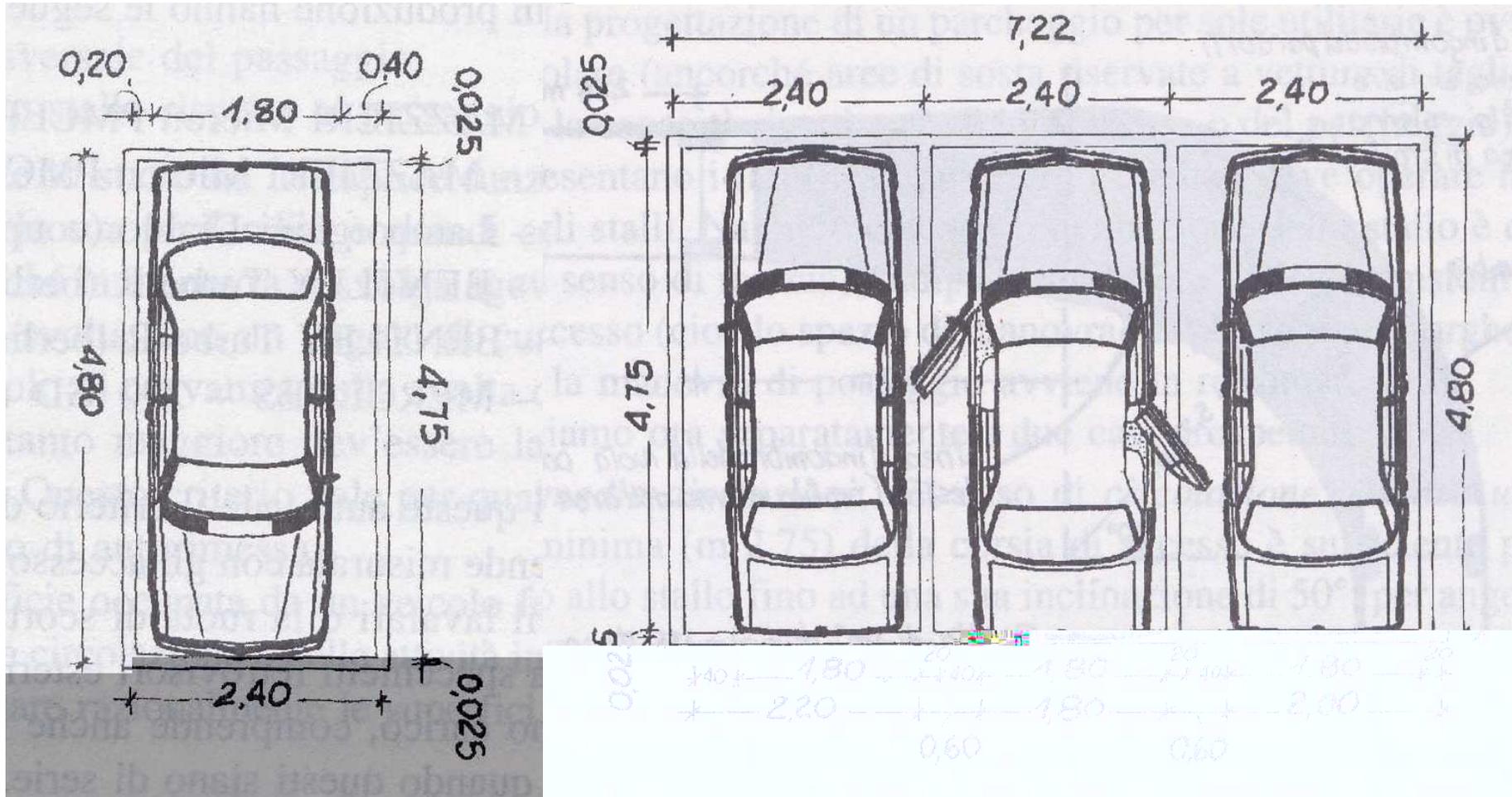
Progetto di Infrastrutture viarie

Dimensioni dell'auto-tipo



Progetto di Infrastrutture viarie

Dimensioni dello stallo: singolo e affiancato



Progetto di Infrastrutture viarie

Autorimesse a box

Il posto-auto individuale al chiuso, detto box, è la versione tridimensionale dello stallo e richiede una superficie minima di 2,70 m x 5,10 m con apertura minima per l'ingresso di 2,20 m ed altezza di 2,10 m (vedi figura 4).

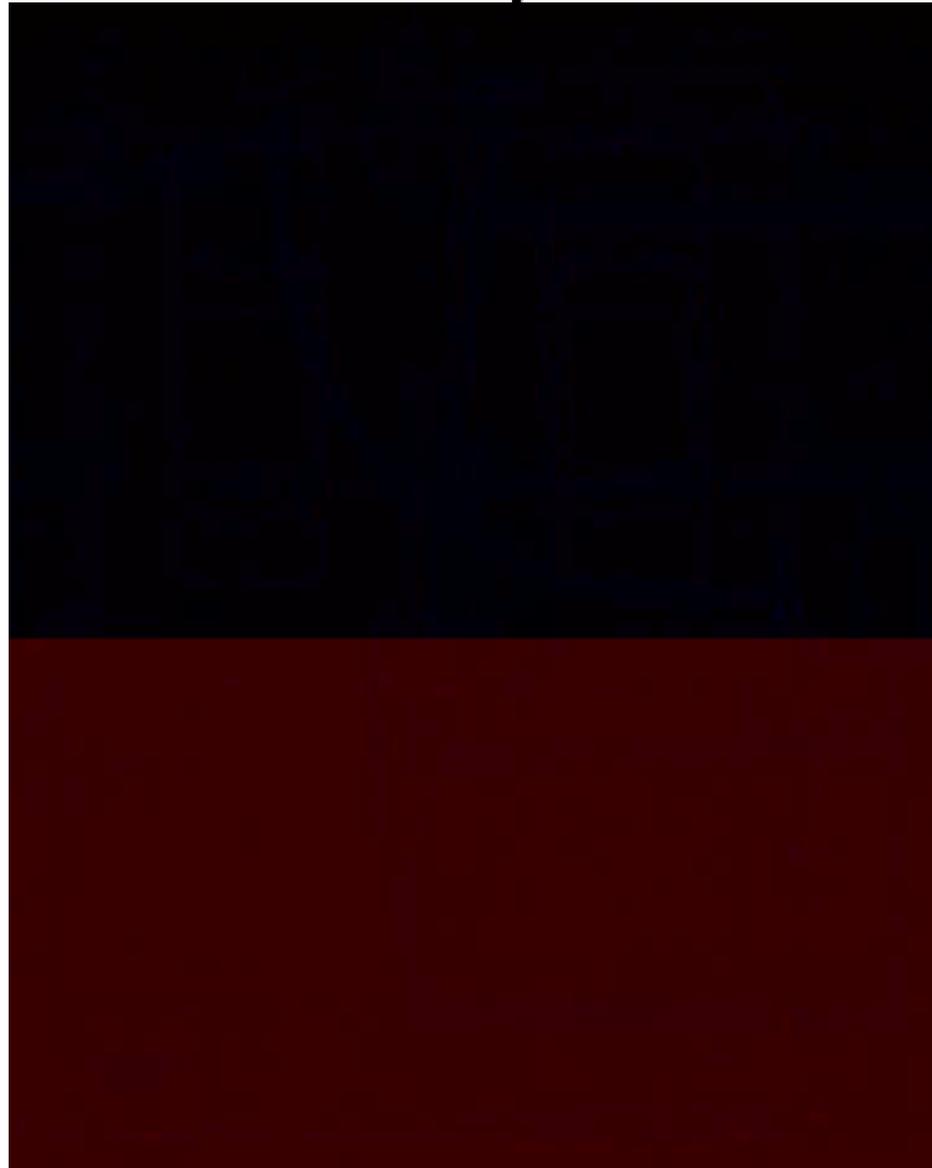
La realizzazione di box è condizionata dall'interasse dei pilastri della struttura specialmente nelle case d'abitazione dove, per ragioni economiche, l'interasse dei pilastri supera difficilmente i 7,50 m. In figura 4 si dimostra che un tale interasse permette di ricavare al massimo due box e che quindi non fa aumentare il numero di box ma solo la loro dimensione trasversale (da 2,70 m a 3,30).

In figura 5 invece si può notare come, a parità di spazio disponibile, si possono ricavare o due box (a sinistra) o tre stalli (a destra).

Lo spazio di manovra antistante davanti a ciascun box disposto a 90° deve essere di almeno 5 m (minimo richiesto, dal D.M. 1/2/1986, per autorimesse con più di 9 posti-auto) per facilitare la manovra di accesso ai box. In ogni caso la larghezza ottimale della corsia d'accesso è di 7,20 m in quanto consente di entrare ed uscire da un box largo 2,40 m (vedi figura 6); per gli ultimi due box è utile prevedere uno spazio addizionale di manovra profondo 3,00 m (vedi figura 7).

Progetto di Infrastrutture viarie

Dimensioni box ed interasse pilastri



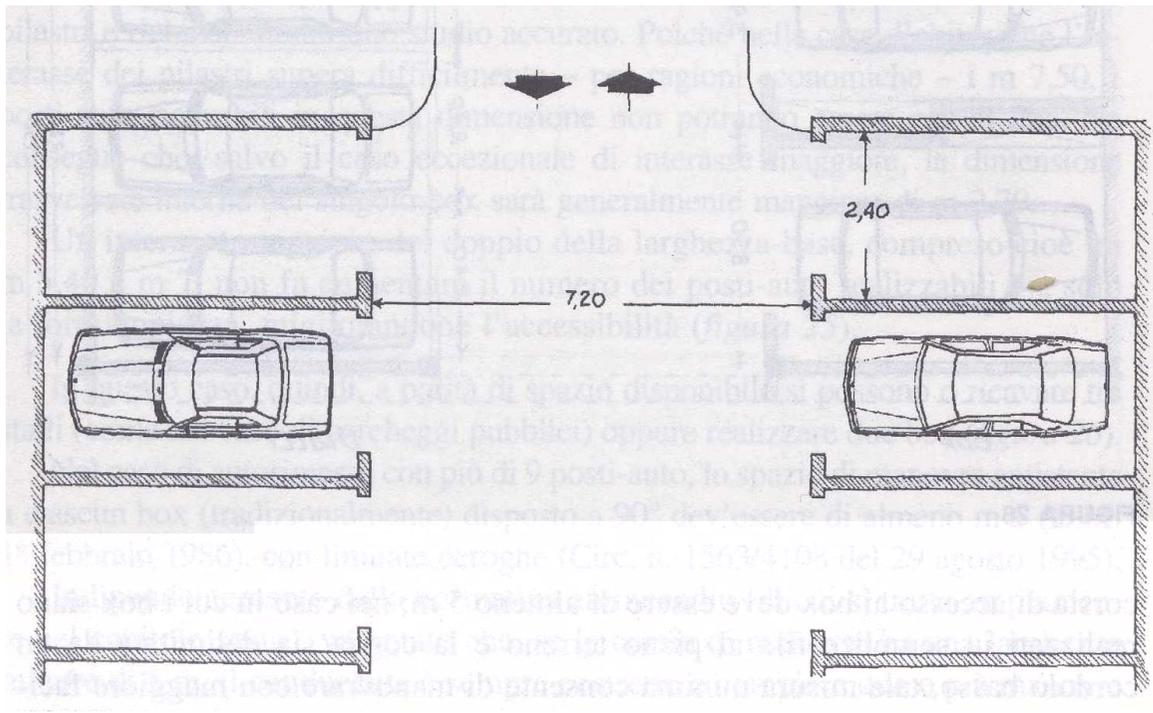
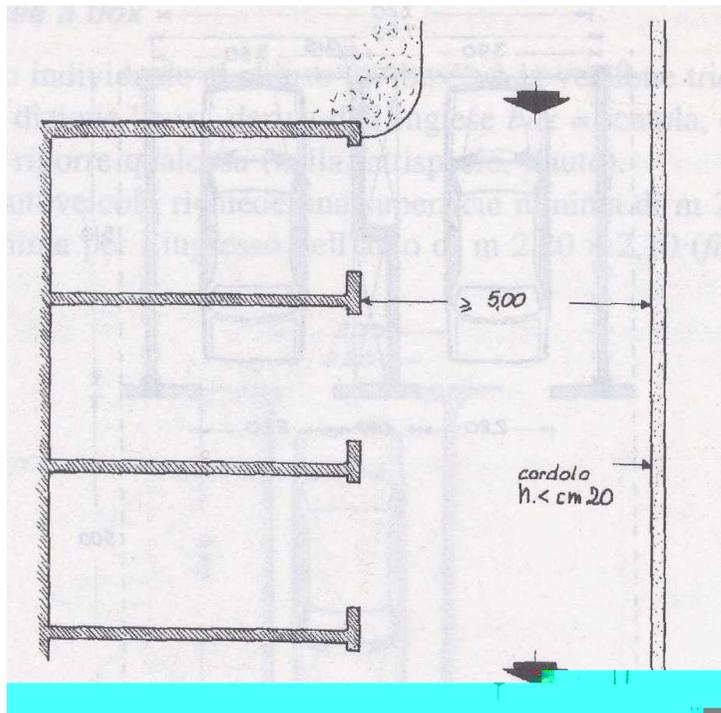
Progetto di Infrastrutture viarie

Numero box e stalli per dato interasse pilastri



Progetto di Infrastrutture viarie

Larghezza ottimale corsia d'accesso



Progetto di Infrastrutture viarie

Spazio aggiionale di manovra



Dimensionamento degli spazi di manovra

Ai fini di rendere meno difficoltose le manovre d'accesso agli stalli (box), occorre prevedere opportuni spazi di manovra. Il caso peggiore è quello in cui lo stallo è disposto a 90°: per l'auto-tipo in questione, la profondità minima consigliata per lo spazio di manovra di circa 6 m. In figura 8 si illustra la zona d'ingombro necessaria alla svolta di 90° di un auto-tipo. In figura 9 viene messa in relazione(*) la larghezza delle corsie d'

l'inclinazione degli stalli, in funzione di due diversi valori del (di medie dimensioni) e 2,50 m (stallo per auto di grandi dimensioni).

Tali correlazioni, per questi due casi prospettati, permettono di stabilire:

- *auto di medie dimensioni*: per circolazione a *senso unico*, la larghezza minima di corsia (2,75 m) della corsia di manovra sufficiente per garantire l'accesso allo stallo fino ad una inclinazione di 55°; per angoli maggiori la larghezza di corsia cresce linearmente fino a 5 m per angoli di 65°. Per larghezze superiori della corsia di manovra, la circolazione può avvenire *a doppio senso* di marcia, fino ad un'inclinazione dello stallo di 80°, corrispondente ad una larghezza dello spazio di manovra di 6,75 m; per angoli maggiori dello stallo, la sua larghezza di 2,25 m non è più sufficiente (salvo

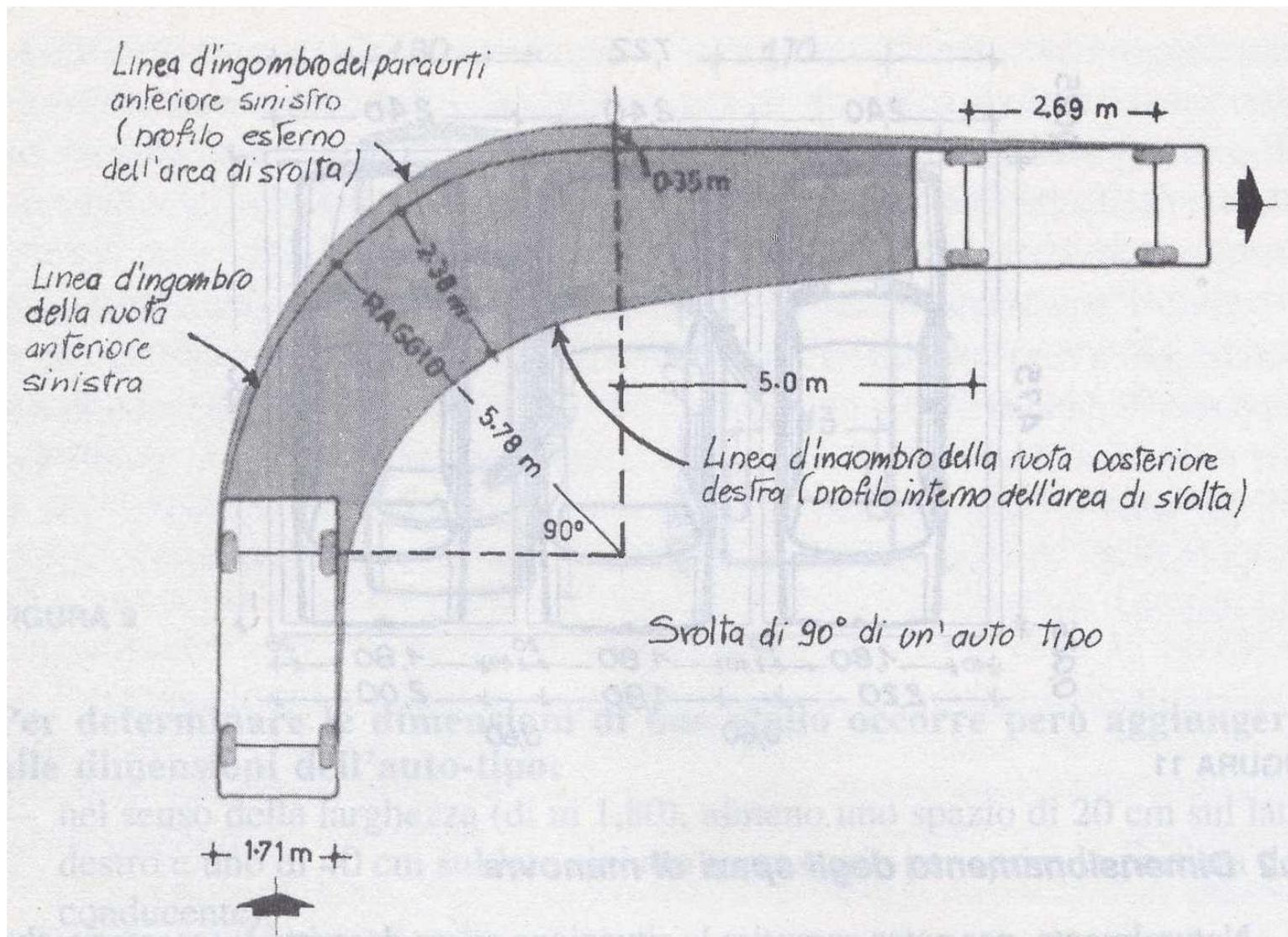
- *auto di grandi dimensioni*: per *circolazione a senso unico*, la larghezza minima (2,75 m) della corsia di manovra sufficiente per garantire l'accesso allo stallo fino ad una inclinazione di 55°; per angoli maggiori, la larghezza della corsia cresce non linearmente fino a 5 m per angoli di 80°.

