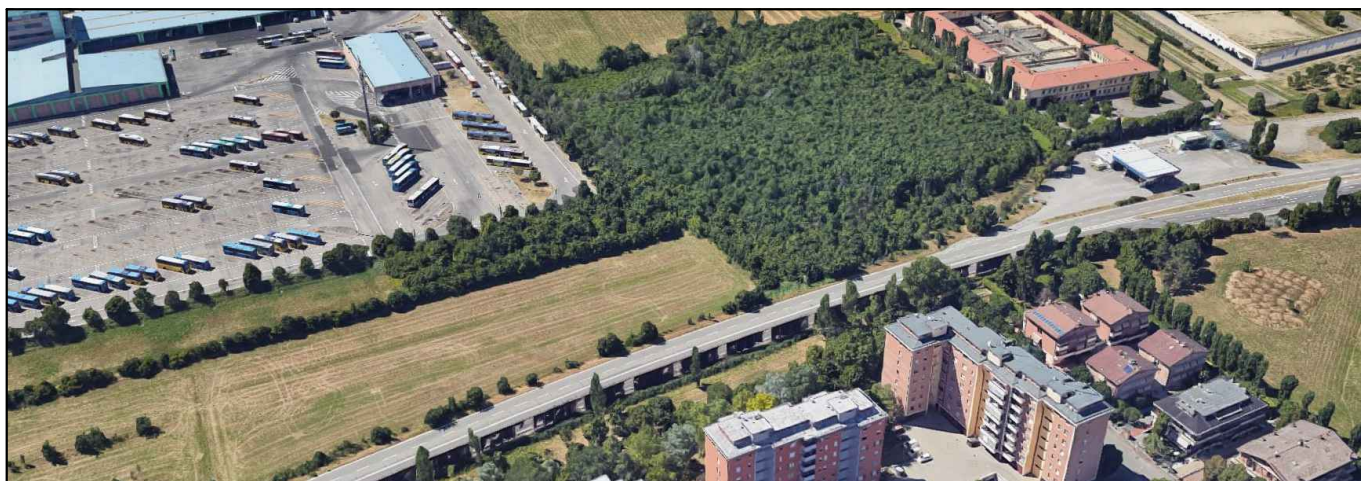


Provincia di Modena

Comune di Modena

Realizzazione viabilità a servizio della nuova stazione a idrogeno con accesso da via La Marmora a Modena

Progetto Definitivo



Progetto a cura di:

 **ingegneri riuniti**
Ingegneria Architettura Ambiente
Direttore Tecnico: Ing. Emanuele Gozzi

Progettisti

Ing. Federico Salardi

Collaboratori

Ing. Davide Galliani

Ing. Erica Guasconi

Proprietà:

 **aMo**
Agenzia per la Mobilità di Modena

C. F. / P. I. 02727930360

Iscrizione registro delle imprese di Modena N. 02727930360

Sede Strada S. Anna, 210 - 41100 Modena

Segreteria Tel. : 059.9692001

Fax 059.9692002

e. mail : infotpl@amo.mo.it PEC: amo.mo@legalmail.it

Relazione tecnica illustrativa

Codice Progetto

2092 EG PR

Scala

-

Codice Elaborato

D-00-I-R-01

c	Apr 2024	aggiornamento dopo 4 seduta CDS	dg	fs
a	Giugno 2023	emissione	dg	fs
Rev.	Data	Descrizione revisione	Dis.	Contr.

SOMMARIO

RELAZIONE TECNICA STRADALE	2
Premessa.....	2
Oggetto della progettazione	2
Piattaforma stradale e sezioni tipo	4
Sovrastruttura stradale	5
Progettazione degli assi stradali	6
Inquadramento normativo	6
Criteri progettuali principali - caratteristiche planimetriche	6
Criteri progettuali principali - caratteristiche altimetriche	8
Analisi di visibilità	9
Congruenza con le normative di riferimento	11
Diagramma di velocità	11
Asse "Ingresso"	12
Asse "Uscita"	12
Andamento planimetrico	13
Asse "Ingresso"	13
Asse "Uscita"	14
Andamento altimetrico	14
Asse "Ingresso"	14
Asse "Uscita"	14
Pendenze trasversali	15
Allargamenti in curva	15
Visibilità.....	15
Progettazione delle intersezioni a raso	16
Segnaletica stradale.....	17
Segnaletica verticale	17
Segnaletica orizzontale	19
Barriere di sicurezza	21
SOTTOSERVIZI E INTERFERENZE	24
Rete gas media pressione	24
Rete elettrica in media tensione	24
PREDIMENSIONAMENTO IDRAULICO	24
ILLUMINAZIONE STRADALE	26
OPERE STRUTTURALI	27
TERRE E ROCCE DA SCAVO	27
PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI	27
CRONOPROGRAMMA	27

RELAZIONE TECNICA STRADALE

Premessa

Il presente documento costituisce la relazione tecnica e illustrativa del progetto definitivo della nuova viabilità di accesso alla futura stazione di rifornimento per veicoli di trasporto pubblico a idrogeno.

Il progetto di fattibilità tecnico – economica ha individuato come posizione più idonea per la stazione di rifornimento l'estremità nord/est dell'attuale piazzale di deposito mezzi SETA.

Vincolo progettuale imprescindibile per la realizzazione della stazione a idrogeno è l'individuazione di un sistema di accesso/uscita indipendente da quelli utilizzati da altri mezzi pubblici o di servizio; tra le possibili ipotesi valutate nella fase progettuale precedente è stata identificata come soluzione preferibile quella con ingresso/uscita da via La Marmora a nord del piazzale.

Passaggio fondamentale per rendere possibile l'accesso e l'uscita da via La Marmora è stato il declassamento da parte del Comune di Modena della stessa via da categoria D (strada urbana di scorrimento) a categoria E, strada urbana di quartiere, secondo la classificazione delle Norme Funzionali e Geometriche per la Costruzione delle Strade.

Oggetto della progettazione

La progettazione in esame riguarda la realizzazione della viabilità di accesso alla stazione di rifornimento a idrogeno di *aMo – l'Agenzia per la mobilità per la Provincia di Modena*. Tale viabilità metterà in collegamento la stazione con via La Marmora. Via La Marmora, come detto, è stata declassata a strada di categoria "E" ed è costituita da una carreggiata composta da due corsie per senso di marcia e limite amministrativo di velocità pari a 50 km/h.

La nuova viabilità si attesta a sud dell'intersezione con via Staffette Partigiane, nel tratto compreso tra il distributore di carburante e la rotatoria di via Delle Suore.

Le indagini di traffico realizzate dal Comune di Modena hanno stimato il volume di passaggi in circa 13200 veicoli/giorno con una punta mattutina di 1301 veicoli/ora, con una forte tendenza alla percorrenza al di sopra del limite di velocità.

Al momento della messa in funzione della stazione di rifornimento è previsto un traffico giornaliero di circa 40 veicoli (bus ad idrogeno + veicoli per il rifornimento della stazione).



Figura 1 - Planimetria di progetto

La viabilità è ad esclusivo servizio dell'accesso carraio sul lato nord del piazzale e si costituisce come strada pubblica di tipo "F" con accesso consentito solo ai mezzi autorizzati ovvero i mezzi di trasporto pubblico a idrogeno e i mezzi di rifornimento di idrogeno.

Viene individuato, lungo il prolungamento del confine della stazione di rifornimento, il limite della parte pubblica della strada di accesso, oltre il quale la parte terminale della strada è data in competenza ad *aMo*.

Visto il volume di traffico e le caratteristiche della strada principale e la presenza di altre intersezioni a monte e a valle del tratto di intervento, è stata esclusa la possibilità di realizzare un'intersezione a raso completa per tutte le manovre di svolta, la nuova viabilità consentirà infatti le sole svolte in destra ovvero l'ingresso verso il piazzale provenendo da nord e l'uscita verso via La Marmora in direzione sud.

I veicoli provenienti dal centro città, per entrare nel piazzale, dovranno proseguire la marcia verso nord e utilizzare lo svincolo a quadrifoglio 10 e 10bis della tangenziale nord di Modena per l'inversione di marcia; i veicoli in uscita dalla stazione che necessitano di proseguire verso nord, dovranno utilizzare la rotatoria di via Delle Suore per eseguire tale manovra.

La manovra di ingresso verso la stazione di rifornimento è stata risolta con la creazione di una corsia di diversione di tipo parallelo, per separare dal flusso principale i mezzi pubblici in decelerazione per la svolta. La manovra di immissione su via La Marmora si conforma con un'intersezione con STOP.

La viabilità di accesso si sviluppa per un tratto di circa 100 m come viabilità a doppio senso di marcia, riconducibile a una strada di categoria "F" strada locale in ambito urbano, con una piattaforma di larghezza maggiorata rispetto alla sezione tipo proposta dal D.M. 05/11/2001.

La piattaforma è a doppia falda. Completano la sezione stradale gli elementi marginali costituiti da un arginello erboso di larghezza 1,05 m e scarpata inerbita con pendenza H/V pari a 2 su 3.

