



COMUNE DI CITTADELLA

PROVINCIA DI PADOVA

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO  
ZONA D3/009 "VIA GALILEO GALILEI"**

**DITTA: VIVARA S.R.L.**

**RELAZIONE SULLA CAPACITA' DI DEFLUSSO,  
VERIFICA DELLE CODE, INSERIMENTO DEI VEICOLI  
E DEFLESSIONE DEI MEZZI PESANTI  
CON SIMULAZIONE E SAGOME DEGLI STESSI**

**ALLEGATO O**

**PROGETTO ROTATORIA INTERSEZIONE SS 47 VALSUGANA – VIA GRANATIERI DI SARDEGNA, IN  
COMUNE DI CITTADELLA**

RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA

MAGGIO 2019 – REV 2

Committente:

**AZ Studio Associato**

Via Borgo Bassano, 18

35013 - Cittadella (PD)

Il tecnico:

**Dott. Pian. Marco Fasan**



in collaborazione con:

**Dott. Ing. Anna Fasiol**

## Indice dei contenuti

1. PREMESSA .....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PROGETTUALE .....	5
4. VERIFICA DELLA CAPACITÀ DI DEFLUSSO E VALUTAZIONE DELLA FORMAZIONE DI EVENTUALE CODE.....	8
4.A. SOFTWARE DI MICRO SIMULAZIONE – VISSIM .....	8
4.A.1 LA LOGICA DEL MODELLO .....	8
4.A.2 CARATTERIZZAZIONE DELL’OFFERTA DEL SISTEMA VIARIO IN ESAME .....	9
4.B. VALUTAZIONE NODO SS 47 – ACCESSI FUTURA AREA COMMERCIALE.....	10
5. CORRETTA GEOMETRIZZAZIONE DI INSERIMENTO DEI VEICOLI .....	12
5.A. DIMENSIONI DELLE CORSIE .....	12
5.B. GEOMETRIA DELLE ROTATORIE .....	13
5.C. DISTANZA DI VISIBILITÀ .....	14
5.D. VERIFICHE GEOMETRICHE, DI DEFLESSIONE E DI VISIBILITÀ .....	15
6. INSERIMENTO DELLE DEFLESSIONI DEI MEZZI PESANTI.....	18
7. CONCLUSIONI.....	23

## 1. PREMESSA

Il presente rapporto ha lo scopo di illustrare le verifiche dal punto di vista tecnico, normativo e funzionale, della rotatoria in progetto prevista sul nodo tra la SS 47 Valsugana, via Granatieri di Sardegna e l'accesso ad una nuova struttura commerciale, in comune di Cittadella.

In particolare, il presente documento descrive le risultanze dell'analisi tecnica in relazione alle seguenti valutazioni:

1 - *Verifica della capacità di deflusso e valutazione della formazione di eventuale code*: Partendo dai dati di input desunti dallo studio del traffico disponibile, è stato implementato un modello di microsimulazione dinamica che consente di rappresentare e quantificare le dinamiche veicolari che andranno ad interessare il nodo in esame, in termini di: code, perditempo, capacità di deflusso complessiva e livelli di servizio dell'intersezione in esame.

2 - *Corretta geometrizzazione di inserimento dei veicoli*: sono state effettuate le verifiche del nodo in termini di geometrie, di deflessione geometrica delle traiettorie dei veicoli e di visibilità per l'arresto e per l'immissione all'anello, come previsto dalla normativa vigente.

3- *Inserimento delle deflessioni dei mezzi pesanti, con simulazione e sagome degli stessi*: attraverso uno specifico software (Autodesk Vehicle Tracking 2018 edition) è stata verificata la percorribilità del nodo da parte di mezzi pesanti al fine di valutare se le geometrie della rotatoria in progetto sono sufficienti a garantire tutte le manovre in sicurezza.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Normativa di riferimento è la seguente:

- **DM 5/11/2001** - Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle strade;
- **DL 30/04/1992 e s.m.i.** - Nuovo Codice della Strada;
- **DPR 16/12/1992 e s.m.i.** - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
- **DL 10/09/1993** - Modifiche e Integrazioni al Nuovo Codice della Strada;
- **DM 22/04/2004** - Modifica del DM 5/11/2001 per l'adeguamento delle strade esistenti;
- **DM 19/04/2006** - Norme Funzionali e Geometriche per la costruzione delle Intersezioni stradali;
- Bozza della Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti - 21 marzo 2006;
- Norme Tecniche CNR 15 Aprile 1983 n. 90 - Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane;
- **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale (2001)** - “Studio a studio a carattere prenormativo - Rapporto di sintesi – Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali”, 10/09/2001 – Roma;
- **DM 30/11/1999 N. 557** Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili;
- **DM - Ministero dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236;**
- **DM 14/01/2008** Norme Tecniche per le Costruzioni;
- **DM 17/01/2018** Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- **DPR 24 luglio 1996, n. 503** "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici".

Ad integrazione di quanto sopra, ed in relazione agli aspetti tecnici per i quali la Normativa non fornisce il dettaglio necessario, si è fatto ricorso a documentazione bibliografica consolidata con riferimento ai più moderni orientamenti progettuali.

### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PROGETTUALE

Il progetto del nodo in parola è stato sviluppato nell'ambito del progetto di realizzazione di una media struttura di vendita sita in fregio alla SS 47 Valsugana, nel quadrante est del Comune di Cittadella (PD). L'ambito è localizzato a nord dalla SR 53 Postumia, ad est dal nucleo abitato di Fontaniva, e ad ovest dal centro storico di Cittadella.

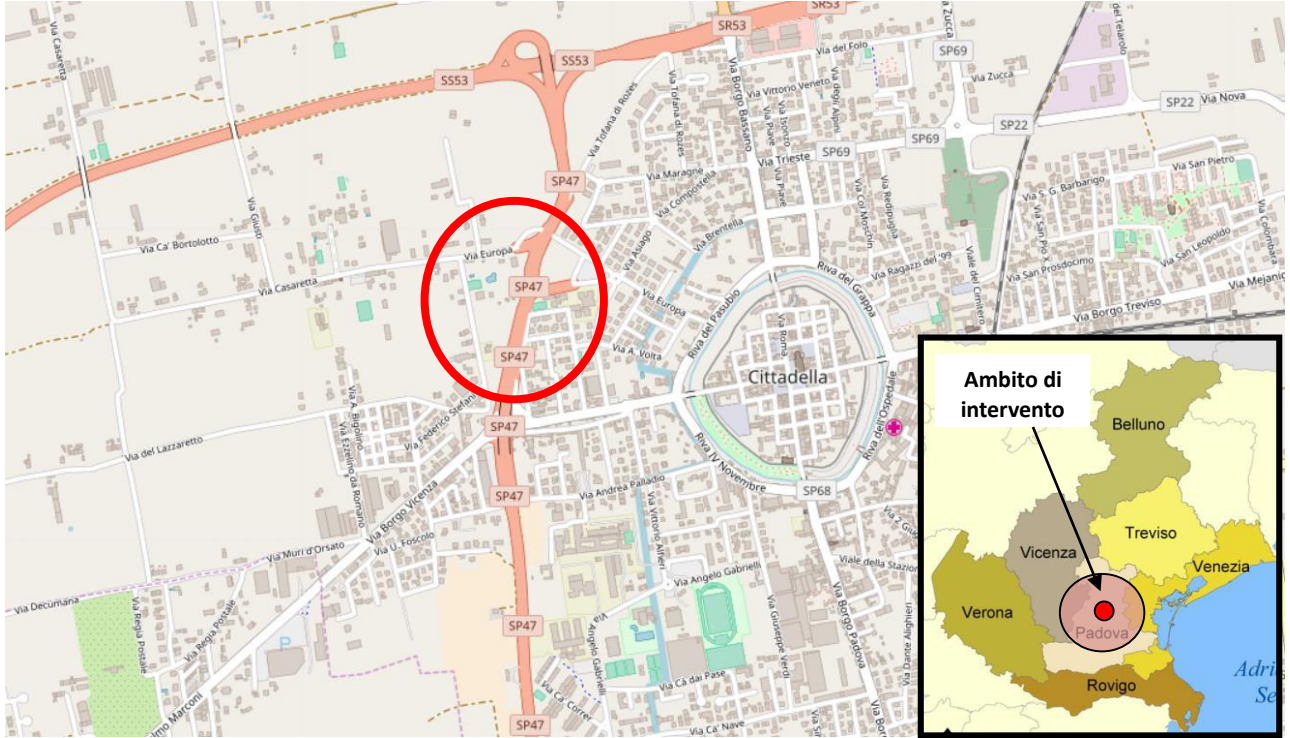


Figura 1: inquadramento area di studio



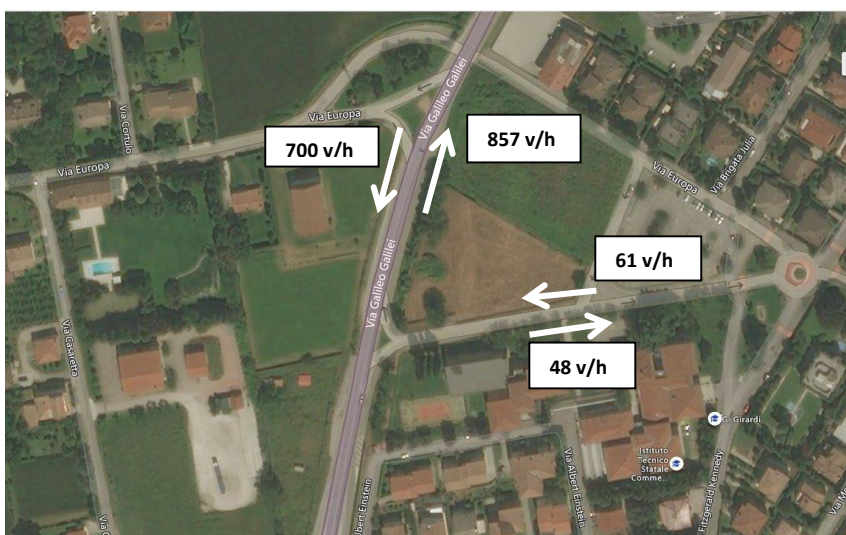
Figura 2: Stralcio progetto nuova struttura commerciale e rotatoria lungo la SS 47 Valsugana

Lo studio di impatto viabilistico redatto nell’ambito delle valutazioni trasportistiche in relazione ai potenziali impatti sulla viabilità indotti dalla struttura di vendita in progetto, ha raccolto alcuni dati sulla mobilità dell’area e stimato i flussi veicolari che andranno ad interessare il nodo in parola, quantificando la matrice origine/destinazione delle svolte.

