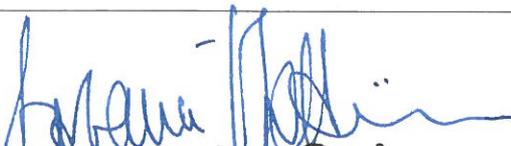


# STADIO DELLA ROMA - TOR DI VALLE

Analisi di funzionabilità dei bacini di sosta

15 giugno 2015



Numero Emissione	1
Numero Revisione	0
Data Emissione	15/06/2015
Motivazione della Emissione	Richiesta del Permesso di Costruire
Redatto da Roberto Morandi Diego Deponte	  <b>Systematica S.r.l.</b> Via Lovanio, 8 - 20121 MILANO

**REGISTRO DELLE REVISIONI**

E	R	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva

**CODIFICA ELABORATO**

<b>TDV</b>	<b>G</b>	<b>GEN00</b>	<b>00</b>	<b>G00000</b>	<b>PD</b>	<b>TR</b>	<b>2360</b>	<b>SYS</b>	<b>1401</b>	<b>00</b>
------------	----------	--------------	-----------	---------------	-----------	-----------	-------------	------------	-------------	-----------

## Indice

1. Abstract .....	4
2. Premessa .....	5
3. Sistema di sosta.....	6
4. Approccio metodologico.....	6
4.1. Dynasim – descrizione del software .....	7
4.2. Ipotesi di distribuzione del traffico afferente i bacini di sosta .....	8
4.3. Sistema di tariffazione.....	8
5. Parcheggio P1 .....	9
5.1. Scenario di simulazione.....	9
6. Parcheggio P2.....	10
6.1. Scenario di simulazione .....	11
7. Parcheggio P4 .....	13
7.1. Scenario di simulazione .....	14
8. Parcheggio P5.....	16
8.1. Scenario di simulazione .....	17
9. Parcheggio P7.....	18
9.1. Scenario di simulazione .....	20
10. Conclusioni .....	22

## 1. Abstract

This technical report summarizes the analysis developed to support the design of public parking related to Stadio della Roma – Tor di Valle development. The design process has required two different steps: in a preliminary phase, an initial design input was provided to support the definition of the most efficient and effective internal parking layout, and in a second phase, subsequent to the parking layout definition, parkings have been tested using specific micro-simulation tools to verify that the designed circulation scheme is capable to cope with the forecasted demand.

Five different ad-hoc traffic models have been specifically developed by using *Cube Dynasim* code, to simulate the vehicular internal circulation, access and egress patterns of parking areas P1, P2, P4, P5 and P7. The related total parking capacity is around 5,500 cars, 6,700 two-wheelers and 50 buses.

Parking areas P1 and P2 have been tested by considering that a vehicular flow equal to more than 70% of the total parking capacity will leave the car park during the peak hour, while, for external parking areas (P4, P5 and P7), it has been assumed that all vehicles will exit from the parking in less than one hour.

This difference is mainly related to access/egress control strategies: P1 and P2 parking could be provided with a different access control system with potential barriers which require stopping vehicles at gates. On the other hand, external parking areas have a more free flow accessibility system, supported by a different and more flexible fares collecting systems.

All simulations show an adequate level of service and no significant critical issues have emerged from a functional stand point. With regards to P1 and P2, the average queue length at gates is very limited, between 40 and 60 meters in relation to the Stadium egress scenario, a value which is acceptable for multi-storey car parks with a total capacity over than 1,000 parking slots. As far as the car parks P4, P5 and P7, only few temporary local slowdowns are reported but without any negative impact on the functionality of the whole system. These minor criticalities can be easily overcome with the provision of an effective parking management and signage strategies.

## 2. Premessa

Il presente documento mira a sintetizzare le analisi condotte a supporto della progettazione delle aree di sosta relative alla realizzazione del comparto Stadio della Roma – Tor di Valle. Gli studi condotti puntano a identificare uno schema di circolazione interno che assicuri un buon funzionamento del parcheggio sia in termini di circolazione interna che di impatto dei veicoli rilasciati sulla rete esterna.

Le analisi modellistiche descritte si inseriscono in un quadro analitico più ampio che prende origine da un modello di traffico macrosimulativo a scala regionale, che è poi stato tradotto in un più dettagliato modello microscopico dinamico da cui vengono estratte tutte le informazioni circa la distribuzione dei veicoli nei differenti bacini di sosta e sul traffico di rete per poi concentrarsi nel dettaglio sui sistemi di circolazione interne a parcheggi

Il documento si compone di una breve illustrazione della metodologia utilizzata e di come questa si relazioni con le analisi modellistiche e funzionali sviluppate ad altra scala e di una descrizione dei parcheggi analizzati con le relative risultanze modellistiche.

In particolare sono stati verificati tramite analisi modellistica i seguenti bacini di sosta destinati ad accogliere gli utenti dello stadio:

- Parcheggio multipiano P1;
- Parcheggio multipiano P2;
- Parcheggio a raso P4;
- Parcheggio a raso P5;
- Parcheggio a raso P7.

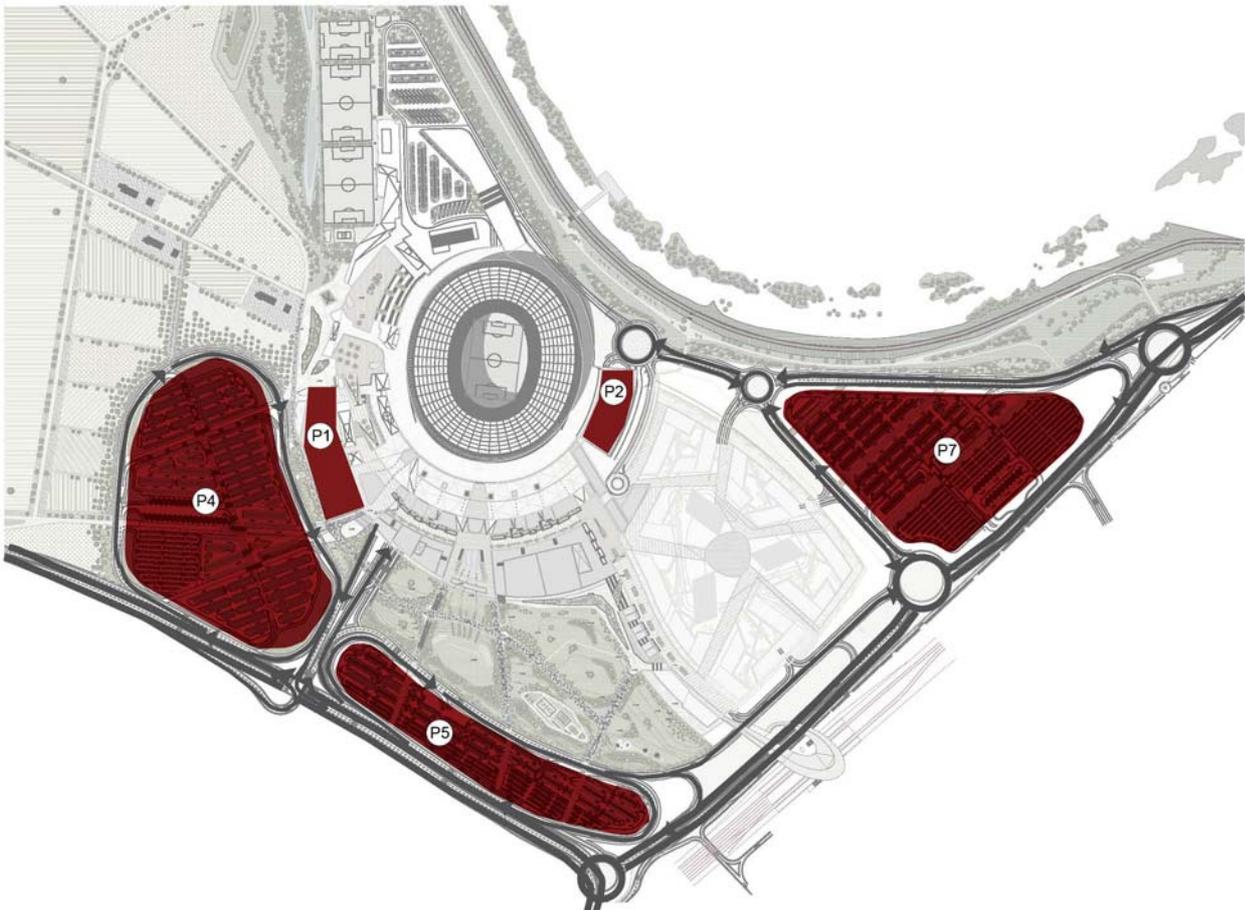


Immagine 2.1. – Localizzazione dei parcheggi analizzati

### 3. Sistema di sosta

Il sistema analizzato si compone dei 5 parcheggi principali legati allo stadio. Si tratta di 3 parcheggi a raso destinati ad auto, moto e bus GT e di due parcheggi multipiano, rispettivamente composti da 4 e 5 piani, ad uso esclusivo degli autoveicoli e destinati essenzialmente a un'utenza VIP.

In totale i bacini di sosta analizzati sono in grado di accogliere circa 5,500 auto, 6,700 veicoli a due ruote e 50 autobus GT. La seguente tabella riporta la capacità massima suddivisa per parcheggio e categoria veicolare. Tali valori sono stati utilizzati per la stima della domanda.

Parcheggio	Auto	Moto	Bus
P1	1,327	-	-
P2	1,278	-	-
P4	1,600	1,409	30
P5	570	1,871	-
P7	735	3,391	20
Tot	5,510	6,671	50

Per una descrizione più dettagliata del disegno del sistema di sosta, inclusi stalli e camminamenti pedonali, si rimanda agli elaborati specifici di progetto.