Con corsie di 6,25 m è possibile una circolazione a doppio senso di marcia con stalli posti a 90° (se lo spazio di manovra è di 6 m). Con corsie di 4,50 m è possibile una circolazione a doppio senso di marcia per stalli posti a 90° sono sufficienti 4,50 m.

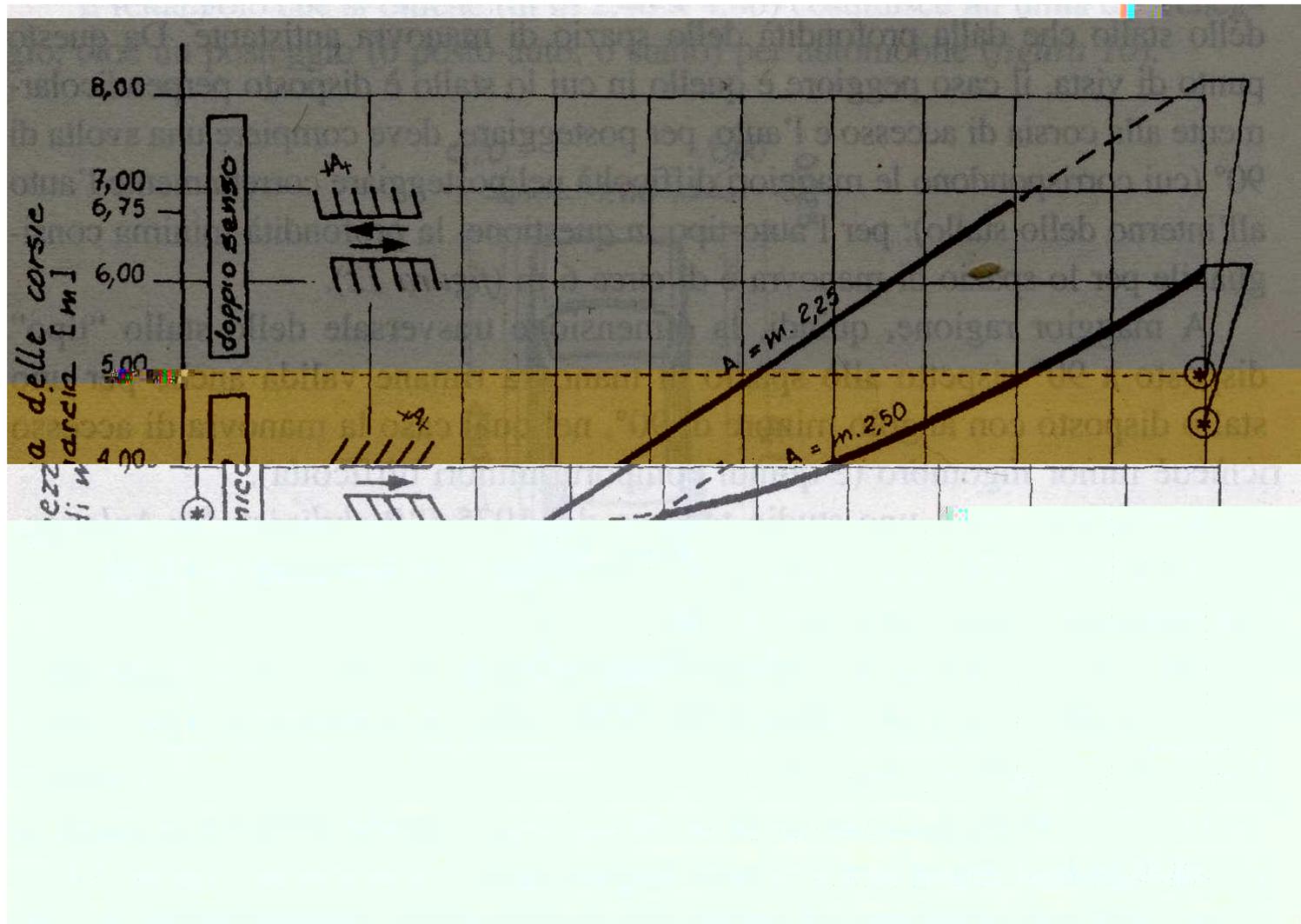
(*) Heymann e Dunker, "Richtlinien für Anlagen des ruhenden Verkehrs", 1975

Progetto di Infrastrutture viarie

Zona d'ingombro per la svolta di 90° di un'auto-tipo



Progetto di Infrastrutture viarie
**Relazione tra larghezza corsie di marcia
e inclinazione degli stalli**



Progetto di Infrastrutture viarie

Disposizioni tipiche dei posteggi

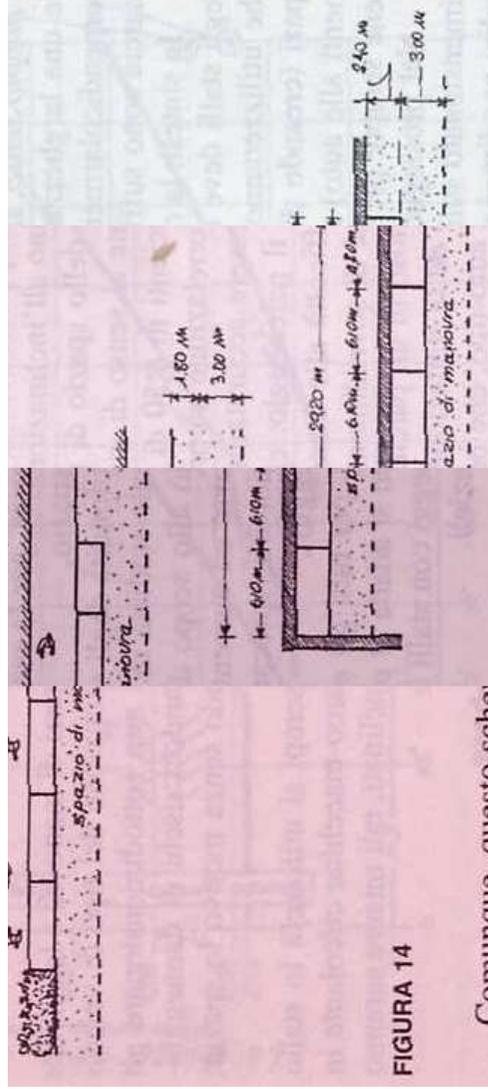
A parità di spazio disponibile, il numero di stalli ricavabili dipende dalla loro disposizione, mentre, a parità di numero di stalli, lo spazio di parcheggio richiesto dipende dalla disposizione che si adotta.

La disposizione degli stalli su un piano di parcheggio può essere:

- *a nastro*: sono paralleli alla corsia di marcia dei veicoli (inclinati di 0°); pur essendo tale disposizione quella più usata lungo le strade dei centri urbani, richiedono, per agevolare la manovra di parcheggio, una lunghezza maggiore pari a 6,10 m (rispetto ai 4,80 m di quella standard). Come indicato in figura 10, per la dimensione trasversale bastano 1,80 m se l'auto è accessibile da entrambi i lati, altrimenti, per garantire un minimo di spazio intorno all'auto, occorrono 2,40 m.
- *a pettine*: sono perpendicolari alla corsia di marcia dei veicoli (inclinati di 90°); rappresenta la configurazione che richiede, a parità di numero di stalli, la minore superficie ed offre quindi la migliore utilizzazione dello spazio. In figura 11 è rappresentata tale disposizione.
- *a dente di sega inclinati di 30° rispetto alla corsia di marcia*: tra tutte le configurazioni a "dente di sega" è quella che richiede la superficie maggiore. In figura 12 è rappresentata tale disposizione.
- *a dente di sega inclinati di 45° rispetto alla corsia di marcia*: tra tutte le configurazioni a "dente di sega" è la soluzione migliore perché offre una soddisfacente utilizzazione dell'area. In figura 13 è rappresentata tale disposizione.
- *a dente di sega inclinati di 60° rispetto alla corsia di marcia*: tra tutte le configurazioni a "dente di sega" è la soluzione più conveniente per economia di spazio e, fra tutti gli schemi, è quella che richiede la minor superficie di manovra. In figura 14 è rappresentata tale disposizione.

Progetto di Infrastrutture viarie

Disposizione degli stalli a nastro inclinati di 0°

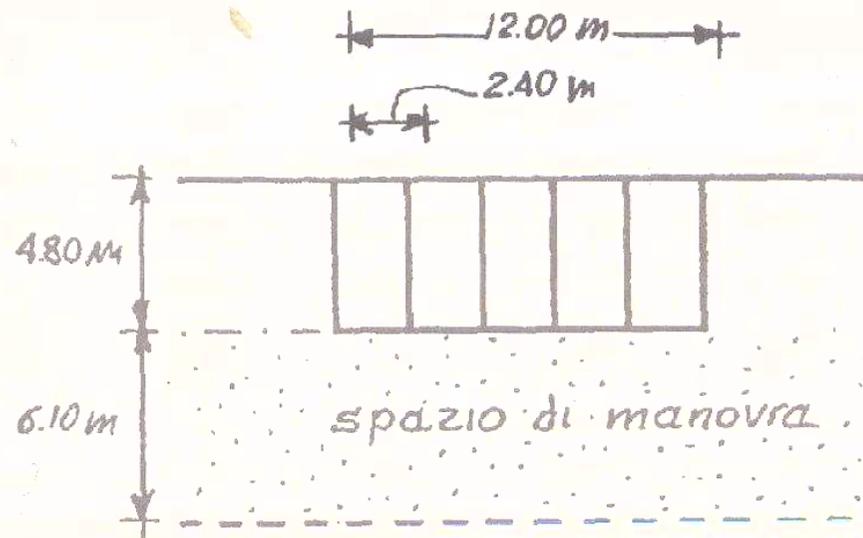


	larghezza stallo m 1,80	larghezza stallo m 2,40
Inclinazione	0°	0°
Posti-auto	5	5
Superficie dello stallo	m ² 10,98 (m 1,80 x 6,10)	m ² 14,64 (m 2,40 x 6,10)
Superficie di sosta	m ² 52,56	m ² 70,08
Superficie di manovra	m ² 87,60	m ² 87,60
Superficie totale del parcheggio	m ² 140,16 (m 4,80 x 29,20)	m ² 157,68 (m 5,40 x 29,20)
Superficie teorica per posto-auto	m ² 28,03	m ² 31,53

Progetto di Infrastrutture viarie

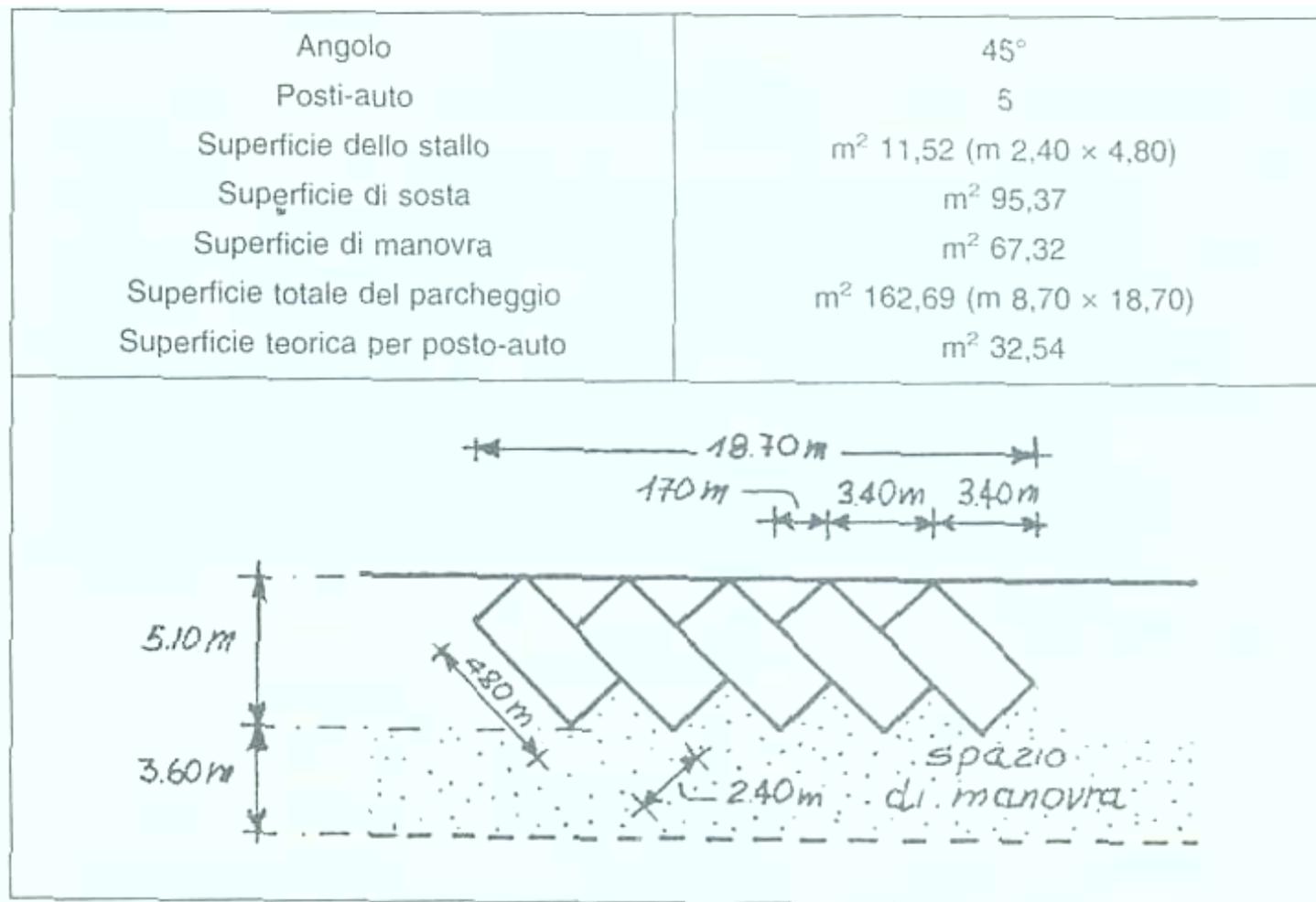
Disposizione degli stalli a pettine inclinati di 90°

Inclinazione	90°
Posti-auto	5
Superficie dello stallo	m ² 11,52 (m 2,40 × 4,80)
Superficie di sosta	m ² 57,6
Superficie di manovra	m ² 73,2
Superficie totale del parcheggio	m ² 130,8 (m 10,90 × 12,00)
Superficie teorica per posto-auto	m ² 26,26



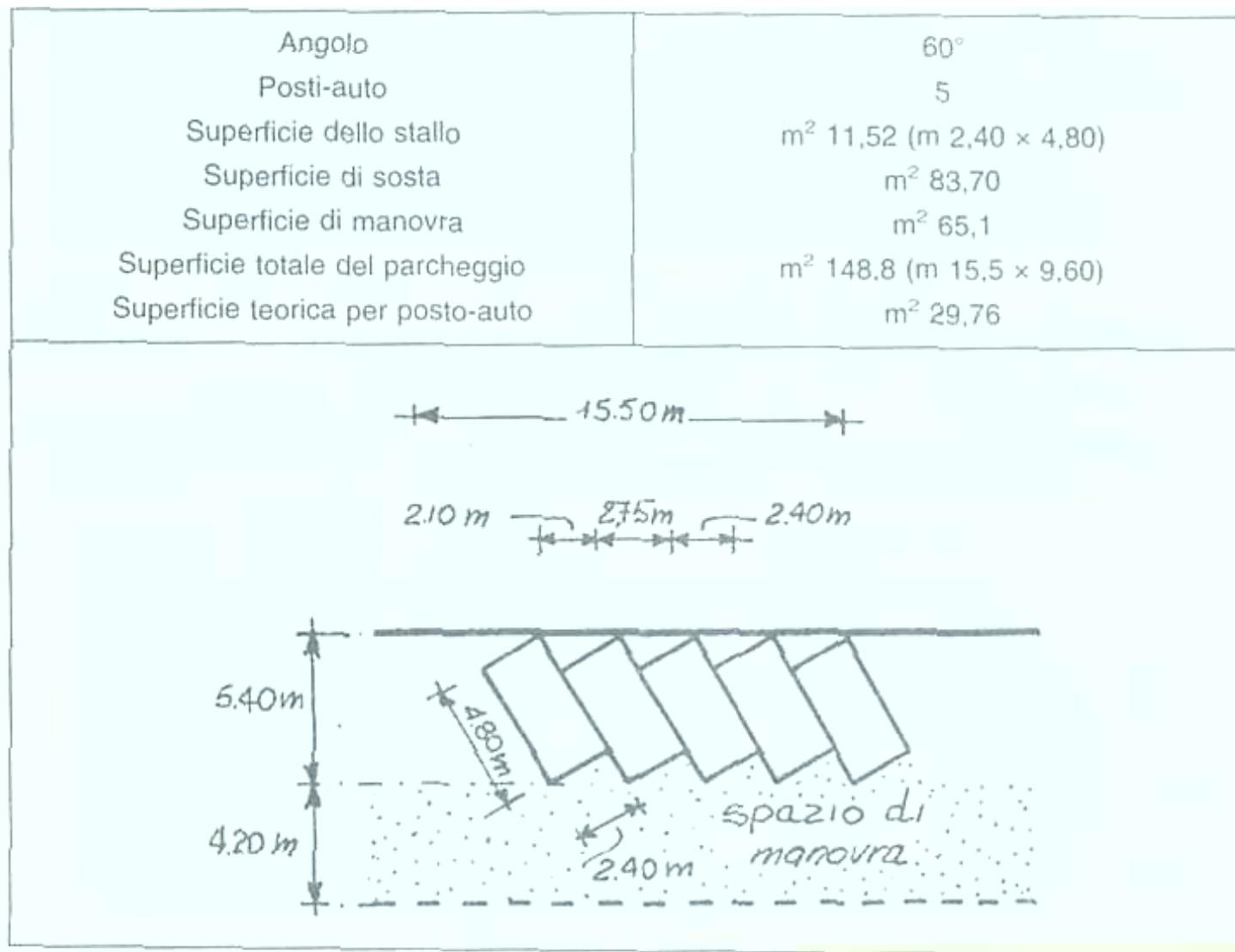
Progetto di Infrastrutture viarie

Disposizione degli stalli a “dente di sega” inclinati di 45°



Progetto di Infrastrutture viarie

Disposizione degli stalli a “dente di sega” inclinati di 60°



Progetto di Infrastrutture viarie

Composizione dei moduli-base

Ad una maggior inclinazione dello stallo corrisponde un maggior grado di utilizzazione dello spazio, indipendentemente dalla forma dell'area e dalla comodità di manovra.