In particolare, dai dati raccolti si evince che nello stato di fatto, ante-opera, i flussi che impegnano le sezioni stradali della SS 47 e di via Granatieri di Sardegna, prossime alla sezione ove verrà realizzata la rotatoria, presentano i seguenti valori di traffico veicolare:

La **SS 47 Valsugana - Via G. Galileo**, a nord dell’intersezione in parola, è una strada a due corsie di marcia ordinarie (classificabile in categoria C1 – extraurbana - ai sensi del DM 5/11/2001) con ampia sezione stradale (10,50 m). Questo tratto collega l’asse della SR 53 con Padova. Nella tratta stradale monitorata, la strada è interessata da un flusso veicolare medio giornaliero di circa 18.300 veic/24h con punte di circa 20.800 veic/24h il venerdì – con percentuale di mezzi pesanti importante pari al 15% del flusso totale. Nell’ora di punta misurata, venerdì sera tra le 18:00 e le 19:00, la sezione stradale ha un flusso veicolare di oltre 1.500 veicoli/h.

**Via Granatieri di Sardegna** è un asse viario locale che si interseca con la SS 47 con sole svolte a destra, ed è funzionale all’accesso/uscita dal quartiere nord-ovest di cittadella. Dai dati raccolti nell’ora di punta misurata si evince la sezione stradale è interessata da un flusso veicolare di poco superiore ai 100 veicoli/h sulla sezione stradale.



**Figura 3:** Flussi veicolari misurati lungo la SS 47 Valsugana e Via G. di Sardegna (ora di punta 18:00-19:00)

L’apertura della struttura commerciale e la realizzazione della rotatoria configurano una modifica dei flussi lungo gli assi viari in parola, nonché un diverso regime di deflusso veicolare lungo dell’asse stradale ove verrà realizzata la rotatoria.

Le caratteristiche geometriche del nodo in progetto sono così caratterizzate:

- Diametro esterno 40 metri;
- Diametro interno 24 metri
- Rami: 4 rami;
- Larghezza corsie di ingresso: 6,5 metri per il ramo sud e 7 metri per il ramo nord (entrambi a 2 corsie), 3,5 metri per rami est ed ovest.
- Larghezza corsia in anello: 7,5+2 metri.

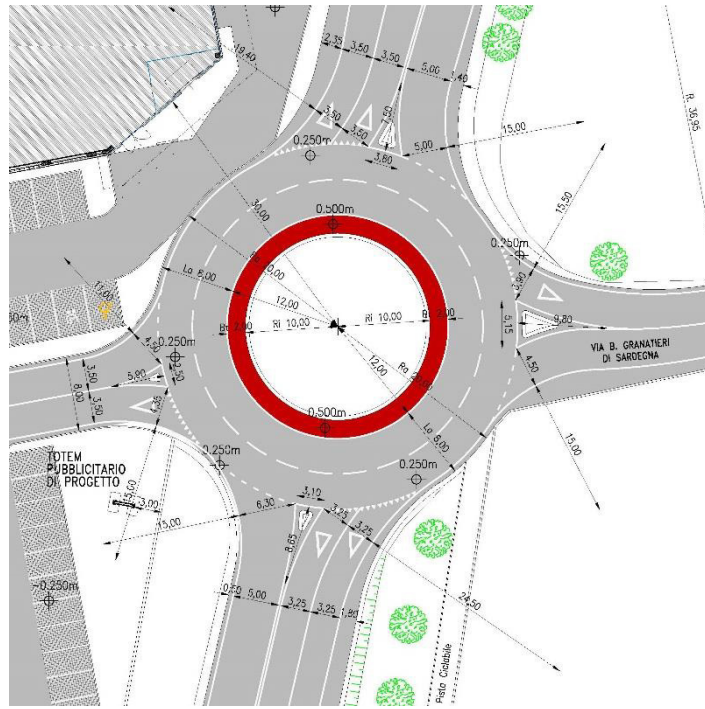
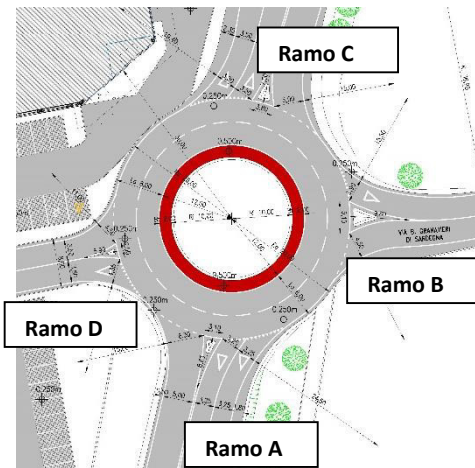


Figura 4: Stralcio progetto rotondina tra la SS 47 Valsugana e accesso area commerciale

Sulla base dei flussi veicolari misurati sulle sezioni stradali descritte, sommati ai flussi veicolari attratti e generati dalla futura struttura commerciale, la distribuzione delle correnti veicolari che impegneranno l'intersezione è la seguente (scenario di progetto):



O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	48	796	60	904
Ramo B	0	0	61	8	69
Ramo C	700	0	0	12	712
Ramo D	30	4	6	0	40
Flussi Uscita	730	52	863	80	1725

Figura 5: Flussi veicolari PROGETTO in ora di punta intersezione tra la SS47-Accesso CC

Sulla base degli elementi geometrici e dei dati di traffico disponibili, vengono descritte nei capitoli di seguito riportati, le verifiche tecnico funzionali implementate.



#### 4. VERIFICA DELLA CAPACITÀ DI DEFLUSSO E VALUTAZIONE DELLA FORMAZIONE DI EVENTUALE CODE

Con l'ausilio di uno specifico modello di microsimulazione dinamica si provveduto a caratterizzare le dinamiche che andranno ad interessare il nodo in esame sulla base delle geometrie e della matrice origine/destinazione dei flussi veicolari nell'ora di punta disponibile.

In particolare sono state calcolati i seguenti parametri tecnici di riferimento: lunghezza accodamenti (medi e max), ritardi medi per veicolo (sec.), LOS (level of service) del nodo.

Nei paragrafi seguenti vengono descritti alcuni elementi di carattere generale della piattaforma modellistica utilizzata e i principali risultati.

#### 4.A. SOFTWARE DI MICRO SIMULAZIONE – VISSIM

Il modello di simulazione dinamica (realizzato mediante software VISSIM) permette la generazione dei singoli movimenti veicolari che, visualizzati in tempo reale, consentono di valutare l'assetto del traffico attraverso la descrizione qualitativa e quantitativa della circolazione manovra per manovra, traiettoria per traiettoria.

##### 4.A.1 La logica del modello

Il modello dinamico permette la modellizzazione dei veicoli che si muovono su una stessa traiettoria e la simulazione del loro cambio di corsia.

Contrariamente a modelli più semplici che ipotizzano delle velocità più o meno costanti e dei processi di successione dei veicoli di tipo deterministico, VISSIM impiega il modello di percezione psicofisica di WIEDEMANN (1974, cfr. anche Leutzbach/ Wiedemann, 1986; Leutzbach, 1988).

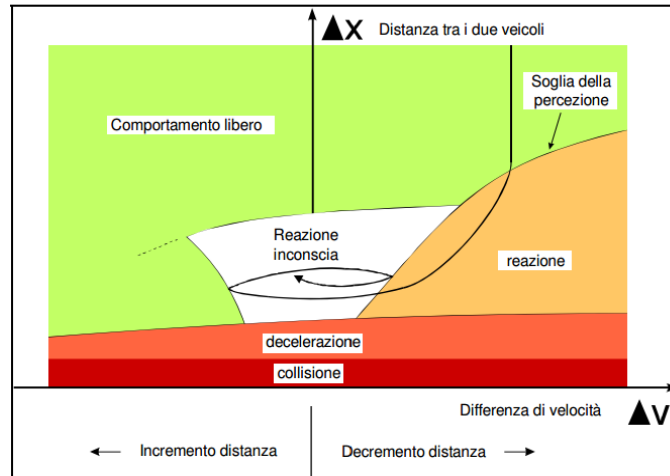


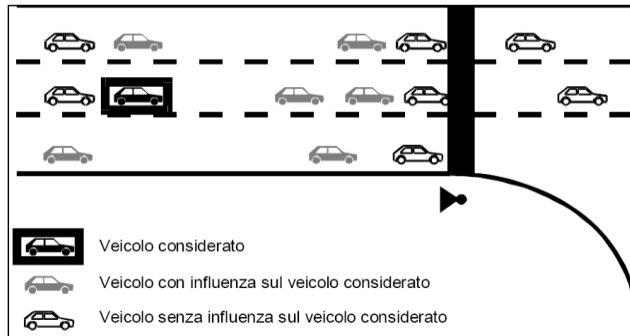
Figura 6: Modello di successione dei veicoli (da: WIEDEMANN)

L'idea fondamentale del modello si basa sul fatto che il conducente di un veicolo più veloce comincia a frenare nel momento in cui viene superata la sua soglia individuale di percezione. Dal momento che non sa stimare in maniera esatta la velocità del veicolo che lo precede, la velocità del suo veicolo diminuisce al di sotto di questa, e ciò ha per conseguenza un'accelerazione dopo il superamento della sua soglia di percezione. Ne risulta una successione di lievi azioni di accelerazione e decelerazione.