### 4. Approccio metodologico

L'obiettivo principale delle analisi descritte all'interno del presente documento è quello di fornire delle strategie di accessibilità, gestione e circolazione per i bacini di sosta destinati agli utenti del nuovo Stadio della Roma. La necessità di svolgere delle simulazioni atte a valutare dettagliatamente la funzionalità dei parcheggi è dettata dalla dimensione importante degli stessi e dalle particolari dinamiche con cui si muoveranno i diversi utenti. Particolare attenzione richiede lo scenario di svuotamento dello stadio successivamente a un evento per cui si prevedono importanti picchi di domanda.

Queste analisi sono state sviluppate a valle di una dettagliata analisi microsimulativa della viabilità esterna con cui si è valutata la funzionalità della rete stradale in prossimità dell'area di Tor di Valle. Tale studio (descritto nell'elaborato *Analisi e verifica simulativa del sistema di accessibilità*) mira a supportare il disegno della viabilità esterna a partire dalle principali connessioni con la viabilità esistente fino ai differenti accessi al comparto. In particolare gli ingressi ai parcheggi in struttura all'interno della piastra e gli accessi ai parcheggi a raso nelle zone periferiche dello sviluppo. Grazie all'utilizzo di questo strumento modellistico è stato possibile identificare le posizioni ottimali per gli ingressi e le uscite dei diversi bacini di sosta in modo da garantire la migliore accessibilità senza gravare eccessivamente sulla rete esterna nei momenti di picco (in particolare durante l'uscita dallo stadio).

Sulla base delle informazioni ottenute da queste analisi è quindi stato possibile studiare l'organizzazione interna del parcheggio, andando a definire i principali elementi di circolazione in modo da garantire una buona connettività tra ingressi e uscite, consentire di collegare adeguatamente tutti gli stalli e assicurare la possibilità di ricircuitare ai veicoli in cerca di un posto auto. Inoltre si è anche ricercato un layout che permettesse di evitare la creazione di flussi parassiti e la massima funzionalità dei corselli. Per ottenere questo risultato si è scelto di drenare i corselli di tutto il traffico passante convogliando i veicoli sui sistemi di circolazione principali (2 o 3 corsie a senso unico) che garantiscono anche il collegamento con la viabilità esterna. Questa appare infatti come la soluzione più resiliente infatti, anche nel caso si dovessero verificare criticità o picchi di traffico non previsti, gli accodamenti avrebbero luogo sui sistemi principali o sulla viabilità esterna, senza bloccare completamente la circolazione nel parcheggio.

Raccogliendo queste informazioni, insieme a quelle relative alla circolazione pedonale e agli spazi verdi, il team di progettazione ha potuto definire il layout dei parcheggi che è stato successivamente validato mediante l'utilizzo del software di micro-simulazione *Cube Dynasim 5*. Tale software consente di riprodurre il comportamento di ogni singolo autista permettendo

di simulare le reali interazioni tra veicoli e stalli che si verificheranno nelle aree di sosta. In particolare Cube Dynasim dispone di uno specifico modulo atto a simulare la dinamica di ricerca di uno stallone libero e tutti gli impatti della circolazione in uscita dal parcheggio a partire dal veicolo parcheggiato.

Per validare il layout delle aree di sosta dal punto di vista veicolare si è ritenuto opportuno simulare lo scenario di picco, corrispondente a quello di uscita dallo stadio in seguito ad un evento. Per lo sviluppo di queste simulazioni, a fini cautelativi, si è scelto di considerare che il 100% dei veicoli presenti nel parcheggio esca nel corso dell'ora di punta per i parcheggi esterni. Per quanto riguarda i parcheggi multipiano invece, data la maggiore complessità dei percorsi sia pedonali che veicolari al loro interno, si ritiene più realistico considerare una domanda in uscita pari a poco più del 70% della capacità totale.

#### 4.1. Dynasim – descrizione del software

Le verifiche modellistiche sono state condotte implementando ed interrogando specifici modelli di traffico sviluppati con il codice di microsimulazione dinamica *Cube Dynasim 5*, le cui funzionalità di assegnazione comportamentale-stocastica, unite alla possibilità di approfondire il livello analitico fino al singolo veicolo, si ritengono essere le più adatte per le analisi oggetto del presente studio.

Dynasim è in grado di riprodurre fedelmente le dinamiche dei fenomeni di traffico, utilizzando un sofisticato modello microscopico, stocastico e basato sul reale comportamento dei guidatori; il software permette di sviluppare dettagliate analisi di complessi sistemi viari e simulare realisticamente i flussi di pedoni, biciclette, auto, mezzi pesanti, autobus e sistemi di trasporto su ferro (tram).

Dynasim esegue le simulazioni in funzione delle caratteristiche infrastrutturali della rete, dei flussi di traffico, delle regolazioni delle intersezioni e dell'eventuale presenza di veicoli adibiti al servizio di trasporto pubblico. Per simulare dettagliatamente ciascuno di questi aspetti è necessaria una descrizione corretta e dettagliata di ognuno di essi:

- Offerta infrastrutturale (Rete);
- Domanda di trasporto (Flussi);
- Regolazione semaforica;
- Trasporto Pubblico.

L'offerta infrastrutturale è definita dalla rete stradale e da eventuali altri elementi di circolazione (corselli di parcheggio, corsie di drop off..) sulla base delle caratteristiche di tutti gli elementi di cui essa è costituita, quali traiettorie veicolari, semafori, attraversamenti pedonali, rotatorie, rampe autostradali, ecc. Nella definizione delle traiettorie della rete stradale, oltre all'andamento planimetrico della stessa, è necessario specificare importanti parametri relativi al numero di corsie, alla larghezza delle stesse, alla velocità di libero deflusso e all'algoritmo che esprime il comportamento di un veicolo in funzione del veicolo che lo precede sulla medesima corsia (modello comportamentale *Car-Following*).

Il software offre inoltre molteplici modalità di gestione delle traiettorie conflittuali, tra cui "Stop", "Precedenza" e "Linea di Arresto" associata a un semaforo a cui si accompagnano diversi possibili comportamenti da parte dell'utenza. È inoltre possibile simulare l'impatto sulla viabilità prodotti dai pannelli a messaggio variabile (VMS).

Per quanto riguarda i volumi di traffico Dynasim raggruppa tutti i dati relativi alla domanda di traffico negli scenari dei flussi; uno scenario dei flussi permette di:

- specificare il periodo di simulazione, definendo la fascia oraria cui si riferisce;
- definire le matrici O-D, quantificando i volumi di traffico secondo le coppie origine - destinazione per ciascuna classe veicolare definita;
- quantificare le eventuali variazioni della domanda durante il periodo di simulazione.

Dynasim inoltre è dotato di un modulo appositamente sviluppato per la simulazione delle aree di sosta, integrando al suo interno algoritmi che permettono la simulazione della ricerca del posto ottimale, in funzione di diversi parametri quali la "ricerca della porta di ingresso ideale" e la "visibilità degli stalli". Proprio questa capacità del software ha portato a selezionarlo per la simulazione dei bacini di sosta legati allo Stadio di Tor di Valle.

È possibile descrivere ogni tipologia di parcheggio, di qualsiasi dimensione e geometria, andando dalle grandi aree fino alla sosta a bordo strada. Raggiunta una zona di parcheggio, ogni veicolo cerca uno stallone libero, puntando ad ottimizzare la scelta dello stallone in funzione della localizzazione degli attrattori e della minimizzazione della distanza da percorrere a piedi. Se un

veicolo non trova un posto libero all'interno della zona di parcheggio ottimale entro un tempo accettabile, in funzione della tipologia di parcheggio e di utenza, sceglie se continuare a cercare oppure se dirigersi verso una zona più lontana. Questo modulo è già stato utilizzato con successo per bacini di sosta sia a raso che multipiano legati alle strutture più disparate: centri commerciali, siti espositivi, università, ospedali.

## **4.2. Ipotesi di distribuzione del traffico afferente i bacini di sosta**

Il corretto dimensionamento dei parcheggi, e in particolare dei sistemi di connessione con la viabilità, richiede un accurato studio sulla provenienza dei veicoli afferenti ad ogni bacino. Infatti, indirizzando i veicoli nei bacini attraverso sistemi di segnalamento statici e dinamici, è possibile evitare o comunque ridurre sensibilmente il traffico sulla viabilità di servizio e la conflittualità tra le varie manovre.

L'analisi modellistica impone quindi l'introduzione di alcune ipotesi in merito allo riempimento dei parcheggi. Tali ipotesi sono le medesime che sono state considerate nel corso dello sviluppo del modello di micro-simulazione di cui questo studio rappresenta un approfondimento.

Non avendo a disposizione informazioni dettagliate circa i sistemi di indirizzamento che verranno adottati per i diversi bacini in relazione ai sistemi tariffari differenziati per area che si intenderà adottare, è stato ipotizzato un sistema di riempimento relazionale principalmente alla localizzazione geografica dei parcheggi rispetto alle direttrici di accesso.

Nello specifico si è ipotizzato quanto segue:

- bacini di sosta P1, P4 e P5 vanno a saturarsi prevalentemente con i veicoli provenienti dal nuovo ponte e con i veicoli provenienti da via del Mare/via Ostiense Sud;
- bacini di sosta P7, P2 vengono utilizzati prevalentemente dai veicoli che transitano su via Del Mare/ Ostiense provenendo dal centro città; gli stessi parcheggi sono utilizzati anche dai veicoli che transitando su via del Mare/Ostiense in direzione opposta e non trovano disponibilità di sosta nei parcheggi posti più a Sud.

Si ipotizza che i veicoli in uscita dai parcheggi utilizzino principalmente le stesse direttrici di arrivo, andando a ripercorrere in senso contrario il percorso di ingresso all'area., nel rispetto comunque delle percentuali di distribuzione derivanti dagli studi di area vasta.