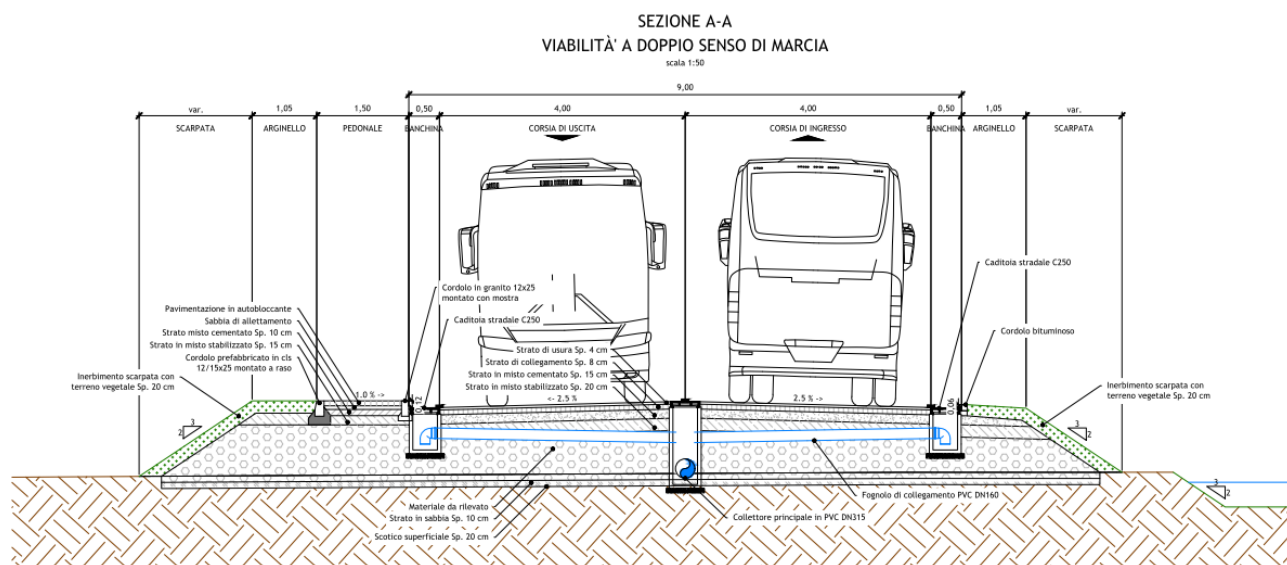


Figura 2 - Sezione tipo viabilità a doppio senso

La corsia di diversione è formata da una corsia di 3 m e una banchina destra di 0,50 m con pendenza trasversale concorde alla strada principale ed elemento marginale costituito da cordolo bituminoso, arginello erboso e scarpata inerbita.

Tale corsia si realizza in affiancamento alla strada principale, pertanto è prevista una ulteriore fascia longitudinale per il corretto ammortamento degli strati in conglomerato bituminoso.

SEZIONE D-D
CORSIA DI DIVERSIONE IN RILEVATO
scala 1:50

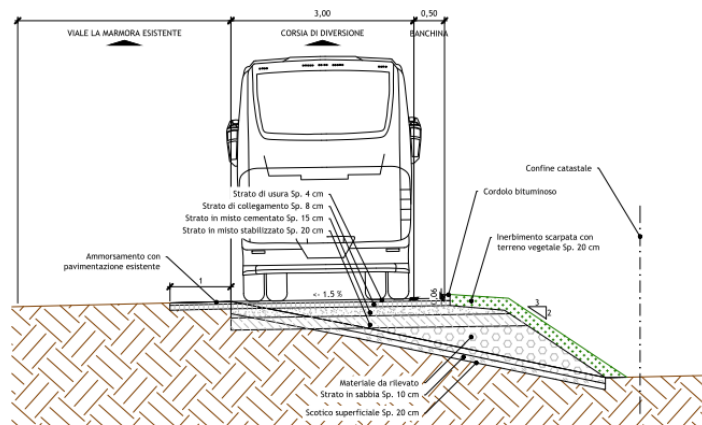


Figura 3 - Corsia di diversione

La corsia di immissione sulla principale è il naturale proseguimento della corsia in direzione est, dove però la dimensione trasversale viene aumentata per consentire la manovra di arresto e svolta dei veicoli e per raccordarsi con l'esistente, viene mantenuto il pedonale e l'elemento marginale a lato. Nella zona di svincolo, dove le corsie di manovra si allontanano, viene realizzata un'isola spartitraffico finita a verde e confinata da cordolo in granito.

SEZIONE B-B
CORSIE DI SVINCOLO
scala 1:50

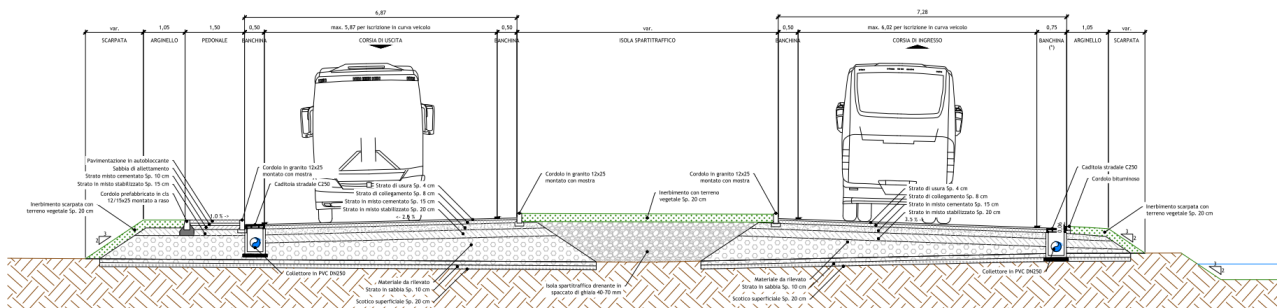


Figura 4 - Sezione tipo svincolo

Sovrastruttura stradale

Il pacchetto di pavimentazione stradale ha uno spessore complessivo di 47 cm ed è costituito da due strati legati in conglomerato bituminoso ovvero uno strato di usura di 4 cm e uno strato di binder di 8 cm; al di sotto è previsto uno strato in misto cementato dello spessore di 15 cm e uno strato di fondazione in misto stabilizzato di 20 cm. È previsto uno scotico superficiale di pulizia e regolarizzazione del fondo. Sul piano di posa del rilevato si prevede la formazione di uno strato anticapillare in sabbia dello spessore di 10 cm. Le quote di progetto saranno raggiunte con la formazione di un rilevato stradale costituito da idoneo materiale proveniente da cava o da impianti di riciclaggio.

Il pacchetto di pavimentazione di progetto è quello usualmente utilizzato per le nuove viabilità urbane da parte dell'Amministrazione Comunale di Modena e risulta essere migliorativo rispetto ai pacchetti suggeriti dal catalogo delle pavimentazioni stradali (CNR-178) per questa tipologia di strada.

Progettazione degli assi stradali

Inquadramento normativo

Si riporta di seguito un estratto dei riferimenti nel campo della progettazione stradale.

Normativa vigente nazionale:

- D.Lgs. 30 aprile 1992 n.285 – Nuovo Codice della Strada e sue successive modifiche ed integrazioni.
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada e sue successive modifiche ed integrazioni.
- D.M. 30 novembre 1999 n. 557 – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili.
- D.M. 5.11.2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e s.m.i. (cogente per le strade nuove e di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti);
- D.M. 10 luglio 2002 – Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo.
- D.M. 22 aprile 2004 – Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
- D.M. 19.4.2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali (cogente per le intersezioni nuove e di riferimento per l'adeguamento delle intersezioni esistenti).

Criteri progettuali principali - caratteristiche planimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(a) *Raggio minimo delle curve planimetriche.*

Le curve circolari devono avere un raggio superiore al raggio minimo previsto dal DM 05/11/2001 che per strade di tipo F urbano risulta pari a 19 m.

(b) *Relazione raggio della curva (R)/lunghezza del rettifilo (L) che la precede:*

per $L < 300m$ $R \geq L$

per $L \geq 300m$ $R \geq 400m$

(c) *Compatibilità tra i raggi di due curve successive.*

Nel caso di passaggio da curve di raggio più grande a curve a curve di raggio più piccolo si dovrà fare riferimento all'abaco estratto dalla norma e riportato in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**;

(d) *Lunghezza massima dei rettifili:*

$$L_{\max} = 22 \cdot V_{p,\max}$$

dove V è la velocità massima dell'intervallo delle velocità del progetto, espressa in km/h ed L si ottiene in metri.

(e) *Lunghezza minima dei rettifili.*

La verifica è stata eseguita facendo riferimento alla tabella estratta dalla norma e riportata in tabella; per velocità la norma intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettangolo considerato.

V_p [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
L_{min} [m]	30	40	50	65	90	115	150	190	250	300	360

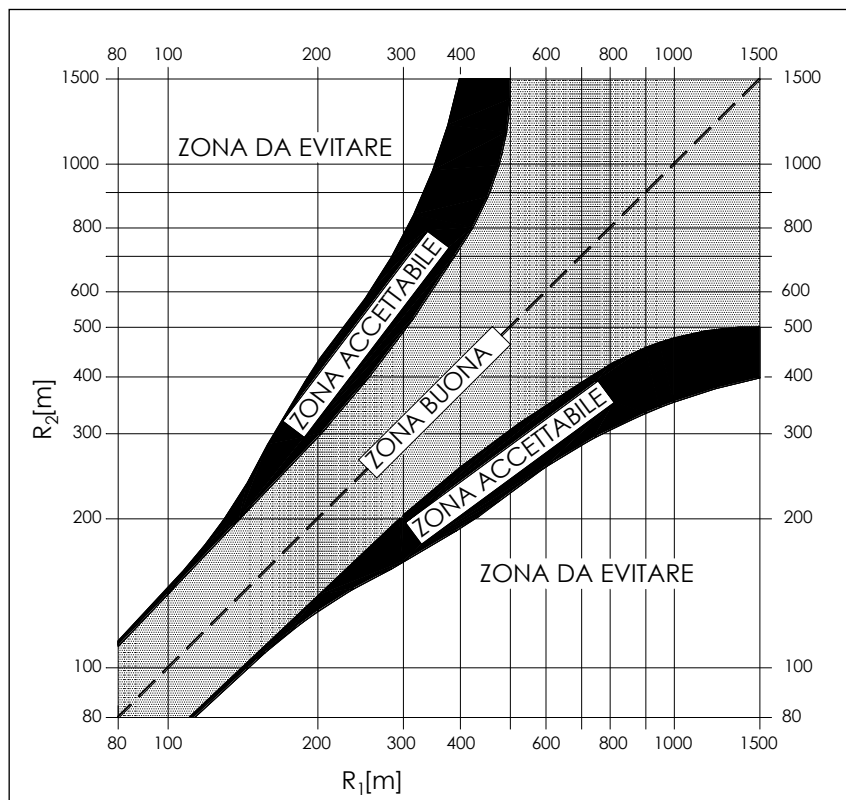


Figura 5 - Abaco di Koppel (DM 05/ 11/2001)

(f) *Congruenza del diagramma delle velocità.*

La norma prevede che per $V_{p,max} \leq 80$ km/h (e quindi per strade tipo F urbano) nel passaggio da tratti caratterizzati dalla $V_{p,max}$ a curve a velocità inferiore, la differenza di velocità di progetto non deve superare 5 km/h. Inoltre, fra due curve successive (nel caso di $V_{p1} > V_{p2}$) tale differenza, comunque mai superiore a 20 km/h, è consigliabile che non superi i 10 km/h.