Le soluzioni precedentemente illustrate possono quindi essere considerate dei "moduli-base"; combinandoli infatti tra loro in *doppia fila* si può raddoppiare il numero di stalli ed usufruire di una sola corsia di manovra, con superficie per stallo ridotta e conseguente guadagno di spazio e quindi riduzione di costi.

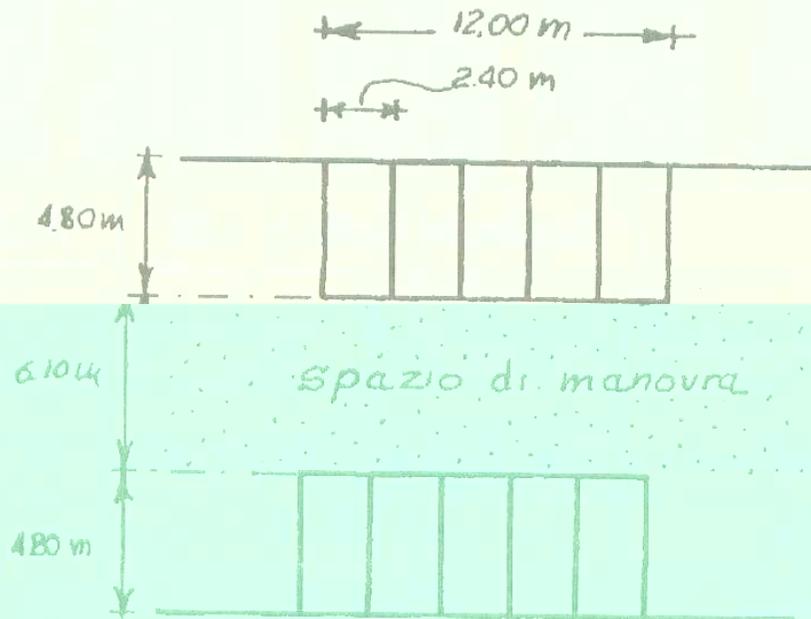
Per ogni modulo-base vengono quindi illustrate le diverse possibili combinazioni:

- *Parcheeggio con stalli a nastro a 0°* (vedi figura 15),
- *Parcheeggio con stalli a pettine a 90°* (vedi figura 16),
- *Parcheeggio con stalli a "dente di sega" a 30°* (vedi figura 17),
- *Parcheeggio con stalli a "dente di sega" a 45°* (vedi figura 18),
- *Parcheeggio con stalli a "dente di sega" a 60°* (vedi figura 19),

Progetto di Infrastrutture viarie

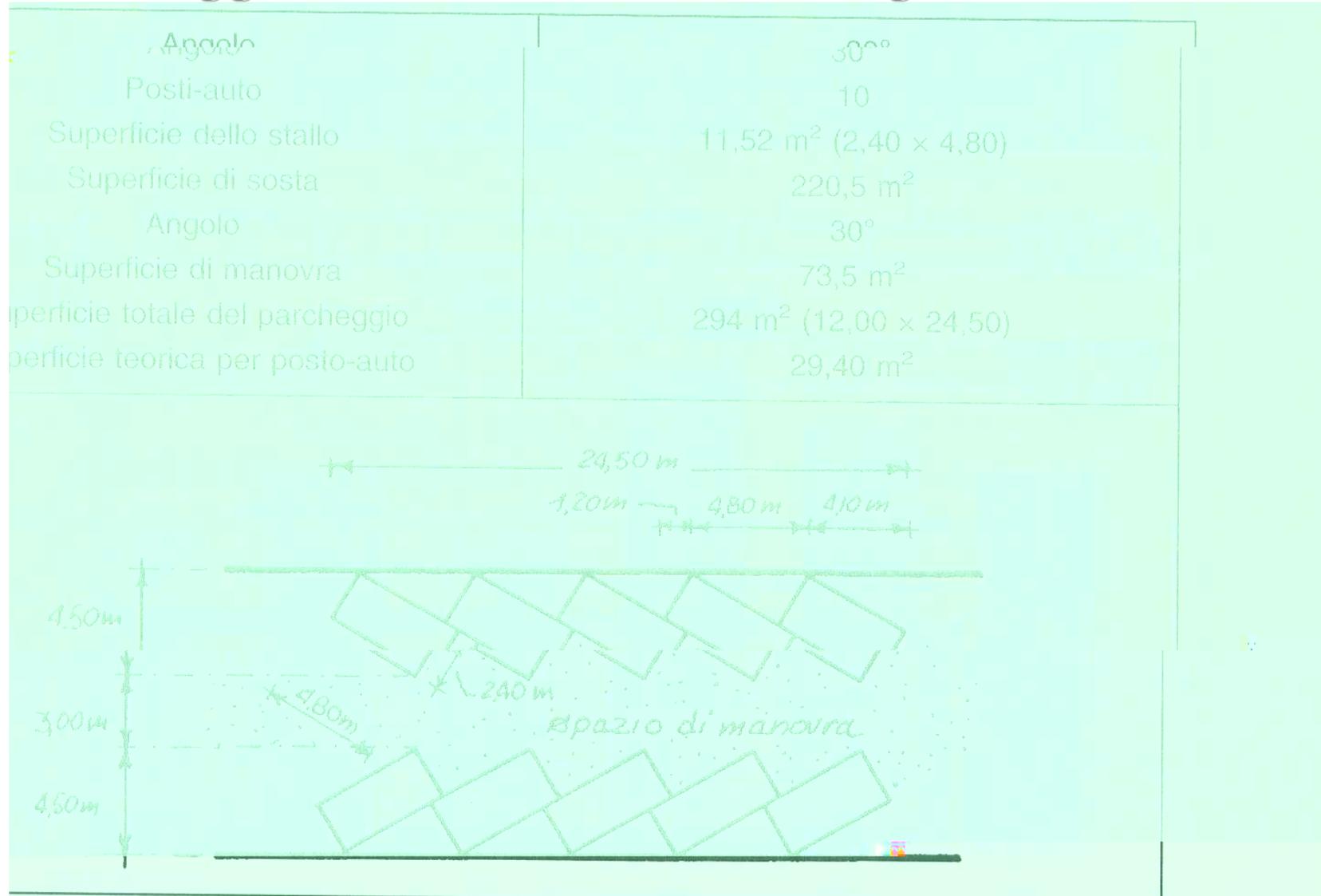
Parcheggio con stalli a pettine inclinati di 90°

Angolo	90°
Posti-auto	10
Superficie dello stallo	m ² 11,52 (m 2,40 × 4,80)
Superficie di sosta	m ² 115,2
Superficie di manovra	m ² 70,0
Superficie totale del parcheggio	m ² 188,40 (m 12,00 × 15,70)
Superficie teorica per posto-auto	m ² 18,84



Progetto di Infrastrutture viarie

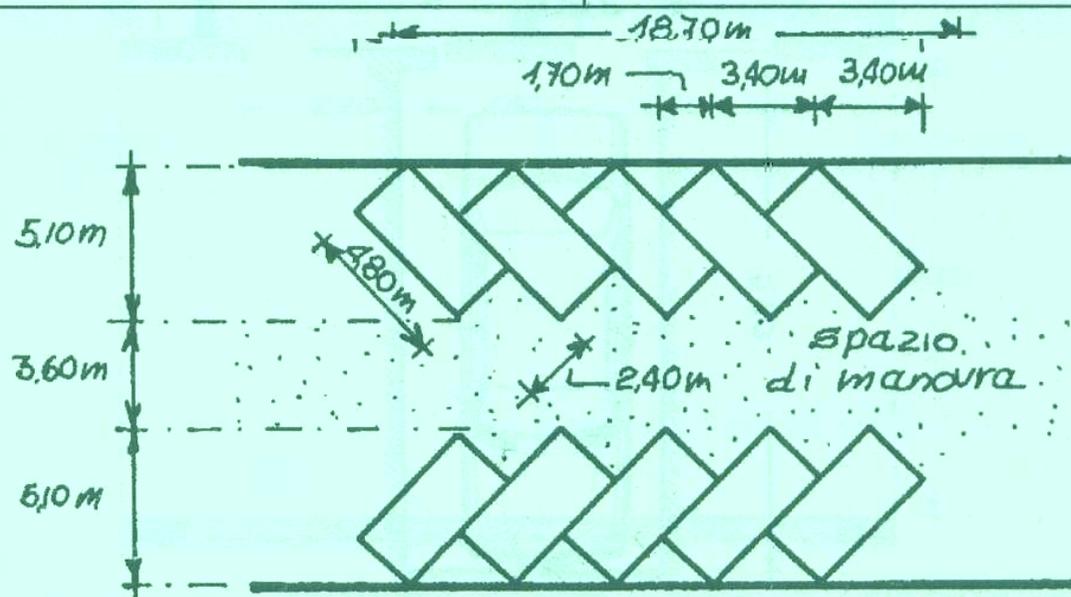
Parcheggio con stalli a “dente di sega” inclinati di 30°



Progetto di Infrastrutture viarie

Parcheggio con stalli a “dente di sega” inclinati di 45°

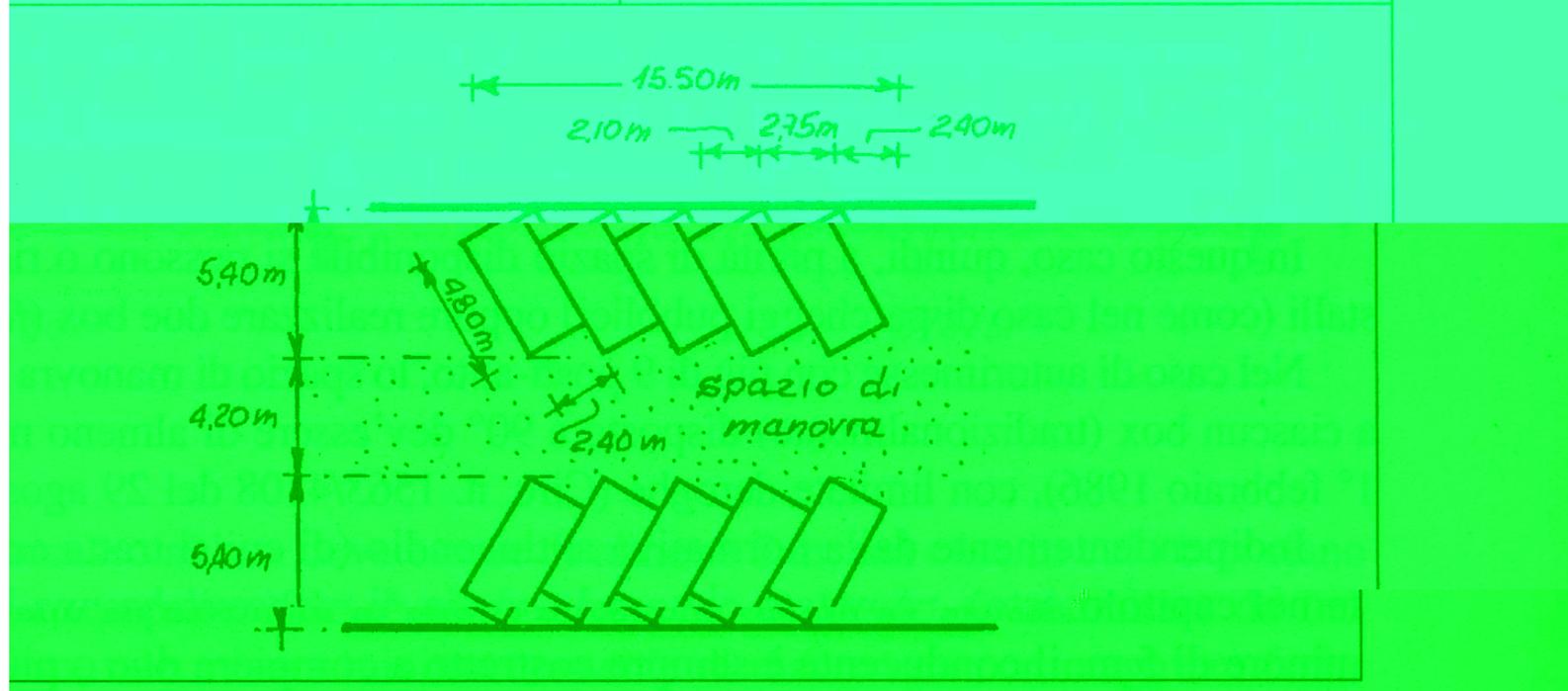
Angolo	45°
Posti-auto	10
Superficie dello stallo	m ² 11,52 (m 2,40 × 4,80)
Superficie di sosta	m ² 190,74
Superficie di manovra	m ² 67,32
Superficie totale del parcheggio	m ² 258,06 (m 13,80 × 18,70)
Superficie teorica per posto-auto	m ² 25,80



Progetto di Infrastrutture viarie

Parcheggio con stalli a “dente di sega” inclinati di 60°

Angolo	60°
Posti-auto	10
Superficie dello stallo	m ² 11,52 (2,40 × 4,80)
Superficie di sosta	m ² 167,40
Superficie di manovra	m ² 65,10
Superficie totale del parcheggio	m ² 232,50 (15,00 × 15,50)
Superficie teorica per posto-auto	m ² 23,25



Progetto di Infrastrutture viarie

Organizzazione degli spazi di circolazione

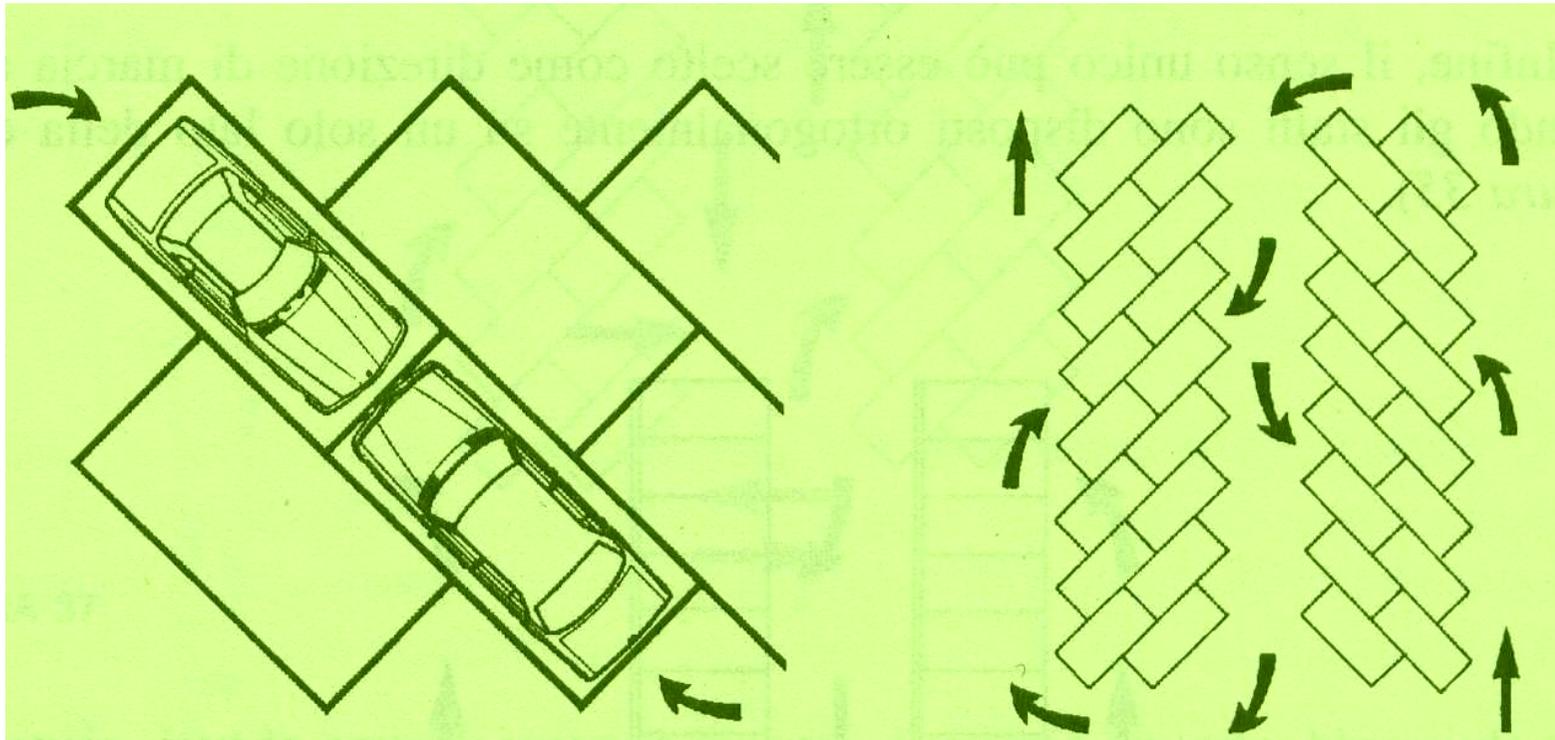
Se dalla superficie di un piano adibito a parcheggio si sottrae la superficie occupata dalle auto in sosta, rimane la superficie riservata alla circolazione (accesso e manovra).

Lo spazio per la circolazione dei veicoli deve quindi essere dimensionato ed organizzato in modo adeguato. Il movimento delle auto nelle corsie deve pertanto avvenire secondo schemi prestabiliti in cui il senso di marcia (unico o doppio) va scelto in relazione alla disposizione degli stalli al fine di velocizzare la ricerca del posto libero e di facilitare l'accesso. I tempi per posteggiare in uno stallo a pettine infatti sono più lunghi rispetto a quelli richiesti da stalli disposti con inclinazioni inferiori. L'organizzazione delle corsie di circolazione a senso unico, rispetto a quella a doppio senso, favorisce una maggior scorrevolezza veicolare. Quando gli stalli (paralleli o inclinati) sono disposti su entrambi i lati della corsia di circolazione è preferibile il senso unico di marcia.

La circolazione a *senso unico di marcia per stalli inclinati* può essere organizzata secondo due distinti schemi: nel *primo* il senso di marcia di una corsia è opposto a quello delle corsie adiacenti e gli stalli sono inclinati secondo il senso di marcia (vedi figura 20), il *secondo* il senso di marcia è uguale per tutte le corsie e gli stalli sono disposti a "liscia di pesce" (vedi figura 21).

