

COMMESSA PIANO FINANZIARIO: A2

COD:

a.20.20

CUP: D41B00000140003

SCALA:



centropadane
l'esperienza si fa strada

autostrade centropadane spa

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA IL CASELLO DI
OSPITALETTO (A4), IL NUOVO CASELLO DI PONCARALE
(A21) E L'AEROPORTO DI MONTICHIARI**

PROGETTO ESECUTIVO

INQUADRAMENTO GENERALE

Relazioni

Relazione progetto stradale

| REV. | DESCRIZIONE | REDATTO | | VERIFICATO | |
|------|-------------|-----------|------------|------------|--|
| 0 | EMISSIONE | Zaninelli | 05-12-2006 | | |
| 1 | VALIDAZIONE | Zaninelli | 18-06-2007 | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

CODIFICA DOCUMENTO:

Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto di Autostrade Centropadane S.p.A.

IL DIRETTORE TECNICO:
DOTT.ING. R. SALVADORI

IL PRESIDENTE:
RAG. AUGUSTO GALLI

**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CREMONA**
Dott. Ing. **ROBERTO SALVADORI**
N. 755 di iscrizione all'Albo

I PROGETTISTI:

DOTT. ING. P. ZANINELLI



| | |
|--|-----------|
| PREMESSA | 3 |
| NORMATIVA | 3 |
| CORPO PRINCIPALE..... | 4 |
| PLANIMETRIA..... | 6 |
| <i>ELEMENTI GEOMETRICI</i> | <i>6</i> |
| <i>DESCRIZIONE DEL TRACCIATO</i> | <i>10</i> |
| <i>DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ</i> | <i>11</i> |
| PROFILO LONGITUDINALE | 13 |
| <i>ELEMENTI GEOMETRICI</i> | <i>13</i> |
| <i>DESCRIZIONE DEL TRACCIATO</i> | <i>17</i> |
| <i>VERIFICA PERDITE DI TRACCIATO</i> | <i>20</i> |
| SOVRASTRUTTURA..... | 20 |
| SVINCOLI CON LA VIABILITÀ ORDINARIA | 22 |
| CRITERI DI PROGETTAZIONE..... | 22 |
| <i>SVINCOLO SU SP IX.....</i> | <i>25</i> |
| <i>SVINCOLO DI FLERO.....</i> | <i>26</i> |
| <i>SVINCOLO DI BRESCIA SUD (A21 – EX SS 45BIS).....</i> | <i>27</i> |
| <i>SVINCOLO STRADA COMUNALE GHEDI - BORGOSATOLLO.....</i> | <i>27</i> |
| <i>SVINCOLO SU S.P. 37 (AEROPORTO DI MONTICHIARI).....</i> | <i>28</i> |
| <i>SVINCOLO SU S.S. 236 “GOITESE”</i> | <i>29</i> |
| SOVRASTRUTTURA..... | 30 |
| VIABILITA’ INTERFERITE..... | 31 |
| <i>VARIANTE PARALLELA S.P. 22</i> | <i>31</i> |
| <i>STRADA F2 LOTTIZZAZIONE FLERO – CAPRIANO.....</i> | <i>32</i> |
| <i>STRADA F2 E PISTA CICLOPEDONALE VIA COLER.....</i> | <i>33</i> |
| <i>SOVRAPPASSO C2 S.P.22.....</i> | <i>33</i> |
| <i>SOTTOPASSO CICLOPEDONALE S.P.22</i> | <i>33</i> |
| <i>STRADA DI LOTTIZZAZIONE C1 PONCARALE</i> | <i>33</i> |
| <i>STRADA C2 E PISTA CICLOPEDONALE S.P.23</i> | <i>34</i> |
| <i>VARIANTE F2 VIA VOLTA</i> | <i>34</i> |
| <i>RIQUALIFICAZIONE VIA VOLTA</i> | <i>34</i> |
| <i>STRADA C2 E PISTA CICLOPEDONALE S.P.66.....</i> | <i>34</i> |
| <i>ROTATORIA S.P. BS EX S.S.235 GOITESE</i> | <i>35</i> |
| VIABILITA’ PODERALI | 35 |
| APPENDICI..... | 37 |

| | |
|--|----|
| CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL TRACCIATO..... | 37 |
| DIAGRAMMA DELLE VELOCITA' | 49 |
| BILANCIO MOVIMENTI DI MATERIE | 52 |

PREMESSA

Nei paragrafi successivi si descrivono le caratteristiche geometriche di una parte del Raccordo Autostradale tra il casello di Ospitaletto (A4), il nuovo casello di Poncarale (A21), e l'aeroporto di Montichiari, in Provincia di Brescia, in relazione al suo andamento planimetrico e altimetrico, nonché alle scelte progettuali di massima relative agli elementi che compongono le sezioni tipo. L'intera opera è stata suddivisa, ai fini di una maggiore flessibilità nella fase esecutiva, in quattro lotti funzionali:

- 1° lotto: tra Ospitaletto (svincolo A4) e lo svincolo Bre.Be.Mi, questo compreso.
- 2° lotto: tra lo svincolo Bre.Be.Mi (escluso) e la prog. 11+593 in raccordo alla S.P. 19 esistente.
- 3° lotto: tra la prog.11+593, in raccordo alla S.P. 19 esistente e lo svincolo di Brescia sud sulla A21, questo compreso.
- 4° lotto: tra lo svincolo di Brescia sud, escluso, alla ex S.S. Goitese.

I primi due lotti funzionali ed una porzione iniziale del lotto 3 rappresentano la riqualificazione di una strada provinciale attualmente in esercizio, la S.P. n. 19.

Ai fini dell'appalto delle opere è stato stabilito di procedere all'approntamento di due distinti progetti esecutivi, il primo - in ordine di esecuzione - relativo agli ultimi due lotti ed il secondo relativo ai primi due lotti funzionali. La presente relazione si limita alla descrizione del progetto riguardante il 3° e 4° lotto.

Per convenzione il verso con cui è stato orientato l'asse stradale nelle planimetrie e nei profili è quello in direzione est, ossia verso Castenedolo. Nella lettura dei profili altimetrici pertanto a sinistra è collocato l'ovest ed a destra l'est. Nella lettura delle sezioni trasversali, con il criterio delle "spalle all'origine", il nord si trova a sinistra mentre il sud si trova a destra. Sempre per convenzione si sono denominate le carreggiate a seconda della direzione di marcia dei veicoli che la percorreranno, pertanto:

Carreggiata ovest: marcia in direzione ovest (verso Ospitaletto)

Carreggiata est: marcia in direzione est (verso Castenedolo)

NORMATIVA

La normativa adottata per la definizione degli elementi geometrici di tracciato dell'asse principale è evidentemente il D.M. 05.11.2001, cogente per le strade di nuova costruzione. Non è dovuta l'applicazione del Reg. Regionale della Lombardia n. 7 del 24.04.2006 "Norme tecniche per la costruzione delle strade", in base al quale peraltro non è stata ancora pubblicata la Delibera Regionale recante i criteri da adottare, sino ad oggi disponibili solo come bozza oggetto di discussione. La normativa impiegata in fase di sviluppo del progetto definitivo rimane quella del D.M. prima citato.

Per le intersezioni, non essendo dovuta l'applicazione del D.M. 19.04.2006, e nemmeno del Reg. Regionale prima citato, si sono assunti come riferimenti non cogenti le norme CNR n. 90 del 15.04.1983, lo studio a carattere prenormativo del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Ispettorato per la circolazione e la sicurezza stradale) dal titolo "Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali" - già considerato nella progettazione definitiva - le linee guida della Regione Lombardia, ancorché in fase di discussione, nonché indicazioni tratte dalla letteratura tecnica.

