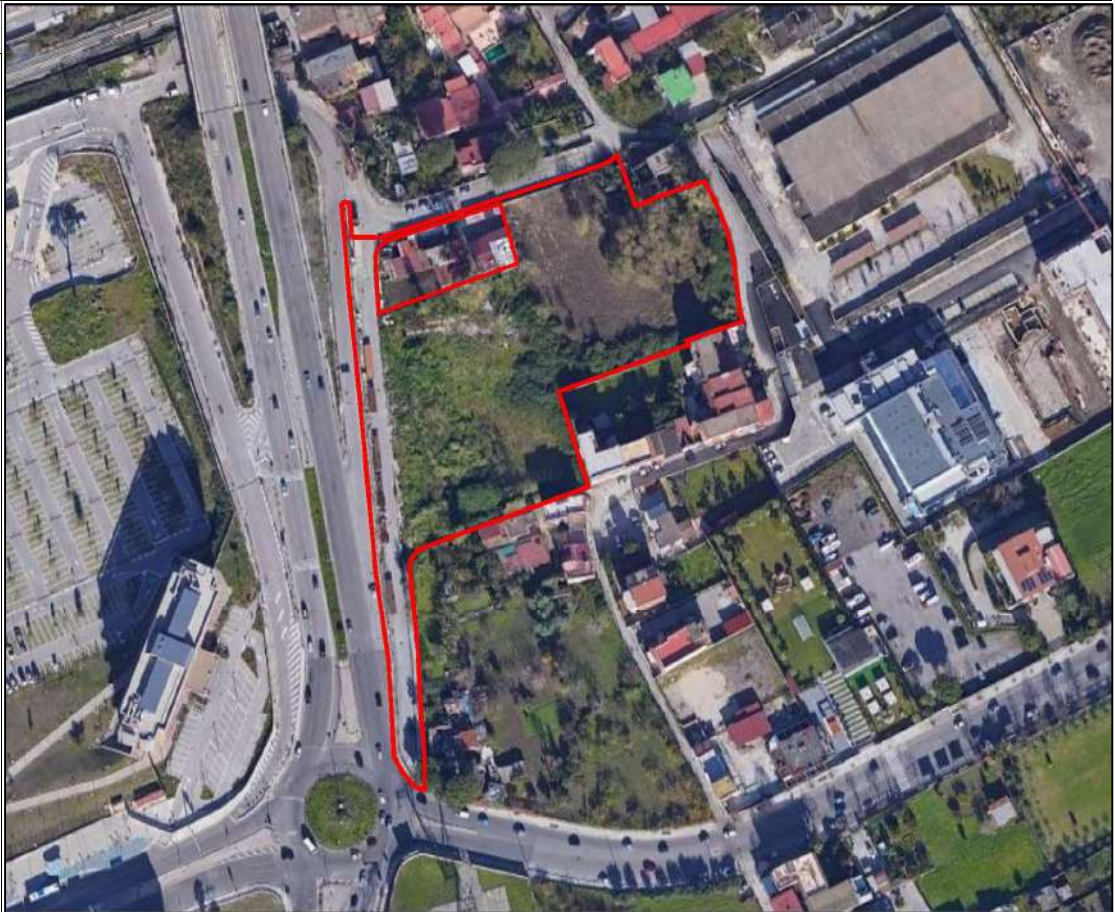


COMUNE DI NAPOLI

PROGETTO	<input type="radio"/>
PRELIMINARE	<input checked="" type="radio"/>
DEFINITIVO	<input type="radio"/>
ESECUTIVO	<input type="radio"/>



Piano Urbanistico Attuativo

OGGETTO:

**Progetto Opere di Urbanizzazione Primaria**  
Per un'area ricadente nel quartiere di Ponticelli, via Domenico Rea  
ai sensi de:

-artt.33 e 149 - Ambito n.18: Ponticelli) delle NTA della Variante Generale al PRG del Comune di Napoli.

U.02.REL.2

Studio Trasportistico con Asseverazione

Progettazione Architettonica

**STUDIO  
ARCHITETTO  
DIEGO  
MAROTTA**

Via Raffaele Morghen n° 92

80129 - Napoli

081-193.20.695

architettomarotta@hotmail.com

**Progettista  
Collaboratori**

Arch. Diego Marotta  
Arch. Dario Gaetano Napolitano  
Geom. Mauro Riso  
Dott.ssa in Architettura Anna Varrella



SOGGETTO  
PROPONENTE

**G.O. Immobiliare  
e Gestioni S.r.l.**

G.O.  
IMMOBILIARE E GESTIONI s.r.l.  
Via R. Morghen, 92 - 80129 (NA)  
Partita IVA 08493391216

Realizzazione dello Studio trasportistico

**Progettista:** IN.CO.SE.T. S.r.l. - a socio unico  
Società di ingegneria Consulenze e Servizi per l'Ambiente e il Territorio

**Coordinatore:** Ing. Claudio Troisi

**Gruppo di Lavoro:** ing. A. Conforti; ing. T. Festa; ing. T. Marinelli; arch. A. Senatore



Immobile sito in :  
**via Domenico Rea**

**Data :**  
Dicembre 2020

**SOMMARIO**

PREMESSA .....	2
1 LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA .....	3
2 SCENARIO ATTUALE .....	5
2.1 Analisi trasportistiche dello scenario attuale.....	5
3 LE PROPOSTE DEL PUA.....	8
4 LE CRITICITA' SOLLEVATE DAL SERVIZIO TRAFFICO E VIABILITA' .....	9
5 LO SCENARIO DI PROGETTO .....	9
5.1 Gli interventi integrativi per la rampa di uscita.....	9
5.2 Gli interventi integrativi per la rotatoria .....	11
5.3 Le condizioni di funzionamento della rete stradale nello scenario di progetto.....	14
5.4 Analisi funzionale della rotatoria.....	17
6 CONCLUSIONI .....	19
APPENDICE .....	20
A1.1. IL MODELLO DI OFFERTA DI TRASPORTO.....	21
A1.1.1. Delimitazione dell'area di studio e zonizzazione .....	21
A1.1.2. Schematizzazione dell'offerta stradale.....	23
A1.1.3. Definizione di velocità e capacità di un arco .....	23
A1.1.4. Le curve di deflusso.....	25
A1.2. LA STIMA DELLA DOMANDA .....	28
A1.2.1. Correzione della matrice O/D attuale mediante i flussi rilevati .....	28
A1.3. IL MODELLO DI ASSEGNAZIONE .....	32
A1.3.1. Caratteristiche generali del software T.Model .....	32
A1.3.2. Implementazione del modello di offerta stradale su TModel.....	38
A1.3.3. Verifica del modello di offerta mediante T.Road .....	39
DICHIARAZIONE ASSEVERATA .....	40

## PREMESSA

Il documento che si presenta illustra le analisi ed i risultati condotti di uno Studio Trasportistico relativo ad un Piano urbanistico attuativo (PUA) di iniziativa privata per la realizzazione di una media struttura di vendita, di un impianto di distribuzione-carburante e area verde ad uso pubblico su un'area in via Pironti a Ponticelli (Na).

La realizzazione di tali interventi prevede una nuova viabilità di accesso che andrà ad integrare l'offerta stradale dell'area e consentirà di mitigare gli effetti, in termini di congestione e tempi di attesa, connessi all'attrazione e generazione degli spostamenti conseguenti agli insediamenti commerciali previsti.

Tale studio, al fine di risolvere le criticità evidenziate dal parere del Servizio traffico e viabilità del comune di Napoli, di cui alla nota PG/2020/11412 e successivamente alla nota PG/2020/492968, propone alcuni interventi integrativi alla viabilità di progetto, sulla base di analisi e verifiche del funzionamento del sistema stradale di progetto.

Il tutto è stato articolato in 2 macro fasi:

1. nella FASE 1 si è proceduto all'analisi delle attuali condizioni di funzionamento del sistema stradale dell'area di studio;
2. nella FASE 2 si è proceduto sulla base delle analisi dello scenario di progetto, alla progettazione di alcuni interventi integrativi della nuova viabilità.

Nella *prima fase* è stata effettuata l'analisi dello stato di fatto, denominato "scenario attuale": a partire dai dati disponibili, si è riprodotto il funzionamento attuale del sistema di trasporto stradale con l'ausilio di un modello matematico di simulazione di traffico calibrato con i rilievi di traffico forniti dalla committenza per l'ora di punta mattutina e serale di un giorno medio feriale invernale della città di Napoli.

Nella *seconda fase* sono state progettate migliorie per la viabilità di progetto, verificando, anche per tale scenario, il funzionamento del sistema stradale con il modello matematico di simulazione messo a punto.

I risultati delle simulazioni di traffico condotte hanno consentito di procedere ad alcune verifiche puntuali relative al livello di servizio della rotatoria presente in prossimità dell'area.

A completamento del documento vi è l'Appendice, ove è riportata la descrizione del modello di simulazione e di previsione dei flussi di traffico utilizzato.

## 1 LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA

L'area di intervento è ubicata, come illustrato nella figura 1, nel quartiere di Ponticelli, nella parte orientale della città di Napoli, l'area di studio, intesa come l'area all'interno della quale si ritiene si esauriscono gli effetti degli interventi progettati coincide con l'intero territorio metropolitano.

Con i suoi 75.097 residenti è il secondo quartiere più popolato della città, dopo Fuorigrotta.

Confina a nord con i comuni di Casoria e Volla, ad est con Cercola e San Sebastiano al Vesuvio; a sud con il quartiere Barra e con il comune di San Giorgio a Cremano, e ad ovest col quartiere Poggioreale.

Dista 5,5 km dalla stazione centrale di Napoli di piazza Garibaldi e 5 km dall'aeroporto di Capodichino.

Le principali strade dell'area di intervento sono:

- Via Luca Pacioli;
- Via Villa Romana;
- Via S. Francesco D'Assisi.

La strada secondaria presente nell'area di intervento è viale Cupa Pironti.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

[www.incoset.it](http://www.incoset.it)

ASSOCIATO  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITA'

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



certificato n°IT274802



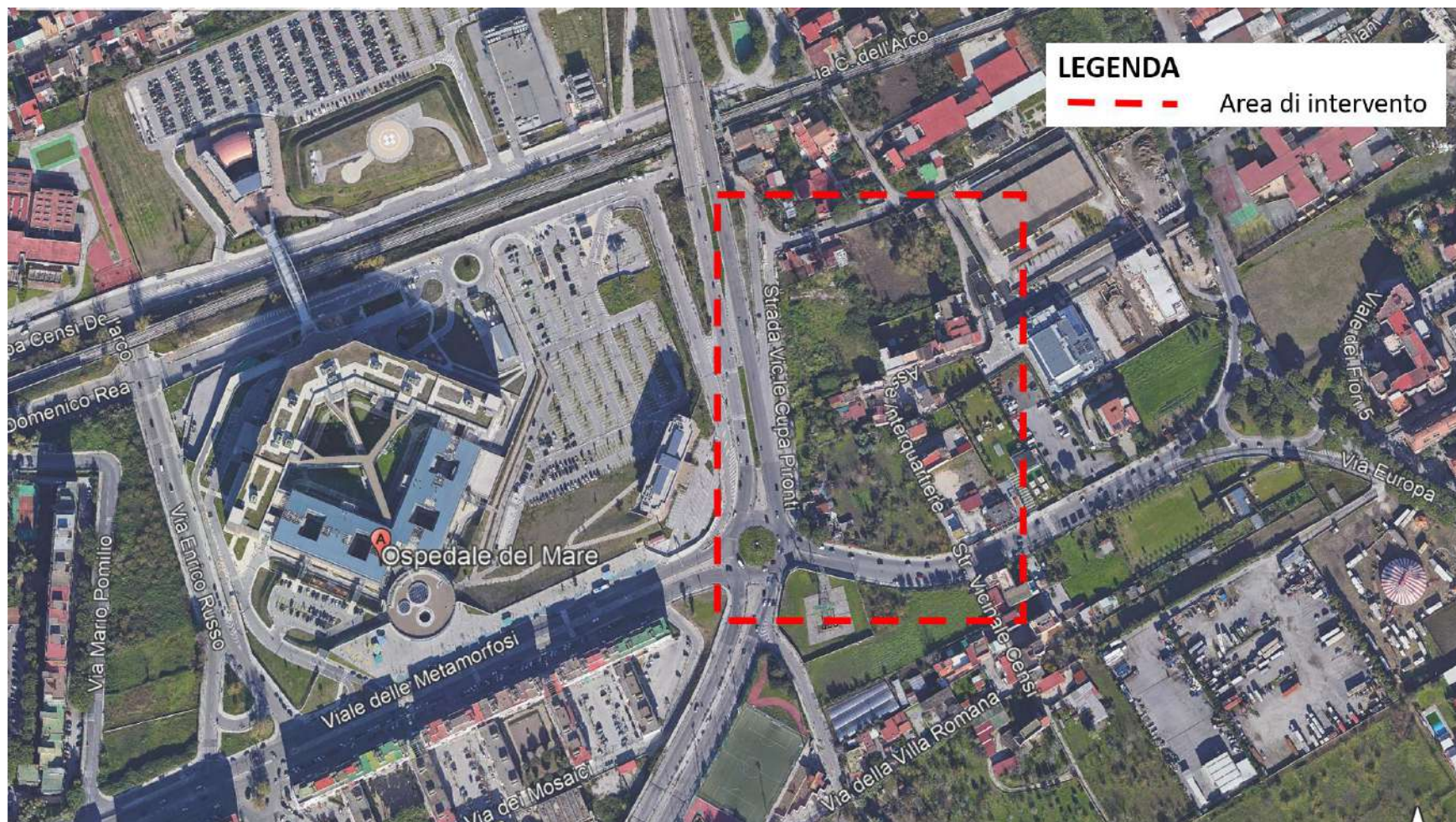


Figura 1-1 - Area di Intervento

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

[www.incoset.it](http://www.incoset.it)

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITÀ



ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification

certificato n°IT274802

## 2 SCENARIO ATTUALE

L'utilizzo di un modello matematico di macro-simulazione del traffico veicolare e dei relativi livelli di congestione, ovvero il rapporto tra il flusso che percorre l'arco e la capacità di quest'ultimo, ha consentito di effettuare un'analisi della distribuzione dei flussi veicolari su ogni arco stradale in modo da valutare il funzionamento attuale della rete stradale dell'area di studio esaminata.

L'assegnazione della domanda alla rete consente, da un lato, di verificare l'attendibilità globale del modello di simulazione dei flussi di traffico, dall'altro, di individuare il livello di congestione generale, le condizioni di traffico sui rami e le criticità del sistema attuale.

Le simulazioni si riferiscono allo stato del sistema stradale nell'ora di punta della mattina e nell'ora di punta della sera.

La descrizione del modello di simulazione, utilizzato per lo studio condotto, è dettagliatamente riportata in Appendice alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

Si fa presente che, per quanto riguarda la stima della domanda di mobilità da assegnare alla rete nello scenario attuale, nelle ore di punta considerate, si è fatto riferimento alla matrice Origine-Destinazione attuale già disponibile: tale domanda è stata "corretta" utilizzando un modello matematico di correzione, anch'esso descritto dettagliatamente in Appendice, che utilizza il metodo dei "Minimi Quadrati Generalizzati" basato sull'utilizzo dei flussi di traffico rilevati precedentemente su alcuni archi della rete stradale dell'area.

### 2.1 Analisi trasportistiche dello scenario attuale

L'analisi dei risultati delle simulazioni eseguite per l'ora di punta della mattina, che risulta essere compresa tra le 7:30 e le 8:30, illustrate nella Figura 2-1, riporta la distribuzione dei flussi veicolari e i gradi di congestione (rapporto tra il flusso che percorre l'arco stradale e la capacità di quest'ultimo) delle strade a servizio dell'area d'intervento.