La costruzione del diagramma di velocità lungo l'asse stradale è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM 05/11/2001 e di seguito riportato.

- La velocità è mantenuta costante lungo lo sviluppo delle curve con raggio inferiore a $R_{2,5}$;
- la velocità varia crescendo verso la velocità massima dell'intervallo di progetto lungo i rettili, le clotoidi e gli archi con raggio non inferiore a $R_{2,5}$;
- Il valore di accelerazione e decelerazione è pari a $0,8 \text{ m/s}^2$.

- La pendenza longitudinale non influenza la velocità di progetto.

(g) Lunghezza minima delle curve circolari.

La Norma prevede che una curva circolare, per essere percepita dagli utenti deve essere percorsa per almeno 2,5 secondi e quindi deve avere uno sviluppo minimo pari a:

$$L_{c,min}=2.5 \cdot v_p$$

con v_p in m/s ed $L_{c,min}$ in m.

Criteri progettuali principali - caratteristiche altimetriche

La normativa di riferimento richiede il rispetto delle seguenti condizioni:

(h) Pendenze longitudinali massime

La pendenza massima delle livellette, consentita dal DM 05/11/01 per strade di tipo F urbano, è pari al 3,5%.

(i) Raccordi verticali convessi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali convessi (dossi) viene determinato come di seguito:

se D è inferiore allo sviluppo L del raccordo si ha

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

se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - 100 \cdot \frac{h_1 + h_2 + 2 \cdot \sqrt{h_1 \cdot h_2}}{\Delta i} \right]$$

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale convesso [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m]
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette, espressa in percento
- h_1 = altezza sul piano stradale dell'occhio del conducente [m]
- h_2 = altezza dell'ostacolo [m]

Si pone di norma $h_1 = 1.10$ m. In caso di visibilità per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso, si pone $h_2 = 0.10$ m. In caso di visibilità necessaria per il cambiamento di corsia si pone $h_2 = 1.10$ m.

(j) Raccordi verticali concavi

In base a quanto indicato dalla norma il raggio minimo dei raccordi verticali concavi (sacche) viene determinato come di seguito:

se D è inferiore allo sviluppo del raccordo si ha

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

se invece $D > L$

$$R_v = \frac{2 \cdot 100}{\Delta i} \cdot \left[D - \frac{100}{\Delta i} \cdot (h + D \cdot \sin \vartheta) \right]$$

dove:

- R_v = raggio del raccordo verticale concavo [m]
- D = distanza di visibilità da realizzare per l'arresto di un veicolo di fronte ad un ostacolo fisso [m].
- Δi = variazione di pendenza delle due livellette espressa in percento
- h = altezza del centro dei fari del veicolo sul piano stradale
- ϑ = massima divergenza verso l'alto del fascio luminoso rispetto l'asse del veicolo.

Si pone di norma $h = 0.5$ m e $\vartheta = 1^\circ$.

La distanza di visibilità per il sorpasso non è stata presa in considerazione, essendo vietata tale manovra.

Analisi di visibilità

Per distanza di visuale libera (DVL) 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 atmosferiche e di illuminazione della strada.

Secondo quanto indicato dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" (DM 05/11/2001, prot. N° 6792), lungo il tracciato stradale la distanza di visuale libera deve essere confrontata, nel caso di strade ad unica carreggiata, con le seguenti distanze:

- **Distanza di visibilità per l'arresto**, che è pari allo spazio minimo necessario perché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto. Questo valore deve essere garantito lungo lo sviluppo del tracciato.
- **Distanza di visibilità per la manovra di sorpasso**, non considerata poiché tale manovra è interdetta su tutta l'estensione del progetto.

La **verifica di visibilità per l'arresto** consiste nel confrontare le distanze di visuale libera per l'arresto (determinate lungo l'intero sviluppo del tracciato sia in corsia di sorpasso che in corsia di marcia lenta adottando un'altezza dell'occhio del guidatore a 1,10 m dal piano viabile ed un'altezza dell'ostacolo fisso di 0,10 m e collocando trasversalmente i punti di vista e di mira al centro della corsia) con le distanze di visuale libera per l'arresto calcolate in funzione del diagramma di velocità del tracciato ed del suo andamento altimetrico (variazione della pendenza longitudinale)

Il valore di aderenza adottato nel calcolo delle distanze di arresto è quello proposto dal D.M. 5/11/2001 (e precisati nello stesso testo della norma stessa, vedi anche la tabella seguente), riferito a condizioni di strada bagnata.

VELOCITA' (km/h)	25	40	60	80	100	120	140
f_i	0.45	0.43	0.35	0.30	0.25	0.21	-

Per il calcolo è stata utilizzata la formula riportata al paragrafo 5.1.2. del DM 05/11/2001. Si è valutata la distanza di arresto punto per punto (passo 10 metri) in funzione della velocità di progetto (secondo quanto specificato in precedenza) e della pendenza longitudinale con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV \quad [m]$$

dove:

- D1 = spazio percorso nel tempo τ
- D2 = spazio di frenatura
- V0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]
- V1 = velocità finale del veicolo, in cui V1 = 0 in caso di arresto [km/h]
- i = pendenza longitudinale del tracciato [%]
- τ = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]
- g = accelerazione di gravità [m/s²]
- Ra = resistenza aerodinamica [N]
- m = massa del veicolo [kg]
- fl = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura
- r0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

Per il tempo complessivo di reazione si sono assunti valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h, in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità:

$$\tau = (2,8 - 0,01V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

Il D.M. 5/11/2001 definisce un abaco di correlazione tra la pendenza longitudinale e la distanza di arresto valido in condizione di pendenza costante. Nei tratti di variabilità di detta pendenza, ovvero in corrispondenza dei raccordi verticali, è stato assunto per essa il valore medio, così come suggerito dalla stessa normativa.

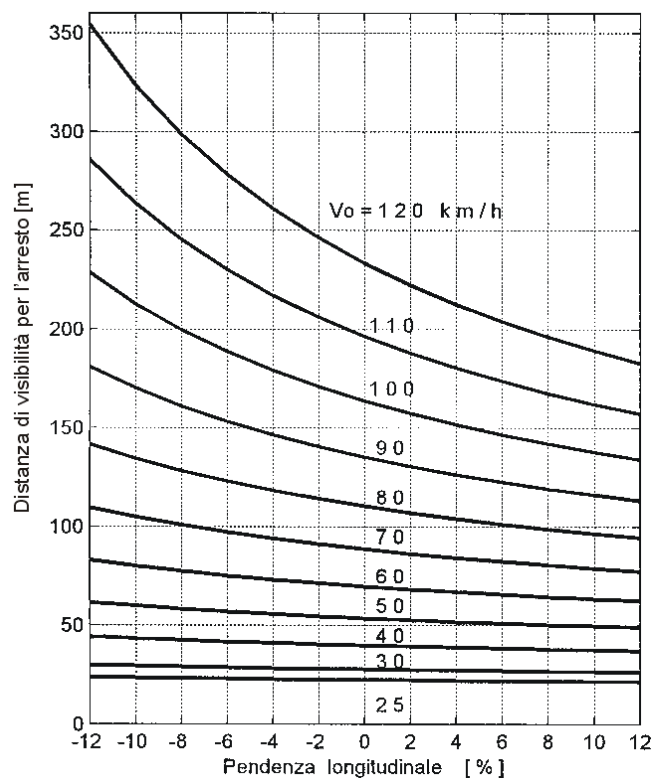


Figura 6 - Abaco distanze visibilità per l'arresto

Congruenza con le normative di riferimento

Diagramma di velocità

Le verifiche degli elementi del tracciato sia planimetrici che altimetrici dipendono dal diagramma delle velocità.

I diagrammi di velocità sono realizzati utilizzando valori di accelerazione e decelerazione previsti dal D.M. 05/11/2001 pari a 0.8 m/s^2 . Per quanto riguarda la decelerazione lungo la corsia di uscita è stato adottato il valore convenzionale di 2 m/s^2 .

Il diagramma di velocità relativo alla corsia di diversione presenta quindi una decelerazione dalla velocità di progetto di via La Marmora (60 km/h) fino alla velocità di percorrenza della curva di uscita pari a 26,63 km/h e successivamente un'accelerazione dopo il tratto in curva.

Il diagramma dell'asse "Uscita" è stato diviso nei due versi di percorrenza, dal momento in cui le manovre e le traiettorie di percorrenza sono molto diverse a seconda della direzione. Il diagramma relativo alla direzione est parte dalla velocità di progetto di 60 km/h per poi decelerare fino all'intersezione con Stop in corrispondenza della quale è stata imposta una velocità di 5 km/h. In direzione ovest il diagramma è costituito da un'unica accelerazione da 26,63 km/h a partire dalla progressiva 0+100,89 in corrispondenza del fine curva dell'asse "Ingresso" costante fino a raggiungere 53 km/h a inizio asse.