## **4.3. Sistema di tariffazione**

Il sistema di tariffazione è un punto cruciale nella gestione di un parcheggio, infatti le modalità con cui si sceglie di verificare l'avvenuto pagamento e, eventualmente, di controllare gli accessi possono avere un impatto importante sulla funzionalità del parcheggio e delle aree limitrofe.

In questo caso si è ipotizzato di utilizzare sistemi di tariffazione flessibile per i 3 parcheggi a raso (P4, P5 e P7) in cui non si ritiene necessario l'inserimento di sbarre o altri sistemi di controllo, né all'ingresso né all'uscita. Sistemi di gestione di questo tipo sono già implementati in diverse realtà simili (Parcheggi esterni Juventus Stadium, Parcheggio Lampugnano San Siro, Parcheggi di interscambio pendolari) e si configurano in maniera molto simile a quanto avviene per la normale sosta a pagamento a bordo strada (in genere con la possibilità di pagare sia presso un'emettitrice automatica che per via telematica). In questo modo è possibile massimizzare l'efficienza del parcheggio riducendo al minimo le aree di accodamento e gli spazi destinati ai sistemi di controllo degli accessi.

Per quanto riguarda invece i parcheggi in struttura (P1 e P2), trattandosi di parcheggi destinati a una clientela VIP, si è ritenuto necessario introdurre un sistema di controllo di accessi e uscite per evitare l'ingresso di veicoli non autorizzati e per accertare l'avvenuto pagamento prima di consentire l'uscita.

## 5. Parcheggio P1

Il parcheggio P1 è il parcheggio multipiano localizzato nell'area occidentale del Master Plan e destinato principalmente al servizio di un'utenza VIP legata ad eventi all'interno dello stadio (partite, concerti...). Tale bacino di sosta si compone di 4 piani collegati tra loro da un sistema di rampe interne che mettono in comunicazione il piano terra, da cui si accede al parcheggio, con i piani sovrastanti. Complessivamente la capacità del parcheggio risulta essere pari a circa 1330 stalli.

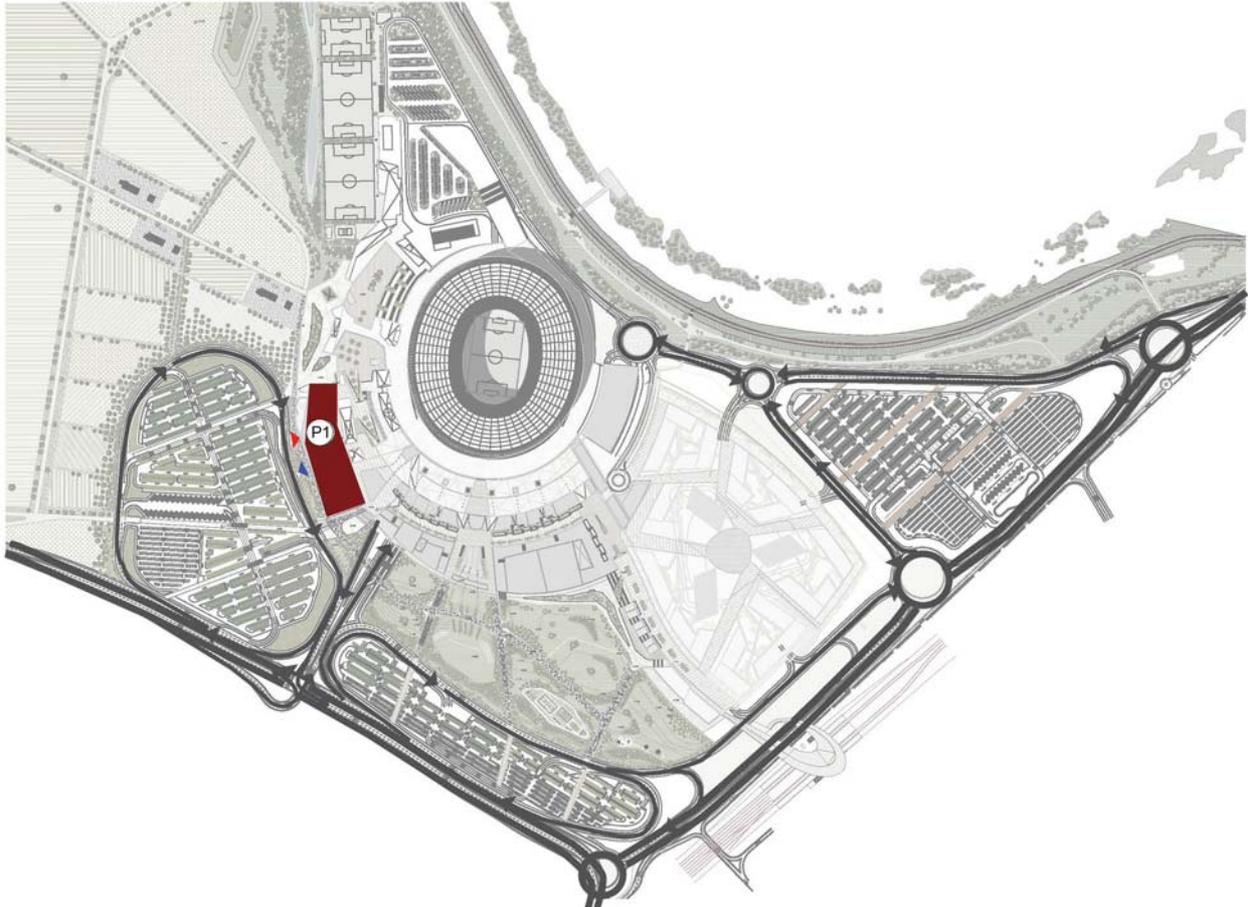


Immagine 5.1. – Localizzazione del parcheggio e schema degli accessi

### 5.1. Scenario di simulazione

Nello scenario di simulazione si ipotizza che nell'ora successiva al termine dell'evento calcistico si registri il 70% delle uscite veicolari dal parcheggio. Si considera che l'ipotesi sia realistica in quanto, essendo un parcheggio multipiano destinato ad una particolare categoria di utenza, i tempi di uscita dallo stadio e di raggiungimento del proprio veicolo da parte degli utenti, possano essere maggiori di quelli degli altri bacini di sosta.

Come accennato precedentemente, si assume che il parcheggio sia dotato di un sistema di tariffazione che preveda delle sbarre di attestazione per l'emissione del biglietto in entrata e la validazione dello stesso in uscita. Nella simulazione si ipotizza il perditempo medio dei veicoli in transito alle sbarre sia pari a 6 sec.

#### 5.1.1. Risultanze ottenute

Il processo di simulazione evidenzia un buon funzionamento del parcheggio; data la capacità del bacino di sosta si ritiene necessario inserire almeno due varchi di uscita, consentendo l'immissione dei veicoli sulla viabilità esterna su due corsie parallele.

Nell'immagine a seguire si riporta una istantanea di simulazione ad evidenza che all'interno dell'area di sosta non si presentano particolari criticità. Per una facile comprensione dell'immagine sono stati definiti con due colorazioni differenti i veicoli che si muovono a piano terra (blu) e i veicoli che transitano dalla rampa che dà accesso ai piani superiori (rossi). La simulazione evidenzia che la localizzazione della rampa e l'organizzazione del sistema di circolazione interna adottata è tale da limitare le conflittualità tra i veicoli in movimento. In attestazione alle rampe si registra un accodamento medio di circa 40 metri, valore che corrisponde a meno di 10 veicoli.

Si sottolinea che l'introduzione del sistema di sbarre è cautelativa, in quanto potrebbero essere adottate delle soluzioni di tariffazione che prevedono il pagamento del parcheggio contestuale a quello del biglietto di ingresso allo stadio. In tale caso il deflusso dei veicoli potrebbe essere più fluido.



Immagine 5.2. – Immagine estratta dal modello di simulazione del parcheggio P1

## 6. Parcheggio P2

Il parcheggio P2 si colloca in prossimità della rotonda R6, sul versante Est dello stadio..

La struttura si sviluppa su 5 piani ed offre un totale di circa 1780 posti auto. Come il P1 si prevede che sia destinato all'utenza VIP attesa in concomitanza degli eventi previsti all'interno dello stadio.

L'accesso al parcheggio avviene dalla medesima rotonda che garantisce accesso al parcheggio C1 e all'area drop off antistante gli alberghi. Nell'immagine a seguire si evidenzia la localizzazione dei punti di ingresso ed uscita dal parcheggio.

