

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE: MANDATARIA **rpa** MANDANTE



PROGETTO ESECUTIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

RELAZIONE TECNICA

NV08 – Nuova Viabilità Strada Vecchia della Marina – km 6+784,30

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	SCALA:
DIRETTORE TECNICO Ing. A. DI PALMA D'Agostino Angelo Antonio Costruzioni Generali s.r.l. (data e firma)	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. M. RASIMELLI (data e firma)	---

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA / DISCIPLINA PROGR. REV.

IA3S **01** **E** **ZZ** **RH** **NV0800** **001** **D**

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione esecutiva	G. De Martino	Mag. 2021	G. Di Marco	Mag. 2021	M. Rasimelli	Mag. 2021	A. Renso
B	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-0000000103	G. De Martino	Ott. 2021	G. Di Marco	Ott. 2021	M. Rasimelli	Ott. 2021	
C	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-0000000235	G. De Martino	Feb. 2022	G. Di Marco	Feb. 2022	M. Rasimelli	Feb. 2022	
D	Revisione in risposta a RdV: IA3S-RV-0000000419	G. De Martino	Giu. 2022	G. Di Marco	Giu. 2022	M. Rasimelli	Giu. 2022	

File: IA3S01EZZRHNV0800001D

n. Elab.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0800 001	D	2 DI 67

INDICE

1	PREMESSA	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
4	INQUADRAMENTO FUNZIONALE	8
5	CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI.....	10
6	SEZIONE TRASVERSALE	11
7	ANDAMENTO PLANIMETRICO	13
7.1	Diagramma di velocità.....	14
7.1.1	<i>Lunghezza di transizione</i>	<i>14</i>
7.1.2	<i>Distanza di riconoscimento.....</i>	<i>14</i>
7.1.3	<i>Costruzione del diagramma delle velocità.....</i>	<i>15</i>
7.2	Verifica andamento planimetrico	15
8	ANDAMENTO ALTIMETRICO	18
8.1	Verifica andamento altimetrico	20
9	ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA PER ISCRIZIONE DEI VEICOLI IN CURVA	23
10	SOVRASTRUTTURA STRADALE.....	24
10.1	Previsione del numero di passaggi dei veicoli >3t	24
10.2	Previsione della composizione dei veicoli >3t.....	24
10.3	Previsione dell'incremento annuo del numero di passaggi dei veicoli >3t.....	27
10.4	Verifica della pavimentazione stradale	27
11	ELEMENTI DI RITENUTA.....	40
11.1	La normativa vigente	40
11.2	I dispositivi di ritenuta adottati per il progetto esecutivo	41
11.3	Verifica degli spostamenti trasversali degli elementi della barriera e dei veicoli.....	46
11.4	Verifica della configurazione geometrica dell'arginello per barriere sul bordo laterale	48
11.5	Le transizioni fra le barriere	51
12	PROGETTAZIONE DELLA ROTATORIA.....	55
12.1	Il calcolo della capacità della rotatoria	60
13	SEGNALETICA.....	63
14	VIABILITÀ PROVVISORIA DURANTE LE FASI REALIZZATIVE	64

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV0800 001	REV. D	FOGLIO 3 DI 67

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0800 001	D	4 DI 67

1 PREMESSA

Il progetto di Riassetto del Nodo di Bari (linea ferroviaria Bari-Lecce) nella Tratta a Sud di Bari-Variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare è caratterizzato da un tracciato che interferisce con una serie di viabilità.

Gli interventi sulle viabilità, previsti nel Progetto Esecutivo sviluppato, riguardano, in generale, le seguenti tipologie di intervento:

- Viabilità sostitutive dei collegamenti esistenti;
- Viabilità di ripristino dei collegamenti esistenti (con modifica planimetrica e/o altimetrica a tratti esistenti di viabilità interferenti con la linea ferroviaria);
- Viabilità di nuovo collegamento (per accesso-uscita stazioni/fermate);
- Viabilità di ricucitura dei collegamenti esistenti.

Oggetto della presente relazione è la descrizione tecnica della viabilità che, nell'ambito della progettazione definitiva, è stata definita *“Nuova Viabilità Strada Vecchia della Marina” (NV08)*, collocata al *km 6+784,30* del tracciato ferroviario di progetto RFI.

L'intervento in oggetto è un adeguamento della viabilità locale esistente *“Strada Marina Vecchia”*, dettato dalla necessità di scavalcare la linea ferroviaria di progetto. La viabilità consente, inoltre, la connessione con la fermata di Triggiano attraverso la viabilità NV09, ad essa collegata per mezzo di un'intersezione a rotatoria.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0800 001	D	5 DI 67

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è la descrizione tecnica della Nuova Viabilità Strada Vecchia della Marina – km 6+784,30 (NV08) inserita nell'ambito del Progetto Esecutivo della Variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare della Linea Bari-Lecce – Riassetto Nodo di Bari.

Nel seguito si riportano:

- le normative di riferimento impiegate e criteri e caratteristiche progettuali utilizzati;
- l'inquadramento funzionale e la sezione trasversale, con relativa velocità di progetto;
- le caratteristiche e la verifica dell'andamento planimetrico e altimetrico;
- gli eventuali allargamenti della carreggiata per l'iscrizione dei veicoli in curva;
- la verifica delle distanze di visuale libera;
- la configurazione della sovrastruttura stradale;
- le caratteristiche delle barriere di sicurezza e della segnaletica;
- la descrizione della viabilità provvisoria durante le fasi realizzative;
- la relazione sulla sicurezza stradale (ai sensi dell'art.4 del D.M 22/04/2004);

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0800 001	D	6 DI 67

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l'elenco delle disposizioni legislative "cogenti o obbligatorie" per la progettazione delle nuove viabilità in progetto.

- D.M. n. 223 del 18/02/1992: "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.Lgs. n. 285 del 30/04/1992: "Nuovo codice della strada";
- D.P.R. n. 495 del 16/12/1992: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada";
- D.M. 03/06/1998: "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale";
- D.M. n.557 del 30/11/1999: "Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili";
- D.M. 05/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- D.M. 22/04/2004: "Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»";
- D.M. n. 2367 del 21/06/2004: "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale";
- D.M. 19/04/2006: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- D.L.vo n.35 del 15/03/2011: "Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture";
- D.M. n.253 del 28/6/2011: "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale";
- D.M. 1/4/2019: "Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)".

Si riporta di seguito l'elenco delle Circolari Esplicative e delle Linee Guida, che, pur non essendo cogenti, definiscono i criteri interpretativi delle disposizioni contenute nelle norme legislative cogenti e forniscono elementi tecnici utili per una corretta applicazione delle stesse.

- Direttiva Ministero LL.PP. 24.10.2000: "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione";
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 8/06/2001: "Linee guida per la redazione dei piani urbani della sicurezza stradale";
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 21/07/2010: "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali";

Si riporta nel seguito l'elenco delle Raccomandazioni redatte dal CNR negli anni 1978/1995, evidenziando le parti ancora utilizzabili, non modificate da norme cogenti successive.

- Bollettino Ufficiale C.N.R. n.60/1978 – "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle strade urbane":
 - 3.3.4: Passi carrabili;
 - 3.4: Organizzazione delle carreggiate parcheggio, Strade a destinazione particolare;
- Bollettino Ufficiale C.N.R. n.78/1980 – "Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane":
 - 2.2.2 Strade a destinazione particolare;
- Bollettino Ufficiale C.N.R. n.90/1983 – "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane":
 - 3. Criteri generali di progettazione;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0800 001	D	7 DI 67

- 5.3 Corsie specializzate per la svolta a destra in uscita – curve tricentriche di ciglio;
- Bollettino Ufficiale C.N.R. n. 125/88 *“Istruzioni sulla pianificazione della manutenzione stradale”*:
 - tutto;
- Bollettino Ufficiale CNR n.150/1992 – *“Norme sull’arredo funzionale delle strade urbane”*:
 - 2. Impianti semaforici;
 - 3.2 Segnaletica verticale;
 - 3.3 Segnaletica orizzontale;
 - 6. Passi carrai;
 - 7. Accessi alle stazioni di servizio;
- Bollettino Ufficiale CNR n.178/1995 – *“Catalogo delle pavimentazioni stradali”*:
 - tutto.

Si elencano di seguito gli Studi a carattere pre-normativo (non ancora trasformati in leggi o in circolari, ma ancora validi), redatti e resi pubblici dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti.

- Norma per gli Interventi di Adeguamento delle Strade Esistenti del 21/03/2006;
- Linee guida per la progettazione dei sistemi di informazione all’utenza¹;
- Linee guida per i sistemi di regolazione del traffico¹;
- Norme tecniche di tipo prestazionale per capitolati speciali d’appalto¹;
- Caratteristiche funzionali e geometriche delle aree di sosta, di parcheggio e di servizio di autostrade e strade extraurbane principali¹.

Esistono inoltre indicazioni progettuali, per la costruzione delle strade, nelle norme urbanistiche e territoriali (Regionali, Provinciali, Aree Metropolitane e Comunali) che, a seconda di come sono inserite nelle norme di attuazione o nelle norme del regolamento viario, sono considerate prescrittive o solo di indirizzo. Si riportano, perciò, le norme urbanistiche e territoriali vigenti per la costruzione e l’adeguamento delle strade esistenti nell’area metropolitana di Bari.

- Piani Regolatori vigenti dei comuni di Bari, di Triggiano e di Noicattaro;
- Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) della regione Puglia adottato nel 2013;
- Linee Guida 4.4.3 *“Patto città campagna: riqualificazione delle periferie e delle aree agricole periurbane”* (PPTR) della regione Puglia approvato nel febbraio 2015;
- Linee Guida 4.4.5 *“Qualificazione paesaggistica e ambientale delle infrastrutture viarie”* (PPTR) della regione Puglia approvato nel febbraio 2015.

¹ Studi presentati al Seminario *“Metodologie e procedure per il miglioramento della sicurezza stradale”* Parlamentino del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - 7-9 Novembre 2001.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0800 001	D	8 DI 67

4 INQUADRAMENTO FUNZIONALE

L'attuale Strada Marina Vecchia è larga fra i 2.50 m e i 3.50 m circa, è pavimentata in conglomerato bituminoso e non dispone di fossi di guardia laterali. In virtù della larghezza della carreggiata, il transito dei veicoli è a senso unico alternato, con regolazione a vista. Pertanto, la massima velocità di percorrenza per i veicoli è inferiore a 30 km/h.

Figura 4.1 – Strada Marina Vecchia - lato mare: stato di fatto



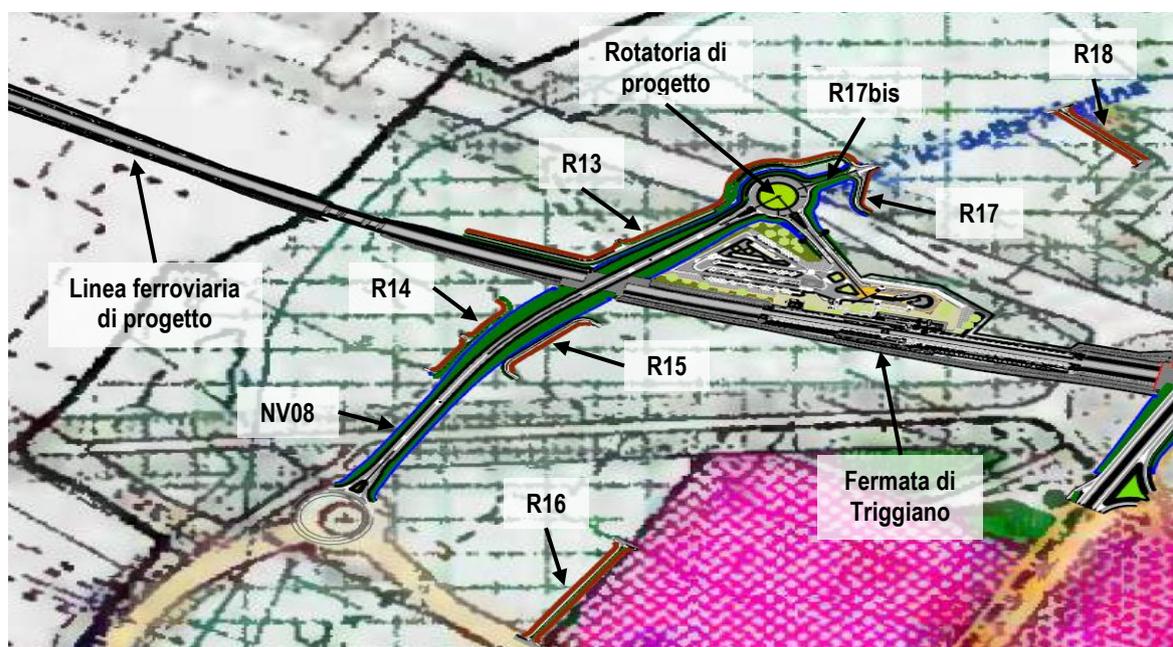
Figura 4.2 – Rotatoria nella quale avviene la connessione, lato monte, della Strada Marina Vecchia con Via Pietro Mennea: stato di fatto



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0800 001	D	9 DI 67

L'infrastruttura di progetto è un adeguamento dell'attuale Strada Marina Vecchia, limitatamente fino alla progressiva c. 0+175, mentre la restante parte costituisce un tratto di nuova costruzione, che si innesta nell'attuale rotonda a cui si annette la viabilità esistente "Viale Pietro Mennea". Il contesto territoriale attraversato dalla viabilità in oggetto è prettamente agricolo, con la presenza di poche case sparse.

Figura 4.3 – Inquadramento funzionale su PRG



L'infrastruttura di progetto è inquadrata funzionalmente come una Strada Locale in Ambito Extraurbano, con una sezione trasversale corrispondente alla configurazione F1.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0800 001	D	10 DI 67

5 CRITERI E CARATTERISTICHE PROGETTUALI

Come anticipato pocanzi (§ 4), l'intervento in progetto costituisce, in parte, un adeguamento della viabilità esistente "Strada Marina Vecchia" e, per la restante parte, un tratto stradale di nuova costruzione, che si va a collegare in un'intersezione a rotatoria attualmente esistente. Pertanto, l'andamento planimetrico è stato definito in funzione dei seguenti vincoli:

- lato mare, si è cercato di ripercorrere l'attuale Strada Marina Vecchia, culminando poi nella rotatoria di progetto che consentirà l'accesso alla Fermata Triggiano attraverso la nuova viabilità NV09;
- lato monte, si è garantita la compatibilità con il raccordo alla rotatoria esistente in cui si innesta la viabilità esistente Viale Pietro Mennea.

Dal punto di vista altimetrico, oltre che assicurare la congruenza dei tratti di raccordo con la sede stradale attuale della Strada Marina Vecchia e della suddetta intersezione a rotatoria esistente, si è garantita anche la compatibilità con la quota dell'estradosso della galleria artificiale (GA03) prevista lungo la linea ferroviaria in corrispondenza del km 6+784,30. È infatti prevista una significativa variazione altimetrica rispetto all'attuale Strada Marina Vecchia perché l'infrastruttura in oggetto possa sormontare la linea ferroviaria RFI di progetto mediante un'opera di scavalco. In tal senso, si è assicurato un franco libero (distanza tra piano del ferro e intradosso dell'opera) non inferiore a 6.80 m.

L'intervento di adeguamento previsto nel progetto definitivo è stato sviluppato assimilando la nuova viabilità come "Strada Locale Extraurbana (Cat. F1)" del D.M. 05/11/2001.

Per il tratto di adeguamento della viabilità esistente della Strada Marina Vecchia, è stata assegnata per l'asse stradale principale, nel progetto definitivo, il valore di 50 km/h, come limite superiore dell'intervallo della velocità di progetto ed il valore del 4.5%, come pendenza trasversale massima in curva e la velocità massima di 30 km/ora a ridosso della rotatoria di progetto e lungo di essa.

Per queste velocità e per queste pendenze trasversali, sono state verificate le condizioni di visibilità sia per l'andamento planimetrico sia per quello altimetrico, previste dal D.M. 05/11/2001 per le strade di Categoria F1.

Gli elementi geometrici della piattaforma stradale sono quelli previsti dal D.M. 05/11/2001 (Fig. 3.6.h) per una Strada Locale in Ambito Extraurbano (Cat. F1)

Si è pertanto recepita in toto la geometria definita in sede di progettazione definitiva, provvedendo a verificare gli elementi plano-altimetrici e le condizioni di visibilità, ai sensi del D.M. 05/11/2001, sulla base dei suddetti valori della velocità di progetto.

Al tratto stradale in oggetto è assegnato un divieto di sorpasso ed un limite di velocità di 40 km/ora, sull'asse principale e di 30km/ora in rotatoria e nelle intersezioni stradali, evidenziato con la rispettiva segnaletica verticale di divieto (fig48 e fig50), previsti dal Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Per il progetto della rotatoria, conformemente al progetto definitivo che prevede una rotatoria del diametro esterno di 50m, si sono seguite le indicazioni del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 19 aprile 2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali che per le rotatorie con un diametro esterno >40m prevede una larghezza di corsia di 6.00m. Aggiungendo una banchina sul lato interno ed esterno della rotatoria di 1.00m si ottiene una piattaforma stradale di 8.0m ed un raggio interno della rotatoria di 17.00m

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: <u>Mandatario:</u> <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV0800 001	D	11 DI 67

6 SEZIONE TRASVERSALE

Per la sezione trasversale dell'asse principale è stata adottata una configurazione composta da una carreggiata costituita da due corsie, una per verso di marcia, larghe 3.50 metri ciascuna e banchine laterali di 1.00 metro; la larghezza complessiva della piattaforma stradale è, quindi, pari a 9.00 m. In rettilineo, la carreggiata stradale è inclinata verso l'esterno con pendenza trasversale pari a 2,5%; in curva, la piattaforma stradale è invece a unica falda, inclinata verso il centro della curva, con una pendenza trasversale massima del 4.5%.

Ai margini del nastro stradale è previsto un arginello di 1.25 m di larghezza (delimitato da un cordolo in cls vibrocompresso, con fondazione in c.a.), all'interno del quale viene infissa la barriera di sicurezza del tipo bordo laterale – ove necessario –.

L'intera viabilità NV08 si sviluppa in rilevato, i cui paramenti inclinati saranno caratterizzati da una pendenza pari a 2:3. Nei tratti in cui l'altezza del rilevato è maggiore di 6.0 m, è stata inserita una banca per ridurre la capacità erosiva delle acque defluenti sui versanti del corpo stradale. Tale banca ha una larghezza minima di 1.0 m ed è inclinata del 3%, verso l'esterno, per scongiurare ristagni. I versanti del rilevato sono rivestiti con uno strato di terreno vegetale dello spessore di 30 cm per limitare i fenomeni erosivi e preservarne l'integrità.

Il drenaggio della piattaforma stradale è assicurato da un set di embrici in calcestruzzo vibrocompresso, disposti con un interasse di 20 metri su ambo i paramenti inclinati del rilevato. L'acqua così convogliata viene recapitata all'interno di fossi di guardia disperdenti a sezione trapezoidale, larghi 2.00 m (75+50+75 cm, per 75 cm di altezza) e rivestiti in materiale drenante. Per i dettagli si rimanda all'apposita relazione idrologica-idraulica sul drenaggio di piattaforma.

Per la sezione trasversale della rotatoria è stata adottata una configurazione composta da una carreggiata costituita da una sola corsia larga 6.00m e banchine laterali di 1.00 metro; la larghezza complessiva della piattaforma stradale è, quindi, pari a 8.00 m. La piattaforma stradale è inclinata verso l'esterno con pendenza trasversale pari a 2,0%.