I diagrammi di velocità relativi agli assi di tracciamento sono presentati nelle figure seguenti:

Asse "Ingresso"

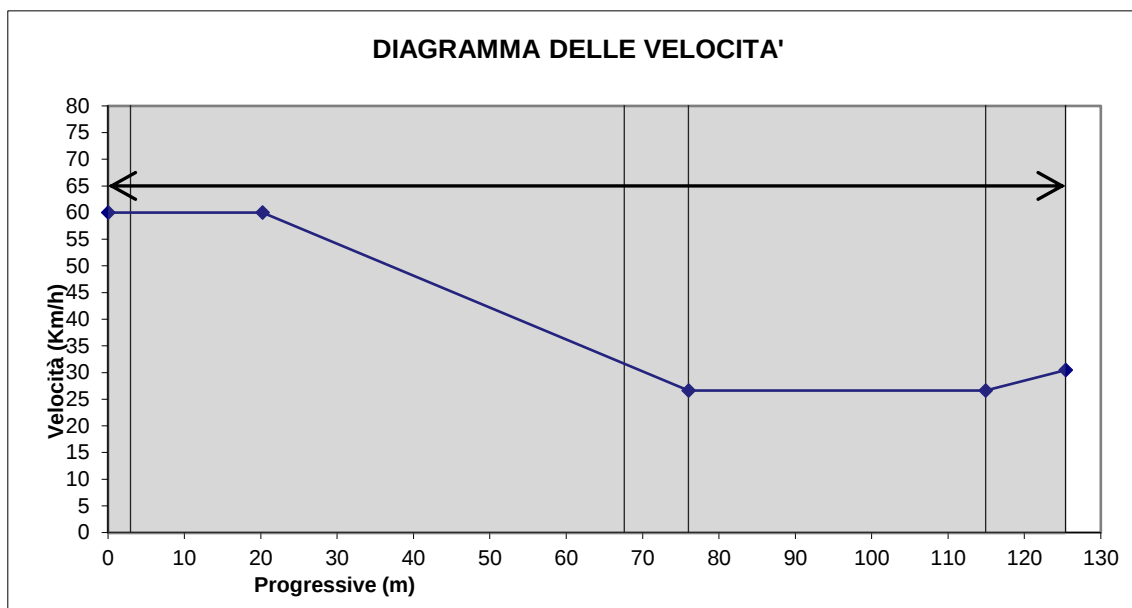


Figura 7 - Diagramma velocità asse "Ingresso"

Asse "Uscita"

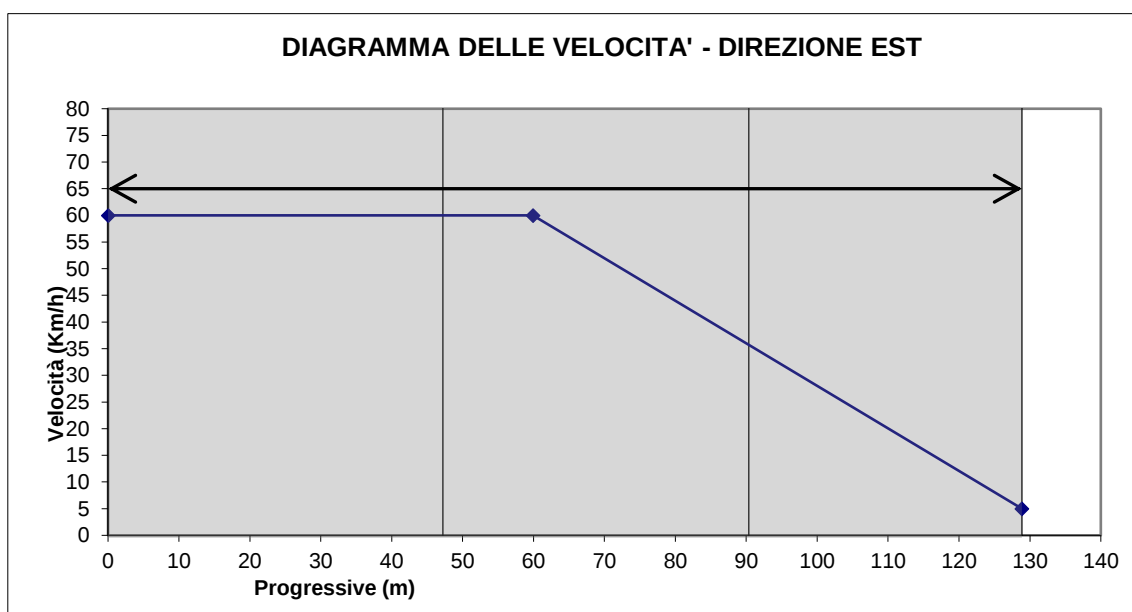


Figura 8 - Diagramma velocità diretto asse "Uscita" (verso di percorrenza est)

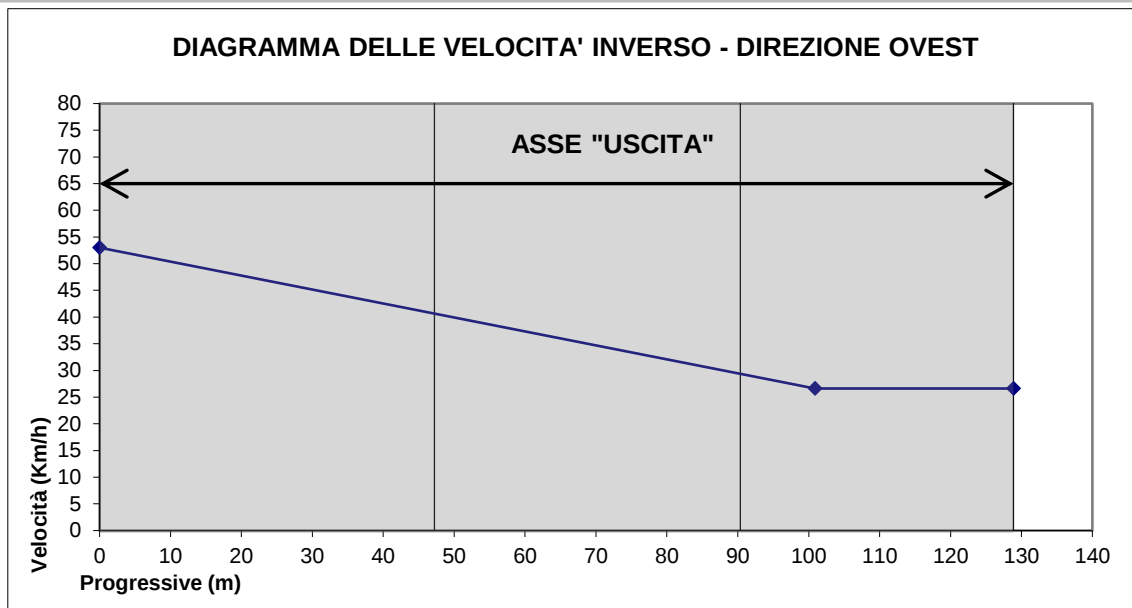


Figura 9 - Diagramma di velocità inverso asse "Uscita" (verso di percorrenza ovest)

Andamento planimetrico

Il tracciamento planimetrico degli assi in progetto è stato semplificato, dato il contesto urbano, le basse velocità di progetto e la presenza dell'intersezione. Pertanto, non sono state inserite clotoidi nel raccordo tra curve e rettifili.

Per lo sviluppo del progetto sono stati tracciati due assi, uno per il tratto di viabilità di accesso a doppio senso, che comprende la corsia di immissione su via La Marmora, e uno per il dimensionamento della corsia e della curva di diversione.

Nelle tabelle a seguire vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi planimetrici che compongono gli assi stradali.

In colonna (6) è indicato il verso di percorrenza delle curve circolari nella direzione delle progressive crescenti (Dx = curva destrorsa, Sx = curva sinistrorsa), in colonna (7) il valore di pendenza trasversale, mentre in colonna (8) è riportato per ogni elemento il valore massimo della velocità di progetto dedotto dal diagramma delle velocità per il verso di percorrenza diretto.

Asse "Ingresso"

L'asse di tracciamento "Ingresso", che modella la sola corsia e curva di diversione da via La Marmora, è stato posizionato in sinistra in modo da avere l'asse coincidente con il ciglio esterno di via La Marmora e riuscire così a raccordare correttamente l'altimetrica e le pendenze trasversali con l'esistente.

Il tracciato è costituito da un breve rettilineo iniziale tangente alla strada esistente, successivamente si ha un'ampia curva a raggio costante che approssima l'andamento del ciglio esistente dove si andrà a realizzare tratto parallelo della corsia di uscita; la successiva curva di diversione ha un raggio di 22 m a cui corrisponde un raggio in mezzzeria di 19 m (valore minimo consentito per strade di tipo F urbano). Le due curve sono collegate da un breve rettilineo, in questo caso, trattandosi di area di intersezione vincolata dall'esistente, non è stato possibile garantire la lunghezza minima del tratto rettilineo. Successivamente alla curva di uscita il tracciato termina con un breve rettilineo sovrapposto all'altro asse di progetto.

Di seguito si riportano gli elementi di base che costituiscono l'asse.

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Raggio I. [m]	Verso	pt dx [%]	Vel. [km/h]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
RETTIFILO	0.000	2.942	2.942			1.500	60.000
ARCO	2.942	67.605	64.663	1300	Sx	1.500	60.000
RETTIFILO	67.605	76.000	8.395			-2.187	31.633
ARCO	76.000	114.922	38.923	22	Dx	-3.500	26.630
RETTIFILO	114.922	128.170	13.248			-2.500	31.367

Asse "Uscita"

L'asse di tracciamento "Uscita" modella il tratto di viabilità a doppio senso di circolazione e la corsia di immissione su via La Marmora.

Il tracciato è costituito da due rettifili, il primo parallelo al piazzale aMo e il secondo incidente con via La Marmora con un'inclinazione di 70°; i tratti rettilinei sono raccordati da una curva di raggio 200 m. Di seguito si riportano gli elementi di base che costituiscono l'asse.

Tipo	Prog.I. [m]	Prog.F. [m]	Svil. [m]	Raggio I. [m]	Verso	pt dx [%]	pt sx [%]	Vel. [km/h]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		(8)
RETTIFILO	0.000	47.221	47.221			2.500	-2.500	60.000
ARCO	47.221	90.358	90.358	260	Dx	-2.500	-2.500	60.000
RETTIFILO	90.358	128.892	43.500			-2.500	-2.500	35.715

Andamento altimetrico

L'area su cui si sviluppa il progetto è pressoché pianeggiante, in particolare le quote di progetto della stazione di rifornimento si attestano sulle stesse quote di via La Marmora esistente. Per questo l'andamento altimetrico degli assi di tracciamento si riduce a una successione di sole due/tre livellette.