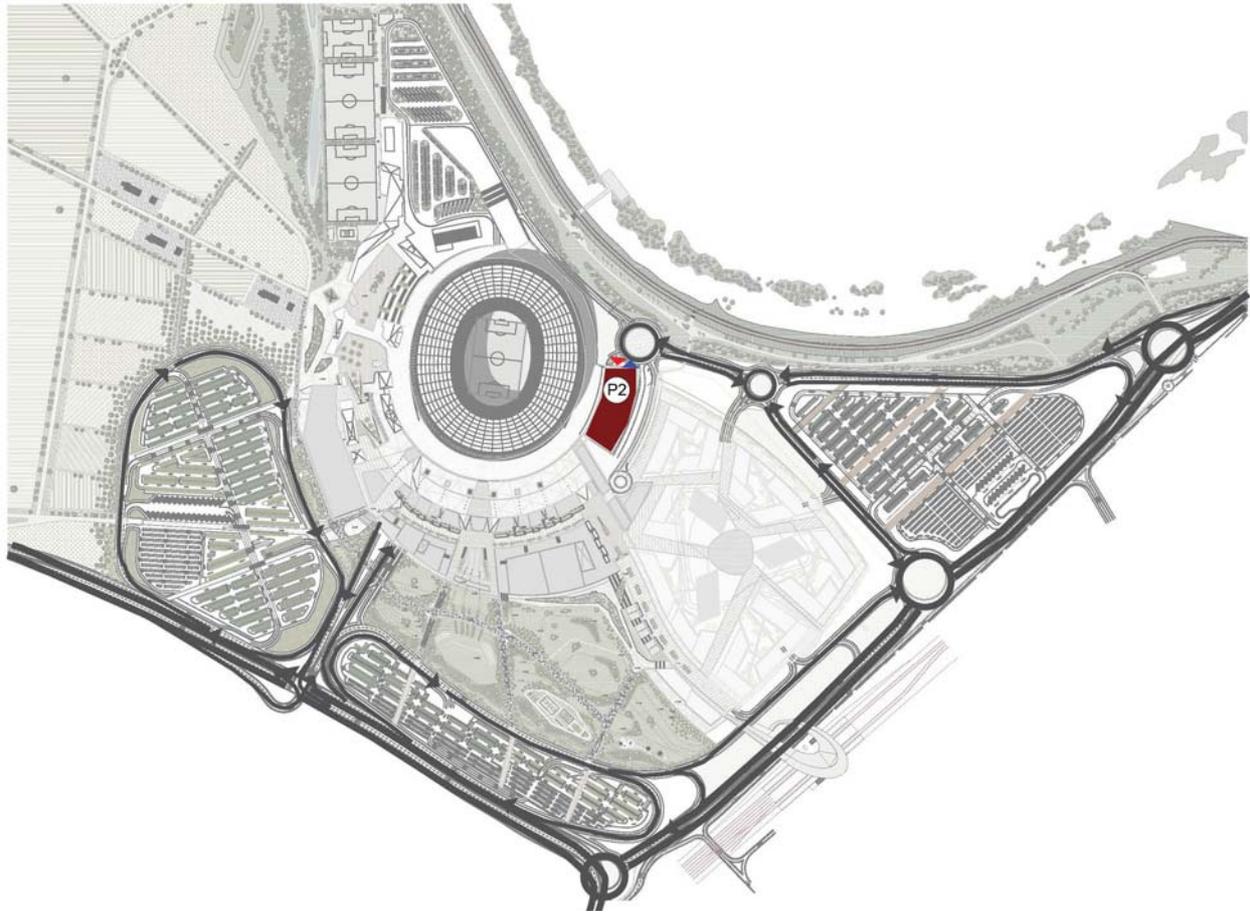


Immagine 6.1. – Localizzazione del parcheggio e schema degli accessi

## 6.1. Scenario di simulazione

Le ipotesi adottate nel processo di simulazione sono le medesime presentate per il parcheggio P1; anche in questo caso si considera che nell'ora di punta i veicoli in uscita dal bacino di sosta corrispondano al 70% della sua capacità.

Si ipotizza un sistema di regolamentazione degli accessi tramite sbarre di ingresso ed uscita; il perditempo medio associato ad ogni veicolo in uscita dal parcheggio che simula la presenza della sbarra è pari a 6 secondi.

### 6.1.1. Risultanze ottenute

Il modello è stato sviluppato su più livelli, andando a verificare la funzionalità del sistema di circolazione interna e il corretto dimensionamento e localizzazione delle sbarre in uscita. Data la particolare localizzazione della rampa di circolazione interna la posizione delle sbarre è stata ipotizzata il più possibile prossima alla rotatoria, per favorire l'attestazione su due corsie; vista la dimensione del parcheggio, la simulazione evidenzia la necessità di disporre almeno di due varchi di uscita per favorire il deflusso dei veicoli. Come ben evidenziato nelle immagini seguenti, non si riscontrano internamente al parcheggio gravi accodamenti. Durante la finestra di simulazione l'accodamento medio dei veicoli è pari a circa 60 metri.

Geometricamente, la posizione delle rampe sul lato nord dell'edificio, non favorisce la manovra di svolta su entrambe le corsie di accodamento. Il problema, non riscontrabile attraverso la simulazione, dovrà essere analizzato nelle fasi successive di progettazione.

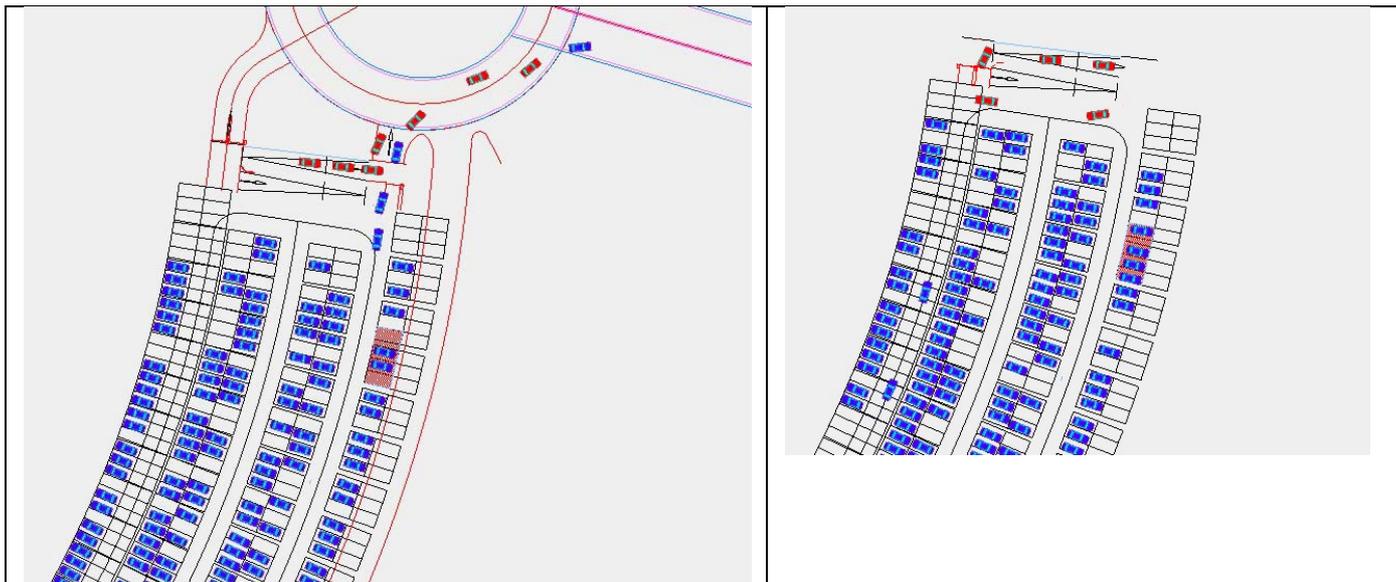


Immagine 6.2. – Immagine estratta dal modello di simulazione del parcheggio P2 piano terra a sinistra e piano 1 a destra

## 7. Parcheggio P4

Il parcheggio P4 è il parcheggio a raso localizzato nella zona Sud-Ovest del Master Plan. È connesso alla viabilità esterna mediante un anello di circolazione a senso unico che lo aggira interamente e su cui gravitano anche gli accessi per i parcheggi P1 e A4.

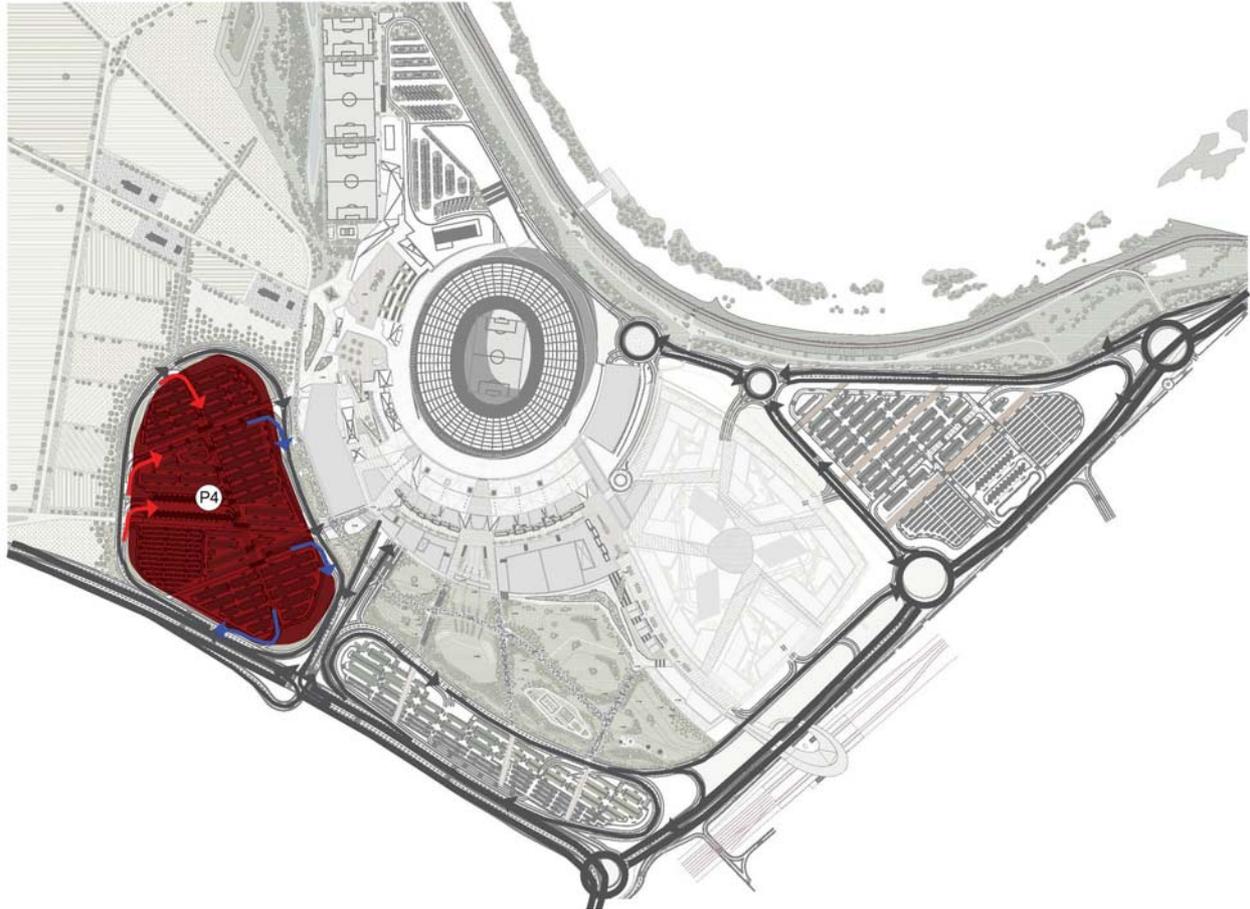


Immagine 7.1. – Localizzazione del parcheggio e schema degli accessi

Come già precedentemente illustrato si è ipotizzato che non vi sia la necessità di controllo degli accessi né di verifica del pagamento all'uscita. Il sistema quindi è stato dimensionato ipotizzando che non vi siano interruzioni nel flusso né in ingresso né in uscita. Sulla base di questa ipotesi e dei volumi di traffico ricavati dal modello di micro simulazione della rete esterna è stato possibile prevedere la necessità di inserire due un minimo di 2 ingressi e 3 uscite principali. Per migliorare la funzionalità del parcheggio si è inoltre scelto di introdurre un'entrata dedicata solamente ai veicoli a due ruote e una destinata agli autobus GT.