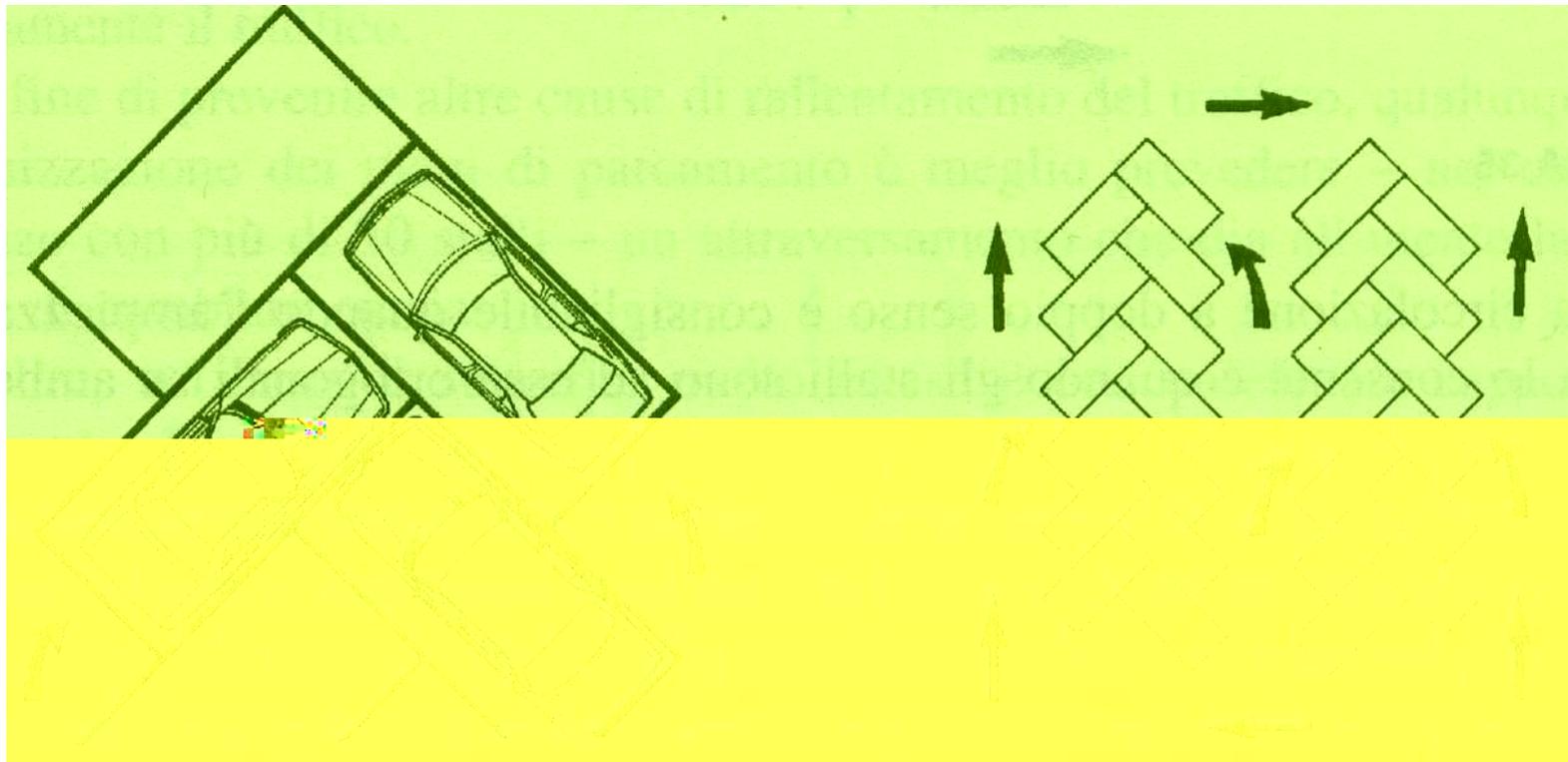
La circolazione a *doppio senso di marcia* è consigliabile in presenza di stalli a pettine su entrambi i lati e quando la larghezza della corsia lo consente (vedi figura 22). Eccezionalmente può essere adottato anche quando gli stalli sono disposti ad angolo su entrambi i lati della corsia, ma in senso opposto (vedi figura 23).

**Circolazione a senso unico:
stalli inclinati secondo il senso di marcia**



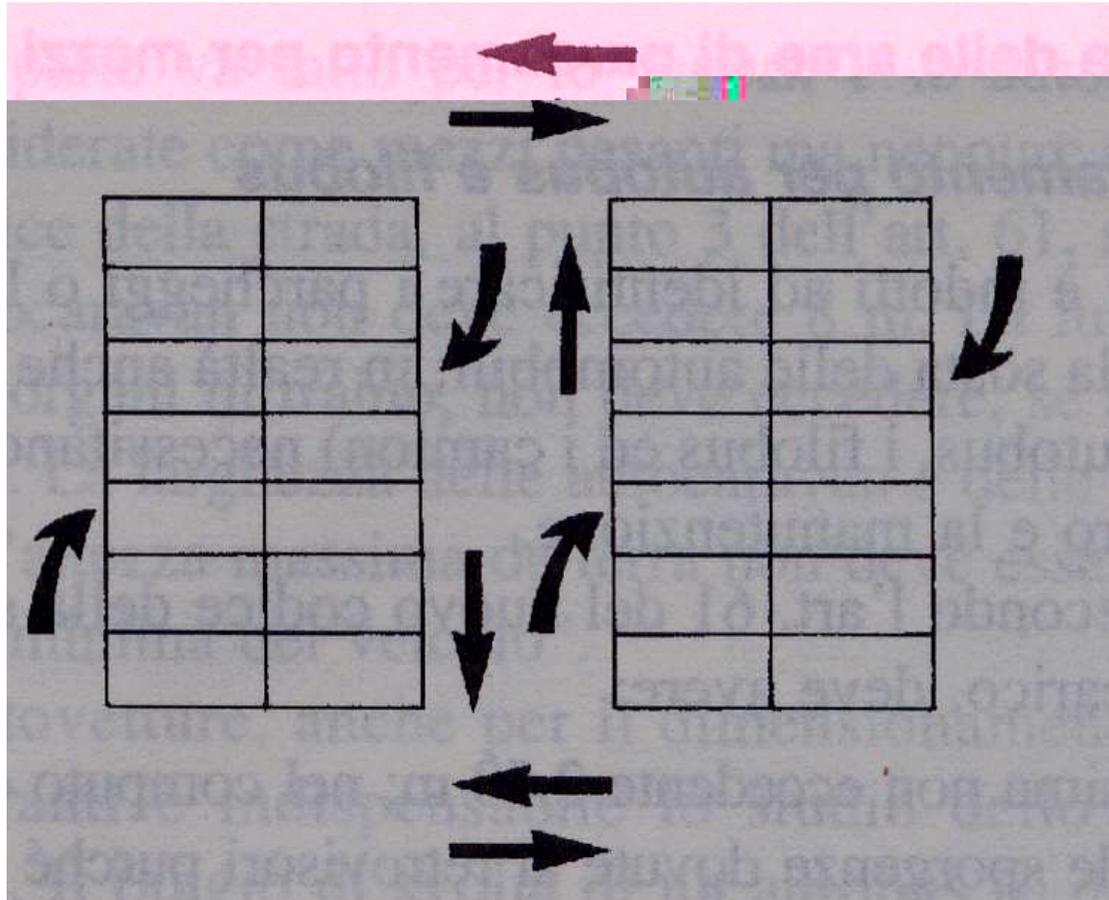
Progetto di Infrastrutture viarie

**Circolazione a senso unico:
stalli inclinati “a lisca di pesce”**



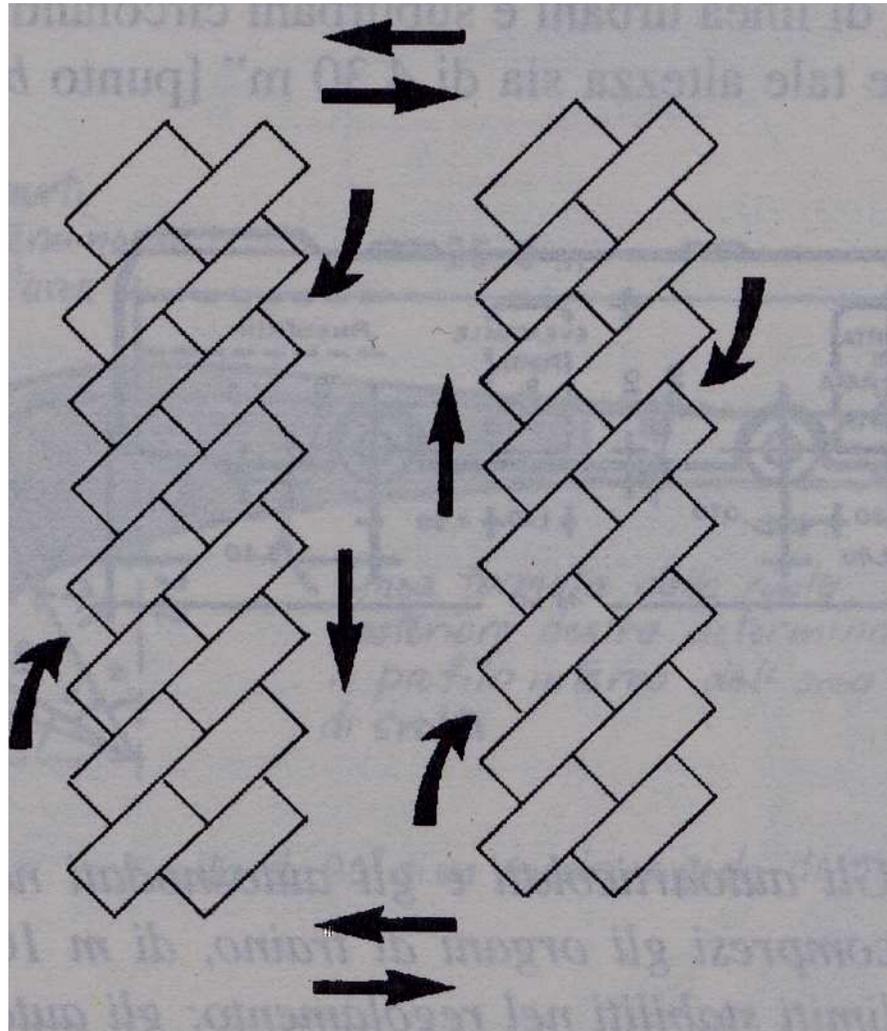
Progetto di Infrastrutture viarie

**Circolazione a doppio senso :
stalli a pettine inclinati di 90°**



Progetto di Infrastrutture viarie

**Circolazione a doppio senso :
stalli a “dente di sega” inclinati di 45°**



Progetto di Infrastrutture viarie

Organizzazione delle aree di parcheggio per autobus

Anche gli autobus necessitano di luoghi adatti per la sosta, il ricovero e la manutenzione. L'art. 61 del CdS e s.m.i. impone la *larghezza massima* non eccedente i 2,50 m, la *altezza massima* non eccedente i 4,00 m e la *lunghezza massima* non eccedente i 18,35 m. In figura 24 sono riportati tali ingombri per un normale autobus e per un autobus articolato.

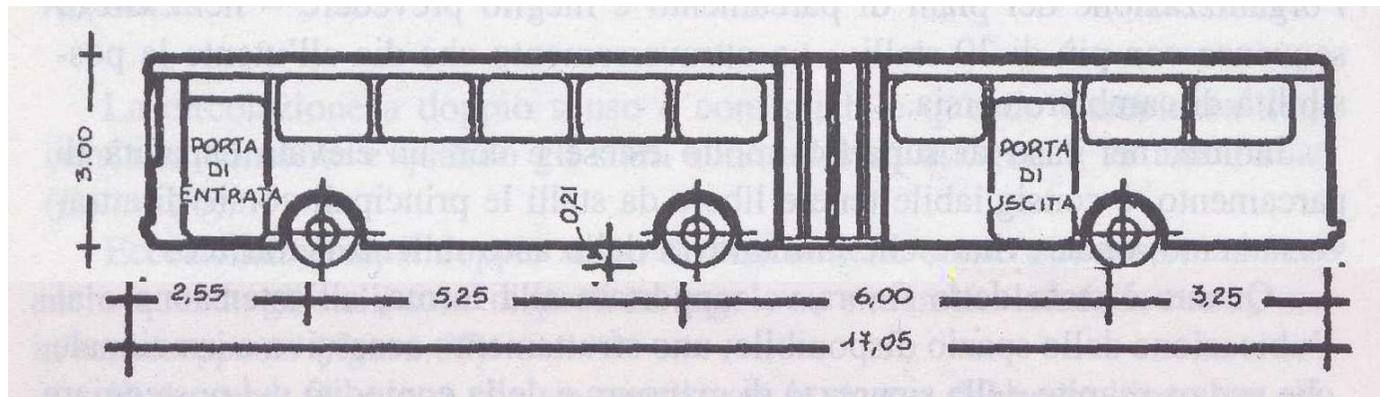
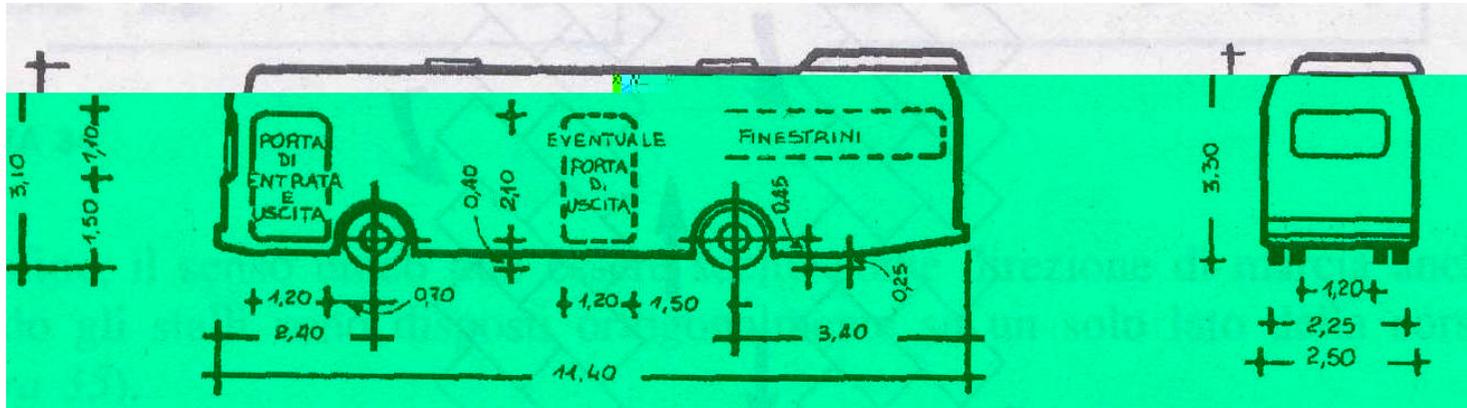
Per il dimensionamento di tali aree è indispensabile lo studio dello spazio occupato durante le manovre di svolta. In figura 25 è riportato lo spazio necessario alla svolta di 90° di un normale autobus lungo 12,00 m, in figura 26 è riportato lo spazio necessario alla svolta di 180° di un normale autobus lungo 12,00 m e in figura 27 è riportato lo spazio necessario alla svolta di 180° di un autobus articolato lungo 18,00 m.

Noto lo studio degli ingombri e dei raggi di curvatura di questi veicoli, è possibile determinare la superficie degli stalli e l'ampiezza delle corsie d'accesso che però variano in base al tipo di organizzazione delle aree di sosta, di ricovero e di manutenzione. In particolare si possono analizzare due possibili soluzioni per normali autobus (da 12,00 m di lunghezza): Prima soluzione tipica delle *autostazioni*, permette in qualsiasi momento di entrare e uscire da uno stallo di 4 m x 12 m (i 4 m di larghezza ipotizzano che intorno al veicolo vi sia pubblico che scende o sale dall'autobus); la corsia antistante di manovra è consigliabile che sia larga almeno 18,00 m (mai inferiore a 16,00 m). In figura 28 è riportato tale schema. Seconda soluzione tipica di una *rimessa*, la cui organizzazione tiene conto che il primo autobus che entra sarà l'ultimo ad uscire e non vi è presenza di pubblico per cui la dimensione dello stallo è di 3 m x 12 m. Come illustrato in figura 29 gli autobus che entrano ed escono in successione utilizzano, durante la manovra, la superficie liberata o non ancora occupata dagli altri mezzi.

Nel caso di autorimesse per veicoli articolati, l'organizzazione interna deve consentire l'entrata e l'uscita dei mezzi dagli stalli senza compiere manovre di retromarcia.