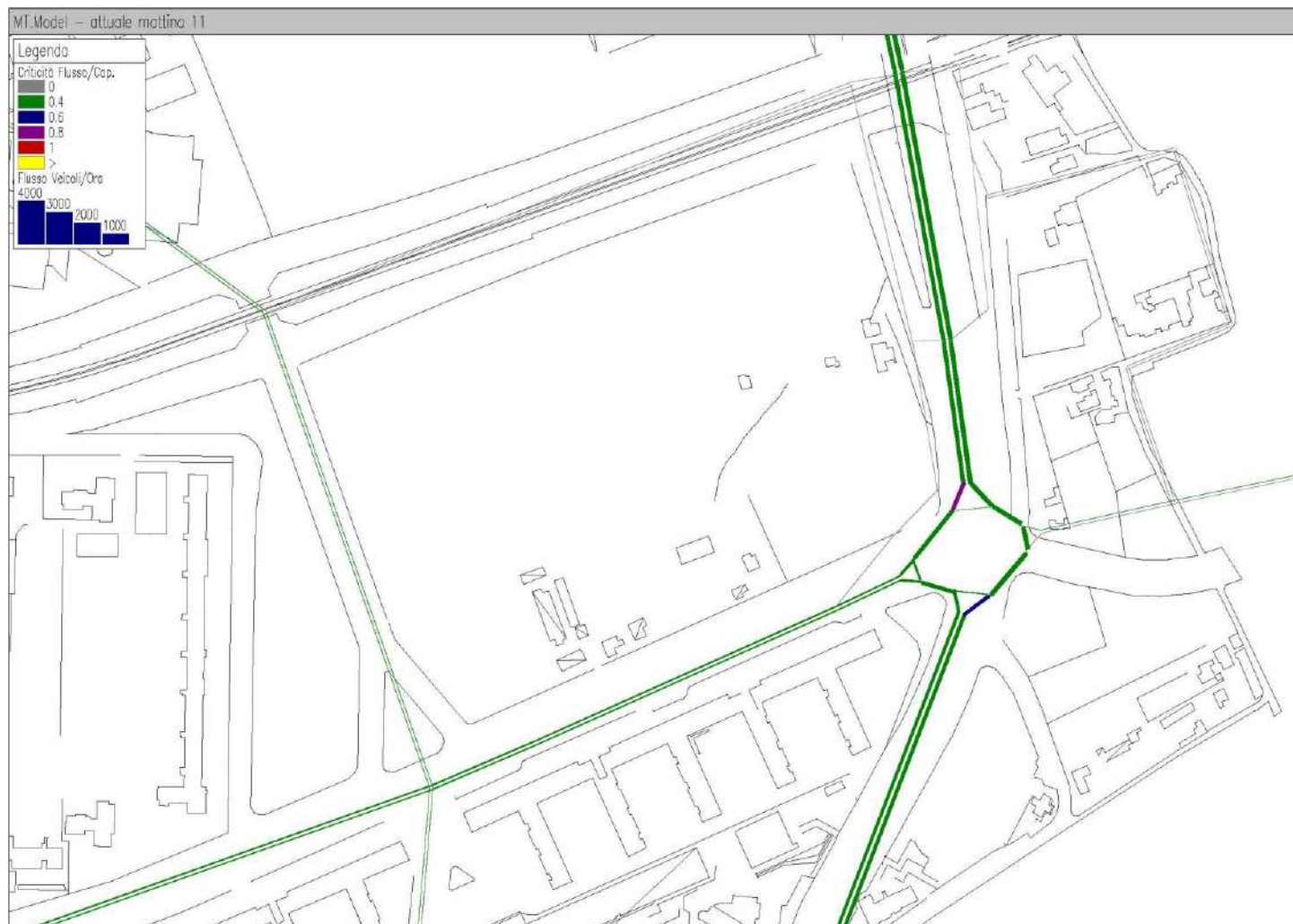
Da una prima valutazione della distribuzione dei flussi su rete si evince che la situazione attuale, per l'ora di punta della mattina non presenta fenomeni di sovrasaturazione. In tale scenario, i tratti con maggiore rapporto flusso/capacità (indice di congestione) sono:

- Via Luca Pacioli, nel tratto di immissione verso la rotatoria;
- Via della Villa Romana, nel tratto in direzione della rotatoria.

Nella Figura 2-2 è rappresentato, invece, il valore del flusso su ogni singola strada e il corrispondente valore di criticità ottenuto dall'assegnazione della domanda su rete nell'ora di punta della sera. Tale scenario, mostra un incremento del carico veicolare che, comunque, non presenta fenomeni di sovrasaturazione e che i tratti con maggiore rapporto flusso/capacità (indice di congestione) sono:

- Via della Villa Romana, in entrambe le direzioni di marcia;
- Via Luca Pacioli, nel tratto di immissione verso la rotatoria;





**Figura 2-1** - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione in prossimità dell'Area di Intervento – Scenario attuale. Ora di punta della mattina.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

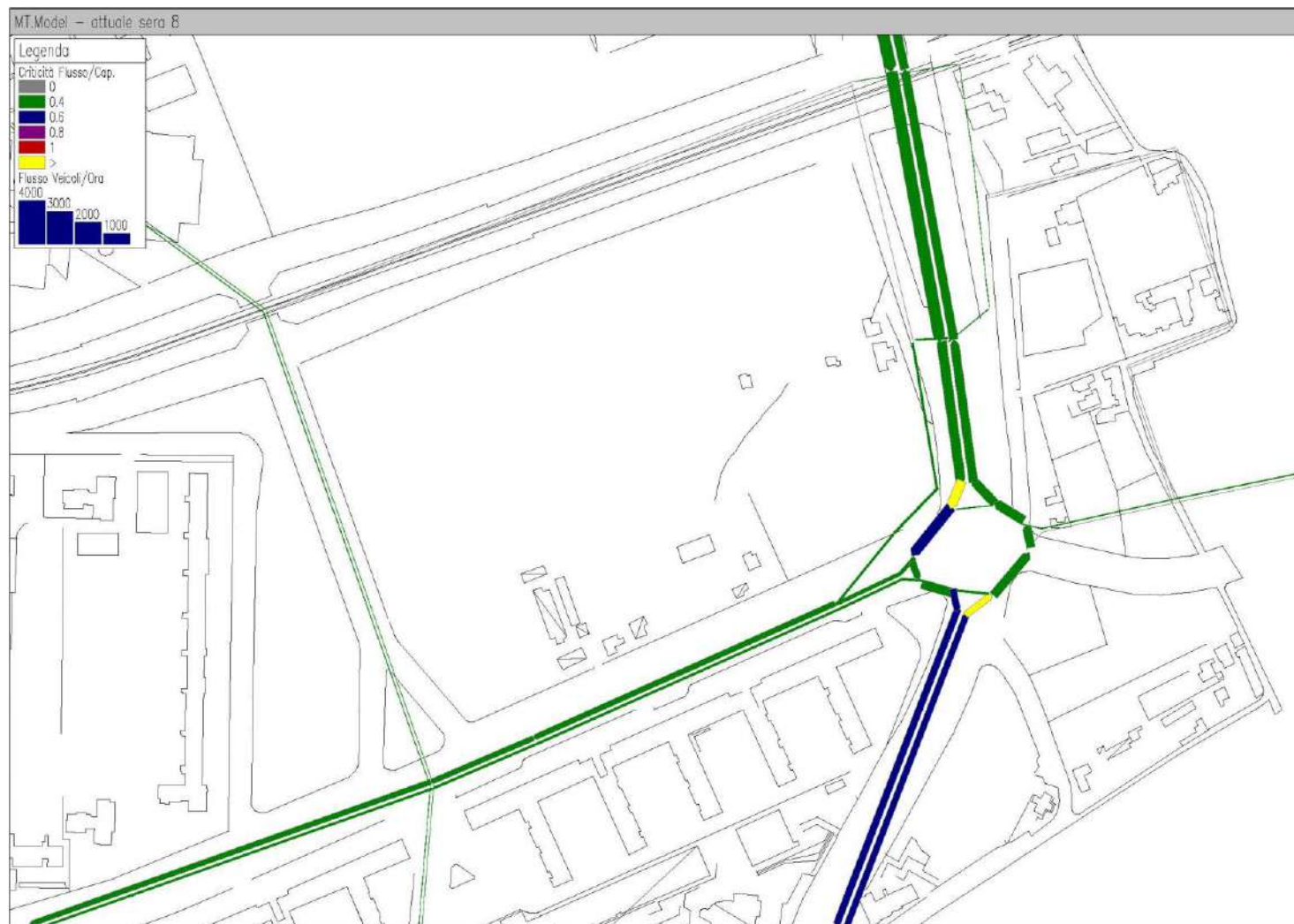
www.incoset.it

ASSOCIATO  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITÀ



certificato n°IT274802



**Figura 2-2** - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione in prossimità dell'Area di Intervento – Scenario attuale. Ora di punta della sera.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITÀ

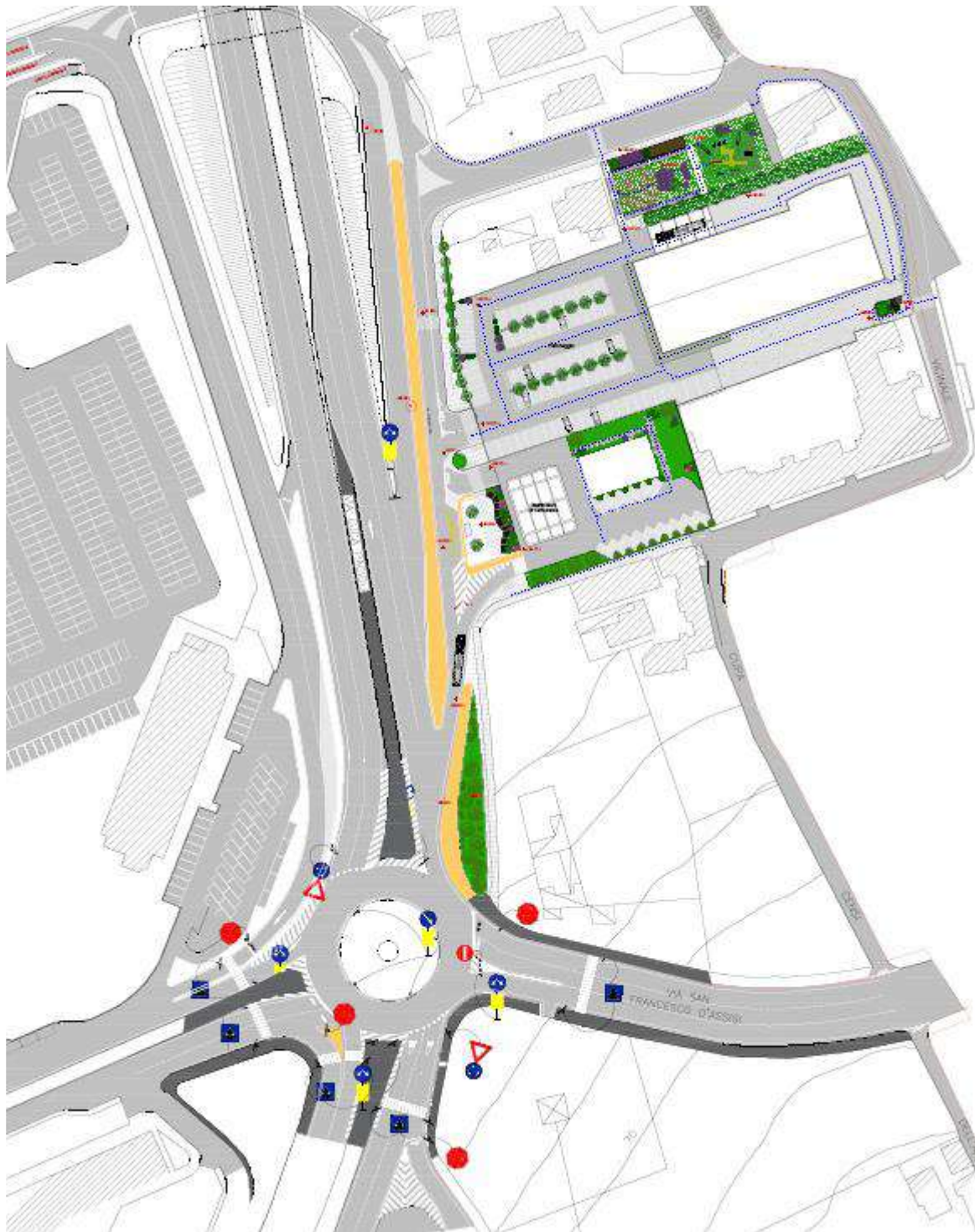


certificato n°IT274802



### 3 LE PROPOSTE DEL PUA

Il Piano urbanistico attuativo di iniziativa privata prevede la realizzazione di una media struttura di vendita, di un impianto di distribuzione di carburante e di un'area verde attrezzata di 771 mq in via Pironti a Ponticelli. Dal punto di vista infrastrutturale, il Pua prevede la realizzazione di una rampa di uscita, di collegamento tra via Luca Pacioli e via Domenico Rea e una viabilità di accesso al parcheggio: il tutto è riportato nella Figura 3-1.



**Figura 3-1** – Planimetria del Pua proposto (estratto degli elaborati di Piano forniti dalla committente)

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

[www.incoset.it](http://www.incoset.it)

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITA'

ISO 9001  
**BUREAU VERITAS**  
Certification



certificato n°IT274802

## 4 LE CRITICITA' SOLLEVATE DAL SERVIZIO TRAFFICO E VIABILITA'

In riferimento al progetto di Pua presentato, sono state evidenziate criticità sia inerenti allo studio trasportistico che alla viabilità. Per ciò che concerne lo studio trasportistico è stato sottolineato che:

- manca un'analisi di impatto dovuti ai flussi generati dai nuovi insediamenti sulla rotonda, situata in prossimità della rampa di uscita progettata;
- non è stata considerata nella stima della domanda di mobilità attratta dalle strutture previste dal PUA l'area verde attrezzata.

Riguardo gli aspetti infrastrutturali relativi alla nuova rampa, deve essere dimostrato che le interferenze tra l'uscita della nuova strada o rampa e quella attualmente esistente sono verificate con la velocità di ingresso nella corsia come risulta dall'attuale configurazione della strada e non con una velocità imposta dal progettista di 30 Km/h.

## 5 LO SCENARIO DI PROGETTO

### Introduzione

In riferimento alle criticità evidenziate dal Servizio Traffico e Viabilità di cui alla nota PG/2020/11412 del 08/01/2020, relativamente alla proposta del Piano Urbanistico Attuativo (PUA) nei successivi paragrafi si illustrano le verifiche condotte e gli interventi integrativi individuati. In tale ottica, si evidenzia che la via Luca Pacioli è classificata dal regolamento viario del comune di Napoli come strada urbana di quartiere (classe "E") ed in quanto tale il limite di velocità è di 50 km/h laddove non diversamente specificato, in accordo con l'art. 142 del D.Lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e successive modificazioni.

### 5.1 Gli interventi integrativi per la rampa di uscita

Nel presente paragrafo si illustra la soluzione individuata per la progettazione della rampa di uscita per consentire il collegamento di via Luca Pacioli con l'area del PUA. L'elaborazione è stata condotta seguendo i requisiti geometrici indicati dalla normativa vigente: D.M. 19 aprile 2006 "Norme Funzionali e geometriche pe la costruzione di intersezioni stradali".

Le corsie di uscita (o di diversione) sono composte dai seguenti tratti elementari:

-Tratto di manovra di lunghezza  $L_{m,u}$

-Tratto di decelerazione di lunghezza  $L_{d,u}$  (comprendente metà della lunghezza del tratto di manovra  $L_{m,u}$ ) coincidente interamente con l'elemento a curvatura variabile, nel caso di tipologia *ad ago* (Figura 5-1), o parallelo all'asse principale della strada, nel caso di tipologia parallela (Figura 5-2).

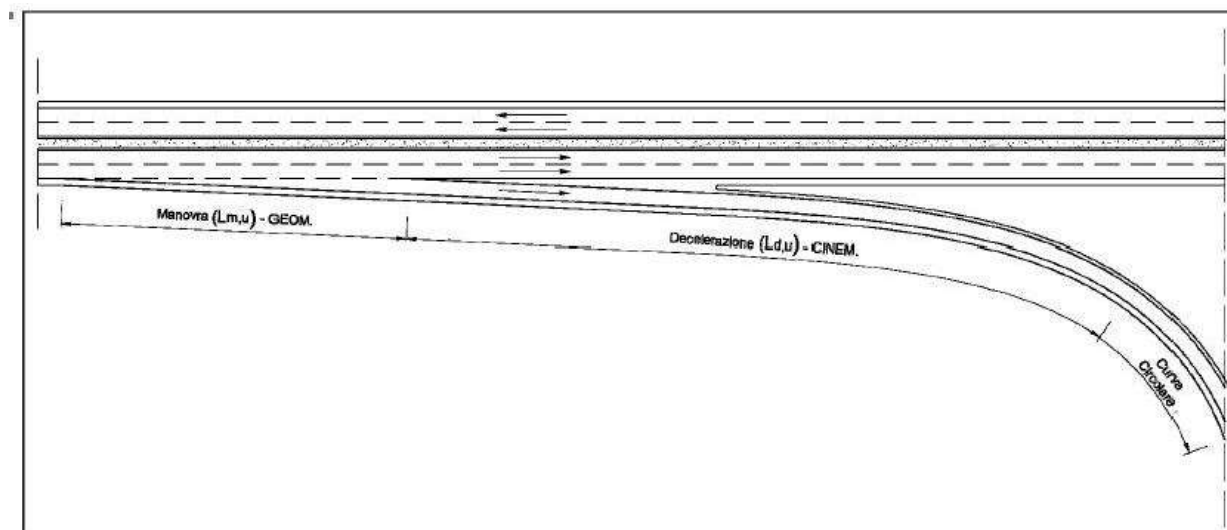


Figura 5-1 – Tratto di decelerazione con l'elemento a curvatura variabile (cd. ad ago)

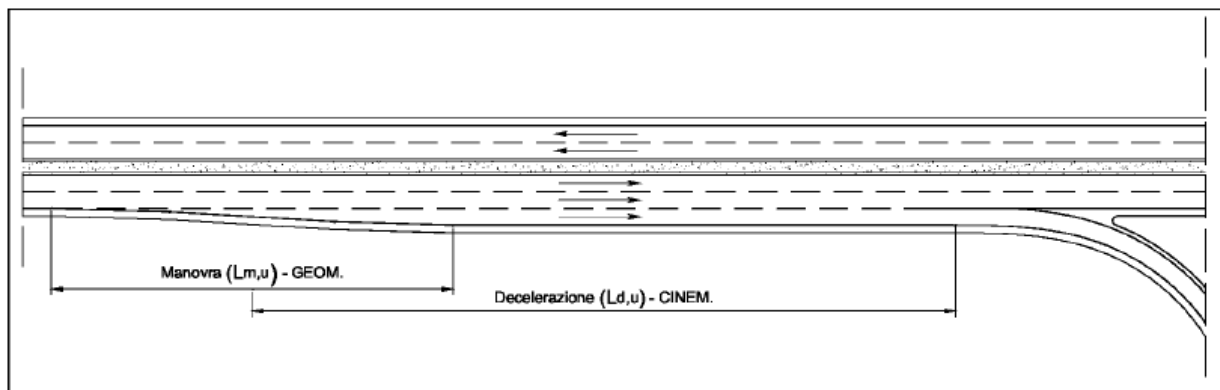


Figura 5-2 - Tratto di decelerazione parallelo all'asse principale della strada

Vista la conformazione dell'area in oggetto, si è proceduto a separare le due rampe:

- la prima di collegamento con l'area del PUA;
  - la seconda di collegamento con l'Ospedale del Mare,
- prevedendo un marciapiede tra le due ed interstanziano i punti di uscita (cuspidi) di almeno 12 m, secondo quanto prevede il D.Lgs. 285/92 all'art. 22 e il D.Lgs. 495/92 (Regolamento CdS) agli art. 44-46, nonché il citato D.M. 19/04/2006.