APPALTATORE:
**D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
 GENERALI s.r.l.**

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:
 Mandataria: Mandante:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
 BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:
NV08 – Relazione tecnica

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV0800 001	D	12 DI 67

Figura 6.1 – Sezione trasversale tipologica

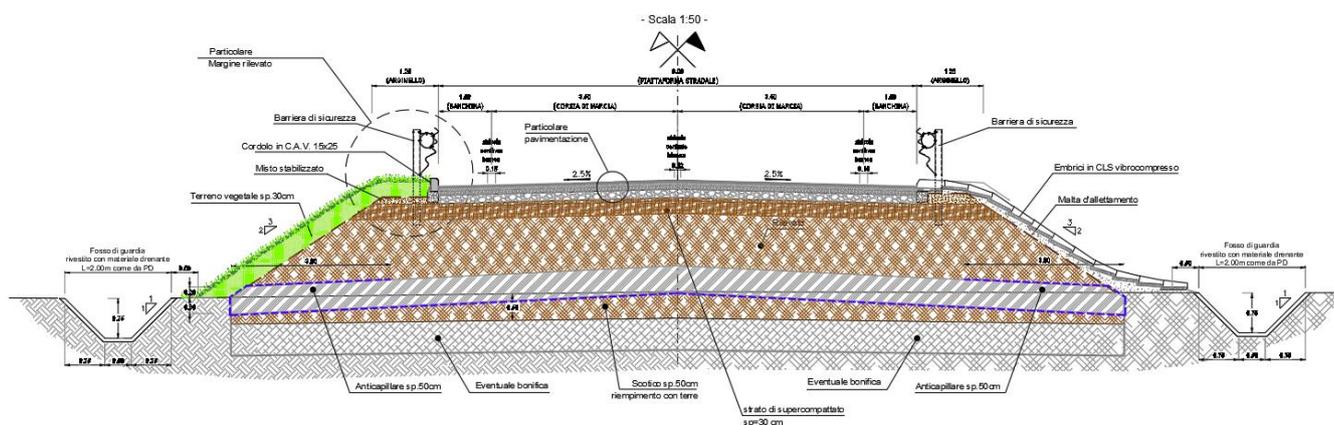
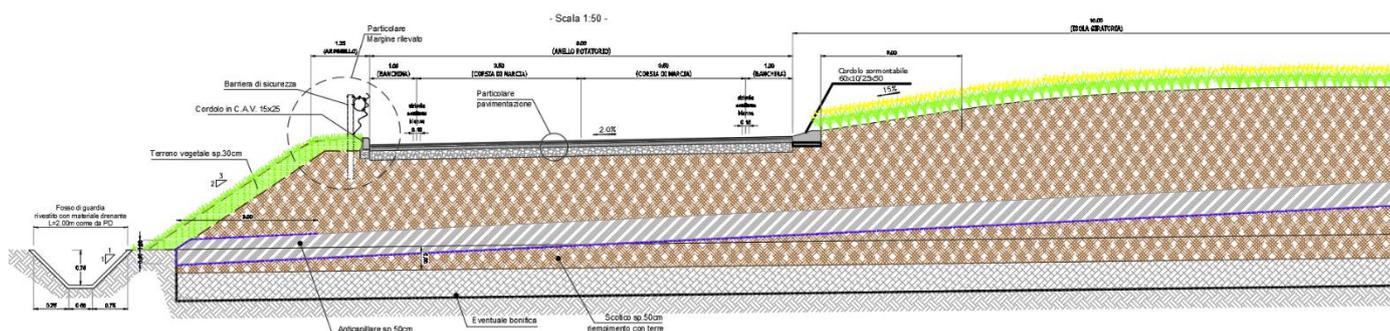
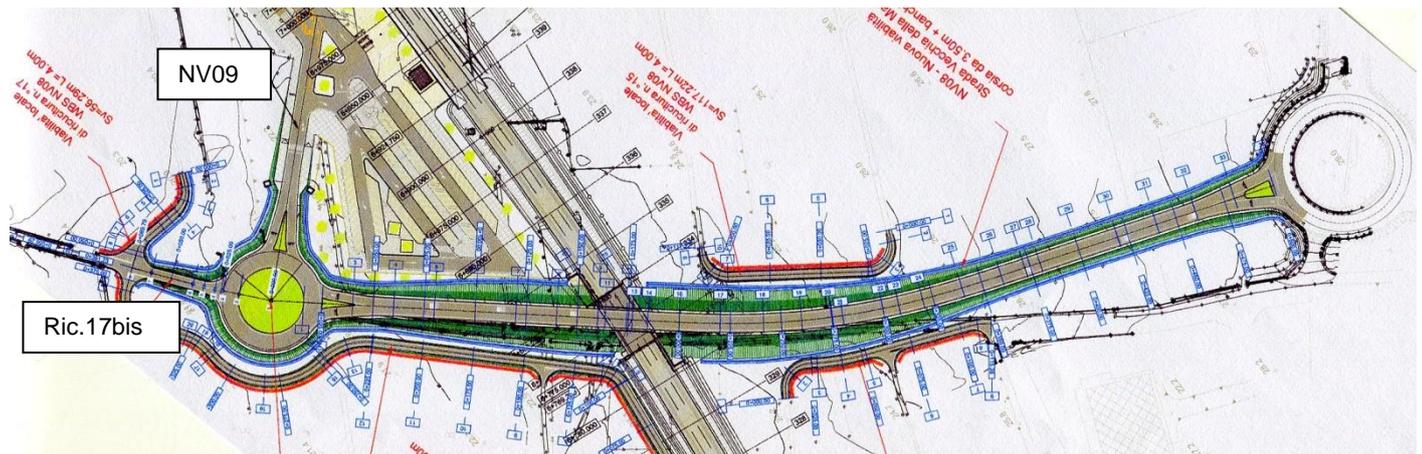


Figura 6.2 – Sezione trasversale della rotatoria



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	13 DI 67

7 ANDAMENTO PLANIMETRICO



L'andamento planimetrico è composto dalla successione degli elementi geometrici, dal bordo della rotondella di intersezione degli interventi NV08, NV09 e la strada di ricicatura 17bis fino alla rotondella di intersezione con il viale Mennea, sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 7.1 – Andamento planimetrico

N° [#]	Elemento [-]	Prog.	L [m]	R [m]	A [#]	Scost.	Coordinate		Azimuth [°]	Dev. [°]	
							E	N			
1	Rettifilo	I 0+000,00	176,951	-	-		3683272,10	4550465,05	259,4538	0,000	
		F 0+176,951		-	-		2683129,84	4550359,81	259,4538		
2	Clotoide	I 0+176,951	64,286	-	150,000	0,49	2683129,84	4550359,81	259,4538	-5,847	
		F 0+241,237		350			2683079,37	4550320,03	253,6074		
3	Curva	I 0+241,237	66,719	350	-		2683079,37	4550320,03	253,6074	-12,136	
		F 0+307,956					-	2683034,12	4550271,14		241,4716
		C					2683312,45	4550058,93			
4	Clotoide	V					2683050,65	4550301,23			
		I 0+307,956	64,286	350	150,000	0,49	2683034,12	4550271,14	241,4716	-5,847	
5	Rettifilo	F 0+372,242		-			2682998,36	4550217,75	235,6250	0,000	
		I 0+372,242	127,851	-	-		2682998,36	4550217,75	235,6250		
		F 0+500,093					2682930,49	4550109,40	235,6250		

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	14 DI 67

ove le righe contrassegnate con I ed F corrispondono rispettivamente ai punti iniziali e finali degli elementi planimetrici; in quelle con C e V sono riportate le coordinate del centro e del vertice delle curve planimetriche.

7.1 Diagramma di velocità

Il D.M. 05/11/2001, “*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*”, definisce il diagramma delle velocità come la rappresentazione grafica delle velocità di progetto in funzione della progressiva dell’asse stradale. Tale diagramma va costruito sulla base del solo andamento planimetrico del tracciato, determinando la velocità di progetto corrispondente a ciascuno dei suoi elementi: in tal senso, si assume che le pendenze longitudinali non influenzino la velocità di progetto.

Il modello semplificato di variazione della velocità lungo il tracciato, utilizzato per la costruzione del diagramma di velocità si basa, poi, sulle seguenti ipotesi:

- in rettilineo e nelle clotoidi, la velocità di progetto tende al limite superiore dell’intervallo della velocità di progetto; gli spazi di accelerazione conseguenti all’uscita da una curva circolare e quelli di decelerazione per l’ingresso a detta curva, o dai tratti di inizio e fine dei tratti stradali in adeguamento, ricadono soltanto negli elementi considerati;
- la velocità è costante lungo tutto lo sviluppo delle curve e si determina dagli abachi 5.2.4.a e 5.2.4.b
- i valori dell’accelerazione e della decelerazione si considerano pari a 0.8 m/s^2 .

7.1.1 Lunghezza di transizione

La lunghezza di transizione D_T è la lunghezza in cui la velocità, conformemente al modello teorico ammesso, passa dal valore V_{p1} a quello V_{p2} , competenti a due elementi che si succedono. Tale lunghezza, espressa in metri, si calcola:

$$D_T = \frac{\Delta V \cdot V_m}{12.96a}$$

ove ΔV è la differenza tra le velocità V_{p1} e V_{p2} , V_m è la velocità media tra i due elementi e a è l’accelerazione o la decelerazione che si assume pari a $\pm 0.8 \text{ m/s}^2$.

Per una velocità di progetto massima di 50 km/ora ed una velocità massima di 30 km/ora in corrispondenza delle due rotatorie, si ha: $D_T = (20 \times 40) / (12.96 \times 0.8) = 77.16 \text{ m}$

7.1.2 Distanza di riconoscimento

Per distanza di riconoscimento D_r s’intende la lunghezza massima del tratto di strada entro il quale il conducente può riconoscere eventuali ostacoli e avvenimenti. Dipende dalla velocità e può essere calcolata banalmente in metri con la relazione:

$$D_r = t \cdot V_p$$

con $t = 12 \text{ s}$ e v_p espressa in m/s (da intendersi riferita all’elemento di raggio maggiore).

Per una velocità di progetto di 50km/ora si ha $D_r = 12 \times 50 \times 1000 / 3600 = 166.67 \text{ m}$

Secondo questo modello, l’apprezzamento di una variazione di curvatura dell’asse – che consente al conducente di modificare la sua velocità – può avvenire solo all’interno della distanza di riconoscimento.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 15 DI 67

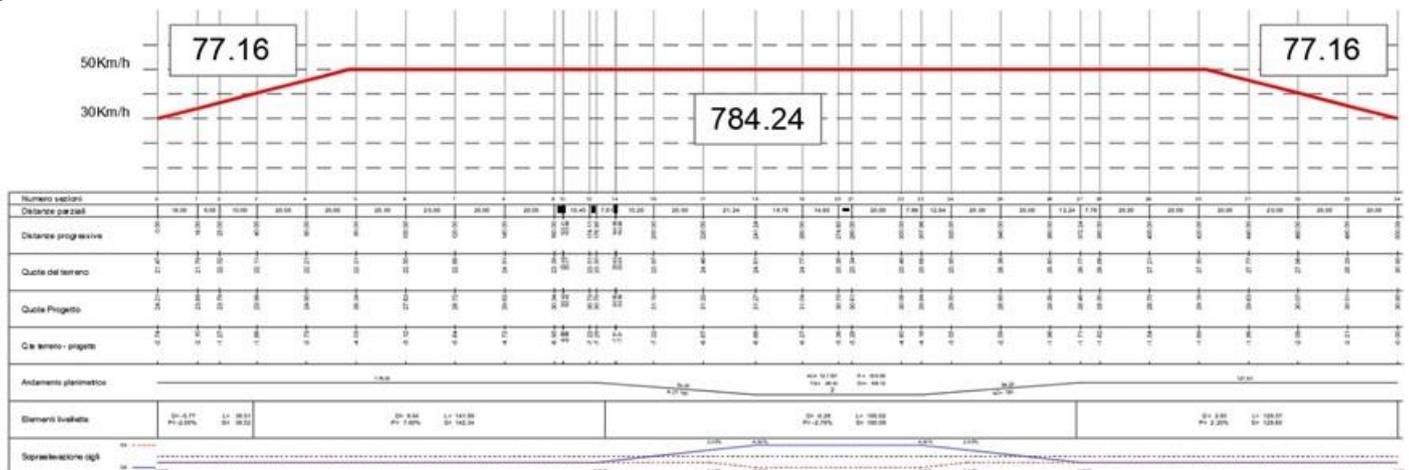
Quindi, per garantire la sicurezza della circolazione in caso di decelerazioni, la distanza di transizione D_T deve avere una lunghezza non superiore alla distanza di riconoscimento:

$$D_T \leq D_r$$

In ogni caso, perché la variazione di curvatura sia effettivamente percepita, la distanza di transizione deve comunque essere minore della distanza di visuale libera nel tratto che precede la curva circolare.

7.1.3 Costruzione del diagramma delle velocità

Per chiarezza operativa, è opportuno partire dal diagramma delle curvature dell'asse stradale, associandolo alle velocità di progetto nei tratti a curvatura costante. In seguito si individuano i punti di inizio delle manovre di accelerazione e quelli finali per le decelerazioni. Il diagramma delle velocità si ottiene, così, riportando le distanze di transizione D_T relative alle manovre di accelerazione o decelerazione dai rispettivi punti di inizio o di fine.



7.2 Verifica andamento planimetrico

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001, condotta tenendo conto dei criteri progettuali utilizzati, è riportata nella tabella seguente.

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 sulla lunghezza dei rettili è riportata nella tabella seguente in cui la lunghezza minima è quella che consente al conducente di percepire il tratto rettilineo (65m per velocità di 70km/ora) e la lunghezza massima è pari a al prodotto della velocità del tratto per 22.

Tabella 7.2 – Verifica rettili

N° [#]	L [m]	V [km/h]	L_{min} [m]	L_{max} [m]	$L_{min} < L < L_{max}$
1	176.95	50	40	1100	VERIFICATO
5	127.85	50	40	1100	VERIFICATO

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 16 DI 67

Tabella 7.3 – Verifica clotoidi

N° [#]	A [#]	V [km/h]	R _i [°]	R _f [m]	q _i [u.a.]	q _f [u.a.]	criterio [-]	A _{min} [#]	A _{max} [#]	Conformità al D.M. 05/11/2001
2	150.00	50	-	350	-0.0250	-0.0450	dinamico	52.50	-	VERIFICATO
							cigli	82.50	-	
							ottico	116.67	350.00	
4	150.00	50	350.00	-	-0.0450	-0.0250	dinamico	52.50	-	VERIFICATO
							cigli	82.50	-	
							ottico	116.67	350.00	

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 sulla lunghezza delle curve circolari è riportata nella tabella seguente.

La lunghezza minima del raccordo circolare della norma è riferita al tempo limite necessario al conducente per percepire il tratto in curva pari a 2.5 secondi della velocità di percorrenza.

Il raggio minimo della curva necessario ad evitare lo sbandamento in curva per la velocità di percorrenza è pari a $R = V^2 / 127x(q+ft)$ in cui V è la velocità di percorrenza, q è la pendenza in curva e ft quota parte del coefficiente di aderenza impegnato trasversalmente

Tabella 7.4 – Verifica raccordi circolari

N° [#]	L [m]	R [m]	V _p [km/h]	L _{min} [m]	q _{max} [u.a.]	f _{t,max} [#]	R _{min} [m]	Conformità al D.M. 05/11/2001
3	66.72	350.00	50.00	34.722	0.045	0.21	77.196	VERIFICATO

La verifica delle distanze di visuale libera è stata condotta verificando che lungo le curve circolari sia garantita la distanza di visuale libera richiesta per l'arresto alla velocità di percorrenza della strada ricavata dal diagramma di velocità.

Tale verifica è di seguito riportata.

Tabella 7.5 – Verifica distanze di visuale libera in curva

Verifica visibilità planimetrica nelle curve - NV08															
Curva	R	V	f _e	i med	Da	Lc	Allarga mento	Altezza Rilevato	Distanza rete/barrie.	Franco Laterale	Franco min FL1	Franco min FL2	Dv1	Dv2	Conformità al
	m	km/ora	[-]	%	m	m	m	m	m	m	Da<Lc	Da>Lc	Da<Lc	Da>Lc	D.M. 05/11/2001
3	350	50	0,46	-2,78	54,77	66,72	0	0	2,75	2,75	1,07	-	87	-	VERIFICATO

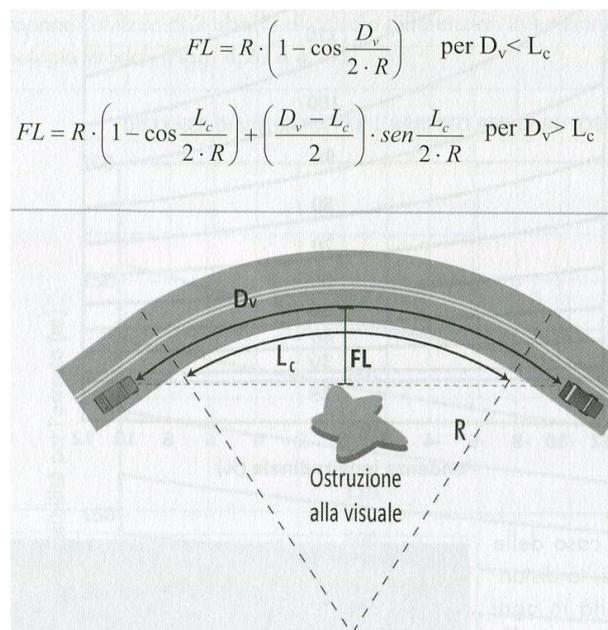
ove la notazione utilizzata in tabella è la seguente:

- R – raggio della curva in asse alla corsia/carreggiata per le strade di ricucitura
- V – velocità di progetto o valore del diagramma delle velocità di percorrenza;
- f_e – coefficiente d'attrito equivalente;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 17 DI 67

Valori del coefficiente equivalente									
V km/ora	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f_e	0.53	0.51	0.48	0.46	0.43	0.40	0.38	0.36	0.35

- i_{med} – pendenza longitudinale (in discesa valori negativi);
- D_A – distanza di visuale libera richiesta per l'arresto; $D_A=0.78*V-0.0028*V^2+V^2/(254*(f_e+i))$
- L_c – Sviluppo longitudinale della curva;
- E_{ad} – Allargamento della corsia;
- $altezza\ rilevato$ – altezza media del progetto dal piano di campagna (larghezza rilevato = $altezza \times 3/2$)
- $Distanza\ rete\ o\ barriera$ – distanza in rettilineo tra l'asse della corsia e la rete sul limite della proprietà agricola nelle strade interpoderali (5.00m=1.50metà corsia + 0.50banchina + 0.50arginello + 2.50fosso drenante) o la barriera di sicurezza poste nelle strade parallele alla ferrovia (2.00m=1.50metà corsia + 0.50banchina) (unici due ostacoli alla visibilità nelle strade di ricucitura);
- $Franco\ Laterale$ – Franco laterale disponibile (Somma della distanza in rettilineo fra asse corsia e rete/barriera + allargamento + larghezza del rilevato)
- $FL1$ - Franco libero minimo necessario nel caso in cui $D_A < L_c$
- $FL2$ - Franco libero minimo necessario nel caso in cui $D_A > L_c$
- D_{V1} – distanza di visuale libera disponibile lungo la curva nel caso in cui $D_A < L_c$
- D_{V2} – distanza di visuale libera disponibile lungo la curva nel caso in cui $D_A > L_c$.