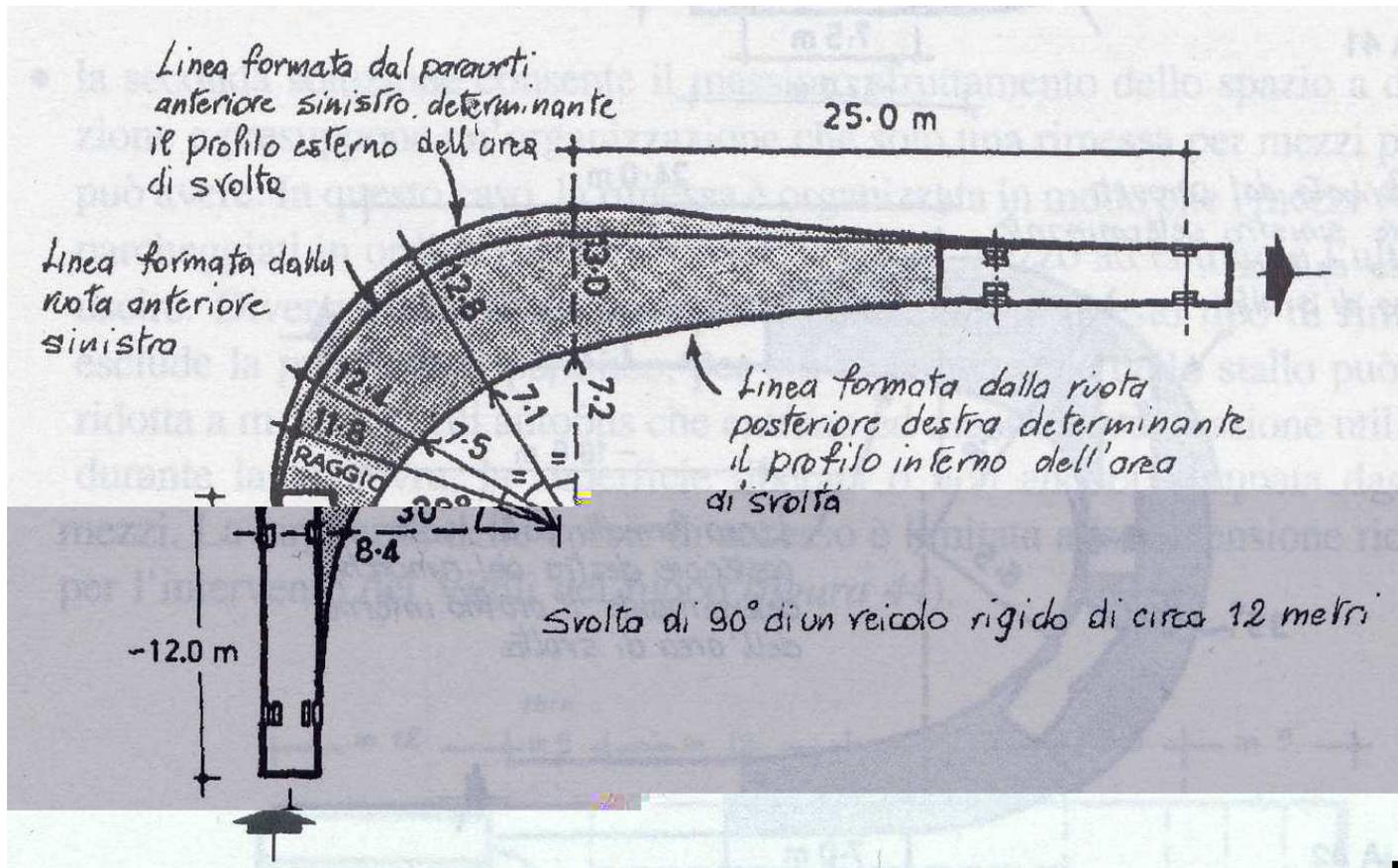
Progetto di Infrastrutture viarie

Ingombri per un normale autobus e per un autobus articolato



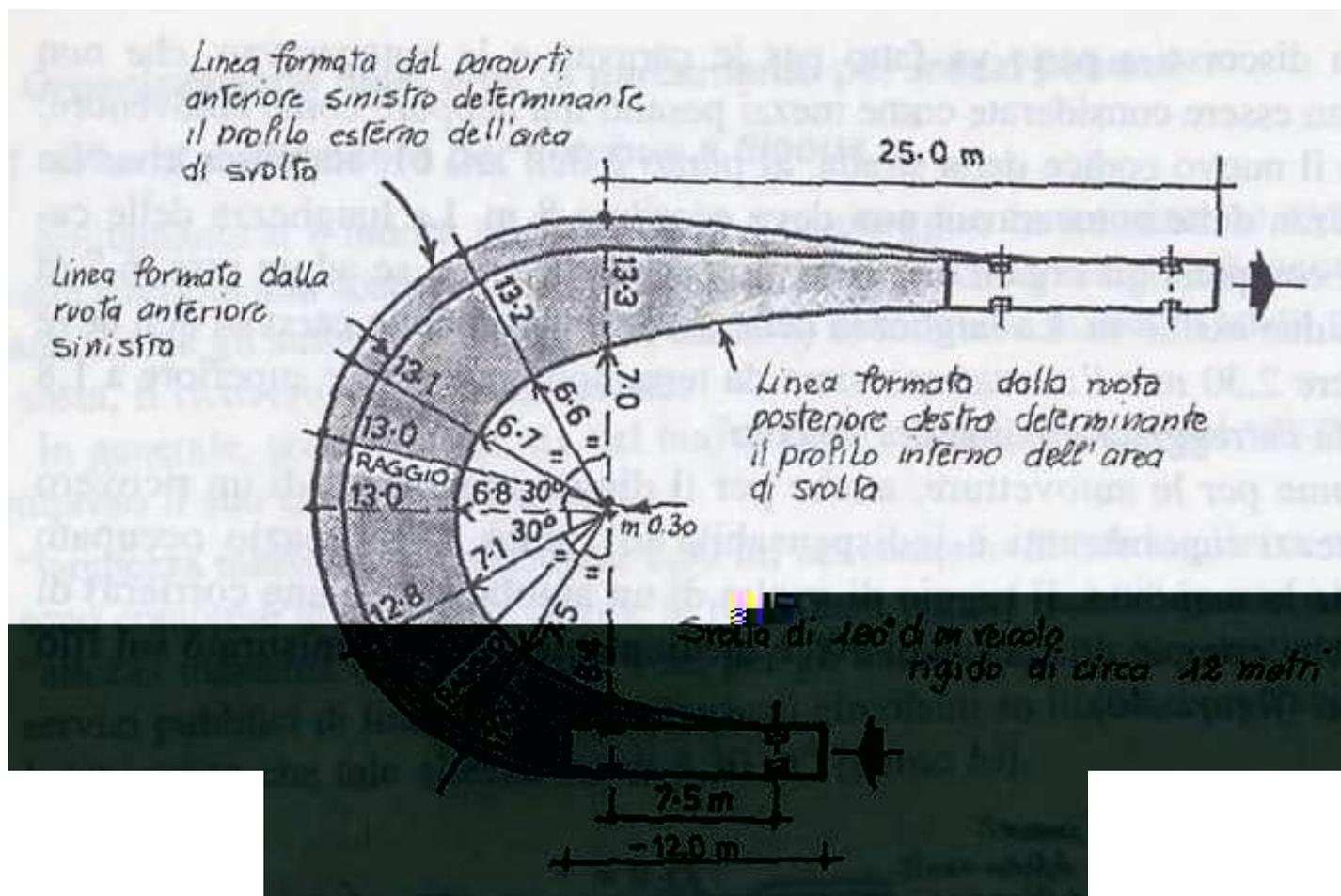
Progetto di Infrastrutture viarie

Spazio necessario alla svolta di 90° di un normale autobus lungo 12,00 m



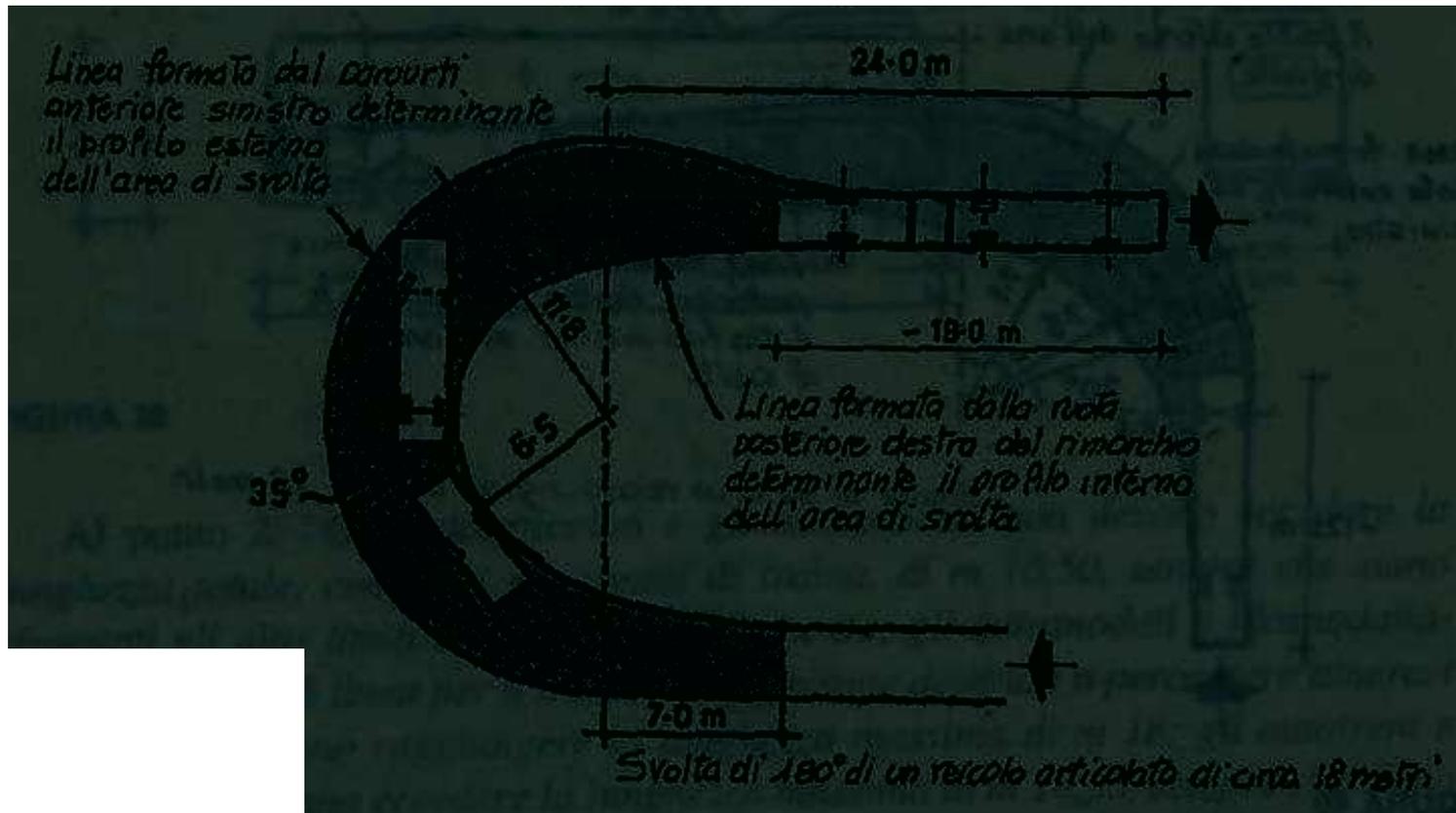
Progetto di Infrastrutture viarie

Spazio necessario alla svolta di 180° di un normale autobus lungo 12,00 m



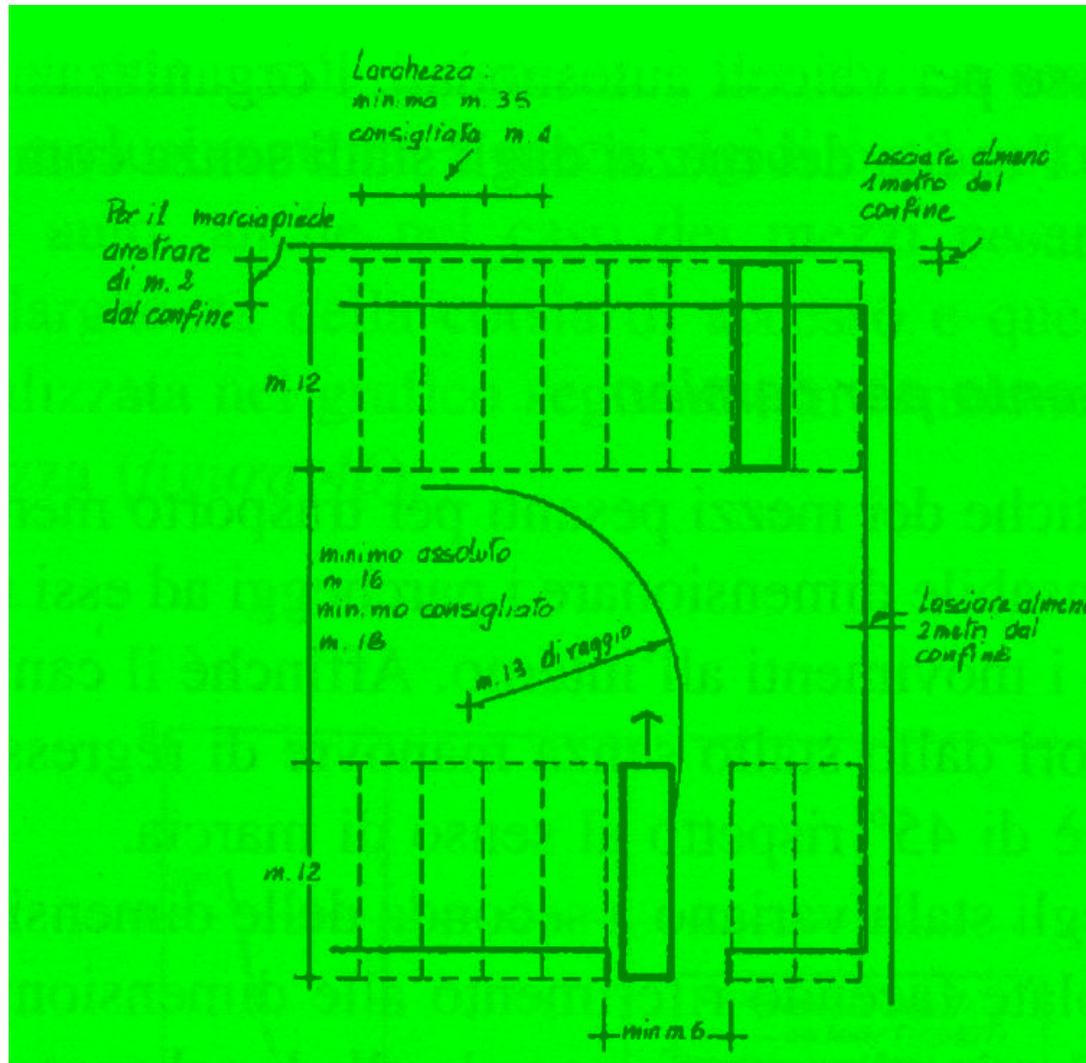
Progetto di Infrastrutture viarie

**Spazio necessario alla svolta di 180°
di un autobus articolato lungo 18,00 m.**



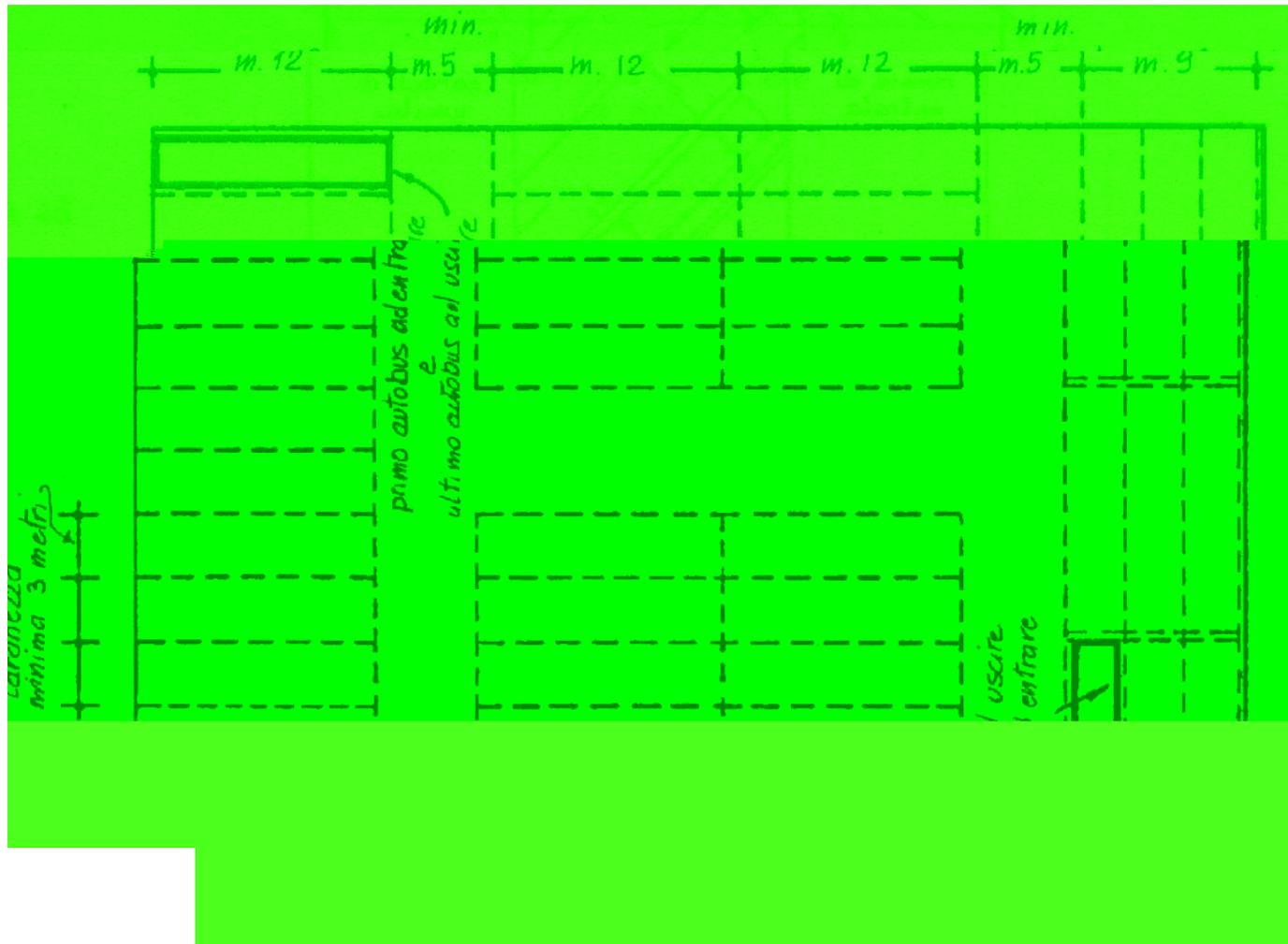
Progetto di Infrastrutture viarie

Schema di aree di parcheggio per autostazione autobus



Progetto di Infrastrutture viarie

Schema di aree di parcheggio per rimessa autobus



Progetto di Infrastrutture viarie

Organizzazione delle aree di parcheggio per autocarri

Date le caratteristiche dei mezzi pesanti per trasporto merci è indispensabile dimensionare i parcheggi ad essi riservati in modo da ridurre al minimo i movimenti all'interno. A questo scopo l'inclinazione ottimale dello stallo è di 45° rispetto al senso di marcia.

Le dimensioni degli stalli variano a seconda delle dimensioni di questi veicoli e possono essere calcolate facendo riferimento alle loro dimensioni. La loro lunghezza si ottiene aggiungendo alla lunghezza del veicolo la sua larghezza (2,50 m) più 0,50 m per comodità di manovra. In figura 30 è illustrato uno schema di area di parcheggio per autocarri.