Per quanto riguarda la circolazione interna il sistema ipotizzato prevede una gerarchizzazione della viabilità in 4 livelli. Si è previsto un anello di circolazione esterno (che fa parte della rete stradale già descritta), una spina centrale a sezione variabile che connette gli ingressi e le uscite e un sistema di viabilità minore secondario che permette la ricircuitazione dei veicoli tra i diversi corselli di ogni tasca.

I corselli sono connessi sia all'asse principale che al sistema secondario. Va sottolineato che invece i sistemi principale e secondario non scambiano mai tra loro al fine di evitare la generazione di flussi parassiti che potrebbero tentare di aggirare eventuali accodamenti sul sistema principale.

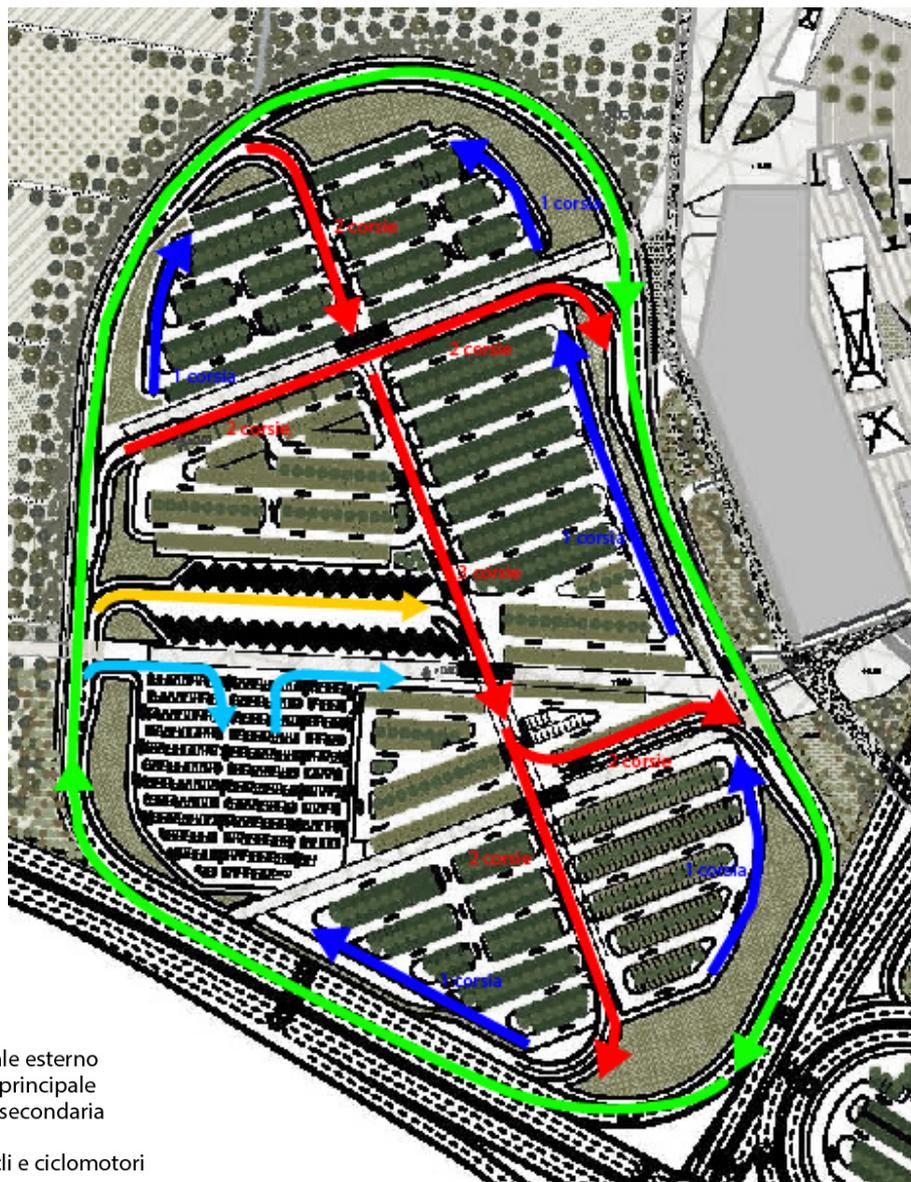


Immagine 7.2. – Configurazione del sistema di circolazione interno

## 7.1. Scenario di simulazione

Il parcheggio ha una capacità totale pari a circa 1.600 posti auto, 1400 motocicli e ciclomotori e 30 autobus. Tali valori corrispondono alla domanda totale considerata nella simulazione per lo scenario di uscita dallo stadio. Si è assunto che circa il 57% dei veicoli che lascia questo bacino di sosta si diriga verso Via Ostiense/Del Mare unificate mentre la restante parte si diriga verso il ponte e lo svincolo con l'autostrada A91.

Per simulare al meglio le possibili difficoltà di immissione dei veicoli all'interno del parcheggio sull'anello di circolazione esterno si è ritenuto opportuno tenere conto anche delle interferenze generate dal traffico prodotto dai veicoli che devono uscire dal parcheggio P1 percorrendo una parte dell'anello di circolazione esterno.

### 7.1.1. Risultanze ottenute

La simulazione non presenta particolari criticità, si verificano alcuni temporanei rallentamenti che possono essere considerati normali in un bacino di sosta di queste dimensioni con una domanda oraria superiore a 2.000 veicoli/h. Si può affermare che lo schema proposto è in grado di sostenere il traffico legato al movimento di uscita dallo stadio dopo un evento in cui si è

registrata la massima affluenza. Nelle seguenti immagini è possibile osservare dettagli delle diverse parti dell'area modellata nel corso della simulazione.

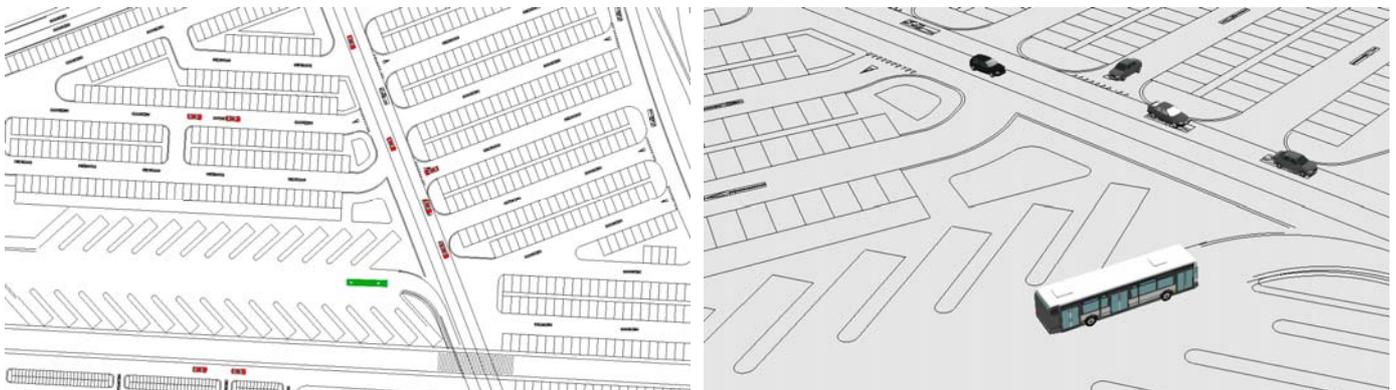


Immagine 7.3. – Immagini estratte dal modello di simulazione del parcheggio P4

### 7.1.2. Suggerimenti di gestione

Per favorire un riempimento omogeneo del parcheggio, aumentare l'efficienza della ricerca di uno stallone libero ed evitare lunghe ricircuitazioni si suggerisce di attuare, almeno per quanto riguarda le automobili, una strategia di riempimento progressiva. La strategia è quella di posizionare, in occasione degli eventi di massima affluenza, del personale lungo la spina centrale del parcheggio, per direzionare le auto nelle diverse tasche in cui il parcheggio è stato suddiviso partendo da quelle più vicine agli ingressi per poi proseguire verso le uscite o viceversa indirizzare i primi utenti negli stalli prossimi alle uscite per poi riempire progressivamente gli stalli a Nord.

Per quanto riguarda l'area destinata a motocicli e ciclomotori la preoccupazione principale è legata a eventuali autoveicoli che potrebbero tentare di occupare gli spazi destinati alle due ruote e alla tendenza dei guidatori di motocicli di non rispettare gli spazi di parcheggio. Per entrambe le problematiche, ipotizzando che non si attuino delle politiche sanzionatorie, si suggerisce di assicurare la presenza di personale che possa evitare usi impropri degli spazi di sosta.

