

S.S. 309 "ROMEA"

INTERVENTI DI RAZIONALIZZAZIONE ED ADEGUAMENTO DELLE INTERSEZIONI A RASO LUNGO LA S.S. 309 I STRALCIO DAL KM 24+300 AL KM 52+800

PROGETTO DEFINITIVO

IL PROGETTISTA:

ing. Silvano ROSSATO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

VISTO: IL RESPONSABILE STRUTTURA TECNICA PROGETTAZIONE

ing. Annalisa LAMBERTI

PROGETTI SERVIZI VERONA s.r.l.



Ing. Silvano Rossato
Geol. Claudio Leoncini
Geom. Giulio Zampini
Geom. Nicola Cordiali

UFFICIO TECNICO: Via Osteria Grande, 61 - 37066 Sommacampagna (VR)
Tel. 045 510288 - Fax 045 510514
e-mail: info@psvsnrl.com

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ing. Francesco PISANI

Ing. Silvano ROSSATO

INTERVENTO 18 ROTOATORIA VIA DELLA COOPERAZIONE AL Km 45+600

RELAZIONE TECNICA

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.				
COB001	D	1901	CODICE ELAB. T00PS05TRA RE01		A	-
D						
C						
B						
A	EMISSIONE		Agosto 2019	Ing. M.Costanzi	Ing. A.Anderloni	Ing. S.Rossato
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Anas S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane
Società con socio unico soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A. e concessionaria ai sensi del D.L. 138/2002 (convertito con L. 178/2002)

Struttura Territoriale Emilia Romagna
Viale A. Masini, 8 - 40126 Bologna T [+30] 051 6301111 - F [+39] 051 244970
Pec anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it - www.stradeanas.it

S.S. 309 "Romea"

INTERVENTI DI REALIZZAZIONE ED ADEGUAMENTO DELLE INTERSEZIONI A RASO, DI COMPLETAMENTO DEL SISTEMA TUTOR E DI ADEGUAMENTO DELLE BARRIERE DI SICUREZZA DAL Km 24+300 AL Km 55+300

Cod. SIL BOFRP322MS2016

INTERVENTO N°18 AL km 45+900

RELAZIONE TECNICA

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO GENERALE.....	4
3	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	7
4	INTERVENTO N°18 – INTERSEZIONE VIA DELLA COOPERAZIONE AL KM 45+900.....	8
4.1	PREMESSA.....	8
4.2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	9
4.3	INQUADRAMENTO CATASTALE.....	11
4.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	12
4.5	INQUADRAMENTO URBANISTICO.....	14
4.5.1	<i>Pianificazione provinciale – PTCP.....</i>	<i>14</i>
4.5.2	<i>Pianificazione Comunale – PSC.....</i>	<i>19</i>
4.6	VERIFICA PREVENTIVA DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO.....	24
4.7	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	28
4.8	SPECIFICHE DI INTERVENTO.....	31
4.8.1	<i>Sovrastruttura stradale.....</i>	<i>31</i>
4.8.2	<i>Segnaletica stradale.....</i>	<i>31</i>
4.8.3	<i>Illuminazione pubblica.....</i>	<i>31</i>
4.9	VERIFICA TECNICO-PRESTAZIONALE DELL'INTERSEZIONE.....	32
4.10	VERIFICHE PUNTO 4.5.3 DEL D.M. 19/04/2006.....	47
4.11	VERIFICHE DI VISIBILITÀ.....	48
4.12	CRITERI DI SCELTA DELLA CLASSE DELLE BARRIERE GUARD-RAIL.....	53

1 PREMESSA

Il progetto definitivo in oggetto, è volto a migliorare il sistema viabilistico della Strada Statale 309 "Romea", per mezzo di interventi di razionalizzazione ed adeguamento delle intersezioni a raso e di adeguamento delle barriere di sicurezza, lungo il tratto di SS 309 che va dal km 24+300 al km 55+300.

Scopo del progetto è quello di migliorare le condizioni di sicurezza e di operatività del tracciato andando ad intervenire sulle intersezioni esistenti, riducendo i punti di conflitto fra le traiettorie delle manovre elementari.

Gli interventi prevedono la manutenzione straordinaria della sede stradale modificando la configurazione attuale delle intersezioni a raso.

Gli interventi sono costituiti da:

- l'eliminazione delle svolte a sinistra più critiche;
- l'inserimento di corsie specializzate di entrata ed accumulo;
- la modifica e la sistemazione di intersezioni a T;
- l'eliminazione dei punti di intersezione più critici inserendo un'intersezione a rotatoria;
- l'inserimento e l'adeguamento delle barriere stradali;
- l'adeguamento della segnaletica stradale;
- il rifacimento e la regolarizzazione degli elementi di arredo e illuminazione.

L'avvio alla progettazione è stato preceduto da analisi in situ dei luoghi, da indagini ed analisi preliminari che si riportano di seguito.

Gli interventi sono stati individuati dal *"Progetto di fattibilità tecnica ed economica, nell'ambito generale del Piano Straordinario di Potenziamento e Riqualficazione dell'itinerario E45/E55 - SS 309 e 309dir "Romea" - Tratta Emiliano - Romagnola"* redatto da PROTECO engineering con EFarm.

Nel seguente progetto si fa inoltre riferimento alla *"Campagna di indagini non distruttive ad alto rendimento per la determinazione delle caratteristiche funzionali e strutturali delle pavimentazioni delle strade SS309-SS309dir e SS16 Adriatica"*, del 27/12/2016 redatta da Pavenco Pavement Engineering Consulting Srl.

2 INQUADRAMENTO GENERALE

La strada statale 309 Romea (SS 309), nota semplicemente come strada Romea, è una strada statale italiana, che collega Ravenna a Mestre, seguendo il litorale Adriatico a poca distanza dal mare, gestita da ANAS S.p.A..

La SS 309 fa parte della strada europea E55, dorsale che collega il nord al sud dell' Europa, da Helsingborg in Svezia a Kalamáta in Grecia. Essa costituisce un importantissimo asse viario in direzione nord-sud per le comunicazioni dall'Emilia-Romagna e dalla Riviera romagnola verso il Veneto. Interessa le province di Ravenna, Ferrara, Rovigo, Padova e Venezia attraversando da sud verso nord i lidi Ravennati, le Valli di Comacchio, il delta del Po e lambendo infine tutta la parte meridionale della laguna di Venezia superando Po, Adige, Brenta e numerosi canali artificiali.

La SS 309 inizia a Sud, in provincia di Ravenna, dalla connessione con la strada europea E45, che costituisce l'altra dorsale europea nord/sud, e termina a Nord sulla rotatoria connessa con lo svincolo di Marghera della tangenziale di Mestre.

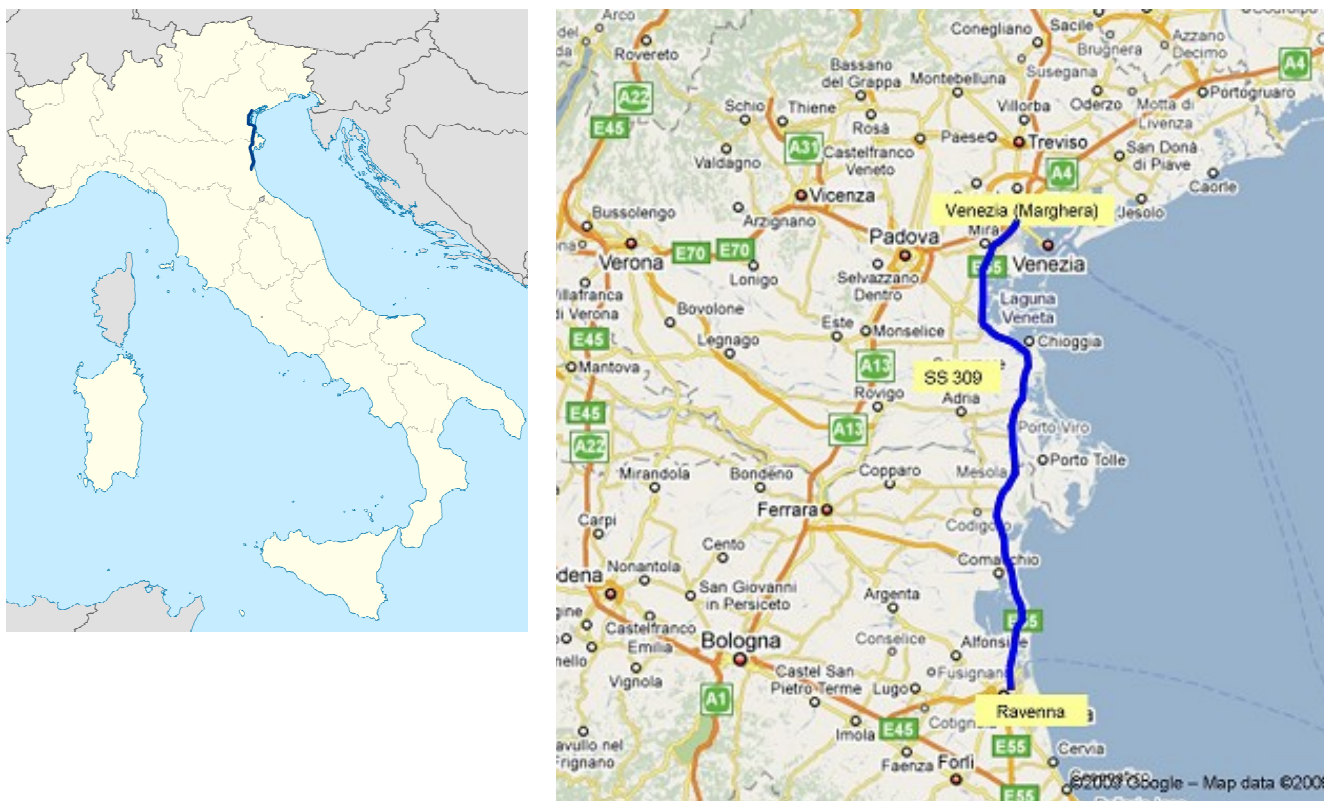


Figura 1 – Il tracciato della SS 309 sul territorio nazionale e fra le province di Ravenna e Venezia

Lungo il tratto che va dal km 24+300 al km 55+300 la S.S. 309 Romea attraversa i comuni di Comacchio, Codigoro e Mesola, in provincia di Ferrara.

In questo territorio la S.S. 309 attraversa la zona degli insediamenti litoranei dei Lidi Ferraresi, lambendo sul margine orientale l'area umida delle valli di Comacchio, percorre ampie superfici del paesaggio agrario tipico delle bonifiche ferraresi, attraversando i centri abitati di S. Giuseppe e Vaccolino e gli insediamenti produttivi delle zone industriali di Pomposa e Mesola, fino ad arrivare a lambire il sistema deltizio del Po. In questo tratto la SS 309 passa in prossimità di importanti siti di importanza turistico-ambientale, quali il sito dell'Abbazia di Pomposa e le emergenze naturalistiche vallive e boschive prossime o appartenenti al sistema del delta polesano, intersecando il ramo del Po di Volano, sempre in prossimità di Pomposa.

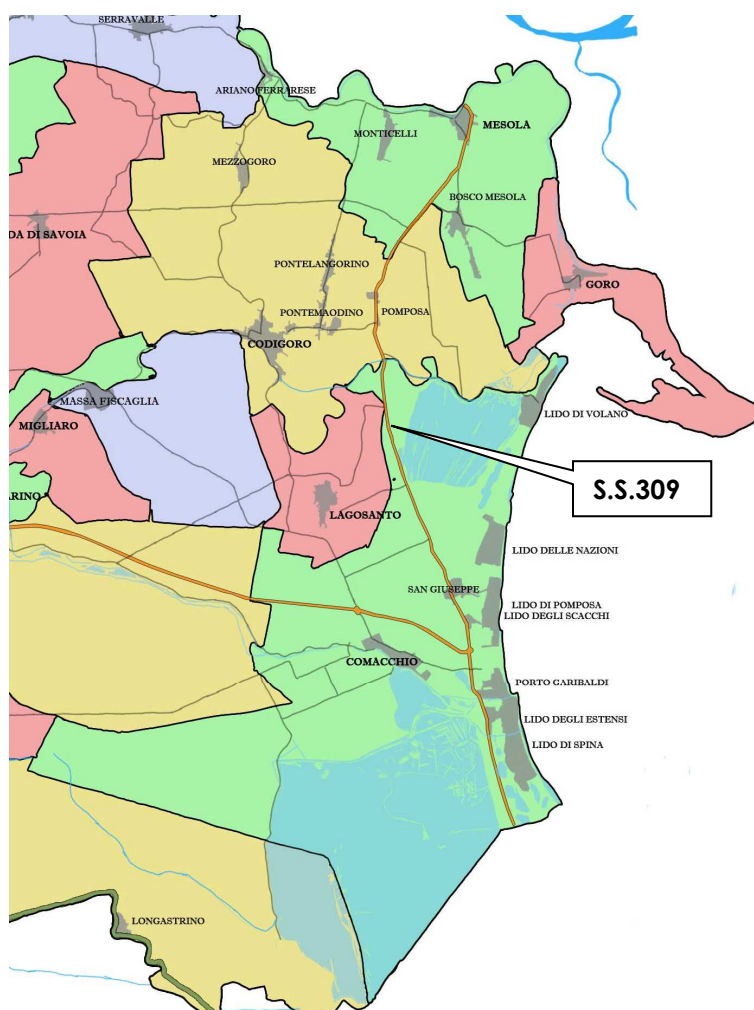


Figura 2 – Comuni in Provincia di Ferrara attraversati dalla S.S.309

INTERVENTI

DAL km 24+300

AL km 55+300



Figura 3 – Interventi sulla SS 309 dal km 24+300 al km 55+300

3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le principali normative di riferimento utilizzate per la progettazione stradale sono le seguenti:

- D.L. 30/04/1992 n. 285 e successive modifiche: "Nuovo codice della strada";
- Decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada";
- D.M. 05/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22/04/2004 "Modifiche al Decreto 5 novembre 2001";
- D.M. 223/1992 "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale";
- D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004 "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";
- D.M. 19/04/2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".
- Bozza al 21/03/2006 "Norme per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti".

4 INTERVENTO N°18 – INTERSEZIONE VIA DELLA COOPERAZIONE AL KM 45+900

4.1 Premessa

Gli obiettivi prestazionali preposti per l'intervento in progetto, riguardano il miglioramento delle prestazioni in termini di funzionalità operativa e di sicurezza delle strade esistenti, nel rispetto degli esistenti vincoli ambientali, archeologici, paesaggistici ed economici.

Le intersezioni a rotatoria eliminano i conflitti secanti tipici delle svolte a sinistra e degli attraversamenti, in quanto le manovre di immissione ed uscita si risolvono unicamente con svolte a destra, riducendo drasticamente il rischio di incidenti. Un ulteriore beneficio in termini di sicurezza stradale si ottiene grazie al controllo sulla velocità che impongono le rotatorie, sia all'interno dell'anello che nei tratti di immissione, in quanto, da un lato, la precedenza spetta ai veicoli in transito all'interno e, dall'altro, viene deviata la traiettoria di attraversamento costringendo in entrambi i casi un rallentamento dei veicoli entranti.

Si riporta di seguito la tabella con i dati di inquadramento dell'intervento.

S.S. 309 "Romea" – dal km 24+300 al km 55+300						
Intervento n.	Tipo criticità	Denominazione	Progressiva km	Comune	Località	Codice Punto Critico
18	C2	Rotatoria Via della Cooperazione	45+900	Codigoro	Lovara	C2.25

L'intervento tecnico riguarda l'adeguamento dell'intersezione presente lungo la S.S. 309 "Romea" posta al Km 45+900 la quale si presenta ad oggi secondo la configurazione di intersezione a raso a "T".

La strada statale si configura secondo la sezione stradale tipo C1 mentre le restanti strade locali che s'innestano sull'intersezione si configurano come sezione tipo C2-F.

L'intersezione è attualmente a raso, e prevede due corsie in ingresso e due di uscita da Via della Cooperazione, dalla quale si accede ad una parte della Zona Industriale Caprile.

La nuova rotatoria andrà a collegare la stessa Via della Cooperazione alla S.S. 309 "Romea", permetterà di realizzare un nuovo accesso per la ditta "Kastamonu", eliminando l'attuale ingresso a raso sulla "Romea" 500 m più a sud, e realizzerà una nuova strada di accesso verso la località Lovara.

Saranno quindi eliminati due accessi diretti a raso sulla "Romea", utilizzati prevalentemente da mezzi pesanti, che costituivano quindi fonte di pericolosità e rallentamenti.

La soluzione tecnica è mirata a risolvere le problematiche appena esposte e si configura secondo una intersezione a raso mediante Rotatoria che permette lo sfalsamento delle manovre di attraversamento nel tempo tra i diversi flussi veicolari.

4.2 Inquadramento territoriale

L'area interessata dall'intervento, denominato Intervento n°18, è in località Lovara ai margini della zona industriale Caprile, nel Comune di Codigoro al Km 45 + 900 della Strada Statale S.S. 309 denominata "Romea" in prossimità di via della Cooperazione.