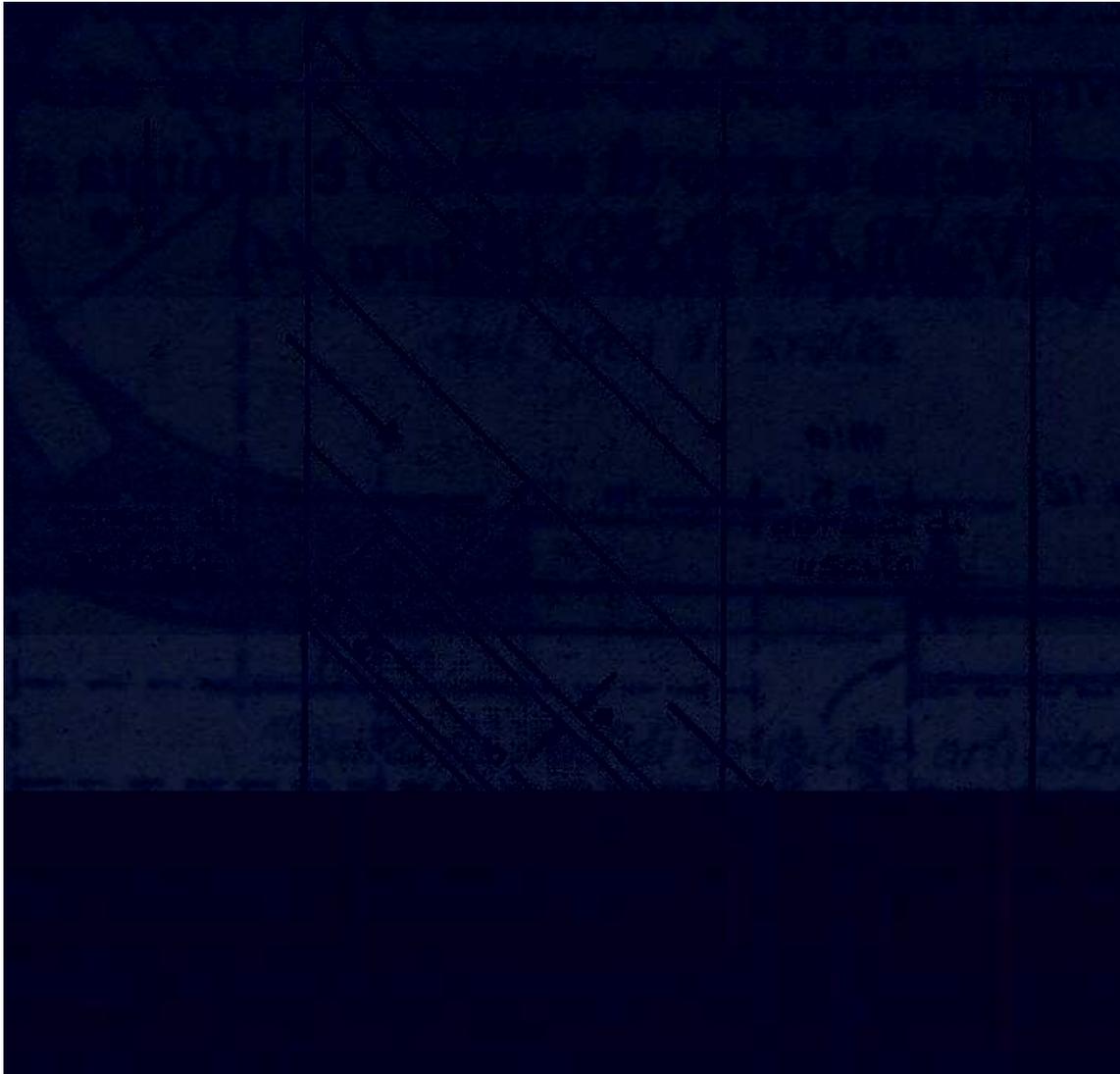
La larghezza della corsia d'accesso (ingresso/uscita) è variabile a seconda che il parcheggio è riservato esclusivamente a mezzi rigidi o articolati. Anche in questo caso esiste una stretta relazione tra larghezza di corsia d'accesso e larghezza dello stallo che è visualizzata in figura 31.

Nel caso di *stalli perpendicolari alla corsia d'accesso*, la profondità dello spazio di manovra e la larghezza dello stallo sono legate tra loro; in figura 32 si illustra tale relazione.

Nel caso di *stalli inclinati rispetto alla corsia d'accesso*, un analogo discorso è illustrato dalla figura 33.

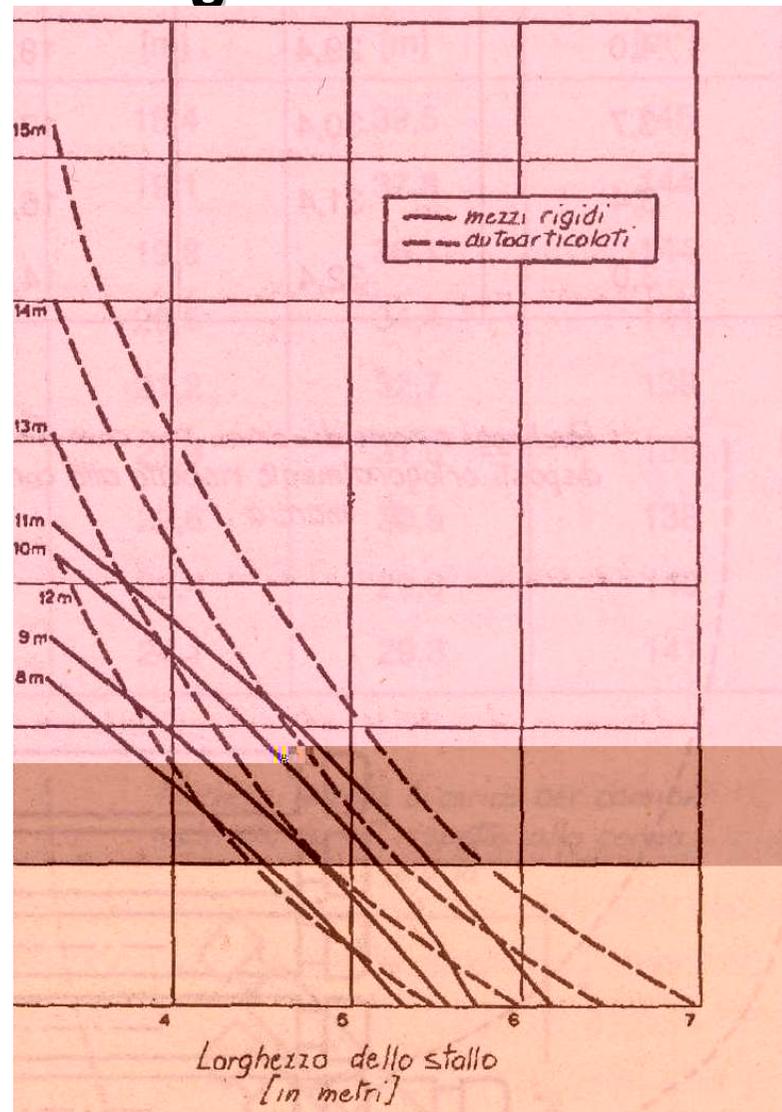
Progetto di Infrastrutture viarie

Schema di aree di parcheggio per autocarri



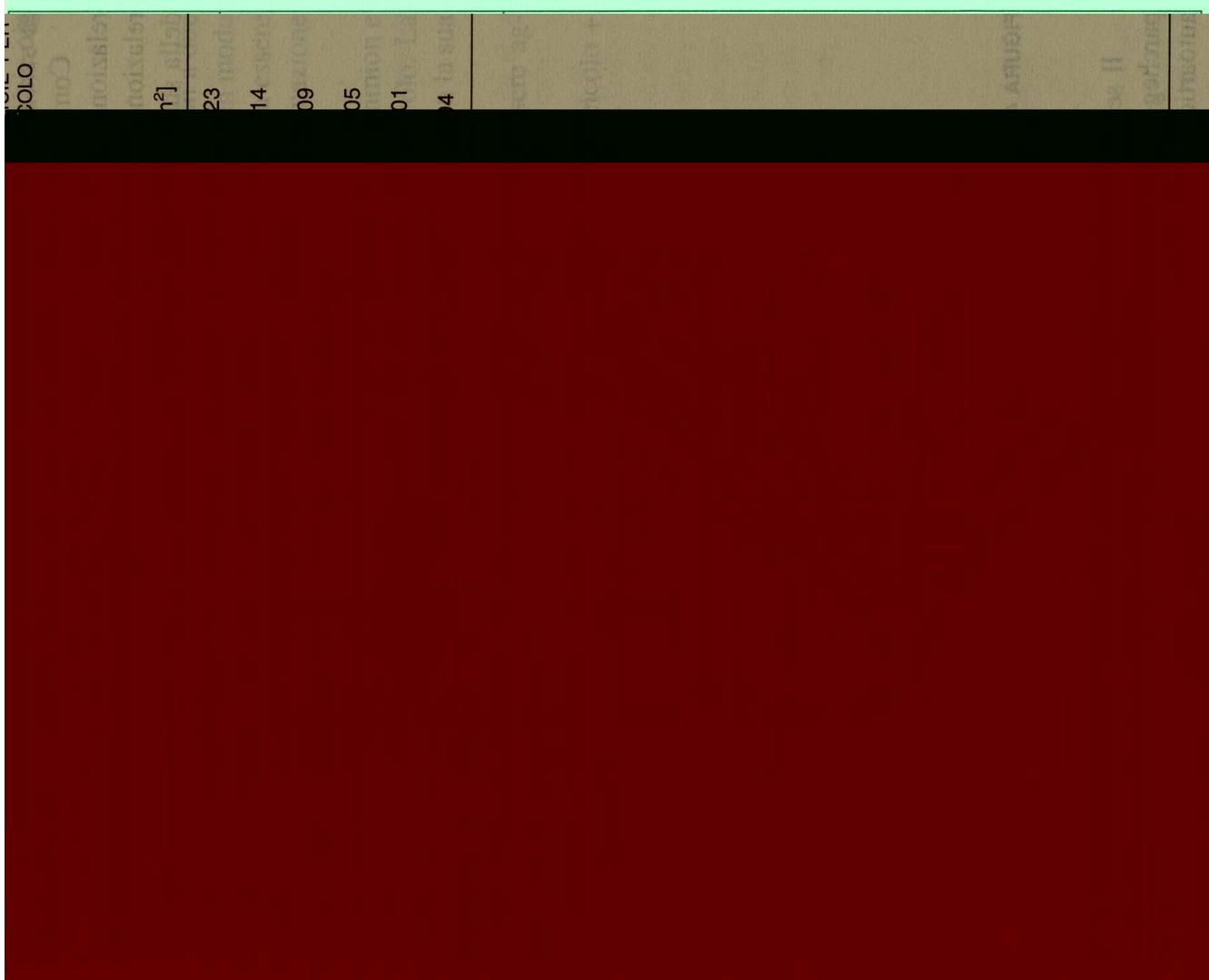
altezza del veicolo
altezza del veicolo
altezza dello stallo
spazio tra il veicolo
e lo stallo adiacente
altezza dello stallo

Progetto di Infrastrutture viarie
**Relazione tra larghezza di corsia d'accesso
e larghezza dello stallo**



Progetto di Infrastrutture viarie

**Relazione tra profondità dello spazio di manovra
e la larghezza dello stallo a 90°**



Progetto di Infrastrutture viarie

Relazione tra profondità dello spazio di manovra e la larghezza dello stallo inclinato

PERFICIE R VEICOLO	SUPERFICIE PER VEICOLO	netta
lorda	[m ²]	
	145	113
	144	111
	144	108
	141	105
	139	101
	138	100
	138	98
	140	99
	141	99

Progetto di Infrastrutture viarie

Tipologia delle aree di parcheggio

Con riferimento al sistema adottato per la movimentazione verticale dei veicoli e la presenza o meno di persone all'interno di tali aree si possono distinguere le seguenti tipologie di aree di parcheggio:

Tipologia	Localizzazione	Collegamento tra i piani di parcheggio	Presenza di persone sui piani di parcheggio
parcheggio	a raso o a livello	2.000 - 4.51	S.S. sì 100%
autorimessa	in elevazione o in sotterraneo	2.12 - 4.01 1.00 - 2.01 rampa	S.S. sì 100%
autosili	in elevazione o in sotterraneo	4.00 - 4.01 1.00 - 2.01 elevatore	S.S. sì/no

In particolare per le tipologie individuate:

- *parcheggi a raso*: è un piano di parcheggio che si sviluppa completamente in orizzontale, all'aperto (al coperto ma con aperture sui lati), su un'area più o meno complanare alle vie di traffico o comunque ad esse direttamente accessibile;
- *autorimesse*: consiste in una serie di piani di parcheggio sovrapposti, orizzontali o inclinati, sostenuti da una maglia reticolare di pilastri e collegati tra loro da percorsi carrabili in pendenza (*rampe*);
- *autosili*: sono autorimesse automatizzate costituite da sistemi modulari che consentono uno sfruttamento ottimale delle superfici e dei volumi disponibili.

Progetto di Infrastrutture viarie

Parcheeggi a raso

Un parcheggio a raso è un piano di parcheggio che si sviluppa completamente in orizzontale, all'aperto (o al coperto ma con aperture ai lati), su un'area più o meno complanare alle vie di traffico o comunque ad esse direttamente accessibile.

Sono quindi parcheggi anche le aree di sosta poste su terrazzamenti a quote differenti dal piano stradale, purché siano da esso direttamente accessibili e siano realizzate all'aperto.

Un parcheggio a raso può essere realizzato su un'area opportunamente individuata e dimensionata in relazione al luogo, al tipo e all'intensità del traffico oppure può essere ricavato su piazze, slarghi, cortili o ai margini delle strade.

Date le caratteristiche funzionali, i parcheggi a raso sono utili per la sosta temporanea (libera o regolamentata) dei veicoli.

Progetto di Infrastrutture viarie

Autorimesse

In figura 35 si riportano le diverse tipologie di autorimesse.

Tali strutture possono essere costruite fuori terra, parzialmente o completamente interrato: quelle interrate però possono costare sino a cinque volte di più di quelle fuori terra.

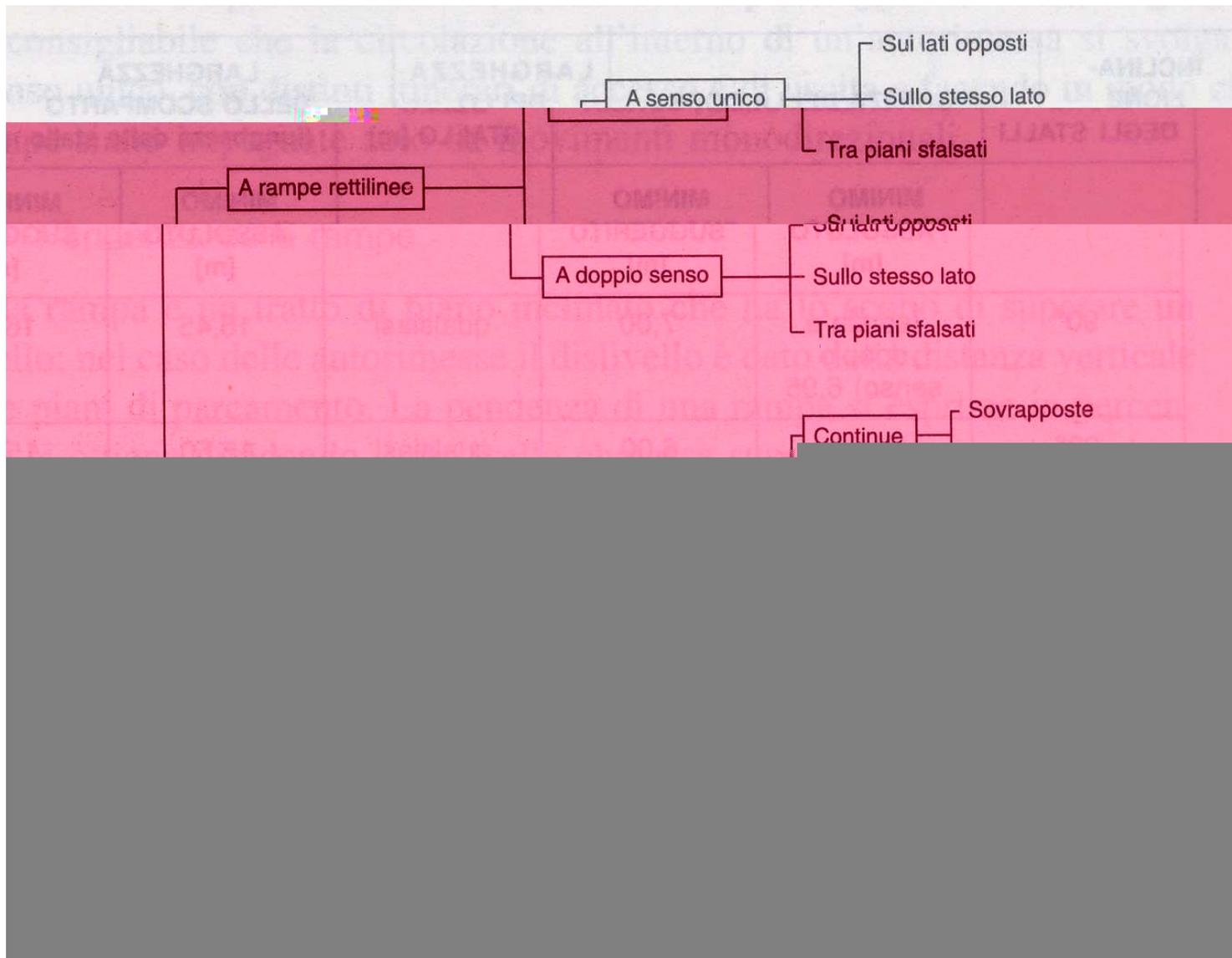
L'altezza dei piani e la dimensione delle rampe è da porsi in relazione con gli ingombri di veicoli e persone in movimento ed è regolamentata dal D.M. 1/2/1986. L'altezza minima è di 2,40 m per autorimesse con più di 9 posti-auto (di 2,00 m netti per autorimesse di capacità tra 9 e 40 posti-auto). La disposizione dei pilastri, come riportato in figura 36, sul piano di parcheggio è determinata sia dall'ampiezza della corsia che dalla lunghezza e dall'inclinazione degli stalli, dove la larghezza dello scomparto si riferisce ad una corsia con uno stallo su entrambi i lati.

A seconda delle necessità e dello spazio disponibile, le rampe possono essere *semplici o doppie, rettilinee o elicoidali, continue o discontinue, interne o esterne* alla struttura.

Dal punto di vista costruttivo si possono avere diversi *schemi distributivi*.