Come si evince dalle tabelle a seguire, nelle quali vengono sintetizzate le caratteristiche degli elementi altimetrici che compongono gli assi stradali, i raccordi verticali sono sempre abbondantemente verificati.

Asse "Ingresso"

N.	Tipo	Rv [m]	Delta i [%]	Sviluppo [m]	Prog. Iniziale [m]	Prog. Finale [m]	Vp [km/h]	Rmin [m]
1	Sacca	3000	0.658	19.755	75.379	95.133	27	93.752

Asse "Uscita"

N.	Tipo	Rv [m]	Delta i [%]	Sviluppo [m]	Prog. Iniziale [m]	Prog. Finale [m]	Vp [km/h]	Rmin [m]
1	Dosso	5000	-0.670	33.501	44.798	78.299	40	205.76
2	Dosso	5000	-0.184	9.181	100.153	109.334	18.24	42.799

Pendenze trasversali

La corsia di decelerazione ha nel tratto parallelo a via La Marmora una pendenza trasversale concorde con l'esistente ovvero mediamente del 1,50% verso est; la curva di diversione ha pendenza verso l'interno con un valore massimo del 3,50%. Nel tratto precedente la curva si ha la rotazione della piattaforma e l'inversione delle pendenze.

La viabilità a doppio senso è realizzata tutta a doppia falda con pendenza trasversale pari al 2,50%. Per semplificare il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma e per garantire un migliore raccordo con la pendenza trasversale della curva di uscita, la sagoma a doppia falda è stata mantenuta anche lungo la curva di raggio 260 m. Per questo tratto è ugualmente garantito l'equilibrio dinamico del veicolo, infatti, dalla formula dell'equilibrio di un veicolo in curva al paragrafo 5.2.4 del D.M. 05/11/2001 si ottiene, con le caratteristiche geometriche specifiche della curva in esame, una velocità massima di percorrenza superiore alla velocità di progetto.

$$\frac{V_p^2}{R \cdot 127} = q + f_t$$

Ponendo:

- $R = 260$ m, raggio della curva;
- $q = -0.025$, pendenza trasversale in curva (negativa in quanto verso l'esterno);
- $f_t = 0,20$, quota parte del coeff. Di aderenza impegnato trasversalmente, strada tipo F urbane per velocità di 60 km/h.

Si ottiene $V = 76$ km/h > di $V_p = 60$ km/h.

L'equilibrio è di fatto garantito pertanto la scelta progettuale non introduce instabilità e pericolo durante la guida.

Nel tratto finale, in corrispondenza dello Stop, la pendenza trasversale è raccordata con la pendenza longitudinale di via La Marmora.

Allargamenti in curva

In base a quanto previsto dalla normativa è necessario prevedere l'allargamento di ogni corsia di marcia per garantire la corretta iscrizione dei veicoli in curva.

In particolare, l'entità dell'allargamento è data dal rapporto K/R [m] dove $K=45$ e R =raggio curva in metri (l'allargamento si applica quando tale rapporto è maggiore di 0,2 m). Lungo la curva di diversione, di raggio pari a 22 m, l'allargamento risulta pari 2,05 m.

La normativa prevede la possibilità di dimezzare questo valore nei casi in cui sia poco probabile l'incrocio di due mezzi pesanti come nel nostro caso, ma considerando il particolare traffico costituito da soli mezzi pesanti (autobus e mezzi di rifornimento), si è ritenuto di non applicare la riduzione.

Visibilità

Per garantire che un veicolo proceda sempre sicuro sia in rettilineo che in curva, il guidatore di tale veicolo che viaggia alla velocità di progetto deve essere in condizione di disporre sempre di una distanza di visuale libera che non sia inferiore alla distanza di arresto del veicolo. In tal modo eventuali veicoli fermi o ostacoli generici sulla corsia di marcia possono essere individuati in tempo utile per fermare il veicolo prima dell'ostacolo imprevisto.

Per distanza di visuale libera (D_{va}) si intende la lunghezza del tratto di strada che il conducente riesce a vedere davanti a sé ai fini dell'arresto di fronte ad un ostacolo fisso senza considerare l'influenza del traffico, delle condizioni atmosferiche e di illuminazione della strada.

La distanza di visibilità per l'arresto (D_A) è lo spazio minimo necessario affinché un conducente possa arrestare il veicolo in condizione di sicurezza davanti ad un ostacolo imprevisto; la distanza si ottiene sommando lo spazio di reazione (D_1) e lo spazio di frenata (D_2) e si valuta con la seguente espressione:

$$D_A = D_1 + D_2 = \frac{V_0}{3.6} \times \tau - \frac{1}{3.6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_1(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{R_a(V)}{m} + r_0(V)} dV$$

Il conducente è posto al centro della corsia da lui impegnata e l'altezza del suo occhio è a 1,10 m dal piano viabile, mentre il punto osservato è posto lungo l'asse della corsia del conducente a 0,10 m. di altezza dal piano viabile.

Per il calcolo della distanza di arresto si è fatto riferimento ai diagrammi di velocità e alla pendenza longitudinale della strada ricavata dal profilo longitudinale.

Nel progetto in esame si è reso necessario un allargamento della banchina per visibilità lungo la curva di diversione per un valore massimo di 0,66 m. Questo valore è da considerare come ulteriore allargamento oltre quello geometrico descritto nel paragrafo precedente.

Progettazione delle intersezioni a raso

La corsia di diversione è composta dai seguenti tratti elementari:

Tratto di manovra di lunghezza $L_{m,u}$, dimensionato con criteri geometrici;

Tratto di decelerazione di lunghezza $L_{d,u}$ (comprendente metà del tratto di manovra $L_{m,u}$) parallelo all'asse principale della strada, dimensionato con criteri cinematici.

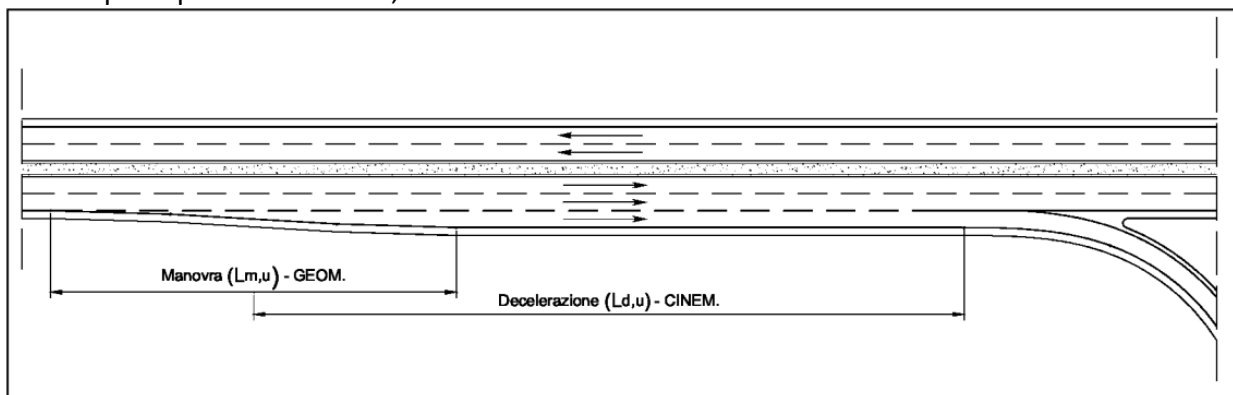


Figura 10 - Elementi geometrici della corsia di uscita

La lunghezza del tratto di manovra delle corsie di uscita per una strada con velocità di progetto di 60 km/h, come nel caso di via La Marmora, è pari a 40 m.

La lunghezza del tratto di variazione cinematica in decelerazione è determinata con la seguente espressione:

$$L_{d,u} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a}$$

Dove:

v_1 (m/s) è la velocità di ingresso nel tratto di decelerazione, assunta pari alla velocità di progetto della strada principale, determinata dai diagrammi di velocità;

v_2 (m/s) è la velocità di uscita dal tratto di decelerazione, assunta pari alla velocità di progetto di percorrenza della curva di deviazione verso la strada secondaria;
 a (m/s²) è l'accelerazione negativa, assunta pari a 2,0 m/s².

I dati di calcolo della corsia di decelerazione sono i seguenti:

$V_1 = 60 \text{ km/h}$	$v_1 = 16,67 \text{ m/s}$	Velocità di progetto via La Marmora
$V_2 = 25 \text{ km/h}$	$v_2 = 6,94 \text{ m/s}$	Velocità di percorrenza curva di deviazione, avente raggio in mezzzeria pari a 19 m

Secondo la formula di cui sopra, il tratto di decelerazione ha di conseguenza una lunghezza di 58 m. La corsia di decelerazione ha uno sviluppo complessivo di 78 m.

La manovra di immissione su via La Marmora è regolata da STOP, in cui le traiettorie giungono sull'asse principale con un angolo incidente pari a 70°, valore massimo consentito dalla normativa sulle intersezioni stradali.

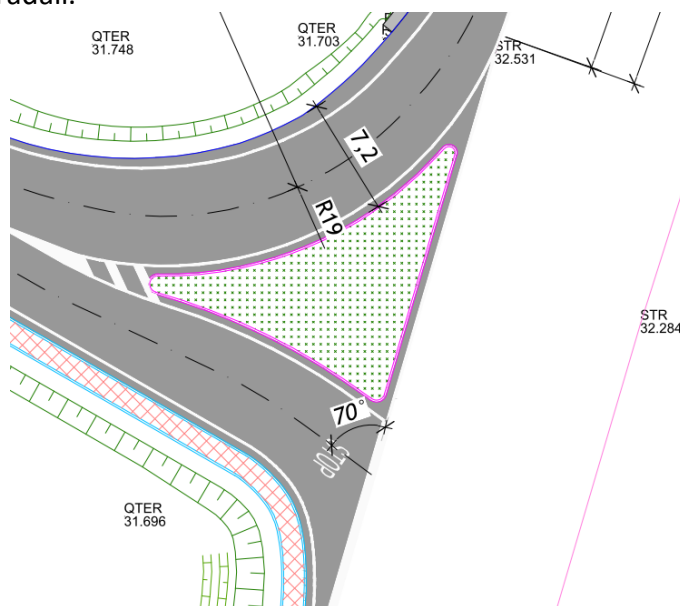


Figura 11 - Intersezione a raso

Segnaletica stradale

Segnaletica verticale

Il progetto è stato redatto conformemente al Codice della strada, al suo Regolamento di esecuzione e attuazione e alla Direttiva 24 ottobre 2000, il D.M. 05.11.01 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e il relativo decreto di modifica del 22/04/2004.