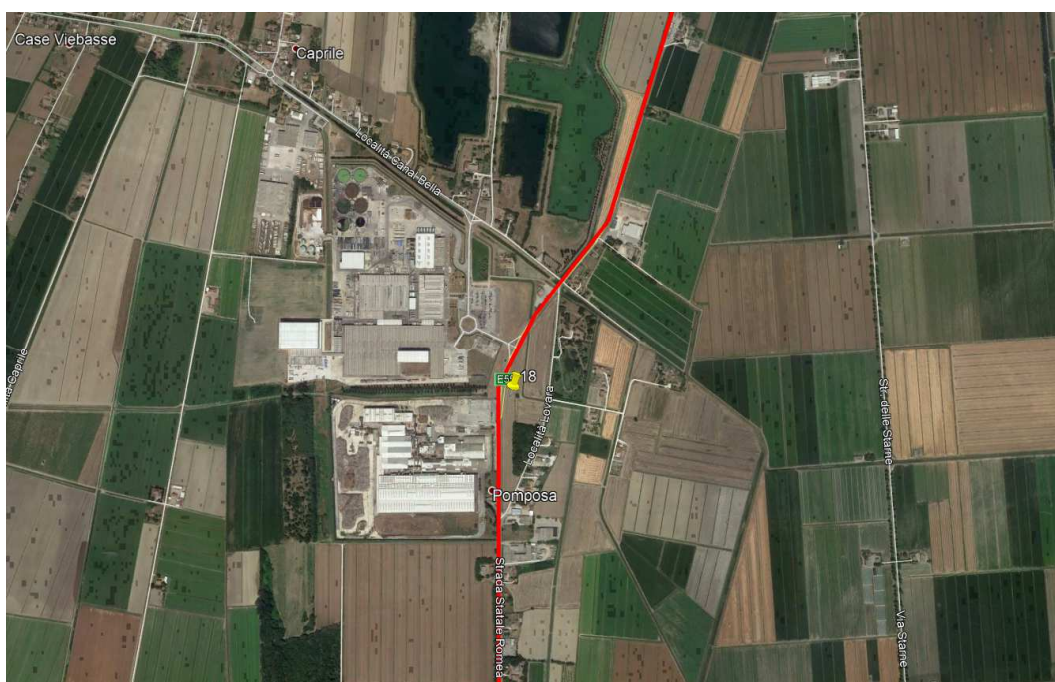


Figura 4 – Ortofoto del contesto di riferimento con individuazione dell'area d'intervento



Figura 5 – Ortofoto dell'area d'intervento

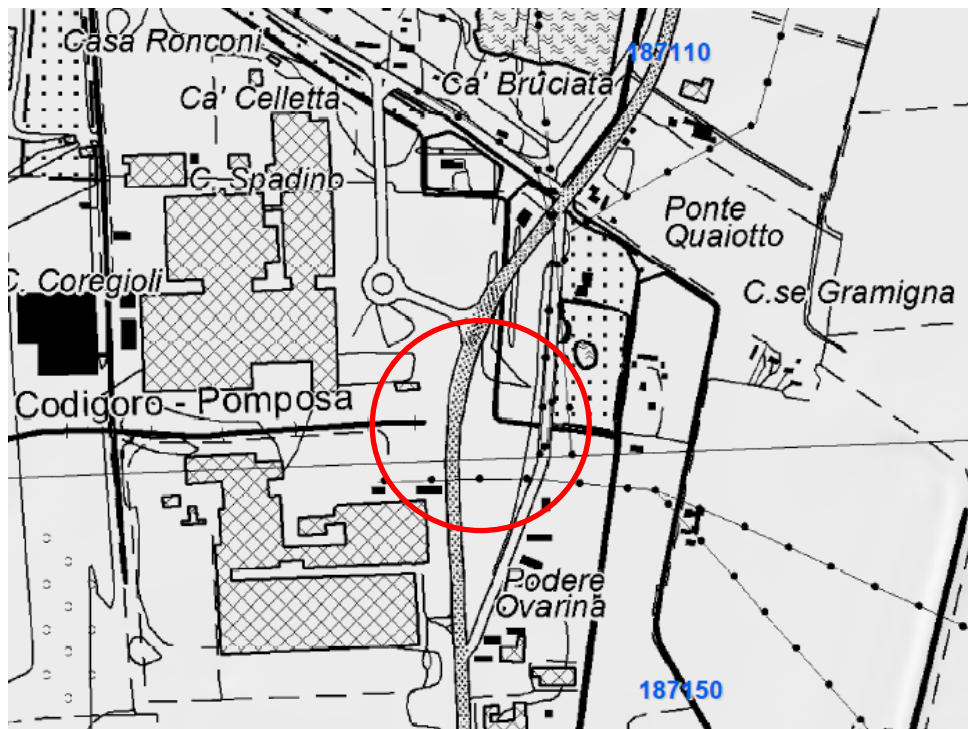


Figura 6 – Estratto della Carta Tecnica Regionale con individuazione dell'area oggetto d'intervento

4.3 Inquadramento catastale

L'area di intervento ricade all'interno del Foglio 59 del N.C.T. del Comune di Codigoro.

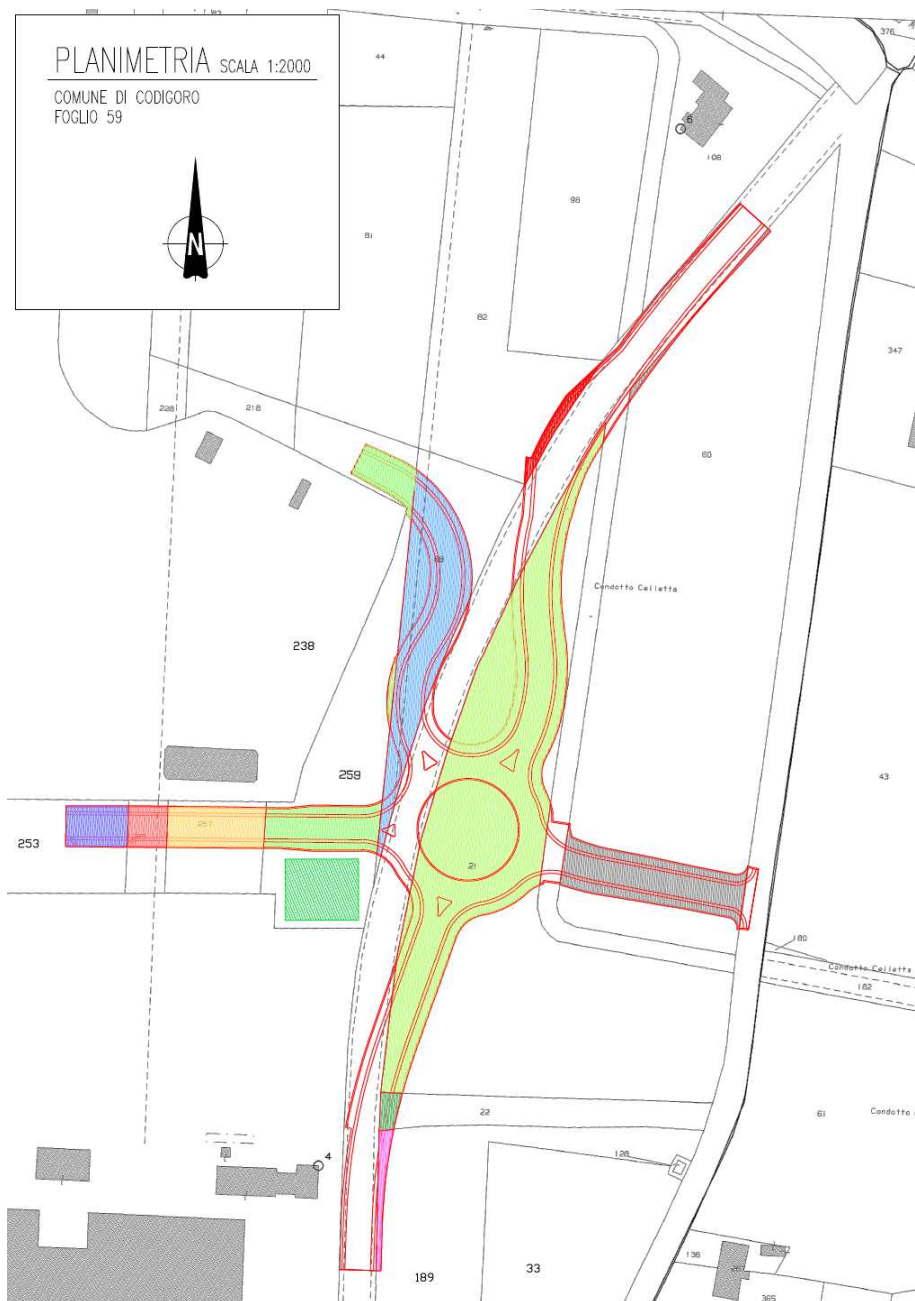


Figura 7 – Estratto della mappa catastale con individuazione dell'area oggetto d'intervento

Per la realizzazione dell'opera sono da prevedere acquisizioni di aree in quanto l'intervento va ad occupare aree di diverse proprietà; andranno verificati i limiti di esproprio mediante un puntuale rilievo basato sui punti fiduciali.

4.4 Inquadramento geologico

Nella Carta dei suoli dell'Emilia Romagna in cui vengono descritte le unità cartografiche ed in riferimento al paesaggio vengono specificate: la morfologia, il materiale parentale, le quote, la vegetazione, l'uso del suolo, il regime idrico e la presenza di non suolo.

La stratificazione geologica su cui posa l'attuale tracciato della SS 309, è caratterizzata da suoli di tipo a matrice eminentemente sabbiosa, intrusione di terreni franco sabbiosi nella zona centrale e di tipo franco - argilloso a nord.

Nell'area oggetto di intervento, alla chilometrica 45+900, la SS 309 si trova su suoli della consociazione Galisano, argilloso limosi sono molto profondi, molto calcarei e moderatamente alcalini; leggermente salini ed a tessitura argillosa limosa nella parte superiore, da leggermente a moderatamente salini ed a tessitura argillosa limosa o argillosa in quella inferiore. Il substrato è costituito da alluvioni a tessitura fine. I suoli Galisano argilloso limosi sono in depressioni morfologiche della pianura alluvionale, fino al più recente passato per buona parte occupate da acque palustri, prosciugate con opere di bonifica idraulica nel corso dei vari secoli. In queste terre la pendenza varia da 0.01 a 0.1%.

L'uso del suolo è prevalentemente costituito da seminativi.

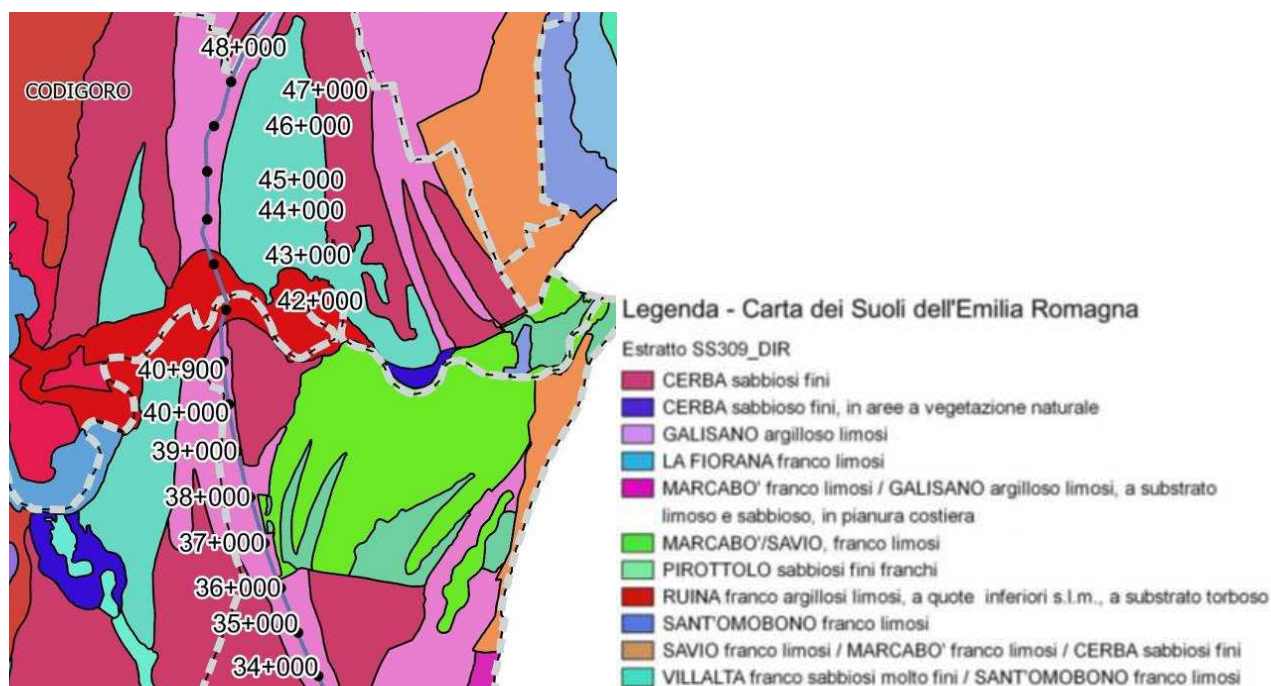
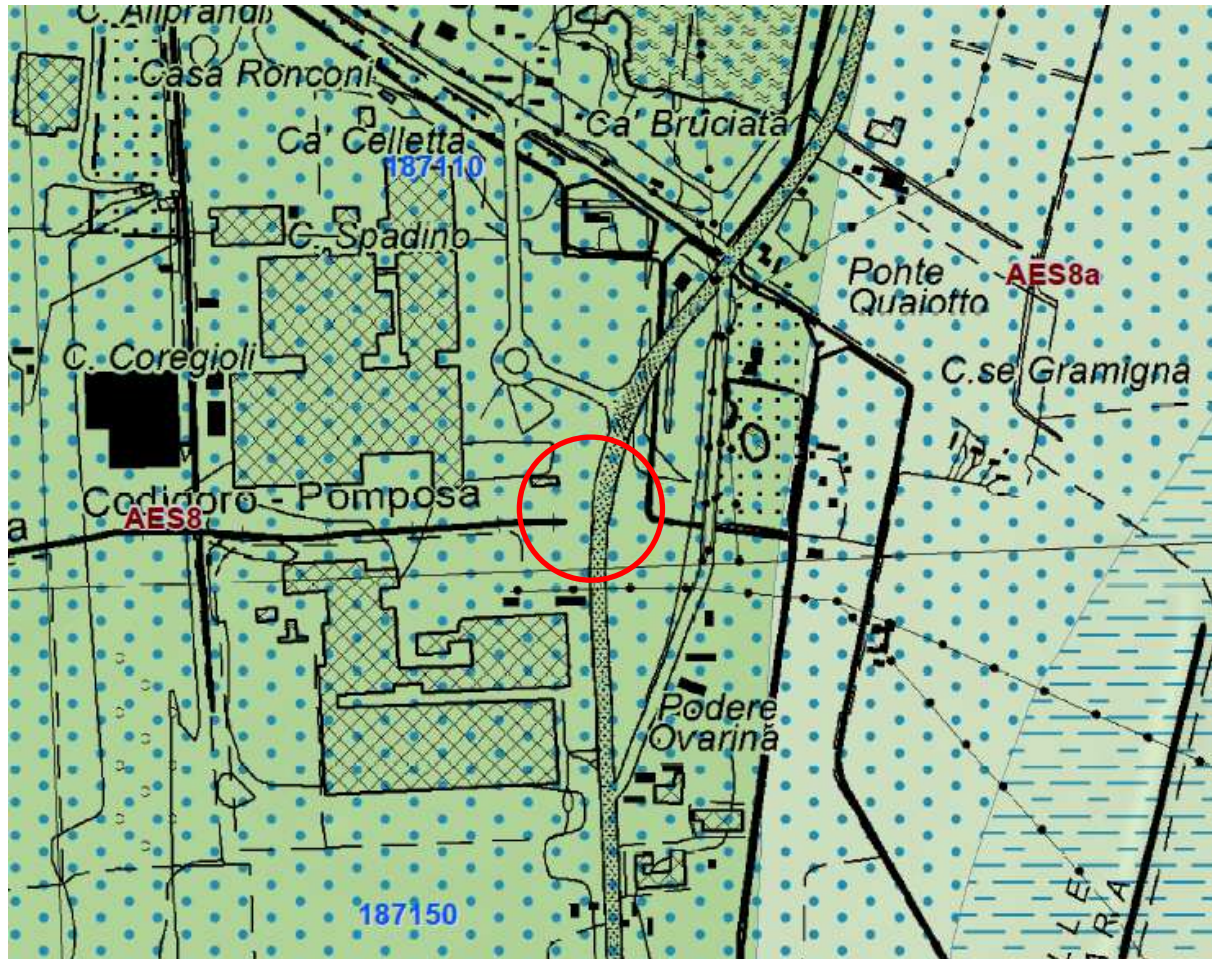


Figura 8 – Carta dei suoli dell'Emilia Romagna

Si riporta di seguito uno stralcio planimetrico alla scala 1:10.000, estratto dal Geo-portale della Regione Emilia Romagna, dove si evidenziano le litologie e la tipologia delle coperture quaternarie.



Ambienti deposiz. e litologie (10K)

*Argilla Limosa - Piana costiera, fronte
deltizia e piana di sabbia*

*Sabbia - Piana costiera, fronte deltizia
e piana di sabbia*

Coperture quaternarie (10K)

AES8 - Subsintema di Ravenna

AES8a - Unità di Modena

Figura 9 – Carta dei suoli dell'Emilia Romagna

4.5 Inquadramento urbanistico

Al fine di verificare e tener conto della presenza di eventuali elementi vincolanti, che potrebbero influire sulla definizione delle proposte risolutive delle diverse criticità, gli interventi sono stati analizzati anche in riferimento alla pianificazione territoriale, alle diverse scale e livelli amministrativi di competenza,

In particolare, detti ultimi elementi sono da ricondurre ai diversi strumenti o dispositivi di governo operanti, la cui natura è di seguito sintetizzata.

La strumentazione urbanistica è stata oggetto di ricognizione in riferimento ai vari livelli di operatività: dalla scala vasta a quella locale, onde verificare l'eventuale presenza di previsioni vincolanti che potrebbero condizionare le soluzioni da elaborare per le criticità. Inoltre, da tale indagine, possono emergere indicazioni di sviluppo che implicano misure da considerare per la tutela delle utenze deboli o previsioni di sviluppo che potrebbero richiedere determinati accorgimenti in sede di elaborazione del dettaglio progettuale.