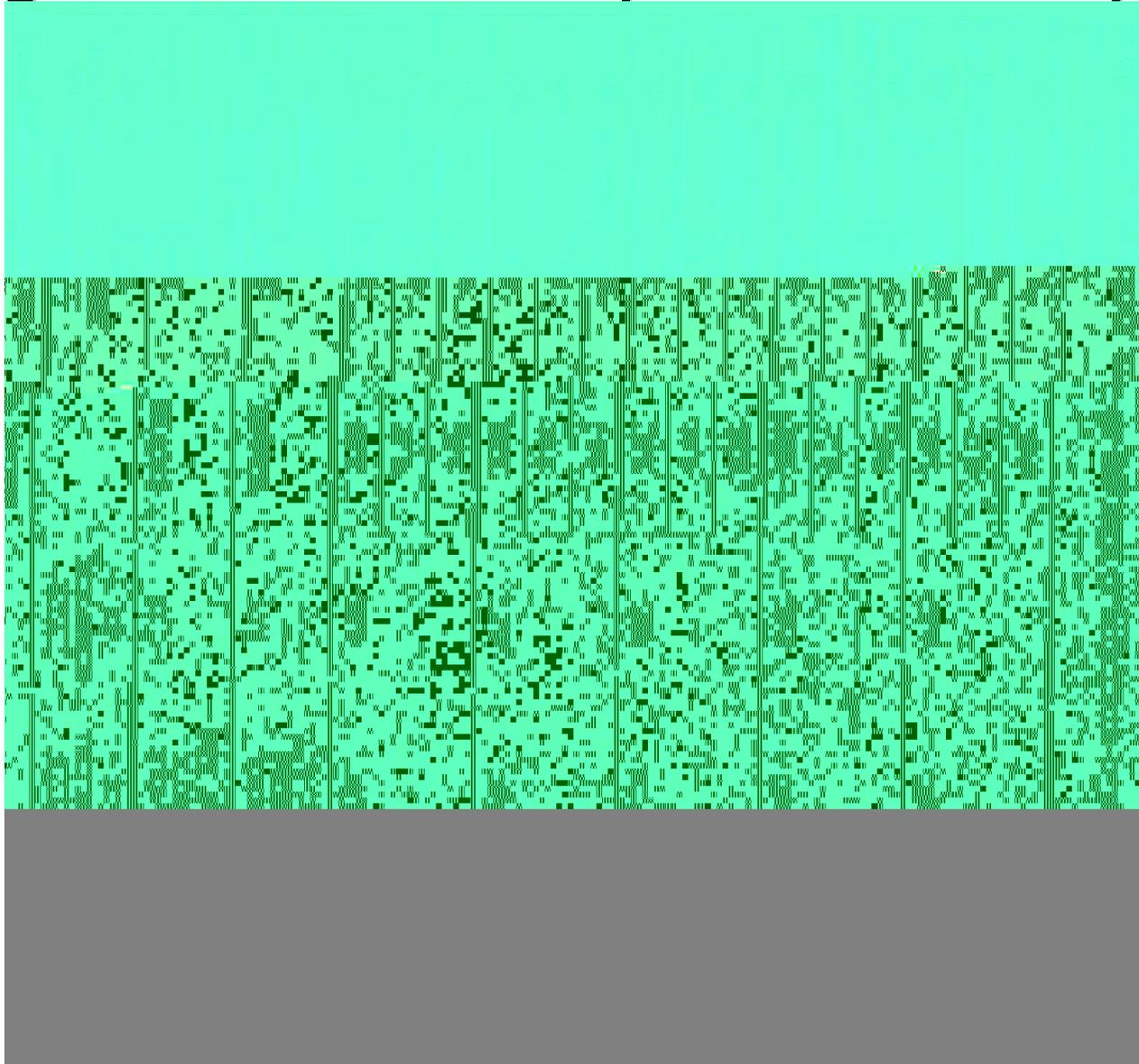
Progetto di Infrastrutture viarie

Tipologie di autorimesse



Progetto di Infrastrutture viarie

Larghezze raccomandate per corsie e scomparti



Caratteristiche delle rampe

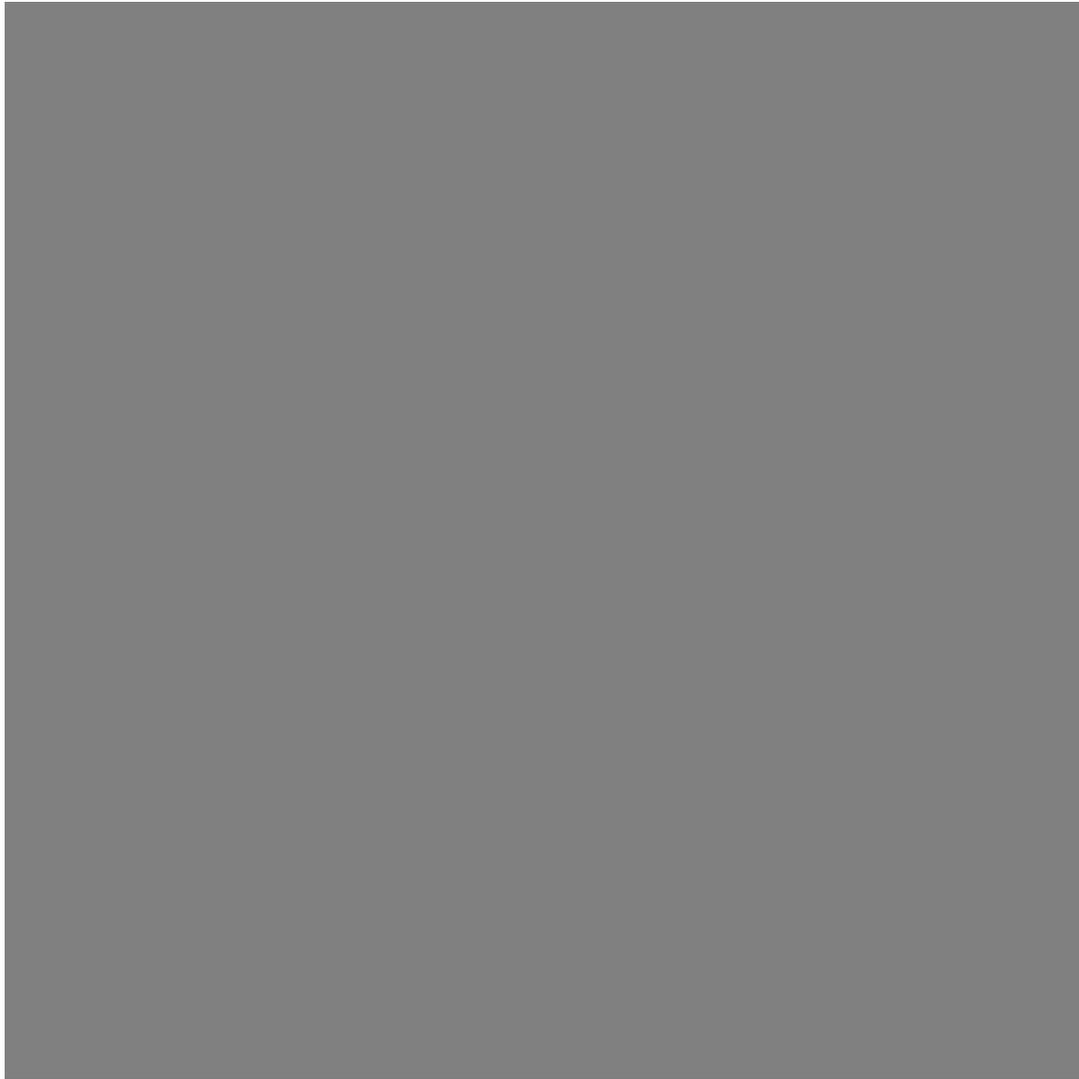
E' consigliabile che la circolazione all'interno della struttura avvenga a senso unico, con distinti itinerari di accesso e uscita e facendo in modo che le rampe siano impegnate solo da movimenti unidirezionali.

Una rampa è un tratto di piano inclinato che ha lo scopo di superare un dislivello (distanza verticale tra due piani di parcheggio). Il D.M. 1/2/1986 fissa nel 20 % il limite massimo di pendenza delle rampe (valore limite e non consigliato). Il valore da ritenere accettabile lungo rampe adibite alla sola circolazione veicolare è del 15 % (nel caso vi sia anche passaggio pedonale del 10 %). Nel caso che tali rampe siano soggette ai fenomeni meteorologici (esterne alla struttura) è bene che la pendenza non superi il 10 %.

In figura 37 è riportato un grafico che, in funzione della pendenza della rampa, mette in relazione lo sviluppo della rampa (sua proiezione orizzontale) con il dislivello da superare. In figura 38 invece si illustra l'andamento altimetrico della rampa con particolare riferimento ai raccordi di arrivo e partenza tra rampa e piani di parcheggio. In particolare per pendenze di rampa maggiori del 10 % è necessario che nei tratti terminali della rampa la pendenza sia dimezzata per un tratto maggiore di 4,00 m. Il raggio massimo per la svolta dell'auto più ingombrante è di 15,00 m (il 95 % delle auto in circolazione riesce a compiere una svolta completa all'interno di una circonferenza di 14,00 m). In figura 39 sono evidenziate le prescrizioni del D.M. 1/2/1986 per le rampe.

Progetto di Infrastrutture viarie

**Relazione tra ingombro orizzontale della rampa
e dislivello tra i piani di parcheggio**



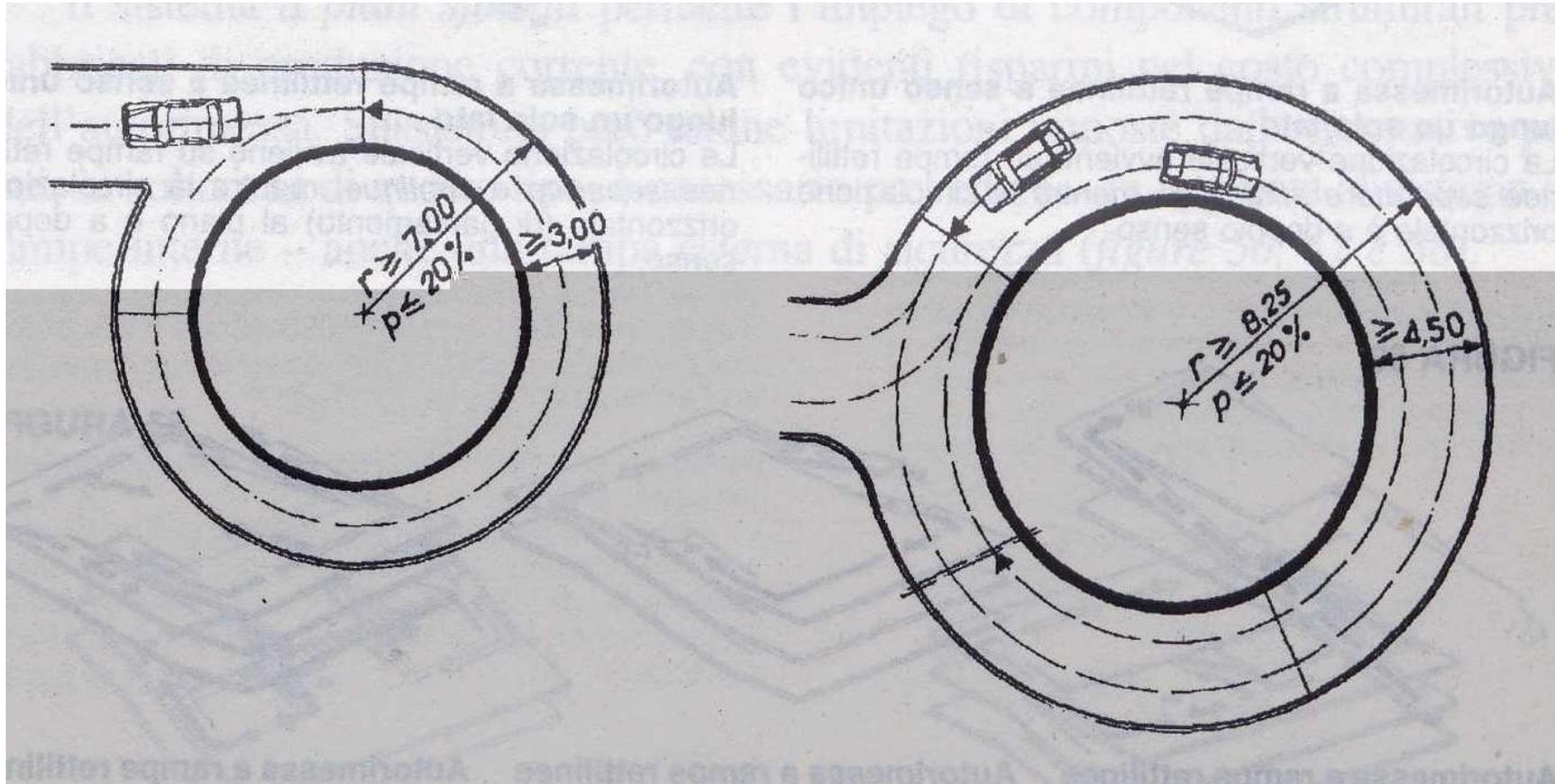
Progetto di Infrastrutture viarie

Andamento altimetrico della rampa



Progetto di Infrastrutture viarie

Larghezza delle rampe



Schemi distributivi per autorimesse

E' possibile distinguere autorimesse *a rampe rettilinee* da autorimesse *a rampe elicoidali*.

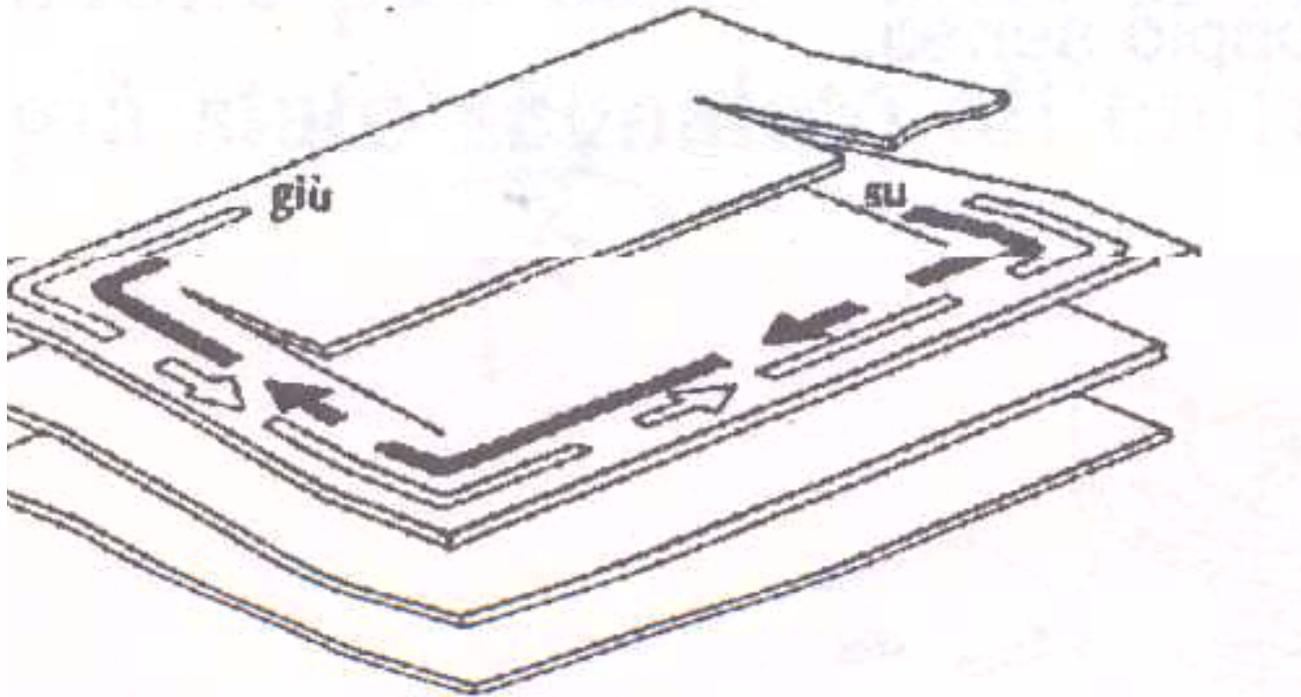
Le *rampe rettilinee* si prestano a svariate soluzioni e la loro realizzazione non richiede tecniche particolari. Le rampe rettilinee a senso unico sono da preferirsi a quelle a doppio senso di marcia o a piani sfalsati, in quanto separano la circolazione verticale (distribuzione tra piani) da quella orizzontale (di parcheggio), assorbendo agevolmente il traffico di punta. Inoltre le rampe rettilinee consentono di separare il traffico in salita da quello in discesa e possono svilupparsi su un solo lato o lungo il perimetro dei piani di parcheggio. Il sistema a piani sfalsati, pur permettendo l'impiego di componenti strutturali prefabbricati di produzione corrente, necessita, in aggiunta al sistema di rampe interne, anche di una rampa esterna di sicurezza.

Le *rampe elicoidali* presentano il vantaggio di avere pendenza e raggio di curvatura costanti (lo svantaggio consiste nella maggior complessità costruttiva e nel maggior ingombro orizzontale). Sono consigliabili le rampe elicoidali a senso unico (anche se hanno un ingombro orizzontale superiore). Le rampe elicoidali possono essere: *continue*: realizzando un percorso ininterrotto dal primo all'ultimo piano dell'autorimessa senza interessare le zone di parcheggio (sono in grado quindi di assorbire agevolmente il traffico di punta) o *discontinue*: realizzano un percorso con passaggio obbligato dei veicoli attraverso ogni piano di parcheggio (soluzione utile per la ricerca del posto-auto se non viene segnalato all'entrata).

Esiste anche la soluzione con *piani-rampa* in cui ogni piano di parcheggio è inclinato (3-4 %) e le corsie di circolazione (a doppio senso di marcia) fungono da rampa.

Nelle figure 40, 41, 42 e 43 si riportano tre esempi di schemi distributivi per autorimesse.