Si precisa che, conformemente al dettato normativo, ed in particolare al D.M. 22.04.2004, le norme statali non devono essere applicate ai progetti di adeguamento delle strade esistenti, per le quali è prevista l'emanazione di apposite norme per ora disponibili solo come bozza in discussione.

CORPO PRINCIPALE

Per il progetto del Raccordo autostradale si è impiegata la sezione tipo corrispondente alla piattaforma A - autostrade in ambito extraurbano - del D.M., nella soluzione che prevede 2+2 corsie per senso di marcia. (Classificata come A2 nella bozza di norma Regionale). La sezione tipo del D.M. è stata tuttavia ampliata rispetto alla soluzione base, portando la corsia di emergenza ad una larghezza di 3,40 m e lo spartitraffico ad una larghezza di 3,30 m, il che, con l'aggiunta delle banchine in sinistra che mantengono una larghezza di 0,70 m, porta ad avere un margine interno di 4,70 m. Tali dimensioni sono compatibili con diversi modelli di guard-rail oggi prodotti, in considerazione delle larghezze di deformazione desunte dai documenti disponibili. L'intera larghezza della piattaforma è pavimentata. La sezione tipo è infine completata da due elementi marginali della larghezza di 1,25 m, che ospitano cunette prefabbricate per lo smaltimento delle acque meteoriche e i guard-rail da bordo laterale. All'esterno di tali elementi è - quando necessario - presente il plinto per la barriera antifonica, che ha larghezza pari a 1,20 m e altezza 1,30 m. Anche in questo caso le dimensioni adottate per gli elementi marginali permettono di installare le barriere antifoniche a 2,10 m dal nastro del guard-rail, rendendoli compatibili con diversi modelli di guard-rail per bordo laterale in produzione, al fine di evitare pericolose contatti tra guard-rail in deformata dinamica e la parete della barriera.

Poiché è prevista la posa di una pavimentazione d'usura di tipo drenante, nei tratti in rilevato si è pensato di conformare il margine esterno delle carreggiate, della larghezza di 1,25 m, in modo tale da svolgere funzione di raccolta dell'acqua percolante dalla pavimentazione e di convogliamento, tramite embrici al fosso di guardia posto al piede delle scarpate o, quando necessario, tramite caditoie, pozzetti e condotte, ai sistemi di trattamento per le acque di prima pioggia. In particolare è stato previsto l'impiego di un elemento prefabbricato in c.a. predisposto sia per la posa di caditoie che delle barriere di sicurezza. Tale elemento, oltre che fungere da cunetta per la raccolta delle acque ed il loro convogliamento iniziale negli embrici o nei pozzetti, evita la crescita di erba al margine stradale e consente quindi di eliminare problemi di drenaggio dovuti ad intasamento dei margini della pavimentazione e di evitare

pericolose e costose operazioni di sfalcio dell'erba sulle banchine, solitamente attuate con cantieri mobili.

Per quanto riguarda, invece, i tratti in trincea, il corrispondente elemento marginale che svolge funzione di smaltimento delle acque di piattaforma è una cunetta prefabbricata in c.a. della larghezza di 50 cm, che convoglia le acque a caditoie, pozzetti ed a tubazioni interrato di raccolta acque con diametri variabili in funzione delle portate previste. L'acqua viene poi condotta ad impianti di trattamento e per la prima pioggia e di sollevamento. Esternamente alla cunetta è collocata una fascia in terra battuta di larghezza pari a 2,00 m ed una pendenza del 5% verso l'esterno per lo smaltimento delle acque di scarpata. Tale fascia, data la larghezza più che sufficiente, può essere utilizzata anche dai veicoli atti ad effettuare manutenzione che, transitando all'esterno della piattaforma, garantendo continuamente una situazione di completa sicurezza.

Le scarpate in rilevato hanno una pendenza pari a 30° sull'orizzontale e talvolta sono "addolcite" con profili curvilinei per consentire una riduzione dell'impatto visivo. Le scarpate in trincea sono previste con una pendenza pari 2/3. Elemento qualificante della sezione in trincea è l'arginello posto in corrispondenza della sommità delle scarpate a piano campagna; di altezza media pari a 1 m, è alberato e svolge quindi la funzione di abbattere ulteriormente il rumore e la dispersione degli agenti inquinanti.

I materiali impiegati per i corpi stradali sono terre appartenenti ai gruppi A1, A3, A2-4 e A2-5 della UNI 10006, con scarpate debitamente rivestite con terreno vegetale dello spessore minimo di 30 cm, inerbito e talvolta destinato a opere di mitigazione, a protezione del corpo stradale.

Tutta l'area autostradale, comprese le strade di servizio, sarà recintata con rete alta 1,20 m dal piano campagna per impedire l'ingresso di animali e proteggere pertanto il transito degli automezzi.

Le opere stradali costituenti il 3° e 4° lotto si sviluppano per buona parte del tracciato in nuova sede, in particolare:

- **LOTTO 3:** Dalla prog. 11+593 alla prog. 19+600; inizia nel Comune di Azzano Mella in prossimità del ponte sul vaso Quinzanello, raccordandosi al tratto in esercizio della S.P. 19. Si sviluppa verso est e sino alla prog. 13+500 costituisce adeguamento della S.P. 19 esistente, per la quale viene raddoppiata la carreggiata sino all'innesto con la S.P. IX attuale a Capriano. Da tale progressiva costituisce invece strada di nuova costruzione, attraversando l'area industriale di Capriano, la porzione meridionale del territorio del Comune di Flero - pure del quale si attraversa l'area industriale - i territori dei Comuni di San Zeno Naviglio, di Poncarale e di Montirone. Nell'ambito di questo lotto sono collocati tre svincoli: variante S.P. IX, Flero e Brescia sud (posto sul confine di tre comuni: Poncarale, Borgosatollo e Montirone). Il lotto termina subito dopo lo svincolo di Brescia sud, in prossimità dell'autostrada A21. La lunghezza è dunque pari a 8.008 metri.
- **LOTTO 4:** Dalla prog. 19+600 alla prog. 28+994, inizia in prossimità dello svincolo di Brescia sud, ad est dell'autostrada A21 e si sviluppa verso est, come strada di nuova costruzione, attraversando il territorio dei Comuni di Montirone,

Ghedi e Castenedolo. Nell'ambito di questo lotto sono collocati gli svincoli per la strada comunale Ghedi-Borgosatollo, per la variante della S.P. 37 e per la ex S.S. 236 "Goitese". Il lotto termina raccordandosi alla bretella che connette la ex. S.S. 236 "Goitese" al Casello di Brescia est. La lunghezza è pari a 9.394 m.

Il tracciato planimetrico ha fortemente risentito dei vincoli imposti dal tracciato della esistente S.P. 19, dai fattori ambientali ed antropici esistenti, previsti nei piani di programmazione territoriale.

In particolare il progetto dell'asse principale ha cercato di rispettare gran parte dei preesistenti fabbricati, impianti e zone sensibili. Questo ha comportato necessariamente, soprattutto nella seconda metà del lotto 3 e all'inizio del lotto 4, una certa sinuosità del tracciato, anche se i raggi di curvatura utilizzati, in generale variabili da un minimo di 800 m (curva 31, ultima curva in prossimità del raccordo al termine del 4° lotto) ad un massimo di 13.000 m (curva 14 nel tratto tra lo svincolo S.P. IX e l'area industriale di Capriano) sono tutti compatibili – eccetto l'ultima per i motivi che si esporranno in seguito - con la massima velocità di progetto di 140 Km/h, prevista dal D.M. per le strade di categoria A, ossia autostrade in ambito extraurbano.

PLANIMETRIA

ELEMENTI GEOMETRICI

Come già accennato, nel secondo tronco i problemi maggiori nell'individuazione del tracciato derivano dal fatto che il Raccordo, prevalentemente da realizzare ex novo, era da calare in una realtà, il territorio a Sud di Brescia, caratterizzata da un edificato molto distribuito sul territorio ed a prevalente destinazione produttiva.