4.5.1 Pianificazione provinciale – PTCP

Il Piano Territoriale di Coordinamento per la Provincia di Ferrara è stato formato nel periodo 1993-1995, dopo l'entrata in vigore della Legge 142/90 e come prosecuzione del processo di pianificazione d'area vasta avviato fin dal 1981 con il Piano dei Trasporti di Bacino (PTB) collegato al primo Piano Regionale Integrato dei Trasporti (PRIT) e, successivamente, con il Piano Territoriale Infraregionale (PTI).

Il PTCP è in vigore dal marzo 1997 ed è costituito da due parti integrate: le linee di Programmazione economica e territoriale e di indirizzo alla pianificazione di settore (Relazione e tav.2) e le specifiche di tutela dell'ambiente e del paesaggio in attuazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR), specifiche contenute nelle Norme e nelle tavole dei gruppi 3, 4.n e 5.n. Con riferimento a quest'ultimo gruppo di tavole (5.n – Sistema ambientale) si riportano gli aspetti vincolistici del sito in cui è prevista la realizzazione dell'intervento in progetto localizzato nel comune di Codigoro.

Dall'esame del PTCP è emerso che la proposta interessa aree normate da articoli evidenziati nelle Tavole di cui si riporta di seguito uno specifico stralcio commentato.

Passando all'analisi della cartografia del P.T.C.P. si osserva che:

- nella Tav. 5.4 - Sistema Ambientale, l'area in esame, per quanto riguarda gli ambiti di tutela, ricade all'interno di *Dossi o dune di rilevanza storico documentale paesistica* (art.20a), per quanto riguarda gli ambiti di interesse storico-archeologico il tratto di "Romea" in esame è classificato come *Strada storica*(art. 24, c. 1 lettera a).
- Nella Tav. 5.1.4 – Assetto della rete ecologica provinciale, l'area di intervento ricade all'interno di un ambito cartografato come *Corridoio ecologico secondario* (art. 27-quater).

PTCP - NORME PER LA TUTELA PAESISTICA

INDICAZIONI, DIRETTIVE E PRESCRIZIONI

Art.20 - Gli elementi morfologico-documentali: i dossi e le dune.

[omissis]

Comma 7 - Alle dune di valore storico-documentale si applicano le prescrizioni di cui al quarto comma precedente art.19

Art. 19 - Zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale

Comma 1

Le zone di particolare interesse paesaggistico-ambientale sono, di norma, costituite da parti del territorio prive di elementi naturali notevoli ma collocate in prossimità di biotopi rilevanti o di aree ambientali soggette a politiche di valorizzazione e/o ampliamento in attuazione del presente Piano, ovvero da aree agricole in cui permangono diffusi elementi tipici del paesaggio agrario storico ferrarese. Le aree di cui al presente articolo sono perciò tutelate al fine di consentire gli interventi di valorizzazione e ricostruzione ambientale e paesaggistica previste dal Piano provinciale o affidate alla pianificazione locale ed ai suoi strumenti attuativi.

[omissis]

Comma 4

a. linee di comunicazione viaria, nonché ferroviaria anche se di tipo metropolitano;

[omissis] sono ammesse nelle aree di cui al primo comma esclusivamente qualora siano previste in strumenti di pianificazione sovracomunali ovvero, in assenza di tali strumenti, previa verifica della compatibilità rispetto alle caratteristiche ambientali e paesaggistiche descritte nella Unità di Paesaggio di riferimento, fermo restando l'obbligo di rispettare le condizioni ed i limiti derivanti.

Comma 5

Le limitazioni di cui al comma precedente non si applicano alla realizzazione di strade, [omissis] che abbiano rilevanza meramente locale, in quanto al servizio della popolazione di non più di un Comune, ovvero di parte della popolazione di due Comuni limitrofi, fermo restando l'obbligo del rispetto delle condizioni e limiti derivanti da ogni altra parte del Piano.

Art. 24 - Elementi di interesse storico-testimoniale

Comma 1

Ai fini del presente Piano sono considerati elementi storico-testimoniali del territorio ferrarese le seguenti categorie di strutture ed elementi:

a. la viabilità storica, per essa intendendo i percorsi individuati nella "Carta del ferrarese del 1814", redatta dal Genio militare austro-ungarico e riedita dalla Amministrazione Provinciale in collaborazione con l'Istituto per i Beni Culturali della Regione Emilia-Romagna, così come indicati nelle tavole di Piano contrassegnate dal numero 5 o elencati nelle singole Unità di Paesaggio, nonché i ponti storici sui fiumi Po, Panaro e Reno;

[omissis]

Comma 2.

Per i tracciati storici di cui alla lettera a. del precedente primo comma, la pianificazione urbanistica comunale dovrà prevedere specifiche misure volte a preservare i tratti ancora liberi dalla edificazione, collocando eventuali nuovi immobili all'interno dei tratti già urbanizzati, nonché mantenere l'andamento sia planimetrico che altimetrico originario, fatte salve le migliorie ai fini della sicurezza della circolazione, [omissis]

Art. 27-quater La Rete Ecologica Provinciale di primo livello (REP)

[omissis]

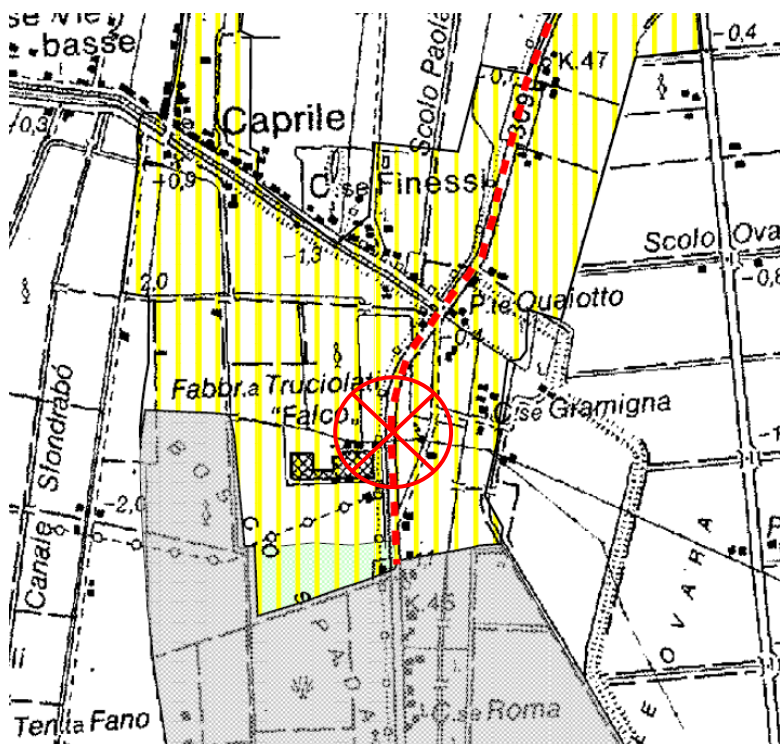
Corridoi ecologici: sono costituiti da unità lineari naturali e semi-naturali, in prevalenza acquatici, con andamento ed ampiezza variabili in grado di svolgere, anche a seguito di azioni di riqualificazione ambientale e di trasformazione territoriale, la funzione di collegamento tra i Nodi, garantendo la continuità della REP.

I Corridoi ecologici si suddividono in primari, secondari e locali. I Corridoi ecologici primari e secondari costituiscono elementi strutturanti la REP di primo livello; l'individuazione sistematica dei corridoi ecologici locali è affidata al livello comunale, in sede di redazione del PSC.

[omissis]



PROVINCIA DI FERRARA
PIANO
TERRITORIALE DI
COORDINAMENTO
PROVINCIALE



LEGENDA

Sistemi e zone strutturanti la forma del territorio

COSTA

- Sistema costiero (Art.12)
- Zone urbanizzate in ambito costiero (Art.14)
- Zone di riqualificazione della costa e dell'arenile (Art.13)
- Zone di tutela della costa e dell'arenile (Art.15)

LAGHI, CORSI D'ACQUA E ACQUE SOTTERRANEE

- Zone di tutela dei corsi d'acqua (Art.17)
- Invasi ed alvei dei corsi d'acqua (Art.18)
- Zone di tutela dei corpi idrici sotterranei (Art.26)
- Aree di vulnerabilità idrogeologica e di particolare tutela per la pianificazione comunale (Art.32)

Zone ed elementi di interesse paesaggistico-ambientale

AMBITI DI TUTELA

- Zone di particolare interesse paesaggistico ambientale (Art.19)
- Zone di tutela naturalistica (Art.25)
- Rete Natura 2000 - Zone di Protezione Speciale (Art. 27-bis)
- Rete Natura 2000 - Siti di Interesse Comunitario (Art. 27-bis)
- Rete Natura 2000 - ZPS e SIC (Art. 27-bis)
- Perimetro Istitutivo del Parco Regionale del Delta del Po L.R. n.27/1988
- Parco Regionale del Delta del Po - Ambito del Piano Territoriale Stazione Volano Mesola Goro
- Parco Regionale del Delta del Po - Ambito del Piano Territoriale Stazione Valli di Comacchio
- Unità di Paesaggio (Art. 8)

- Progetti di tutela, recupero e valorizzazione (Art.28)
- Ambiti di paesaggio notevole (Art.9)
- Dossi o dune di rilevanza storico documentale e paesistica (Art. 20a)
- Dossi o dune di rilevanza idrogeologica (Art.20b)
- Strade panoramiche (Art.24)

Zone ed elementi di particolare interesse storico

ZONE ED ELEMENTI DI PARTICOLARE INTERESSE STORICO-ARCHEOLOGICO

- Complessi archeologici (Art.21 comma 2 lettera a)
- Aree di accertata e rilevante consistenza archeologica (Art.21 comma 2 lettera b1)
- Aree di concentrazione di materiali archeologici (Art.21 comma 2 lettera b2)
- Strade storiche (Art.24 comma 1 lettera a)
- Idrografia storica (Art.24 comma 1 lettera b)

INSEDIAMENTI STORICI

- Insediamenti urbani e storici e strutture insediative storiche non urbane (Art.22)
- Zone di interesse storico testimoniale (Art.23)

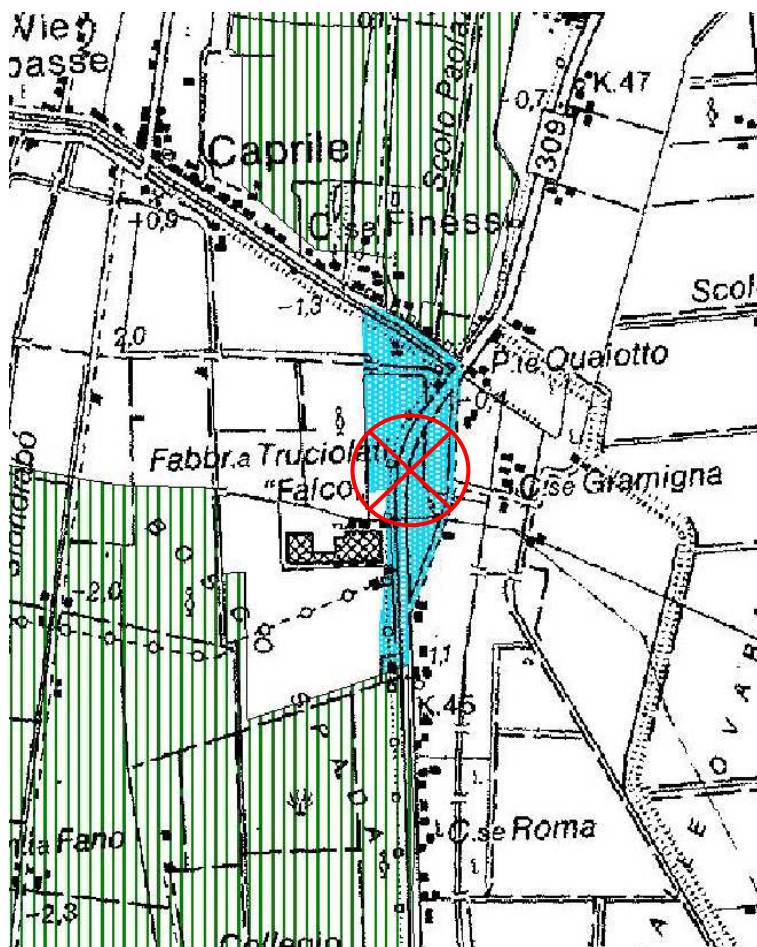
- Aree di attenzione per la localizzazione a condizione degli impianti per l'emittenza radio e televisiva (Art.5 comma 2 NTA del PLERT)

- Confini amministrativi

Figura 10 – PTCP Provincia di Ferrara – Estratti Tav. 5.4 - Sistema Ambientale



PROVINCIA DI FERRARA
PIANO
TERRITORIALE DI
COORDINAMENTO
PROVINCIALE



LEGENDA

- Nodo ecologico esistente -core area- (Art. 27-quater)
- Nodo ecologico esistente -area tampone- (Art. 27-quater)
- Nodo ecologico di progetto (Art. 27-quater)
- Stepping stone esistente (Art. 27-quater)
- Stepping stone progetto (Art. 27-quater)
- Aree protette
- Corridoio ecologico primario (Art. 27-quater)
- Corridoio ecologico secondario (Art. 27-quater)
- Direttirici di continuità (Art. 27-quater)
- Areali speciali - connettivo ecologico diffuso (Art. 27-quater)
- Confini amministrativi

Figura 11 – PTCP Provincia di Ferrara – Estratti Tav. 5.1.4 – Assetto della rete ecologica provinciale

4.5.2 Pianificazione Comunale – PSC

Il Piano Strutturale Comunale di Codigoro è stato adottato con Del. C.C. n° 49 del 07/08/2008 e approvato con Del. C.C. n° 49 del 29/03/2011.

Dal punto di vista urbanistico la rotatoria è già prevista nel PSC del Comune di Codigoro, come risulta dalla tavola 1.12 del PSC di cui si riporta uno stralcio nel seguito.

Dall'analisi della cartografia del PSC, si osserva che:

- Nella Tav. 0.4 - Zone di tutela vincoli da P.T.C.P. e Parco del Delta, il tracciato della S.S. 309 "Romea" è indicato come "strada storica" (art. 24, c.1, lettera a), l'area di intervento ricade all'interno di *Dossi o dune di rilevanza storico documentale e paesistica (art. 20a)*;
- Nella Tav. 0.9 – Sistema ambientale l'area in esame è posta in aree agricole di *rilevanza paesaggistica*, ai margini della perimetrazione *Area di interazione tra elementi del sistema ambientale e aree urbanizzate*;
- Nella Tav. T.17 – Caprile facente parte delle Tavole di Piano, il tracciato della S.S. 309 "Romea" è ricompreso tra *Ambiti specializzati per attività produttive (Art. 5.4)* e *Aree di valore naturale ed ambientale (art. 5.9)*. L'intervento in progetto rappresenta parte di uno degli interventi prospettati dal PSC per il miglioramento della *"viabilità secondaria di rilievo provinciale o interprovinciale" (art. 3.5)*.

Vengono di seguito riportate le Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A) del P.S.C. tra le quali rientra l'ambito di intervento.

TUTELE DEI BENI STORICO-CULTURALI E TESTIMONIALI (art. 24 PTCP)

Art. 2.10 Viabilità storica

1. Il PSC individua, in applicazione delle disposizioni del PTCP, la viabilità storica. Detta viabilità non può essere soppressa né privatizzata o comunque alienata o chiusa salvo che per motivi di sicurezza e di pubblica incolumità.
2. La viabilità storica urbana, comprensiva degli slarghi e delle piazze, ricadente nel territorio urbanizzato, è regolata dalla disciplina particolareggiata del centro storico e dal RUE.
3. La viabilità storica extraurbana va tutelata sia per quanto concerne gli aspetti strutturali, sia per quanto attiene l'arredo e le pertinenze (fossi laterali, siepi, pilastri, maestà, manufatti di attraversamento in muratura, ecc.). Devono essere preservati i tratti ancora liberi da

edificazione, collocando eventuali nuovi immobili all'interno dei tratti già urbanizzati o negli ambiti di nuova urbanizzazione individuati nel presente PSC. Deve essere mantenuto l'andamento planimetrico ed altimetrico originario, fatte salve le migliorie ai fini della sicurezza della circolazione, che dovranno però essere previste all'interno di un progetto complessivo per l'intero itinerario storico, accompagnate da valutazioni di impatto riferite ai valori storico-documentali del sito e con diverse opzioni di soluzione. Tali progetti dovranno essere preventivamente sottoposti a nulla-osta da parte dell'Amministrazione Provinciale.

INFRASTRUTTURAZIONE DEL TERRITORIO

Art. 3.5 Infrastrutture per la mobilità: assunzione delle determinazioni derivanti dalla pianificazione sovraordinata e previsioni progettuali del PSC

Con riguardo alla "viabilità secondaria di rilievo provinciale o interprovinciale", come definita dal PRIT, il PSC prospetta i seguenti interventi di miglioramento e qualificazione:

- completamento della circonvallazione del Capoluogo;
- asse di collegamento tra l'area industriale di Caprile con la circonvallazione;
- Adeguamento del collegamento viario Codigoro – Pomposa

Art. 5.9 Ambiti del territorio rurale

Aree di valore naturale ed ambientale: il PSC individua nelle Tavole (T.1 – T.32) le aree di valore naturale ed ambientale che rappresentano gli ambiti del territorio rurale sottoposti dagli strumenti di pianificazione ad una speciale disciplina di tutela ed a progetti locali di valorizzazione.