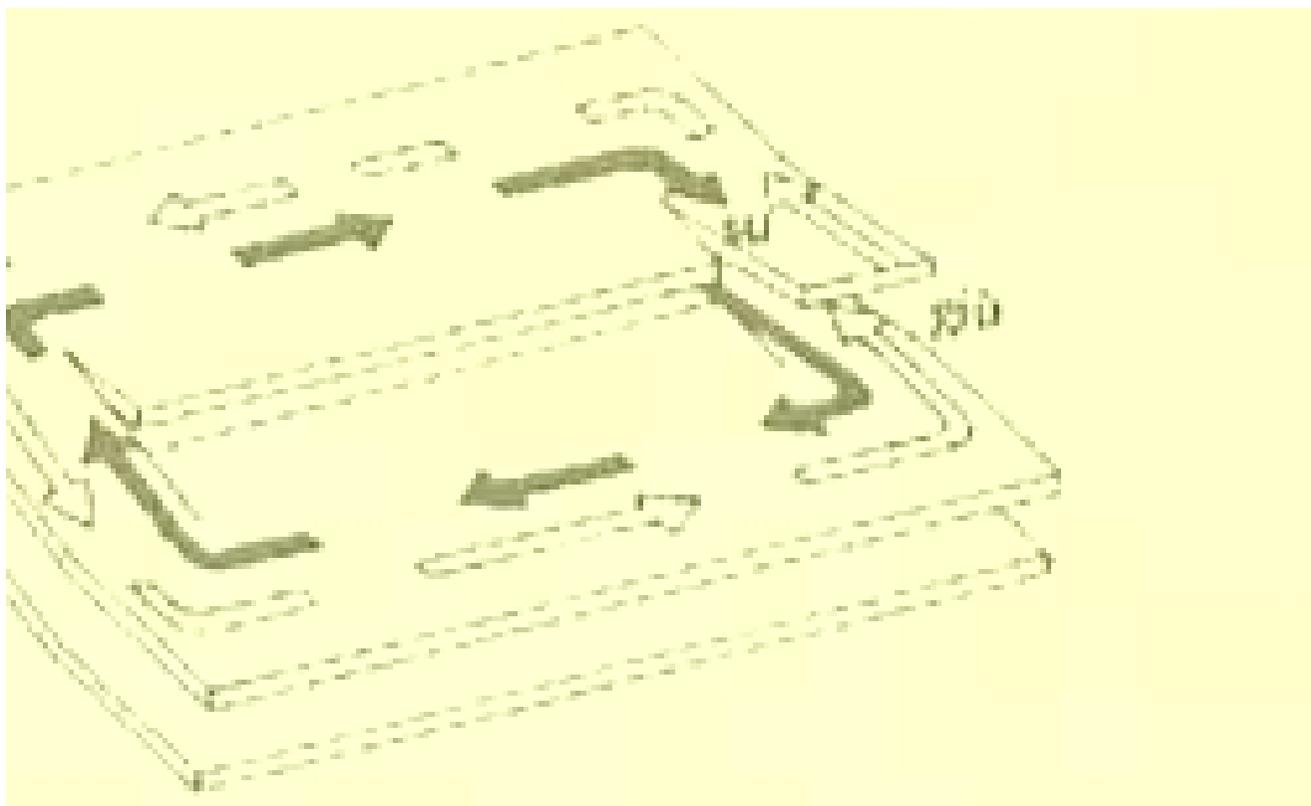
Progetto di Infrastrutture viarie
**Esempio di autorimessa a rampe rettilinee
a doppio senso lungo due lati opposti**



La circolazione verticale avviene in parte su rampe rettilinee uniche e sovrapposte, situate lungo i lati opposti dell'autostrada, e in parte su corsie orizzontali situate lungo gli altri due lati, ottenendo così una circolazione verticale "a spirale". La circolazione orizzontale può essere a senso unico o doppio, in relazione alla distribuzione degli stalli rispetto alle corsie.

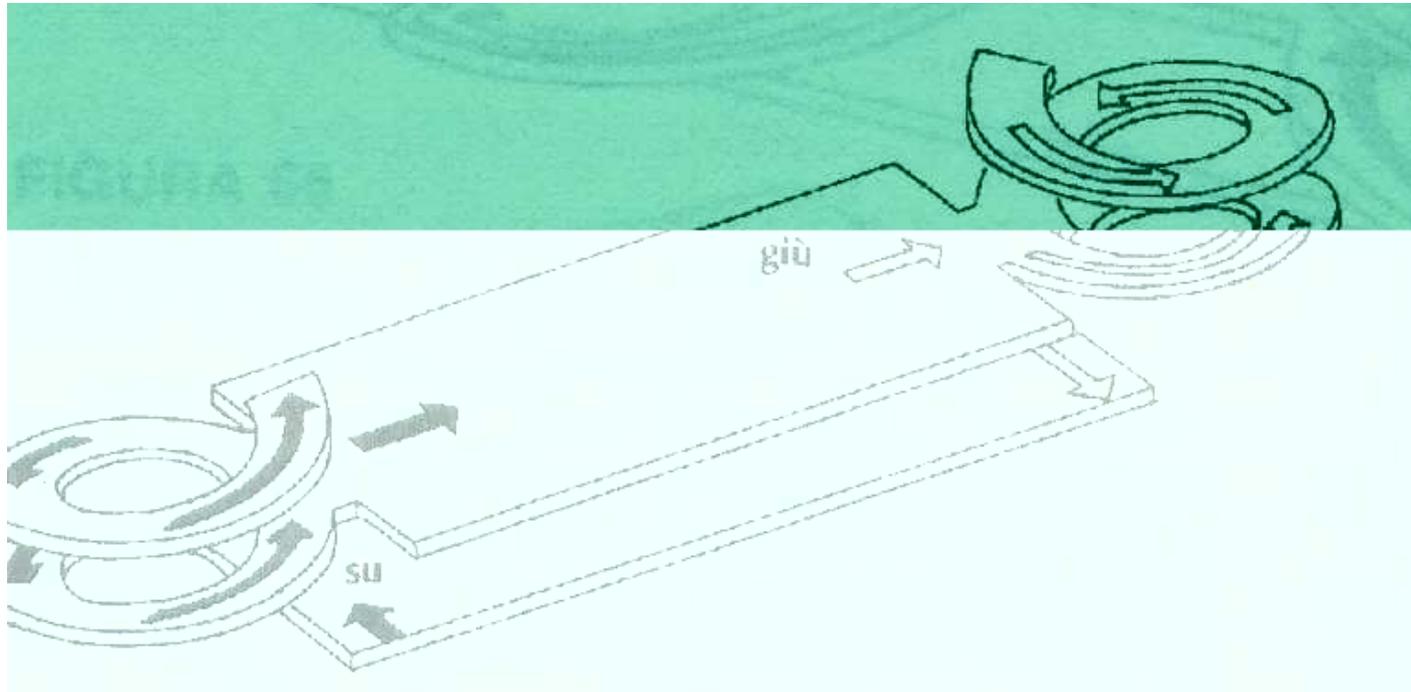
Progetto di Infrastrutture viarie

**Esempio di autorimessa a rampe rettilinee
a doppio senso di marcia tra piani sfalsati**



La circolazione orizzontale è a doppio senso. La circolazione verticale è "spirale", avendo così una circolazione verticale a "spiral" e lungo corsie sui piani di parcheggio, la circolazione verticale si svolge su rampe uniche.

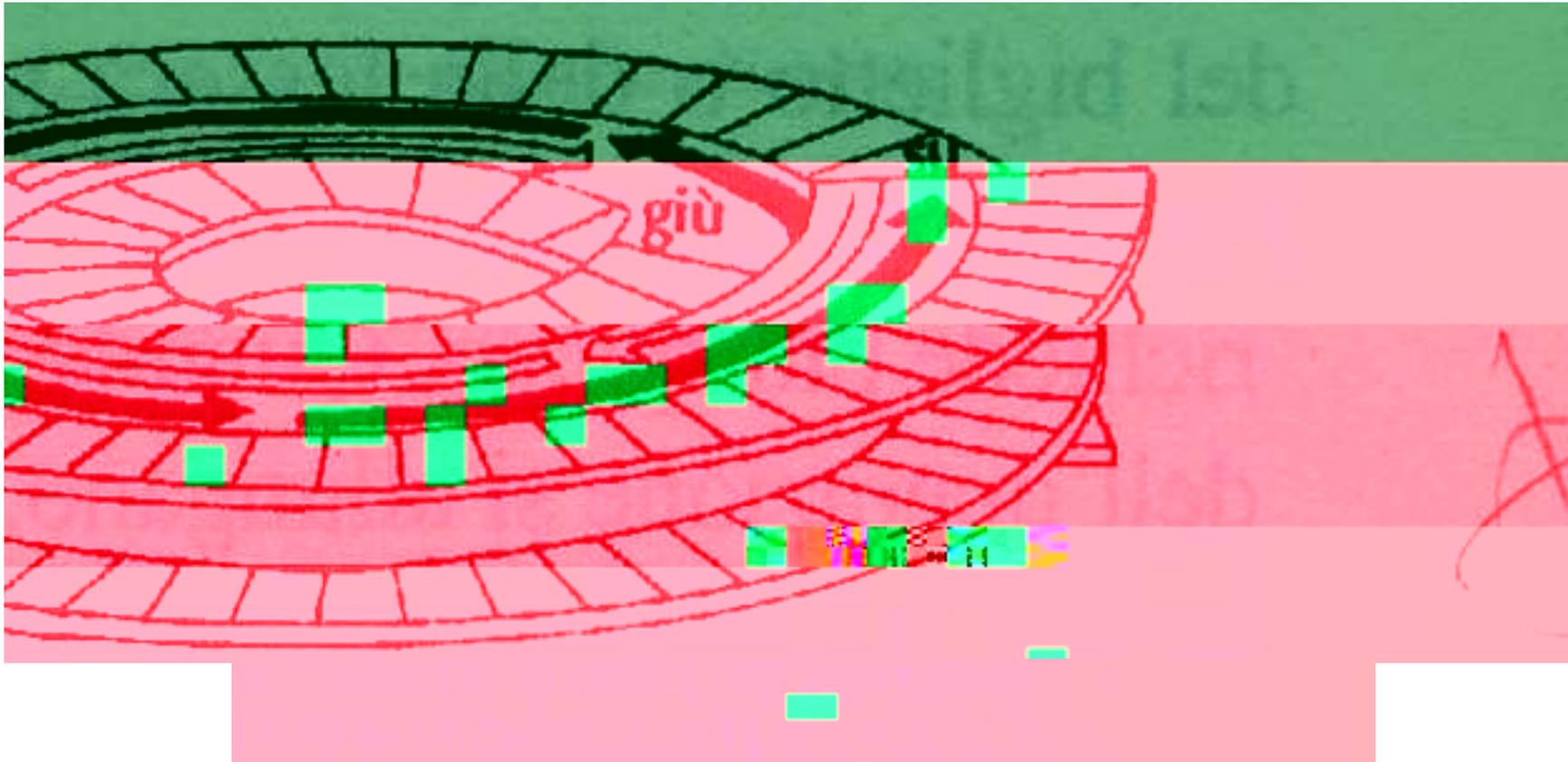
Esempio di autorimessa a rampe elicoidali continue a se8(n)2.1541so unico di marcia



La circolazione verticale si svolge su rampe elicoidali separate e continue, che realizzano percorsi verticali indipendenti. Il flusso in entrata è collegato a quello in uscita attraverso corsia mediana di ogni piano, percorsa in senso monodirezionale verso la rampa di uscita. La circolazione sulle corsie orizzontali è a senso unico.

Progetto di Infrastrutture viarie

**Esempio di autorimessa a piani-rampa elicoidali
a doppio senso di marcia**



Progetto di Infrastrutture viarie

Autosili

In figura 44 si riportano le diverse tipologie di autosili. Sono strutture di elevata flessibilità ed adattabilità in quanto la loro realizzabilità necessita di spazi molto limitati. Offrono infatti il vantaggio di richiedere una minore volumetria a parità di capacità ricettiva, ma, per contro, non sono adatte laddove siano prevedibili domande con punte elevate in brevi intervalli. In figura 44 le caratteristiche di autosilo in commercio.

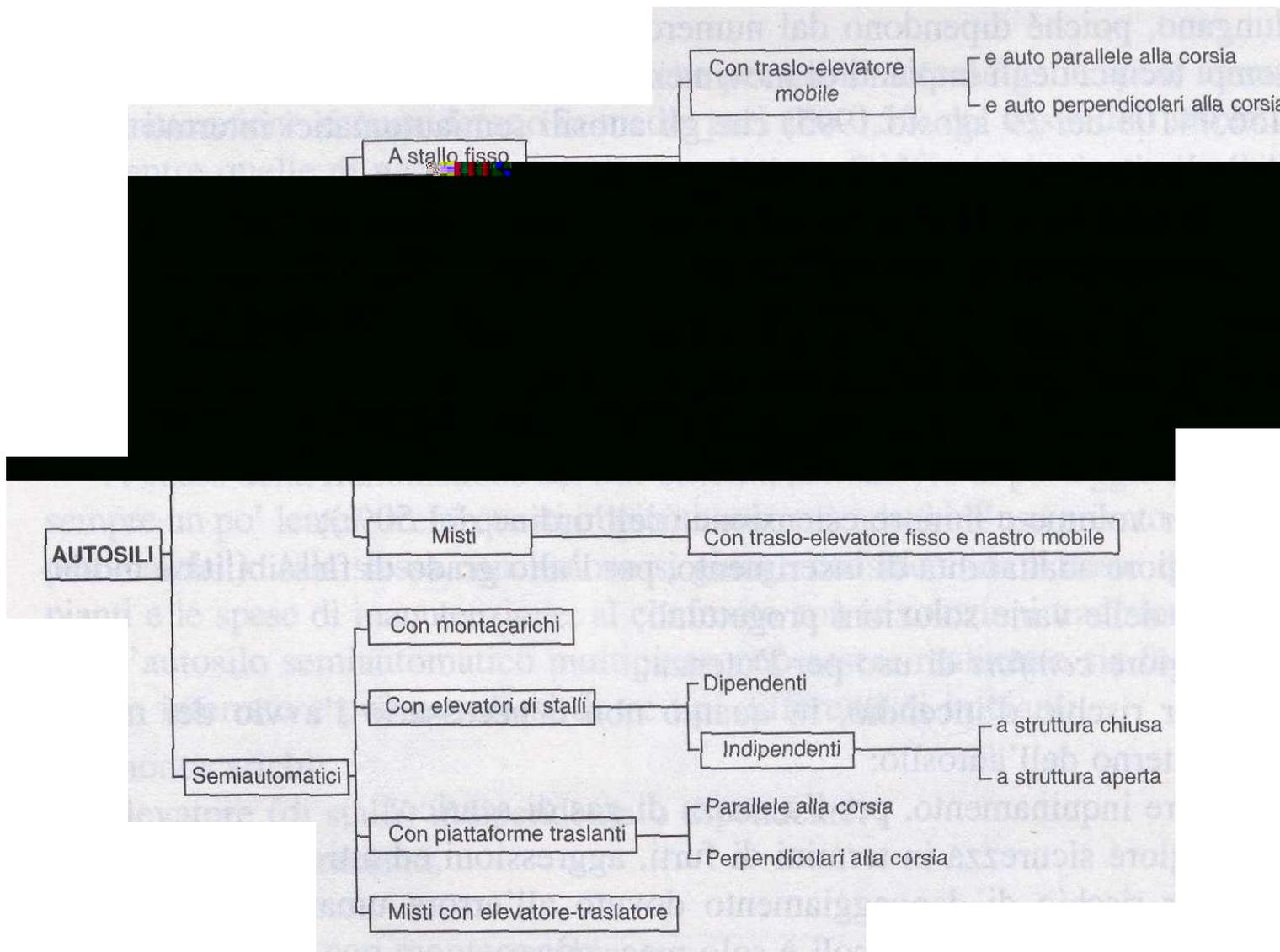
Un autosilo si dice *semiautomatico* quando la manovra di posteggio viene eseguita in modo tradizionale (con l'utente alla guida dell'auto), mentre gli spostamenti verticali avvengono con sistemi meccanici di elevazione (monta-auto).

Un autosilo si dice *automatico* quando l'intera manovra di posteggio è eseguita da un sistema meccanico combinato di mota-auto (traslazione verticale) e carrelli (traslazione orizzontale), in modo tale che i veicoli vengono spostati dall'ingresso allo stallo e viceversa, senza conducente a bordo.

Entrambi i tipi di autosilo possono essere realizzati sia in sotterraneo che in elevazione. Per quelli interrati la voce di costo preponderante è senz'altro quella relativa alle opere civili (incide per il 60-70 % dei costi totali); per quelli in elevazione invece i costi di realizzazione si riducono dal 30 % al 50 %. Le spese annue di manutenzione si ammontano allo 0,5 %, mentre quelle di gestione si aggirano all'1 % del costo dell'impianto.

Progetto di Infrastrutture viarie

Tipologia di autosili



Progetto di Infrastrutture viarie

Caratteristiche degli autosili in commercio

TIPO DI AUTOSILO			DIMENSIONI MINIME NETTE										
Tipo di stallo	Traslo-elevatore	Disposizione delle auto rispetto al traslo-elevatore	Rispetto prescrizioni VVF			Dimensione minima in pianta	Dimensione minima stallo	Dimensione minima piattaforma	Altezza minima in piano	Posti realizzabili per singolo impianto		Tempo massimo di consegna	Costo per posto-auto (1)
			passaggio	altezza	scale	[m]	[m]	[m]	[m]	minimo	massimo	[s]	[milioni di L.]
						no	si	no	si				
fisso	fisso	parallela	no	si	no	6,50 x 6,50	2,10 x 5,10	2,00 x 5,00	1,90	2	29	100 ÷ 150	36
		perpendicolare	si	si	si	7,50 x 8,20	2,10 x 5,10	2,50 x 5,50	2,20	2	per modulo	70	per 20 unità
		a raggiera	si	si	no	18 (diametro)	(lungh.) 5,10	6,00 (diametro)	1,80	2	36	90	15 ÷ 20 per 50 ÷ 60 unità (2)
mobile	mobile	parallela	no	si	si	7,70 x 13,40	2,10 x 5,20	2,10 x 5,20	2,00	4	50	60	20 ÷ 25 per 80 unità
		perpendicolare	si	si	no	8,20 x 15,10	2,10 x 5,40	2,20 x 5,10	3,00	4	90	60	20 ÷ 25 per 80 unità
mobile	nastro orizzontale	corsie affiancate	no	si	no	7,00 x 11,00	2,00 x 5,50		2,20	5	40	60	20 ÷ 25 per 25 unità
		corsie sovrapposte	no	si	no	6,00 x 13,70	1,85 x 5,10	5,15	7	15	60	20 ÷ 25 per 25 unità	
	nastro verticale	corsie affiancate	no	si	no	5,70 x 5,30	2,00 x 5,10	2,00	6	22	60 ÷ 90	(poco adottato)	
misto	fisso e nastro	corsie sovrapposte	si	si	no	11,80 x 6,90	2,00 x 5,10	2,00	10	80	60 ÷ 90	(poco adottato)	
			si	si	si	7,50 x 14,00		2,50					

(1) I costi s'intendono riferiti al febbraio 1998.

(2) Escluse le opere civili.