Dalla tabella si evince che, risultando $D_v > D_A$ la verifica è soddisfatta.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	19 DI 67

Tabella 8.1 – Andamento altimetrico

1	LIVELLETTA	Distanza:	38.51	Sviluppo:	38.52	Diff.Qt.:	-0.77	Pendenza [%]:	-2.00
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	0+000.00	Quota 1	24.21	Prog.2	0+016.01	Quota 2	23.89
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	0+000.00	Quota 1	24.21	Prog.2	0+038.53	Quota 2	23.44
2	PARABOLA	Distanza:	45.00	Sviluppo:	45.03	Raggio:	500	Tangente:	22.55
		Freccia:	0.51	Raccordo:	concavo				
	ESTREMI	Prog.1	0+016.01	Quota 1	23.89	Prog.2	0+061.01	Quota 2	25.02
	VERTICE	Prog	0+038.53	Quota	23.44				
3	LIVELLETTA	Distanza:	141.99	Sviluppo:	142.34	Diff.Qt.:	9.94	Pendenza [%]:	7.00
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	0+061.01	Quota 1	25.02	Prog.2	0+077.82	Quota 2	26.19
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	0+038.53	Quota 1	23.44	Prog.2	0+180.5	Quota 2	33.38
4	PARABOLA	Distanza:	205.36	Sviluppo:	205.46	Raggio:	2100	Tangente:	102.93
		Freccia:	-2.51	Raccordo:	convesso				
	ESTREMI	Prog.1	0+077.82	Quota 1	26.19	Prog.2	0+283.18	Quota 2	30.53
	VERTICE	Prog	0+180.5	Quota	33.38				
5	LIVELLETTA	Distanza:	190.02	Sviluppo:	190.09	Diff.Qt.:	-5.28	Pendenza [%]:	-2.78
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	0+283.18	Quota 1	30.53	Prog.2	0+339.41	Quota 2	28.96
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	0+180.5	Quota 1	33.38	Prog.2	0+370.52	Quota 2	28.10
6	PARABOLA	Distanza:	62.23	Sviluppo:	62.23	Raggio:	1250	Tangente:	31.13
		Freccia:	0.39	Raccordo:	concavo				
	ESTREMI	Prog.1	0+339.41	Quota 1	28.96	Prog.2	0+401.64	Quota 2	28.78
	VERTICE	Prog	0+370.52	Quota	28.10				
7	LIVELLETTA	Distanza:	129.57	Sviluppo:	129.60	Diff.Qt.:	2.85	Pendenza [%]:	2.20
	ESTREMI LIVELLETTTE	Prog.1	0+401.64	Quota 1	28.78	Prog.2	0+500.09	Quota 2	30.95
	VERTICI LIVELLETTTE	Prog.1	0+370.52	Quota 1	28.10	Prog.2	0+500.09	Quota 2	30.95

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	20 DI 67

8.1 Verifica andamento altimetrico

La verifica di conformità alle prescrizioni del D.M. 05/11/2001 dell'andamento altimetrico è riportata nelle tabelle che seguono, assumendo come velocità di percorrenza del raccordo altimetrico quello letto nel diagramma di velocità.

In tal senso, le tabelle seguenti – e quindi la verifica dell'andamento altimetrico del tracciato – sono da considerarsi valide per entrambi i versi di marcia. Del resto, gli unici dati che, in teoria, varierebbero nei due sensi di marcia sono la distanza d'arresto D_A e il segno della differenza Δi tra le pendenze delle livellette a monte e a valle del raccordo: $\Delta i = i_2 - i_1$

La distanza d'arresto è computata in funzione della pendenza media i_{med} delle due livellette convergenti nel raccordo. Per i calcoli riportati nelle tabelle seguenti si adotta sempre il modulo negativo di Δi , per avere una distanza di arresto del veicolo maggiore (marcia in discesa).

Tabella 8.2 – Verifiche raccordo 2 (concavo)

NV08-Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo concavo 2														
V	fe	pend1	pend2	i med	Da	Δi	R	Lr	Rcomfort	Rvmin	Rvmin	Dv1	Dv2	Conformità al
km/ora	[-]	%	%	%	m	%	m	m	m	Da<L	Da>L	Da<L	Da>L	D.M. 05/11/2001
33	0,5	-2	7	-2,50	31,72	9	500	45,00	140	477	-	32,46	-	sì

Tabella 8.3 – Verifiche raccordo 4 (convesso)

NV08- Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo convesso 4														
V	fe	pend1	pend2	i med	Da	Δi	R	Lr	Rcomfort	Rvmin1	Rvmin2	Dv1	Dv2	Conformità al
km/ora	[-]	%	%	%	m	%	m	m	m	Da<L	Da>L	Da<L	Da>L	D.M. 05/11/2001
50	0,46	7	-2,78	-2,11	54,43	9,78	2100	205,38	323	795	-	88,46	-	sì

Tabella 8.4 – Verifiche raccordo 6 (concavo)

NV08 -Verifica comfort e visibilità per l'arresto nel raccordo concavo 6														
V	fe	pend1	pend2	i med	Da	Δi	R	Lr	Rcomfort	Rvmin	Rvmin	Dv	Dv	Conformità al
km/ora	[-]	%	%	%	m	%	m	m	m	Da<L	Da>L	Da<L	Da>L	D.M. 05/11/2001
50	0,46	-2,78	2,2	-0,29	53,53	4,98	1250	62,25	323	999	-	59,88	-	sì

ove la notazione utilizzata in tabella è la seguente:

- V – velocità di progetto o valore del diagramma delle velocità di percorrenza;
- f_e – coefficiente d'attrito equivalente;

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 21 DI 67

Valori del coefficiente equivalente									
V km/ora	20	30	40	50	60	70	80	90	100
f_e	0.53	0.51	0.48	0.46	0.43	0.40	0.38	0.36	0.35

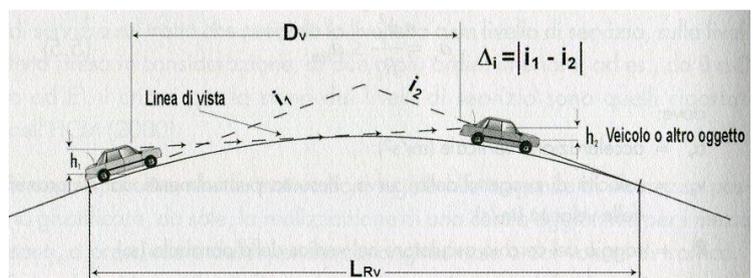
- $pend1$ –pendenza longitudinale prima livelletta
- $pend2$ –pendenza longitudinale seconda livelletta
- $imed$ – pendenza longitudinale media (in discesa valori negativi);
- D_A – distanza di visuale libera richiesta per l'arresto; $D_a=0.78*V-0.0028*V^2+V^2/(254*(f_e+i))$
- Δi - differenza Δi tra le pendenze delle livellette a monte e a valle del raccordo
- R- raggio del raccordo verticale
- L_r – Sviluppo longitudinale del raccordo;
- R_{comf} - il raggio altimetrico minimo per la verifica relativa al comfort; $R_{comf}=0.129xV^2$
- $R_{min,arr}$ 1- il raggio altimetrico minimo per assicurare una distanza di visuale libera pari a D_a nel caso in cui $D_a < L_c$
- $R_{min,arr}$ 2- il raggio altimetrico minimo per assicurare una distanza di visuale libera pari a D_a nel caso in cui $D_a > L_c$
- D_{V1} – distanza di visuale libera disponibile lungo il raccordo nel caso in cui $D_a < L_c$
- D_{V2} – distanza di visuale libera disponibile lungo il raccordo nel caso in cui $D_a > L_c$.
- *Raccordi convessi (dossi)* dove $h_1=1.10m$ (occhio conducente), $h_2=0.10m$ (ostacolo), $D_v=D_a$

Se $D_v \leq L_{Rv}$ si ha:

$$R_v = \frac{D_v^2}{2 \cdot (h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2})}$$

Se, invece, $D_v > L_{Rv}$ si ha:

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left(D_v - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right)$$



- *Raccordi concavi (sacche)* dove $h_1=0.5m$ (altezza faro), $\text{sen } 1^\circ = 0.01745$ (divergenza in alto del fascio luminoso con gli abbaglianti), $D_v=D_a$

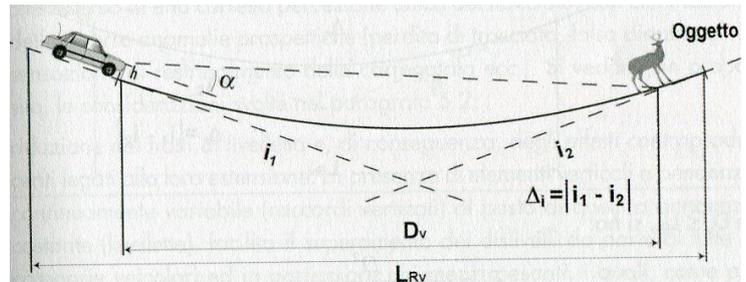
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 22 DI 67

Se $D_v \leq L_{Rv}$ si ha:

$$R_v = \frac{D_v^2}{2 \cdot (h + D \cdot \sin \alpha)}$$

Se, invece, $D_v > L_{Rv}$ si ha:

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left(D_v - 100 \cdot \frac{h + D_v \cdot \sin \alpha}{\Delta i} \right)$$



Dalle tabelle si evince che, risultando $D_v > D_A$ la verifica è soddisfatta.

Quanto alle pendenze longitudinali delle livellette, come si evince dalle tabelle degli andamenti altimetrici, sono tutte inferiori al 10%: pertanto, sono conformi al D.M. 05/11/2001.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	23 DI 67

9 ALLARGAMENTI DELLA CARREGGIATA PER ISCRIZIONE DEI VEICOLI IN CURVA

Nei tratti in curva, il valore dell'allargamento delle corsie prescritto per consentire l'iscrizione dei veicoli è pari a:

$$E = \frac{45}{R}$$

dove R [m] è il raggio esterno della corsia (per R > 40 m si può assumere, nel caso di strade ad unica carreggiata a due corsie, il valore del raggio uguale a quello dell'asse della carreggiata). Quando il valore $E=45/R$ risulta inferiore a 20 cm, le corsie possono conservare le larghezze che hanno in rettilineo – ossia l'allargamento effettivo E_{eff} risulta nullo –; di converso, quando $E=45/R$ risulta maggiore o uguale a 20 cm, l'allargamento effettivo va posto pari a E.

$$E = \frac{45}{R} = \begin{cases} < 0.20 \rightarrow E_{eff} = 0 \\ > 0.20 \rightarrow E_{eff} = E \end{cases}$$

Nell'unica curva della NV08, di raggio R=350.0 m, risulta

$$E = \frac{45}{350.0} = 0.13 \text{ m}$$

Pertanto, non è necessario predisporre un allargamento:

$$E_{eff} = 0.00 \text{ m}$$

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	24 DI 67

10 SOVRASTRUTTURA STRADALE

Nell'ambito della progettazione esecutiva, per il dimensionamento degli spessori delle nuove pavimentazioni delle strade di nuova costruzione previsti dal progetto della Nuova Linea FS Bari si è fatto riferimento ai criteri illustrati nel catalogo delle pavimentazioni stradali del CNR/1995.

Il Catalogo prevede una vita utile da assegnare all'infrastruttura di 20 anni e richiede la previsione del numero e del tipo dei veicoli commerciali pesanti oltre 3 tonnellate che transitano su una corsia di marcia.

10.1 Previsione del numero di passaggi dei veicoli >3t

Il progetto definitivo definisce per ciascun attraversamento della nuova linea ferroviaria la percentuale dei veicoli commerciali aventi un peso maggiore di 3 tonnellate pari al 10% sulle strade ordinarie e al 16% sulla SP60 (Triggiano-S. Giorgio)

Per stimare il numero dei veicoli commerciali, che passeranno sui nuovi attraversamenti quando tutti gli interventi previsti dal Piano regolatore Comunale saranno stati attuati, si è fatto riferimento alla tabella 3.4.4-*Composizione della carreggiata*- delle Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade che riporta la portata di servizio per corsia (veicoli equivalenti/ora) per un livello di servizio di tipo "C" (il numero massimo dei veicoli in transito, all'ora per corsia e direzione, in condizione di flusso stabile).

Per una strada locale extraurbana la portata di servizio è di 450 veicoli equivalenti/ora per corsia.

Il numero dei veicoli commerciali e dei bus equivalenti è stimato dal progetto definitivo al 10% ed è di $45 \times 0.10 = 4.5$ veicoli equivalenti/ora .

Il numero reale dei veicoli commerciali previsti si ottiene dividendo tale numero per 2.5, coefficiente di equivalenza fra i veicoli pesanti >3t e le auto, ovvero $4.5 / 2.5 = 1.8$ veicoli commerciali/ora.

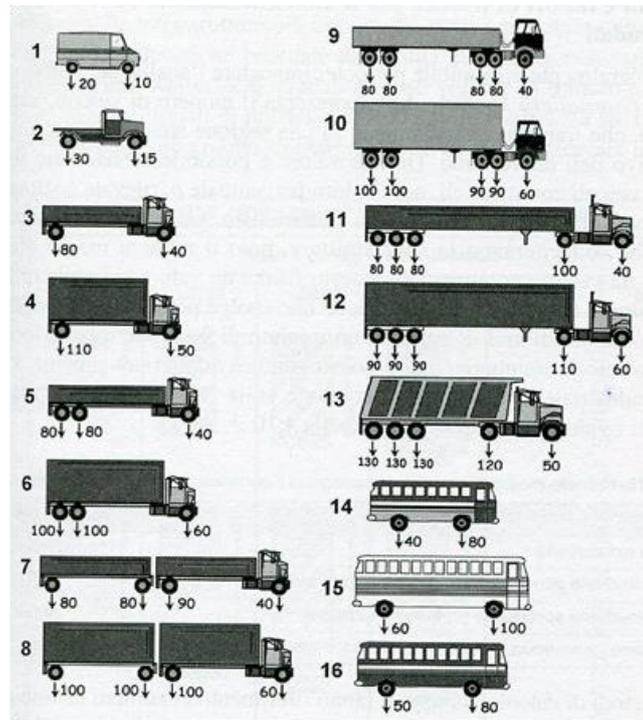
Gli autobus sono stimati al 10% di tale numero ovvero $1.8 \times 0.10 = 0.18$ bus/ora ed il numero dei veicoli commerciali è pertanto di $1.8 - 0.18 = 1.62$ veicoli >3t.

Il Traffico giornaliero medio dei veicoli commerciali >3t e dei bus è pari a $0.5 \times 16 \times 24 + 2 \times 14 = 220$ veicoli/giorno per direzione. Si è stimato che il traffico giornaliero medio dei veicoli commerciali sia pari al 50% di quello massimo (veicoli dell'ora di punta per 24 ore) ed il servizio bus sia effettuato per 14 ore al giorno (inizio ore 6 e termine ore 22) .

10.2 Previsione della composizione dei veicoli >3t

I Tipi dei veicoli commerciali con massa superiore a 3 tonnellate previsti dal Catalogo delle pavimentazioni CNR95 sono illustrati nella tabella (il numero di assi e la distribuzione dei carichi per asse sono espressi in KN).

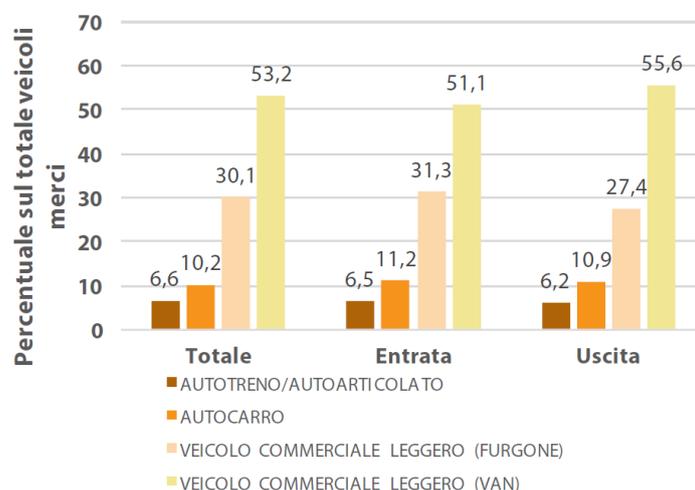
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 25 DI 67



Il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della Città Metropolitana di Bari , adottato dal consiglio comunale di Bari il 4/agosto/2021, ha effettuato nel 2019 il conteggio dei veicoli commerciali in accesso ed uscita dal Centro di Bari di una intera settimana.

La categoria predominante di veicoli merci in entrate/uscita è quella dei van (53.2% del totale), seguono i furgoni (30.1%), gli autocarri (10.2%) ed infine i veicoli più pesanti autotreni e autoarticolati (6.6%).

La percentuale della composizione dei veicoli merci rilevata dal PUMS è la seguente:



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	26 DI 67

Nell'ambito dei veicoli >3t, necessari per il dimensionamento delle pavimentazioni, non rientrano i van che hanno un peso inferiore alle 3t ed occorre aggiungere gli autobus del trasporto pubblico e dei servizi turistici.

La percentuale degli autobus di linea pubblica può oscillare dal 20% del totale dei veicoli >3 t, per le strade più vicine al centro storico e per le strade dirette verso le fermate ferroviarie, fino a zero per le strade locali in aree agricole.

Il Piano di riordino del Trasporto urbano del PUMS prevede nel periodo 2016/2026 un incremento delle linee BUS per collegare i quartieri adiacenti la Nuova linea ferroviaria di progetto (S. Pasquale Mungivacca con Japigia Sant'Anna) e dei Quartieri più distanti (Carbonara Santa Rita con S. Giorgio Torre a Mare).



In particolare nel comune di Bari vengono potenziate le linee bus sullo scavalco NV02 (via Omodeo), sottovia NV03 (accesso alla Stazione Executive), cavalcavia NV06(via Rafaschieri) e NV07 (strada comunale Caldarola)

Nel Comune di Triggiano sono previsti aumenti delle frequenze delle linee bus solo sullo scavalco NV08 (Strada vecchia della marina) e NV10(SP Triggiano-Ponte S. Giorgio).

Sulla base di tali studi sono state ipotizzate le seguenti ripartizioni percentuali dei veicoli commerciali sulla strada Marina Vecchia (NV08) per la verifica degli spessori della pavimentazione stradale con il metodo AASHTO.

Assumendo una percentuale minima di bus al 10% (veicoli dal tipo 14 al 16), le percentuali degli altri veicoli pesanti si ottengono dalla percentuale della composizione dei veicoli merci >3t rilevata dal PUMS (furgoni 30.1%, autocarri 10.2% ed autotreni e autoarticolati 6.6%):

Furgoni $0.9 \times 30.1 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 57.8\%$ (Veicoli tipo 1 e 2)

Autocarri $0.9 \times 10.2 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 19.6\%$ (veicoli dal tipo 3 al 6)

Autotreni Autoarticolati = $0.9 \times 6.6 / (30.1 + 10.2 + 6.6) = 12.7\%$ (veicoli dal tipo 7 al 13)

La composizione di traffico e frequenza utilizzato per la verifica con il metodo AASHTO della strada NV08 è la seguente:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI												
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl													
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	<table border="1"> <tr> <td>PROGETTO</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA3S</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH</td> <td>NV080 001</td> <td>D</td> <td>27 DI 67</td> </tr> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	27 DI 67
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	27 DI 67								

OPERA	NOME	Composizione di traffico e frequenza – valori in percentuale																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Tot
NV08	Vicinale Monte	58	0	8	8	2	2	4	3	1	3	0	1	0	10	0	0	!!Impostazione del carattere non valida

10.3 Previsione dell'incremento annuo del numero di passaggi dei veicoli >3t

Lo stesso Piano della Mobilità Sostenibile (PUMS) effettua una proiezione dal 2019 al 2030 del numero degli abitanti delle province della Puglia, per poi definire l'incremento degli spostamenti delle persone ed assegnare le variazioni dei flussi veicolari sulle strade esistenti e prevedere i flussi su quelle da realizzare.

PROVINCE	2019	2030	Variazione totale
Bari	1.230.205	1207.395	-1,85%
Barletta-Andria-Trani	384.801	375.591	-2,39%
Brindisi	385.235	364.972	-5,26%
Foggia	606.904	581.370	-4,21%
Lecce	782.165	755.903	-3,36%
Taranto	563.995	536.697	-4,84%
PUGLIA	3.953.305	3.822.184	-3,32%

La provincia di Bari avrà nel 2030 una diminuzione dei residenti rispetto al 2019 del 1.85%.

Il numero dei flussi veicolari delle auto e dei veicoli commerciali rimarrà comunque quello attuale o aumenterà di poco, perché aumenteranno il numero dei viaggi che i veicoli effettuano in una stessa giornata ed il numero delle consegne giornaliere dei veicoli merci.

Per tale motivo il tasso di incremento dei flussi di traffico commerciale per il calcolo delle pavimentazioni è stato fissato al 0.5% annuo pari ad un incremento del 10% in 20 anni.