Tali norme definiscono una serie di dettami e indicazioni per la corretta esecuzione del progetto di segnalamento; costituiscono il quadro legislativo entro il quale il progettista deve agire nel proprio lavoro, ed al quale ci si è riferiti per la redazione del progetto.

Come riportato dall'art 77 del regolamento di esecuzione del codice della strada il progetto della segnaletica deve:

- fornire le informazioni agli utenti della strada al fine di ottenere un sistema armonico, integrato ed efficace a garanzia della sicurezza e della fluidità della circolazione;

- tener conto delle caratteristiche delle strade e della loro classificazione tecnico-funzionale, delle velocità praticate e dei prevalenti spettri di traffico a cui la segnaletica è rivolta;
- comunicare con sufficiente anticipo agli utenti della strada la presenza di pericoli, prescrizioni, indicazioni ed altre informazioni utili al fine di scongiurare comportamenti scorretti, andamenti incerti e pericolosi spesso causa di sinistri;
- Inoltre, nello stesso articolo si stabilisce che le informazioni da fornire agli utenti della strada per mezzo dei segnali stradali devono essere stabilite dagli enti proprietari secondo uno specifico progetto, di concerto con gli enti proprietari delle strade limitrofe.

Per perseguire le finalità sopra esposte il posizionamento dei principali segnali verticali deve tener conto di:

- spazio di avvistamento necessario per individuare il segnale in relazione alla velocità prevalente di percorrenza della strada nonché al contesto in cui si colloca;
- larghezza operativa delle barriere di sicurezza;
- posizionamento dei sostegni in punti singolari che ingenerino pericolo in caso di svio.

Fondamentale per la corretta percezione del segnale da parte dell'utente della strada risulta il suo corretto posizionamento, il Codice della Strada (Art. 79 del Regolamento e Art. 39 del N.C.S.), prescrive che per ogni segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento tra il conducente ed il segnale stesso libero da ostacoli per una corretta visibilità.

Lo spazio di avvistamento deve garantire che il conducente possa in sequenza: percepire la presenza del segnale, riconoscerlo come segnale stradale, identificarne il significato e attuare il comportamento richiesto.

La tabella seguente riassume le principali distanze associate alle varie tipologie di segnale e alle caratteristiche della strada rappresentate dalla velocità predominante.

SEGNALI DI PERICOLO	
Spazio di avvistamento	localizzazione
150 metri autostrade e strade extraurbane principali	150 metri
100 metri extraurbane secondarie e urbane con velocità maggiore di 50 Km/h	150 metri
50 metri altre strade	150 metri

SEGNALI DI PRESCRIZIONE	
Spazio di avvistamento	
250 metri autostrade e strade extraurbane principali	La prescrizione inizia nel luogo di installazione
150 metri extraurbane secondarie e urbane con velocità maggiore di 50 Km/h	La prescrizione inizia nel luogo di installazione
80 metri altre strade	La prescrizione inizia nel luogo di installazione

SEGNALI DI INDICAZIONE			
Spazio di avvistamento:	velocità locale predominante	Localizzazione rispetto svolta	Localizzazione rispetto inizio corsia di decelerazione
250 metri	130 km/h		50 metri
200 metri	110 km/h	130 metri	40 metri
170 metri	90 Km/h	100 metri	30 metri
140 metri	70 km/h	80 metri	
100 metri	50 km/h	60 metri	

Oltre alle predette indicazioni riguardanti la distanza di avvistamento il Nuovo Codice della Strada prevede una serie di norme riguardanti le dimensioni, i formati e una serie di norme, che verranno riportate successivamente, regolano le modalità di installazione dei segnali verticali.

Per il posizionamento della segnaletica verticale standard il regolamento di attuazione del nuovo codice della strada fissa dei valori di distanza dal bordo stradale e altezza rispetto alla carreggiata che devono essere rispettati e che vengono illustrati nelle figure seguenti.

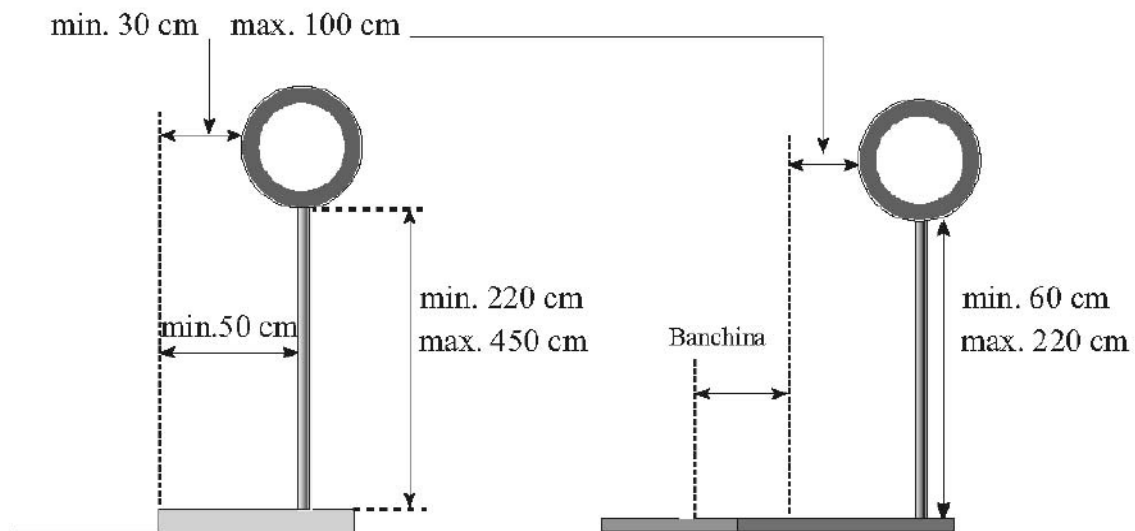


Figura 12 - Posizionamento segnaletica verticale

I valori indicati possono essere ridotti, in relazione alle situazioni di contorno, purché il segnale non sporga sulla carreggiata.

Segnaletica orizzontale

La segnaletica orizzontale deve essere tracciata sul manto stradale in conformità al D.P.R. 16 dicembre 1992 n°495 Paragrafo 4 (artt.137÷155) in termini di simboli, dimensioni, spessori, materiali e loro proprietà. L'art.137 del Regolamento, infatti, recita che: "Tutti i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali tali da renderli visibili sia di giorno che di notte anche in presenza di pioggia o con fondo stradale bagnato; nei casi di elevata frequenza di condizioni atmosferiche avverse possono essere utilizzati materiali particolari".

In particolare, "i segnali orizzontali devono essere realizzati con materiali antisdrucchiolevoli e non devono sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione" ed inoltre "le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di antiscivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali

orizzontali, nonché i metodi di misura di dette caratteristiche, sono stabiliti da apposito disciplinare tecnico approvato con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, da pubblicare sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica". A tale proposito si rimanda alle norme UNI EN 1436: 2008 e UNI 11154: 2006.

Le strisce longitudinali servono per separare i sensi di marcia o le corsie di marcia, per delimitare la carreggiata ovvero per incanalare i veicoli verso determinate direzioni; in particolare le strisce longitudinali si suddividono in:

- strisce di separazione dei sensi di marcia;
- strisce di corsia;
- strisce di margine della carreggiata;
- strisce di raccordo;
- strisce di guida sulle intersezioni.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue; le lunghezze dei tratti e degli intervalli delle strisce discontinue, sono rappresentate nella figura seguente.