Le scelte in merito al corridoio ove collocare il tracciato sono state vincolate dai seguenti elementi principali:

Presenza, a sud del corridoio, nei Comuni di Capriano del Colle e Poncarale, del "Monte Netto" da destinare a Parco Regionale, nonché dell'edificato storico di Poncarale,

Presenza – estremamente vincolante – a sud della parte orientale del corridoio che ospita il tracciato di progetto, dell'aeroporto militare di Ghedi e dell'aeroporto civile di Brescia-Montichiari. Per quest'ultimo peraltro occorre considerare anche l'interferenza prodotta dalle superfici di delimitazione ostacoli derivanti dai progetti di allungamento della pista. Verifiche sono state effettuate nell'ambito degli studi preliminari per il prolungamento della pista (superfici considerate per la verifica: Take off Climb Surface (TOCS), larghezza iniziale 180 metri sulla CLWY - pendenza 2% - divergenza del 12,5%, e la Approach Surface (AS), larghezza iniziale 300 metri sulla CLWY - pendenza 2% - divergenza del 15%). Un'ulteriore verifica è stata compiuta per verificare la compatibilità di un nuovo sovrappasso per la strada comunale "del Carbone" lungo la variante per la S.P. 37.

A nord del corridoio si collocano, nella sua parte occidentale e centrale, gli edificati storici e le zone residenziali dei Comuni di Castel Mella, Flero e Borgosatollo, nonché un insediamento industriale di notevole importanza (Acciaieria di San Zeno).

Tenendo conto infine dei punti fissi di origine e termine del tracciato, collocati a Capriano del Colle, nel punto di innesto della S.P. 19 attuale sulla S.P. IX, e a Castenedolo, nel punto di innesto della bretella tra lo svincolo di Brescia est e la S.S. 236 sulla medesima S.S. 236, era possibile individuare un solo corridoio, piuttosto stretto e ovest e più ampio a est, ove collocare l'asse stradale.

Occorre infine precisare che nell'ambito dello stesso corridoio è stato collocato anche l'asse della nuova linea ferroviaria AV/AC Milano Verona, che ha comportato, per le dovute esigenze di coordinamento, notevoli e pesantissimi condizionamenti sui tracciati delle viabilità interferite, sulle opere d'arte e sulle opere di sostegno.

Le definizioni in dettaglio del tracciato planimetrico ha infine tenuto in considerazione la presenza degli insediamenti a destinazione agricola diffusissimi nell'area attraversata.

Le interferenze più significative con l'edificato si hanno nei Comuni di Capriano del Colle ed Flero, ove l'attraversamento delle locali aree industriali/artigianali, collocate in adiacenza delle esistenti S.P. IX e S.P. 22, comporta la necessità, malgrado la massima attenzione nel comporre l'asse stradale, di demolire alcuni capannoni, con conseguente delocalizzazione di alcune aziende.

La successione degli elementi planimetrici è riportata nella tabella della pagina seguente:

| NOTE | RETTIFILI | | CURVE | | | | | | | | | | Vp Diagramma velocità | DISTANZA VISIBILITA' | | VISUALE DISPONIBILE | | VELOCITA' CONSENTITA | | LIMITI ADOTTATI | | PROG | | | |
|--|-----------|----------|-------|-------|----|----------|--------|--------|--------|---------|----------|--------|-----------------------------|-------------------------|---|------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|---------------------|--------------------------------|------|--------------------------------|-------------------|-----------|
| | N° | L. | N° | VERSO | | CLOTOIDE | | ARCO | | | CLOTOIDE | | | CRIT. | | | D _a | D _c | D _{da} | D _{dc} (2) | D _a D _{da} | | D _a D _{dc} | V | Allarg. |
| | | | | SX | DX | A | SV | R | ANG | SV | A | SV | | o | s | o | | | | | | | | | |
| Inizio lotto 3 prog. 11+593 | | | C12 | ✓ | | 1350 | 343,87 | 5.300 | 28,21° | 2609,49 | 1350 | 343,87 | ✓ | ✓ | □ | 140 | 237 | 364 | 409 | --- | 140 | 140 | 130 | | 8+398.32 |
| AZZANO MELLA – Svincolo SP IX | R13 | 362,38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 11+686.73 |
| | | | C14 | | ✓ | 1300 | 130,00 | 13.000 | 1,37° | 310,84 | 1300 | 130,00 | ✓ | ✓ | □ | 140 | 237 | 364 | 691 (1) | --- | 140 | 140 | 130 | | 12+049.11 |
| CASTELMELLA | R15 | 410,37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12+620,11 |
| | | | C16 | ✓ | □ | 1000 | 100,00 | 10.000 | 1,07° | 186,75 | 1000 | 100,00 | ✓ | ✓ | □ | 140 | 237 | 364 | 702 (1) | --- | 140 | 140 | 130 | | 13+030.48 |
| CAPRIANO DEL COLLE (Termine tratto in riqualifica:prog. 13+500) | R17 | 764,56 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13+418.07 |
| | | | C18 | ✓ | □ | 800 | 213,33 | 3.000 | 2,83° | 148,18 | 800 | 213,33 | ✓ | ✓ | □ | 140 | 237 | 364 | 313 | 551 (3) | 140 | 140 | 130 | | 14+182.64 |
| FLERO - Svincolo FLERO | R19 | 487,57 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 14+757.53 |
| | | | C20 | □ | ✓ | 700 | 122,50 | 4.000 | 1,87° | 130,55 | 700 | 122,50 | ✓ | ✓ | □ | 140 | 237 | 364 | 385 | --- | 140 | 140 | 130 | | 15+245.10 |
| | R21 | 1.164,11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15+620.62 |
| | | | C22 | □ | ✓ | 1300 | 444,74 | 3.800 | 11,81° | 783,27 | 1300 | 444,74 | ✓ | ✓ | ✓ | 140 | 237 | 364 | 345 | --- | 140 | 140 | 130 | | 16+784.73 |
| PONCARALE - Lim. lotti 3/4 prog. 19+600 | R23 | 1.399,63 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18+457.39 |
| MONTIRONE - Svincolo BRESCIA SUD | | | C24 | ✓ | □ | 705 | 248,51 | 2.000 | 20,67° | 721,52 | 860 | 369,80 | ✓ | ✓ | ✓ | 140 | 237 | 364 | 251 | 365 | 140 | 140 | 130 | 2,10 m (ovest) | 19+857.01 |
| | R25 | 0,41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21+196.71 |
| Svincolo SC GHEDI-BORGOSATOLLO | | | C26 | □ | ✓ | 860 | 369,80 | 2.000 | 12,35° | 431,10 | 705 | 248,51 | ✓ | ✓ | ✓ | 140 | 237 | 364 | 203 | 403 | 140 | 140 | 130 | | 21+197.12 |
| CASTENEDOLO | R27 | 752,94 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 22+246.49 |
| | | | C28 | ✓ | □ | 1670 | 557,78 | 5.000 | 5,68° | 495,67 | 1670 | 557,78 | ✓ | ✓ | ✓ | 140 | 237 | 364 | 321 | ---- | 140 | 140 | 130 | | 22+999.43 |
| Svincolo SP 37 | R29 | 2.373,91 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 24+610.92 |
| Svincolo SS 236 | | | C30 | ✓ | □ | 360 | 162,00 | 800 | 94,04° | 1313,05 | 360 | 162,00 | ✓ | ✓ | ✓ | 90 | 118 | 234 | 163 | 234 | 90 | 90 | 90 | 2,02 m (est) | 26+984.83 |
| | R31 | 272,67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 28+722.05 |
| Fine lotto 4 prog. 28+994,72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 28+994.72 |

(1) Si tratta di un valore che si realizza nel rettilo che precede la curva, tenendo conto delle direzioni di marcia, valore comunque determinato dalla presenza della curva stessa.