10.4 Verifica della pavimentazione stradale

Nel progetto definitivo, per la sovrastruttura stradale è stata prevista una configurazione di spessore complessivo pari a 32 cm costituita dai seguenti strati:

Tabella 10.1 – Schematizzazione del “pacchetto” della sovrastruttura stradale del progetto definitivo

Strato	Materiale	Spessore
[-]	[-]	[cm]
usura	conglomerato bituminoso	4
binder	conglomerato bituminoso	5
base	conglomerato bituminoso	8
fondazione	misto granulare stabilizzato	15

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	28 DI 67

Nel progetto esecutivo la pavimentazione stradale assume la configurazione riportata di seguito, caratterizzata da uno spessore complessivo di 39 cm.

Tabella 10.2 – Schematizzazione del “pacchetto” della sovrastruttura stradale del progetto esecutivo

Strato	Materiale	Spessore
[-]	[-]	[cm]
usura	conglomerato bituminoso	4
binder	conglomerato bituminoso	5
base	conglomerato bituminoso	8
fondazione	misto granulare stabilizzato	22

Normativa

La normativa di riferimento è di seguito riportata:

- CNR: “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali. Caratteristiche per accettazione”. CNR, B.U. n. 68 del 1978;
- CNR: “Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle strade urbane”. CNR, B.U. n. 60 del 1978;
- “American Association of State Highway and Transportation Official” - AASTHO Guide for Design of Pavement Structures;
- CNR: “Istruzioni per la pianificazione della manutenzione stradale”. CNR, B.U. n. 125 del 1988;
- CNR: “Norme sugli aggregati: criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali”. CNR, B.U. n. 139 del 1992;
- Decreto legislativo del 30-04-92 n. 285 e successive modificazioni: “Nuovo codice della strada”;
- CNR: “Catalogo delle pavimentazioni stradali” B.U. n. 178 del 1995.
- Decreto Ministeriale del 5-11-2001: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”.

Metodo AASHTO

Si è proceduto ad una verifica della sovrastruttura stradale attraverso l'algoritmo di calcolo dell' "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES" basato sui risultati dell'esperienza AASHTO.

Tale metodo empirico permette di calcolare, tramite alcune relazioni, che tengono conto delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti la sovrastruttura, il numero di passaggi di assi standard del peso di 8,2 ton. che la pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un grado di ammaloramento, cioè un livello di funzionalità inaccettabile, in relazione all'“affidabilità” richiesta.

Il numero ricavato è stato poi confrontato con il numero di passaggi di assi standard alla fine della “vita utile” calcolati attraverso lo spettro di traffico sopra definito.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	29 DI 67

L'obiettivo che ci si prefigge nella progettazione delle sovrastrutture è quello di assicurare attraverso normali operazioni di manutenzione un livello minimo di funzionalità per un prefissato lasso di tempo.

E' opportuno osservare che il rifacimento dello strato di usura dopo un certo numero di anni è da considerarsi come un intervento manutentivo ordinario e prevedibile al fine di assicurare le necessarie caratteristiche di aderenza nelle pavimentazioni flessibili.

Poiché, inoltre, le caratteristiche dei materiali utilizzati non si mantengono costanti nel tempo, i carichi sono dispersi per posizione ed entità, ed infine il fenomeno stesso della rottura per fatica risulta essere un fenomeno aleatorio, l'obiettivo deve essere definito in termini probabilistici.

Nel progetto delle pavimentazioni, l'obiettivo si sostanzia, quindi, attraverso la definizione di tre elementi:

- la vita utile, intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare, attraverso normali operazioni di manutenzione, condizioni di funzionalità superiori allo stato limite, per il progetto in esame è stata posta pari a 20 anni;
- lo stato limite, cioè il livello minimo di funzionalità della sovrastruttura ritenuto accettabile, superato il quale è necessario comunque intervenire, per il metodo empirico il parametro di riferimento è il PSI;
- l'affidabilità, cioè la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare, con normali operazioni di manutenzione, condizioni di circolazione superiori allo stato limite per l'intera durata della vita utile, per il progetto in esame è stata posta pari al 85%.

Per procedere alla progettazione ed alla verifica della sovrastruttura è necessario determinare il numero di veicoli da 8,2 tonn. per asse che possono transitare nell'arco della vita utile lungo le corsie della strada in progetto.

Il parametro di progetto del modello di calcolo delle pavimentazioni flessibile proposto dall' AASHTO è il volume di traffico di veicoli commerciali/giorno che, si prevede, transiteranno sulla sovrastruttura, definito da:

$$n_{vca} = TGM * P_{veicoli\ comm} * P_{veic.corsia+carica} * P_{senso\ marcia} \quad [1]$$

dove $P_{veicoli\ commerciali}$ è pari al 100% (in quanto si sta lavorando sui dati di traffico dei soli mezzi commerciali) mentre per gli altri addendi bisogna far riferimento ai seguenti valori:

Percentuale di traffico per senso di marcia P_{sm}	
100%	TGM per senso di marcia
50%	TGM totale equiripartito per senso di marcia
70%	TGM con diverse ripartizioni stagionali

Percentuale veic. commerciali sulla corsia di calcolo P_{corsia}	
100%	Una corsia per senso di marcia
90%	Due corsie per senso di marcia

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	30 DI 67

In particolare P_{sm} assume valore 100% in quanto il T.G.M. già è calcolato per senso di marcia mentre P_{corsia} è uguale a 100%, in quanto, come già detto si ha una corsia per senso di marcia.

A questo punto è possibile calcolare T^N ovvero il numero di veicoli commerciali transitati nell'arco della vita utile N attraverso la formula [2]

$$T^N = n_{vca} \left[\frac{(1+r)^N - 1}{r} \right] * 3.65 \quad [2]$$

Il risultato di quanto sopra detto è sintetizzato nella tabella di calcolo 3.1.

Tab. 3.1: Numero di passaggi di veicoli commerciali nell'arco della vita utile

Dati generali										
Categoria	Tipologia	TGM	P_{vc}	R	N	n_{corsie}	R_{tc}	P_{vcc}	n_{vca}	T^N
[-]	[-]	[veic/gg]	[%]	[%]	[anni]	[#]	[%]	[%]	[#]	[#]
Locale a dest. particolare Locale	Flessibile	220	100%	0,5%	20	1	100%	100%	80300	1.684.622,97

Il procedimento AASHTO consiste nel determinare il numero di assi standard (8,2 ton) che la pavimentazione può sopportare, raggiungendo un fissato grado di ammaloramento finale (PSIf).

Tale valore è funzione di vari parametri, come le caratteristiche meccaniche dei materiali, gli spessori dei vari strati della pavimentazione, portanza del sottofondo ecc.

Questi assi devono essere confrontati con il traffico commerciale che si stima passerà durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

Poiché il traffico commerciale transitante si differenzia per il numero di assi, per il carico degli assi e per la tipologia, è necessario determinare il numero di assi standard equivalenti, ovvero il numero di assi standard che determinano lo stesso danno, alla pavimentazione, degli assi dei veicoli realmente transitanti.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, è necessario stabilire preliminarmente i coefficienti di equivalenza tra ciascun asse reale e quello standard.

Anche questi coefficienti sono funzione di alcuni parametri, come le caratteristiche meccaniche dei materiali, gli spessori dei vari strati della pavimentazione, portanza del sottofondo.

Noti questi coefficienti, si calcola quello medio, che è funzione della composizione del traffico sulla strada in esame.

Infine per determinare il numero di assi equivalenti che transiteranno sulla corsia più carica basta moltiplicare il coefficiente di equivalenza medio per il numero di veicoli commerciali che si stima transiteranno durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

La verifica consiste nel controllare che il numero di assi standard che la pavimentazione può sopportare sia maggiore del numero di assi equivalenti che transitano durante la vita utile della pavimentazione.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 31 DI 67

Sia $W_{8,2}$ il numero di passaggi di assi standard singoli da 8.2 tonnellate, sopportabile dalla pavimentazione.

Esso è legato a vari parametri attraverso la funzione regressione:

$$\log W_{8,2} = Z_R S_0 + 9.36 \log \left(\frac{SN}{2.54} + 1 \right) - 0.2 + \frac{\log \frac{PSI_i - PSI_f}{4.2 - 1.5}}{0.4 + \frac{1094}{\left(\frac{SN}{2.54} + 1 \right)^{5.19}}} + 2.32 \log M_r - 3.056 \quad [3]$$

dove il modulo resiliente M_r è espresso in MPa (N/mm²).

Affidabilità

Il parametro relativo all'affidabilità R (Reliability) esprime la probabilità che il numero di applicazioni del carico N_T , che una pavimentazione può sopportare prima di raggiungere un prefissato indice di servizio finale PSI_{fin} (parametro che rappresenta il grado di ammaloramento della sovrastruttura), sia maggiore o uguale al numero di applicazioni di carico N_T , che realmente sono applicati alla sovrastruttura, nel tempo di progettazione considerato T.

$$R_{\%} = 100 * Prob (N_t \geq N_T) \quad [4]$$

In altri termini, rappresenta la probabilità di sopravvivenza della pavimentazione.

L'AASHTO dà dei suggerimenti sul livello di affidabilità da assumere nel calcolo, in funzione del tipo e dell'ubicazione della strada, come riportato nella seguente tabella (Tab.5.1).

Tab. 5.1: Livelli di affidabilità suggeriti per vari tipi di strade.		
Classifica funzionale	Livelli di affidabilità suggeriti [%]	
	Urbana	Extraurbana
Autostrade	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterie principali	80 - 99	75 - 95
Strade di scorrimento	80 - 95	75 - 95
Strade locali	50 - 80	50 - 80

Si può notare da tale tabella che il valore di affidabilità, varia da un minimo di 50 fino a 99,9 %, al fine di ottenere pavimentazioni che presentino una maggiore probabilità di sopravvivenza, rispetto a quelle calcolate con il metodo "AASHTO Interim Guide", il quale tiene conto implicitamente di un coefficiente di affidabilità pari al 50 %.

I valori più alti di affidabilità si adottano per strade di grande importanza per le quali si richiede una maggior vita utile della sovrastruttura, anche allo scopo di ridurre al minimo gli interventi di rifacimento del manto stradale, che sono causa di notevoli disagi per l'utenza.

All'interno della formula proposta dall'"AASHTO Guide", non compare direttamente il termine dall'affidabilità R, ma esso risulta legato al prodotto di due parametri, ovvero:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	32 DI 67

$$Z_R * S_0 \quad [5]$$

dove:

- S_0 è la deviazione standard della variabile $\delta_0 = \log N_t - \log N_T$ che definisce l'affidabilità R%. La variabile è di tipo aleatorio, con legge di probabilità normale, con media pari a δ_0 e deviazione standard pari proprio a S_0 .
- Z_R è il valore della variabile standardizzata di δ_0 alla quale corrisponde la probabilità R%, che si abbiano valori ad esso superiori.

Per valori di $R > 50\%$, Z_R assume valori negativi, mentre si annulla per $R=50\%$.

Si riportano di seguito nella tabella 5.2, i valori assunti dalla variabile Z_R per un prefissato livello di affidabilità R.

Tab. 5.2: Affidabilità	
R [%]	Z_R [-]
50.0%	0.000
60.0%	-0.253
70.0%	-0.524
75.0%	-0.674
80.0%	-0.841
85.0%	-1.037
90.0%	-1.282
92.0%	-1.405
95.0%	-1.645
98.0%	-2.054
99.0%	-2.327
99.9%	-3.090

Per il caso in esame si è fissato un valore di affidabilità $R= 85\%$ a cui corrisponde $Z_R=-1.037$,

I valori di S_0 per pavimentazioni flessibili variano tra $0.4\div 0.5$ ed in particolare di è adottato un valore pari a 0.45.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	33 DI 67

Modulo Resiliente

E' un modulo di tipo dinamico che tiene conto del comportamento viscoelastico del materiale, che provoca delle deformazioni elastiche ritardate nel tempo sotto carichi variabili ciclicamente.

Tale modulo viene inserito all'interno del modello al fine di tener conto della portanza del sottofondo stradale; infatti a parità di carichi di traffico e di caratteristiche meccaniche dei materiali adoperati, un buon costipamento dello strato di sottofondo è in grado di ridurre lo spessore degli strati della pavimentazione, con tutto il risparmio che ciò comporta in termini economici, garantendo sempre alla sovrastruttura una buona resistenza ai carichi a cui essa è sottoposta.

La portanza dei terreni di sottofondo è la caratteristica meccanica, che influenza il sia il dimensionamento, che il comportamento della sovrastruttura.

Per portanza s'intende la capacità che il terreno di sottofondo ha di "sopportare" i carichi, senza che si verifichino eccessive deformazioni.

Una variazione in esercizio della capacità portante determina una conseguente variazione dello strato deformativo nella pavimentazione e quindi si arrecherà in essa un certo danno.

La portanza del sottofondo può variare per tutta una serie di fattori, quali possono essere il contenuto d'acqua e la variazione delle condizioni climatiche legate soprattutto alla temperatura.

Nel metodo che stiamo trattando, si considera, all'interno dell'equazione fondamentale, il cosiddetto modulo resiliente effettivo M_r , che viene definito come quel valore del modulo, costante durante l'anno, per il quale il danno, o meglio ancora la variazione dell'indice di servizio PSI, è uguale al danno annuale cumulato, che si avrebbe considerando i valori assunti dai moduli resilienti dei diversi periodi climatici considerati.

Nel caso specifico, si prevede di realizzare uno strato di sottofondo di circa 30 cm costipato in modo da raggiungere un valore della prova AASHTO Standard $\geq 100\%$ ed un Modulo di deformazione $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ come previsto al punto 2.7.2 *Strato supercompattato per rilevati e le trincee stradali* dell'Allegato n.10.05 - *Capitolato per la Costruzione di opere civili Movimenti Terra* della Documentazione Contrattuale.

Con tale valore del Modulo di deformazione è possibile assumere il valore del Modulo Resiliente attraverso la relazione $M_r=(1.8\div 2.1)M_d$. Il Modulo Resiliente varia tra i 90 N/mm^2 e i 105 N/mm^2

Nelle verifiche successive si assume un valore del Modulo Resiliente pari a quello minore di 90 N/mm^2 .

Structural Number

Nel metodo "AASHTO Guide" si tiene conto della resistenza strutturale della pavimentazione attraverso il parametro che va sotto il nome di "structural number".

Esso è funzione degli spessori degli strati s_i , della resistenza dei materiali impiegati rappresentata attraverso i coefficienti strutturali di strato a_i (structural layer coefficients) e della loro sensibilità all'acqua rappresentata attraverso i coefficienti di drenaggio m_i .

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 34 DI 67

L'espressione analitica dello structural number è la seguente:

$$SN = \sum_1^n i a_i * s_i * m_i \quad [8]$$

dove:

- n è il numero degli strati costituenti la sovrastruttura stradale;
- s_i è lo spessore dell'i-esimo strato costituente il pacchetto stradale;
- a_i è un coefficiente che esprime la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura. Tale coefficiente è funzione del tipo e proprietà del materiale;
- m_i rappresenta il coefficiente di drenaggio dei materiali non legati.

Numerosi studi hanno evidenziato che i coefficienti strutturali, dipendono essenzialmente da una serie di fattori, quali le proprietà dei materiali, spessore e posizione dello strato e dal livello di traffico.

Mediante un approccio teorico basato sulla teoria del multistrato elastico e sulla base dei risultati dell' "AASHTO Road Test", l' "AASHTO Guide" ha fornito le correlazioni tra i coefficienti strutturali e i rispettivi moduli resilienti dei materiali.

Per ottenere i valori dei coefficienti a_i , si ricorre all'utilizzo dei nomogrammi forniti dall' "AASHTO Guide".

È consigliabile ridurre i valori ottenuti da questi nomogrammi di circa il 5-10% per gli strati in conglomerato bituminoso, per tener conto della particolarità delle pavimentazioni italiane, come già detto prima.

Valori di riferimento per i diversi strati possono essere quelli riportati nella seguente tabella 5.3:

Materiale	Coeff. strutturale a_i			Coeff. drenaggio m_i
	Min	Max	Med	
Misto granulare	0.11	0.11	0.11	0.98
Misto granulare frantumato	0.13	0.14	0.14	0.98
Macadam	0.12	0.12	0.12	0.98
Misto bituminato	0.20	0.22	0.21	1.00
Cls bituminoso	0.25	0.30	0.28	1.00
Misto cementato	0.25	0.30	0.28	0.95
Misto legato con scorie	0.22	0.30	0.26	0.95
Terra stabilizzata con cemento	0.20	0.20	0.20	0.95
Pozzolana e calce	0.18	0.18	0.18	0.95
Binder	0.36	0.40	0.38	1.00
Usura normale	0.40	0.44	0.42	1.00
Usura grenue (antiskyd)	0.44	0.45	0.45	1.00
Usura drenante	0.42	0.44	0.43	1.00
Usura Splitt Mastix Asphalt (SMA)	0.43	0.44	0.43	1.00
Impermeabilizzante	0.00	0.00	0.00	1.00

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 35 DI 67

Il valore del coefficiente di drenaggio per gli strati legati è posto uguale ad 1.

Noti gli spessori dei vari strati della pavimentazione è possibile calcolare il valore di SN, come riportato nelle tabelle a seguire.

Calcolo Structural Number							
strato	s	materiale	α	m	a_{nm}	a	SN
[-]	[cm]	[-]	[#]	[#]	[#]	[#]	[cm]
usura	4	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,420	0,420	8,12
binder	5	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,380	0,380	
base	8	conglomerato bituminoso	1,00	-	0,280	0,280	
fondazione	22	misto granulare non legato	-	0,95	0,110	0,105	

Indice di servizio

L'indice di servizio PSI (present serviceability index), esprime il grado di ammaloramento delle pavimentazioni e varia tra 5 (pavimentazioni in ottime condizioni) a 0 (pavimentazioni in pessime condizioni).

All'inizio della vita utile della pavimentazione l'indice PSI_i viene assunto mediamente pari a 4.2, per tener conto delle inevitabili imperfezioni costruttive, mentre al termine della vita utile, il valore del PSI_f da assumere dipende essenzialmente dal tipo di strada.

Per strade di modesta importanza si accetta il raggiungimento di un degrado maggiore rispetto a quelle di grande importanza.

Per i valori di PSI_f si è fatto riferimento alla tabella 5.5 riportata di seguito:

Tipo Strada	PSI_f
Di modesta importanza	1.50
Locali	2.00
Urbane di scorrimento	2.50
Extraurbane	2.50
Corsie preferenziali	2.50
Autostrade	3.00
Di grande comunicazione	3.00

nel caso specifico, considerando una strada extraurbana si è adottato un valore pari a 2.5.

Calcolo del traffico in assi standard

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	36 DI 67

Occorre valutare il traffico commerciale (veicoli con carico per asse > 10 kN) che transitano sulla corsia più carica durante la vita utile (valore N8.2) attraverso spettri di traffico prevedibili per la strada di cui si vuole progettare la pavimentazione.

Poiché il traffico commerciale è costituito da veicoli con diverso numero e tipo di asse a diverso carico, bisogna calcolare gli assi standard equivalenti che provocano lo stesso danno degli assi dei veicoli reali introducendo il coefficiente di equivalenza.

$$N_{8.2} = n_{vca} \left[\frac{(1+r)^N - 1}{r} \right] * 3.65 * C_{SN} = T^N * C_{SN} \quad [10]$$

La prima parte della formula [10], ovvero il numero di veicoli commerciali transitanti sulla corsia più lenta, alla fine della vita utile (TN), è già stata determinata nei capitoli precedenti.