Sono, pertanto, stati inseriti i seguenti elementi:

Maceri e alberi di pregio;

Sistema delle aree forestali (art. 10 PTCP);

Zone ed elementi di particolare interesse storico-archeologico (art. 21 PTCP);

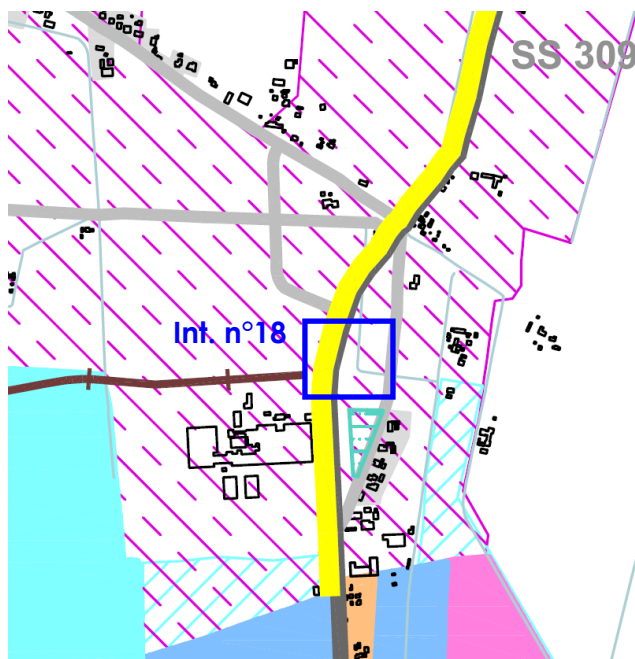
Zone di tutela naturalistica (art. 25 PTCP):

Perimetro del Parco regionale del delta del Po (art. 142 comma 1 lettera f, DLgs 42/2004);

Aree interessate da specifiche disposizione di vincolo (art. 136 comma 1 lettera d, DLgs 42/2004);

Elementi degli artt. 27 quater e quinquies del PTCP.

Il PSC in tali aree persegue l'obiettivo di armonizzare gli assetti insediativi e infrastrutturali del territorio con le finalità di tutela dell'ambiente naturale e delle sue risorse.



PROVINCIA DI FERRARA



COMUNE DI CODIGORO
PIANO STRUTTURALE COMUNALE

ADOTTATO CON Del. C.C. n°49 del 07/08/2008
APPROVATO CON Del. C.C. n°49 del 29/03/2011

TAV. N°

0.4

OGGETTO:

**ZONE DI TUTELA:
VINCOLI DA PTCP E PARCO DEL DELTA**

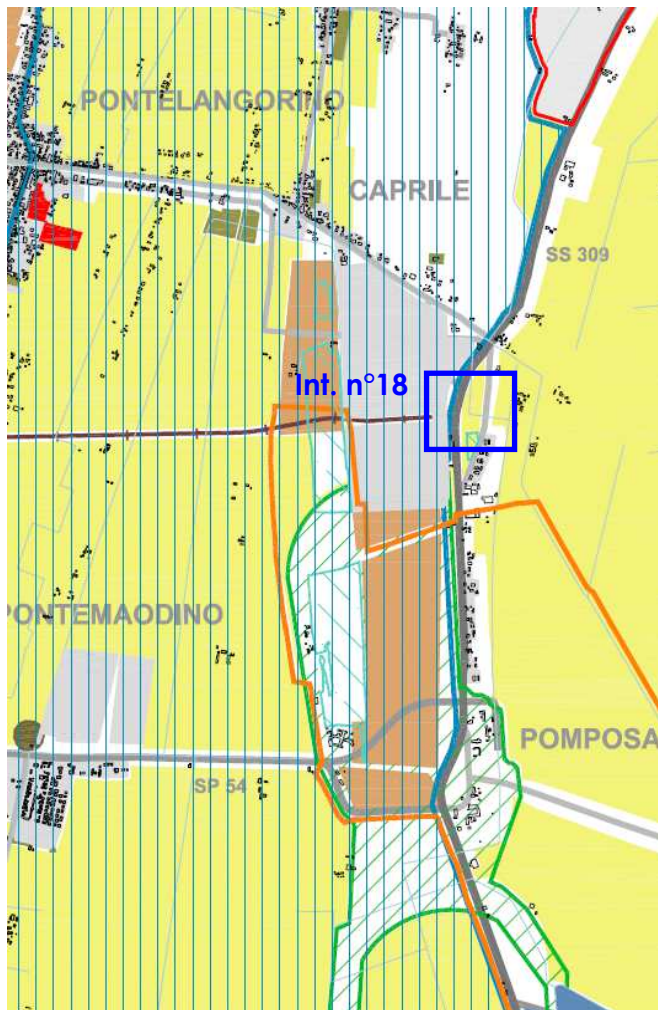
P.T.C.P.

Legenda

- Limite comunale
- Centri urbani
- Strade Statali
- Strade Provinciali
- Strade Comunali
- Ferrovia esistente
- Corsi d'acqua principali
- Canali di bonifica

- Strade Storiche (art.24 c.1 let. a)
 - Sistema costiero (art. 12)
 - Aree di concentrazione di materiali archeologici (art.21 c.2 let. b2)
 - Dossi o dune di rilevanza storico documentale e paesistica(art.20a)
 - Invasi ed alvei dei corsi d'acqua (art. 18)
 - Zone di tutela dei corsi d'acqua (art. 17)
 - Zone di particolare interesse paesaggistico ambientale (art. 19)
 - Zone di tutela naturalistica (art. 25)
 - Il sistema forestale e boschivo (art. 10)
- Zonizzazione parco del Delta - Stazione Volano-Mesola-Goro
- Zona B - zona di protezione generale
 - Zona C - zona di protezione ambientale
 - Zona RNS - Riserva Naturale Statale
 - Zona PP - zona Pre-Parco
 - Zona TU - Territorio Urbanizzato

Figura 12 – Estratto Zone di tutela: Vincoli da PTCP e Parco del Delta
Contornata in blu l'area oggetto dell'intervento n°18



COMUNE DI CODIGORO
PIANO STRUTTURALE COMUNALE

ADOSSATO CON Del. C.C. n° 49 del 07/08/2008
APPROVATO CON Del. C.C. n° 49 del 29/03/2011

TAV. N°

0.9

scala 1:25.000

OGGETTO:

SISTEMA AMBIENTALE

Legenda

Limite comunale

Centri urbani

Strade Statali

Strade Provinciali

Strade Comunali

Ferrovia

Corsi d'acqua principali

Sistema ambientale

Perimetro del Parco del Delta del Po della Regione Emilia-Romagna

Area di interazione tra elementi del sistema ambientale e aree urbanizzate

Aree a parco di progetto

Oasi

Aree boscate pubbliche

Il sistema forestale e boschivo (art. 10 P.T.C.P.)

Zone umide

Aree agricole di rilevanza paesaggistica

Aree boschive private

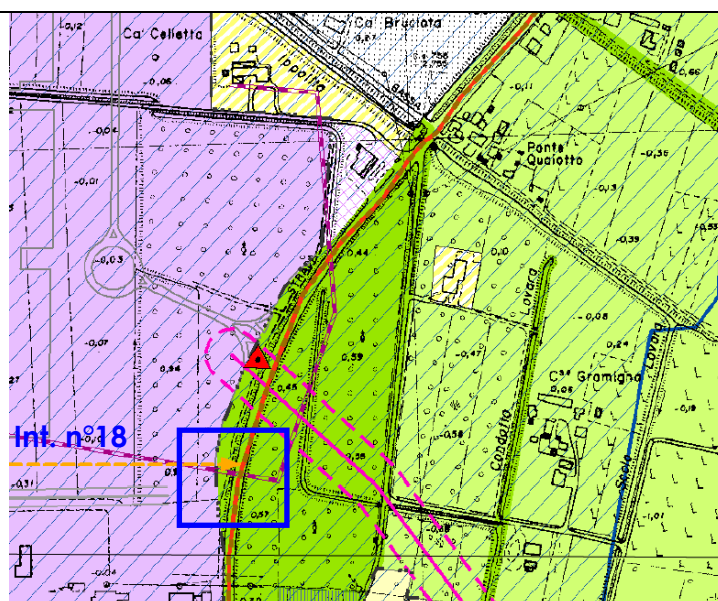
Aree di riequilibrio ecologico

Verde urbano esistente

Verde urbano in progetto

Alberi monumentali

Figura 13 –Sistema Ambientale - PSC



LEGENDA

Confini amministrativi

SISTEMA DELLA MOBILITA'

- ▲ Progetti ANAS
- Rete ferroviaria (art. 3.5)
- Proposte integrative rete ferroviaria (art. 3.5)
- Asse di collegamento nazionale-regionale (art. 3.5)
- Proposta integrativa della viabilità di collegamento nazionale-regionale (art. 3.5)
- Viabilità secondaria di rilievo provinciale o interprovinciale (art. 3.5)
- Proposte integrative della viabilità secondaria di rilievo provinciale o interprovinciale (art. 3.5)

AMBITI NORMATIVI AI SENSI DELLA L.R. 20/2000

- Perimetro del territorio urbanizzato (art. 4.1)
- Centri storici secondo la definizione delle L.R. 20/2000 (art. 5.1)
- Ambiti urbani consolidati (art. 5.2)
- Aree di valore naturale e ambientale (art. 5.9)
- Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico (art. 5.9)
- Ambiti a vocazione produttiva (art. 5.9)
- Ambiti da riqualificare (art. 5.3)
- Ambiti specializzati per attività produttive esistenti (art. 5.4)
- Ambiti specializzati per attività produttive (Ambiti destinati ad attività estrattive - PIAE) (art. 5.4)
- Ambiti specializzati per attività produttive (Ambiti destinati ad attività estrattive - PAE) (art. 5.4)
- Nuovi ambiti specializzati per attività produttive (art. 5.7)
- Ambiti per nuovi insediamenti urbani in corso di attuazione (art. 5.5)
- Ambiti per potenziali nuovi insediamenti urbani (art. 5.5)
- Ambiti per potenziali nuovi insediamenti urbani da non destinare all'edificazione (art. 5.5)

PORZIONI PARTICOLARI INTERNE AGLI AMBITI

- Porzioni dei centri storici di cui al comma 4 art. A7 L.R. 20/00 (Ambito in deroga, art. 5.1co. 5)
- Porzioni degli ambiti consolidati da assoggettare a PUA (art. 5.2)
- Porzione degli ambiti da riqualificare soggetta a PRU (art. 5.3)
- Nuclei residenziali in territorio rurale (art. 5.9)
- Impianti produttivi in territorio rurale (art. 5.9)
- Principali dotazioni territoriali: Ecologiche e tecnologiche (art. 5.2)
- Principali dotazioni territoriali: attrezzature e spazi collettivi di rilievo sovralocale (art. 5.2)
- Principali dotazioni territoriali: Cimiteri (art. 5.2)
- Principali dotazioni territoriali: infrastrutture per la mobilità (art. 5.2)
- Aree di compensazione ambientale (art. 2.8)

TUTELA DELL'AMBIENTE E DELL'IDENTITA' STORICO CULTURALE DELLA SICUREZZA DEL TERRITORIO

TUTELE AMBIENTALI E PAESAGGISTICHE

- Invasi alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (art. 2.2)
- Zone di particolare interesse paesaggistico ambientale (art. 2.3)
- Zone di tutela naturalistica (art. 2.4)
- Dossi di rilevanza storico-documentale e paesaggistica (art. 2.5)
- Macerati (art. 2.7)
- Alberi di pregio (art. 2.7)
- Vincolo idrogeologico (art. 2.20)
- Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) (art. 3.4)
- Strade panoramiche (art. 2.9)
- Parco del Delta del Po (Stazione Volano - Mesola - Goro) (art. 2.4)
- Zonizzazione Parco del Delta del Po (Stazione Volano - Mesola - Goro) (art. 2.4)
- Zone B di protezione generale
- Zone C di protezione ambientale
- Progetti di Intervento Particolareggiato (P.d.I.P.)
- Zone di pre-parco (PP)
- Riserve naturali (RNS)
- Sistema delle aree forestali (art. 2.6)
- Basso Pregio
- Medio Pregio
- Pregio

TUTELA DEI BENI STORICO-CULTURALI E TESTIMONIALI

- Edifici e complessi edilizi di interesse storico-architettonico (art. 2.11 e 2.12)
- Vincoli monumentali - Beni di Enti Pubblici la cui esecuzione risale ad oltre 50 anni (art. 2.11)
- Pertinenze di edifici di interesse storico-architettonico (art. 2.11 e 2.12)
- Vincoli monumentali - Da decreti e leggi specifiche (art. 2.11)
- Viabilità storica (art. 2.10)

- Area di accertata e rilevante consistenza archeologica (art. 2.13)
- Aree di concentrazione di materiali archeologici (art. 2.13)

AREE SOGGETTE A VINCOLO PAESAGGISTICO

- Torrenti e corsi d'acqua e relative sponde (art. 2.15)
- Aree interessate da specifiche disposizioni di vincolo (art. 2.15)

TUTELE AMBIENTALI E PAESAGGISTICHE

- Fascia di rispetto degli elettrodotti (art. 3.8)
- Rispetto cimiteriale (art. 3.8)
- Rispetto dei depuratori (art. 3.8)
- Metanodotto esistente (art. 3.8)
- Elettrodotto (art. 3.8)
- 380kv
- 132kv
- 50kv

0

Figura 14 – PSC – Tavola di pianto T.17 CAPRILE

Con riferimento al Documento Preliminare al PSC, approvato dalla G.C. di Codigoro con delib. n. 110 del 6/4/06, ri-approvato, a seguito di modifica, dalla G. C. con delib. n. 126 del 26/7/07 e successivamente integrato con le richieste della Provincia di Ferrara del 10/07/2008, p.g. 61722, è stata redatta la Ricognizione dei vincoli paesaggistici di cui all'art. 46 della L.R. 31/02.

La Ricognizione è stata redatta dopo un'attenta analisi delle normative vigenti in materia vincolistica, integrate con un'indagine presso gli Enti competenti inerente la verifica del regime vincolistico insistente sui beni e sui canali che presentavano situazioni di particolare incertezza legata alla tipologia di vincolo esistente.

Dall'analisi della cartografia del PSC, si osserva che:

Nella Tav. 1.10 – Ricognizione dei vincoli paesaggistici non è segnalato alcun tematismo per l'area in esame.

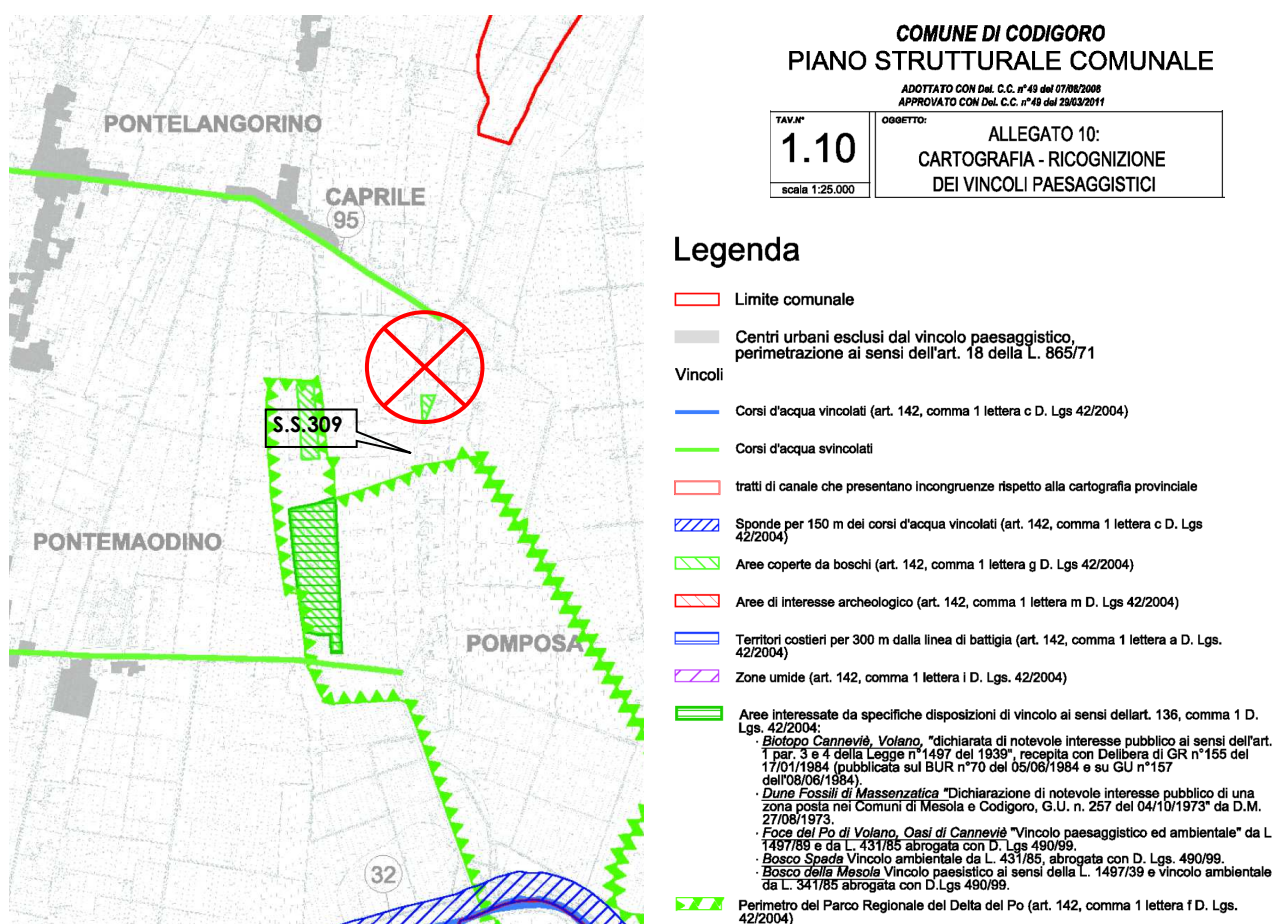


Figura 15 – Ricognizione dei vincoli paesaggistici - PSC

4.6 Verifica preventiva del rischio archeologico

Per la Verifica preventiva del rischio archeologico si è fatto riferimento ai seguenti elaborati, facenti parte del Piano Strutturale Comunale, approvato nel 2011:

- Tav. 1.11 - Verifica preventiva dell'interesse archeologico;
- Tav. 1.12 - Cartografia - Verifica preventiva dell'interesse archeologico.