#### Rampa di collegamento con l'area del PUA

In questo caso si è preferito dimensionare la rampa secondo la cosiddetta "configurazione ad ago". Per determinare la lunghezza dei tratti di variazione cinematica ( $L_{d,u}$ ) in decelerazione o accelerazione si adotta la seguente espressione:

$$L = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

dove:

- $L$  (m) e la lunghezza necessaria per la variazione cinematica;
- $v_1$  (m/s) e la velocità di ingresso nel tratto di decelerazione o accelerazione;
- $v_2$  (m/s) e la velocità di uscita dal tratto di decelerazione o accelerazione;
- $a$  ( $m/s^2$ ) e l'accelerazione, positiva o negativa, assunta per la manovra.

Nel caso in esame si sono utilizzati i seguenti valori:

- $v_1=45$  km/h pari a 12,5 m/s (in quanto il punto di uscita è a circa 20 m dalla rotatoria)
- $v_2= 25$  km/h pari a 6,95 m/s (la strada di arrivo è una strada di tipo locale urbana)
- $a=2$   $m/s^2$  (come indicato dal D.M. 19/04/2006)

$L_{m,u}$  è stato dimensionato secondo i criteri geometrici imposti dalla normativa ed essendo la strada in questione una strada urbana è risultato pari a 20m.

Le dimensioni della carreggiata della rampa di uscita, anche esse dettate dalla normativa, prevedono banchine da 0,50 m e corsia da 3,50 m.

I tratti così progettati, sono risultati pari a:

- $L_{d,u}= 26.8$ m
- $L_{m,u}= 20$ m

#### Rampa di collegamento con l'Ospedale del Mare

Per lo svincolo insistente su via Pacioli si è provveduto allo stesso modo, scegliendo però la tipologia "parallela" ed in particolare:

- $v_1=50$  km/h pari a 13,89 m/s (limite di velocità della strada)
- $v_2= 30$  km/h pari a 8,33 m/s



I tratti così progettati, sono risultati pari a:

- $L_{d,u}$ = 30.88m arrotondato a 31.00m
- $L_{m,u}$ = 20m

La posizione dei punti di innesto delle rampe, come anticipato, sono stati i seguenti:

- la rampa di collegamento con l'area del PUA, ad una distanza di 20,40m dalla rotatoria;
- la rampa di uscita di collegamento con l'Ospedale del Mare a 13,40m dall'innesto della precedente, così da porsi a vantaggio di sicurezza rispetto ai 12 m previsti da normativa per le strade urbane di quartiere come è classificata la via Luca Pacioli dal Regolamento viario del comune di Napoli.

La Figura 5-4 riporta gli elementi geometrici progettati.

Il tratto compreso tra l'uscita della rotatoria e l'innesto della rampa di uscita per l'area del PUA, non si configura come zona di scambio essendo lo stesso sia oggi, sia nella configurazione di progetto, organizzato con una corsia di uscita di larghezza pari a circa 7.00 metri in ossequio a quanto richiesto dal D.M. 19/04/2006 al punto 4.5.2 (cfr. figura 5-3). In particolare, si è prevista una nuova conformazione per il braccio di uscita dalla rotatoria esistente in direzione Via Luca Pacioli, portando la corsia ad una larghezza di 4.50 m con banchina in destra da 1.00 m e in sinistra da 1.50 m fino all'inizio del tratto di manovra della rampa per l'accesso all'area del PUA. Tale conformazione non consente il verificarsi di flussi di scambio veicolare, garantendo al contempo, un approccio alle manovre in sicurezza per tutti i mezzi in transito lungo l'infrastruttura.

## 5.2 Gli interventi integrativi per la rotatoria

Per il braccio afferente a Via Della Villa Romana provenendo da Via Delle Metamorfosi, si è prevista la realizzazione di una corsia esclusiva per la svolta a destra, segnalata e definita mediante la realizzazione di un'isola semi-sormontabile. Le dimensioni di tale corsia si conformano a quelle della rotatoria di-progetto con corsia di 4.50m e banchina con ampiezza variabile da 1.00m a 0.50m(come riportato in figura 5-5). Gli altri bracci verranno adeguati alle dimensioni compatibili con la normativa mediante l'utilizzo di segnaletica orizzontale al fine di limitare gli interventi fisici sull'area di transito in oggetto. Per quanto detto, tutte le corsie e l'anello giratorio della rotatoria saranno uniformate mediante opportune zebraure così come riportato in figura 5-5

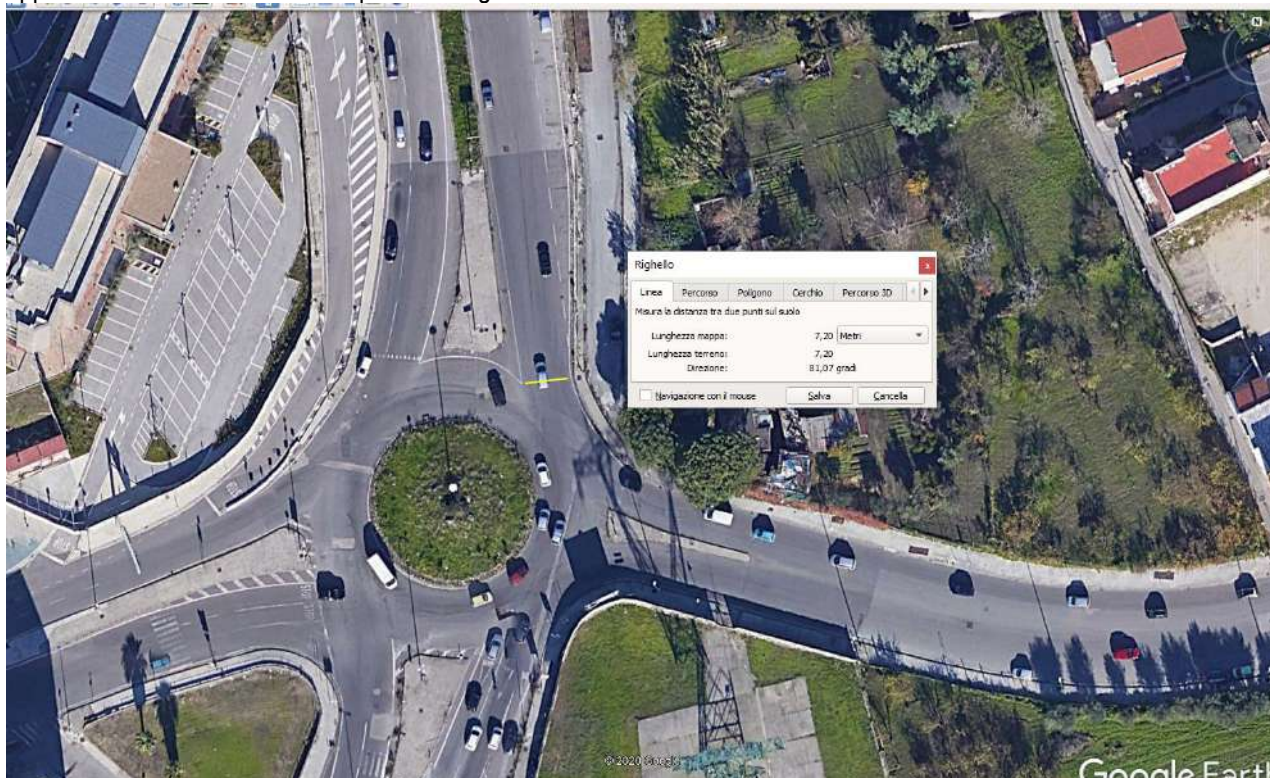


Figura 5-3 – Organizzazione della corsia di uscita dalla rotonda di via Luca Pacioli.

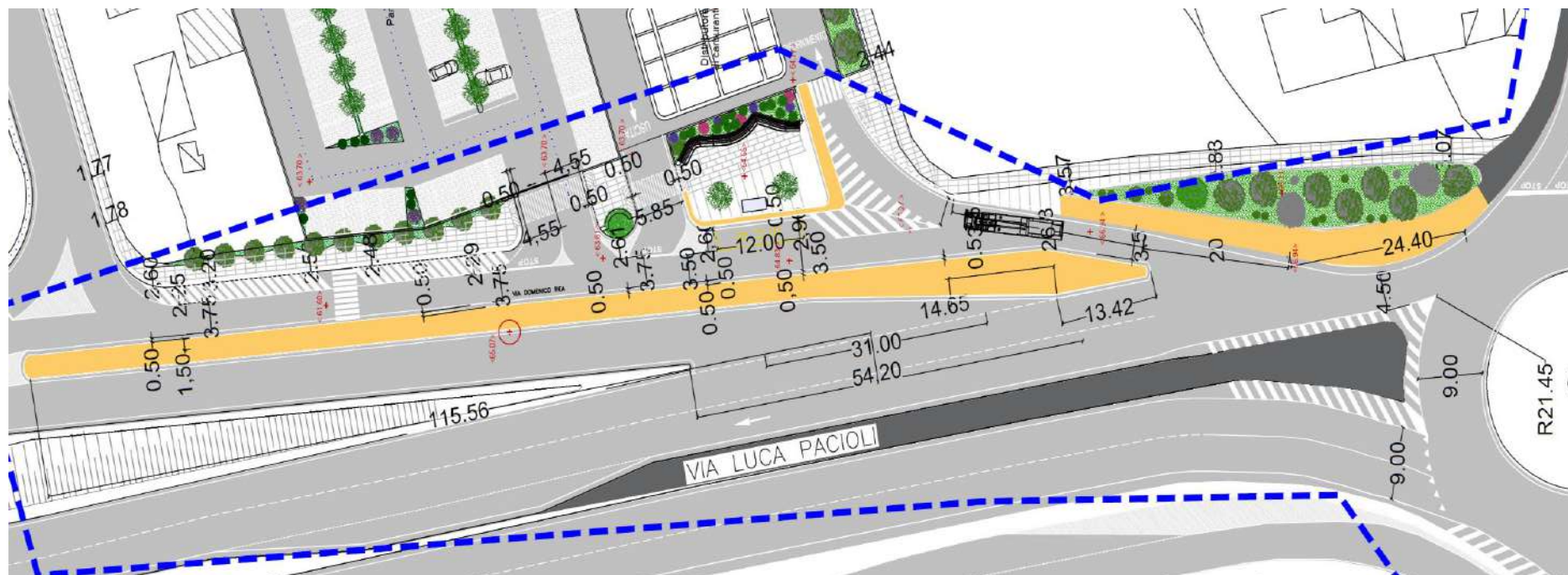


Figura 5-4 – Planimetria della rampa di uscita.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITA'



certificato n°IT274802



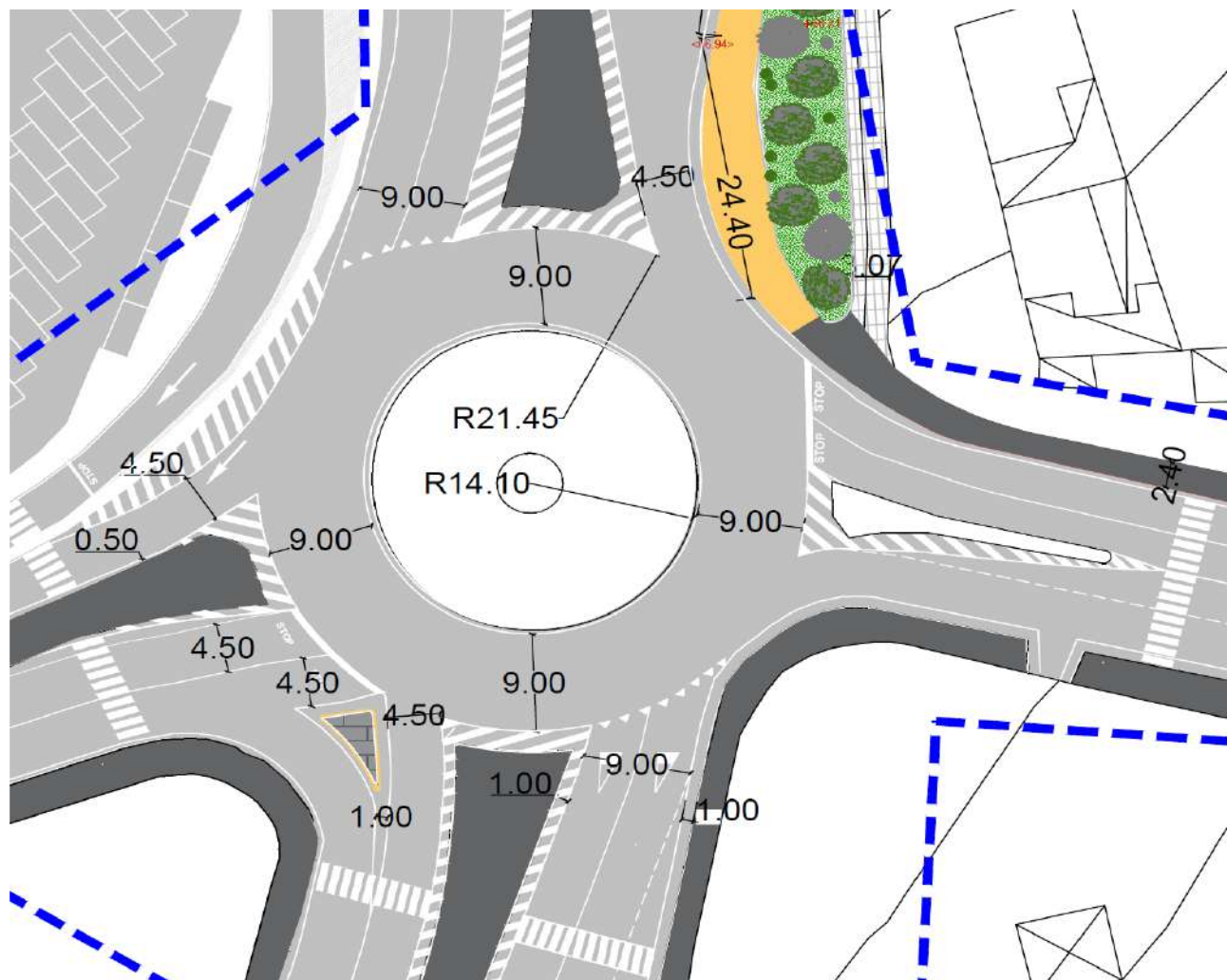


Figura 5-5 – Planimetria di progetto rotatoria.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it



CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA QUALITÀ



certificato n°IT274802



**5.3 Le condizioni di funzionamento della rete stradale nello scenario di progetto**

In riferimento allo scenario di progetto, è stato valutato il funzionamento del sistema stradale dell'area con l'attivazione del PUA e la realizzazione della rampa di uscita progettata per favorire il deflusso veicolare da via Luca Pacioli verso la suddetta area.

Al fine di stimare la domanda generata dal nuovo insediamento sono stati utilizzati i dati di traffico rilevati nell'area utilizzati per il precedente studio trasportistico, incrementati dei flussi generati dalla realizzazione di un'area verde attrezzata di mq 771, assoggettata ad uso pubblico.