Le funzioni di distribuzione, riguardanti le velocità e il distanziamento tra i veicoli, permettono di tener conto del comportamento distinto di differenti conducenti. La calibrazione del modello di accodamento dei veicoli è stata fatta con l'aiuto di numerose sperimentazioni all'Istituto di Scienze della Circolazione dell'Università di Karlsruhe.

In VISSIM la simulazione del comportamento di un conducente, su una carreggiata a più corsie, non tiene solamente conto dei due veicoli che lo precedono ma anche dei veicoli posti sulle corsie vicine.

L'attenzione del conducente è influenzata, inoltre, dai semafori quando il veicolo arriva ad una distanza di circa 100 metri dalla linea d'arresto (analogamente nel caso delle porte autostradali).



**Figura 7:** Comportamento di guida di un conducente su una carreggiata a più corsie

Ogni conducente è assegnato, con i parametri che descrivono il suo comportamento, ad un veicolo preciso. Il comportamento del conducente si trova quindi in accordo con le prestazioni tecniche del veicolo.

Le caratteristiche che determinano l'unità conducente-veicolo possono essere classificate in tre categorie:

1. Specifiche tecniche del veicolo
  - lunghezza del veicolo;
  - velocità massima;
  - accelerazione;
  - posizione istantanea del veicolo nella rete;
  - velocità e accelerazione istantanea del veicolo.
2. Comportamento dell'unità conducente-veicolo
  - limiti psicofisici di percezione del conducente (capacità di stima, percezione della sicurezza, disposizione ad assumere dei rischi);
  - memoria del conducente;
  - accelerazione in funzione della velocità corrente e della velocità desiderata.
3. Interazione tra più unità conducente-veicolo
  - rapporti fra un determinato veicolo e i veicoli che lo precedono e che lo seguono nella stessa corsia e nelle corsie vicine;
  - informazioni riguardanti l'arco di strada utilizzato;
  - informazioni concernenti l'impianto semaforico più vicino.

#### 4.A.2 Caratterizzazione dell'offerta del sistema viario in esame

Il modello consente, rispetto alla situazione infrastrutturale, la ricostruzione della rete stradale e della disciplina di circolazione. Si può dunque tener conto dell'effettiva lunghezza dei tronchi di scambio, delle corsie d'immissione, d'uscita e di preselezione alle intersezioni, così come dei triangoli di visibilità, degli angoli tra le traiettorie conflittuali dei veicoli e dell'ampiezza delle aree di intersezione.

Nella definizione delle caratteristiche delle strade è necessario implementare:

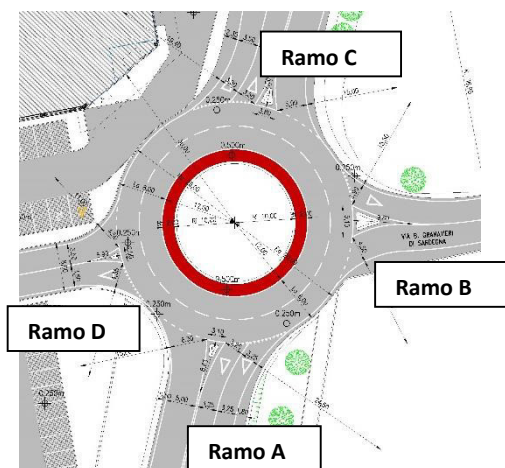
- gli archi, caratterizzati da numero e modulo delle corsie, e definiti dai loro punti di inizio e di fine oltre che da punti intermedi che ne definiscono la geometria;
- le connessioni tra archi per la modellizzazione dei cambi di direzione (movimenti di svolta alle intersezioni) e per la riduzione o l'aumento del numero di corsie.

Sia per gli archi sia per le connessioni bisogna specificare la velocità di percorrenza desiderata e le zone di rallentamento in prossimità di curve e restringimenti di carreggiata. In entrambi i casi viene indicata non una velocità massima di progetto, ma va descritta la legge di distribuzione delle velocità desiderate, distinta per i diversi tipi di veicoli: veicoli leggeri, mezzi pesanti, motocicli, ...

Ad ogni itinerario viene specificato il percorso che i veicoli devono effettuare ed il corrispondente volume di traffico che viene simulato nei 3600 sec di simulazione.

**4.B. VALUTAZIONE NODO SS 47 – ACCESSI FUTURA AREA COMMERCIALE**

Riprendendo in esame i dati relativi alla matrice Origine/Destinazione del nodo e di seguito riportata, tali valori sono stati presi come elemento di INPUT della piattaforma modellistica descritta ed implementata.



O/D Nodo	Ramo A	Ramo B	Ramo C	Ramo D	Flussi in ingresso
Ramo A	0	48	796	60	904
Ramo B	0	0	61	8	69
Ramo C	700	0	0	12	712
Ramo D	30	4	6	0	40
Flussi Uscita	730	52	863	80	1725

Figura 8: Flussi veicolari PROGETTO in ora di punta intersezione tra la SS47-Accesso CC

Sulla base delle simulazioni effettuati emerge che il nodo, in ragione delle geometrie previste e dei flussi veicolari da cui sarà impegnato, presenta un LOS B, con accomodamenti medi di circa 10 metri sul ramo più carico (ramo A), e massimi di circa 52 metri, con ritardi inferiori ai 10 sec (ramo C e ramo A).

L'analisi delle correnti veicolari evidenzia che risultano principalmente orientate lungo l'asse nord-sud sulla SS 47, con una componente secondaria molto modesta (rami D e B) che generano disturbi pressoché trascurabili.

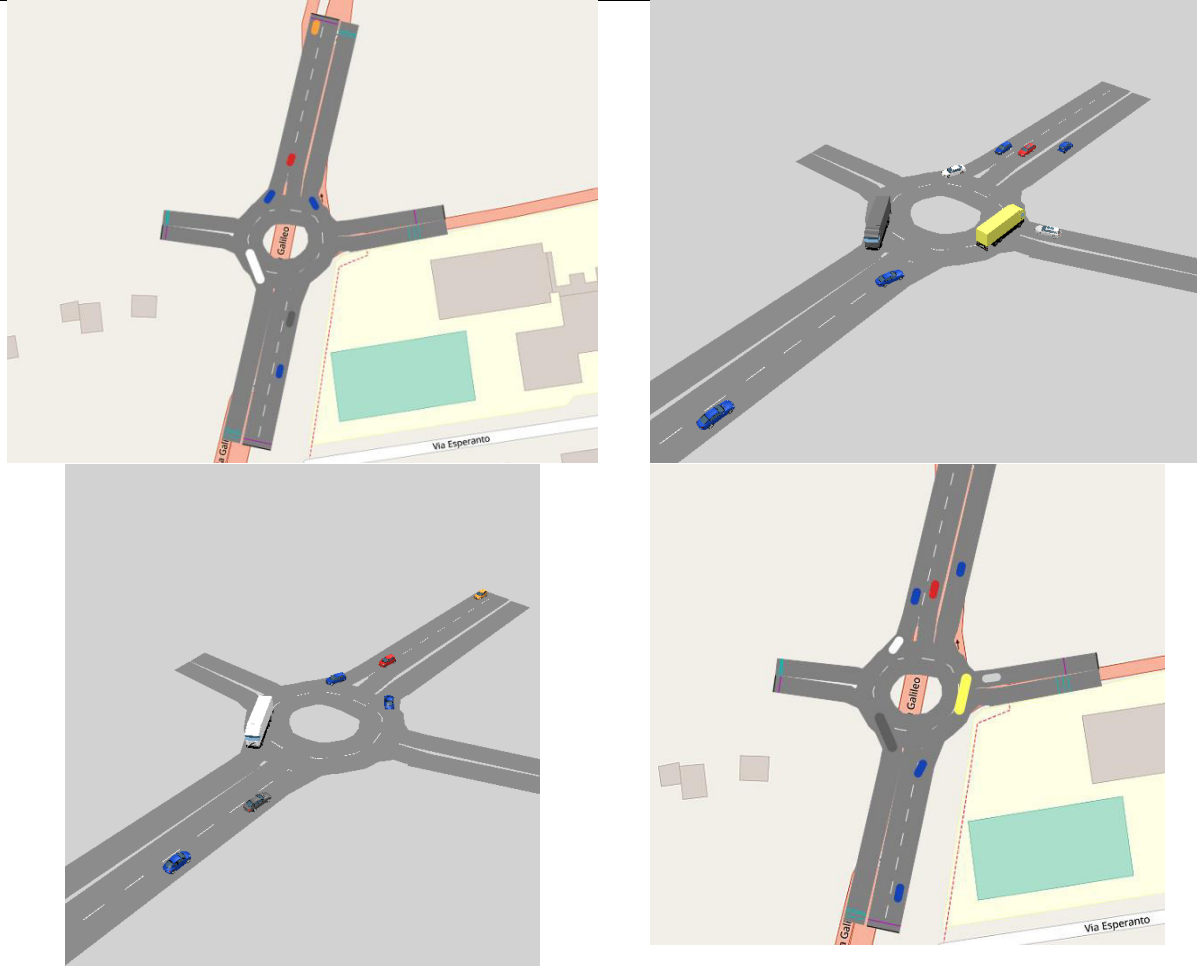
RAMO	RITARDO (s)	LOS	CODA	
			MEDIA	MAX
A - SS 47 - lato SUD	10,5	B	10,8	52,8
B - Via Granatieri di Sardegna	3,5	A	3,1	6,1
A - SS 47 - lato NORD	9,6	B	9,7	39,7
D - Accesso CC	3,8	A	2,4	4,5

**VALUTAZIONE DI RETE**

PARAMETRI DI RETE	VALORI
Numero di veicoli simulati	1.719
Totale distanza percorsa veicoli (Km)	3.251
Velocità media (Km/h)	41,8
Ritardo medio per veicolo (s)	8,9

Si conferma pertanto che le geometrie in progetto garantiscono un livello di deflusso complessivo più che adeguato, anche nelle ore di massimo carico veicolare.