Il territorio del PSC del Comune di Codigoro si inserisce in un contesto caratterizzato da rinvenimenti riconducibili a due ordini principali di ambito di indagine: archeologia terrestre degli insediamenti e archeologia navale marittimo/fluviale.

L'area di indagine di maggior interesse si trova, in parte in corrispondenza della linea di costa romana e medievale, in parte immediatamente all'interno di essa.

All'interno della costa è necessario valutare il sito nell'ambito dell'idrografia antica, attraverso lo studio di fiumi e canali dalla Tarda Antichità al Rinascimento. Due i corsi d'acqua fondamentali segnavano il nodo idroviario di Codigoro: il Po di Volano e il Po di Goro.

L'area in cui si andranno ad eseguire gli interventi in progetto non riporta segnalazioni archeologiche, come riportato in seguito nell'estratto della "Cartografia - Verifica preventiva dell'interesse archeologico".

Dall'elenco dei siti individuati dalla Soprintendenza Archeologica Emilia Romagna, si rilevano nella zona limitrofa all'intervento i siti "2.2", "5.5" e "9.10", che sono distanti 1 chilometro circa dalla zona d'intervento n°18.

Dal PSC si evince che l'intersezione oggetto di progetto non rientra in Aree di concentrazione di materiali archeologici, né in aree di accertata e rilevante consistenza archeologica.

Dalla verifica preventiva non risulta quindi che siano presenti vincoli archeologici noti in Comune di Codigoro, che possano determinare l'impossibilità di intervento.

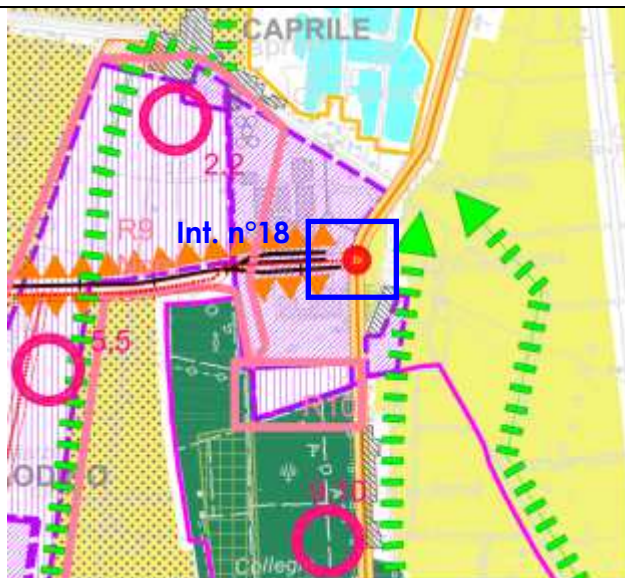
Tuttavia in base all' "Art. 2.14 Rischio archeologico" delle Norme tecniche di attuazione del PSC dovranno essere sottoposti a parere della "Soprintendenza per i beni archeologici dell' Emilia-Romagna" tutti gli interventi che comportino modifiche dell'assetto attuale del sottosuolo:

- nei siti dove è accertata la presenza di resti di interesse archeologico, come individuati nelle Tavola 0.4 del Quadro Conoscitivo e negli allegati 1.11 e 1.12 alla Relazione Generale;
- nei centri storici;
- **nelle fasce di territorio interessate da strade storiche** o vie d'acqua storiche;

- nonché in tutti i PUA relativi ad ambiti per nuovi insediamenti, di riqualificazione ovvero ambiti specializzati per attività produttive, nonché nuove infrastrutture che comportino scavi rilevanti.

Essendo la S.S. 309 nel tratto in esame indicata come "strada storica" nella Tav. 0.4 "Zone di tutela: Vincoli da PTCP e Parco del Delta", come da estratto di seguito riportato, il progetto dovrà essere sottoposto a parere della "Soprintendenza per i beni archeologici della Emilia-Romagna".

Per ulteriori indicazioni, nonché per la valutazione del rischio archeologico dell'intervento (nullo, basso, medio, alto) si rimanda alla Relazione specialistica redatta a corredo del progetto.



PROVINCIA DI FERRARA



COMUNE DI CODIGORO
PIANO STRUTTURALE COMUNALE

ADOTTATO CON Del. C.C. n° 49 del 07/08/2008
APPROVATO CON Del. C.C. n° 49 del 29/03/2011

TAV. N°

1.12

OGGETTO:
**ALLEGATO 12: CARTOGRAFIA -
VERIFICA PREVENTIVA
DELL'INTERESSE ARCHEOLOGICO**

Legenda

- | | |
|--|---|
| Limite comunale | Aree di compensazione ambientale |
| Centri urbani | Waterfront e riqualificazione del fronte Po di Volano |
| Linea ferroviaria esistente | Aree di espansione residenziale |
| Linea ferroviaria di progetto | Oasi e aree boscate da recepire dal in Ptcp in fase di stesura |
| Canali vincolati | Progetti di riqualificazione ambientale |
| Proposte di interconnessione dei biotopi | Aree di espansione residenziale completate |
| Nuove intersezioni stradali | Aree di espansione residenziale confermate |
| Ipotesi di localizzazione del casello autostradale | Verde pubblico attrezzato di progetto |
| Circonvallazione già realizzata | Aree soggette ad intervento di riqualificazione urbana |
| Viabilità di progetto | Servizi di carattere pubblico |
| Potenziamento viabilità esistente | Aree dismesse |
| Viabilità di progetto (E55 progetto I.L.I.) | Aree rinvenimenti archeologici (Carta Archeologica SAER MANFE) |
| SS 309 "Romea" | Aree ricognizioni archeologiche indicate con R e n. progressivo |
-
- | |
|--|
| Espansione delle attività estrattive esistenti e ipotesi di ripristino ambientale (PAE adottato) |
| Zona di influenza del raccordo ferroviario |
| Polo estrattivo P.I.A.E. 2002-2011 |
| Parco Regionale del Delta del Po - Stazione Volano - Mesola - Goro |
| Ambiti produttivi esistenti |
| Nuovi ambiti produttivi |
| Aree agricole di rilevanza paesaggistica |
| Aree verdi protette |

Figura 16 – Estratto Cartografia – Verifica preventiva dell'interesse Archeologico del Comune di Codigoro

4.7 Descrizione dell'intervento

L'intervento prevede la sostituzione di un'intersezione a "T" a raso, in Comune di Codigoro, in località Lovara, in prossimità dell'accesso alla Zona Industriale Pomposa, con una nuova rotatoria.

Per questo intervento sarà realizzata una "rotatoria a 5 braccia", a due corsie di larghezza pari a 3.50 m e banchine laterali da 1.00 m, caratterizzata da un diametro esterno di 60 m e da un'isola centrale di diametro 42 m.

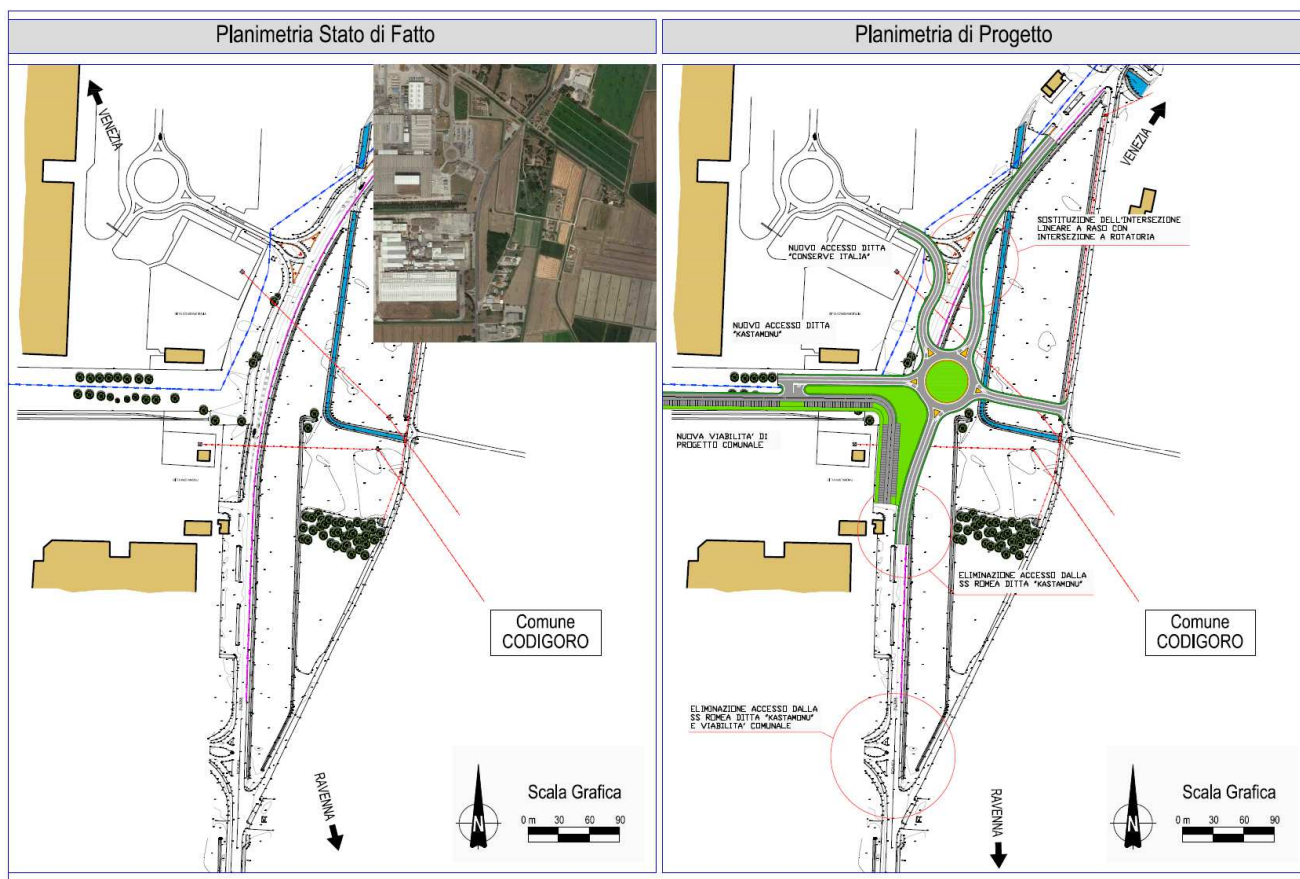


Figura 17 – Intervento n°18 – Planimetria Stato di fatto - Progetto

La nuova rotatoria andrà a collegare la stessa Via della Cooperazione alla S.S. 309 "Romea", permetterà di realizzare un nuovo accesso per la ditta "Kastamonu", eliminando l'attuale ingresso a raso sulla "Romea" 500 m più a sud, e realizzerà una nuova strada di accesso verso la località Lovara.

Saranno quindi eliminati due accessi diretti a raso sulla "Romea", utilizzati prevalentemente da mezzi pesanti, che costituivano quindi fonte di pericolosità e rallentamenti.

Per la realizzazione della rotatoria in progetto non sono previsti scavi significativi, e dove sono previsti allargamenti fuori sede, la strada viene realizzata in rilevato, prevedendo uno scotico di circa 0,50 m di spessore, a partire dal piano campagna.

Il presente lavoro prevede le seguenti fasi di lavorazione:

- 1) Approntamento della segnaletica di cantiere;
- 2) Realizzazione della parte di rotatoria fuori sede stradale;
- 3) Deviazione del traffico sulla porzione di rotatoria realizzata, utilizzando l'intersezione a raso su Via della Cooperazione;
- 4) Realizzazione della parte di rotatoria sul sedime stradale esistente;
- 5) Deviazione del traffico sui rami di rotatoria realizzati;
- 6) Demolizione della vecchia intersezione a raso;
- 7) Realizzazione delle isole spartitraffico;
- 8) Realizzazione della segnaletica definitiva ed apertura della rotatoria.

Durante le varie fasi di lavorazione si dovranno realizzare le opere di smaltimento delle acque di piattaforma e si dovranno predisporre le canalizzazioni per la realizzazione dell'impianto di illuminazione pubblica.

La rotatoria in progetto presenta un diametro esterno di 60 metri. L'anello di rotazione, sede della carreggiata stradale, ha una larghezza di 9.00 metri e una pendenza trasversale verso l'esterno del 2.5 %. L'isola centrale presenta un diametro di 42 m, ed è finita a verde. La larghezza delle corsie di entrata è pari a 5.00 m mentre quelle di uscita misurano 6.00 m. Sui cinque rami saranno realizzate delle isole triangolari spartitraffico mediante cordatura perimetrale di altezza pari a 0.15 m.

La geometria della rotatoria garantisce inoltre per ogni ramo un angolo di deviazione della traiettoria in attraversamento del nodo non inferiore a 45°.

Le caratteristiche geometriche principali della rotatoria sono di seguito riassunte:

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI ROTATORIA	
DESCRIZIONE	DIMENSIONE
raggio in asse	25.50 m
larghezza anello di circolazione	9.00 m
raggio esterno sulla linea della banchina	30.00 m
raggio interno sulla linea di banchina	21.00 m
diametro esterno	60.00 m
larghezza banchine dell'anello di circolazione	1.00 m
larghezza cordonata	0.50 m
diametro dell'isola giratoria	42.00 m

Per lo smaltimento delle acque meteoriche, saranno realizzati degli embrici a protezione del rilevato, che portano l'acqua verso un fossetto di guardia al piede del rilevato stesso, all'esterno della rotatoria.

È prevista l'installazione di un nuovo impianto d'illuminazione, che prevede la realizzazione di una torre faro centrale alta 25 m, dotata di corona mobile motorizzata su cui saranno installati 6 proiettori con lampade da 1000 W. La torre faro sarà installata su di un plinto di fondazione da realizzare in opera in cemento armato.

Saranno poi installati 5 pali di illuminazione sulle aiuole spartitraffico dei rami della rotatoria, alti 11 m senza sbraccio e con due corpi illuminanti Cut-Off da 150 W.

Saranno poi installati altri 5 pali di illuminazione lungo il ramo che porta su Via della Cooperazione, alti 11 m senza sbraccio e con corpi illuminanti Cut-Off da 150 W.

Per l'alimentazione dei pali ci si andrà ad allacciare all'impianto esistente, su Via della Cooperazione per mezzo di un cavidotto della lunghezza di circa 250.00 m.

4.8 Specifiche di intervento

4.8.1 Sovrastruttura stradale

Le caratteristiche della sovrastruttura stradale vengono riportate nella tabella che segue:

CARATTERISTICHE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE	
DESCRIZIONE	DIMENSIONE (spessori)
Fondazione in misto stabilizzato	25.00 cm
Fondazione in misto cementato	20.00 cm
Base in collegamento bituminoso	15.00 cm
Strato di collegamento (binder)	7.00 cm
Tappeto di usura	4.00 cm

4.8.2 Segnaletica stradale

La segnaletica orizzontale e verticale è stata prevista in conformità alle norme del Codice della Strada, del relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione DPR 495/92 e delle norme di cui al Dm. 6792/2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali).

Saranno sostituiti tutti i cartelli stradali di indicazione in prossimità della nuova intersezione a rotatoria.

4.8.3 Illuminazione pubblica

Nell'intervento è prevista la sostituzione di un'intersezione a raso con una rotatoria, è stato quindi progettata la realizzazione di un nuovo impianto di illuminazione. L'impianto sarà realizzato mediante la messa in opera di una torre faro centrale e di singoli lampioni in corrispondenza delle isole spartitraffico.

4.9 Verifica tecnico-prestazionale dell'intersezione

Si riportano i dati di progetto utilizzati per la verifica tecnico-prestazionale dell'intersezione in progetto ed in particolare:

- La toponomastica dell'intersezione;
- La geometria dell'intersezione e degli ingressi;
- La matrice della distribuzione delle svolte;
- I flussi veicolari circolanti;
- L'effetto prodotto dai veicoli pesanti e commerciali.

I dati relativi alla composizione del traffico, del volume circolante e degli intervalli di "ora di punta", sono stati dedotti e calibrati analiticamente in accordo con osservazioni in sito e le relative stime analitiche riportate in seguito.