In definitiva è stato considerato un flusso attratto dell'attività commerciale di:

- 326 visitatori, nell'ora di punta della sera;
- 20 addetti nell'ora di punta del mattino e 1 addetto nell'ora di punta della sera.

Per il distributore di carburante è stato considerato un flusso di:

- 100 utenti per l'ora di punta del mattino e 20 utenti per l'ora di punta della sera
- 3 addetti per l'ora di punta del mattino e un addetto per l'ora di punta della sera.

Infine, il flusso attratto dall'area verde attrezzata è risultato pari a 20 utenti per l'ora di punta del mattino e 50 utenti per l'ora di punta della sera<sup>1</sup>. Le tabelle che seguono sintetizzano i valori della domanda stimata in termini di auto equivalenti in ingresso e in uscita nell'ora di punta della mattina e della sera di un giorno feriale.

**Tabella 5-1 – Auto equivalenti attratte ed emesse dal centro commerciale**

Quantificazione veicoli attratti dall'attività commerciale				
	Ora di punta del mattino (07:30-08:30)		Ora di punta della sera (19:00-20:00)	
	IN	OUT	IN	OUT
Addetti	19	1	1	0
Visitatori	0	0	168	156
<b>totale</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>169</b>	<b>156</b>

**Tabella 5-2 – Auto equivalenti attratte ed emesse dal distributore di carburante**

Quantificazione veicoli attratti dal distributore di carburante				
	Ora di punta del mattino (07:30-08:30)		Ora di punta della sera (19:00-20:00)	
	IN	OUT	IN	OUT
Addetti	2	1	1	0
Visitatori	50	50	20	20
<b>totale</b>	<b>52</b>	<b>51</b>	<b>21</b>	<b>20</b>

**Tabella 5-3 – Auto equivalenti attratte ed emesse dall'area verde attrezzata**

Quantificazione veicoli attratti dall'area verde attrezzata				
	Ora di punta del mattino (07:30-08:30)		Ora di punta della sera (19:00-20:00)	
	IN	OUT	IN	OUT
<b>Visitatori</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>25</b>

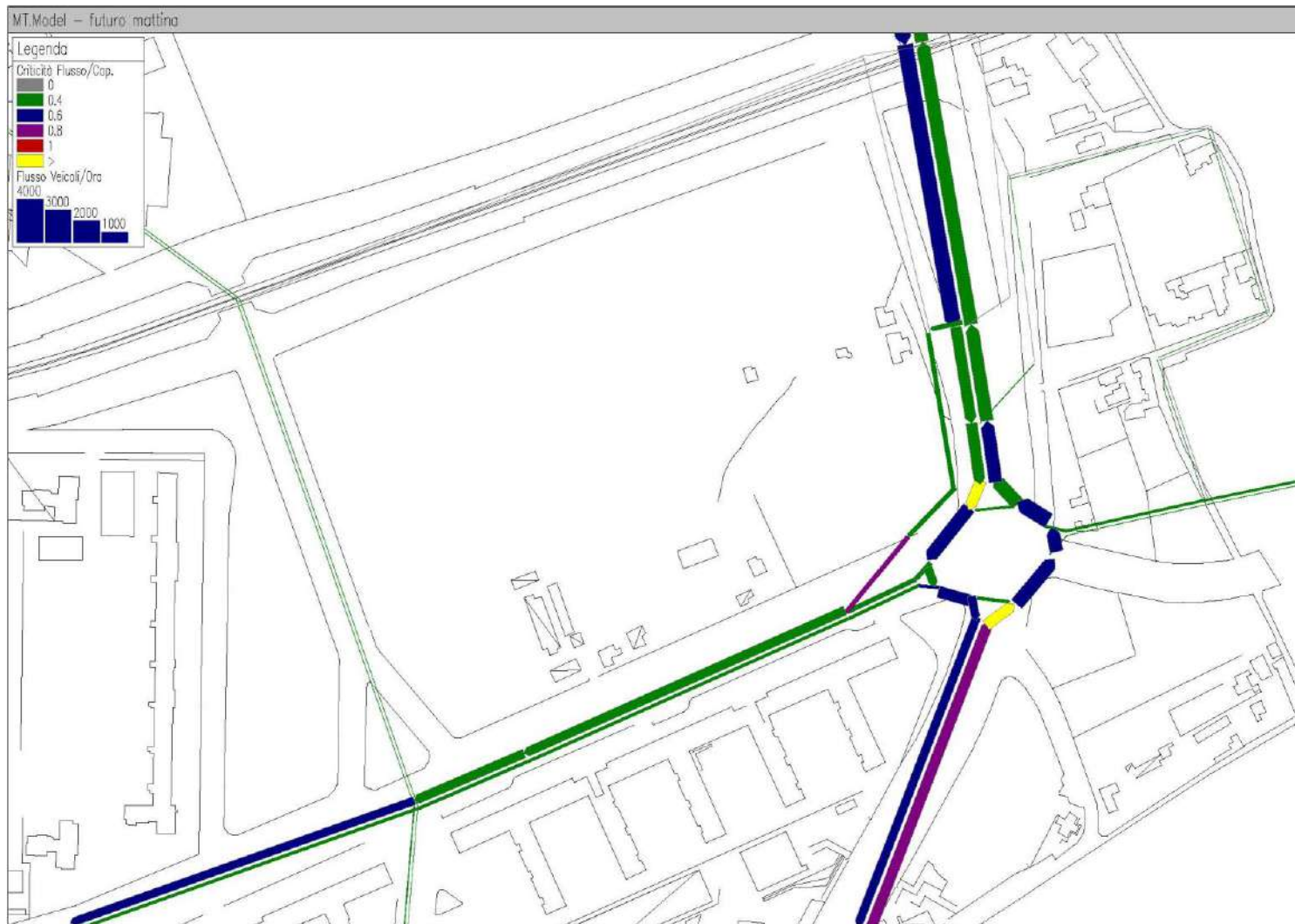
L'analisi di tale scenario, inoltre, ha comportato l'incremento della matrice Origine/Destinazione con la domanda generata dal nuovo insediamento. Tale analisi mostra che il nuovo insediamento comporta un incremento dei flussi sulla rete stradale dell'area. In particolare, nell'ora di punta del mattino (cfr. Figura 5-) il maggior incremento di flusso si registra lungo:

- Via della Villa Romana, in direzione della rotatoria;
- Via Luca Pacioli, nel senso di marcia diretto verso la rotatoria;
- Via Cupa Pironti, nel tratto di strada che si immette su Viale delle Metamorfosi.

Per ciò che concerne l'ora di punta della sera (cfr. Figura 5-), invece, i tratti che presentano un incremento del rapporto flusso/capacità sono:

- Via Luca Pacioli, nel senso di marcia uscente dalla rotatoria;
- Via della Villa Romana, nel senso di marcia verso la rotatoria;
- Viale delle Metamorfosi, nel tratto verso la rotatoria.

<sup>1</sup> Cfr Tabella 2.7, Capitolo 2, Pianificazione e controllo del traffico urbano: Modelli e Metodi, Bruno Montella.



**Figura 5-6** - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione in prossimità dell'Area di Intervento – Scenario di Progetto. Ora di punta della mattina.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

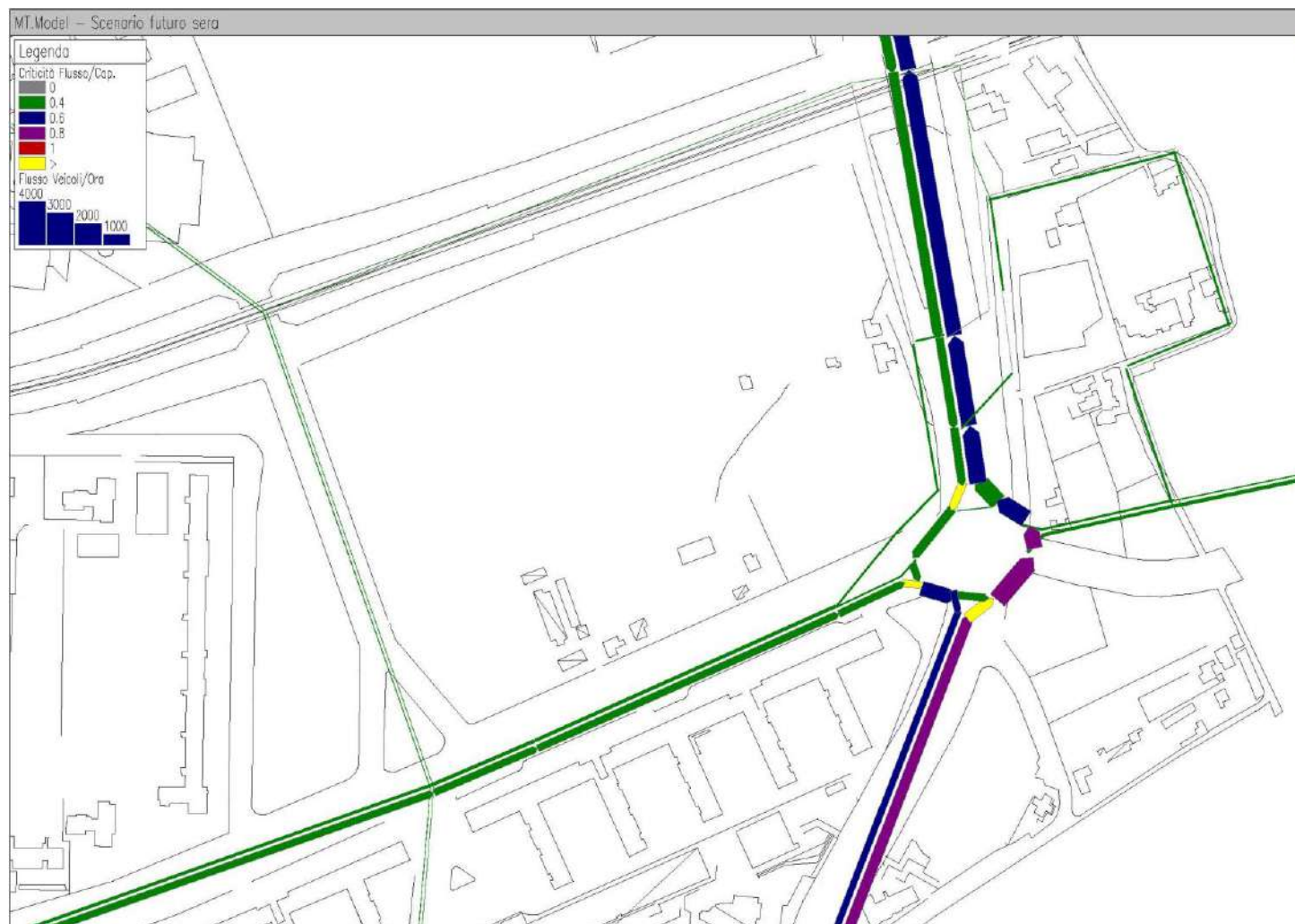
www.incoset.it

ASSOCIATO  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITÀ



certificato n°IT274802



**Figura 5-7** - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione in prossimità dell'Area di Intervento – Scenario di Progetto Ora di punta della sera.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

[www.incoset.it](http://www.incoset.it)

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITÀ



certificato n°IT274802



#### 5.4 Analisi funzionale della rotatoria

Al fine di eseguire l'analisi funzionale della rotatoria di via Luca Pacioli e viale della Metamorfofi a seguito dell'attivazione del PUA, come richiesto dal Servizio Viabilità e Traffico, è stato calcolato il livello di servizio (*Level of Service – LOS*) con il metodo francese SETRA.

Tale metodologia mette in relazione le caratteristiche geometriche ai volumi di traffico e alla composizione del traffico veicolare consentendo di avere una misura qualitativa delle condizioni di circolazione e della loro percezione da parte degli utenti.

Sono definiti sei livelli di servizio, cui è attribuita una designazione letterale da A ad F:

- il livello di servizio A rappresenta le migliori condizioni di circolazione;
- mentre il livello di servizio F rappresenta le peggiori condizioni di circolazione.

Alla stregua di quanto finora fatto, è stata analizzata la rotatoria all'intersezione tra Viale S. Francesco D'Assisi, Via Luca Pacioli, Viale delle Metamorfofi, Via della Villa Romana, in quanto, risente dei nuovi flussi generati dal PUA

In particolare, le analisi che seguono sono riferite sia allo scenario attuale che allo scenario di progetto.

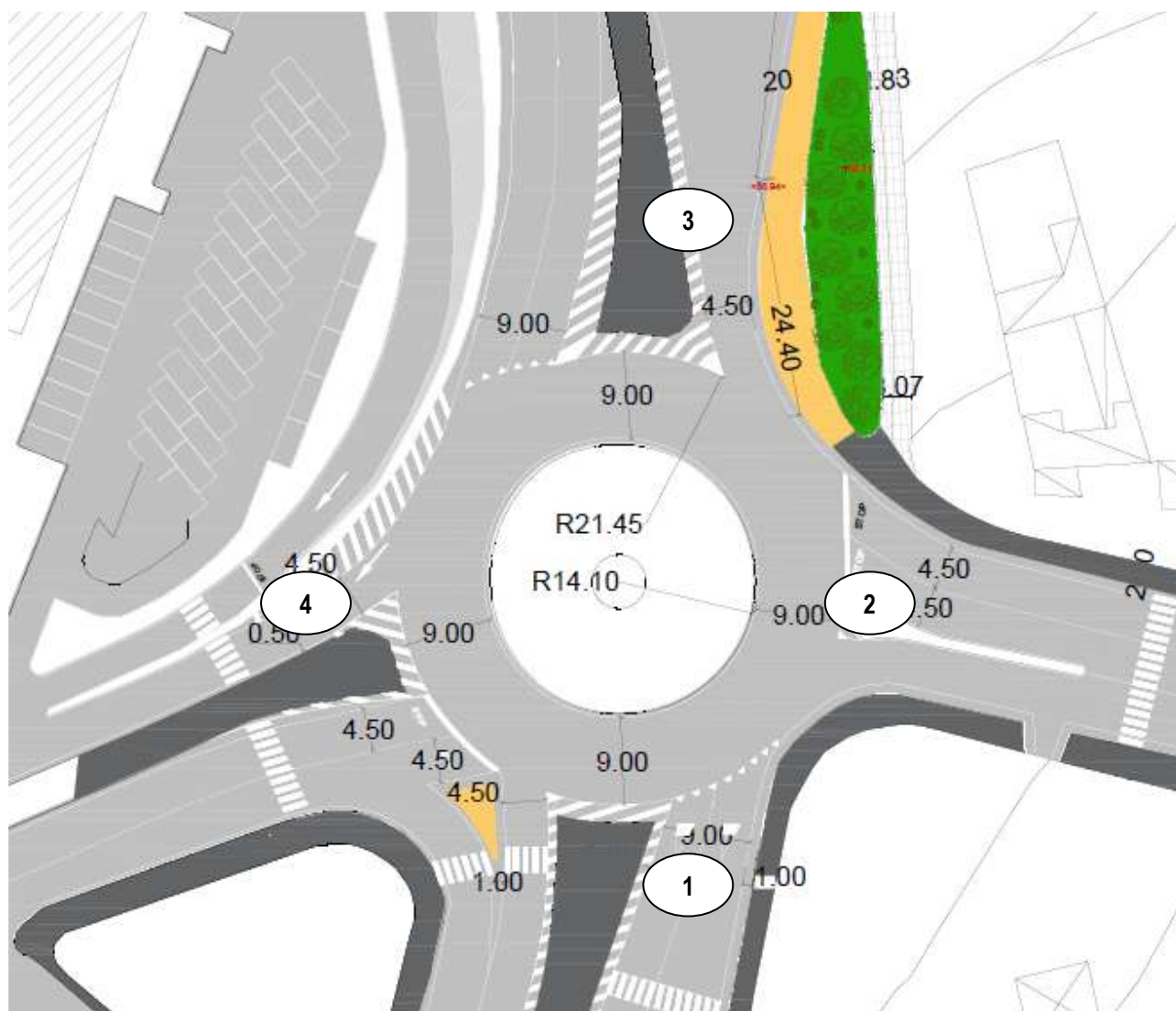


Figura 5-8 – Rotatoria tra Via S. Francesco D'Assisi, Via Luca Pacioli, Viale delle Metamorfofi e Via della Villa Romana.

Via A. Balzico, 50, 84013  
P. IVA 03772980656  
e-mail  
pec

Cava de' Tirreni (SA)  
tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
info@incoset.it  
postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

ASSOCIATO  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITÀ

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



certificato n°IT274802

Calcolo del livello di servizio della rotatoria nelle condizioni attuali.

Considerando la rotatoria in oggetto (cfr. Figura 5-) è stato calcolato il ritardo medio per ciascun ramo di immissione alla rotatoria nello scenario attuale. In funzione del rapporto flusso/capacità stimato, è stato calcolato, poi, il tempo di attesa medio; per ciascun ramo, il numero di veicoli in coda all'intersezione e confrontato con i valori ottenuti dall'abaco. Si riportano di seguito nella Tabella 5-4 e nella Tabella 5-5, i risultati ottenuti.