(2) Vengono riportati i valori rilevati in corrispondenza di una distanza pari a D_c rispetto alle progressive relative gli aghi delle rampe di uscita, misurata, per ogni carreggiata, in direzione opposta al senso di marcia.

(3) Si tratta di un valore che si realizza, con il criterio di cui alla nota (2), nel rettilo R17, valore comunque limitato dalla presenza della curva C19.

Per quanto riguarda i rettifili presenti, la lunghezza varia da 272,67 m a 2.373,91, quindi non risulta mai superiore a 3080 m ($22 \times V_{PM\max}$) limite consigliato, inoltre non risulta inferiore al limite minimo previsto dal D.M. pari a 360 m (300 m per il rettifilo R31), se si eccettua il rettifilo R25, il quale però, avendo una lunghezza di 0,41 m, ed essendo inserito tra due curve di verso opposto, risulta dall'utente percepito come elemento integrante del flesso e pertanto trascurabile come rettifilo, peraltro il D.M. non richiede il rispetto del requisito della lunghezza minima per rettifili inseriti nei flessi, ma piuttosto il rispetto di una lunghezza massima funzione dei parametri delle clotoidi, che in questo caso assume il valore di 137,60 m.

Per le curve si sono adottati sviluppi in grado di soddisfare il criterio del tempo di percorrenza pari o superiore a 2,5 s. Alle velocità di progetto desunte dal diagramma risulta infatti uno sviluppo minimo di 97,22 m (V_P 140 km/h), la curva di sviluppo minimo (C20) ha una lunghezza di 130,55 m.

Per quanto attiene al rapporto tra i raggi di due curve successive in continuità o in un flesso, relativamente alla successione degli elementi C24-R25-C26, che è da considerarsi, come sopra accennato, un flesso a causa della lunghezza del rettifilo interposto, il raggio delle curve C24 e C26 è il medesimo, pari a 2000 m, ricadendo sicuramente nella "zona buona" della fig. F.5.2.2.1. del D.M.

In merito al rapporto tra lunghezza dei rettifili e curve, dalla tabella si evince che il raggio delle curve è sempre maggiore di 400 m.

Le pendenze trasversali in curva sono state calcolate sulla base delle prescrizioni del D.M. Eccezione è l'ultima curva (C30) che, con un raggio di 800 m, inferiore al R^* per $V_{PM\max}$ che è pari a 964 m, avrebbe richiesto una pendenza trasversale del 7%. Si è invece forzata la pendenza ad un valore del 4,02%.

La curva in questione è però da valutare diversamente dalle altre, si tratta infatti dell'ultima del tracciato, di connessione tra il Raccordo autostradale e la esistente strada, equiparabile alla cat. C, che conduce al casello di Brescia est sull'autostrada A4. Lungo lo sviluppo di tale curva avviene pertanto la transizione della larghezza della piattaforma dalla sezione a 2 corsie più emergenza alla sezione a singola corsia più banchina. Considerando pertanto la V_P corretta pari a 90 km/h, si ottiene, per un raggio di 800 m, una pendenza trasversale pari al 4,01%.

Per quanto riguarda le curve a raggio variabile di transizione sono stati impiegati raccordi a clotoide con parametri A compresi tra 360 e 1670. Per quanto riguarda l'individuazione del parametro delle clotoidi sono stati rispettati ovunque i criteri del contraccolpo e della sovrappendenza, tuttavia nelle curve da C12 a C20 non è stato possibile rispettare il criterio ottico. In particolare la C12 è una curva che si sviluppa interamente nell'ambito del precedente 2° lotto ed interessa il 3° lotto solo per una porzione della clotoide est, questa, unitamente alla curva C14 e alla curva C16, che termina alla prog. 13+481.07, ricadono nel tratto di Raccordo autostradale costituente riqualfica della S.P. 19 esistente, circostanza questa che permette di non considerare cogenti le norme del D.M.. Per quanto riguarda le curve C18 e C20 non è stato possibile rispettare il parametro ottico a causa dei piccoli angoli di deviazione dell'asse, a meno di non ridurre gli sviluppi delle curve a valori inferiori al minimo per un tempo di percorrenza di 2,5 s od alterando il tracciato sino ad uscire dal corridoio di inserimento.

DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Si inizia, subito a est del Vaso Quinzanello in comune di Azzano Mella, con la parte terminale della curva C12, del raggio di 5300 m, e sviluppo di 3297,23 m (comprese clotoide) di cui buona parte è situata nel 2° lotto, la pendenza trasversale massima fissata nel 2,50% ($R > R_{2,5} = 4820$). Segue il rettilineo R13 di lunghezza pari a 362,38 m, la curva C14 con raggio di 13000 m, sviluppo di 570,84 m con sagoma trasversale mantenuta a doppia falda con pendenza del 2,50% ($R > R' = 10250$ m). Il successivo rettilineo R15, della lunghezza di 410,37 m si immette sulla curva C16 con raggio di 10000 m, con sviluppo di 386,75 e pendenza trasversale di 2,50% ($R > R_{2,5} = 4820$), ove è situato il ponte sul Fiume Mella. Il manufatto esistente, di recente realizzazione, è stato dimensionato per ospitare la sezione di una strada provinciale, pertanto, con opportuni interventi sui cordoli, risulta sufficiente per una sola carreggiata del Raccordo autostradale (quella in direzione Castenedolo). Per l'altra carreggiata (direzione Ospitaletto) si realizzerà un nuovo impalcato a Nord di quello esistente di tipologia analoga a quella del ponte esistente.

Superato il ponte sul Fiume Mella proseguendo sempre in direzione di Castenedolo si incontra uno dei passaggi sicuramente più difficili di tutto il tracciato; l'unico corridoio libero per un tratto di circa 400 m è, infatti, costituito da una fascia compresa tra le recinzioni di una serie di edifici industriali, con una larghezza che va da un minimo di 27 m nella zona immediatamente adiacente alla S.P. IX, ad un massimo di 38. Questa striscia è asfaltata ed è utilizzata come accesso e parcheggio da tutte le attività industriali ed artigianali che vi si affacciano. Il corridoio è leggermente disassato rispetto al ponte sul Fiume Mella ed all'innesto della S.P. 19 esistente sulla S.P. IX.

La successione degli elementi planimetrici dal rettilineo R13 al rettilineo R17, della lunghezza di 764,56 m, è stata quindi studiata al fine di collocare l'asse in posizione idonea sia al mantenimento dell'attuale ponte sul fiume Mella per la carreggiata est, con minimi adattamenti, sia alla riduzione dell'invasività del nuovo Raccordo sull'area industriale di Capriano del Colle.

Parimenti al fine di mantenere con ridotti adattamenti sia la viabilità locale di accesso alle attività, sia il sistema dei sottoservizi, il Raccordo attraversa il comparto industriale in viadotto – il cd. viadotto di Capriano - della lunghezza di 580 m.

La curva successiva, C18 del raggio di 3000 m, sviluppo di 574,84 m e pendenza trasversale di 3,39% ed il rettilineo R19, della lunghezza di 487,57, conducono allo svincolo di Flero, tali due elementi, unitamente alla curva C20, del raggio di 4000 m, con sviluppo 375,55 m e pendenza trasversale di 2,82%, ed al rettilineo R21 ci portano alla zona industriale di Flero, che si estende lungo la S.P. 22. La direzione individuata per l'asse dagli elementi C20-R21 permette al Raccordo di attraversare la zona industriale di Flero percorrendo l'unico cannocchiale libero, di ridottissima ampiezza a causa della successione, praticamente senza soluzione di continuità, degli edifici industriali lungo la S.P. 22. L'unico passaggio possibile è attraverso un piazzale utilizzato come deposito rottami dall'attiguo capannone industriale, che nel punto più stretto misura 60 m. In questo modo il raccordo può passare a filo delle recinzioni dei capannoni che sorgono a nord, lasciando circa 20 m di distanza dall'unico capannone a sud, occupando solo 1/3 del piazzale di pertinenza. Il rettilineo immette su una curva, la

C22, che piega verso destra con raggio 3800 m, sviluppo di 1672,75 m e pendenza trasversale del 2,91%.