Occorre ora determinare il numero di assi standard equivalenti e per far ciò bisogna stabilire il valore del coefficiente di equivalenza CSN e per far ciò si fa riferimento allo spettro di traffico suggerito dalle stime effettuate, qui di seguito riportato.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 37 DI 67

Spettro di traffico								
Veicolo [-]	Tipo [#]	n [%]	asse [-]	P [kN]	B _i [#]	A _i [#]	CSN _i [#]	n ? CSN [#]
autocarri leggeri	1	58,0%	S	10	0,402	3,367	0,00043	0,00025
			S	20	0,412	2,284	0,00520	0,00302
	2	0,0%	S	15	-	-	-	-
S			30	-	-	-	-	
autocarri medi e pesanti	3	8,0%	S	40	0,480	1,110	0,07757	0,00621
			S	80	1,040	0,000	1,00000	0,08000
	4	8,0%	S	50	0,555	0,744	0,18019	0,01441
S			110	2,108	-0,534	3,42362	0,27389	
autocarri pesanti	5	2,0%	S	40	0,480	1,110	0,07757	0,00155
			Tnd	160	1,040	-0,138	1,37554	0,02751
	6	2,0%	S	60	0,667	0,454	0,35125	0,00702
Tnd			200	1,671	-0,508	3,21854	0,06437	
autotreni e autoarticolati	7	4,0%	S	40	0,480	1,110	0,07757	0,00310
			S	90	1,319	-0,192	1,55592	0,06224
			S	80	1,040	0,000	1,00000	0,04000
			S	80	1,040	0,000	1,00000	0,04000
	8	3,0%	S	60	0,667	0,454	0,35125	0,01054
			S	100	1,671	-0,369	2,33983	0,07020
			S	100	1,671	-0,369	2,33983	0,07020
			S	100	1,671	-0,369	2,33983	0,07020
	9	1,0%	S	40	0,480	1,110	0,07757	0,00078
			Tnd	160	1,040	-0,138	1,37554	0,01376
			Tnd	160	1,040	-0,138	1,37554	0,01376
			S	60	0,667	0,454	0,35125	0,01054
10	3,0%	Tnd	180	1,319	-0,330	2,14024	0,06421	
		Tnd	200	1,671	-0,508	3,21854	0,09656	
11	0,0%	S	40	-	-	-	-	
		S	100	-	-	-	-	
		Trd	240	-	-	-	-	
12	1,0%	S	60	0,667	0,454	0,35125	0,00351	
		S	110	2,108	-0,534	3,42362	0,03424	
		Trd	270	1,319	-0,411	2,57907	0,02579	
mezzi d'opera	13	0,0%	S	50	-	-	-	-
			S	120	-	-	-	-
			Trd	390	-	-	-	-
autobus	14	10,0%	S	80	1,040	0,000	1,00000	0,10000
			S	40	0,480	1,110	0,07757	0,00776
	15	0,0%	S	100	-	-	-	-
			S	60	-	-	-	-
	16	0,0%	S	80	-	-	-	-
S			50	-	-	-	-	
STANDARD	-	100%	S	80	1,040	-	-	1,21558

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 38 DI 67

Il coefficiente di equivalenza tra il generico asse reale, caratterizzato da un peso P_i e tipologia T_i , e l'asse singolo standard da 8,2 ton ed è definito dalla seguente relazione:

$$C_{SNi} = C_{SN} (P_i, T_i, PSI_f, SN) = 10^{-A} \quad [11]$$

Il valore del coefficiente A vale:

$$A = \left\{ 4.79 \times [\log(18 + 1) - \log(0.225 \times P_i + T_i)] + 4.33 \times \log(T_i) + \frac{G}{B_i} - \frac{G}{B^*} \right\} \quad [12]$$

dove:

- P_i è il peso complessivo dell'asse o set di assi (singolo, tandem, tridem) in kN;
- T_i indica la tipologia dell'asse e assume valore 1 per assi singolo, 2 per assi tandem e 3 per assi tridem;
- B_i è un parametro funzione, anche tra le altre cose dello Structural number (SN), già determinato in precedenza; B_i l'espressione è la seguente:

$$B_i = 0.40 + \frac{0.081 \times (0.255 \times P_i \times T_i)^{3.23}}{\left(\frac{SN}{2.54} + 1\right)^{5.19} \times T_i^{3.23}} \quad [13]$$

- B^* è il valore che assume B_i per l'asse singolo da 8.2 ton =80 kN;
- G è un coefficiente funzione degli indici di servizio e vale:

$$G = \log \left(\frac{4.2 - PSI_f}{2.7} \right) \quad [14]$$

Per tanto detta n_i la percentuale relativa del veicolo i -esimo nello spettro di traffico considerato (ad esempio se il veicolo i -esimo ha una frequenza del 10%, n_i sarà uguale a 0,10) il coefficiente di equivalenza medio di tale spettro di traffico sarà uguale a:

$$C_{SN} = \sum_i (n_i \times C_{SNi}) \quad [15]$$

I calcoli svolti per la determinazione del coefficiente medio di equivalenza sono esposti nella tabella precedente ed il traffico commerciale che transitano sulla corsia più carica durante la vita utile è:

Traffico in assi standard				
PSI _i	PSI _f	G	CSN	N _{8,2}
[#]	[#]	[#]	[#]	[#]
4,2	2,5	-0,20	1,2156	2.047.793

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 39 DI 67

Il Traffico Sopportabile

Noti i parametri di progetto di cui si è detto sopra è possibile determinare attraverso la formula di regressione [3], il traffico sopportabile in termini di assi standard equivalenti da 8,2 ton. In particolare tali parametri sono riassunti di seguito, ricordando che la vita utile è fissata pari a 20 anni e che le condizioni climatiche sono quelle tipiche dell'Italia meridionale (zone con clima asciutto e piogge estive frequenti):

Calcolo della resistenza in assi standard					
R	Z _r	S ₀	Log (W _{8,2})	W _{8,2}	W _{8,2} > N _{8,2}
[%]	[#]	[#]	[#]	[#]	[-]
85,00%	-1,037	0,45	6,45	2.806.781	OK!

La verifica della pavimentazione risulta soddisfatta in quanto il numero W_{8,2} di passaggi di assi equivalenti da 8,2 tonnellate, sopportabili dalla pavimentazione, è maggiore del numero N_{8,2} di passaggi di assi equivalenti previsti nell'arco della vita utile della pavimentazione.

La vita utile della pavimentazione ovvero gli anni in cui la pavimentazione può sopportare il numero dei passaggi del tipo di traffico previsto è di 26 anni.

A parità di traffico, la pavimentazione del progetto definitivo sarebbe stata **NON VERIFICATA A 20 ANNI** e sufficiente solo per 15 anni.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	40 DI 67

11 ELEMENTI DI RITENUTA

11.1 La normativa vigente

La progettazione degli elementi di ritenuta per il progetto esecutivo è stata condotta in ottemperanza della normativa vigente, di cui si riporta un elenco dei dispositivi di legge pertinenti di seguito.

- D.M. 18/2/1992 n. 223:

Con il D.M. 223/92 il progetto delle barriere di sicurezza viene affrontato per la prima volta in termini di:

- adeguatezza strutturale della barriera, senza distacco di elementi;
- contenimento dei veicoli, senza ribaltamento o scavalcamento;
- sicurezza per gli occupanti del veicolo;
- traiettoria di rinvio del veicolo < 1/3 angolo di impatto.

Un aspetto di fondamentale importanza che viene introdotto nel presente decreto prevede che, per le nuove strade pubbliche extraurbane e per quelle urbane con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h, nonché nei casi di adeguamento di tratti significativi di tronchi stradali esistenti, oppure nei casi di ricostruzione e riqualificazione di parapetti di ponti e viadotti situati in posizione “pericolosa per l’ambiente esterno alla strada e per l’utente stradale”, i progetti esecutivi debbano essere obbligatoriamente dotati di un elaborato progettuale redatto da un ingegnere professionista.

- D.M. del 3 giugno 1998:

Le modifiche e le integrazioni introdotte dalla normativa in questione riguardano in particolare l’introduzione di nuovi sistemi di ritenuta quali gli attenuatori d’urto e i terminali speciali e la nuova classificazione e valutazione prestazionale dei dispositivi, primi fra tutti il Livello di contenimento (Lc) e l’Indice di severità dell’accelerazione (ASI).

- D.M. 21/06/2004 n. 2367

Con il presente decreto viene introdotta una nuova integrazione della norma che comporta un aggiornamento delle precedenti istruzioni tecniche e il recepimento ufficiale delle norme UNI EN 1317 (nelle parti 1, 2, 3, 4) che individuano la “classificazione prestazionale dei dispositivi di sicurezza nelle costruzioni stradali, le modalità di esecuzione delle prove d’urto e i relativi criteri di accettazione”.

- Circolare n° 62032 del 21/7/2010

Di notevole interesse è la Circolare n° 62032 del 21/7/2010 con la quale il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha chiarito alcune questioni sulla corretta applicazione delle norme relative alla progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.

Gli aspetti trattati riguardano il campo di applicazione del D.M. 18/2/1992, le tipologie di barriere, la destinazione e gli sviluppi minimi delle installazioni, la classe minima del dispositivo, la corretta applicazione della larghezza operativa e dello spazio di lavoro, la protezione di punti singolari, l’adattamento dei dispositivi alla sede stradale e la conformità degli stessi e delle modalità di installazione (Manuale per l’utilizzo e l’installazione del prodotto).

- D.M. n.253 del 28/6/2011

Il 28/6/2011 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti emana il D.M. “Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”, necessario per regolamentare la transizione verso la marcatura CE per la caratterizzazione dei prodotti. In esso si stabilisce che, in virtù della norma europea armonizzata EN 1317, dal 1/1/2011 i dispositivi di ritenuta utilizzati e installati debbono essere dotati di marcatura CE rilasciata da un organismo notificato e di dichiarazione CE di conformità rilasciata dal produttore o dal mandatario.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	41 DI 67

Il Decreto prevede anche l'aggiornamento delle Istruzioni tecniche per l'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale, riguardante anche i controlli in fase di accettazione e di installazione dei dispositivi medesimi, precisando che nel frattempo restano in vigore le Istruzioni del D.M. 21/6/2004.

➤ D.M. del 1/4/2019: Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM)

Il decreto disciplina l'installazione dei dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti (DSM) sulle barriere metalliche. I dispositivi devono essere montati sulle barriere metalliche installate o da installare lungo il ciglio esterno della carreggiata su tutte le strade ad uso pubblico nei tratti di curva circolare aventi un raggio minore di 250 m. Il tratto da proteggere si estende oltre la curva circolare alle due estremità di almeno R/10 m e comunque non inferiore a 10 m.

11.2 I dispositivi di ritenuta adottati per il progetto esecutivo

Nel progetto definitivo si era optato per i dispositivi di sicurezza riportati nelle tabelle seguenti – differenziati per ciglio sinistro e destro –.

Tabella 11.1 – Barriere di sicurezza

Ciglio [-]	Tipologia [-]	Lunghezza [m]
sinistro	bordo laterale classe H2	370
	bordo laterale classe H3	40
	bordo laterale classe H4	70
destro	bordo laterale classe H2	370
	bordo laterale classe H3	40
	bordo laterale classe H4	70

Tabella 11.2 – Reti antivandalismo

Ciglio [-]	Tipologia [-]	Lunghezza [m]
sinistro	isolate, H=2,00m	20
	integrate su barriera, H=3,50m	50
destro	isolate, H=2,00m	20
	integrate su barriera, H=3,50m	50

Nella progettazione esecutiva, si è recepita la normativa vigente. La scelta delle classi delle barriere da installare è funzione del Traffico Giornaliero Medio Annuale (TGM) e della percentuale di mezzi pesanti aventi una massa superiore a 3500 kg. Le norme definiscono tre diverse tipologie di traffico, riportate nella tabella successiva:

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 42 DI 67

Tabella 11.3 – Tipologie di traffico

Tipo di traffico [-]	TGM [veicoli/giorno]	Veicoli con massa > 3,5t [%]
I	≤ 1000	qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < N ≤ 15
III	> 1000	> 15

In relazione a queste e al tipo di strada in esame, s'individuano le classi minime dei dispositivi di ritenuta stradale da adottare:

Tabella 11.4 – Classi dei dispositivi di ritenuta da adottare in funzione delle tipologie di strada e di traffico

Tipo di strada [-]	Tipo di traffico [-]	Barriere Spartitraffico [-]	Barriere Bordo Laterale [-]	Barriere Bordo Ponte [-]
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
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

Secondo normativa vigente, con un traffico tipo III (15% veicoli >3.5t), per il cavalcavia di via San Marco andrebbero utilizzate barriere bordo ponte tipo H2 nel tratto di scavalco e tipo H1 per le barriere bordo laterale poste sul rilevato.

Il Manuale di progettazione del corpo stradale della Rete Ferroviaria Italiana (parte XI Linee guida per la sicurezza nell'affiancamento strada ferrovia), al punto 11.3.2.1-Cavalcaviaferrovia, prescrive (commi 2 e 3) che "il bordo della carreggiata stradale (sui cavalcavia ferrovia) sia delimitato da una barriera di sicurezza tipo -bordo ponte- di classe H4 e che la barriera dovrà estendersi oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti per i quali possa essere ragionevolmente escluso il rischio di conseguenze disastrose derivanti dalla fuoriuscita dei veicoli dalla carreggiata"

Inoltre i commi 4 e 5 prescrivono che "Qualora i cavalcavia ferrovia siano dotati di percorsi pedonali laterali, occorrerà verificare che questi abbiano dimensioni adeguate a contenere la configurazione deformata della barriera di sicurezza. Qualora i cavalcavia ferrovia non siano dotati di percorsi pedonali laterali, deve essere verificato che le barriere siano poste in opera ad un'adeguata distanza dal bordo dei cavalcavia ferrovia al fine di prevedere che il sistema stradale di contenimento deformato sia comunque sempre contenuto nell'impalcato e che le barriere siano sormontate da una rete di protezione dell'altezza di 3.50m, al fine di trattenere eventuali oggetti di piccole dimensioni caduti dagli automezzi."

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	43 DI 67

I bordi dei cavalca ferrovia sulle linee elettrificate dovranno essere muniti di parapetti con reti di protezione alti 2.00m di cui 1.00m di tipo cieco (punto 3.13.2-Reti e protezioni della Parte III del Manuale di progettazione dei ponti).

Il tratto sul rilevato ove occorre installare obbligatoriamente le barriere H4 bordo ponte su cordolo deve essere lungo più di 20 m della lunghezza di scavalco, a monte e vale dello stesso, per cui la lunghezza complessiva della barriera H4 bordo ponte sarà pari a 60m; lunghezza sullo scatolare (20m) + 20 m a monte e 20 m a valle dello scatolare.

In base al DM 21/06/04 le protezioni devono in ogni caso essere effettuate per la estensione almeno pari a quella installata nella prova al vero. Quando non è possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata, è possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta H3 nel solo caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale.

In tale caso la estensione della barriera composita sarà almeno pari alla maggiore della lunghezza di prova delle due barriere, variabile in genere da 80 a 95m.

Nel caso specifico del presente progetto tale estensione viene richiesta da ITF pari o superiore a 90 m.

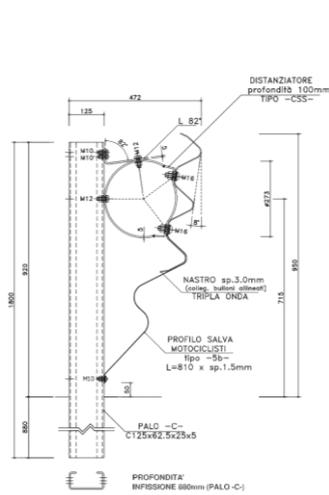
Per la definizione delle lunghezze di installazione è necessario prevedere una tipologia di barriere già certificate. Si prende a riferimento per il progetto delle barriere di ritenuta quelle tipo Anas che sono state testate su una lunghezza di 80 sia per la barriera H4Bp sia per quella H3Bl.

Si ricorda che nella fase di progetto esecutivo delle barriere si fa riferimento alle caratteristiche prestazionali e alle prove eseguite dalla casa costruttrice, mentre in fase di realizzazione tutti i calcoli di verifica, necessari per la posa in opera delle barriere, anche se utilizzano le barriere previste nel progetto esecutivo, devono essere effettuate direttamente dai Produttori incaricati e consegnati prima della posa della barriera alla direzione dei lavori.

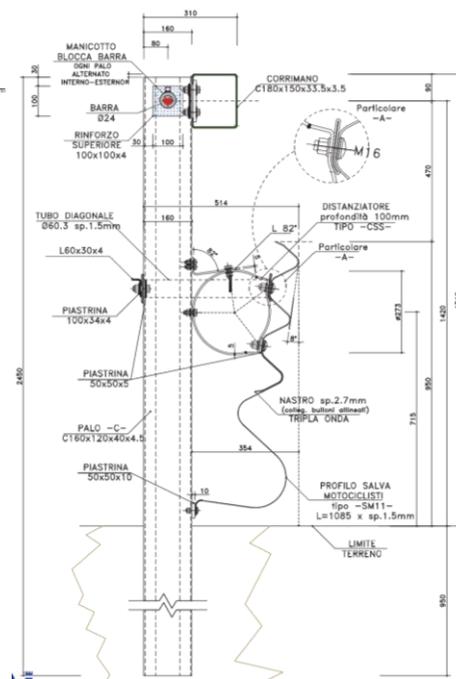
Tabella 11.5 – Le caratteristiche delle barriere Anas adoperate

Barriera	Crash test	Energia cinetica	L	L _{ridotta}	W _m	W _m	D _m	V _{im}	V _{im}	ASI	ASI	THIV	Terreno
[-]	[-]	[kJ]	[m]	[m]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]	[-]	[#]	[km/h]	[-]
H2BL	TB11	40.6	91.0	55.0	W2	0.8	0.4	-	-	A	1.0	25.0	A1-A
	TB51	288.0	91.0	55.0	W5	1.7	1.6	VI7	2.3	-	-	-	A1-A
H3BL	TB11	40.6	80.0	50.0	W2	0.8	0.4	-	-	B	1.1	31.0	A1-A
	TB61	462.1	80.0	50.0	W5	1.7	1.3	VI6	2.1	-	-	-	A1-A
H4BP	TB11	40.6	80.0	50.0	W2	0.7	0.2	-	-	B	1.2	33.0	-
	TB81	724.0	80.0	50.0	W5	1.7	1.1	VI8	2.6	-	-	-	-

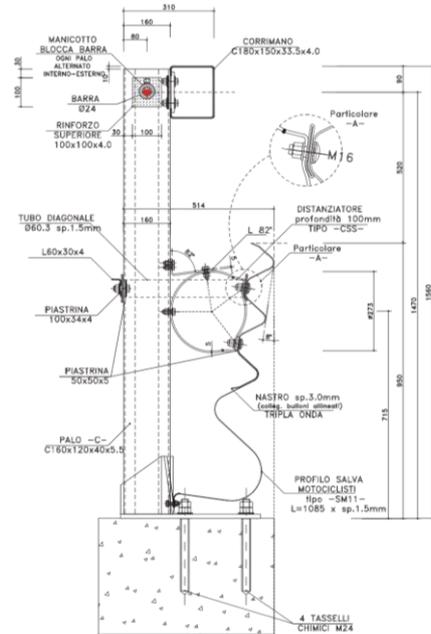
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 44 DI 67



H2 BL



H3 BL



H4 BP

In quest'ottica, prevedendo di utilizzare barriere tipo "Anas" i dispositivi di ritenuta da installare sono:

- bordo ponte con rete integrata antilancio alta 3.50m, classe H4 (W5) interasse 1.5m: lungo l'opera di attraversamento (galleria artificiale) della linea ferroviaria RFI e sul cordolo posto sul rilevato per uno sviluppo di 70 m su ciascun ciglio – Sviluppo totale 140 m;
- transizione H4BP-H3BL lunga 4.5m per garantire prestazioni strutturalmente continue tra le due tipologie di barriere, per uno sviluppo complessivo di 18m (4.5mx4)
- bordo laterale classe H3BL (W5), interasse 1.50m per uno sviluppo di 12.00 m su ciascun ciglio – Sviluppo totale 48 m (12.00x4)
- transizione H3BL-H2BL lunga 13.5m per garantire prestazioni strutturalmente continue tra le due tipologie di barriere, per uno sviluppo complessivo di 54m (13.5mx4)
- bordo laterale, classe H2 (W5), interasse 2.25m: lungo i tratti in rilevato di altezza superiore ad 1 m con uno sviluppo totale di 804 m (261+153+30+94.5+265.5);
- Tratto di raccordo inclinato con le barriere N2BL della rotatoria di viale Mennea della lunghezza di 1.0m con uno sviluppo totale di 2m