Si riportano di seguito alcune immagini delle microsimulazioni implementate.



**Figura 9:** Estratto immagini microsimulazione nodo in PROGETTO in ora di punta intersezione tra la SS47-Accesso CC

## 5. CORRETTA GEOMETRIZZAZIONE DI INSERIMENTO DEI VEICOLI

Il DM 19/04/06, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali” individua tre tipologie di rotatorie in relazione alle dimensioni del diametro esterno dell’anello giratorio e più precisamente:

- Rotatorie convenzionali con diametro esterno compreso tra 40 e 50m;
- Rotatorie compatte: con diametro esterno compreso tra 25 e 40m;
- Mini rotatorie: con diametro esterno compreso tra 14 e 25m.

In relazione a questa classificazione e per agevolare il transito dei mezzi pesanti, la Normativa prevede la completa o parziale transitabilità dell’isola centrale. Infatti, per le mini rotatorie con diametro compreso tra 14 e 18m è prevista la completa transitabilità, parziale per quelle con diametro compreso tra 18 e 25m mentre, quelle aventi diametro superiore, sono caratterizzate da bordure dell’isola centrale non sormontabili.

### 5.A. DIMENSIONI DELLE CORSIE

Per quanto riguarda le dimensioni delle corsie sia dell’anello che di ingresso / uscita la Normativa prevede valori diversi in relazione al suddetto valore del diametro esterno, così come riportato nella seguente tabella:

Elemento modulare	Diametro esterno della rotatoria (m)	Larghezza corsie (m)
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi ad una corsia	≥ 40	6.00
	Compreso tra 25 e 40	7.00
	Compreso tra 14 e 25	7.00÷8.00
Corsie nella corona rotatoria (*), per ingressi a più corsie	≥ 40	9
	< 40	8.50÷9.00
Bracci di ingresso (**)		3.50 per una corsia 6.00 per due corsie
Bracci di uscita(*)	< 25	4.00
	≥ 25	4.50

L’anello della rotatoria deve essere realizzato con una sola corsia; la larghezza dell’anello permette il superamento di un eventuale veicolo in avaria, ma non è consentita una suddivisione in più corsie per mezzo della segnaletica orizzontale.

La larghezza della corsia che costituisce l’anello dipende, come detto, dal diametro della corona della rotatoria e dal numero di corsie del braccio di immissione: se il braccio di immissione ha una sola corsia, la larghezza dell’anello passa da 6m per diametri esterni maggiori di 40m a 8m di larghezza per diametri di 14m; se il braccio di immissione è a due corsie, l’anello deve essere largo 9m per diametri esterni maggiori di 40m e 8.5-9m per diametri inferiori.

I bracci di ingresso presentano una larghezza minima di 3.50m se previsti ad una sola corsia, 6m quando sono previste due corsie.

I bracci di uscita sono più larghi di quelli di ingresso: 4m per diametri della corona rotatoria minori di 25m, 4.50m per diametri maggiori di 25m. I bracci di uscita hanno al massimo una corsia.

(\*) deve essere organizzata sempre su una sola corsia

(\*\*) organizzati al massimo con due corsie

Queste dimensioni delle corsie sia in ingresso che in uscita sono da considerarsi minime e vanno opportunamente adeguate per consentire "l'inscrivibilità" dei mezzi pesanti in fase di manovra.

### 5.B. GEOMETRIA DELLE ROTATORIE

Nella progettazione delle rotatorie occorre controllare la deviazione delle traiettorie che devono attraversare il nodo. La norma raccomanda che l'angolo di deviazione  $b$ , rappresentato nella Figura 10 e corrisponde alla deviazione di una traiettoria passante dovuta alla presenza dell'isola centrale, risulti almeno di  $45^\circ$ .

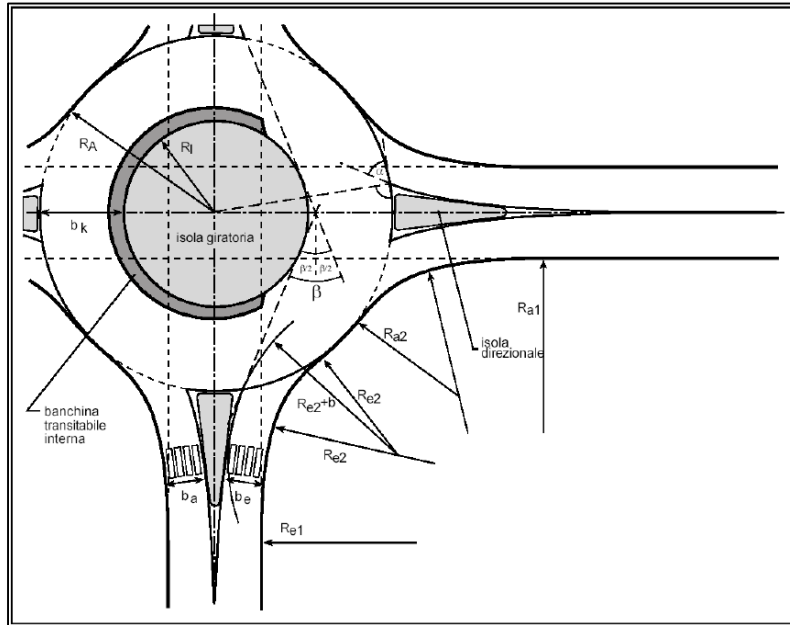


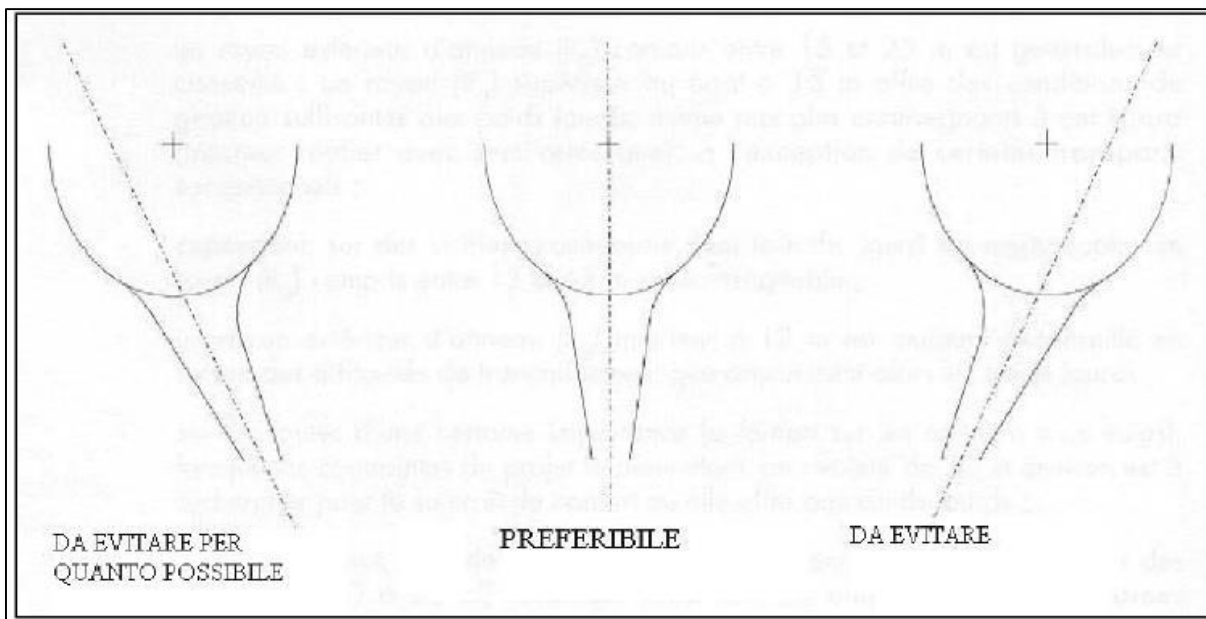
Figura 10: Parametri geometrici di Progetto della Rotatoria

La norma non fornisce alcuna indicazione sui valori dei raggi di ingresso o di uscita, né sul metodo di costruzione geometrica delle isole separatrici. La figura indica che i cigli sono sagomati con una coppia di archi di raggio diverso (i raggi minori sono quelli degli archi tangenti all'anello).

In ambito extraurbano i raggi di entrata sono  $Re,2 = 12\text{ m}$ ,  $Re,1 = 5Re,2$ , i raggi di uscita  $Ra,2 = 14\text{ m}$ ,  $Ra,1=4Ra,2$ , comunque correlati "all'inscrivibilità" dell'ingombro del mezzo pesante in fase di manovra.