La toponomastica

L'intersezione in oggetto è individuata univocamente dai seguenti assi stradali:

	Località
Ingresso A	Bretella Ditta KASTAMONU
Ingresso B	SS309 lato Ravenna
Ingresso C	Collegamento Loc. Lovara
Ingresso D	SS309 lato Venezia
Ingresso E	Bretella Conserve Italia



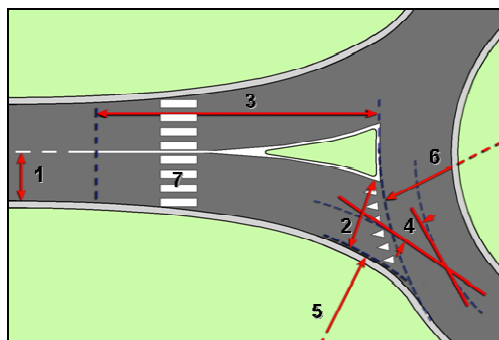
La geometria dell'intersezione e degli ingressi

Le caratteristiche geometriche della nuova sistemazione a rotatoria possono essere riassunte attraverso i seguenti parametri dimensionali definiti in figura:

INGRESSO	1	2	3	4	5	6	7
	[m]	[m]	[m]	[°]	[m]	[m]	
Ingresso A	4,50	5,00	7,00	15,00	20,00	60,00	no
Ingresso B	4,50	5,00	10,00	15,00	20,00	60,00	no
Ingresso C	4,50	5,00	6,50	15,00	20,00	60,00	no
Ingresso D	4,50	5,00	13,00	15,00	20,00	60,00	no
Ingresso E	4,50	5,00	9,20	15,00	20,00	60,00	no

LEGENDA

- 1 Semi-larghezza accesso
- 2 Larghezza ingresso
- 3 Lunghezza di svasatura
- 4 Angolo di conflitto
- 5 Raggio curvatura ingresso
- 6 Diametro inscritto
- 7 Presenza passaggio pedonale



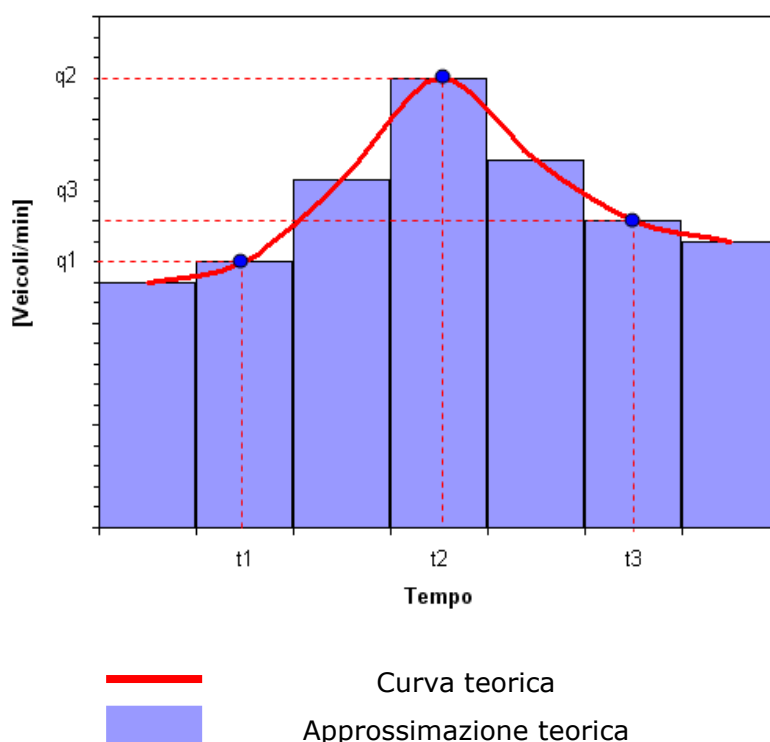
La presenza di attraversamenti pedonali sugli accessi tende ad influenzare le normali manovre di approccio all'incrocio disturbando il traffico veicolare e riducendo la capacità in ingresso. Sebbene si tratti di un fattore secondario, ma non trascurabile, nella presente verifica si è tenuto conto dell'effetto generato dalla presenza dei flussi d'attraversamento pedonali sull'intera rotatoria.

I flussi veicolari circolanti

L'analisi dei flussi di traffico fornisce gli elementi necessari per quantificare le reali prestazioni (o livelli di servizio) dell'intersezione in esame. Al fine di effettuare la seguente verifica tecnico prestazionale della rotatoria, si è adottata la distribuzione dei flussi veicolari che rappresenta la condizione di esercizio più sfavorevole per ogni ingresso.

L'andamento teorico di tale flusso di domanda e l'effettiva approssimazione analitica è stato definito tramite una curva di carico "sintetica tempo-flusso" rappresentata dai seguenti parametri:

- (q_1, t_1) , rispettivamente il valore della domanda di traffico q_1 all'istante di tempo t_1 (istante precedente all'istante in cui la domanda di traffico presenta il suo massimo).
- (q_2, t_2) , la coppia di valori flusso/tempo che definisce il massimo valore raggiunto dalla domanda di traffico al tempo t_2 .
- (q_3, t_3) , sono i valori del flusso di traffico q_3 al tempo t_3 , istante di tempo successivo al tempo t_2 .



In particolare sono stati assegnati per ogni ingresso i seguenti flussi di traffico:

INGRESSO	t1	q1	t2	q2	t3	q3	Flusso totale	Flusso medio	Flusso orario
	[h]	[veic/min]	[h]	[veic/min]	[h]	[veic/min]	[veicoli]	[veic/min]	[veic/h]
Ingresso A	08:00	1,33	08:30	1,33	09:00	1,33	79,80	1,33	79,80
Ingresso B	08:00	20,00	08:30	20,00	09:00	20,00	1200,00	20,00	1200,00
Ingresso C	08:00	0,33	08:30	0,33	09:00	0,33	19,80	0,33	19,80
Ingresso D	08:00	21,66	08:30	21,66	09:00	21,66	1299,60	21,66	1299,60
Ingresso E	08:00	0,66	08:30	0,66	09:00	0,66	39,60	0,66	39,60

La matrice della distribuzione delle svolte

Per descrivere completamente una domanda di flusso di traffico non è sufficiente definire la sua variabilità nel tempo, ma è necessario descrivere anche la matrice della distribuzione delle svolte sull'area dell'incrocio. Nella presente relazione si è utilizzata la una configurazione delle manovre dove per ogni origine dello spostamento verso ogni destinazione dello stesso sono stati definiti i seguenti valori (non sono state considerate le manovre di inversione di marcia (es. da Ingresso A ad uscita A)):

INGRESSO	A	B	C	D	E
A		50,0000	0,0000	50,0000	0,0000
B	2,9197		0,7299	94,8905	1,4599
C	0,0000	50,0000		50,0000	0,0000
D	2,9197	94,8905	0,7299		1,4599
E	0,0000	50,0000	0,0000	50,0000	

Tale distribuzione è stata ricavata direttamente da una campagna di osservazioni eseguite in situ, che si può riassumere attraverso la seguente matrice di Origine/Destinazione:

INGRESSO	A	B	C	D	E
A		40,00	0,00	40,00	0,00
B	40,00		10,00	1300,00	20,00
C	0,00	10,00		10,00	0,00
D	40,00	1300,00	10,00		20,00
E	0,00	20,00	0,00	20,00	

VEICOLI ENTRANTI		
A	80	[veicoli]
B	1370	[veicoli]
C	20	[veicoli]
D	1370	[veicoli]
E	40	[veicoli]

VEICOLI USCENTI		
A	80	[veicoli]
B	1370	[veicoli]
C	20	[veicoli]
D	1370	[veicoli]
E	40	[veicoli]

La matrice delle distribuzioni delle svolte si assume costante durante tutta la microsimulazione della finestra temporale.

Il tempo di modellazione

L'intersezione in progetto è stata verificata tramite una microsimulazione aventi le seguenti caratteristiche temporali:

Ora iniziale analisi	08:00	[ore]
Segmento di tempo	10	[min]
Ora finale analisi	09:00	[ore]

Tale intervallo di tempo viene definito "finestra temporale" o tempo di modellazione della microsimulazione e rappresenta l'arco temporale nel quale si riscontra il valore massimo di flusso veicolare, o valore di picco, presente sull'intersezione oggetto del presente progetto.

Il modello analitico

Gli attuali metodi di stima della capacità riguardano solo il caso in cui la rotatoria è stata progettata tenendo conto delle regole di precedenza all'anello (con tale criterio vengono così escluse le rotatorie di tipo convenzionale caratterizzate da un'ampia isola centrale con aree di "scambio" rettilineo).

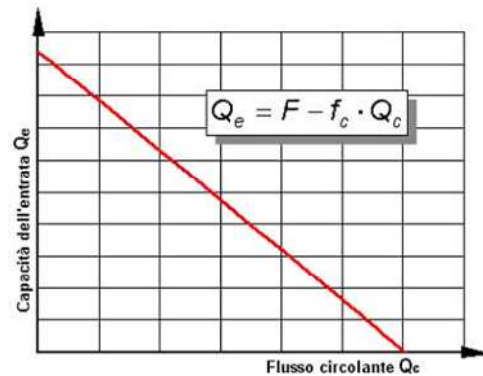
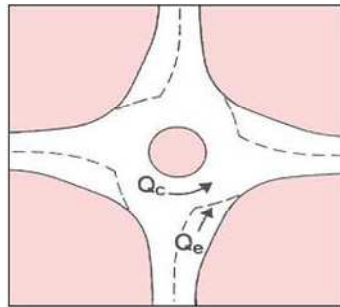
Il modello analitico utilizzato per la verifica dell'intersezione a rotatoria è basato su un modello empirico lineare ottenuto tramite tecniche di regressione dei dati di traffico osservati sperimentalmente.

Le formulazioni proposte da Kimber¹ evidenziano il legame lineare tra la capacità d'entrata (Q_e) ed il flusso circolante (Q_c) sull'anello della rotatoria e rappresentano, ad oggi, il modello empirico più completo nell'ambito delle intersezioni a rotatoria. Infatti i due coefficienti F e f_c^2 sono strettamente legati a ben 6 parametri geometrici dell'ingresso ed in particolare:

- L_a - semilarghezza della carreggiata di accesso alla rotonda.
- L_i - larghezza dell'entrata a livello della linea di dare la precedenza.
- L_s - lunghezza lungo la quale avviene l'eventuale svasatura dell'entrata.
- D_i - diametro inscritto della rotatoria
- ϕ_c - angolo di conflitto di immissione
- R_i - raggio di curvatura dell'entrata

¹ KIMBER, R.M. Ricercatore inglese (1980). *The Traffic Capacity of Roundabouts*. TRRL Laboratory Report 942. Transport and Road Research Laboratory

² Bodrito O. - Rotatorie – Edizione Dario Flaccovio (2010).



$$Q_e = F - f_c \cdot Q_c$$

$$\text{con } f_c \cdot Q_c < F$$

$$Q_e = 0$$

$$\text{con } f_c \cdot Q_c > F$$

La procedura di calcolo

Le diverse componenti del problema, descritte nei precedenti paragrafi, possono ora essere raggruppate per fornire un modello che descriva il "funzionamento" dell'intera rotatoria. La procedura utilizzata per le verifiche di capacità e le verifiche prestazionali si può riassumere nei seguenti passaggi:

- Per ogni entrata i , tramite la conoscenza del layout geometrico della rotatoria, si calcolano la pendenza f_{ci} e l'intercetta F_i del modello di calcolo. Tali valori forniscono il legame che sussiste fra la capacità ed il flusso circolante, che è dato da:

$$Q_{ei} = F_i - f_{ci} \cdot Q_{ci};$$

- La finestra temporale di analisi viene suddivisa in intervalli costanti definiti segmenti di tempo, all'interno dei quali è possibile approssimare le grandezze che descrivono sia le caratteristiche prestazionali (code, ritardi,...) sia i dati di input del problema (flussi entranti, composizione del traffico,...);
- Per ogni segmento di tempo e per ogni accesso in rotatoria, vengono calcolate le seguenti grandezze:
 - Il flusso veicolare entrante;
 - Il flusso veicolare entrante equivalente;
 - Il flusso veicolare circolante sull'anello;
 - La capacità dell'ingresso;
 - La lunghezza delle code presente sull'accesso;
 - La stima del ritardo medio per veicolo.
 - Stima del Livello di Servizio (L.O.S.)

Il processo viene ripetuto segmento per segmento, fino a quando l'intero periodo preso in esame non è stato interamente analizzato.

Un modello di questo tipo fornisce una buona stima della variabilità temporale delle grandezze prestazionali principali quali, le capacità delle entrate, le lunghezze delle code e i ritardi di attesa dei veicoli.

Nella Tabella 1 riportata di seguito si indicano i risultati numerici e grafici di tali grandezze calcolati secondo il modello appena descritto.

Parametri prestazionali: la microsimulazione

L'efficienza di un'intersezione a rotatoria è solitamente valutata attraverso la stima e la definizione di parametri prestazionali. Risulta pertanto fondamentale analizzare le seguenti grandezze:

- o la capacità di ogni singolo ingresso, ovvero il numero di veicoli entranti in rotatoria in funzione delle condizioni al contorno dettate dalla geometria dell'accesso, dalla composizione del traffico e dalla matrice delle svolte dell'intersezione.
- o La capacità ultima (o di saturazione) degli accessi ovvero la capacità di ogni singolo accesso in condizioni di saturazione.
- o la lunghezza della coda di veicoli presente su ogni singolo accesso;
- o il ritardo subito dalla corrente veicolare entrate sull'accesso e la relativa perdita di tempo all'intersezione subita dall'utente;
- o Livello di Servizio (L.O.S.) dell'accesso in rotatoria.

Si riportano le analisi e le descrizioni delle verifiche richieste dal D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"

La capacità singola degli ingressi

Si può definire capacità dell'entrata di un'intersezione a rotatoria il valore del flusso veicolare che si immette sulla carreggiata anulare in condizioni di saturazione dell'accesso stesso. Questa particolare condizione si verifica allorché la domanda di traffico risulta essere sufficientemente elevata in modo tale da causare la formazione di code. Per il

calcolo della capacità singola di ogni ingresso è stata utilizzata la formulazione proposta da Kimber³ illustrata nei paragrafi precedenti

In Tabella 1 si riportano i risultati numerici e grafici delle capacità singole per ogni ingresso calcolati nella finestra temporale della microsimulazione relativi alla condizione di carico del nodo descritto.

La capacità ultima

Se tutti gli ingressi sono saturi, le capacità d'entrata diventano completamente interdipendenti. L'entità della portata di circolazione attraverso un dato ingresso, dipende dall'afflusso degli accessi precedenti e questi ultimi sono determinati interamente dalle loro capacità d'entrata. Cosicché, la capacità di ciascun accesso della rotatoria dipende dal traffico "scaricato" dai rimanenti ingressi.

La ricerca delle relazioni di interdipendenza tra gli ingressi e dei reciproci fenomeni di influenza/interscambio vengono definiti relazioni di bilanciamento della rotonda.

Semplicemente si integra il modello di stima di capacità del singolo ingresso e si estende all'intera rotatoria tenendo conto di tutte le condizioni al contorno quali la distribuzione delle svolte, la composizione del traffico, ecc..

Considerando quindi le stesse condizioni esposte nei paragrafi precedenti si ottengono delle capacità bilanciate la cui somma fornisce una buona stima della capacità di saturazione o capacità ultima dell'intera intersezione.

INGRESSO	Capacità	Capacità
	[veic.eq/min]	[veic.eq/h]
A	7,42	445,34
B	21,87	1312,40
C	11,02	660,91
D	22,91	1374,50
E	9,34	560,55

³ KIMBER, R.M. (1980). *The Traffic Capacity of Roundabouts*. TRRL Laboratory Report 942. Transport and Road Research Laboratory,

	Capacità Ultima intersezione [veic/h]	Flusso totale nodo [veic/h]
	4353,70	2638,80
Indice di saturazione della rotatoria (I.S.R.)	60,61%	

Indice di Saturazione della Rotatoria (ISR) rappresenta un parametro che sinteticamente riassume il grado di funzionalità del nodo.

Stima delle lunghezze delle code

I fenomeni di traffico sono intrinsecamente di natura stocastica e una loro trattazione analitica deve fare riferimento a una funzione di probabilità (o distribuzione di probabilità) in grado di descrivere il fenomeno. Le distribuzioni proposte in letteratura sono numerose, con differenti specializzazioni e applicazioni.

Nel caso di intersezioni a rotatoria, recenti studi teorici ed osservazioni sperimentali hanno mostrato che la distribuzione di probabilità del numero di veicoli fermi alla linea di dare precedenza (lunghezza della coda) dipende essenzialmente dalla capacità effettiva del movimento e dalla corrispondente portata, vale a dire dal rapporto di saturazione. Per il calcolo della stima della lunghezza delle code sugli accessi in rotatoria, è stata utilizzata la formulazione proposta da Brilon e Wu⁴.

$$L_{\alpha} = \frac{C \cdot T}{4} \left(S - 1 + \sqrt{(1 - S)^2 + \frac{8S}{C \cdot T} [-\ln \delta]} \right)$$

dove:

L_{α} = α° percentile della lunghezza della coda ($\alpha = (1 - \delta) \cdot 100$);

S = coefficiente di saturazione pari al rapporto Q_e / C ;

C = capacità dell'ingresso durante il periodo T di analisi (per un quarto d'ora T = 0,25);

In Tabella 1 si riportano i risultati numerici e grafici delle lunghezze delle code per ogni ingresso calcolati nella finestra temporale della microsimulazione relativi alla condizione di carico del nodo descritto.

⁴ Brilon, N.Wu, L.Bondzio, "Unsignalized intersections in Germany – A state of the art 1997", Third International Symposium on Intersections Without Traffic Signals, Bochum, 1997

Stima dei ritardi

I ritardi dei veicoli nelle intersezioni sono prodotti da due distinte cause. In primo luogo i veicoli devono rallentare per raggiungere il punto di conflitto e "negoziare" l'ingresso: anche se non vi sono veicoli circolanti, il traffico entrante è "frenato" dalla geometria dell'ingresso che ha il compito di inserire tale corrente di traffico veicolare sull'anello di circolazione. Tali ritardi dipendono dalle dimensioni e dalla forma dell'incrocio, ossia dalle sue caratteristiche geometriche, e quindi vengono denominati "ritardi geometrici".

In secondo luogo, quando si ha un aumento dei flussi veicolari, le interazioni reciproche tra i veicoli provocano la formazione di code e quindi di ritardi (ritardi dovuti alle code o, più in generale, a situazioni di congestione dell'intersezione).

Questo ritardo risulta essere strettamente legato ai flussi veicolari presenti e alla loro variazione nel tempo, mentre il ritardo geometrico è sempre presente e rappresenta una quota considerevole del ritardo complessivo risultante.

Per il calcolo della stima dei ritardi subiti dai veicoli entranti in rotatoria, è stata utilizzata la formulazione proposta dal "Highway Capacity Manual" ⁵.

In Tabella 1 si riportano i risultati numerici e grafici dei ritardi per ogni ingresso calcolati nella finestra temporale della microsimulazione relativi alla condizione di carico del nodo descritto.

⁵ Highway Capacity Manual – HCM 2000", Special Report n°209, T.B.R., Washington D.C., 2000

I Livelli di Servizio (L.O.S.)

Abbinato al concetto di capacità di un'infrastruttura, vi è quello del livello di servizio. Si tratta di una misura qualitativa delle condizioni di circolazione e della loro percezione da parte degli utenti. Nel 1950 fu pubblicata la prima edizione dell'Highway Capacity Manual (HCM) in cui si illustravano i criteri per la valutazione dei livelli di servizio. Si sono poi succedute numerose edizioni che hanno via via migliorato e recepito i risultati di numerosi studi teorici e sperimentali.