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

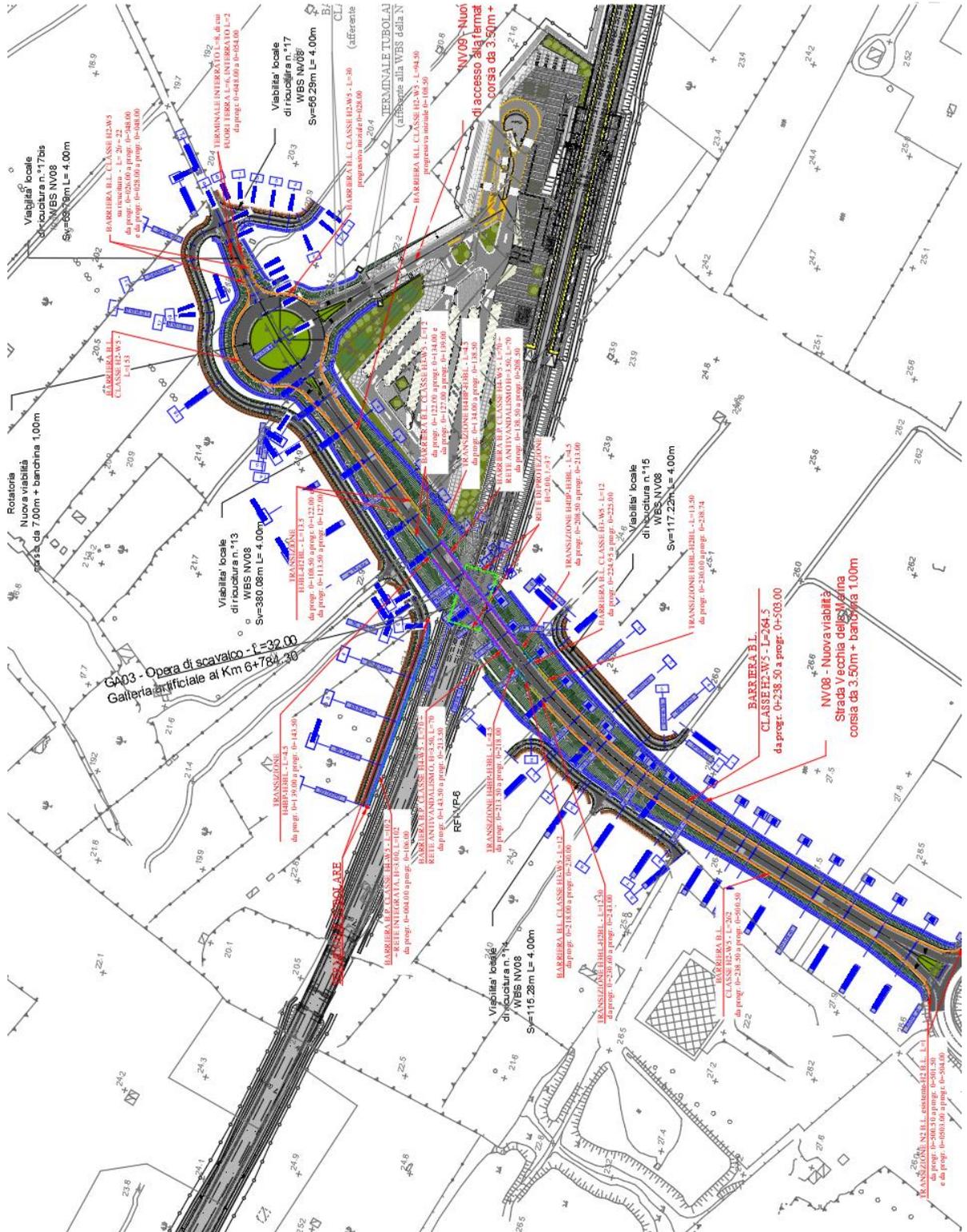
Mandatario: Mandante:

RPA srl Technital Spa HUB Engineering Scarl

PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	45 DI 67

NV08 – Relazione tecnica



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	46 DI 67

Tabella 11.6 – Dispositivi di sicurezza utilizzati

Barriera [-]	Tipo [-]	Lunghezza [m]
H4BP	con rete antilancio integrata, H=3,50 m	140
H4BP-H3BL	transizione	18
H3BL	-	48
H3BL-H2BL	transizione	54
H2BL	-	804
H2BL-N2BL	Raccordo nastro inclinato	2

La lunghezza delle barriere su ciascun ciglio in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, composte da H4 bordo ponte e H3 bordo laterale, è lungo 103m (70m+ 2x4.5+2x12)

Inoltre, in ottemperanza al Manuale di Progettazione "Ponti" di RFI, Parte III: Prescrizioni tecniche per i cavalcaferrovia (Codifica RFI_DINIC_MA_PO_00_001_B), gli impalcati e le gallerie artificiali dovranno essere muniti di parapetti con reti di protezione.

Nello specifico, per le parti sovrastanti linee elettrificate, i parapetti dovranno essere di tipo cieco per l'altezza di m 1.00 e sormontati da reti di protezione di tipo aperte (a rete) dell'altezza di un ulteriore metro. La lunghezza complessiva delle reti di protezione cieche ed aperte sono di 74m (vedasi l'apposita planimetria degli elementi di ritenuta).

Piuttosto che a prevenire la caduta di oggetti sulla sede ferroviaria, tale prescrizione è tesa a salvaguardare le persone da contatti accidentali con la linea elettrificata.

L'installazione delle barriere bordo ponte H4 sul rilevato stradale e sulla galleria artificiale verrà effettuata mediante un "banchettone" laterale in cls armato,

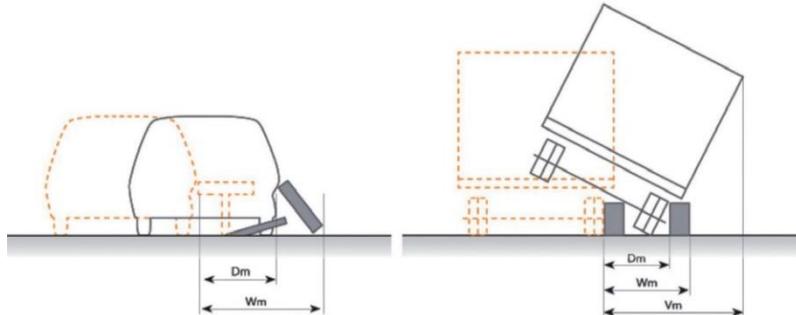
11.3 Verifica degli spostamenti trasversali degli elementi della barriera e dei veicoli

I parametri relativi agli spostamenti trasversali degli elementi della barriera e del veicolo sono:

- Deflessione Dinamica (Dm), definita come "il massimo spostamento dinamico trasversale del fronte del sistema di contenimento";
- Larghezza operativa (Wm), definita come "la distanza tra la posizione iniziale del fronte del sistema di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema";
- Intrusione del veicolo (VIm), tipica degli autocarri, la quale misura la distanza tra la posizione iniziale del fronte lato strada della barriera di sicurezza e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del veicolo.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	47 DI 67

Figura 11.1 – Schematizzazione di deflessione dinamica D_m , larghezza operativa W_m e intrusione del veicolo V_m



I livelli di larghezza operativa e di intrusione definiti dalle norme vigenti sono riportati nelle tabelle seguenti:

Tabella 11.7 – Livelli di larghezza operativa definiti dalle norme vigenti

Classi con larghezza operativa normalizzata	W_m
[-]	[m]
W1	$\leq 0,6$
W2	$\leq 0,8$
W3	$\leq 1,0$
W4	$\leq 1,3$
W5	$\leq 1,7$
W6	$\leq 2,1$
W7	$\leq 2,5$
W8	$\leq 3,5$

Tabella 11.8 – Livelli di intrusione definiti dalle norme vigenti

Classi di intrusione veicolo normalizzati	V_m
[-]	[m]
VI1	$\leq 0,6$
VI2	$\leq 0,8$
VI3	$\leq 1,0$
VI4	$\leq 1,3$
VI5	$\leq 1,7$
VI6	$\leq 2,1$
VI7	$\leq 2,5$
VI8	$\leq 3,5$
VI9	$> 3,5$

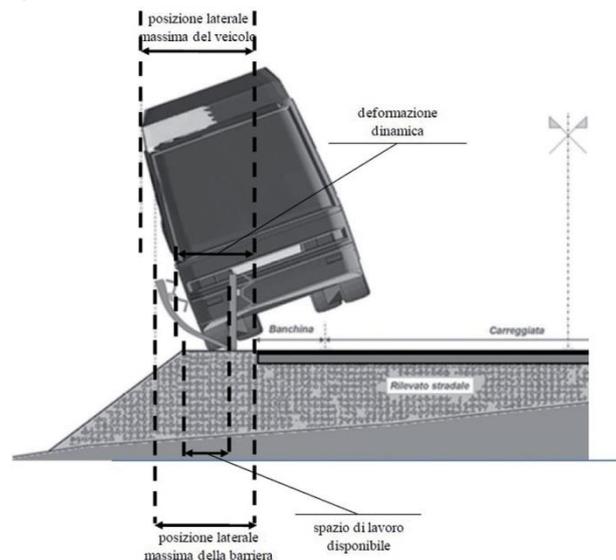
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 48 DI 67

Adottando barriere certificate con larghezza operativa W5 ($W_m < 1.70m$), in futuro si potranno ubicare eventuali pali di illuminazione a una distanza superiore a 2.10 m dalla piattaforma stradale.

11.4 Verifica della configurazione geometrica dell'arginello per barriere sul bordo laterale

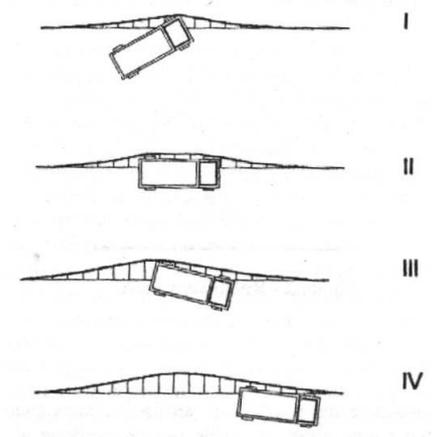
Nella progettazione delle barriere occorre assicurare un adeguato spazio di lavoro, finalizzato a garantire, sulle strade esistenti, la larghezza cinematica necessaria al veicolo in svio, ma non la resistenza meccanica in caso di impatto. Tale grandezza – schematizzata nella figura seguente nel caso di rilevato stradale – si riferisce alle condizioni di appoggio del veicolo in svio, affinché queste siano sufficienti per il corretto funzionamento della barriera; di converso, la deformazione dinamica e la larghezza operativa si riferiscono al comportamento del sistema in presenza di un veicolo in svio anche nelle sue parti in elevazione.

Figura 11.2 – Schematizzazione del mezzo in svio



La verifica della configurazione geometrica dell'arginello, in presenza di barriere installate su di esso, è finalizzata a valutare le condizioni di rollio di un mezzo in svio verso il margine del rilevato dopo l'urto.

Qualsiasi siano l'angolo e la velocità d'impatto con cui un veicolo fuori controllo urta la barriera, a seguito della collisione, ruota in modo da disporsi parallelo all'asse della barriera. Contemporaneamente, barriera e veicolo si deformano nel punto o nella zona di contatto. In questa fase diminuisce la componente della velocità trasversale alla sua direzione di marcia. Alla fine del movimento di rotazione il veicolo si dispone parallelo alla barriera, la quale raggiunge la sua massima deformazione. In questo momento la componente trasversale della velocità si è annullata. Nell'istante successivo il veicolo si allontana dalla barriera con una



APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 49 DI 67

componente di velocità trasversale che dipende dall'eventuale restituzione di deformazione da parte della barriera.

La verifica è basata su considerazioni inerenti alla stabilità trasversale del veicolo impattante che, a seguito dell'urto, si può trovare a percorrere la scarpata del rilevato per effetto della presenza di un arginello di dimensioni ridotte rispetto alla deformazione sotto urto della barriera.

La posizione del mezzo durante l'urto dipende, oltre che dalla configurazione della scarpata, dalla deformazione trasversale dinamica della barriera (la massima registrata durante la prova di crash) e dalla configurazione geometrica del mezzo impattante.

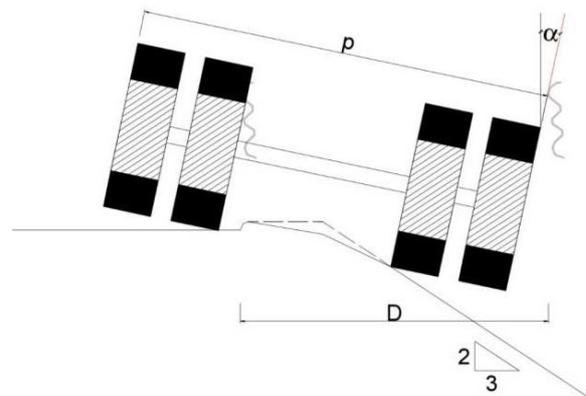
Per quanto concerne il mezzo in svio le verifiche sono state effettuate facendo riferimento allo spostamento dinamico trasversale del fronte del sistema di contenimento (Deflessione Dinamica) desunto dal crash-test TB51 (Autobus), TB61 (Autocarro) e TB81 (Autoarticolato) delle barriere di progetto adottate.

Tabella 11.9 – Verifiche del mezzo in svio

Classe Barriera	Prova effettuata	Velocità	Angolo d'impatto	Massa del veicolo	Tipo di veicolo	Deformazione Dinamica
[-]	[-]	[km/h]	[°]	[kg]	[-]	[m]
H2BL	TB51	70	20	13000	Autobus	1.60m
H2BP	TB51	70	20	13000	Autobus	1.00m
H3BP	TB61	80	20	16000	Autocarro	1.20m
H4BP	TB81	65	20	38000	Autoarticolato	1.10m

Per verificare la stabilità del mezzo in svio è necessario stimare l'angolo d'inclinazione del mezzo (α) nell'ipotesi che il veicolo mantenga il contatto con la superficie stradale e con quella dell'arginello (o della scarpata) e che non avvenga la rottura dell'asse del veicolo stesso.

Figura 11.3 – Schematizzazione del mezzo in svio; D , p e α sono rispettivamente deformazione dinamica della barriera, distanza tra i punti più esterni delle ruote e angolo d'inclinazione del veicolo impattante



L'angolo d'inclinazione del mezzo è da calcolare per le barriere di riferimento, stimando (per ogni classe) l'accelerazione trasversale conseguente all'inclinazione del mezzo. I valori limite di accelerazione

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	50 DI 67

trasversale per i quali si considera assai probabile il ribaltamento di un mezzo pesante sono stati assunti, in campo dinamico, pari a 0.2-0.3 g.

La larghezza massima di un veicolo pesante commerciale è 2.50 m. La larghezza di un veicolo sulla carreggiata dopo un incidente su una barriera bordo laterale H2 con deformazione dinamica di 1.6m risulta di 0.90 m (2.5-1.6), maggiore della larghezza delle ruote gemellate di sinistra dell'autobus (0.70 m).

L'arginello è largo 1.25 e la pendenza del rilevato è di 3/2 (orizzontale/verticale). Le ruote di destra del veicolo si abbassano di 23 cm

$$\frac{1.60 - 1.25}{1.5} = 0.23$$

e il veicolo si inclina sulla scarpata del 14.4%,

$$\frac{0.23}{1.60} \cdot 100 = 14.375$$

con un angolo di inclinazione di 8.2°, senza ribaltarsi.

Inoltre, la bozza pre-normativa delle nuove istruzioni tecniche dei criteri di installazione delle barriere di sicurezza stradali – redatta nel 2014 ma non ancora approvata –, fornisce, nel caso le prove al vero non siano state realizzate su rilevato, ma in piano (come è il test delle barriere Anas), una semplice verifica della tenuta dell'arginello a sopportare il passaggio delle ruote di un mezzo pesante durante la fase di deformazione della barriera (dopo l'impatto), quando il veicolo rallenta e striscia sulla barriera muovendosi parallelo alla barriera oltre il ciglio stradale.

Figura 11.4 – Prova di crash test



Le istruzioni pre-normative stabiliscono (art.7- Criteri di progettazione- C.1 Margine esterno) che *“la larghezza del tratto sub-orizzontale dell'arginello, necessario per garantire la stabilità del veicolo in svio, deve essere almeno pari alla deflessione dinamica massima della barriera, ridotta di 70 cm per le prove con veicoli pesanti e di 20 cm per le prove con i veicoli leggeri”*.

Gli arginelli previsti in progetto hanno una larghezza minima di 1.25m. La deformazione dinamica massima delle barriere adottate, relativa alla barriera Anas H2BL è pari a 1.60 m. Lo spazio necessario per garantire la stabilità del veicolo in svio risulta di 0.90m,

$$1.60 - 0.70 = 0.90$$

inferiore a 1.25 m dello spazio disponibile sul margine laterale. Dunque, con le scelte progettuali delle barriere e della configurazione geometrica dell'arginello e del rilevato viene scongiurato il pericolo di

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	51 DI 67

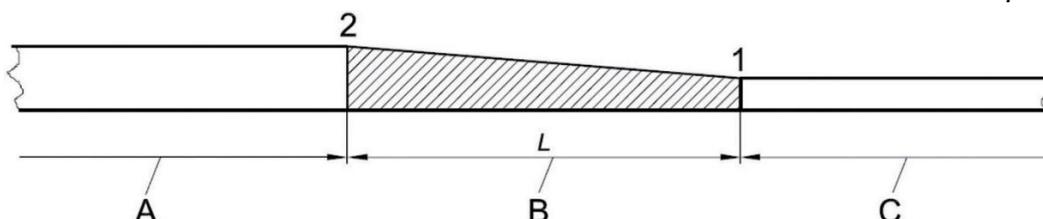
instabilità del mezzo in svio e viene garantita anche un'adeguata larghezza del rilevato a tergo della barriera per movimentare la spinta passiva necessaria per il corretto funzionamento della barriera bordo rilevato.

11.5 Le transizioni fra le barriere

Quando avviene il passaggio tra diverse tipologie e classi di barriere presenti lungo il margine stradale occorre garantire la continuità delle prestazioni di sicurezza (in termini di contenimento e severità dell'urto) attraverso opportuni elementi di transizione longitudinale appositamente progettati, che consentono la connessione tra barriere adiacenti.

La Normativa UNI ENV 1317-4 definisce transizione "un elemento da interporre tra due barriere di sicurezza aventi diversa sezione trasversale o differente rigidità laterale, affinché sia garantito un contenimento continuo".

Figura 11.5 – Schematizzazione della transizione tra barriere adiacenti di differenti prestazioni



L'obiettivo della transizione (B) è quello di fornire una variazione graduale di rigidità e di contenimento nel passaggio dalla prima (A) alla seconda barriera (C), aventi differente sezione trasversale o diversa rigidità laterale. L'impiego delle transizioni consente, pertanto, di evitare pericolose discontinuità nel passaggio da una tipologia di barriera ad un'altra, offrendo al veicolo in svio le medesime prestazioni di sicurezza in qualsiasi punto della barriera. Le transizioni sono adottate nel passaggio tra barriere:

- caratterizzate dallo stesso materiale, ma con sezione trasversale diversa (da doppia onda a tripla onda e viceversa);
- realizzate in materiali differenti (da acciaio a calcestruzzo e viceversa);
- con rigidità laterale diversa (da barriera bordo laterale a bordo ponte e viceversa).

Al fine di installare correttamente gli elementi di transizione tra barriere con prestazioni diverse, occorre attenersi a quanto prescritto dall'art. 6 del DM 21/06/2004, che recita: "Il progettista dovrà inoltre curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi alla sede stradale in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l'adeguato posizionamento dei terminali, interferenza e/o integrazione con altri tipi di barriere, ecc.".