Sulla geometria delle rotatorie il DM 19/04/2006 non aggiunge ulteriori elementi degni di nota. Uno studio a carattere prenormativo, pubblicato alcuni anni prima dell'entrata in vigore del citato decreto, prescrive alcuni requisiti in più rispetto a quanto indicato dalla norma; tra l'altro alcuni di questi sono tratti dalle norme francesi. In particolare questo testo suggerisce di evitare il posizionamento della rotatoria in curva o all'uscita da una curva; le norme francesi affermano che una nuova rotatoria dovrebbe essere costruita all'interno di un rettilineo lungo almeno 250 m; tale lunghezza può essere ridotta a 150 m nel caso di adeguamento di un'intersezione esistente.

La posizione dell'isola centrale è ottimale quando tutti gli assi dei bracci che confluiscono nella rotatoria passano per il centro della rotatoria stessa. Se non è possibile realizzare una configurazione di questo tipo, si può permettere una leggera eccentricità verso destra, mentre è da evitarsi che la direzione del braccio induca un ingresso tangenziale (vedi Figura 11).



**Figura 11:** Ammissibilità della direzione di ingresso in rotatoria

E' opportuno escludere una configurazione dell'approccio alla rotatoria in "curva e controcurva". Nel caso di rotatoria posta alla fine di un lungo rettilineo le norme francesi e americane invece ammettono un approccio a forma di "S" con raggi relativamente grandi, allo scopo di indurre i conducenti a rallentare.

E' opportuno non posizionare filari di alberi lungo i bracci di accesso alla rotatoria che possono dare l'illusione di continuità dell'itinerario. E' da escludere un'isola centrale di forma non circolare, un anello di larghezza variabile e una pendenza dell'anello verso l'interno della rotatoria. La pendenza trasversale rivolta verso l'esterno, infatti, facilita il raccordo delle piattaforme dei rami con quella dell'anello e consente lo smaltimento delle acque verso l'esterno dell'anello (non è quindi necessario installare nell'isola centrale alcun dispositivo per la raccolta delle acque); la pendenza trasversale verso l'esterno non contribuisce alla stabilità del veicolo in curva lungo l'anello; tuttavia nelle rotatorie compatte e nelle mini rotatorie ciò può essere ritenuto poco importante per le basse velocità veicolari e per la varietà di traiettorie che interessano l'anello (ingressi, uscite, spostamenti verso l'interno o verso l'esterno della corona), che possono avere anche una curvatura opposta a quella dell'anello

**5.C. DISTANZA DI VISIBILITÀ**

Il D.M. 19/04/2016 prevede che, oltre alla visibilità minima per l'arresto, nelle intersezioni a rotatoria, i conducenti che giungono da un determinato ramo, devono poter vedere un quarto della corona della rotatoria con sufficiente anticipo, al fine di dare la precedenza o arrestarsi di fronte ai veicoli che percorrono l'anello. Il campo di visibilità (vedi figura 12) si determina convenzionalmente con uno schema grafico bidimensionale, ovvero conducendo le tangenti al limite della corona rotatoria e ad un contorno circolare posto 2.5 m all'interno del limite dell'isola centrale a partire dagli estremi di un segmento lungo 10m posto in asse alla corsia di entrata e distante dal limite della corona giratoria 5 m. La verifica di visibilità deve essere eseguita per ogni ramo di ingresso alla rotatoria. La norma francese, da cui il criterio è tratto, spiega che nella fascia più esterna dell'isola centrale, larga 2 m in presenza di una zona sormontabile, 2.5 m altrimenti, non devono esserci ostacoli, né devono essere piantati alberi.

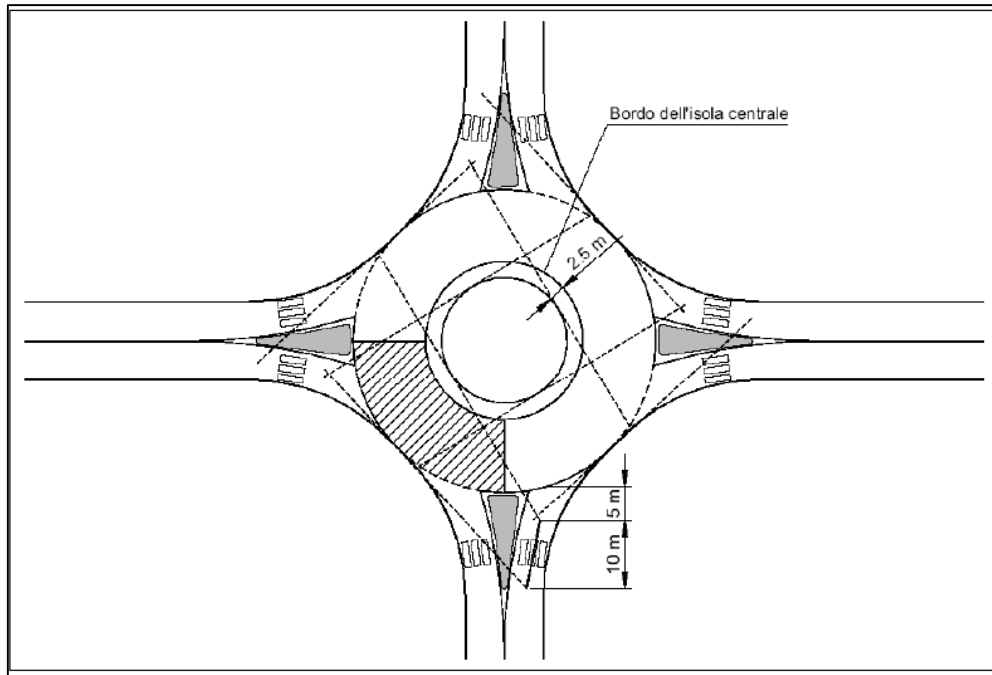


Figura 12: Campi di visibilità in rotatoria

**5.D. VERIFICHE GEOMETRICHE, DI DEFLESSIONE E DI VISIBILITÀ**

In relazione alle verifiche geometriche, la rotatoria in oggetto ha 4 braccia principali, diametro esterno pari a 40m, e quindi in base a quanto previsto dal DM 19/04/2006 per le rotatorie convenzionali (diametri tra i 40 e i 50m), le caratteristiche geometriche devono rispettare i seguenti parametri:

- Anello a singola corsia di larghezza 9m;
- Larghezza minima della corsia in ingresso in singola corsia pari a 3.50m;
- Larghezza minima della corsia in ingresso in due corsie pari a 6.00m;
- Larghezza minima della corsia in uscita 4.50m.

Tali larghezze minime, possono essere incrementate in progetto, se necessario, in relazione ai raggi di curvatura planimetrici adottati per consentire l'inscrivibilità nella corsia dei mezzi pesanti che approcciano/escono la/dalla rotatoria.

Le dimensioni di progetto (desunte dall'elaborato grafico) sono riassunte in tabella seguente:

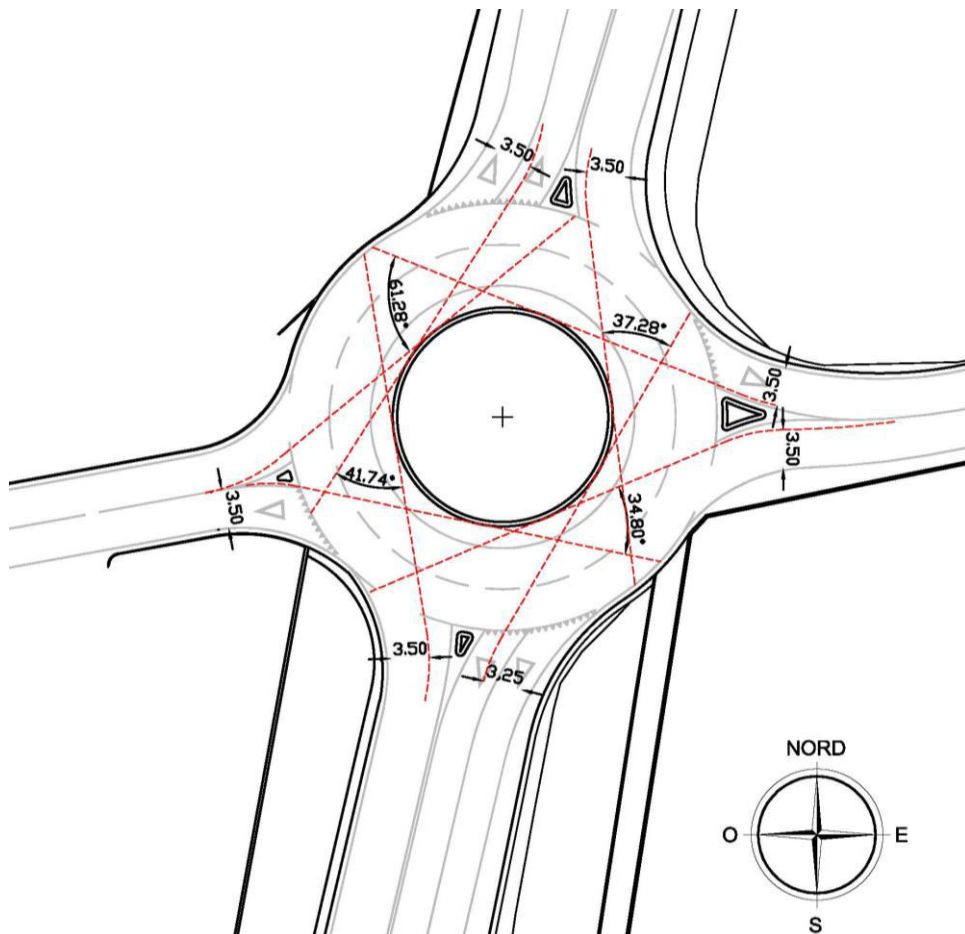
Elementi geometrici	Valore di progetto (m)	Valore minimo da DM 19/04/2006	Verificato
Diametro esterno della rotatoria (banchina compresa)	40.00	-	✓
Larghezza dell'anello di circolazione	7.50+2.00	9.00	✓
Larghezza della banchina dell'anello in destra	0.50	-	✓
Larghezza della banchina dell'anello in sinistra (semitransitabile)	2.00	-	✓
Larghezza delle corsie d'entrata			
Asse Nord	3.50+3.50	6.00	✓
Asse Est	3.50	3.50	
Asse Sud	3.25+3.25	6.00	
Asse Ovest	3.50	3.50	