In questo modo è stato inserito un rettifilo di 1399,63 m, R23, con il quale è possibile attraversare in posizione ottimale la linea ferroviaria Cremona – Brescia, la ex SS 45 bis e l'autostrada A21. Su questo rettifilo, sul quale si colloca il limite tra terzo e quarto lotto, si innestano i rami dello svincolo che, tramite una rotatoria, consentono di dirigersi a ovest sulla S.S. 45 bis e a nord, attraverso la nuova stazione di Brescia sud, di immettersi sulla autostrada A21.

Per superare quest'ultima è prevista una pregevole opera di scavalco: un ponte ad arco a via inferiore con impalcato sospeso a pendini in acciaio, con luce pari a 55 m, dotato di due impalcati di accesso simmetrici di 19 m di luce. Lo schema statico, scelto tra diverse alternative che permettessero di superare l'autostrada evitando pile sullo spartitraffico (tra cui un ponte strallato e uno a cassone con altezze variabili), e le dimensioni adottate conferiscono al manufatto una notevole eleganza estetica. Appena oltrepassato il ponte sulla A21 inizia un flesso costituito dalla curva C24, verso sinistra di raggio 2000 m, sviluppo 1339,83 m, pendenza trasversale 4,39%, dal rettilineo R25 di 0,41 m ed una curva a destra, C26, raggio 2000 m, sviluppo 1049,41 e pendenza trasversale pure del 4,39%. Il flesso si è reso indispensabile per riuscire ad attraversare il territorio in comune di Montirone evitando tutti gli edifici esistenti. I parametri delle clotoidi di flesso sono più elevati di quelli delle clotoidi esterne al fine di distendere il flesso. Al centro del flesso si colloca il sottopasso per la linea ferroviaria Brescia - Parma.

Segue quindi un rettilineo, R27, di 752,94 m che immette in una curva verso sinistra, C28, di raggio 5000 m, con sviluppo di 1611,23 m e pendenza trasversale delle carreggiate pari a 2,50% ($R > R_{2,5} = 4820$).

Con il rettilineo R29 successivo di 2373,91 m – il più esteso del tracciato - si oltrepassa il Torrente Garza (tramite una galleria artificiale sub-alvea di 150 m di lunghezza) per poi piegare verso sinistra con una curva, C30, di raggio pari a 800 m, sviluppo di 1637,05 m e pendenza trasversale delle carreggiate pari a 4,02%. Trattandosi della curva ove si svolge la transizione di larghezza della piattaforma, si rammentano le considerazioni prima esposte.

L'ultimo tratto del quarto lotto è un rettifilo di lunghezza 272,67 m che immette sulla bretella – classificabile nella categoria C, che conduce al Casello di Brescia est.

Per una esposizione più dettagliata di tutti gli elementi del tracciamento si rimanda, invece, alle appendici di questa relazione.

DIAGRAMMA DELLE VELOCITÀ

Ad ogni strada sono associati un limite inferiore ed uno superiore per le velocità di progetto degli elementi planoaltimetrici che compongono il suo asse. Nel caso di una strada di tipo A (autostrada in ambito extraurbana) l'intervallo delle velocità di progetto è compreso tra un minimo di 90 Km/h ed un massimo di 140 Km/h.

Il diagramma delle velocità è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale e si costruisce sulla

base del solo tracciato planimetrico (assumendo che le pendenze longitudinali non influenzino la velocità di progetto), calcolando per ogni elemento di esso l'andamento della velocità di progetto, che deve essere contenuta all'interno dell'intervallo citato in precedenza.

Nel caso del raccordo autostradale in esame, in fase di progettazione ogni curva è stata studiata in modo tale da essere caratterizzata da combinazioni di valori di raggio di curvatura e pendenza trasversale (ottenuti sulla base degli appositi abachi riportati nel D.M.) in grado di garantire sempre la velocità di progetto massima per questo tipo di strada, ovvero 140 Km/h.

Si tenga presente che il diagramma delle velocità viene costruito sulla base di queste ipotesi semplificative:

- in rettilineo, nelle curve di raggio superiore a $R_{2,5}$ (valore per cui la pendenza trasversale è pari al 2,5% come in rettilineo) e nelle clotoidi la velocità di progetto tende al limite superiore dell'intervallo;
- la velocità rimane costante per l'intero sviluppo delle curve con raggio inferiore a $R_{2,5}$ ed assume il valore che si ottiene dagli appositi abachi (che sono stati utilizzati in fase di progettazione per determinare la pendenza trasversale sulla base dei raggi).

Sulla base della successione degli elementi planimetrici prima descritti è stato quindi elaborato il Diagramma delle velocità che viene allegato alla presente relazione. Risulta da tale diagramma una V_p sempre pari alla V_{pMax} di 140 km/h, con l'unica eccezione della curva C30, di cui si è trattato in merito alle pendenze trasversali, di transizione dalla sezione autostradale a quella di strada extraurbana secondaria, per la quale la V_p adottata è pari a 90 km/h. Le lunghezze di transizione adottate sono state determinate sulla base delle indicazioni del D.M. con l'interposizione di un tratto a velocità costante al fine di rispettare i vincoli tra le distanze di transizione e le distanze di riconoscimento e di visuale libera. A riguardo occorre considerare che il tipo di transizione in argomento –tra strade di diversa categoria - non è trattato dal D.M. stesso e che pertanto le indicazioni del D.M. sono state assunte solo come riferimento.

Dal Diagramma delle velocità si sono ricavati i valori delle distanze di visibilità per l'arresto D_a e per la manovra di cambiamento di corsia D_c . Si sono quindi misurate le distanze disponibili per l'arresto D_{da} , sull'intero sviluppo del tracciato e per entrambe le carreggiate, e per la manovra di cambiamento di corsia limitatamente ai tratti che precedono le rampe di uscita degli svincoli, per un tratto determinato sulla base della lunghezza dell'ago. Il risultato di tali misure è indicato nella tabella precedentemente riportata e consente di ritenere verificato il tracciato per la V_{pMax} di 140 km/h (90 km/h per la curva C30). D'altra parte occorre ricordare che, in ogni caso, la presenza della segnaletica verticale di preavviso installata prima di ogni uscita permette di garantire all'utenza di riconoscere con sicurezza l'inizio delle corsie di decelerazione da distanze ben superiori.

PROFILO LONGITUDINALE

ELEMENTI GEOMETRICI

Il progetto altimetrico della strada si caratterizza diversamente tra la parte di raccordo in riqualifica della strada esistente (sino alla prog. 13+500) e la parte in nuova sede. Nella seconda parte, la libertà progettuale teoricamente possibile potrebbe apparire maggiore, in realtà tutta una serie di vincoli, relativi soprattutto ai franchi verticali da garantire per le viabilità interferite, ha reso il profilo altimetrico decisamente rigido. Solo nel quarto lotto, nella parte terminale (ovvero a partire da Ghedi), approfittando della presenza di una falda talmente depressa, ha consentito al tracciato di scendere in trincea con un certo agio, e proseguire con maggiore indipendenza dai vincoli circostanti, fatta eccezione per le quote di scorrimento dei canali irrigui e di colto nei tratti ove sovrappassano il raccordo, e, in misura minore, la viabilità interferita sovrappassante. La sezione in trincea ha anche alcuni rilevanti vantaggi: ridurre al minimo gli inconvenienti legati al rumore ed alla dispersione di agenti inquinanti, avere un impatto paesaggistico limitato sul territorio e, ultimo ma non meno importante, consentire il recupero di materiale di ottima qualità da scavi (si tratta di materie classificabili come ghiaie sabbiose – peraltro tutta la zona intorno al quarto lotto è ricca di cave) in modo da attuare un compenso pressoché bilanciato tra terzo e quarto lotto, a riguardo si veda la tabella riportante il bilancio dei movimenti di materie allegata.