**Tabella 5-4 - Livello di Servizio per ramo. Rotatoria di progetto. Ora di punta del mattino.**

Tempi di attesa medio			
	Qe/C	Da abaco	LOS
t <sub>1</sub>	0,157411	7	A
t <sub>2</sub>	0,003208	1	A
t <sub>3</sub>	0,233223	3	A
t <sub>4</sub>	0,109876	2	A

**Tabella 5-5 - Livello di Servizio per ramo. Rotatoria di progetto. Ora di punta della sera**

Tempi di attesa medi			
	Qe/C	Da abaco	LOS
t <sub>1</sub>	0,166663	6	A
t <sub>2</sub>	0,067483	3	A
t <sub>3</sub>	0,522977	2	A
t <sub>4</sub>	0,597292	5	A

Calcolo del livello di servizio della rotatoria nello scenario di progetto.

In riferimento allo scenario di progetto, occorre precisare che non sono state apportate modifiche alla rotatoria. Anche per tale scenario, è stato calcolato il ritardo medio per ciascun ramo di immissione alla rotatoria, in funzione del rapporto flusso su capacità stimato, da cui è stato calcolato, poi, il ritardo medio all'intersezione; è stato calcolato, inoltre, per ciascun ramo, il numero di veicoli in coda all'intersezione. Si riportano, nella Tabella 5-6 i risultati riferiti all'ora di punta del mattino e nella Tabella 5-7 i risultati riferiti all'ora di punta della sera.

**Tabella 5-6 - Livello di Servizio per ramo. Scenario di progetto. Ora di punta del mattino.**

Tempo di attesa medio			
	Qe/C	Da abaco	LOS
t <sub>1</sub>	0,487292	5	A
t <sub>2</sub>	0,264043	6	A
t <sub>3</sub>	0,754513	7	A
t <sub>4</sub>	0,21494	7	A

**Tabella 5-7 - Livello di Servizio per ramo. Scenario di progetto. Ora di punta della sera.**

Tempi di attesa medio			
	Qe/C	Da abaco	LOS
t <sub>1</sub>	0,287723	4	A
t <sub>2</sub>	0,078345	3	A
t <sub>3</sub>	0,574839	6	A
t <sub>4</sub>	0,157981	5	A

Dai risultati mostrati, in base alla metodologia fornita dal SETRA, si deduce che il livello di servizio della rotatoria, sia in riferimento allo scenario attuale che di progetto, sia per l'ora di punta del mattino che per l'ora di punta della sera è pari ad A.

## 6 CONCLUSIONI

Lo studio trasportistico condotto sull'intera rete stradale cittadina con particolare riferimento alla porzione direttamente a servizio dell'area del PUA, si riferisce a due scenari: uno attuale e uno di progetto.

Lo scenario di progetto prevede dal lato della domanda l'attivazione del PUA con la generazione e attrazione degli spostamenti conseguenti, dal lato dell'offerta la realizzazione di una nuova rampa di uscita che consente il deflusso veicolare da via Luca Pacioli all'area direttamente in accesso al Piano urbanistico attuativo in oggetto.

Dal punto di vista geometrico si è previsto un miglioramento della rampa di uscita separando fisicamente la rampa diretta all'area del Pua con quella diretta all'Ospedale del mare e verificando le stesse ai sensi del DM 19/04/2006.

Dal punto di vista trasportistico, dalle simulazioni di traffico effettuate emerge che, allo stato di fatto, sia per l'ora di punta della mattina, che per l'ora di punta della sera non vi sono fenomeni di congestione.

Per lo scenario di progetto, si è visto che l'attuazione del Pua non comporta una sovrassaturazione della rete stradale dell'area ma soltanto un incremento del rapporto flusso/capacità (indice di congestione) che comunque resta sempre al di sotto dello 0,8, limite tecnico di soddisfacente funzionalità trasportistica.

La verifica, infine, della rotatoria ha mostrato che la stessa presenta un Livello di Servizio pari ad A sia nella situazione attuale, sia in quella con l'attivazione degli interventi di Pua.

I risultati dello studio condotto rispondono alle criticità sollevate dal Servizio Traffico e Viabilità:

- in merito alla rampa di uscita, che risulta separata da quella diretta all'Ospedale del Mare e verificate entrambe ai sensi del D.M. 19/04/2006;
- in merito alla domanda generata dall'area a verde attrezzato di progetto, che risulta stimata con dati bibliografici da fonte;
- in merito alla verifica funzionale della rotatoria, condotta applicando il metodo SETRA, verificando che il LdS sia nella situazione attuale, sia nello scenario di progetto è pari ad A.



## APPENDICE

Il modello matematico di simulazione e previsione dei flussi di traffico

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

[www.incoset.it](http://www.incoset.it)

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITÀ

ISO 9001  
**BUREAU VERITAS**  
Certification



certificato n°IT274802

**Introduzione.** In generale la simulazione del funzionamento di un sistema di trasporto avviene mediante l'utilizzo di modelli matematici in grado di rappresentare l'offerta di trasporto, stimare la domanda di spostamenti che impegna il sistema nel periodo di riferimento e simulare l'interazione tra la domanda di spostamenti e l'offerta di trasporto producendo i flussi sugli elementi rappresentativi del sistema (archi della rete) e la prestazione degli stessi e del sistema in termini di congestione, inquinamento, tempi e chilometri percorsi, accessibilità, eccetera. Nel seguito si descrive il modello utilizzato per le simulazioni del funzionamento del sistema stradale dell'area di studio.

### **A1.1. IL MODELLO DI OFFERTA DI TRASPORTO**

Per la rappresentazione dell'offerta di trasporto, i modelli utilizzano da un lato la teoria dei grafi e delle reti per rappresentare la struttura topologica e funzionale del sistema, dall'altro i risultati di diverse discipline dell'ingegneria dei trasporti per descrivere le prestazioni e le interazioni degli elementi che lo compongono.

Un grafo è in generale un insieme di nodi e di archi orientati che li collegano, mentre si definisce rete un grafo ai cui archi è associata una caratteristica quantitativa. Ciascun arco del grafo, utilizzato per rappresentare il sistema di trasporto, corrisponde ad una fase dello spostamento, nel caso specifico la percorrenza del tronco stradale, ed è caratterizzato da un tempo di trasferimento e/o da altri oneri sopportati dall'utente (es. costo monetario e discomfort).

Per ridurre il costo ad un'unica grandezza scalare, costo generalizzato medio, a seconda dei casi, si può prendere in esame la componente più rilevante per gli utenti, di solito il tempo di trasferimento, oppure si procede all'omogeneizzazione delle diverse componenti in un costo generalizzato utilizzando coefficienti di omogeneizzazione il cui valore può essere stimato con modelli matematici.

In generale nei sistemi di trasporto il costo medio di un arco, o alcune sue componenti, dipende dal flusso di utenti che utilizza l'elemento rappresentato dall'arco stesso e, in alcuni casi, anche dai flussi che impegnano altri elementi del sistema. Per effetto di questo fenomeno, detto *congestione*, il costo medio di trasporto relativo a ciascun arco del grafo è, in generale, funzione sia del flusso che percorre l'arco in esame che di quelli che percorrono altri archi del grafo. La funzione matematica che consente di calcolare il costo medio di trasporto di ciascun arco in corrispondenza di un dato insieme di valori dei flussi di arco prende il nome di *funzione di costo*.

Costruito il modello di offerta, a ciascun arco del grafo, è possibile associare, mediante un modello di previsione dei flussi di traffico, un flusso di arco ovvero il numero medio di veicoli che lo percorrono in un intervallo temporale prefissato, nel caso specifico l'ora di punta.

Il flusso di arco è una grandezza scalare, se le grandezze che lo compongono sono entità non omogenee, per esempio diverse classi di veicoli, i flussi sono omogeneizzati mediante l'impiego di opportuni coefficienti di equivalenza. Se si adotta come categoria di riferimento quella delle autovetture, i flussi di veicoli di altre categorie sono trasformati in flussi di *autovetture equivalenti* con coefficienti di equivalenza maggiori di uno se il contributo alla congestione è maggiore di quello delle auto (autobus, mezzi pesanti, ecc.), minore in caso contrario (moto, biciclette). Nel presente studio si è considerato il flusso in autovetture equivalenti.

Dal punto di vista metodologico, nel caso in esame la costruzione del modello di offerta è avvenuta attraverso una sequenza di fasi riportate di seguito:

- delimitazione dell'area di studio;
- zonizzazione;
- costruzione del grafo stradale;
- individuazione delle funzioni di costo.

#### **A1.1.1. Delimitazione dell'area di studio e zonizzazione**

L'area di studio considerata, dove si ritiene si esauriscono la maggior parte degli effetti determinati dagli interventi progettati, coincide con l'intera area metropolitana di Napoli per la quale si dispone di un modello di simulazione dei flussi di traffico. L'area di intervento è situata nella periferia Est del comune di Napoli, precisamente nel quartiere di Ponticelli in un lotto a confine con il Comune di Cercola (cfr. fig. A1.1).



Figura A1.1 – Localizzazione dell'area di intervento e rete stradale primaria del Comune di Napoli

Per procedere alla modellizzazione del sistema e, quindi, schematizzare gli spostamenti che avvengono tra punti specifici dell'area, si è suddivisa l'area di studio in zone di traffico fra le quali avvengono gli spostamenti che interessano il sistema in esame: uno spostamento, infatti, può iniziare e terminare in qualsiasi punto del territorio, pertanto, si discretizza il territorio suddividendolo in zone (zone di traffico, appunto) tra le quali si concentrano gli spostamenti in atto. Gli spostamenti che interessano la singola zona di traffico, in altre parole iniziano e terminano all'interno della stessa, e che non sono considerati nell'ambito del modello implementato, sono definiti *intrazonali*, mentre quelli che avvengono tra zone diverse sono definiti *interzonali*.

Poiché l'obiettivo della zonizzazione è quello di approssimare tutti i punti di inizio e fine degli spostamenti interzonali con un unico punto detto *centroide* di zona, il criterio seguito per procedere alla zonizzazione è quello di individuare le porzioni dell'area per le quali tale concentrazione rappresenti un'ipotesi accettabile. Nel caso specifico, i criteri sono stati:

- coincidenza dei confini delle zone con i confini delle sezioni di censimento ISTAT;
- uniformità (e presumibilmente omogeneità) delle destinazioni d'uso dei suoli di ciascuna zona;
- rispetto di linee di discontinuità del territorio (i rilevati della ferrovia, di assi autostradali, ecc.);
- contenimento delle dimensioni trasversali delle zone edificate al di sotto di distanze che possono essere considerate certamente "pedonali";
- individuazione di zone con un numero di residenti comparabili.

Si sono così ottenute complessivamente 239 zone di traffico così distribuite:

- 43 zone di traffico costituenti i vari comuni appartenenti all'area metropolitana di Napoli ad eccezione di Napoli,
- 192 zone di traffico costituenti il comune di Napoli;
- 4 centroidi al cordone schematizzanti le interrelazioni tra l'area di studio e l'esterno suddividendo, quest'ultimo, in zone origine e/o destinazione di spostamenti che interessano l'area di studio.

Tali zone sono state aggregate in base all'arteria che esse utilizzano per il collegamento con l'area. Si è assunto, per semplicità di schematizzazione, che un insieme di zone che utilizzano la stessa direttrice di collegamento siano rappresentate da un centroide posto al confine dell'area, lungo la direttrice stessa. Per i comuni a sud si è posto un centroide sull'A3 che rappresenta tutti i comuni della provincia di Salerno che utilizzano l'autostrada, ed uno sulla SS18



nel comune di Scafati per gli spostamenti interni, un centroide per i veicoli provenienti dalla costiera sorrentina (la SS 145), un centroide per i comuni a Nord che utilizzano la SS 268.

### A1.1.2. Schematizzazione dell'offerta stradale

Al fine di rappresentare l'offerta stradale, ovvero l'insieme delle componenti fisiche e organizzative che consentono lo spostamento di persone e mezzi nell'area di studio che, per gli scopi perseguiti dal presente studio, si limita alla offerta di trasporto privato, è stata definita la rete viaria oggetto di studio. Detta rete è costituita da tutte le principali strade a servizio dell'area di studio.

In particolare da:

- dall'autostrada A1 – MI – NA;
- dall'autostrada A3 – NA – Pompei – SA;
- dalla tangenziale di Napoli;
- dalle strade a doppia carreggiata e svincoli sfalsati quali la Circumvallazione Esterna, la tangenziale di Soccavo, la SS 265, la SS 162;
- dalle principali strade urbane ordinarie del comune di Napoli come individuate e classificate nel Regolamento viario comunale.

Sulla base dello schema di rete individuato, si è, quindi, implementato il modello matematico di simulazione dell'offerta stradale mediante la costruzione del grafo, a cui sono state associate le caratteristiche geometriche e funzionali delle strade rilevate attraverso opportune indagini *ad hoc* effettuate sul campo.

Tale grafo è costituito da un insieme di nodi e di archi; i primi rappresentano gli estremi del tronco stradale considerato, i secondi, il collegamento di una coppia ordinata di nodi sul quale transita un flusso unidirezionale di utenti (esempio: una strada a doppio senso, compresa fra due successive intersezioni – nodi – è rappresentata con due archi di verso opposto).

Occorre precisare che non tutti i nodi rappresentano gli estremi di un tronco stradale; infatti, alcuni individuano punti singolari, come ad esempio un restringimento della carreggiata oppure una curva; altri, i cosiddetti nodi *centroidi*, ovvero, quei nodi nei quali si ipotizzano concentrati i punti terminali degli spostamenti in ingresso o in uscita da ciascuna zona di traffico e posti in maniera baricentrica rispetto alla popolazione della zona che rappresentano.

Infine ad ogni arco sono state associate le caratteristiche geometriche e funzionali in parte rilevate sul campo mediante indagini eseguite *ad hoc*; in parte opportunamente calcolate come la velocità a flusso nullo e la capacità.

### A1.1.3. Definizione di velocità e capacità di un arco

Sulla base delle caratteristiche geometriche e funzionali di ogni strada è stato possibile calcolare la capacità e la velocità a flusso nullo di un arco:

- la capacità di un arco è il massimo numero di veicoli che percorre l'arco nell'unità di tempo;
- la velocità a flusso nullo è la velocità di percorrenza dell'arco in assenza di veicoli.

Per le **strade urbane** la capacità è stata ottenuta applicando la seguente relazione sperimentale:

$$C = \min [525 \cdot L_{usc}; 525 \cdot L_{uaf} \cdot k \cdot p]$$

dove:

-  $L_{usc}$  = larghezza utile sezione corrente (m)

-  $L_{uaf}$  = larghezza utile sezione finale (m)

-  $k$  = coefficiente correttivo dato dal rapporto verde/ciclo

-  $p$  = coefficiente correttivo che tiene conto della presenza dei mezzi pesanti dato da:

$$p = (1 - \%pes) \cdot [1 / (1 - \%pes + \%pes \cdot E_i)]$$

-  $E_i$  = coefficiente di equivalenza

che vale<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> Ennio Cascetta, "Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto", UTET(1998), pp 61

Autovetture e veicoli merci leggeri	$E_a = 1.00$
Veicoli pesanti medi e grandi	$E_p = 1.75$
Autobus	$E_b = 2.25$
Tram	$E_t = 2.50$
Motocicli	$E_m = 0.33$

La velocità a flusso nullo è stata calcolata mediante la seguente relazione sperimentale:

$$V_0 = 31.1 + 2.8 * Lu - 1.2 * P - 12.8 * T_2 - 10.4 * D - 1.4 * (int/L)$$

dove:

- Lu = Larghezza utile in metri dell'arco
- P = pendenza in % (positiva in salita)
- T = grado di tortuosità (1 alto, 0.66 medio, 0.33 basso, 0 nullo)
- D = grado di disturbo (vedi tortuosità)
- int = numero di intersezioni secondarie
- L = lunghezza in Km dell'arco

il valore di  $V_0$  deve essere comunque  $\geq 10$  km/h e  $\leq 50$  km/h.

Per le **strade extraurbane** rientranti nell'area di studio, autostrade, viabilità provinciale, eccetera, la capacità e la velocità a flusso nullo è stata ricavata da relazioni sperimentali, riportate nella tabella A1.1.