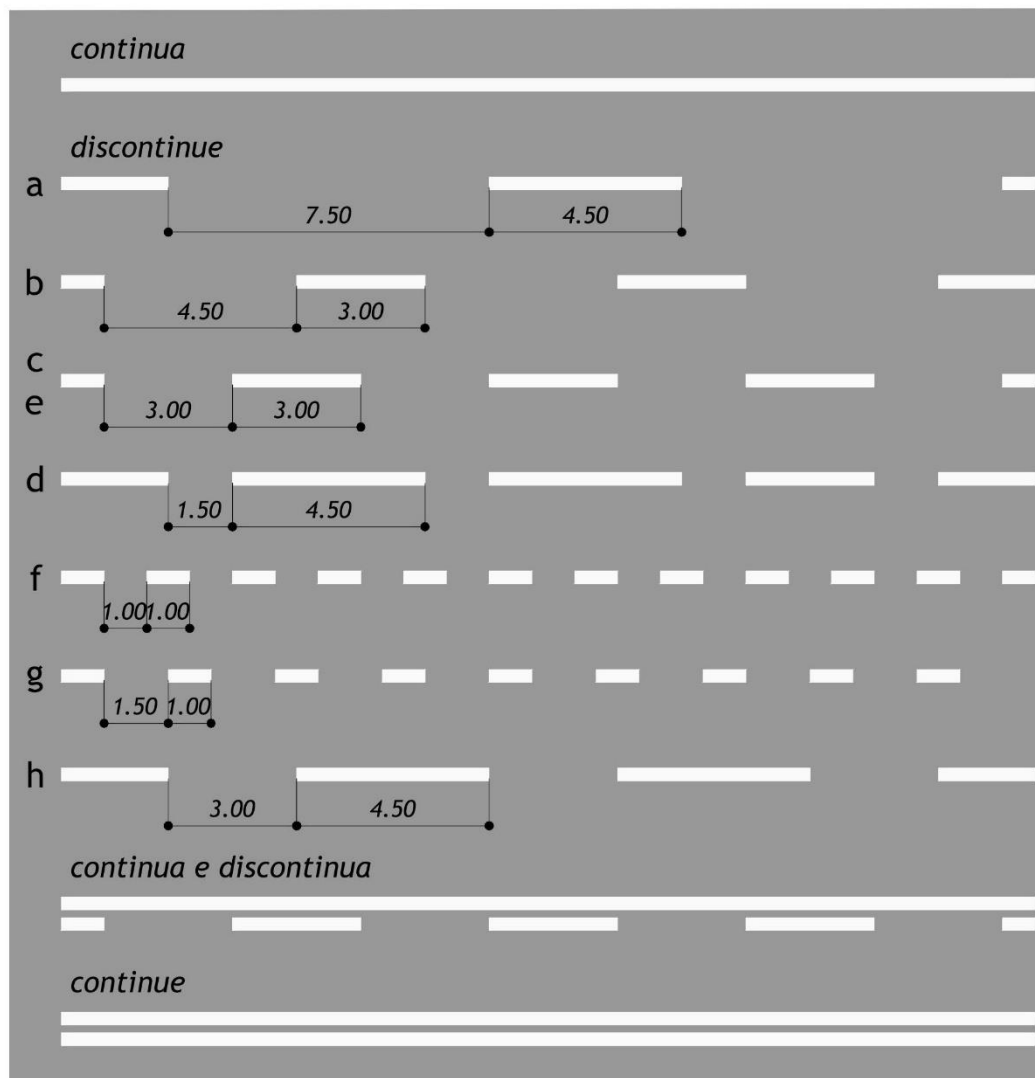


Figura 13 - Schemi segnaletica orizzontale longitudinale

La larghezza minima delle strisce longitudinali, escluse quelle di margine che sono di 15 cm, è di 12 cm.

Le isole di traffico a raso sulla pavimentazione ed i triangoli di presegnalamento delle isole di traffico in rilievo devono essere evidenziati mediante zebrature poste entro le strisce di raccordo per l'incanalamento dei veicoli o tra queste ed il bordo della carreggiata.

Le strisce delle zebrature devono essere di colore bianco, inclinate di almeno 45° rispetto alla corsia di marcia e di larghezza non inferiore a 30 cm; gli intervalli tra le strisce sono di larghezza doppia rispetto alle strisce.

Barriere di sicurezza

Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h.

Il progetto in esame non ricade quindi nel campo di applicazione della normativa, tuttavia, è stata ugualmente valutata e assicurata la sicurezza stradale secondo i criteri presenti nelle norme.

Per la parte attinente all'impiego dei dispositivi di ritenuta, sono stati adottati i criteri dettati dalle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 che sostituiscono e aggiornano tutte le istruzioni tecniche precedenti.

Secondo quanto previsto dal quadro normativo i dispositivi di ritenuta che possono essere impiegati sono le barriere di sicurezza dotati di marcatura CE ai sensi della norma EN 1317-5;

La scelta della categoria minima dei dispositivi di sicurezza installati lungo le viabilità di progetto è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM 2367, a seconda della destinazione e ubicazione, della categoria e dell'andamento piano altimetrico dell'infrastruttura stradale ed infine considerando le caratteristiche e la composizione delle correnti veicolari che la percorreranno tanto in termini quantitativi, riferendosi al Traffico Giornaliero Medio (TGM) previsto, quanto qualitativi in termini di categorie veicolari e quantità di veicoli pesanti che le percorreranno.

Pertanto, nella definizione del grado di contenimento delle barriere si è fatto riferimento alle seguenti tabelle, contenute nel citato DM 2367, dove la prima definisce il livello di traffico in relazione al TGM e alla percentuale di veicoli pesanti, mentre la seconda definisce il grado di contenimento minimo delle barriere a seconda dell'elemento da proteggere a partire dal tipo di strada e dal livello di traffico atteso.

Livello di Traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3.5 t
I	≤ 1000	qualunque
	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 – 15
III	> 1000	> 15

Classificazione dei Livelli di Traffico per la scelta tipologica

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Strade extraurbane secondarie (C)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Classificazione progettuale dei dispositivi di sicurezza longitudinali

Il DM2367 classifica le barriere oltre che per la classe di contenimento anche per quanto attiene alla severità dell'urto che viene determinato in base ai valori assunti dagli indici: A.S.I (indice di severità dell'accelerazione), T.H.I.V. (indice di velocità della testa teorica) e P.H.D. (indice di decelerazione della testa dopo l'impatto); tali indici risultano definiti nella norma UNI EN 1317 parti 1 e 2. In base agli indici sopra citati la norma UNI EN 1317-2 individua due classi di severità riassunte nella tabella seguente.

Livello di severità dell'urto	Valori degli indici		
A	$ASI \leq 1.0$	$THIV \leq 33 \text{ km/h}$	$PHD \leq 20g$
B	$ASI \leq 1.4$		

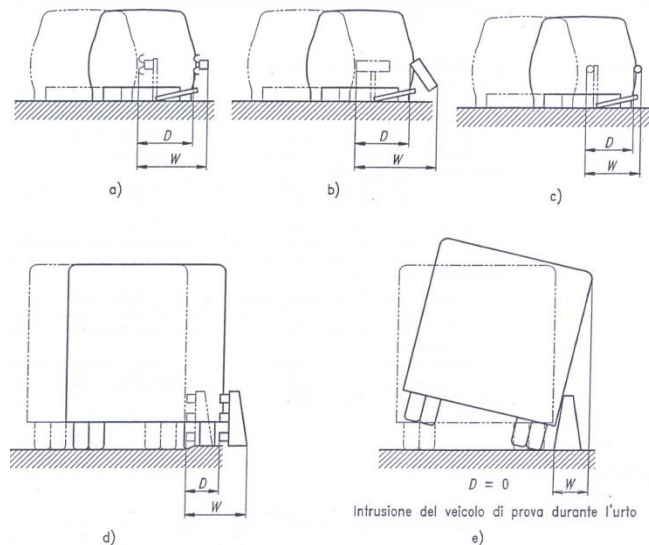
Classificazione delle barriere in termini di severità degli urti

Sempre la norma UNI EN 1317-2 puntualizza:

- *“il livello di severità d'urto A garantisce un maggior livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B e viene preferito quando altre considerazioni si equivalgono”;*

Riguardo alla deformabilità si è fatto riferimento ai due seguenti parametri che vengono determinati dalle prove di crash-test:

- La deflessione dinamica ovvero è il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento;
- La larghezza operativa (W) ovvero la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema.



Deflessione dinamica (D) e Larghezza operativa (W)

Ai fini della limitazione degli effetti dell'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri, si sono previste barriere con un indice ASI minore o uguale a 1.0, ad eccezione dei tratti ritenuti particolarmente pericolosi (opere d'arte), in cui il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza, dove saranno utilizzate barriere con un indice ASI fino ad 1,4.

Nella tabella seguente si riporta la classificazione delle barriere di sicurezza in base alla classe di larghezza operativa (W) a cui appartengono.

Classe di appartenenza	W [m]
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

Classificazione delle barriere in funzione della larghezza operativa (W)

Conformemente a quanto contenuto nel DM 2367 del 21.06.2004, indicazioni riprese nella Circolare esplicativa del Ministero dei Trasporti DIPT del 21/07/2010 prot. 0062032 in merito a "L'uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione, impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni" è stato protetto il margine del muro sottoscarpa presente sulla curva di diversione.

La strada in esame ricade in una tipologia di traffico I alla quale si associa una barriera bordo ponte di tipo H2.

Il tratto interessato dall'opera d'arte ha uno sviluppo di 14 m, ben al di sotto della lunghezza operativa delle più comuni barriere in commercio, pertanto, per garantire il corretto funzionamento della stessa si prevede l'installazione di ulteriore barriera di tipo bordo laterale infissa in arginello, fino a raggiungere la corretta lunghezza operativa. Avendo un TGM inferiore a 1000 veicoli, è

possibile installare una barriera di categoria N2, tuttavia, per uniformità nel livello di contenimento con la barriera bordo ponte si prevede l'utilizzo di barriera di tipo H1.

L'installazione della barriera di sicurezza comporta l'interferenza con i pali di illuminazione stradale. Questi ultimi costituiscono un ostacolo alla larghezza operativa della barriera e all'intrusione del veicolo e andrebbero pertanto posizionati oltre tali livelli di funzionamento. Nel caso in esame, a causa di stringenti vincoli di esproprio non è possibile allontanare sufficientemente i punti luce; si prevede perciò l'installazione di pali stradali a sicurezza passiva.

SOTTOSERVIZI E INTERFERENZE

Dalla cartografia tecnica fornita dagli enti gestori delle reti di sottoservizi, risultano presenti nell'area di intervento un gasdotto in 4a specie e una linea elettrica in media tensione, entrambe in gestione a Hera-INRETE.

Rete gas media pressione

Lungo il margine ovest di via La Marmora è presente una condotta gas in media pressione. Dal momento che l'intersezione da realizzare si attesta su quote di progetto circa 1 m al di sopra del piano campagna attuale, si prevede la protezione del gasdotto tramite posa di beole in calcestruzzo armato nel tratto di parallelismo. Si rimanda alla fase di cantiere il tracciamento sul campo della condotta per la corretta risoluzione dell'interferenza.

Rete elettrica in media tensione

Lungo il margine ovest di via La Marmora è presente una linea elettrica di media tensione realizzata in trincea. Dal momento che l'intersezione da realizzare si attesta su quote di progetto circa 1 m al di sopra del piano campagna attuale, non si prevede alcun intervento sulla linea esistente. Nell'ambito del progetto verrà solamente realizzata la predisposizione per il collegamento della cabina elettrica da realizzare nel piazzale della stazione di rifornimento alla rete esistente. In particolare, verrà realizzata una cameretta di derivazione all'interno dell'isola spartitraffico e verranno posati, al di sotto del percorso pedonale, 6 cavidotti in PEAD DN160 corrugato a doppia parete e i necessari pozzetti di raccordo. Le indicazioni del numero dei fori sono contenute nel parere di Herra allegato alla 3 seduta della Conferenza dei servizi.