## 8. Parcheggio P5

Il parcheggio P5 è il parcheggio a raso localizzato nella zona Sud-Est del Master Plan. È connesso alla viabilità mediante una strada di servizio a senso unico da cui è possibile imboccare direttamente sia la direzione verso l'autostrada A91 che via Ostiense/Del Mare unificate in direzione Sud. Chi dovesse dirigersi su queste vie ma in direzione Nord potrebbe facilmente raggiungere la destinazione sfruttando la rotatoria R2.

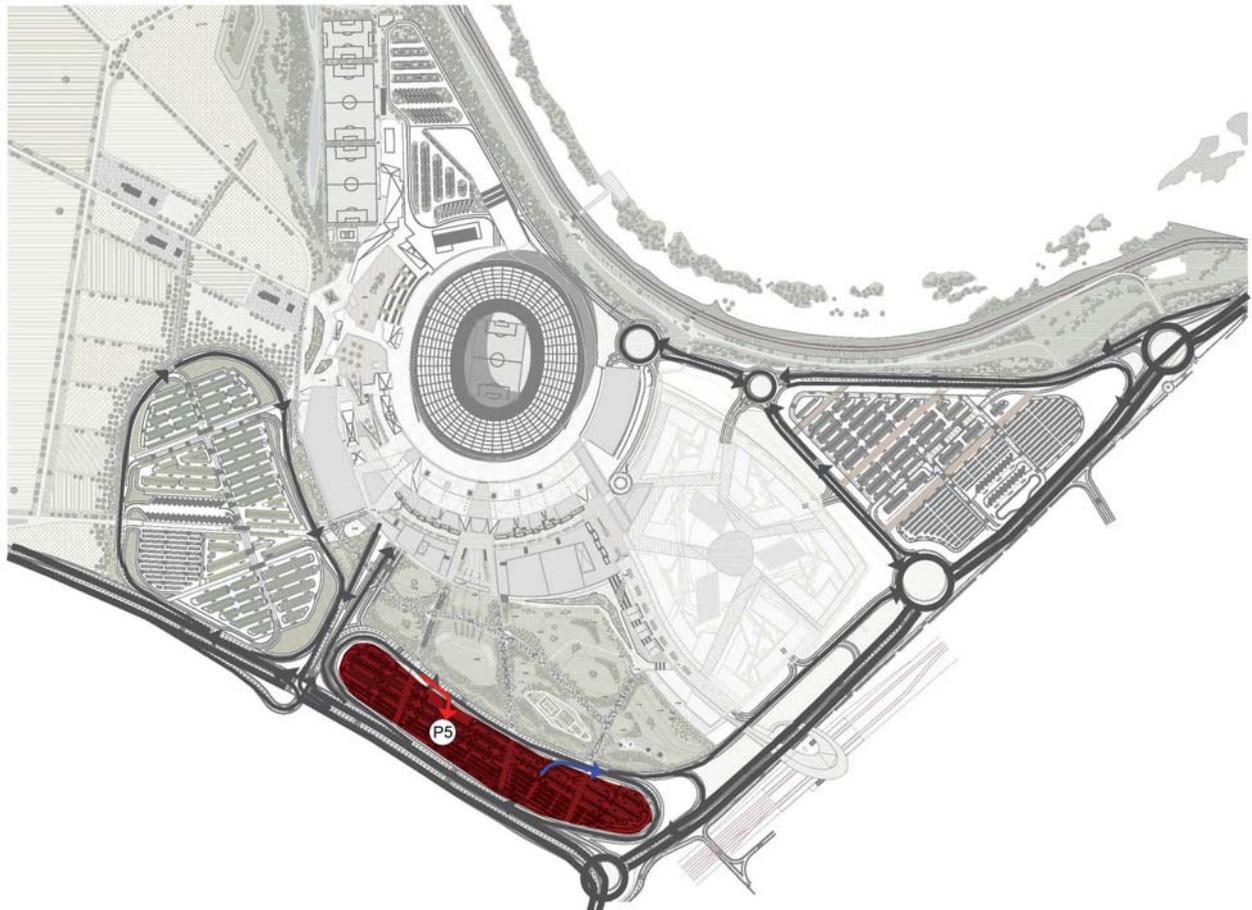


Immagine 8.1. – Localizzazione del parcheggio e schema degli accessi

Come già precedentemente illustrato si è ipotizzato che non vi sia la necessità di controllo degli accessi né di verifica del pagamento all'uscita. Il sistema quindi è stato dimensionato ipotizzando non vi siano interruzioni nel flusso né in ingresso né in uscita. Sulla base di questa ipotesi e dei volumi di traffico ricavati dal modello di micro simulazione della rete esterna è stato possibile prevedere la necessità di inserire un minimo di 1 ingresso e 1 uscita. Per massimizzare la funzionalità di scambio tra viabilità e parcheggio si suggerisce il disegno di due corsie di immissione e due corsie di uscita che, grazie all'ampiezza della strada di servizio, possono immettersi senza cedere la precedenza ma come una confluenza tra due tratti stradali.

Per quanto riguarda la circolazione interna il sistema, come nel caso precedente, prevede una gerarchizzazione della viabilità in diversi livelli. Nello specifico, grazie alle dimensioni limitate, è sufficiente individuare una spina centrale a cui si connettono tutti i corselli, sia quelli per le auto che quelli per i veicoli a due ruote.

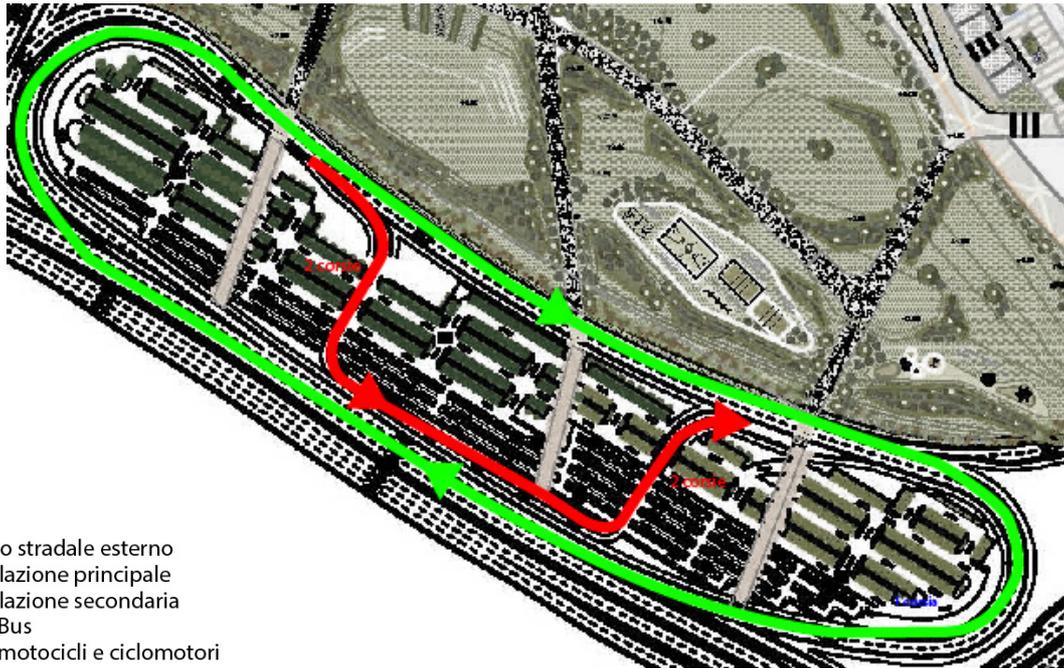


Immagine 8.2. – Configurazione del sistema di circolazione interno

## 8.1. Scenario di simulazione

Il parcheggio ha una capacità totale pari a circa 570 posti auto e 1900 motocicli e ciclomotori. Tali valori corrispondono alla domanda totale considerata nella simulazione per lo scenario di uscita dallo stadio. Per come si configura il sistema di uscite si ipotizza che il flusso in uscita sia pressochè continuo con una successiva separazione tra le diverse direzioni. Tale separazione dei percorsi appare a una distanza sufficiente da poter essere considerata ininfluente dal punto di vista del funzionamento del parcheggio.

### 8.1.1. Risultanze ottenute

La simulazione non presenta criticità. Il traffico appare fluido in tutto il parcheggio, grazie soprattutto alla facile connessione tra la spina di circolazione principale e la strada di servizio esterna. Le seguenti immagini, estratte dal modello, mostrano le condizioni in diversi momenti della simulazione.

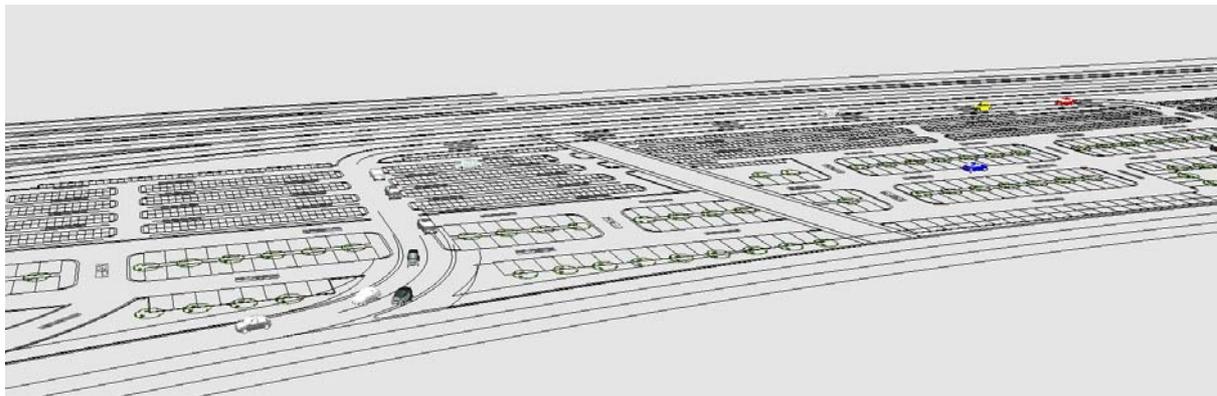


Immagine 8.3. – Immagini estratte dal modello di simulazione del parcheggio P5

### 8.1.1. Suggerimenti di gestione

Come nel caso del parcheggio precedente, anche in questo caso c'è qualche preoccupazione legata alla possibilità di un uso improprio degli spazi dedicati a motocicli e ciclomotori. Si consiglia anche qui la presenza di personale di controllo, durante gli eventi che portano a capacità il bacino, atto a evitare conflitti e a favorire la funzionalità del parcheggio.