La successione degli elementi altimetrici è riportata nella tabella che segue.

| NOTE | N° | LIVELLETTE | | | RACCORDI VERTICALI | | | V _p | DISTANZA VISIBILITA' | | VISUALE DISPONIBILE | | VELOCITA' CONSENTITA | LIMITI ADOTTATI | PROG. |
|---|-----|--------------|-----------|-------|--------------------|-------|-------|----------------|----------------------|----------------|---------------------|-------|----------------------|-----------------|-----------|
| | | SVILUPPO (m) | DELTA (m) | p (%) | RAGGIO (m) | CONC. | CONV. | | D _a | D _c | A | C (1) | | | |
| | C1 | | | | 20000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | > | > | 140 | 130 | 11+270,94 |
| Inizio lotto 3 prog. 11+593 - Svincolo SP IX | L2 | 892,78 | 2,36 | 0,26 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C3 | | | | 17000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | > | > | 140 | 130 | 12+163,72 |
| | L4 | 155,09 | 1,55 | 1,00 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C5 | | | | 17000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 296 | 606 | 140 | 130 | 12+318,81 |
| Svincolo SP IX | L6 | 816,28 | 1,44 | 0,18 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C7 | | | | 10000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | > | > | 140 | 130 | 13+131,44 |
| Termine tratto in riqualifica prog. 13+500 | L8 | 469,62 | 3,94 | 0,84 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C9 | | | | 20000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 281 | 521 | 140 | 130 | 13+604,70 |
| | L10 | 457,59 | -0,99 | -0,22 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C11 | | | | 17000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 285 | 570 | 140 | 130 | 14+062,30 |
| Svincolo di Flero | L12 | 399,84 | -4,45 | -1,11 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C13 | | | | 32177,90 | √ | | 140 | 237 | 364 | > | > | 140 | 130 | 14+462,14 |
| | L14 | 532,40 | 3,74 | 0,70 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C15 | | | | 17000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 251 | 387 | 140 | 130 | 14+494,53 |
| | L16 | 291,72 | -5,12 | -1,76 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C17 | | | | 7000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | > | > | 140 | 130 | 15+286,15 |
| Svincolo di Flero | L18 | 877,17 | -1,72 | -0,25 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C19 | | | | 100000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | > | > | 140 | 130 | 15+963,32 |
| | L20 | 1607,70 | -1,33 | -0,08 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C21 | | | | 20000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | > | > | 140 | 130 | 17+571,03 |
| | L22 | 482,68 | 0,97 | 0,20 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C23 | | | | 7000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | 372 | 372 | 140 | 130 | 18+053,71 |
| | L24 | 349,36 | 9,18 | 2,63 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C25 | | | | 17000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 251 | 388 | 140 | 130 | 18+403,06 |
| Limite lotti 3/4 prog. 19+600 - Svincolo di Brescia sud | L26 | 1688,41 | 1,94 | 0,12 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C27 | | | | 17000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 251 | 389 | 140 | 130 | 20+091,47 |
| Svincolo di Brescia sud | L28 | 358,24 | -6,84 | -1,91 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C29 | | | | 7000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | 268 | 268 | 140 (2) | 130 (2) | 20+449,71 |
| | L30 | 662,32 | 18,51 | 2,80 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C31 | | | | 17000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 251 | 548 | 140 | 130 | 21+112,03 |
| Svincolo SC Ghedi-Borgosatollo | L32 | 655,95 | -17,78 | -2,71 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C33 | | | | 15000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | 680 | 680 | 140 | 130 | 21+767,98 |
| | L34 | 533,51 | -1,07 | -0,20 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C35 | | | | 12000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 243 | 492 | 140 | 130 | 22+301,49 |
| | L36 | 175,08 | -2,13 | -1,22 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C37 | | | | 12000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | 1630 | 1630 | 140 | 130 | 22+476,57 |
| Svincolo SC Ghedi-Borgosatollo | L38 | 192,67 | 1,32 | 0,69 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C39 | | | | 20000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 315 | 635 | 140 | 130 | 22+669,24 |
| | L40 | 1155,76 | -1,16 | -0,10 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C41 | | | | 50000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | > | > | 140 | 130 | 23+825,00 |
| | L42 | 493,78 | 0,49 | 0,10 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C43 | | | | 17000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 415 | 922 | 140 | 130 | 24+318,78 |
| | L44 | 387,40 | -1,55 | -0,40 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C45 | | | | 20000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | > | > | 140 | 130 | 24+706,18 |
| | L46 | 288,57 | -0,29 | -0,10 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C47 | | | | 10000,00 | √ | | 140 | 237 | 364 | > | > | 140 | 130 | 24+994,75 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|---------|------|------|----------|--|---|-----|-----|-----|-----|------|--------|--------|-----------|
| | L48 | 313,89 | 2,50 | 0,80 | | | | | | | | | 140 | 130 | |
| | C49 | | | | 17000,00 | | √ | 140 | 237 | 364 | 325 | 386 | 140 | 130 | 25+308,64 |
| Svincolo SP 37 | L50 | 1974,27 | 1,97 | 0,10 | | | | | | | | | 140-90 | 130-90 | |
| | C51 | | | | 20000,00 | | √ | 90 | 118 | 234 | > | > | 90 | 90 | 27+282,91 |
| Svincolo SP 37 - Svincolo SS236 | L52 | 1212,06 | 6,53 | 0,54 | | | | | | | | | 90 | 90 | |
| | C53 | | | | 5000,00 | | √ | 90 | 118 | 234 | 268 | 268 | 90 | 90 | 28+494,97 |
| | L54 | 183,74 | 7,71 | 4,20 | | | | | | | | | 90 | 90 | |
| | C55 | | | | 5000,00 | | √ | 90 | 118 | 234 | 136 | 229 | 90 (3) | 90 (3) | 28+678,72 |
| Svincolo SS 236 | L56 | 126,99 | 0,62 | 0,49 | | | | | | | | | 90 | 90 | |
| | C57 | | | | 20000,00 | | √ | 90 | 118 | 234 | 582 | 1328 | 90 | 90 | 28+805,71 |
| Fine lotto 4 prog. 28+994,72 | L58 | 191,9 | 0,28 | 0,15 | | | | | | | | | 90 | 90 | |

(1) Distanze calcolate con $h_1 = h_2 = 1,10$ m

(2) (3) Vedi considerazioni nel testo che segue

In accordo con quanto prescritto dal D.M. 5 dicembre 2001, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, si sono utilizzati i seguenti valori per le livellette ed i raccordi altimetrici:

- pendenza massima 4,20% (inferiore al 5%, valore massimo consentito per autostrade in ambito extraurbano) limitata di fatto ad un solo punto nella parte terminale del tracciato, in quanto la livelletta corrispondente (L54) è interamente assorbita dalle tangenti delle curve verticali. Se si esclude tale elemento la pendenza massima è contenuta nel 2,80%. Pendenza massima livellette in salita 4,20% (2,80%). Pendenza massima livellette in discesa -2,71%
- pendenza minima 0,08%.
- pendenza media pesata sugli sviluppi delle livellette: 0,61%, pendenza media pesata sugli sviluppi delle livellette in salita: 0,53%;
- raggi verticali per raccordi convessi, da un valore minimo di 5000 m ad un massimo di 20000 m;
- raggi verticali per raccordi concavi da un minimo di 5000 m sino a un massimo di 100000 m;

I raggi dei raccordi verticali, sempre superiori al minimo di 2520 m prescritto dal D.M. per la limitazione dell'accelerazione verticale, sono stati individuati al fine di consentire sull'intero tracciato, in relazione alle velocità di progetto desumibili dal Diagramma delle velocità, la distanze di visibilità previste.