Larghezza delle corsie d'uscita			
Asse Nord	5.00	4.50	✓
Asse Est	4.50	4.50	
Asse Sud	6.00	4.50	
Asse Ovest	4.50	4.50	
Diametro isola centrale	20.00	-	✓
Raggio minimo delle corsie d'entrata	15.00	12.00	✓
Raggio minimo delle corsie d'uscita	11.00-15.00	14.00	✓
Larghezza dell'isola separatrice	2.40-4.80	-	✓

**Si rileva che nel complesso le dimensioni rientrano nei limiti della Normativa Vigente.**

Ai sensi di quanto previsto dal DM 19/04/2006 sono state effettuate le verifiche di deflessione e di visibilità nelle configurazioni geometriche previste da tale normativa. I risultati sono riassunti nelle seguenti figure:



**Figura 13:** Schema di deflessione geometrica

Per quanto concerne le verifiche di deflessione, queste sono state effettuate conformemente a quanto previsto dalla Normativa vigente (DM 19/04/2006) con riferimento alla distanza di 3.50m da limite corsia. **Dalla figura si evince come i valori di deflessione siano prossimi a quello di 45° imposti dalla normativa.**

Pur essendo tre dei quattro angoli inferiori ai 45° consigliati dalla Normativa (con un minimo di 34.80° per la direttrice ovest-est), i valori ottenuti consentono di affermare che il nodo verrà attraversato dai veicoli con una velocità congruente con le aspettative di funzionalità attese dalla Norma.

Con riferimento alle verifiche di visibilità, dalla Figura 14 si evince come tre dei 4 ingressi in rotatoria (da nord, da ovest e da sud) sia visibile almeno il quarto di quadrante in sinistra richiesto dalla Normativa.

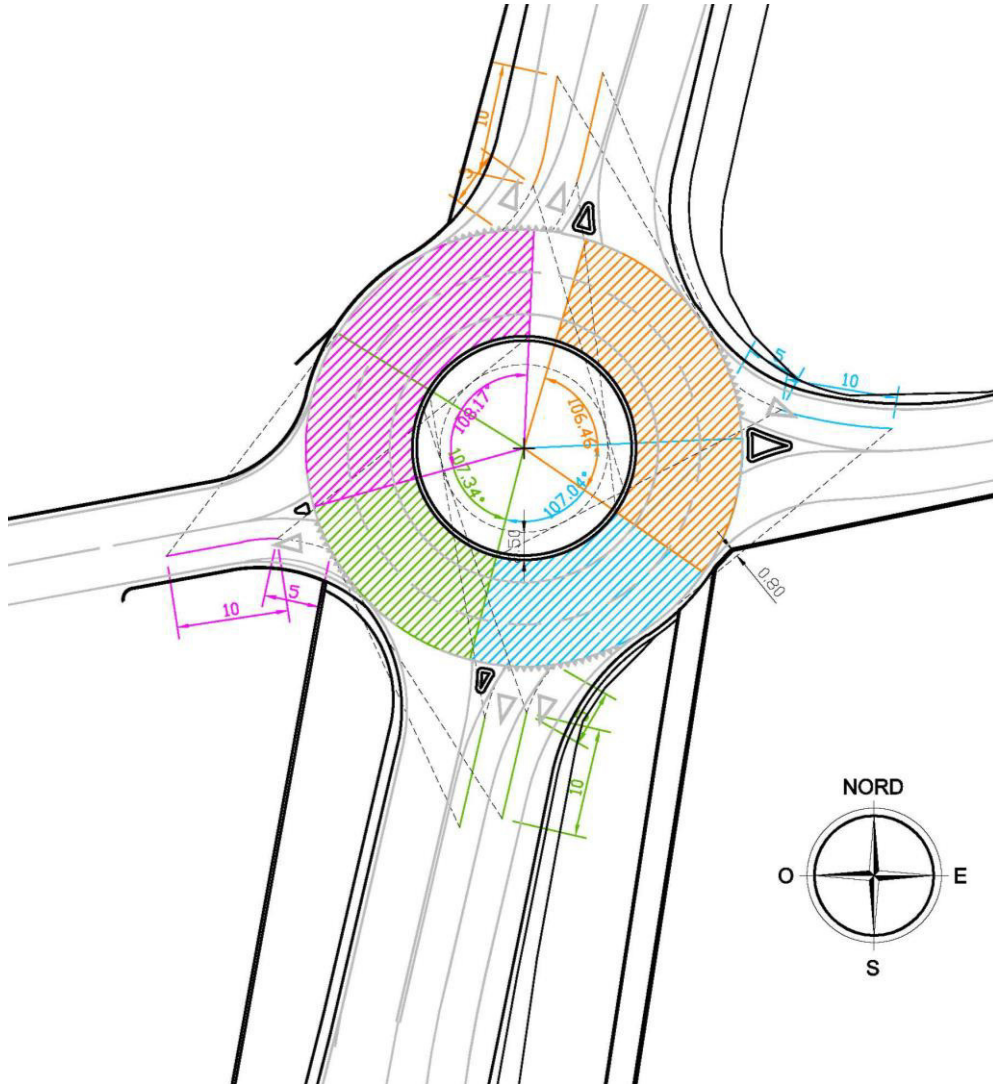


Figura 14: Verifiche di visibilità rami di ingresso in rotatoria

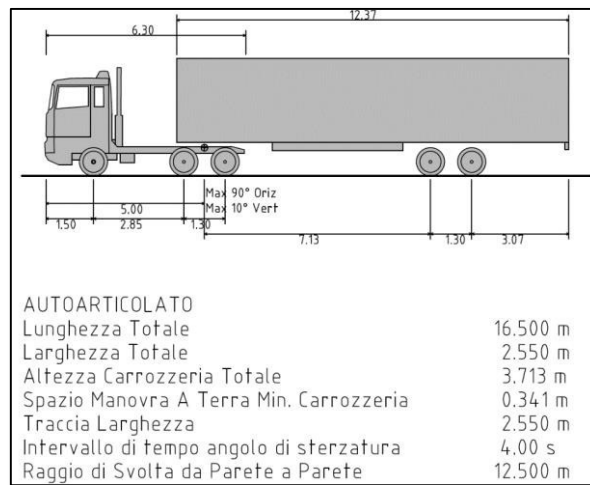
Si evidenzia che per il quadrante sudest la recinzione esistente limita leggermente la visibilità. Ai fini di ottenere piena visibilità per tutte le manovre di immissione al nodo se ne suggerisce l'arretramento di circa 1m nel tratto interferente.

## 6. INSERIMENTO DELLE DEFLESSIONI DEI MEZZI PESANTI

La rotatoria di progetto è stata sottoposta anche ad una verifica di percorribilità da parte di mezzi pesanti utilizzando uno specifico software Autodesk Vehicle Tracking 2018 edition, attraverso il quale è possibile selezionare un modello di veicolo pesante (autoarticolato) disponibile da un'ampia libreria e fargli percorrere la rotatoria da tutti i rami di ingresso / uscita, secondo le varie combinazioni possibili.

Il software individua, per ciascuno di questi percorsi, una fascia di ingombro del mezzo in fase di manovra. La verifica consiste nell'accertarsi che l'involuppo delle fasce per le varie combinazioni possibili di manovra siano contenute all'interno delle dimensioni delle singole corsie di progetto. Laddove ciò non accade la larghezza della corsia viene opportunamente adeguata.

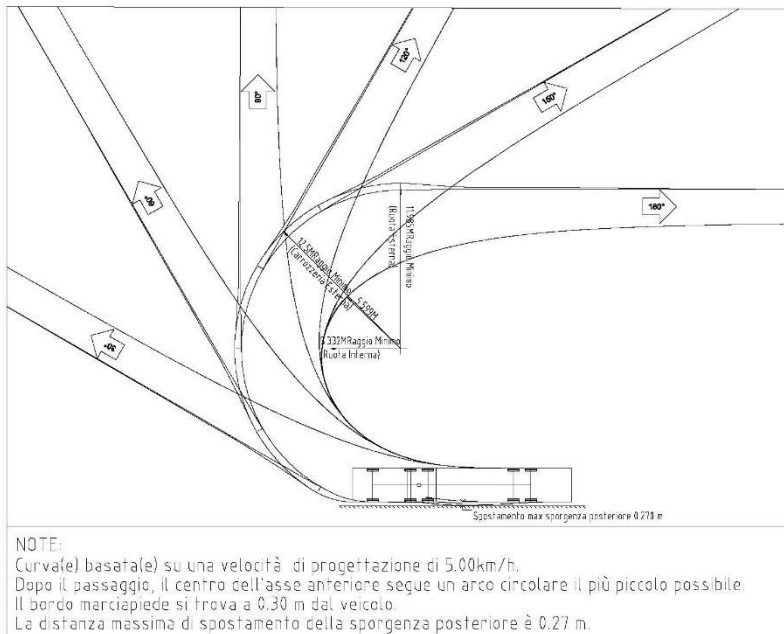
Per effettuare la verifica è stato individuato come significativo un mezzo auto articolato avente le dimensioni in pianta riportate in figura seguente:



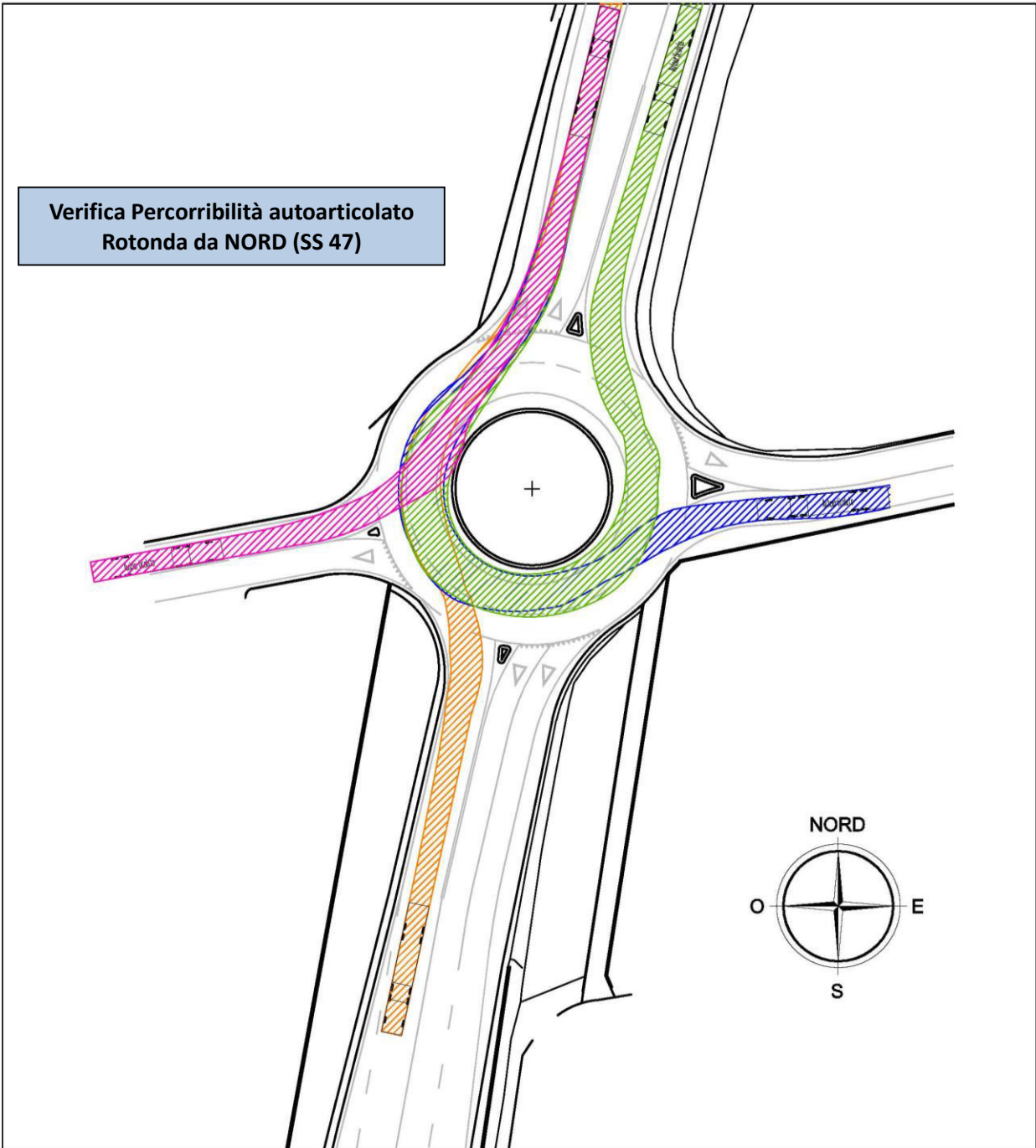
**Figura 15:** Dimensioni mezzo autoarticolato tipo utilizzato per la verifica