Ad ogni livello di servizio viene associato un volume di servizio, che rappresenta il massimo valore di flusso associabile.

I livelli di servizio introdotti dall'Highway Capacity Manual (HCM) sono 6, contraddistinti dalle lettere da A ad F per flussi ininterrotti ed extraurbani:

- **Livello A:** Rappresenta le condizioni di flusso libero con totale assenza di condizionamento tra veicoli.
- **Livello B:** Rappresenta le condizioni di deflusso con qualche limitazione alla libertà di manovra, ma ancora con elevate condizioni di comfort fisico psicologico. E' solitamente il livello di servizio di progetto.
- **Livello C:** è una zona di flusso stabile dove, però sono significativamente ristrette le libertà di scelta di velocità, cambio corsia o sorpasso. La velocità operativa è compresa nell'intervallo compreso tra i $\frac{2}{3}$ e $\frac{3}{4}$ della massima velocità.
- **Livello D:** è ancora zona di flusso stabile ma con alte densità di flusso. Possono essere mantenute velocità medie operative accettabili che possono, però, essere soggette a considerevoli ed improvvise variazioni; difatti, piccoli aumenti di traffico possono creare difficoltà di controllo. La libertà di manovra e il comfort sono bassi a causa delle forte densità (28-31 veicoli/km, in media un veicolo ogni 33 metri).



- **Livello E:** rappresenta la capacità del sistema. Il flusso è instabile e non c'è quasi possibilità di scelta di velocità e di manovra. La velocità operativa è soggetta a rapide fluttuazioni. Il comfort è basso e il potenziale di incidentalità è alto. Piccoli aumenti di traffico possono causare la congestione. Le condizioni di deflusso sono al limite della instabilità
- **Livello F:** è la zona di flusso forzato e di congestione. Si verifica quando il flusso di traffico in una sezione ne eccede la capacità, causando la formazione della coda: la densità, peraltro, aumenta fino a raggiungere il massimo. Questo livello viene utilizzato per identificare le condizioni di coda o congestione (marcia a singhiozzo o "stop and go")



Sebbene la descrizione dei livelli di servizio sia corredata anche da valori numerici che ne individuano gli intervalli di inerzia, va ricordato che, a causa del grande numero di variabili coinvolte, resta un discreto spazio per le interpretazioni soggettive.

Il livello di servizio di un ingresso in rotatoria si può ricavare confrontando i ritardi medi di fermata, calcolati come descritto nei paragrafi precedenti. Si può ritenere che il meccanismo di funzionamento della rotatoria, si possa assimilare a quello di un'intersezione regolata da segnale di Stop o di "dare precedenza".

Pertanto, seguendo le indicazioni fornite dall'Highway Capacity Manual (HCM), è possibile calcolare il livello di servizio di un accesso in rotatoria seguendo i dati della seguente tabella.

Livello di Servizio LOS	Ritardo medio per veicolo [sec/veicolo]
A	≤ 10
B	10 ÷ 15
C	15 ÷ 25
D	25 ÷ 35
E	35 ÷ 50
F	> 50

In Tabella 1 si riportano i risultati numerici e grafici dei Livelli di Servizio (L.O.S.) per ogni ingresso calcolati nella finestra temporale della microsimulazione relativi alla condizione di carico del nodo descritto.

Riferimenti normativi - bibliografici

La presente verifica ha espressamente fatto riferimento alle attuali norme italiane in materia di progettazione stradale tenendo conto anche delle guide, delle pubblicazioni e delle disposizioni tecniche straniere (Francesi, Inglesi, Svizzere,...) che hanno garantito i risultati ottenuti grazie ai decenni di sperimentazione in materia:

1. Akcelik R., Chung E. and Besley M.: Performance of roundabouts under heavy demand condition. Road and Transport Research (1996);
2. Alphand E., Noelle U., Guichet B.: Evolution of design rules for urban roundabouts in France. In Brilon (Ed.): Intersection Without Traffic Signals II. Springer-Verlag, Berlin (1991);
3. "Application Guide" AG31 - maggio 98 - pubblicazione A (Versione per guida con circolazione a destra);
4. Bodrito Omar.: Rotatorie. - febbraio 2010 - Dario Flaccovio Editore;
5. Bovy Ph. H.: Les giratoires:développements en Suisse romande et élaboration d'un guide Suisse. Route et Traffic n° 9/9/1990;
6. Burrow I.J., R.M. Kimber, N. Hoffmann and D. Wills: The prediction of traffic Peak Shapes from Hourly flow counts. Department of The Environment Department of Transport, TRRL Report SR 765. Crowthorne: Transport and Road Research Laboratory 1983;
7. Brilon, N.Wu, L.Bondzio, "Unsignalized intersections in Germany - A state of the art 1997", Third International Symposium on Intersections Without Traffic Signals, Bochum, 1997;
8. Glen M.G.M., Dummer S.L., Kimber R.M. The capacity of offside priority roundabouts entries. TRRL Report 436 (1978);
9. Highway Capacity Manual - HCM 2000", Special Report n°209, T.B.R., Washington D.C., 2000;
10. OBX - Metodologia di applicazione della soluzione a rotatoria (2003)- www.ob-x.it ;
11. OBX - Metodi di calcolo della capacità - Approfondimento tematico (2004) - www.ob-x.it ;
12. Kimber R. M.: The traffic capacity of roundabouts. TRRL Report LR 942 (1980);
13. Kimber R.M. and Hollis Erica M.: Traffic queues and delays at road: junction. TRRL Report LR 909 (1979);
14. Bodrito -Rotatorie Analisi E Progettazione delle Intersezioni a Rotatoria - Gennaio 2008 Edizione LTP Torino.
15. D.M. 19.04.2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"
16. D.M. 5.11.2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade"

Tabella 1

Si riportano, di seguito, i valori dei parametri prestazionali calcolati per ogni ingresso nella finestra temporale della microsimulazione in funzione delle condizioni di carico del nodo descritto.

Si ricorda che sebbene il modello di calcolo utilizzato fornisce una precisa stima dei parametri prestazionali dell'intersezione in oggetto, bisogna ricordare che in realtà il meccanismo rotatorio è afflitto da componenti esterne ed aleatorie non trascurabili.

Generalmente troviamo imprecisioni legate alla valutazione o alla misurazione delle correnti veicolari, della loro composizione del traffico e della matrice delle svolte.

Il comportamento del singolo automobilista, le reciproche influenze dei veicoli all'interno delle correnti di traffico e i tempi di reazione sono sicuramente altre variabili importanti che andrebbero valutate in ogni progetto e che incidono direttamente sulla prestazione della rotatoria.

Da non trascurare poi la predisposizione e l'abitudine all'utilizzo di tali soluzioni progettuali.

TABELLA 1 - VERIFICHE PRESTAZIONALI

	Flusso	Capacità	Coeff. Saturazione	Coda	Ritardo	L.O.S.
	[veic/min]	[veic/h]		[veic]	[s/veic]	
08:00 - 08:10						
Bretella Ditta Kastamonu	1,33	804,73	0,099	0,3	5,0	A
SS309 lato Ravenna	20,00	1586,76	0,756	7,7	8,7	A
Collegamento Loc. Lovara	0,33	839,72	0,024	0,1	4,4	A
SS309 lato Venezia	21,66	1575,36	0,825	10,3	11,4	B
Bretella Conserve Italia	0,66	799,73	0,050	0,2	4,7	A
08:10 - 08:20						
Bretella Ditta Kastamonu	1,33	804,73	0,099	0,3	5,0	A
SS309 lato Ravenna	20,00	1586,76	0,756	7,7	8,7	A
Collegamento Loc. Lovara	0,33	839,72	0,024	0,1	4,4	A
SS309 lato Venezia	21,66	1575,36	0,825	10,3	11,4	B
Bretella Conserve Italia	0,66	799,73	0,050	0,2	4,7	A
08:20 - 08:30						
Bretella Ditta Kastamonu	1,33	804,73	0,099	0,3	5,0	A
SS309 lato Ravenna	20,00	1586,76	0,756	7,7	8,7	A
Collegamento Loc. Lovara	0,33	839,72	0,024	0,1	4,4	A
SS309 lato Venezia	21,66	1575,36	0,825	10,3	11,4	B
Bretella Conserve Italia	0,66	799,73	0,050	0,2	4,7	A
08:30 - 08:40						
Bretella Ditta Kastamonu	1,33	804,73	0,099	0,3	5,0	A
SS309 lato Ravenna	20,00	1586,76	0,756	7,7	8,7	A
Collegamento Loc. Lovara	0,33	839,72	0,024	0,1	4,4	A
SS309 lato Venezia	21,66	1575,36	0,825	10,3	11,4	B
Bretella Conserve Italia	0,66	799,73	0,050	0,2	4,7	A
08:40 - 08:50						
Bretella Ditta Kastamonu	1,33	804,73	0,099	0,3	5,0	A
SS309 lato Ravenna	20,00	1586,76	0,756	7,7	8,7	A
Collegamento Loc. Lovara	0,33	839,72	0,024	0,1	4,4	A
SS309 lato Venezia	21,66	1575,36	0,825	10,3	11,4	B
Bretella Conserve Italia	0,66	799,73	0,050	0,2	4,7	A
08:50 - 09:00						
Bretella Ditta Kastamonu	1,33	804,73	0,099	0,3	5,0	A
SS309 lato Ravenna	20,00	1586,76	0,756	7,7	8,7	A
Collegamento Loc. Lovara	0,33	839,72	0,024	0,1	4,4	A
SS309 lato Venezia	21,66	1575,36	0,825	10,3	11,4	B
Bretella Conserve Italia	0,66	799,73	0,050	0,2	4,7	A

4.10 Verifiche punto 4.5.3 del D.M. 19/04/2006

Si riportano le verifiche relative al "valore della deviazione" della corona giratoria in base alla normativa vigente:

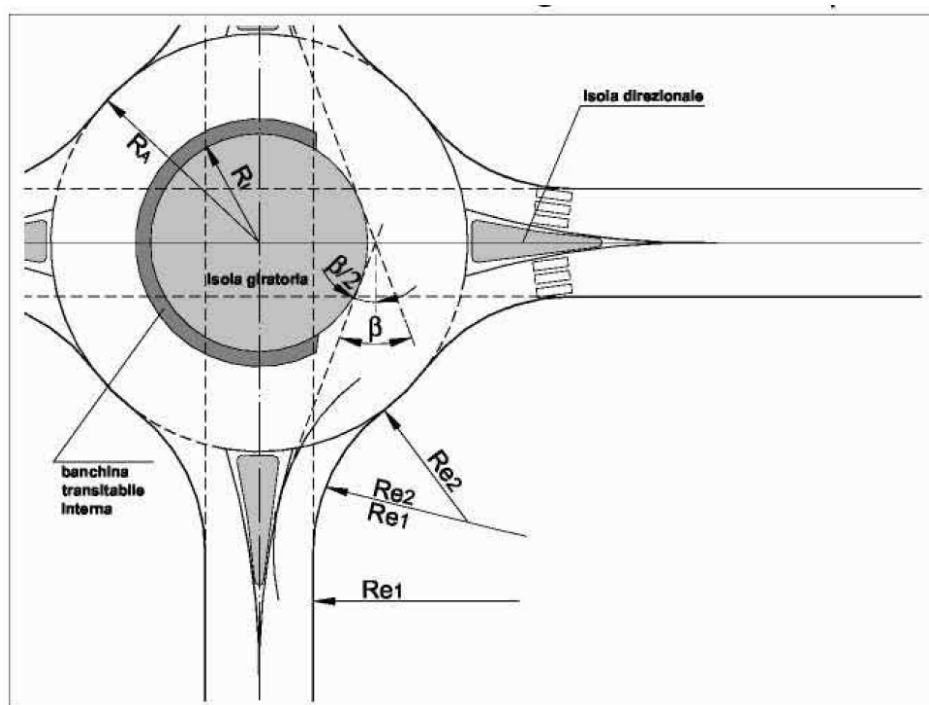


Figura 18 – Elementi di progetto e tipizzazione delle rotatorie

La valutazione del valore della deviazione viene effettuata per mezzo dell'angolo di deviazione β (vedi Figura). Per determinare la tangente al ciglio dell'isola centrale corrispondente all'angolo di deviazione β , bisogna aggiungere al raggio di entrata $Re2$ un incremento b pari a 3,50 m. Per ciascun braccio di immissione si raccomanda un valore dell'angolo di deviazione β di almeno 45° .

Come risulta da quanto riportato nell'elaborato "T00PS05TRAPL02A - Caratteristiche geometriche", le verifiche sono soddisfatte.

4.11 Verifiche di visibilità

Gli utenti che si avvicinano a una rotatoria devono poter percepire i veicoli con precedenza all'interno dell'anello circolante in tempo utile per modificare la propria velocità e cedere il passaggio o eventualmente fermarsi.

In generale elementi discontinui come la segnaletica stradale, i sostegni per l'illuminazione, gli alberi e simili, non sono considerati ostacoli visivi se aventi larghezza orizzontale inferiore agli 80 cm.

Per controllare la visibilità in un'intersezione a rotatoria, indipendentemente da altri fattori esterni (illuminazione, traffico, condizioni atmosferiche) si può procedere applicando i seguenti principi:

- Visibilità per l'arresto;
- Visibilità d'ingresso (o visibilità del quarto dell'anello);
- Visibilità nella circolazione lungo l'anello;

Verifiche della distanza di visibilità per l'arresto

In prossimità delle intersezioni, dove si concentra il maggior numero di punti di conflitto veicolare è fondamentale garantire uno spazio adeguato libero da qualunque ostacolo visivo per consentire l'arresto del veicolo. La valutazione di tale lunghezza, definita *distanza di visibilità per l'arresto* ai sensi del D.M. 5/11/2001, è data dalla seguente formulazione:

$$D_A = \frac{V \cdot \tau}{3,6} + \frac{V^2}{2 \cdot 3,6^2 \cdot g \cdot \left(f_a \pm \frac{i}{100}\right)}$$

dove

V = velocità sull'accesso (km/h)

τ = $(2,8 - 0,01 \cdot V)$ tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) (s)

g = accelerazione di gravità (m/s^2)

f_a = coefficiente di aderenza longitudinale dato dalla tabella 10.4

i = pendenza longitudinale del tracciato positiva in salita e negativa in discesa (%).

Tabella 10.4. Determinazione del coefficiente f_a

Velocità(km/h)	Coefficiente f_a
25	0.45
40	0.43
60	0.35
80	0.30
100	0.25
120	0.21

La distanza di visibilità per l'arresto è data dal contributo di due termini, il primo legato al tempo di reazione dell'automobilista e il secondo allo spazio di frenatura del veicolo. Entrambi dipendono dalla velocità di approccio sull'ingresso, che nel caso in esame è imposta a 50 km/h.

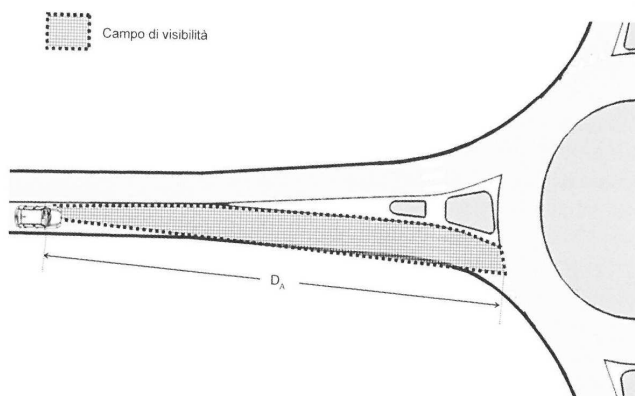


Figura 19 – Campo di visibilità in rotatoria e distanza di arresto

Le distanze di arresto (D_A) per le 5 direttrici afferenti alla corona giratoria in progetto sono indicate nella figura riportata nel seguito, le stesse sono riportate nell'elaborato "T00PS05TRADG01 – Visibilità".

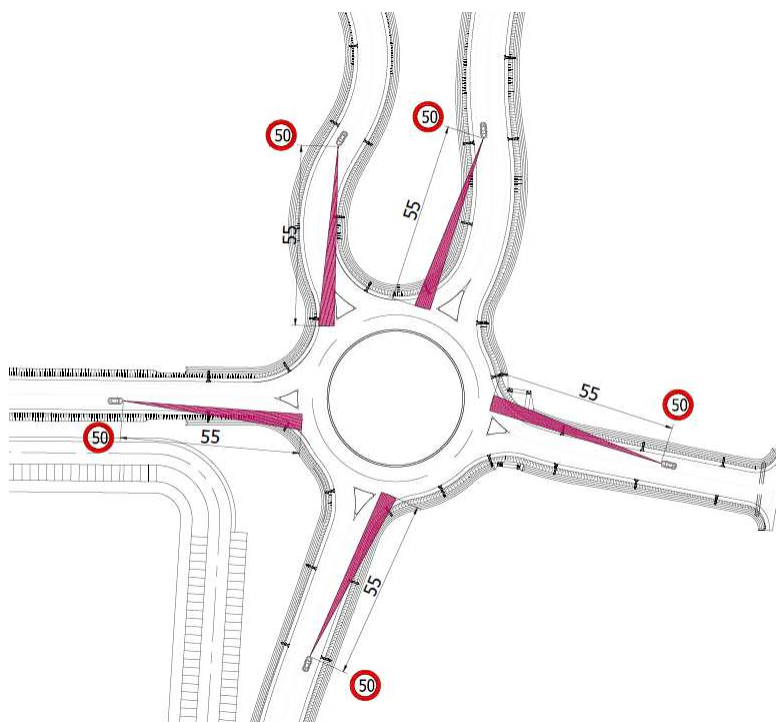


Figura 20 – Intervento n° 18 – Verifiche di visibilità per l'arresto

Le verifiche sono soddisfatte.