Per quanto riguarda la distanza di visibilità per l'arresto i raggi consentono sempre distanze disponibili superiori al minimo calcolato in 237 m (118 m per l'ultima parte del tracciato, dalla prog. 26+984,83, che corrisponde agli elementi da L50 a L58).

Per quanto riguarda la distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia, le verifiche sono state condotte considerando l'altezza h_1 (altezza occhio conducente) pari a 1,10 m e l'altezza h_2 (altezza ostacolo) pari ancora a 1,10, in quanto si è ritenuto – in mancanza di indicazioni precise del D.M. - che elemento condizionante nell'effettuazione della manovra sia la presenza di veicoli sulla corsia adiacente. Sull'intero tracciato gli elementi altimetrici consentono quindi una distanza di visibilità per la manovra di cambiamento di corsia sempre superiore al minimo di 364 m, con la sola eccezione degli elementi C29 e C55 contrassegnati nella tabella prima riportata con i numeri (2) e (3). Per il C29 si rileva che, considerando la direzione di percorrenza in carreggiata ovest (direzione Ospitaletto), il raccordo verticale che presenta questo problema è posto subito prima della rampa di uscita dello svincolo di Brescia sud. La differenza rispetto al minimo è pari a 96 m (-26%), trattandosi tuttavia di un raccordo concavo, la considerazione che tutte le rampe di svincolo sono dotate di impianto di pubblica illuminazione permette di ovviare al limite determinato dall'ampiezza del fascio luminoso proveniente dai fari dei veicoli e di eliminare ogni problema di sicurezza, in quanto l'utente sarà sempre in grado di verificare l'eventuale presenza di veicoli sulla corsia adiacente in prossimità delle rampe e, in ogni caso, grazie alla presenza della segnaletica di preavviso, potrà sempre individuare con sicurezza l'inizio della corsia di decelerazione da distanze ben maggiori di quella

calcolata con il criterio del D.M. (364 m). Per l'elemento C55 si rileva soltanto che tale curva verticale si colloca nella parte finale dell'intervento, al termine del tratto di transizione di piattaforma, ove la strada presenta una sezione trasversale ad una sola corsia per senso di marcia, pertanto non risultano evidentemente applicabili le prescrizioni relative alla distanza di visibilità per il cambio di corsia.

DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il terzo lotto inizia riprendendo l'ultima livelletta del secondo lotto (L2), proseguendo in salita con pendenza pari allo 0,26%, segue un raccordo concavo di raggio pari a 17000 m (C3) seguito da uno convesso sempre di 17000 m di raggio (C5) che porta le livellette successive alla quota necessaria per superare il torrente Mandolossa nonché per raggiungere la quota d'impalcato dell'attuale ponte sul Fiume Mella, che viene raddoppiato realizzando un nuovo impalcato a Nord di quello esistente e di tipologia uguale. La livelletta sul ponte (L8), invece che scendere verso la SP IX come avviene attualmente, continua con una salita dello 0,84% per sovrappassare la S.P. IX e la zona industriale di Capriano del Colle in viadotto.

Il viadotto di Capriano attraversa tutta la zona industriale per una lunghezza complessiva di 580 m, suddivisi in 12 campate, di cui la prima e l'ultima da 40 m e quelle intermedie da 50m. I franchi garantiti sulla viabilità sottostante sono sempre non inferiori a 5,20 m. La massima quota sul piano campagna - 8,90 m - dell'asse stradale in viadotto nella zona dell'area industriale si ha in corrispondenza della 4^a campata, che coincide con un raccordo convesso di raggio 20000 m (C9), a cui segue una livelletta in discesa con pendenza pari alla 0,22% (L10) raccordata, al termine del viadotto, ad una successiva livelletta in discesa con pendenza pari a 1,11% (L12), con un raggio di 17000 m (C11), che ha lo scopo di ridurre le altezze del rilevato da 10,00 m sino a 6,40 m circa

Non sono possibili ulteriori riduzioni di quota in quanto la presenza, ad est, della rotonda dello svincolo di Flero, con la necessità di realizzare un viadotto per scavalcarla, rappresenta un vincolo altimetrico importante e richiede una quota di progetto per l'asse del Raccordo autostradale di almeno 8,50 m sul p.c.

Quindi si è inserito un raccordo concavo di raggio 32177 m (C13), in corrispondenza del quale è previsto uno scatolare 6,50 x 5,56 m per viabilità poderali, a cui segue una livelletta in salita con pendenza allo 0,70%. Non si sono volutamente utilizzate pendenze superiori, né per la discesa, né per la salita per evitare problemi legati a perdite di tracciato.

Alla prog. 14+900 si incontra la rotonda di svincolo posizionata, il cui piano viabile è posto a circa 1,00 m da piano campagna (per problemi connessi alla falda molto superficiale) che viene superata con un viadotto di lunghezza complessiva 100 m, suddiviso in tre campate, di cui quella centrale di 40 m e le altre due da 30 m. In corrispondenza del viadotto è inserito un raccordo convesso di raggio 17000 m (C15), a cui segue una livelletta in discesa con pendenza allo 1,76% (L16), con cui si raggiunge una quota minima pari all'incirca ad 1,50÷2,00 m dal piano campagna.

Alla prog. 15+783 è inserito uno scatolare 12,50 x 5,30 m per il sottopasso di Via Coler, parzialmente in falda, quindi adeguatamente impermeabilizzato.

Il terreno presenta in questa zona una serie di dislivelli, dovuti anche al passaggio del Vaso Fiume; per seguire l'andamento del terreno limitando l'altezza del rilevato, si è previsto un raccordo concavo di raggio 100000 m (C19) a cui fa seguito una livelletta discendente di lunghezza 1607,70 m con pendenza dello 0,08% (L20). In questo modo si ottiene una quota di 4,43 m in corrispondenza del passaggio sul Vaso Fiume, quota compatibile alla realizzazione del relativo ponte per mantenere un adeguato franco idraulico.

Proseguendo verso Castenedolo il raccordo autostradale trova una nuova serie di vincoli altimetrici: il primo e sicuramente più coercitivo è l'attraversamento della linea ferroviaria Cremona – Brescia, in quanto, trattandosi di linea storica, si deve garantire un franco verticale di 6,80 m dal piano del ferro. Si incontra poi la ex SS 45 bis, la rotonda dello svincolo di Brescia sud, ed infine l'autostrada A 21, tutte distribuite in un tratto di 900 m circa. In questo caso non era possibile alternare una serie di raccordi convessi e concavi per limitare le altezze del rilevato, poiché le distanze in gioco sono troppo piccole per inserire raggi verticali adeguati al tipo di strada. Si è dovuto inserire quindi un raccordo concavo di raggio 7000 m (C23), a cui segue una salita al 2,63% (L24) ed un raccordo convesso del raggio di 17000 (C25) al cui termine si raggiunge una quota di circa 9÷11 m di altezza dal piano campagna su una livelletta di 1688,41 m di lunghezza, in salita con pendenza di 0,12% (L26). Sotto tale livelletta sono collocati, da ovest a est:

1. il sottopasso per la linea ferroviaria Olmeneta-Brescia con luce di 25,00 m
2. il sottopasso per la S.S. 45bis "Gardesana Occidentale" della luce di 52,00 (che permette anche di superare il Naviglio San Zeno e che è compatibile con un futuro ampliamento della statale)
3. il viadotto della lunghezza di 100 m, a tre campate (30+40+30), per sovrappassare la rotonda per lo svincolo di Brescia sud, il cui piano viabile è collocato a circa 0,80 m dal piano campagna.
4. Il sottopasso per l'autostrada A21, a tre campate di 19+55+19 m, di cui la centrale ad arco sospeso a via inferiore, che permette il superamento dell'autostrada con un franco non inferiore a 6,00 m.