Per il loro sviluppo progettuale si prende a riferimento la Normativa UNI EN 1317-4, che fornisce delle indicazioni utili per lo sviluppo degli aspetti progettuali delle transizioni, nonché per le verifiche di dettaglio delle stesse, fungendo da guida su quelli che sono le regole e i parametri da rispettare per un corretto dimensionamento. In generale, in quanto elementi di collegamento tra barriere di tipo e classe diversa, le transizioni devono rispondere a specifici requisiti di carattere geometrico e funzionale.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 52 DI 67

Innanzitutto, la rigidezza all'interno di qualunque tipo di transizione deve variare gradualmente da quella del sistema meno rigido a quella del più rigido. Teoricamente, la lunghezza L_t della transizione dovrebbe essere almeno pari a 12.5 volte la differenza tra le deformazioni dinamiche delle due barriere accoppiate.

$$L_t = 12.5 \cdot \Delta D_m$$

Nel caso di barriere di classe diversa, la lunghezza è definita come 12.5 volte la differenza tra le deflessioni dinamiche della barriera di classe inferiore e quella di classe superiore preventivamente convertita in una "deflessione equivalente" alla classe inferiore per mezzo dei coefficienti k – che fungono da fattori di riduzione – riportati nella tabella seguente.

Pertanto, le lunghezze minime teoriche delle transizioni per le barriere di progetto sono le seguenti.

Tabella 11.10 – Lunghezze minime per gli elementi di transizione

Barriera	Dm	Barriera	Dm	k	Dm _{eq}	ΔDm	L
[-]	[m]	[-]	[m]	[#]	[m]	[m]	[m]
H3BL	1.3	H4BP	1.1	0.90	0.99	0.31	3.88
H2BL	1.6	H3BL	1.3	0.50	0.65	0.95	11.88

Nelle figure seguenti sono rappresentate le transizioni tipo ANAS H3BL-H2BL, con uno sviluppo complessivo di 13.5 m, le transizioni H4BP-H3BL di 4.5m ed il collegamento fra le barriere H2BL di progetto e quelle esistenti, tipo N2BL, esistenti lungo il bordo della rotatoria del viale Mennea.

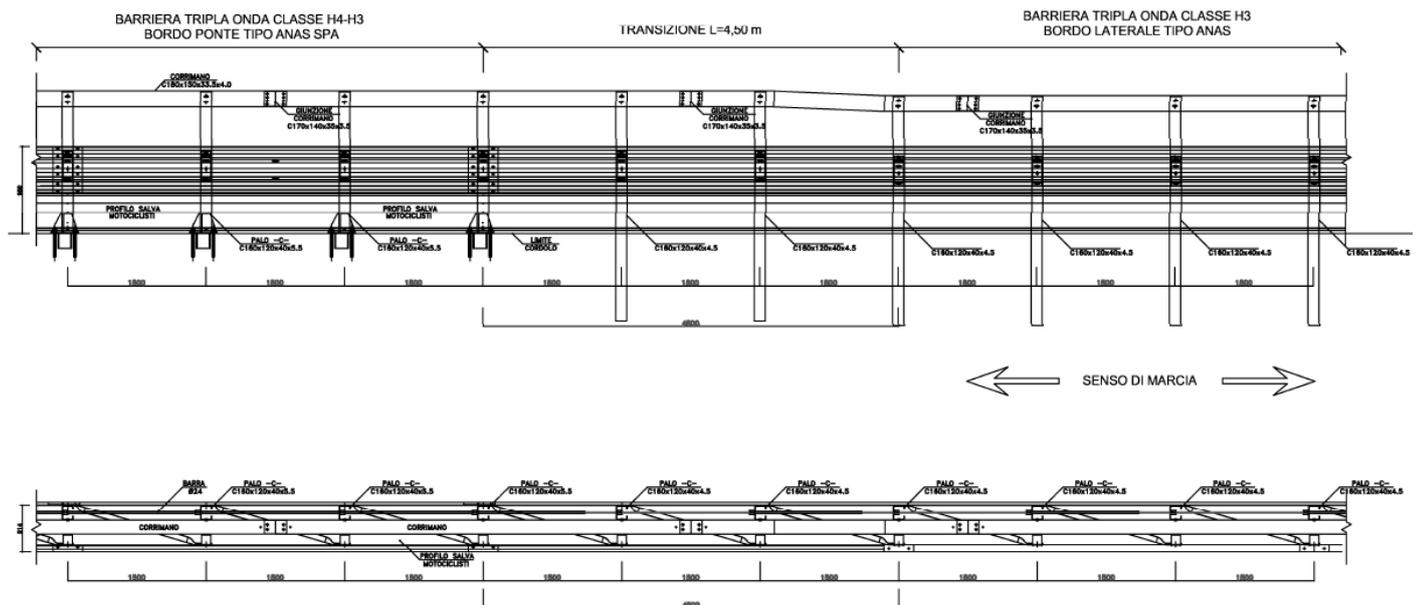
Il collegamento tra gli elementi longitudinali "resistenti" delle due barriere deve essere fatto per mezzo di elementi di raccordo inclinati sul piano verticale di non più dell'8% (circa 4.6°) e non più di 5° sul piano orizzontale. In tal senso, si considerano elementi longitudinali resistenti: la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale e i profilati aventi funzione strutturale. Non sono invece considerati elementi strutturali resistenti: i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento (arretrato in modo sostanziale rispetto alla lama sottostante) e i correnti inferiori para ruota.

Tutte le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi e i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere.

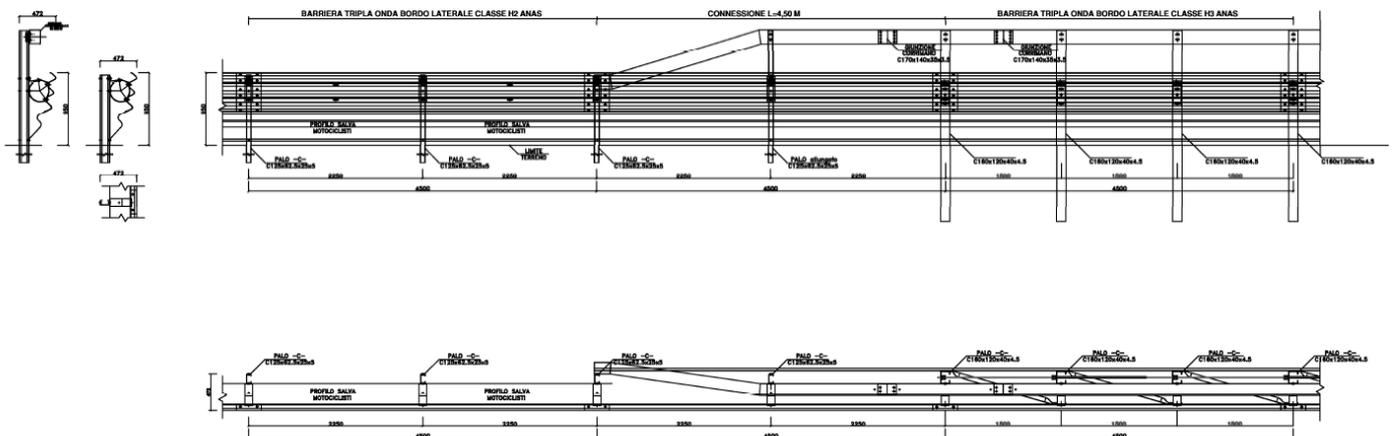
Il livello di contenimento della transizione è da considerare equivalente alla classe minore tra quelle delle due barriere accoppiate e la transizione stessa dovrà pertanto essere realizzata al di fuori del tratto ove si rende necessaria la protezione di classe maggiore.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 53 DI 67

Transizione H4 BP – H3 BL



Transizione H3 BL – H2 BL



Transizione barriere N2BL esistente – H2BL

Il collegamento fra i nastri delle due barriere avviene con un tratto speciale di raccordo inclinato di 8° e lungo 1.00m per unire le 3 onde dell'H2 con le 2 onde della N2.

APPALTATORE:
D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI
GENERALI s.r.l.

RIASSETTO NODO DI BARI

PROGETTISTA:

TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA
BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

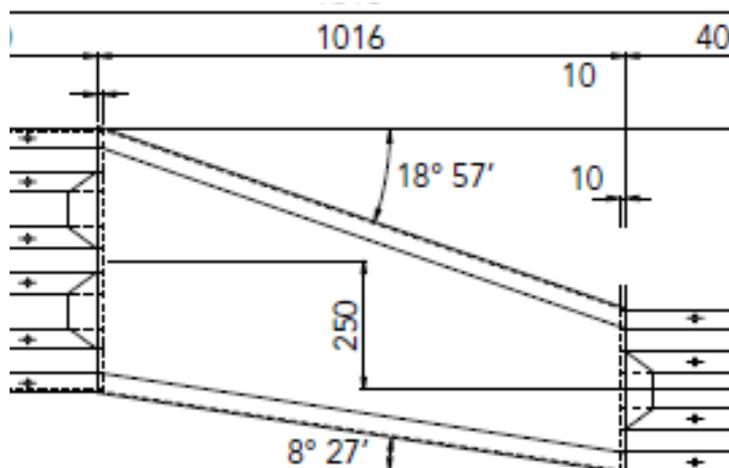
Mandataria: Mandante:

RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl

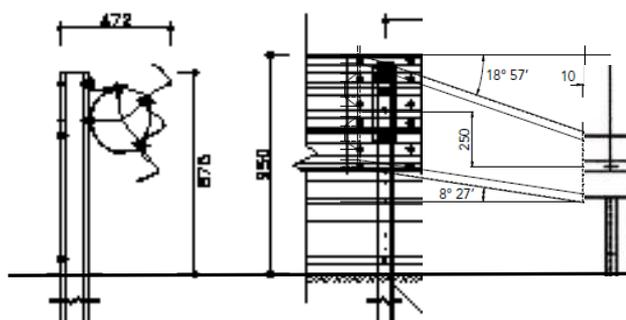
PROGETTO ESECUTIVO:

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	54 DI 67

NV08 – Relazione tecnica



BARRIERA INZBL
TRANSIZIONE



Barriera esistente sulla rotonda di viale Mennea

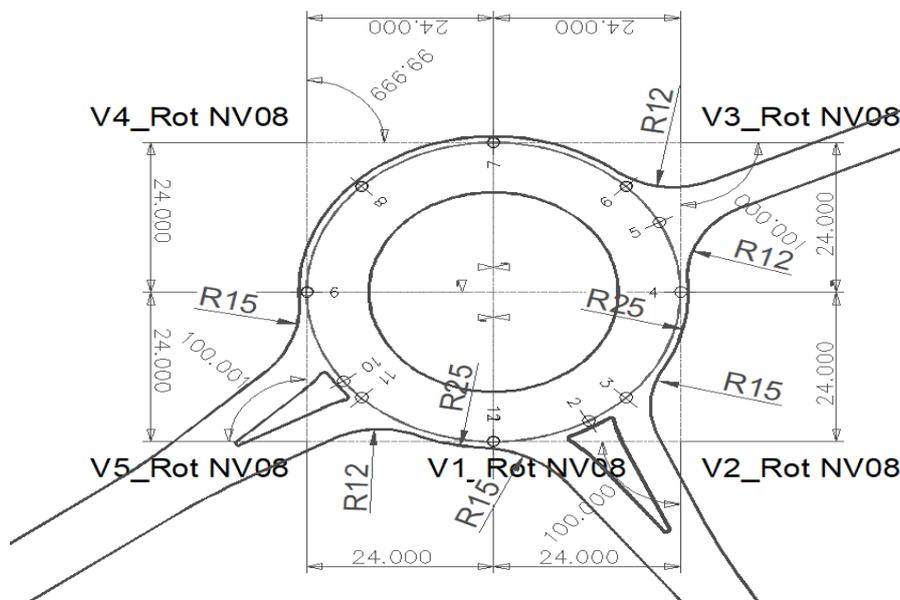
APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 55 DI 67

12 PROGETTAZIONE DELLA ROTATORIA

La rotatoria posta all'inizio della strada di adeguamento Marina Vecchia ha la funzione di separare i flussi dei veicoli in transito lungo la strada Marina Vecchia con i flussi dei veicoli diretti alla nuova stazione ferroviaria di Triggiano ed al parcheggio antistante.

L'anello della rotatoria, prevista dal progetto definitivo, presenta un raggio interno di 17 m con una larghezza della piattaforma di 8.00 m (Banchina in sinistra 1.00 m+ corsia 6.00 m + banchina in destra 1.00 m) con i cigli di bordo dell'aiuola centrale non sormontabili e con velocità di progetto di massimo 30km/ora.

Figura 12.1 – Rotatoria di progetto



Per il progetto degli elementi geometrici della rotatoria e la verifica delle distanze di visibilità, si sono seguite le indicazioni del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 19 aprile 2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali per le rotatorie con un diametro esterno >40m.

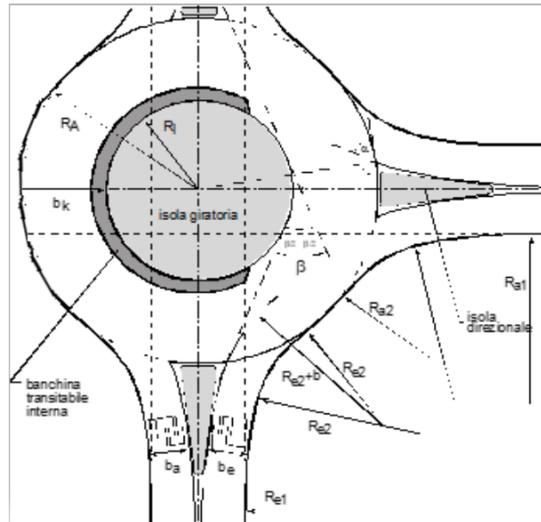
La larghezza della corsia di ingresso è larga 3.50 e quella di uscita è di 4.00m.

La larghezza delle corsie di ingresso e uscita della strada di ricucitura n.17bis è di 2.50m essendo tale strada una strada a destinazione particolare a senso unico alternato a vista avente una piattaforma di 4.00m (3.00m corsia + 2 banchine da 0.50m) nella sezione corrente.

La regola principale per il disegno progettuale delle rotatorie riguarda il controllo della deflessione delle traiettorie in attraversamento del nodo, ed in particolare le traiettorie che interessano due rami opposti o adiacenti rispetto all'isola centrale. Essendo scopo primario delle rotatorie un assoluto controllo delle velocità all'interno dell'incrocio risulta essenziale che la geometria complessiva impedisca valori cinematici superiori al limite prefissato di 30 km/ora per le manovre più dirette.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 56 DI 67

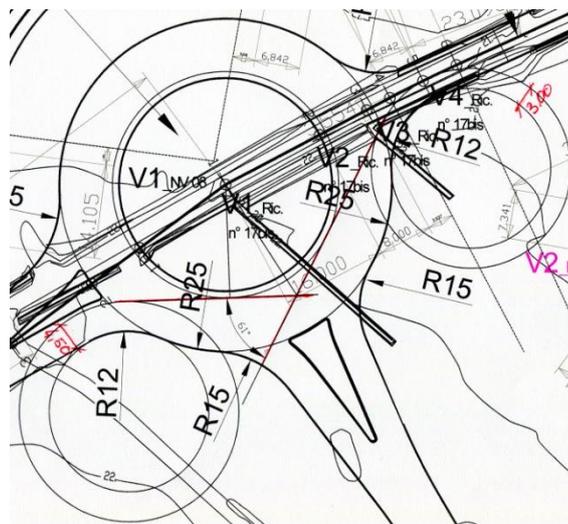
Figura 12.2 – Raggi



La valutazione del valore della deviazione viene effettuata dalla normativa per mezzo dell'angolo di deviazione fra le due tangenti al ciglio dell'isola centrale ed ai cerchi paralleli alle curve di ingresso e uscita contrapposte.

Nella rotatoria progettata tale angolo è di 61° superiore al valore minimo previsto dalla norma di 45°.

Il cerchio parallelo alla nuova strada NV08 ha un raggio pari a $12+3.50 \text{ corsia}+1.00 \text{ banchina} = 16.50\text{m}$ e quello sulla strada di ricucitura 17bis $12+2.50 \text{ corsia}+0.50 \text{ banchina} = 15.00\text{m}$.

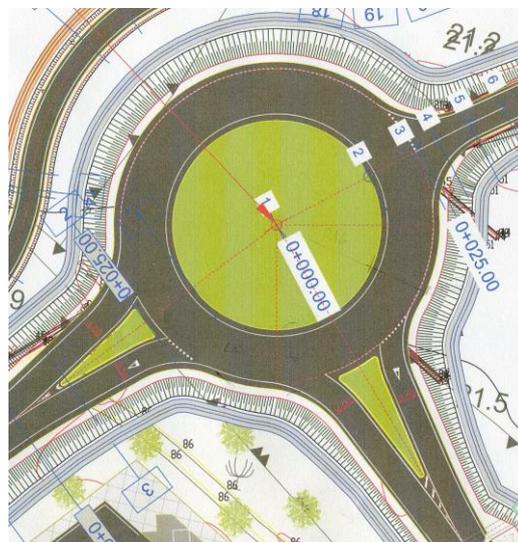


Gli elementi principali del disegno progettuale delle rotatorie sono rappresentati dalle isole divisionali triangolari site in corrispondenza delle corsie di entrata e uscita nella corona giratoria.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	57 DI 67

Le isole divisionali in muratura di forma triangolare, necessarie per ubicare la segnaletica di indicazione e per separare in tutta sicurezza i veicoli che hanno comportamenti differenti (in frenata per i veicoli in entrata e in accelerazione per i veicoli in uscita dalla rotatoria), sono state poste all'intersezione della strada NV08 (isola triangolare lunga 16.00m con base 5.00m) e NV09 (lunga 19.00m con base 7.00m).

Nessuna isola verrà realizzata all'intersezione con la strada di ricucitura n.17bis a "destinazione particolare" a senso unico alternato a vista.



Per quanto riguarda le curvature dei cigli esterni sono stati adottati i seguenti criteri:

Il raggio del ciglio d'entrata nella rotatoria deve essere inferiore al raggio della circonferenza esterna della rotatoria, garantendo comunque un valore minimo non inferiore a 10-15 m; È stato adottato un raggio di ingresso di $R=12m$

Il raggio del ciglio di uscita dalla rotatoria deve essere maggiore del raggio di ingresso, garantendo comunque un valore minimo non inferiore a 15-20 m. È stato adottato un raggio di ingresso di $R=15m$.

Al fine di garantire il regolare funzionamento delle intersezioni a rotatoria, i conducenti che si avvicinano alla rotatoria devono vedere i veicoli che percorrono l'anello centrale al fine di cedere ad essi la precedenza o eventualmente arrestarsi.

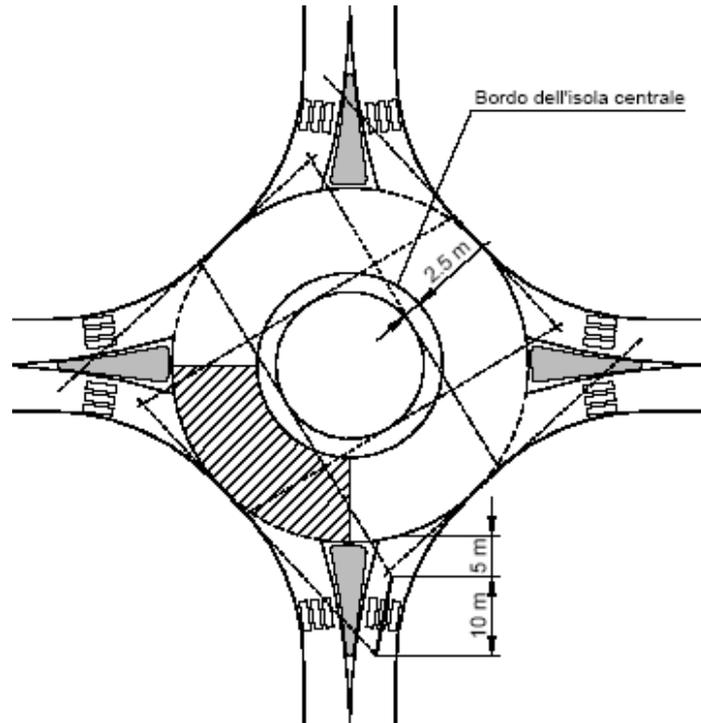
Per distanza di visuale libera si intende "la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni e di illuminazione della strada"

Sarà sufficiente una visione completamente libera sulla sinistra per un quarto dello sviluppo dell'intero anello, secondo la costruzione geometrica riportata nella figura accanto posizionando l'osservatore a 15 metri dalla linea che delimita il bordo esterno dell'anello giratorio. L'anello libero da ostacoli intorno all'aiuola centrale previsto dalla normativa è largo 2.50 m.