Date le esigue dimensioni del parcheggio non sembra invece essenziale implementare strategie di riempimento progressivo, che però potrebbero comunque assicurare una più agevole ricerca di stalli liberi per gli utenti.

## 9. Parcheggio P7

Il parcheggio P7 si trova nella zona Nord dell'area di intervento ed è il più grande tra i bacini di sosta a disposizione. Il bacino di sosta appare come il più facilmente accessibile per i veicoli provenienti dal centro città attraverso Via Ostiense e Via Del Mare.

Anche in questo caso è presente un sistema stradale che racchiude completamente il parcheggio e su sui sono posizionati ingressi e uscite. Differentemente da quanto accade in prossimità di P4 e P5, l'anello viario non è a senso unico né, tantomeno, ad uso esclusivo del parcheggio, infatti una parte del perimetro è servita direttamente dall'asse Via Ostiense/Del Mare unificate.

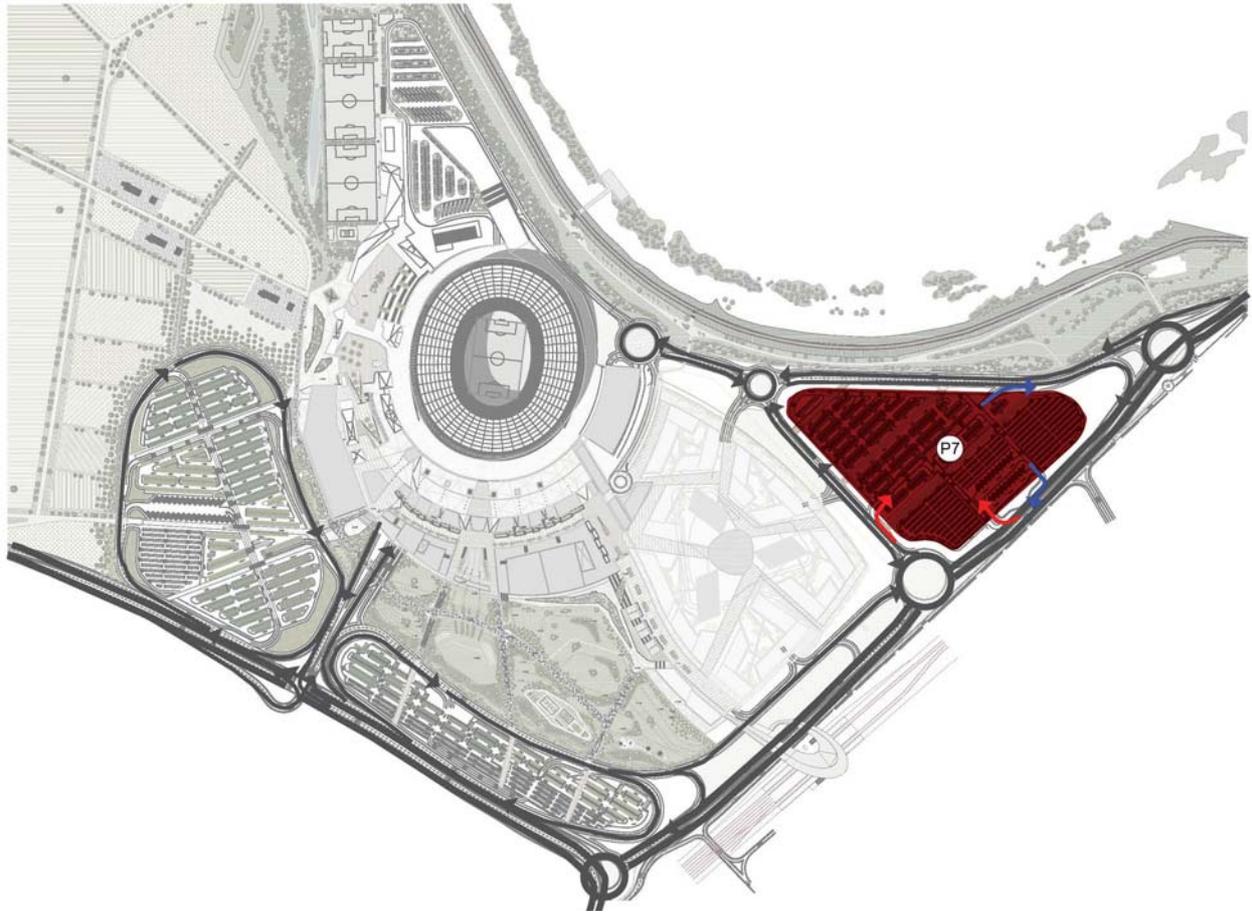


Immagine 9.1. – Localizzazione del parcheggio e schema degli accessi

Come già precedentemente illustrato si è ipotizzato che non vi sia la necessità di controllo degli accessi né di verifica del pagamento all'uscita. Il sistema quindi è stato dimensionato ipotizzando che non vi siano interruzioni nel flusso né in ingresso né in uscita. Sono necessari due ingressi e due uscite, anche in questo caso con brevi corsie di accelerazione/decelerazione per facilitare le manovre di ingresso e uscita.

Per quanto riguarda la circolazione interna il sistema, come nei casi precedenti, prevede una gerarchizzazione della viabilità in 4 livelli. Anche in questo caso si suggerisce un sistema di circolazione principale a senso unico che però, a causa della conformazione del parcheggio, non può essere completamente lineare ma richiede di introdurre un anello di circolazione perimetrale a servizio dell'area Nord-Ovest del bacino.

I corselli sono connessi sia all'asse principale che al sistema secondario. Va sottolineato che invece i sistemi principale e secondario non scambiano mai tra loro al fine di evitare la generazione di flussi parassiti che potrebbero tentare di aggirare eventuali accodamenti sul sistema principale.

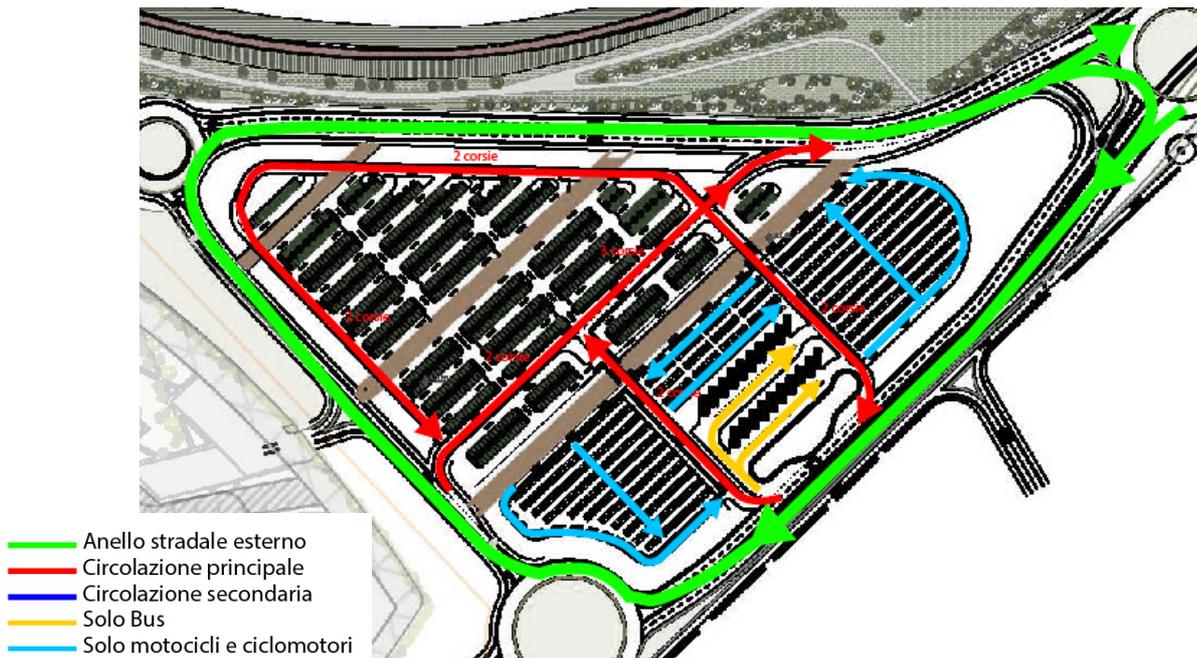


Immagine 9.2. – Configurazione del sistema di circolazione interno

## 9.1. Scenario di simulazione

Il parcheggio ha una capacità totale pari a circa 735 posti auto e 3.391 motocicli e ciclomotori e 20 autobus GT. Tali valori corrispondono alla domanda totale considerata nella simulazione per lo scenario di uscita dallo stadio. La ripartizione delle uscite in questo caso appare più complessa poiché da entrambe le uscite, grazie alla presenza delle rotatorie è possibile raggiungere tutte le destinazioni. È comunque prevedibile una preferenza nei confronti dell'uscita Nord per chi deve recarsi verso Nord e dell'uscita Sud per chi dovesse raggiungere il G.R.A o l'autostrada A91, anche se tale preferenza potrebbe essere influenzata anche dal tipo di veicolo e dalla conseguente posizione all'interno del parcheggio. In particolare è ipotizzabile che motocicli e ciclomotori preferiscano utilizzare l'uscita Sud che risulta essere la più prossima all'area di sosta ad essi dedicati

Per simulare in maniera più realistica le difficoltà di immissione su Via Ostiense/Del Mare unificate anche il traffico di rete è stato considerato nello sviluppo della simulazione.