**Tabella A1.1** - Classificazione delle strade extraurbane e relative caratteristiche.

Tipologia	Classe	Vo [Km/h]	Vc [Km/h]	Capacità [veic.eq./h]	N_corsie
<b>Autostrade</b>					
Autostrade di prima categoria a pedaggio fisso	A1f	110	60	2000*N_corsie	3
Autostrade di prima categoria a pedaggio chilometrico	A1k	110	60	2000*N_corsie	3
Autostrade di seconda categoria a pedaggio fisso	A2f	100	60	2000*N_corsie	2
Autostrade di seconda categoria a pedaggio chilometrico	A2k	100	60	2000*N_corsie	2
Strade extraurbane di scorrimento	B1	90	50	2000*N_corsie	2
Circumvallazione esterna	B2	80	50	1500*N_corsie	2
SS 268 – SS 162	B3	80	50	2000	1
Tipologia	Classe	Vo [Km/h]	Vc [Km/h]	Capacità [veic.eq./h]	N_corsie
<b>Strade extraurbane ordinarie</b>					
Strade a Basso Grado di Disturbo	C1	70	35	1800	1
Strade a Medio Grado di Disturbo	C2	50	25	1400	1
Strade a Alto Grado di Disturbo	C3	30	15	900	1

A completamento della rete extraurbana vi sono gli *archi di svincolo*, ovvero gli archi di collegamento tra le autostrade e le strade di scorrimento o quelle ordinarie, questi vengono suddivisi in più classi così come riportato in tabella A1.2.

**Tabella A1.2** – Suddivisione degli svincoli in funzione della modalità di pedaggio

Tipologia	Classe
-svincoli senza pedaggio e senza ritiro di tagliando	A3
-svincoli di autostrade con pedaggio chilometrico	A4k
-svincoli di autostrade con pedaggio fisso	A4f
-svincoli con ritiro di tagliando	A5
-barriere di autostrade con pedaggio chilometrico	A6k
-barriere di autostrade con pedaggio fisso	A6f
-barriera con ritiro di tagliando	A7

La suddivisione degli svincoli in funzione del tipo di autostrada che essi servono (a pedaggio fisso o a pedaggio chilometrico) si è resa necessaria per la differente curva di deflusso che viene adottata nell'uno o nell'altro caso, come sarà descritto in seguito.

Come si è già avuto modo di dire, una funzione di costo (curva di deflusso) è la relazione matematica che lega il costo medio di trasporto ai flussi che lo influenzano ed alle caratteristiche fisiche e funzionali del collegamento rappresentato dall'arco stesso.

Le funzioni di costo normalmente utilizzate sono le BPR (Bureau of Public Road) e le BPR casello, le Doherty e le Doherty casello.

Nel caso in esame, per la rete extraurbana, le curve di deflusso che sono sembrate simulare meglio il costo subito dagli utenti nell'attraversamento dell'arco sono le BPR e le Doherty casello secondo lo schema riportato in tabella A1.3.

**Tabella A1.3 – Tipologie di strade extraurbane e relative curve di deflusso**

Tipologia	Curva di deflusso
<b>Autostrade</b>	
-autostrade di prima categoria a pedaggio fisso	BPR
-autostrade di prima categoria a pedaggio chilometrico	Doherty casello
-autostrade di seconda categoria a pedaggio fisso	BPR
-autostrade di seconda categoria a pedaggio chilometrico	Doherty casello
<b>Strade extraurbane di scorrimento</b>	
-strade extraurbane di scorrimento	BPR
-circumvallazione esterna	BPR
-SS 268 – SS 162	BPR
<b>Strade extraurbane ordinarie</b>	
-strade a basso grado di disturbo	Doherty casello
-strade a medio grado di disturbo	Doherty casello
-strade a alto grado di disturbo	Doherty casello
<b>Svincoli e barriere</b>	
-svincoli senza pedaggio e senza ritiro di tagliando	Doherty casello
-svincoli di autostrade con pedaggio chilometrico	Doherty casello
-svincoli di autostrade con pedaggio fisso	Doherty casello
-barriere di autostrade con pedaggio chilometrico	Doherty casello
-barriere di autostrade con pedaggio fisso	Doherty casello
-barriere con ritiro di tagliando	Doherty casello

**A1.1.4. Le curve di deflusso**

Ciascun arco del grafo impiegato per rappresentare il sistema di trasporto è caratterizzato da un tempo di trasferimento e/o da altri oneri sopportati dall'utente per spostarsi dal nodo iniziale a quello finale: tali oneri opportunamente omogeneizzati vanno sotto il nome di "costo generalizzato" del trasporto sull'arco  $i,j$ , ( $i$  = nodo iniziale,  $j$  = nodo finale); esso, inoltre, è funzione sia del flusso che percorre quell'arco, che di quelli che percorrono altri archi del grafo. A tale funzione si dà il nome di *funzione di costo* o *curva di deflusso*.

Le curve di deflusso adottate per la rete stradale dell'area di studio sono note in letteratura con il nome *Doherty* e BPR.

**Doherty:** essa è data dalla somma di due aliquote *tempo di running* dato da:

$$T_r = 3.6 \frac{l}{V}$$

dove:

–  $l$  = lunghezza dell'arco in metri

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
 P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
 e-mail info@incoset.it  
 pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

ASSOCIATO  
**oice**  
 Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
 di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
 QUALITA'



certificato n°IT274802



– V pari a:

$$V = V_0 + a * \left( \frac{f}{L_u} \right)^2$$

con:

- V0 = velocità a vuoto in km/h
- a = 0.0001
- f = flusso in veic/h
- Lu = larghezza utile sezione corrente in metri
- (se V < 5 km/h si pone V = 5 km/h)

tempo di attesa dato da:

$$T_a = A + 0.55 \cdot \frac{3600}{C} \cdot \frac{X}{1-X} \quad \text{se } X \leq 0.95$$

$$T_a = \alpha + \beta X \quad \text{se } X > 0.95$$

dove:

A è pari a:

$$A = \frac{1}{2} (1 - \mu)^2 * c$$

μ = rapporto tra tempo di verde effettivo e tempo di ciclo

c = tempo di ciclo in secondi

C = capacità dell'arco in veicoli equivalenti/h

X = rapporto tra flusso e capacità

$$\alpha = \left| T_a \right|_{X=0.95} - \frac{209 * 3600}{C}$$

$$\beta = \frac{209 * 3600}{C}$$

### BPR

Secondo la funzione di costo **BPR** (*Bureau of Public Road*) il tempo di percorrenza  $t_i$  dell'arco  $i$  dipende dal flusso  $f_i$  rapportato alla capacità  $C_i$  dell'arco stesso e dal tempo di percorrenza a flusso nullo  $t_0$ .

In generale la forma funzionale è:

$$t_i = \frac{l_i}{V_{0i}} * \left( 1 + \alpha \left( \frac{f_i}{C_i} \right)^\beta \right) + T_i$$

dove:

- $l_i$  = lunghezza dell'arco  $i$ -esimo
- $V_{0i}$  = velocità a vuoto dell'arco  $i$ -esimo
- $f_i$  = flusso sull'arco  $i$ -esimo
- $C_i$  = Capacità dell'arco  $i$ -esimo
- $\alpha$  e  $\beta$  = parametri caratteristici della curva di deflusso
- $T_i$  = eventuale tempo aggiuntivo

Per le Doherty casello il tempo di percorrenza dell'arco viene calcolato come somma di tre aliquote:

**tempo di running** dato da:

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

ASSOCIATO  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITÀ

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



certificato n°IT274802

$$T_r = \left[ \frac{1}{V_o} + \left( \frac{1}{V_c} - \frac{1}{V_o} \right) \cdot \left( \frac{f}{C} \right)^3 \right] \cdot 3.6$$

dove:

- $V_o$  = velocità a flusso nullo (Km/h)
- $V_c$  = velocità a carico (km/h)
- $l$  = lunghezza dell'arco (metri)

**tempo di attesa** dato da:

$$T_a = T_s + 0.5 \cdot \frac{f}{N_{cas} \cdot 3600} \cdot \frac{T_s^2}{1-X} \quad \text{se } X \leq 0.95$$

$$T_a = T_s + T_s^2 \cdot \left( 200 \cdot \frac{f}{N_{cas} \cdot 3600} \cdot \frac{180,5}{T_s} \right) \quad \text{se } X > 0.95$$

dove:

- $N_{cas}$  è il numero di caselli all'estremità finale dell'arco;
- $X$  è il rapporto tra flusso e Capacità;

$$\frac{3600 \cdot N_{cas}}{C}$$

- $T_s = \frac{C}{3600 \cdot N_{cas}}$  è il tempo di servizio in secondi.

**tempo aggiuntivo** dato, nel caso specifico, da:

$$T^* = C_4 \cdot l$$

dove:

- $C_4$  è un coefficiente utilizzato per schematizzare il pedaggio autostradale
- $l$  è la lunghezza dell'arco.

Per gli archi di svincolo è stato necessario introdurre il numero di caselli  $N_{cas}$ . Per tutti i rimanenti archi della rete, il numero di caselli si pone uguale a zero, in tal modo il tempo di attesa si annulla ed il tempo di percorrenza dell'arco coincide con il tempo di running più l'eventuale tempo aggiuntivo.

La simulazione del pedaggio sui rami autostradali avviene mediante il coefficiente  $C_4$ , presente tra l'altro in uno dei file input del software T.Road utilizzato per l'assegnazione dei flussi veicolari sulla rete stradale: mediante tale coefficiente si introduce nell'espressione del tempo di percorrenza un tempo aggiuntivo  $T^*$  dato dal prodotto di  $C_4$  per la lunghezza " $l$ " dell'arco.

Occorre distinguere i due casi:

- pedaggio chilometrico
- pedaggio fisso.

Nel primo caso si pone il coefficiente  $C_4$  relativo all'arco autostradale in esame, pari al tempo equivalente al pedaggio chilometrico:

$$C_4 = \frac{Ped}{\beta}$$

dove:

- $Ped$  è il pedaggio chilometrico espresso in €/Km;
- $\beta$  è il valore monetario del tempo espresso in €/min.

In tal modo il pedaggio è distribuito uniformemente lungo tutto il tratto di autostrada percorso, a differenza di quanto accade quando il pedaggio è fisso.

In questo caso, infatti, il pedaggio si sconta soltanto sull'arco di svincolo in cui è presente il casello (arco di classe A4f o A6f). Per tale arco il coefficiente  $C_4$  si pone uguale al tempo equivalente al pedaggio (fisso), che è dato da:

$$C_4 = \frac{Ped}{l \cdot \beta}$$

dove:

- Ped è il pedaggio fisso espresso in €;
- $\beta$  è il valore monetario del tempo espresso in €/min;
- l è la lunghezza dell'arco di svincolo in Km, che nel nostro caso è posta per tutti gli svincoli pari a 0.2 (ad eccezione di quelli della tangenziale di Napoli, per i quali si dispone di misure dirette) e a 0,001 per le barriere.

Il pedaggio chilometrico è posto pari a circa 0,05 €/Km, mentre il valore monetario del tempo si assume pari 0,086 €/min (=5,16 €/h).

## **A1.2. LA STIMA DELLA DOMANDA**

La domanda di trasporto può essere definita come il numero di spostamenti che avvengono su un determinato sistema di trasporto in un prefissato periodo di tempo.

Naturalmente il numero di spostamenti può variare non solo nelle diverse ore della giornata, ma anche nel corso della settimana, dei mesi e degli anni. Per gli scopi perseguiti dallo studio in oggetto, ha interesse conoscere la domanda di spostamenti relativa all'ora di punta della mattina di un giorno feriale invernale rispetto alla quale dimensionare gli interventi previsti.

Dal punto di vista spaziale gli spostamenti che interessano una determinata area possono suddividersi in tre aliquote:

- spostamenti interni all'area, se i punti di inizio e termine dello spostamento sono interni all'area in esame;
- di scambio, se l'origine e la destinazione dello spostamento sono uno interno all'area e l'altro esterno o viceversa;
- di attraversamento, se entrambi i punti di origine e destinazione sono esterni all'area ma li attraversano nel corso dello spostamento.

La domanda complessiva è composta da una matrice O/D, già disponibile per l'intera area di studio, che è stata "corretta" utilizzando un modello matematico di correzione che utilizza il metodo dei "Minimi Quadrati Generalizzati" basato sull'utilizzo dei flussi rilevati di traffico in sezioni significative dell'area di intervento, come descritto al paragrafo successivo.

### **A1.2.1. Correzione della matrice O/D attuale mediante i flussi rilevati**

La correzione della matrice O/D attuale già disponibile è avvenuta utilizzando il modulo T.OD del software T.Model. Tale modulo effettua la stima delle matrici OD utilizzando modelli di correzione della domanda di mobilità con conteggi di flussi veicolari; tali modelli si basano sul metodo dei Minimi Quadrati Generalizzati (GLS) che tendono a minimizzare lo scarto tra i flussi conteggiati e i flussi che si otterrebbero assegnando una matrice di partenza.

Il modulo T.OD è strettamente legato al modulo di assegnazione (T.Road); infatti, uno dei dati di input fondamentali è la matrice dei coefficienti *alfaiOD* generata dal modello di assegnazione e che fornisce la percentuale (comunemente denominata con "coefficiente alfa") di veicoli, con una determinata origine e una determinata destinazione, che usano un determinato arco della rete.

I passi seguiti sono stati:

- predisposizione di uno scenario di assegnazione che generi i coefficienti *alfaiod*;
- esecuzione il modulo di assegnazione mediante T.Road;
- predisposizione dello scenario di stima;
- configurazione dello scenario di stima;
- esecuzione del modulo T.OD.

I dati di input sono stati quelli già descritti per il modulo T.Road (NODI.DBF, ARCHIR.DBF, MATOD\_VIAGGI.DBF e CDEFL.DBF) con l'aggiunta di un file in cui sono riportati i flussi di autovetture rilevati, attraverso le indagini di traffico descritte precedentemente (FLUSSIRIL.DBF).

I campi del file FLUSSIRIL.DBF sono:

- NA: è il codice numerico che identifica il nodo iniziale dell'arco stradale rappresentativo della strada dove è stato eseguito il rilievo;



- NB: è il codice numerico che identifica il nodo finale dell'arco stradale rappresentativo della strada dove è stato eseguito il rilievo;
- TIPO: indica la tipologia di arco già specificata per il file ARCHIR.DBF;
- FLUSSO: è un valore numerico che rappresenta il flusso misurato sull'arco in questione omogeneizzato in autovetture equivalenti.

Caricati i file di input si è proceduto ad una assegnazione di tipo deterministico per la determinazione dei coefficienti alfa quindi, fissati i valori dei parametri (numero di iterazioni, epsilon di arresto, peso domanda e peso flussi) si è lanciato il modulo T.OD.

I risultati della correzione della matrice O/D sono stati opportunamente controllati e verificati.

In particolare si è confrontato il flusso assegnato dal modello (non corretto) e quello assegnato con la successiva correzione con quello rilevato.

E' immediato constatare, come risulta nella Tabella A1.4 e nella Tabella A1.5, che a valle della procedura di correzione, il modello simula con buona approssimazione i flussi rilevati mostrando una elevata affidabilità per l'analisi e la valutazione delle proposte.

In particolare si sono confrontati i flussi rilevati con quelli ottenuti assegnando la matrice iniziale e la matrice corretta per l'ora di punta della mattina e della sera per il giorno medio feriale invernale.

Lo scarto percentuale, relativo al dato globale, indica la soddisfacente capacità di riproduzione della domanda di spostamento attuale con errori percentuali pari al 7% nell'ora di punta del mattino e pari al 8% nell'ora di punta della sera.

Lo scarto registrato risulta, quindi, compatibile con le usuali oscillazioni dei flussi di traffico rilevabili nelle aree simili a quella sotto osservazione.

Si fa osservare, inoltre, che i flussi veicolari rilevati e utilizzati per la calibrazione del modello si riferiscono a giorni in cui sono assenti limitazioni all'accesso veicolare o interessati da manifestazioni o sciopero di mezzi pubblici.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

[www.incoset.it](http://www.incoset.it)

ASSOCIATO  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITA'

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



certificato n°IT274802

**Tabella A1.4 - Confronto Flussi rilevati e simulati nell'ora di punta della mattina**

Arco	Flusso rilevato	Flusso simulato	Differenza in percentuale
1842-9000	64	353	452%
1847-9014	226	84	-63%
2217-9006	170	3	-98%
4009-8997	282	301	7%
8989-9020	530	385	-27%
8990-8991	170	3	-98%
8990-9006	54	0	-100%
8992-8990	54	0	-100%
8993-8995	226	173	-23%
8993-9013	72	103	43%
8994-8993	72	192	167%
8997-4009	86	253	194%
8997-8996	282	302	7%
8998-8997	86	254	195%
9000-1842	530	385	-27%
9000-9020	64	353	452%
9006-2217	54	0	-100%
9006-8990	170	3	-98%
9013-8993	226	84	-63%
9013-9014	72	103	43%
9014-1847	72	103	43%
9014-9013	226	84	-63%
9020-8988	64	353	452%
9020-9000	530	385	-27%
<b>Totale</b>	<b>4382</b>	<b>4259</b>	<b>-3%</b>

**Tabella A1.5 - Confronto Flussi rilevati e simulati nell'ora di punta della sera**

Arco	Flusso rilevato	Flusso rilevato	Differenza in percentuale
1842-9000	1130	1111	-2%
1847-9014	162	206	27%
2217-9006	122	81	-34%
4009-8997	201	597	197%
8989-9020	162	803	396%
8990-8991	122	81	-34%
8990-9006	364	0	-100%
8992-8990	364	0	-100%
8993-8995	162	209	29%
8993-9013	484	320	-34%
8994-8993	484	324	-33%
8997-4009	605	646	7%
8997-8996	201	599	198%
8998-8997	605	648	7%
9000-1842	162	802	395%
9000-9020	1130	885	-22%
9006-2217	364	0	-100%
9006-8990	122	81	-34%
9013-8993	162	205	27%
9013-9014	484	509	5%
9014-1847	484	497	3%
9014-9013	162	205	27%
9020-8988	1130	886	-22%
9020-9000	162	802	395%
Totale	9530	10497	10%

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITA'

ISO 9001  
**BUREAU VERITAS**  
Certification



certificato n°IT274802

### **A1.3. IL MODELLO DI ASSEGNAZIONE**

I modelli di assegnazione ad una rete di trasporto simulano l'interazione domanda-offerta e consentono di calcolare i flussi di utenti e le prestazioni di ciascun elemento del sistema di offerta (archi della rete) come risultato dei flussi di domanda Origine-Destinazione tra differenti zone di traffico, dei comportamenti di scelta del percorso e delle reciproche interazioni fra domanda e offerta.