Le distanze di visibilità sono assicurate per i tre rami di ingresso. Le barriere di ritenuta poste sull'arginello dell'anello esterno della rotatoria non riducono la visibilità; la barriera H2 bordo laterale è alta 95cm ed è inferiore alla altezza degli occhi del conducente, prevista dalle norme ad 1.10m sul piano stradale. Sulle isole triangolari non sono previste barriere e gli eventuali arbusti non possono essere di altezza maggiore di 60cm.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 58 DI 67

Figura 12.3 – Visibilità

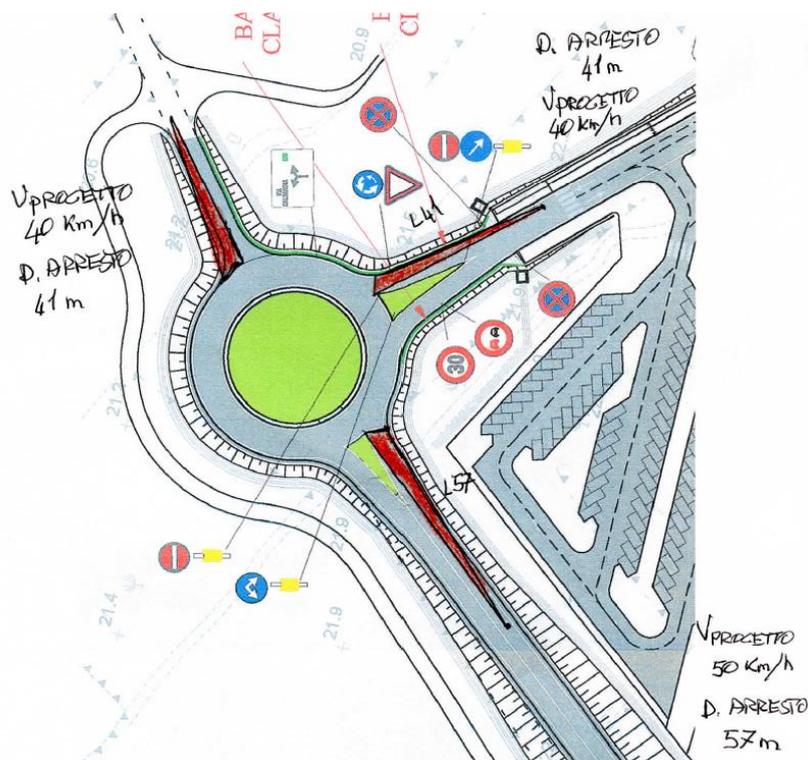


APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 59 DI 67

La circolazione intorno alla rotatoria è regolata con priorità di circolazione nell'anello; i veicoli che transitano sulla corona giratoria devono avere la precedenza sugli altri in entrata. È quindi importante prevedere una segnaletica sia orizzontale sia verticale che elimini ogni possibile dubbio sul diritto di precedenza dei veicoli all'interno della corona.

Nel progetto della segnaletica verticale si sono adottati segnali di prescrizione di dare precedenza su tutti i tre rami di ingresso, considerato che vi è un'ampia visibilità nell'anello e che non vi sono flussi principali veicolari da privilegiare.

La distanza di visibilità nel tratto rettilineo in discesa verso la rotatoria assicurato dal raccordo verticale convesso posto al di sopra della galleria artificiale della nuova strada NV08, necessaria per l'arresto dei veicoli prima della linea di margine dell'anello della rotatoria, è di 145m. La lunghezza necessaria per la manovra improvvisa di arresto con velocità massima di 50km/ora su una discesa al 7% è pari a 57m inferiore alla distanza di visibilità



Lo spazio da lasciare libero da ostacoli e da arbusti sull'isola centrale della rotatoria viene calcolata verificando che per la velocità massima in rotatoria sia assicurato una visibilità laterale sulla isola centrale, sufficiente a rilevare un ostacolo alto 10cm, per effettuare la frenatura e l'arresto in curva del veicolo.

La velocità massima dei veicoli nella rotatoria è di 30 km/ora. Per tale velocità la distanza di frenatura necessaria per l'arresto del veicolo, in orizzontale, lungo l'anello è di 29m. La posizione planimetrica del veicolo si pone a 2 m dal bordo interno dell'isola centrale, la quota del punto di vista del conducente a 1,10 m e l'oggetto da rilevare a una quota di 0,10 m.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 60 DI 67



Come si nota dalla planimetria per una visione completa al disopra dell'isola centrale dello spazio distante dal conducente in curva di circa 30m è necessario che vi sia una corona di 3.50m libera dalla presenza di piante o di altre attrezzature (ringhiere, tabelloni pubblicitari, ecc.); la segnaletica od i pali di illuminazione non sono considerati ostacoli per la visibilità.

12.1 Il calcolo della capacità della rotatoria

I modelli utilizzati per il progetto delle rotatorie sono di origine sperimentale. Il metodo generalmente utilizzato consiste nell'assegnare alla rotatoria le caratteristiche geometriche che si ritengono idonee a soddisfare la domanda di traffico, e calcolarne quindi le caratteristiche di livello di servizio. Il punto di partenza di tale procedura è il calcolo della capacità.

Si definisce capacità del braccio di una rotatoria il più piccolo valore del flusso sul braccio che determina la presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi. Questo valore del flusso dipende evidentemente dal flusso che percorre l'anello, e quindi dall'insieme dei flussi in ingresso e in uscita da tutti i bracci della rotatoria. Non è pertanto possibile calcolare la capacità di un braccio se non è nota l'intera matrice M origine-destinazione della rotatoria, il cui generico elemento (i,j) rappresenta il flusso in ingresso dal braccio i che esce al braccio j, dalla quale si ricava la matrice di distribuzione N, il cui generico elemento (i,j) fornisce la frazione del flusso entrante da i che esce in j.

Per le rotatorie si hanno due diverse definizioni di capacità: la capacità semplice e la capacità totale.

Data una matrice M origine-destinazione, sia δ il più piccolo scalare che moltiplicato per M dia luogo ad un insieme di flussi entranti e uscenti dalla rotatoria tale che la capacità, come precedentemente definita, sia raggiunta su uno dei bracci. Il prodotto di δ per il flusso entrante da questo braccio che si ricava dalla matrice M è la capacità semplice della rotatoria.

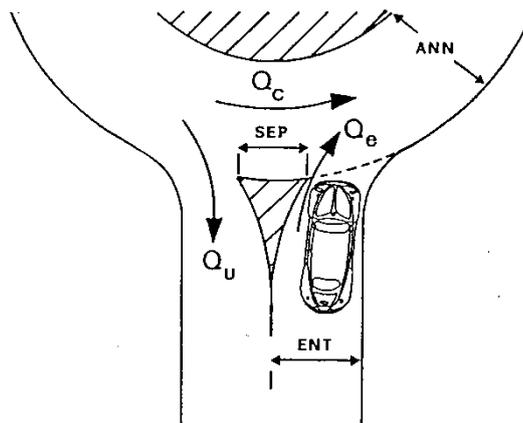
Data una matrice di distribuzione N si definisce capacità totale della rotatoria la somma dei flussi in ingresso che, distribuendosi secondo N fra le diverse uscite, determinano il raggiungimento contemporaneo della capacità su tutti i bracci.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl						
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 61 DI 67

Si riporta qui di seguito il metodo messo a punto in Francia dal SETUR per il calcolo della capacità semplice delle rotatorie compatte, il quale ha il pregio di fornire, oltre al valore della capacità, anche altri elementi utili per la conoscenza del livello di servizio di una rotatoria. Sia la capacità che i flussi sono misurati in autovetture equivalenti per ora (eph). Per la trasformazione dei flussi di veicoli diversi dalle autovetture in eph si possono adottare i seguenti coefficienti di conversione proposti dalle Norme Svizzere:

- 1 ciclo o motociclo sull'anello = 0.8 autovetture
- 1 ciclo o motociclo in ingresso = 0.2 autovetture
- 1 veicolo pesante = 2.0 autovetture
- 1 autobus = 2.0 autovetture

Figura 12.4 – Particolare rotatoria



Nella figura 12.4 è rappresentato il particolare di una rotatoria in corrispondenza di un braccio dove Q_c è il flusso che percorre l'anello all'altezza della immissione, Q_e è il flusso entrante e Q_u è il flusso uscente. Tutti i flussi sono espressi in autovetture equivalenti per ora (eph).

Siano ancora: SEP la larghezza dell'isola spartitraffico all'estremità del braccio, ANN la larghezza dell'anello, ENT quella della semicarreggiata del braccio misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del 'dare precedenza'. Tutte le lunghezze sono misurate in metri.

Si può ritenere che il metodo esposto sia valido per entrambi i tipi di rotatorie perché è stato messo a punto utilizzando i dati raccolti in una estesa campagna di indagini eseguite su rotatorie sia urbane che extraurbane

La capacità del flusso entrante C è funzione del traffico di disturbo Q_d del traffico Q_c che percorre l'anello:

$$C = \gamma(1500 - 0.83Q_d) \text{ eph} \quad \text{dove } \gamma = 1 \text{ per ingressi a una corsia, e } \gamma = 1.5 \text{ per ingressi a due corsie.}$$

L'espressione del traffico di disturbo Q_d dipende a sua volta dal traffico Q_c che percorre l'anello e dal traffico uscente Q_u è la seguente: $Q_d = bQ_c + 0.2 Q_u$

dove $b = 1$ per $ANN < 8 \text{ m}$; $b = 0.9$ per $ANN \geq 8 \text{ m}$ e $R \geq 20 \text{ m}$; $b = 0.7$ se $ANN \leq 8 \text{ m}$ e $R < 20 \text{ m}$.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	62 DI 67

Assegnando le portate di servizio indicate dal DM 5/11/2001 n.6792 (Norme stradali) relative al Livello di Servizio C per le strade extraurbane secondarie (600 veic/ora per corsia e direzione; 10.000 veicoli/giorno nelle due direzioni di marcia) e le strade locali trasversali extraurbane (450 veic/ora per corsia e per direzione; 7500 veicoli/giorno nelle due direzioni di marcia) si ottiene $Q_c = 600+450= 1050$ veic/ora.

Con $Q_u = 450$ veic/ora e $b = 0.7$ ($ANN \leq 8m$ e $R < 20m$) si ottiene la Capacità del tratto entrante:
 $C = 1 \times (1500 - 0.83 \times (0.7 \times 1050 + 0.2 \times 450)) = 790$ veic/ora.

La differenza tra la capacità di entrata C (790 veic/ora) e il flusso in ingresso massimo Q_e (600 veic/ora), in termini percentuali, definisce la riserva di capacità dell'entrata, $R\% = (790-600)/600 = 31,7\%$.

La riserva di capacità permette di formulare un giudizio sul livello di funzionalità di una rotatoria e quindi di stimare gli effetti che l'intersezione avrà sui flussi veicolari. Nella successiva tabella sono indicate le condizioni di esercizio della rotatoria in funzione della riserva di capacità R%.

Riserva di Capacità R%	Condizione di esercizio
$R\% > 30\%$	Fluida
$15\% < R\% < 30\%$	Soddisfacente
$0\% < R\% < 15\%$	Aleatoria
$R\% < 0\%$	Critica

Con una Riserva di capacità del 31,7% il flusso nella rotatoria è fluido ed i ritardi per l'immissione nell'anello sono contenuti.

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	63 DI 67

13 SEGNALETICA

Allo scopo di consentire una buona leggibilità del tracciato in tutte le condizioni climatiche e di visibilità e garantire informazioni utili per l'attività di guida, è stata prevista una segnaletica stradale orizzontale conforme alle prescrizioni contenute nel Nuovo Codice della Strada valide per le strade di Categoria F.

La segnaletica verticale ha previsto segnali di pericolo, precedenza, divieto, obbligo, preavviso e anche segnali complementari ed è stata progettata come da Normativa di riferimento e comunque con criteri che, in relazione alla condizione locale, garantiscano la chiarezza di percettibilità ed inducano l'utenza ad un comportamento consono all'ambiente stradale. Trattasi, nello specifico, degli articoli riportati nella tabella seguente.

Tabella 13.1 – Segnaletica verticale

Articolo [-]	Descrizione [-]	Tipo [-]	N° [#]
Figura II 2 Art. 85	Dosso	Pericolo	2
Figura II 27 Art. 96	Circolazione rotatoria	Pericolo	2
Figura II 34 Art. 106	Dare precedenza	Precedenza	2
Figura II 48 Art. 116	Divieto di sorpasso	Divieto	2
Figura II 47 Art. 116	Senso vietato	Divieto	3
Figura II 50 Art. 116	Limite massimo di velocità	Divieto	3
Figura II 75 Art. 120	Divieto di fermata	Divieto	2
Figura II 82/b Art. 86	Passaggio obbligatorio a destra	Obbligo	2
Figura II 83 Art. 122	Passaggi consentiti	Obbligo	1
Figura II 84 Art. 122	Rotatoria	Obbligo	2
Figura II 238 Art. 127	Segnale di preavviso di intersezione urbana rotatoria	Preavviso	1
Figura II 472 Art. 177	Delineatore speciale di ostacolo	Complementari	4

La segnaletica orizzontale, invece, prevede gli elementi elencati di seguito.

Tabella 13.2 – Segnaletica orizzontale

Articolo [-]	Descrizione [-]
Figura II 428 Art. 141	Strisce di margine
Figura II 427 Art. 140	Strisce di corsia
Figura II 473 Art. 179	Rallentatori ottici
Figura II 446 Art. 150	Isole di traffico
Figura II 432 Art. 144	Fermarsi e dare precedenza

Per ulteriori dettagli, con particolare riferimento al relativo posizionamento planimetrico, si rimanda alla "Planimetria segnaletica".

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 64 DI 67

14 VIABILITÀ PROVVISORIA DURANTE LE FASI REALIZZATIVE

La realizzazione e l'attivazione della viabilità in oggetto è prevista prima di quella della NV10, per la quale costituisce itinerario alternativo durante le lavorazioni.

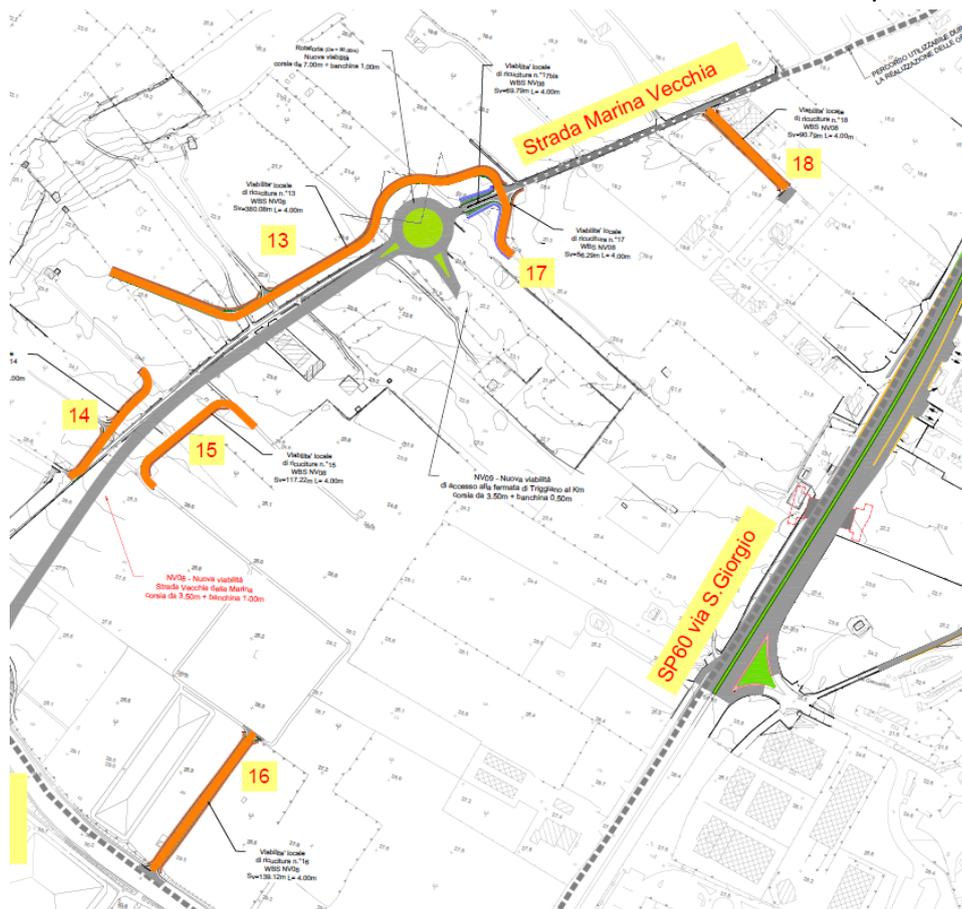
Le lavorazioni riguardano la demolizione delle opere stradali relative al tratto esistente della Strada Marina Vecchia da adeguare e la successiva realizzazione della viabilità di progetto e delle opere ferroviarie.

La viabilità in progetto interferisce con alcune viabilità esistenti: durante la realizzazione è prevista la deviazione delle viabilità interferenti esistenti lungo una viabilità provvisoria costituita prevalentemente dalle viabilità di ricucitura dei fondi.

Si prevedono 3 fasi lavorative.

1° Fase – La Strada Marina Vecchia è aperta.

Realizzazione delle viabilità di ricucitura n°13, 14, 15, 16, 17 e n.18, da avviare nei primi 90 gg.



Legenda

 Circolazione durante i lavori



Area di cantiere

 Assi viabilità di ricucitura

 Viabilità esistente

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA3S	01	E ZZ RH	NV080 001	D	65 DI 67

2° Fase – La Strada Marina Vecchia è interrotta con deviazione del traffico in transito sulla Strada Marina Vecchia sull'adiacente Strada Provinciale n.60 Triggiano - San Giorgio ed apertura al transito delle viabilità di ricucitura n°13, 14, 15, 16, 17 e n.18 costruite nella precedente fase.

Realizzazione dell'opera di scavalco della linea ferroviaria in corrispondenza del km 6+784,30, del sovrappasso stradale NV08, della rotonda NV09 e della viabilità di ricucitura n.17bis.



Legenda

- Circolazione durante i lavori
- Assi viabilità di ricucitura
- Viabilità esistente
- Area di cantiere

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandataria: Mandante: RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 66 DI 67

3° Fase – La Strada Marina Vecchia è aperta

Realizzazione della nuova linea ferroviaria e del Parcheggio alla fermata Triggiano (intervento NV09), ed apertura al transito della strada NV08 – NV09 e della viabilità di ricucitura n. 17bis.



Legenda

 Circolazione durante i lavori



Area di cantiere

 Assi viabilità di ricucitura

 Viabilità esistente

APPALTATORE: D'AGOSTINO ANGELO ANTONIO COSTRUZIONI GENERALI s.r.l.	RIASSETTO NODO DI BARI					
PROGETTISTA: Mandatario: <u>Mandante:</u> RPA srl Technital SpA HUB Engineering Scarl	TRATTA A SUD DI BARI – VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE					
PROGETTO ESECUTIVO: NV08 – Relazione tecnica	PROGETTO IA3S	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO NV080 001	REV. D	FOGLIO 67 DI 67