### 9.1.1. Risultanze ottenute

La simulazione, a condizione che vengano applicati i suggerimenti di gestione descritti nel paragrafo successivo, non presenta criticità. Il traffico appare fluido in tutto il bacino di sosta con solo occasionali e locali rallentamenti attribuibili a normali fluttuazioni o manovre lente che possono sempre verificarsi all'interno di aree di sosta di grandi dimensioni.

Anche la funzionalità dell'area sosta bus appare buona, grazie anche al ridotto numero di mezzi previsti.

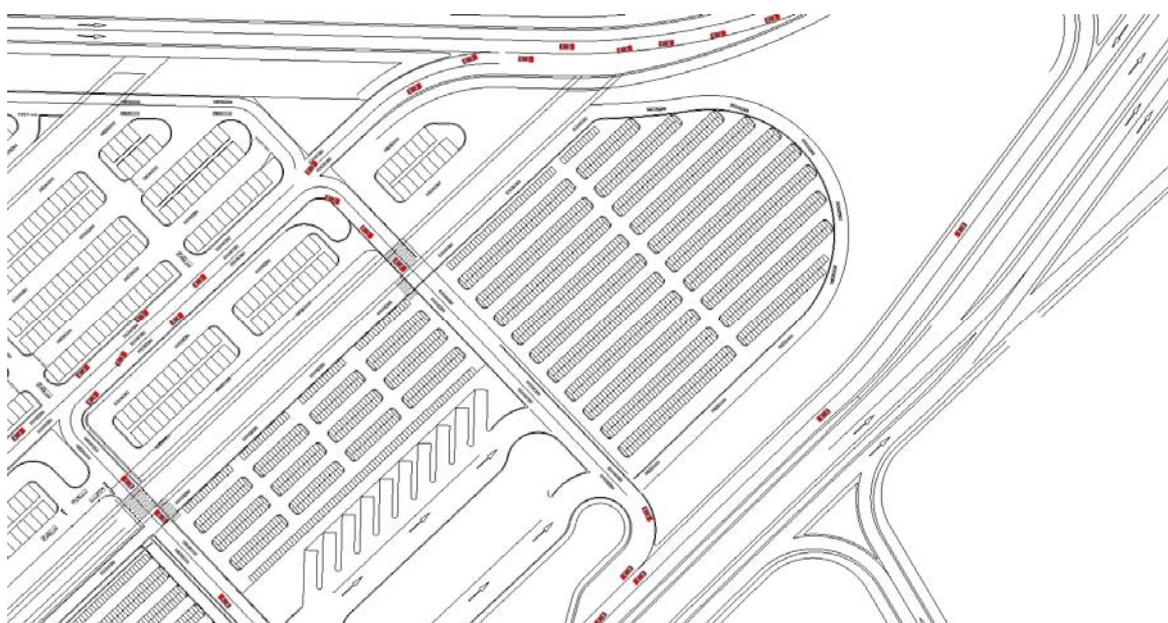
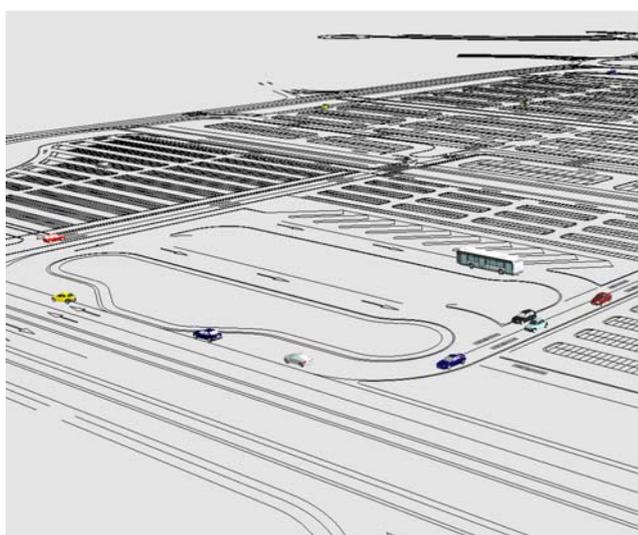
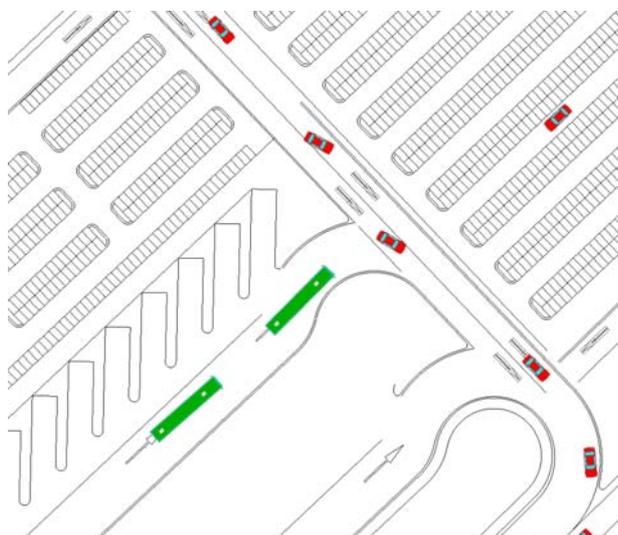


Immagine 1.1. – Immagini estratte dal modello di simulazione del parcheggio P7

### 9.1.2. Suggerimenti di gestione

La prima indicazione riguarda gli autobus in sosta nel parcheggio. Nonostante il loro numero esiguo questi mezzi potrebbero avere effetti negativi sulla circolazione interna del parcheggio se tentassero di attraversarlo completamente per raggiungere l'uscita nord. Di conseguenza si suggerisce di imporre ai mezzi pesanti di utilizzare solamente l'uscita Sud, da cui è comunque possibile raggiungere tutte le destinazioni.

Anche per quanto riguarda cicli e motocicli risulterebbe vantaggioso indirizzare i veicoli verso l'uscita sud evitando forti interazioni con gli autoveicoli presenti nella parte nord del parcheggio. Tuttavia, a differenza di quanto previsto per gli autobus, si suggerisce di non imporre tale uscita come esclusiva ma di adottare un sistema di indirizzamento che ne favorisca l'utilizzo. Vietare l'utilizzo di un nodo di uscita a una così larga parte di utenza porterebbe a una forte perdita di flessibilità del parcheggio, con possibili conseguenze negative in caso di imprevisti; l'uso di una segnaletica forte può permettere di modificare in maniera significativa la ripartizione tra le uscite, garantendo comunque in caso di necessità la massima flessibilità.

Infine, risulta estremamente importante per ridurre le conflittualità e garantire massima fluidità ai veicoli in uscita, prevedere, durante l'ora di picco di svuotamento del parcheggio la chiusura dell'ingresso numero 1. Mantenere aperto tale ingresso, in corrispondenza dell'uscita da un evento di picco, implicherebbe, per tutti i veicoli che percorrono l'anello di circolazione intorno alla porzione Nord-Ovest del parcheggio, di dover rallentare per dare la precedenza agli eventuali veicoli in ingresso. Chiudendo l'ingresso i veicoli potrebbero fluire liberamente migliorando la circolazione sui sistemi di distribuzione principale.

## 10. Conclusioni

Questa relazione specialistica riassume la procedura utilizzata per supportare la progettazione e verificare la funzionalità del sistema della sosta a supporto del nuovo Stadio della Roma nell'area di Tor di Valle. Il processo simulativo è stato condotto in affiancamento alla definizione del sistema di circolazione interna e alla localizzazione dei nodi di ingresso ed uscita andando ad offrire ai progettisti una risposta immediata sulla funzionalità delle diverse opzioni considerate. Nel documento si illustrano le risultanze relative alle soluzioni definitive adottate.

Cinque differenti bacini di sosta sono stati analizzati e verificati per via modellistica considerando per ognuno di essi lo scenario di domanda più critico. In particolare si tratta dei 3 parcheggi periferici a raso (P4, P5 e P7) e di due parcheggi in struttura destinati a un'utenza VIP (P1 e P2). Per quanto riguarda la domanda di mobilità si è considerata come più critica la situazione di uscita dal parcheggio al termine di un evento con la massima affluenza all'interno dello stadio.

Le risultanze di tutte le simulazioni condotte rassicurano sulla buona funzionalità dei bacini di sosta sottoposti ad analisi. Per quanto riguarda i parcheggi a raso non si riscontrano criticità dal punto di vista funzionale a condizione che vengano messe in atto alcune politiche di gestione ed indirizzamento interno. I parcheggi in struttura appaiono invece come i più delicati sia per la presenza di rampe di collegamento tra i diversi piani, che richiedono una maggiore attenzione, che per la necessità di inserire sistemi di controllo degli accessi e delle uscite che, inevitabilmente, generano degli accodamenti. Sulla base delle analisi condotte si può comunque affermare che accodamenti e tempi di attesa risultano essere più che accettabili anche per un'utenza VIP. Si evidenzia inoltre che per garantire la piena funzionalità dei sistemi di accesso potrebbe essere necessario risolvere alcune locali problematiche geometriche, in particolare in riferimento all'uscita dal parcheggio P2.

In ultimo si sottolinea che le analisi qui descritte sono strettamente legate alla funzionalità del parcheggio e in parte, come indicato, ne prendono in considerazione le modalità di gestione. Modifiche alle ipotesi relative alla gestione del parcheggio o ai sistemi di controllo degli accessi potrebbero imporre modifiche, anche importanti, al layout proposto.