PREDIMENSIONAMENTO IDRAULICO

L'intervento idraulico previsto riguarda il drenaggio della piattaforma stradale e si costituisce come rete fognaria acque bianche. Una delle prime fasi del progetto della nuova rete responsabile dello smaltimento delle acque meteoriche, necessita dell'individuazione del punto di recapito delle stesse. Tale scelta progettuale influenza lo sviluppo della rete stessa e dei manufatti ad essa annessi.

A seguito dei colloqui intercorsi con Comune di Modena ed HERA, il punto di recapito è stato individuato nel tombino esistente che sottopassa via la marmora per confluire nel canale localizzato sul lato Est di Via Lamarmora stessa

Altro intervento previsto è il tombinamento del tratto di fosso di guardia di via La Marmora nel tratto occupato dallo svincolo in progetto.

Al fine di non aggravare le condizioni di deflusso nel fosso esistente allo stato di fatto, si prevede di realizzare un sistema di laminazione mediante sovradimensionamento della rete fognaria in grado di accumulare temporaneamente le portate di picco, limitando la portata effluente limitando la dimensione della tubazione di scarico..

L'area impermeabilizzata risulta di circa 1400 mq (0,14 ha), considerando una portata di picco scaricabile di circa 5 l/sec, al fine di dimensionare il sistema di invaso si ipotizza un parametro di 500 mc/ha impermeabilizzato, parametro massimo indicato dal PTCP, e dunque si rende necessario un invaso capace di contenere 70 mc di acqua (500x0.14).

A tal fine si ipotizza di utilizzare 90 metri di scatolare di sezione 1000x800 mm in grado di invasare 72 mc.

Nella prima ipotesi progettuale l'invaso di laminazione veniva realizzato con una leggera depressione dell'area verde presente sul lato nord/est della nuova viabilità ma a seguito del confronto tecnico fra l'amministrazione comunale ed HERA che dovrebbe gestire il reticolo fognario è stato chiesto di realizzare l'invaso con il sovradimensionamento dei manufatti per facilitare gli interventi di pulizia e manutenzione.

La soluzione concordata ha l'ulteriore aspetto di favorire quanto emerso in sede di conferenza dei servizi laddove è stato chiesto di evitare sistemi che favoriscano l'infiltrazione nel suolo. Non essendo previsti più sistemi di accumulo su terreno, l'infiltrazione su suolo delle acque drenate dalla piattaforma stradale sarà dunque completamente esclusa.

Il recapito verso il tombino che sottopassa via La marmora sarà eseguito con una bocca tarata realizzata con posa di una tubazione di diametro ridotto (110 mm).

La Posa dei manufatti scatolari porterà ad uno scavo di circa 50 cm di profondità rispetto alla quota dell'attuale campagna e dunque sempre ad altezza e compatibili con quanto indicato dalla Soprintendenza ai beni archeologici *"preso atto dei lavori previsti nel progetto pervenuto, che comportano la realizzazione di nuova viabilità unitamente alla posa di un muro di sostegno e di sottoservizi, con scavi a profondità max di -1,50 dal p.d.c. attuale... tutto ciò richiamato e premesso, questa Soprintendenza, per quanto di competenza per gli aspetti di tutela archeologica, ritiene che per i lavori in oggetto non sussistano i presupposti per l'assoggettabilità alla verifica preventiva dell'interesse archeologico;*

Il drenaggio della piattaforma è garantito da pozzetti caditoia stradali posizionate in banchina, a ridosso da un lato del cordolo in granito e dall'altro del cordolo bituminoso. Le griglie sono in ghisa del tipo carrabile per traffico pesante D400, con luce netta 400x400 mm montate su pozzetto prefabbricato in calcestruzzo vibro compresso. Le caditoie sono collegate alla rete principale tramite fognoli sifonati in PVC SN4 DN160 mm rinfiacati in magrone di calcestruzzo.

La rete principale di raccolta acque è posizionata in mezzzeria della viabilità ed finge da drenaggio e laminazione delle acque raccolte dalla pavimentazione stradale; è costituita da un manufatto

scatolare di sezione 100x80 cm; sono previsti dei torrini di ispezione con chiusino in ghisa per traffico pesante D400.

È previsto in progetto il tombamento di un tratto di fosso di guardia esistente, questo sarà realizzato da una condotta prefabbricata in calcestruzzo diametro 600 mm;

Nel punto di collegamento tra il tombino esistente che attraversa Via Lamarmora, tombamento del fosso di guardia lato Ovest Via Lamarmora e punto di scarico del drenaggio della nuova viabilità sarà realizzato un pozzetto di dimensione 150x150 cm .

ILLUMINAZIONE STRADALE

L'illuminazione stradale riveste una importante funzione di sicurezza serale e notturna, in particolare nei tratti in cui si presentano al conducente cambi di direzione, immissioni di nuove corsie, curve ed ostacoli. Occorre pertanto garantire un ottimo illuminamento del piano stradale garantendo all'utente una perfetta identificazione dei segnali stradali, degli altri veicoli e degli eventuali ostacoli presenti sulla direzione di marcia ed un buon confort visivo.

Per tali ragioni è stata impiegata una particolare tipologia di luce e di lampione, congiuntamente alla più moderna tecnologia di risparmio energetico per ottimizzare la gestione e la conduzione degli impianti.

Per l'intervento in oggetto, è previsto un impianto di illuminazione, con le seguenti caratteristiche generali:

- Rispondenza alla Legge Regionale 19/2003 della Regione Emilia-Romagna;
- Classificazione della strada in accordo con norma UNI EN 11248 (conformemente anche alle UNI EN 13201-2 e UNI EN 13201-3);
- Definizione della tipologia di strada e verifica della classificazione in accordo con il gestore della strada (strada tipo E per via La Marmora e F1 per strada di accesso);
- Punto di allacciamento elettrico in bassa tensione;
- Eventuali allacciamenti e riposizionamenti degli impianti di illuminazione pubblica in essere.

Si prevede quindi di illuminare il tratto di competenza pubblica della viabilità di accesso alla stazione a idrogeno e l'intero sviluppo della corsia di diversione.

I punti luce della corsia di uscita saranno necessariamente sul lato ovest della strada mentre l'illuminazione della strada di accesso verrà posta sul lato sud, sul limite del percorso pedonale.

I punti luce stradali saranno con tecnologia a led, classe di isolamento 2, grado di protezione IP 66 e marcatura CE.

I sostegni previsti hanno altezza fuori terra pari a 10 m, con sbraccio di lunghezza 1,50 m.

I sostegni lungo la corsia di decelerazione, risultando interferenti con le caratteristiche di funzionamento della barriera di sicurezza saranno del tipo a sicurezza passiva ovvero tali da non costituire un ostacolo in caso di urto.

I blocchi di fondazione dei punti luce saranno in calcestruzzo armato e vibrato di adeguate dimensioni realizzati in opera o di tipo prefabbricato.

Ciascun basamento sarà provvisto alla base di zatterone di regolarizzazione per un maggior ammorsamento nel profilo dei rilevati.

L'alimentazione degli impianti di illuminazione è ricavata in corrispondenza di armadi stradali da esterno, all'interno dei quali saranno posizionate le seguenti apparecchiature:

- Gruppi di misura dell'energia elettrica
- Quadro elettrico di distribuzione

La distribuzione è realizzata mediante linee trifasi con cavi unipolari del tipo FG16R di adeguata sezione.

Tali linee alimenteranno i centri luminosi ripartendo la potenza in modo uniforme sulle tre fasi.

Le tubazioni interrate di contenimento saranno in PE ad alto schiacciamento, del diametro non inferiore a 125 mm, con filo pilota al loro interno. Presso ogni punto luce è presente un pozzetto rompitratta e di derivazione, con chiusino carrabile e telaio in ghisa sferoidale riportante le informazioni del fabbricante, la norma di riferimento, la classe di appartenenza e il marchio di certificazione. Le derivazioni saranno eseguite entro i pozzetti rompitratta o di derivazione previsti lungo l'impianto.

OPERE STRUTTURALI

L'intervento in oggetto non prevede opere strutturali che richiedono deposito.

Per il muro di sostegno si prevede all'avvio dei lavori la denuncia come opera IPRIPI (Interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici).

TERRE E ROCCE DA SCAVO

Gli scavi da effettuare nelle aree di intervento riguardano lo scotico e lo scavo per la realizzazione della vasca e del muro di sostegno da eseguirsi in aree agricole.

Viste le indagini effettuate in campo e vista la modesta entità degli scavi, le terre di risulta saranno riutilizzate nell'ambito del cantiere per realizzare le scarpate e le aiuole previste.

Si rimanda all'elaborato D-00-I-R-08 per i risultati delle analisi sulle terre in sito.

PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI

Il progetto prevede la demolizione/fresatura di una parte dell'attuale manto stradale con rifacimento del manto bituminoso nel tratto parallelo a via La Marmora.

I materiali provenienti dalla demolizione saranno totalmente inviati in un adeguato centro di recupero in accordo con il DECRETO 27 settembre 2022, n. 152 "Regolamento che disciplina la cessazione della qualifica di rifiuto dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione e di altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell'articolo 184-ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. (22G00163)"

Sarà comunque compito dell'Impresa, in accordo con la Direzione Lavori, individuare il centro di recupero più vicino e redigere, se necessario, un piano di gestione delle terre e rocce da scavo in qualità di Sottoprodotto nel rispetto del D.P.R. n. 120 del 13 giugno 2017.

CRONOPROGRAMMA

Il lavoro in esame, oltre al presente Progetto Definitivo, sarà completato dalla fase di progettazione esecutiva.



Per la realizzazione delle opere si prevede una durata dei soli lavori pari a circa 120 giorni naturali consecutivi. Si rimanda a tal proposito allo specifico elaborato D-00-I-R-07.