Essi, quindi, svolgono un ruolo centrale nella costruzione di un modello complessivo di un sistema di trasporto, in quanto un tale modello si pone l'obiettivo di simulare il funzionamento del sistema mentre i risultati ottenuti costituiscono gli elementi di ingresso per la progettazione e/o verifica del sistema di trasporto.

I modelli di assegnazione possono classificarsi in base a ipotesi sul comportamento degli utenti (funzioni di domanda, scelta del percorso, informazione disponibile) e sul tipo di approccio utilizzato per lo studio delle interazioni domanda-offerta. Senza, ovviamente, entrare nel merito della trattazione dei modelli di assegnazione, quelli usualmente utilizzati nella pratica possono essere classificati:

- riguardo al tipo di approccio utilizzato per lo studio della interazione domanda-offerta, come:
  - *modelli di assegnazione di equilibrio*, poiché ricercano la configurazione di equilibrio del sistema, cioè quelle configurazioni nelle quali i flussi di domanda, di percorso fra le varie coppie o/d e di arco siano congruenti con i costi che da essa derivano;
  - *modelli di assegnazione a reti congestionate*, poiché i costi dipendono dai flussi sugli archi in virtù del fenomeno della congestione;
- riguardo al comportamento degli utenti come:
  - *modelli di scelta del percorso deterministici* se tutti gli utenti scelgono l'itinerario di minimo costo;
  - *probabilistici o stocastici* se gli utenti possono scegliere anche itinerari non di minimo costo.

Il software utilizzato per le assegnazioni di traffico, denominato T.Model, è descritto nel paragrafo seguente.

#### **A1.3.1. Caratteristiche generali del software T.Model**

Il software utilizzato è costituito da un sofisticato sistema di modelli matematici di simulazione e previsione di supporto per la progettazione e la pianificazione del traffico e dei trasporti.

Essi supportano:

- la progettazione e la verifica degli interventi in una logica globale del sistema della mobilità, dell'ambiente e della pianificazione urbanistica;
- la valutazione di misure tese al miglioramento dell'offerta di trasporto ed al controllo ed all'orientamento della domanda di mobilità.

Il sistema, denominato T.MODEL, è costituito da quattro componenti principali:

- a. i modelli matematici;
- b. la base dati;
- c. la grafica interattiva;
- d. il sistema di gestione.

In questa ottica, il sistema T.MODEL non si propone come uno strumento di progetto, per cui non fornisce la soluzione ottimale, ma consente la verifica ed il confronto fra differenti scenari.

La flessibilità e rapidità d'uso di T.MODEL e le caratteristiche di relazionalità della base dati consentono, in tempi relativamente brevi, di testare e confrontare un altissimo numero di scenari alternativi conseguenti alle composizioni degli interventi progettati con la possibilità di poter scegliere l'insieme ottimale di interventi.

L'ossatura principale di T.MODEL è costituita da un sistema di modelli matematici che permettono la simulazione del processo di pianificazione nella sua completezza. Essi si possono suddividere nelle seguenti tipologie:

- a. modelli di domanda (TMOB);
- b. modelli di offerta (TNET);
- c. modelli di interazione domanda offerta o di assegnazione dei veicoli alla rete stradale (TROAD) e dei passeggeri al sistema di trasporto pubblico (TBUS);
- d. modelli di stima e aggiornamento delle matrici O/D a partire dai flussi di traffico (TOD).

Tra i moduli sopra indicati quelli utilizzati sono stati: T.Road, T.OD e T.ENV; in questo paragrafo si descriverà il primo e la fase di implementazione dell'offerta stradale ottenuta come descritto precedentemente e il modulo di valutazione ambientale.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

ASSOCIATO  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITÀ

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



certificato n°IT274802



Il modulo T.OD è descritto nel paragrafo A.3 insieme alla procedura di correzione della matrice origine destinazione

*Il modulo T.Road.* T.Road assegna il traffico privato alla rete stradale consentendo di valutare la bontà degli interventi progettati in funzione di alcuni indicatori fra i quali si evidenziano:

- il grado di saturazione di ogni strada;
- il tempo e la velocità di percorrenza su ogni singola strada;
- il flusso di autovetture su ogni strada;
- i km totali percorsi sulla rete;
- il tempo totale speso sulla rete;
- tempi, distanze e velocità medie di percorrenza per ogni coppia di zone di traffico origine-destinazione.

Tutti gli indicatori possono essere calcolati sia a livello disaggregato, cioè relativamente ad ogni arco stradale, che a livello aggregato e quindi per l'intera area di studio o parti di essa.

Per quanto attiene specificamente il processo di assegnazione del traffico privato, T.ROAD consente di utilizzare modelli di assegnazione sia in ipotesi deterministiche che stocastiche. Evidentemente sarà possibile utilizzare il modello più congeniale per la valutazione dei carichi sulla rete, delle relative criticità e di tutti gli indicatori utili per la valutazione ed il confronto degli scenari di progetto.

In ipotesi di rete congestionata, qui accettata, come descritto al paragrafo precedente, T.ROAD assicura un'assegnazione di tipo deterministico, (*Deterministic User Equilibrium* o *DUE*), o di tipo stocastico (*Stochastic User Equilibrium* o *SUE*).

*La base dati di T.Road.* La base dati di T.Road è strutturata in modo da contenere tutti i dati di interesse per il sistema di traffico e di trasporto.

Dal punto di vista logico la base dati si può supporre suddivisa in sezioni che contengono diverse tipologie di informazioni. La prima (*dati scenari*) riguarda le informazioni, sia di input che di output, che andranno a costituire i diversi scenari. Si tratta pertanto di dati relativi al sistema di domanda (*matrici O/D*), dati relativi all'offerta di trasporto (rete privata con rispettive caratteristiche geometriche e funzionali), flussi di traffico, dati ottenuti dalle funzioni di costo e di valutazione delle prestazioni e di tutte le altre informazioni che permettono di definire ed individuare un particolare scenario. Questa associazione a tutte le informazioni relative ad un unico scenario è fondamentale per il controllo dei risultati. Infatti in questo modo risulta estremamente semplice gestire eventuali modifiche nei dati di input.

Una seconda sezione (*dati integrativi*) è dedicata a dati non indispensabili per il funzionamento dei modelli, ma utili per le sue valutazioni e decisioni.

Per facilitare l'interpretazione dei risultati ottenuti dalle elaborazioni, una porzione di *Data Base (dati per rappresentazione)* è riservata alle informazioni di carattere topologico indispensabili per ottenere una rappresentazione del territorio e delle caratteristiche topografiche di maggior rilievo dell'area di studio.

Un ultimo settore (*dati di gestione*) viene riservato per i dati utili alla gestione dei processi (numero di iterazioni, valori di tolleranza, parametri di input ai processi, ecc.).

Fisicamente tutte le informazioni presenti in T.Road sono inserite in un database relazionale (DBMS). Tutti i dati di uno stesso progetto sono contenuti in un unico database. I dati sono classificati a seconda della loro tipologia detta *classe di tabella* o semplicemente tabella. Ogni occorrenza di tabella è detta *istanza*. Vi possono essere più istanze della stessa tabella, ad esempio la matrice O/D che rappresenta la domanda di mobilità attuale e la matrice O/D che rappresenta la domanda futura sono due istanze della stessa tabella.

*La grafica interattiva di T.Road.* L'interfaccia di T.Road, denominato T.Graph, consente la visualizzazione grafica e tabellare delle grandezze di input e di output dei modelli relative al grafo viario ed al traffico veicolare, sia utilizzate come dati di ingresso dai modelli che prodotte come risultato delle simulazioni; inoltre, consente di interagire direttamente con i dati definendo o modificando interattivamente sia dati che parametri.

In particolare l'interfaccia svolge essenzialmente le seguenti funzioni:

- rappresentare attributi dei grafi stradali (e.g. velocità, criticità, flussi, svolte alle intersezioni) secondo diverse tipologie grafiche;
- visualizzare graficamente e numericamente le matrici O/D;
- effettuare interattivamente procedure di analisi e calcolo dei percorsi minimi;
- visualizzare in forma numerica tutti gli elementi della base dati;

- consentire la modifica degli oggetti che può visualizzare, di inserirne dei nuovi o di eliminare quelli esistenti operando in modo interattivo con il sistema;
  - effettuare tutte le operazioni, quindi apertura file, rappresentazione multifinestre, stampe, ecc. secondo standard ormai consolidati nell'ambito del sistema operativo Windows.
- Esempi di visualizzazione dei risultati sono riportati nelle successive figure.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

[www.incoset.it](http://www.incoset.it)

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITA'

ISO 9001

**BUREAU VERITAS**  
Certification



certificato n°IT274802

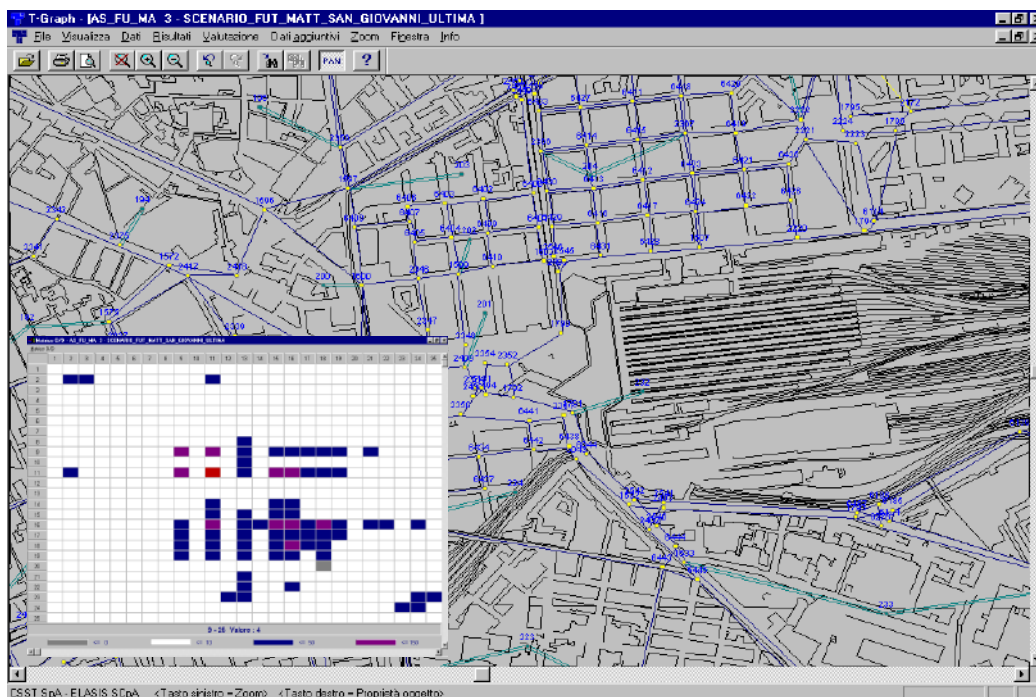


Figura A1.2 - Rappresentazione della rete e della matrice o/d con valori della domanda di spostamenti suddivisa in classi.

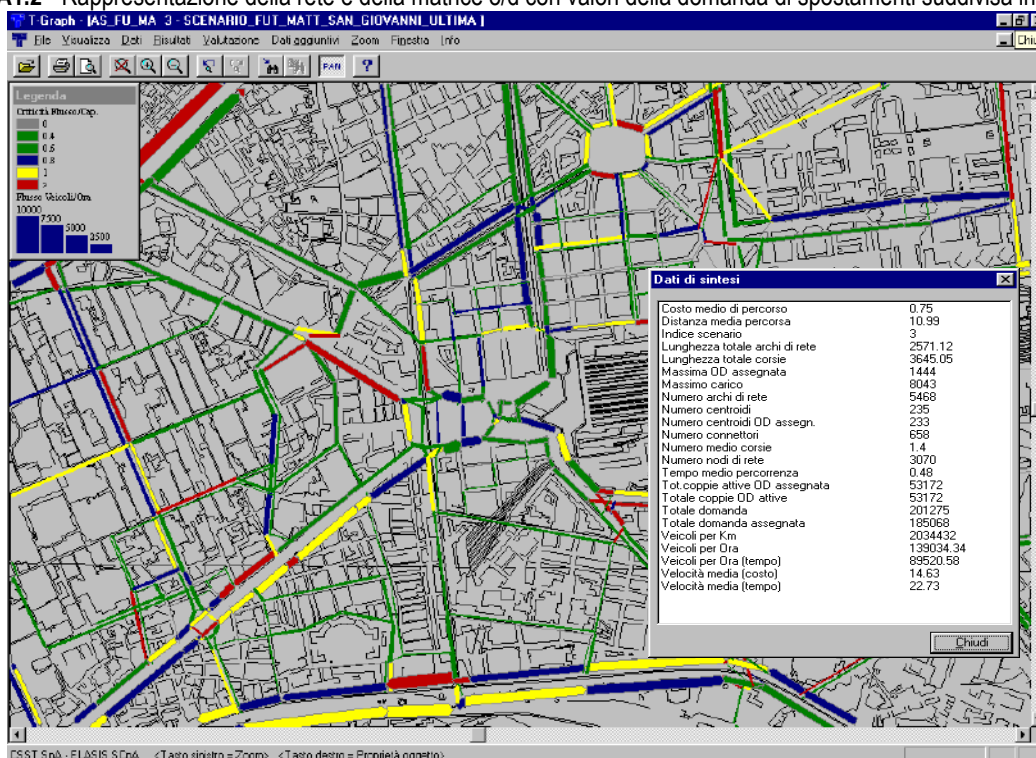


Figura A1.3 - Rappresentazione della rete stradale con in scala colore la criticità (flusso/capacità) degli archi. La tabella riporta i risultati aggregati.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
 P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
 e-mail info@incoset.it  
 pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

**ASSOCIATO**  
**oice**  
 Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
 di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
 QUALITA'



certificato n°IT274802

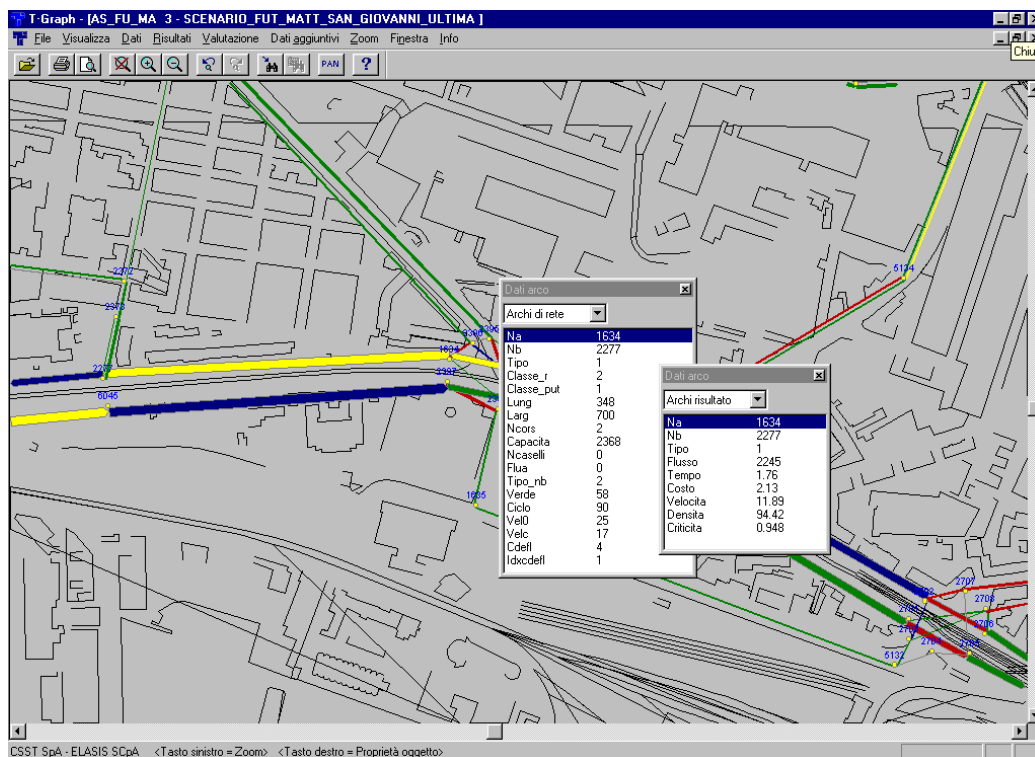


Figura A1.4 - Rappresentazione della rete stradale con dati di input e di output di un arco selezionato.