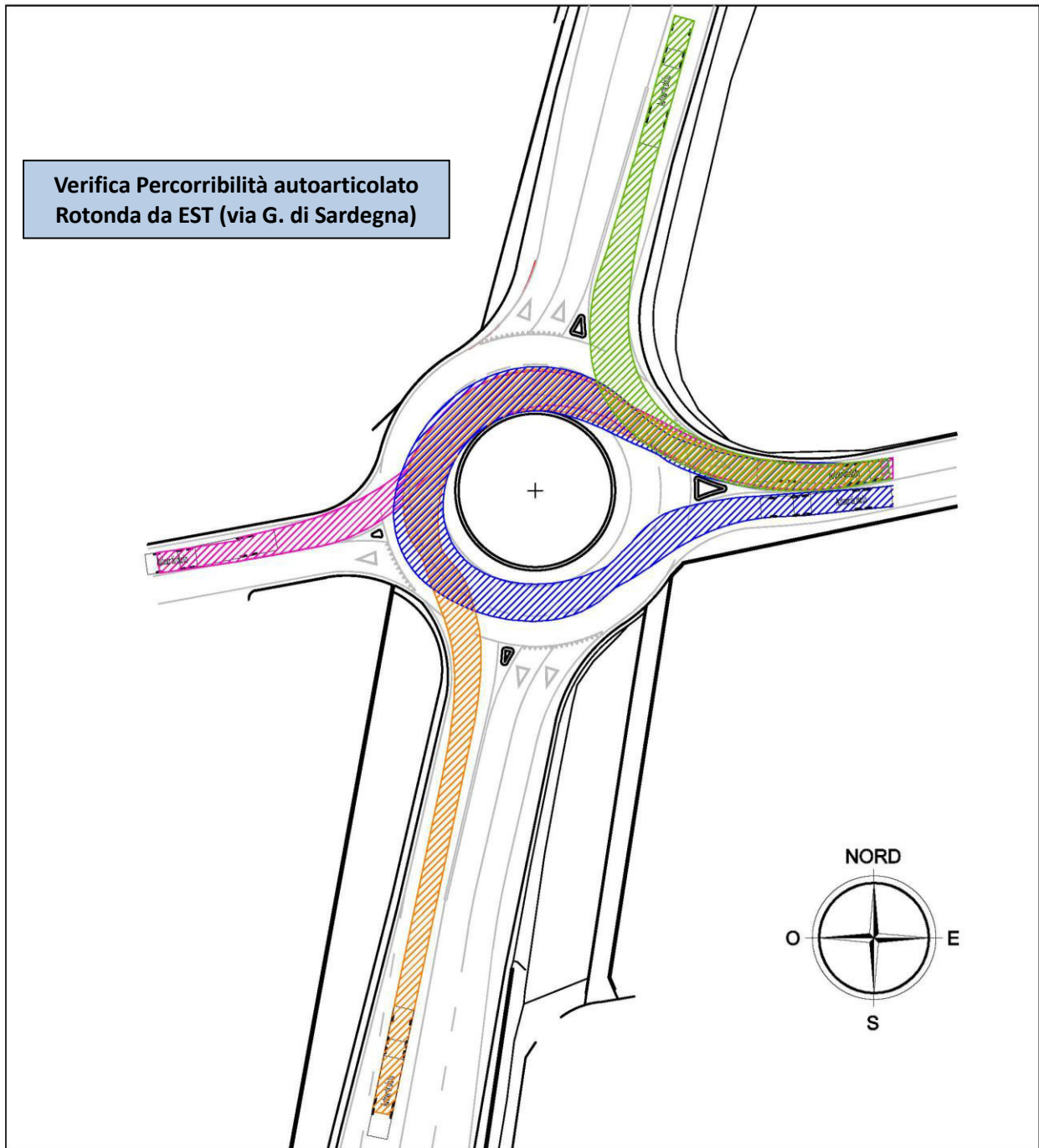
## LEGENDA

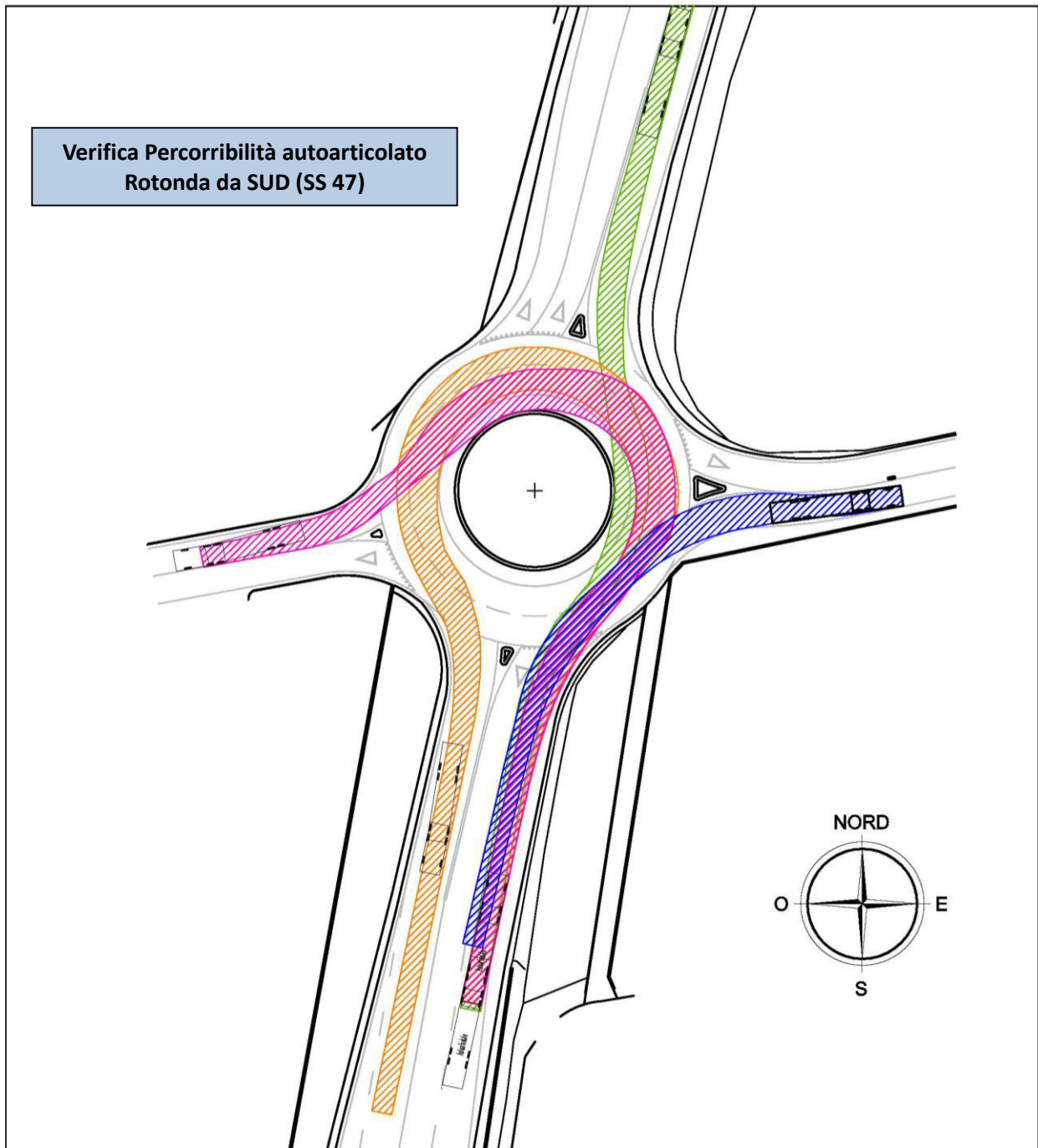
### CARATTERISTICHE AUTOARTICOLATO

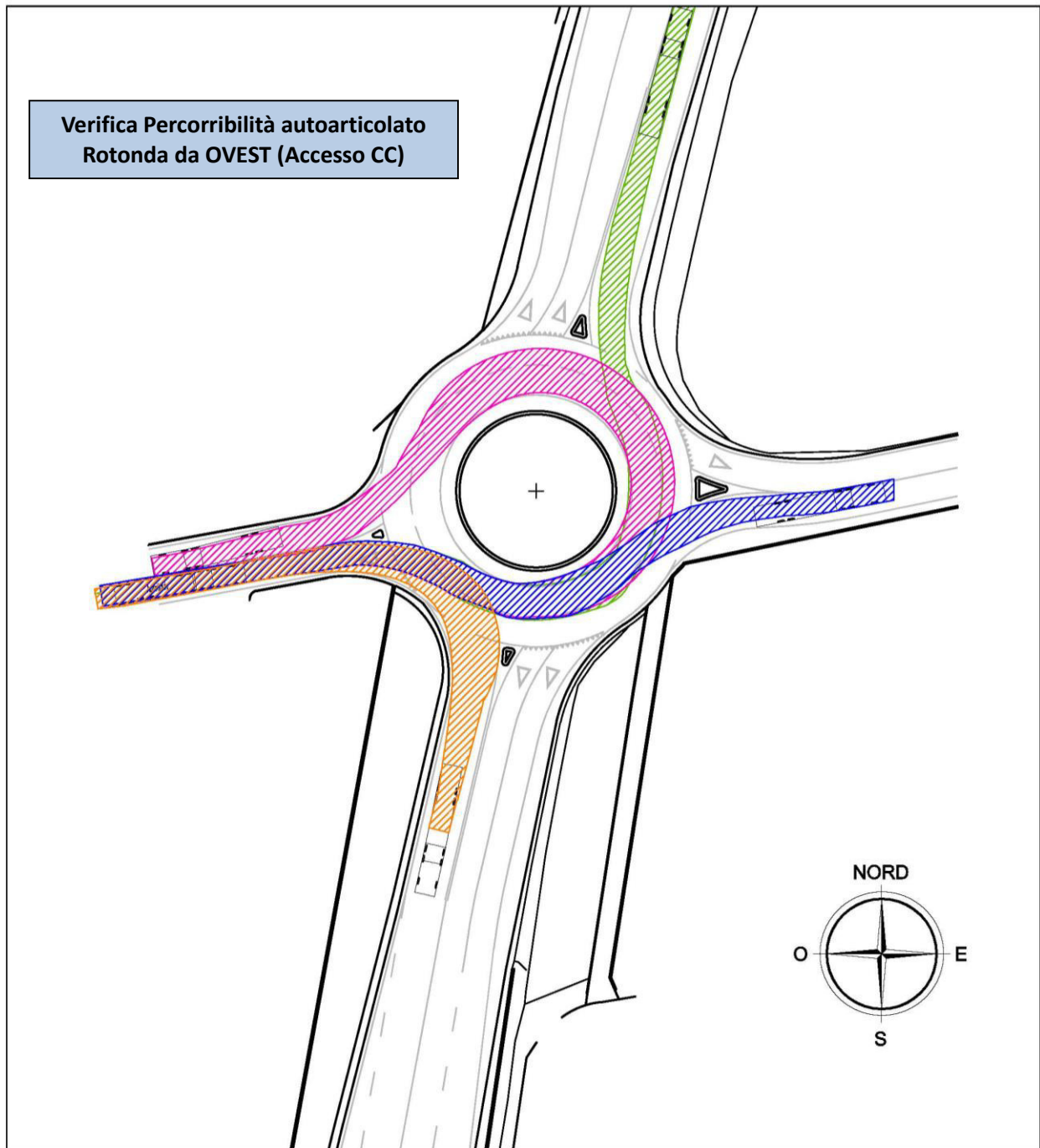


**Figura 16:** Verifica di percorrenza della rotatoria da parte di un mezzo autoarticolato









Tenendo conto della conformazione geometrica della rotatoria, risulta che *le geometrie del nodo sono adeguate a garantire un'inscrivibilità dei mezzi nella segnaletica di progetto, come previsto dal vigente Codice della Strada, per tuttavia si sconsigliano isole fisiche nelle varici dei rami est ed ovest, che potrebbero rappresentare un rischio per la sicurezza dei veicoli circolanti.*

## 7. CONCLUSIONI

Il presente rapporto ha illustrato le verifiche dal punto di vista tecnico, normativo e funzionale, della rotatoria in progetto prevista sul nodo tra la SS 47 Valsugana, via Granatieri di Sardegna e l'accesso ad una nuova struttura commerciale, in comune di Cittadella.

In particolare, dalle valutazioni tecniche effettuate emerge quanto segue:

### 1 - *Verifica della capacità di deflusso e valutazione della formazione di eventuale code:*

Sulla base delle simulazioni effettuati emerge che il nodo, in ragione delle geometrie previste e dei flussi veicolari da cui sarà impegnato (circa 1.700 veicoli/h) presenta un **LOS B**, con accomodamenti medi di circa 10 metri sul ramo più carico (ramo A – da SS 47 da SUD), e massimi di circa 52 metri, con ritardi inferiori ai 10 sec (ramo C e ramo A – SS 47, da nord e da sud, rispettivamente).

Pertanto, le geometrie in progetto garantiscono un livello di deflusso complessivo, anche nelle ore di massimo carico veicolare, più che adeguato.

2 - *Corretta geometrizzazione di inserimento dei veicoli:* sono state effettuate le verifiche del nodo in termini di geometrie, di deflessione geometrica delle traiettorie dei veicoli e di visibilità per l'arresto e per l'immissione all'anello, come previsto dalla normativa vigente, che hanno fornito i seguenti risultati:

- Con riferimento alle verifiche geometriche, si rileva che nel complesso le dimensioni della rotatoria rientrano in quelle previste dalla Normativa Vigente;
- Con riferimento alle verifiche di deflessione, seppur i valori risultano inferiori ai 45° consigliati dalla Normativa (con un minimo di 35° direzione ovest-est), questi risultano comunque accettabili in quanto prossimi al valore normato;
- Con riferimento alle verifiche di visibilità, si evince come tre dei 4 ingressi in rotatoria (da nord, da ovest e da sud) sia visibile almeno il quarto di quadrante in sinistra richiesto dalla Normativa, con la sola eccezione di una limitata interferenza della recinzione situata nel quadrante sud-est che deve essere arretrata di circa 80cm per garantire la piena visibilità in immissione.

3- *Inserimento delle deflessioni dei mezzi pesanti, con simulazione e sagome degli stessi:* è stata verificata la percorribilità del nodo da parte di mezzi pesanti al fine di valutare se le geometrie della rotatoria in progetto sono sufficienti a garantire tutte le manovre in sicurezza.

Tenendo conto della conformazione geometrica della rotatoria, risulta che le geometrie del nodo sono adeguate a garantire un'inscrivibilità dei mezzi nella segnaletica di progetto, come previsto dal vigente Codice della Strada, per tuttavia si sconsigliano isole fisiche nelle varici dei rami est ed ovest, che potrebbero rappresentare un rischio per la sicurezza dei veicoli circolanti.

Concludendo, dall'esame delle verifiche effettuate, la rotatoria in progetto nel complesso risulta adeguata dal punto di vista del rapporto geometrie/capacità di servizio, nonché dal punto di vista normativo, salvo le indicazioni di attenzione evidenziate.