Verifiche di visibilità d'ingresso - punto 4.6 del D.M. 19/04/2006

Si riportano le verifiche relative alla "distanza di visibilità delle intersezioni a raso" della corona giratoria in base alla normativa vigente:

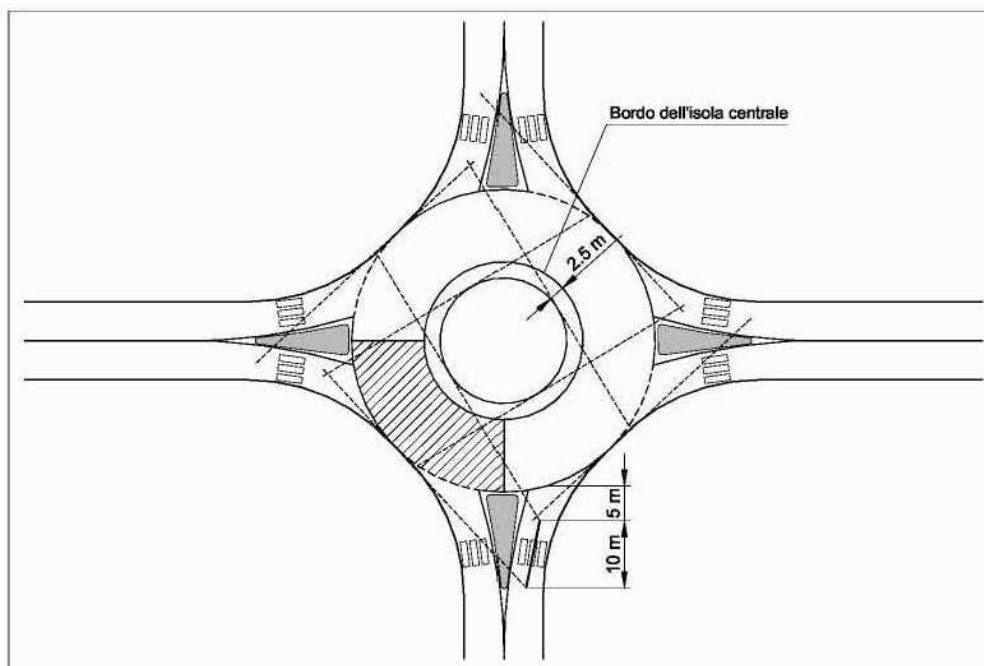


Figura 21 – Campo di visibilità in incrocio a rotatoria

Il principio della visibilità d'ingresso assicura agli automobilisti, prossimi all'immissione in rotatoria, la localizzazione di altri veicoli all'interno dell'anello giratorio e permette di modificare la propria velocità al fine di negoziare l'accesso in rotonda.

Per eseguire la verifica di visibilità d'ingresso (o visibilità del quarto dell'anello) occorre garantire una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata in figura, posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno della circonferenza esterna.

Si riportano nel seguito le verifiche per le 3 direttrici afferenti alla corona giratoria; le stesse sono riportate nell'elaborato "T00PS05TRADG01 – Visibilità".

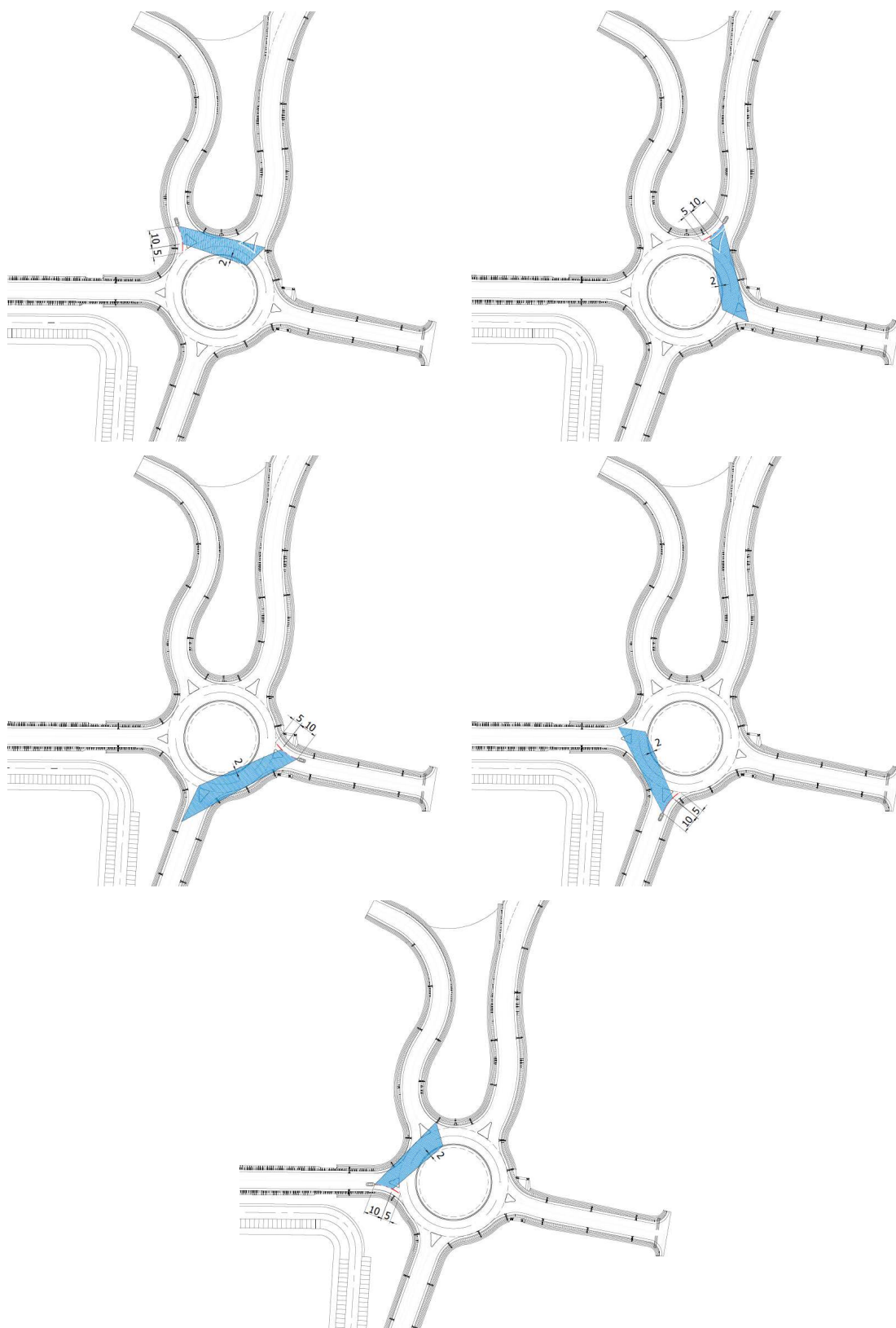


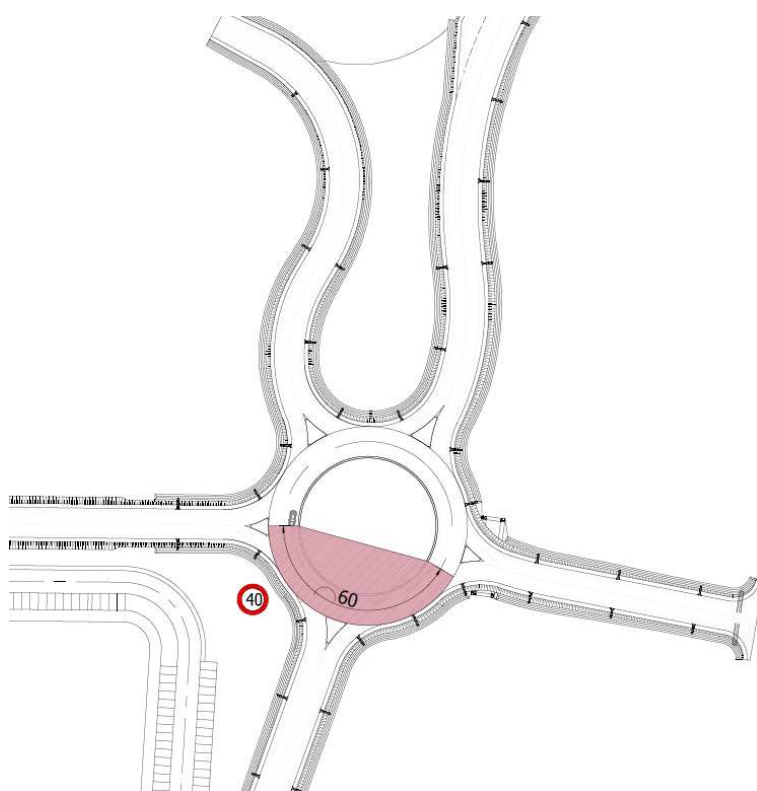
Figura 22 – Intervento n° 18 – Verifiche di visibilità punto 4.6 del D.M. 19/04/2006

Le verifiche sono soddisfatte.

Verifiche di visibilità nella circolazione lungo l'anello

La visuale si riferisce sia alla distanza di arresto per la presenza di oggetti o altri veicoli presenti nell'anello, sia alla distanza di visibilità per prevedere l'ingresso di altri veicoli.

Questa fascia di visibilità incide sull'arredo dell'isola centrale, in particolare nelle rotatorie di piccole dimensioni. In ogni caso non devono essere posti ostacoli visivi (come alberi) a meno di 2 m dal bordo dell'isola centrale o, in assenza di bordura sormontabile, a 2,50 m dalla linea di demarcazione dell'isola centrale).



Velocità (Km/h)	Raggio della curva (m) Pend. trasversale 0%
40 Km/h	60 metri

Figura 23 – Intervento n° 18 – Verifiche di visibilità nella circolazione lungo l'anello

4.12 Criteri di scelta della classe delle barriere guard-rail

Sul lato esterno della nuova rotatoria, in corrispondenza del ramo che dalla zona industriale si immette sulla S.S.309, sarà installata una barriera guard-rail bordo laterale, a tripla onda di classe H3, del tipo H3BL Sm fornite dall'ANAS, prevedendo l'installazione del profilo salva motociclisti e distanziatore "CSS".

Per la valutazione del comportamento della barriera in seguito ad un urto, viene impiegato il modello cinematico semplificato che consiste nella schematizzazione del veicolo incidente come un punto di massa M su cui agisce una forza di impatto F agente sul centro di gravità. L'energia cinetica d'impatto viene dissipata durante l'urto producendo una deformazione permanente che è direttamente correlata allo spostamento S_n del centro di gravità (cfr. allegato B della norma UNI EN 1317-1:2000, punto B.3); tale energia è equivalente al lavoro compiuto dall'ipotetica forza F nello spostamento S_n .

Un'altra ipotesi semplificativa necessaria per la valutazione dell'entità della deformazione della barriera di sicurezza è la seguente: si ritiene che, data una certa tipologia di barriera di acciaio, il comportamento della stessa in risposta ad un urto segua una legge di tipo elasto-plastico. Ciò significa che, dopo una prima fase di risposta elastica, in cui la forza F agente sulla massa M del veicolo è linearmente proporzionale allo spostamento S_a , si verifica una seconda fase di plasticizzazione del materiale, in cui a parità di forza F agente lo spostamento S_a aumenta fino al raggiungimento di un valore massimo, che caratterizza la larghezza operativa della barriera. È ragionevole inoltre attendersi che la fase elastica iniziale si esaurisca prima del raggiungimento dello spostamento massimo, visti i livelli di energia di impatto che sicuramente inducono la plasticizzazione della barriera; se la barriera è la stessa, in prima approssimazione può ritenersi che la forza F sia la stessa per i due livelli energetici applicati. Tale assunzione conduce alla conseguenza che lo spostamento massimo della barriera possa ritenersi linearmente proporzionale all'energia cinetica applicata, dando così un criterio "pratico" per le necessarie valutazioni in merito. Le barriere bordo ponte normalmente utilizzate sono di classe H2, H3, H4.

Esse variano secondo il produttore, ma tutte devono assicurare alcuni requisiti minimi. Il primo tra tutti è il lavoro di deformazione che devono essere in grado di fornire (D.M. 03.06.1998):

CLASSE H2: Contenimento elevato

$$L_C = 288 \text{ kJ}$$

CLASSE H3: Contenimento elevatissimo

$$L_C = 463 \text{ kJ}$$

CLASSE H4: Contenimento per tratti ad altissimo rischio

$$L_C = 572 \text{ kJ}$$

Nel caso in cui la prova d'impatto viene eseguita con veicolo autoarticolato il valore L_C corrispondente alla classe H4 è pari a 724 kJ.

Lo stesso decreto norma anche la larghezza operativa delle barriere:

Classi dei Livelli di Larghezza Utile	Livelli di Larghezza Utile W
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

La larghezza utile è la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema.

La deflessione dinamica è il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento.

La deflessione dinamica e la larghezza utile consentono di determinare le condizioni più idonee di installazione per ciascuna barriera di sicurezza, nonché di stabilire distanze appropriate di fronte ad ostacoli in modo da permettere al sistema di operare nel modo migliore.

La deformazione dipenderà sia dal tipo di sistema prescelto che dalle caratteristiche proprie delle prove d'urto effettuate.

La classificazione del traffico ai fini del progetto delle barriere:

- Traffico tipo I: quando il TGM è minore o uguale a 1000 con qualsiasi percentuale di veicoli merci o maggiore di 1000 con presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg minore o uguale al 5% del totale
- Traffico tipo II: quando, con TGM maggiore di 1000, la presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg sia maggiore del 5% e minore o uguale al 15% sul totale
- Traffico tipo III: quando con TGM maggiore di 1000, la presenza di veicoli di massa superiore a 3000 kg sia maggiore del 15% sul totale.

Per TGM si intende il traffico giornaliero medio annuale nei due sensi.

Partendo dai dati del traffico registrati nel comune di Comacchio, a sud e a nord dell'innesto con il raccordo autostradale RA8 per Ferrara, rispettivamente al km 22+400 - alle spalle dell'insediamento litoraneo di Lido degli Estensi - e al km 31+500, superato il centro abitato di San Giuseppe e in prossimità all'intersezione con la strada di accesso alla zona produttiva, di seguito riportati:

SS 309 km 31+500 Comacchio - 2° trimestre 2018							
	veicoli leggeri			veicoli pesanti			Totali
<i>fasce orarie</i>	6-20	20-22	22-6	6-20	20-22	22-6	
<i>flusso ascendente</i>	3'924	357	584	1'141	81	207	
<i>flusso discendente</i>	4'387	400	485	1'147	71	232	
Totali	8'311	757	1'069	2'288	152	439	
Totale giornata	10'137			2'879			13'016
% sul totale veicoli	77.88%			22.12%			100.00%

SS 309 km 31+500 Comacchio - 3° trimestre 2018							
	veicoli leggeri			veicoli pesanti			Totali
<i>fasce orarie</i>	6-20	20-22	22-6	6-20	20-22	22-6	
<i>flusso ascendente</i>	4'429	454	824	1'047	74	198	
<i>flusso discendente</i>	4'776	487	666	1'047	64	221	
Totali	9'205	941	1'490	2'094	138	419	
Totale giornata	11'636			2'651			14'287
% sul totale veicoli	81.44%			18.56%			100.00%

Si individua un TGM maggiore di 1000 ed un percentuale di veicoli pesanti superiore al 18%, si può quindi affermare che le condizioni di traffico sono di tipo III, come definito dal D.M. 21.06.2004 nella seguente tabella di sintesi:

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa >3,5 t
I	≤1000	Qualsiasi
I	>1000	≤ 5
II	>1000	5 < n ≤ 15
III	>1000	> 15

Per il TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi.

L'analisi stretta per condizioni di traffico di tipo III su strade extraurbane di tipo C porta a valutare, per il caso in esame, una barriera bordo ponte di classe H3.

Si riporta di seguito la tab. A, per il progetto di dimensionamento delle barriere.

Tabella A

Tipo di strade	Traffico	Destinazione barriere			
		barriere spartitraffico a ⁽¹⁾	barriere bordo laterale b	barriere bordo ponte c ⁽²⁾	attenuatori d
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2	TC1 o TC2 secondo velo- cità ≤ oppure > di 80 Km/h (art. 6)
	II	H3	H2	H3	
	III	H3-H4 (3)	H2-H3(3)	H4	
Strade extraurbane secon- darie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2	
	II	H2	H1	H2	
	III	H2	H2	H3	
Strade urbane di quartiere (E) e Strade locali (F)	I	N2	N1	H2	
	II	H1	N2	H2	
	III	H1	H1	H2	

- (1) Ove esistente. Nei varchi spartitraffico, il livello di contenimento minimo per le protezioni fisse potrà essere della classe inferiore rispetto quella minima indicata; per le protezioni mobili che, sulle autostrade e sulle strade extraurbane principali, permettono rapide deviazioni di traffico, dovrà essere almeno di livello H1.
- (2) Valido per opere d'arte (ponti, viadotti, muri e simili) con lunghezza superiore ai 10 metri; tutte le altre sono equiparate al bordo laterale normale (tipo b).
Il passaggio tra la barriera da bordo laterale e quella da bordo ponte e viceversa sarà ottenuto in modo graduale. Il bordo ponte è uno dei casi in cui si accetta ASI > 1 nei limiti indicati all'art. 6.
- (3) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista in funzione dell'ampiezza W della larghezza utile della barriera scelta, delle caratteristiche geometriche della strada (tipo di sezione trasversale, planoaltimetria, larghezza dello spartitraffico, ecc.), della percentuale di traffico pesante (di massa superiore a 3000 kg) e della relativa incidenza.

Tabella A – Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte ⁽¹⁾
Autostrade (A) e strade extraurbane principali(B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 ⁽²⁾	H2-H3 ⁽²⁾	H3-H4 ⁽²⁾
Strade extraurbane secondarie(C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F).	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

- (1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale
- (2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Tabella C – Terminali speciali testati

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali
Con velocità $v \geq 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \leq v < 130$ km/h	P2
Con velocità $v < 90$ km/h	P1