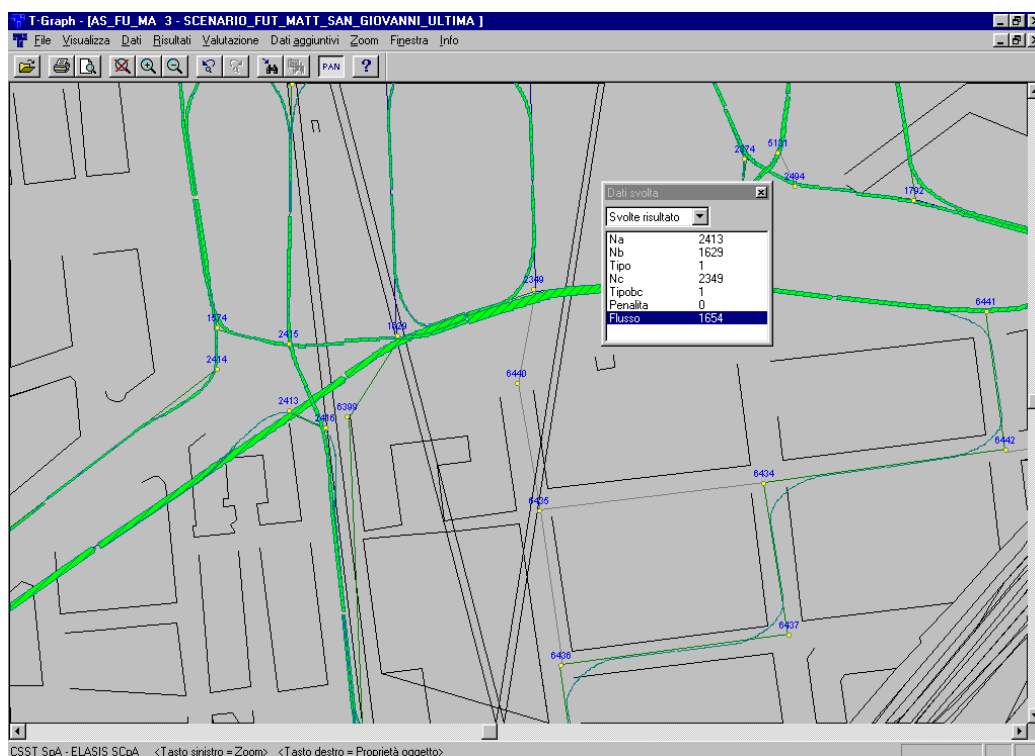


Figura A1.5 - Rappresentazione dei flussi di svolta per un nodo "implicitamente esploso" e dei dati numerici relativi ad una svolta.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
 P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
 e-mail info@incoset.it  
 pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

**ASSOCIATO**  
**oice**  
 Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
 di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
 QUALITA'



certificato n°IT274802



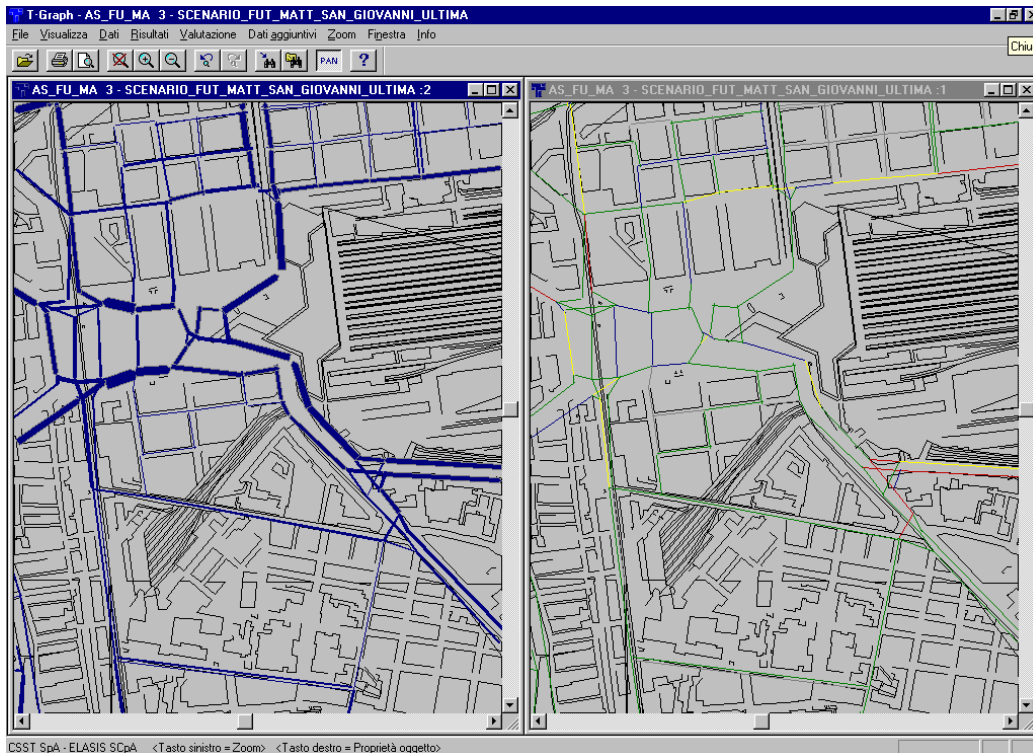


Figura A1.6 - Rappresentazione di un minimo percorso fra coppia OD e caratteristiche dello stesso all'equilibrio.

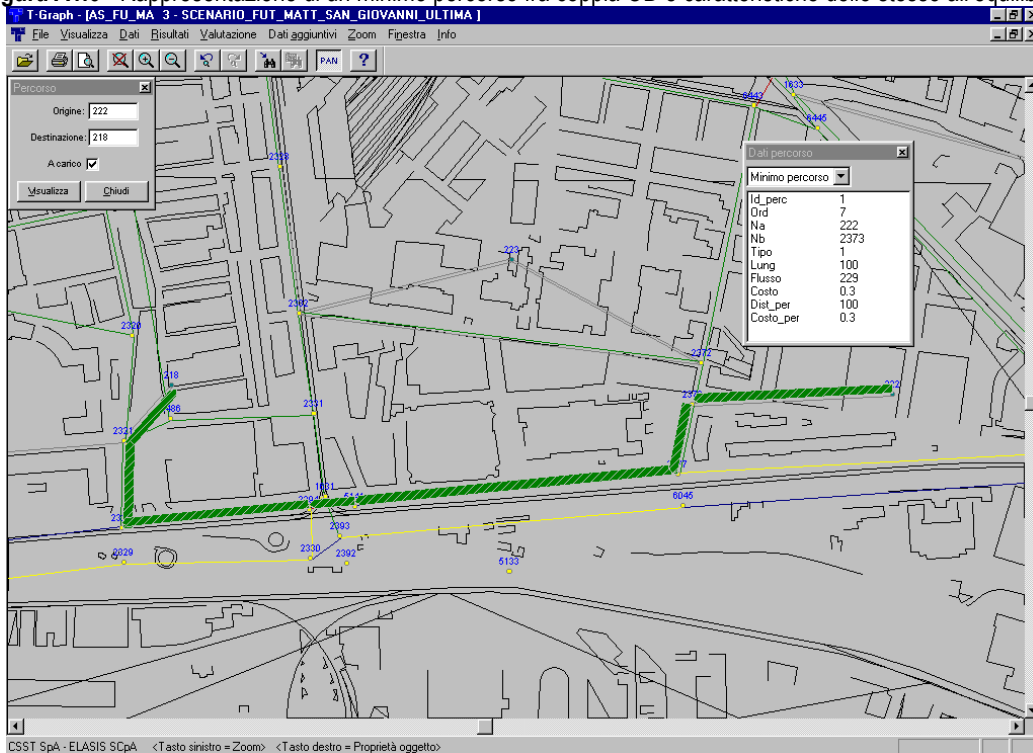


Figura A1.7 - Rappresentazione multiwindows. La finestra di sinistra rappresenta i flussi in scala spessore, quella di destra le criticità in scala colore.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
 P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
 e-mail info@incoset.it  
 pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

**ASSOCIATO**  
**oice**  
 Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
 di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
 QUALITA'



certificato n°IT274802

### **A1.3.2. Implementazione del modello di offerta stradale su TModel**

Per eseguire una assegnazione di traffico privato mediante il modulo T.Road è necessario:

- inserire nella base dati la descrizione della rete di traffico sulla quale effettuare la simulazione
- disporre di una matrice O/D di spostamenti da assegnare alla rete
- definire lo scenario di assegnazione
- configurare lo scenari di assegnazione
- eseguire il modulo T.Road

Per quanto concerne la rete considerata, si è costruito un file in cui sono contenute le informazioni relative ai nodi (*NODI.DBF*), un file contenente le caratteristiche degli archi (*ARCHIR.DBF*) rilevate con le indagini eseguite, un file in cui per coppia di zone di traffico Origine/Destinazione è fornito il valore degli spostamenti in auto nell'ora di punta, ottenuto come descritto nel precedente capitolo A.2, (*MATOD\_VIAGGI.DBF*), ed un file in cui sono contenuti i parametri che entrano in gioco nelle funzioni di costo prescelte (*CDEFL.DBF*).

I campi del file **NODI.DBF** sono:

- 1) **COD**: contiene il codice numerico che identifica il nodo
- 2) **TIPO**: è un codice numerico che identifica il tipo di nodo (1=centroide, 2=nodo di rete)
- 3) **COORDX**: coordinata x del nodo (corrispondente alla georeferenziazione eseguita sulla mappa);
- 4) **COORDY**: coordinata y del nodo (corrispondente alla georeferenziazione eseguita sulla mappa);
- 5) **ZONA**: è il codice del centroide relativo alla zona di traffico in cui è contenuto il nodo in questione
- 6) **GRUPPO**: contiene un codice che serve ad identificare nodi omogenei;
- 7) **ESPLOSO**: contiene un codice 1 o 0 a seconda che il nodo sia stato considerato un nodo di svolta o meno, tale campo è necessario nella schematizzazione delle svolte.

I campi del file **ARCHIR.DBF** sono:

- 1) **NA**: è il codice numerico che identifica il nodo iniziale dell'arco;
- 2) **NB**: è il codice numerico che identifica il nodo finale dell'arco;
- 3) **TIPO**: è una classificazione che permette di distinguere un arco in funzione del grado di parallelismo in questo caso è sempre stato posto uguale ad 1;
- 4) **CLASSE\_R**: è un campo numerico che serve a classificare l'arco (1=connettore, 2=arco reale);
- 5) **CLASSE\_PUT**: è un codice che serve a classificare l'arco secondo le direttive dei PUT, nel caso specifico è stato posto sempre pari ad 1;
- 6) **LUNG**: lunghezza dell'arco espressa in metri;
- 7) **LARG**: larghezza utile dell'arco espressa in cm;
- 8) **NCORS**: numero di corsie dell'arco rilevate;
- 9) **CAPACITA'**: capacità dell'arco calcolata come descritto;
- 10) **NCASELLI**: numero di caselli, diverso da zero per gli archi casello;
- 11) **FLUA**: eventuale precarico sull'arco;
- 12) **TIPO\_NB**: è un codice numerico che consente di definire il tipo di nodo finale (1=centroide, 2=incrocio ritardato, 3=incrocio non ritardato);
- 13) **VERDE**: durata di verde all'intersezione in secondi;
- 14) **CICLO**: durata del ciclo semaforico in secondi;
- 15) **VELO**: velocità a flusso nullo calcolata come descritto;
- 16) **VELC**: velocità a carico calcolata come descritto;
- 17) **CDEFL**: codice numerico che identifica il tipo di curva di deflusso (2=BPR, 4=Doherty, 5=Doherty casello);

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

[www.incoset.it](http://www.incoset.it)

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITA'



certificato n°IT274802

18) **IDXCDEFL**: indice della curva di deflusso associata all'arco.

I campi del file **MATOD\_VIAGGI.DBF** sono:

- 1) **ORIG**: codice del centroide rappresentativo della zona di traffico origine;
- 2) **DEST**: codice del centroide rappresentativo della zona di traffico destinazione;
- 3) **VAL**: numero di spostamenti in autovetture equivalenti nell'ora di punta.

I campi del file **CDEFL.DBF** sono:

- 1) **CDEFL**: è un valore che identifica il tipo di curva di deflusso (1 per i connettori, 2=BPR, 4=Doherty, 5=Doherty casello);
- 2) **IDXCDEFL**: è un codice numerico che identifica la curva di deflusso;
- 3) **COEFF1**: vale -1 per le BPR e le Doherty, è uguale alla velocità a carico per le Doherty casello;
- 4) **COEFF2**: per le BPR contiene il coefficiente  $\mu$  della funzione, per la Doherty vale -1, per la Doherty casello contiene il numero di caselli;
- 5) **COEFF3**: per le BPR contiene il coefficiente  $\mu$  della funzione, per la Doherty e la Doherty casello vale -1;
- 6) **COEFF4**: contiene il parametro  $t^*$  che tiene conto dell'eventuale tempo aggiuntivo da scontare.

Avendo costruito la base dati come descritto si è configurato lo scenario di assegnazione, si è scelto cioè il tipo di assegnazione di traffico da eseguire (*DUE* o *SUE*), si sono caricati i *file* di input e definiti i *file* di output (*ARCHIRIS.DBF*) e si sono fissati i valori dei parametri (numero di iterazioni, soglia di arresto dell'algoritmo e soglia di confronto) dell'assegnazione.

A valle di quanto descritto si è lanciato il modulo T.Road.

### **A1.3.3. Verifica del modello di offerta mediante T.Road**

I risultati dell'assegnazione di traffico effettuata per la situazione attuale con il modello di offerta costruito come descritto, hanno imposto una verifica dello stesso.

Mediante la grafica interattiva di T.Road si è proceduto ad una analisi dei dati di input:

- capacità
- velocità a flusso nullo
- numero di corsie

nonché ad una valutazione degli output dell'assegnazione:

- distribuzione dei flussi
- grado di saturazione, ovvero rapporto tra i flussi che percorrono l'arco e la capacità dello stesso;
- velocità di percorrenza dell'arco
- tempi di percorrenza su rete

Infine la visualizzazione dei minimi percorsi a flusso nullo per zone di traffico dell'area di studio ritenute significative ha consentito un'ulteriore valutazione circa la validità del modello di offerta.

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

www.incoset.it

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITÀ

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



certificato n°IT274802

## DICHIARAZIONE ASSEVERATA

Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

[www.incoset.it](http://www.incoset.it)

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITA'

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification



certificato n°IT274802

*Società con fornitura di energia 100% verde certificata G.O. (Garanzia d'Origine) proveniente interamente da fonti rinnovabili*



Spett.le Area viabilità e trasporto pubblico del Comune di Napoli

OGGETTO: Riprogettazione della viabilità per il PUA di Ponticelli

Il sottoscritto ing. Claudio Troisi, nato a Benevento (BN) il 20/12/1969. Codice fiscale TRSCLD69T20A783V. Residente nel comune di Cava de' Tirreni (SA), in Via E. Di Marino, 11. Iscritto all'ordine degli ingegneri di Salerno n. 3730, in qualità di progettista, consapevole che le dichiarazioni false, la falsità negli atti e l'uso di atti falsi comportano l'applicazione delle sanzioni penali previste dagli artt. 75 e 76 del d.P.R. n. 445/2000, con riferimento all'intervento in oggetto,

Dichiara e assevera

Che l'intervento progettato, compiutamente descritto negli elaborati grafici e nelle relazioni, è conforme agli strumenti urbanistici vigenti, alla normativa nazionale per la progettazione stradale e delle intersezioni. Al codice della strada e al relativo regolamento di attuazione e alla normativa, criteri e linee guida sulla Sicurezza Stradale.

Cava de' Tirreni  
li, 23/10/2020

Firma



Via A. Balzico, 50, 84013 Cava de' Tirreni (SA)  
P. IVA 03772980656 tel. 089/8420196 fax 089/8422580  
e-mail info@incoset.it  
pec postmaster@pec.incoset.it

[www.incoset.it](http://www.incoset.it)

**ASSOCIATO**  
**oice**  
Associazione delle organizzazioni di ingegneria  
di architettura e di consulenza tecnico-economica

CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA  
QUALITA'



certificato n°IT274802

*Società con fornitura di energia 100% verde certificata G.O. (Garanzia d'Origine) proveniente interamente da fonti rinnovabili*