La seguente successione di elementi, raccordo convesso di raggio 17.000 m (C27), concavo di 7000 m (C29) e di nuovo convesso di 17000 m (C31), separati da elementi piani di lunghezza limitata, tiene conto del vincolo altimetrico successivo, costituito dalla linea ferroviaria Brescia – Parma; che, posto ad una distanza di circa 1 Km dall'autostrada, e consente una riduzione della quota del rilevato.

Pertanto sotto il raccordo convesso di raggio 17.000 m (C31), che ha uno sviluppo complessivo, tra le tangenti, di oltre 935,55 m, si collocano sia il sottopasso per la linea ferroviaria Brescia – Parma, sia il sottopasso per la S.P. 23, posta circa 400 m più ad est. La livelletta in discesa successiva (L32) ha una pendenza pari al 2,71% (si tratta della discesa più "ripida" di tutto il raccordo autostradale) ma risulta del tutto "assorbita" dai raccordi verticali a cui è tangente. Con tale livelletta, ed in particolare con il raccordo concavo seguente di 15000 m di raggio (C33), l'asse del raccordo

scende in trincea. Al termine dell'elemento C33 è peraltro collocata la galleria artificiale per lo svincolo sulla strada comunale Ghedi-Borgosatollo.

Gli elementi altimetrici successivi tengono conto della profondità della falda, che interferisce con la strada nel primo tratto della trincea, e delle quote di scorrimento dei canali irrigui e di colò che la sovrappassano.

In particolare in questo tratto le livellette e le curve verticali da L34 a C39 hanno dovuto temperare l'esigenza di mantenersi ad una quota che permettesse di non scendere nella falda freatica, presente nel sottosuolo ad una quota circa pari a quella assegnata alla strada, e sottopassare con un franco minimo di 5,20 m la galleria artificiale in località Fenil del Papa che, ospitando un canale di bonifica, era vincolante in termini di quota. Pertanto con la livelletta L34, in discesa con pendenza 0,20% ed i raccordi C35, convesso di 12000 m di raggio e C37, concavo con raggio di 12000 m, sopra il quale si colloca la galleria artificiale prima citata, e infine con la successiva livelletta L38, in salita con pendenza di 0,69, ed il raccordo C39, si scende a lambire la falda per poi risalire.

Per la sicurezza della piattaforma stradale in corrispondenza dell'elemento C35, ove la livelletta scende per sottopassare la predetta galleria, alla prog. 22+285 è stata prevista la realizzazione di un fondello in calcestruzzo debitamente impermeabilizzato al fine di evitare qualsiasi rischio di infiltrazione delle acque di falda sulla strada. Il fondello si spinge sino alla prog. 22+890, in corrispondenza dell'elemento L40.

Gli elementi altimetrici successivi, permettono di mantenere il tratto in trincea ad una profondità variabile da 6 a 9 metri dal piano campagna, tenendo conto dei vincoli prima indicati, utilizzando una serie di livellette con pendenza decisamente bassa. E' quindi caratterizzato da lunghi tratti piani e da raccordi verticali di limitato sviluppo.

Passaggio significativo di questa parte di tracciato è il tratto ove è collocata la galleria sub-alvea per il torrente Garza, ove il profilo presenta una evidente depressione prodotta dagli elementi C43 e C49, raccordi convessi di 17000 m di raggio, con l'interposizione delle livellette L44, L46 e L48, raccordate da curve verticali intermedie di ridotto sviluppo. Tale andamento è indispensabile al fine di raggiungere la profondità necessaria per sottopassare l'alveo del torrente e di alcuni canali adiacenti.

Gli ultimi elementi altimetrici, C51 a L58 riportano la livelletta fuori terra, per raccorderla alla livelletta propria del tratto terminale della bretella che raggiunge il casello di Brescia est. In particolare la risalita inizia con il raccordo concavo C51, del raggio di 20000 m, prosegue con una livelletta in salita (L52) con pendenza del 0,54% e si accentua con i successivi raccordi C53, concavo e C54 convesso, entrambi con raggio di 5000 m.

In corrispondenza dell'elemento dall'elemento C51 è collocata la galleria artificiale per lo svincolo della S.P. 37, mentre al termine dell'elemento L52 si trova la doppia galleria artificiale per la rotatoria dello svincolo per la S.S. 236 "Goitese". Si rammenta che dall'elemento C53 la sezione trasversale è ridotta ad una corsia per senso di marcia.

VERIFICA PERDITE DI TRACCIATO

(DA VERIFICARE) Nel caso del profilo altimetrico del raccordo autostradale oggetto di questo studio, la distanza di ricomparsa minima si trova in corrispondenza della successione di raccordi verticali convesso + concavo ad est del ponte ad arco sull'autostrada A 21, ed è pari a 860 m. Tale valore corrisponde ad una velocità di progetto di 140 Km/h. In tutti gli altri casi la distanza di ricomparsa è ampiamente superiore ai 1000 m.

SOVRASTRUTTURA

Il pacchetto definito nel progetto deriva sia dall'esperienza maturata dall'esercizio della tratta in concessione, con particolare riferimento alle prove di portanza e di vita utile che vengono ogni anno eseguite nell'ambito dei controlli imposti dall'Ente concedente. Le varie soluzioni alternative che sono state valutate sono quindi state verificate con il metodo di cui all' AASHTO Pavement Design Manual 1993, sulla base del traffico previsto dalle simulazioni effettuate, dal quale è stato calcolato il numero di passaggi di assi pesanti equivalenti come richiesto dal metodo adottato. Su una base di calcolo di 20 anni, si ottiene un numero di passaggi di assi equivalenti, per la corsia di marcia normale, pari a circa 169 milioni. Gli altri elementi del calcolo sono i seguenti: P.S.I. a 20 anni: 2,5, R=80%. I risultati del calcolo, per la soluzione che è stata scelta per il Raccordo autostradale, sono riportati nella pagina seguente. Trattandosi, come è noto, di un metodo di verifica, gli spessori della sovrastruttura sono stati individuati fissando sostanzialmente gli spessori dei conglomerati bituminosi (manto d'usura, binder e strato di base) e variando opportunamente gli spessori delle fondazioni in misto cementato e misto stabilizzato, sino al raggiungimento di un numero strutturale non inferiore al minimo da ottenere.

AASHTO 1993 - PAVEMENT DESIGN MANUAL

R=80%

| | | |
|-----------------------|------------------------------|----------------|
| SN Numero strutturale | livello finale di efficienza | CBR Sottofondo |
| 5,52 | 2,5 | 10 |

| |
|------------------------------------|
| W ₁₈ Numero di passaggi |
| 169.584.593,07 |

| |
|-----------------------------------|
| Log ₁₀ W ₁₈ |
| 8,229386394 |

N.B. SN per spessori degli strati in pollici

| Strato sovrastruttura | Spessore cm | Marshall | CBR | k | A | Is |
|--------------------------------|--------------------|-----------------|------------|----------|---------------------------|-------------|
| Conglomerato bituminoso usura | 4 | 700 | | | 0,38 | 0,60 |
| Conglomerato bituminoso binder | 6 | 1100 | | | 0,44 | 1,04 |
| Conglomerato bituminoso base | 15 | 900 | | | 0,34 | 2,01 |
| Misto cementato | 20 | | | 25 | 0,20 | 1,57 |
| Misto stabilizzato | 15 | | 50 | | 0,12 | 0,71 |
| | | | | | Numero strutturale | 5,93 |

La sovrastruttura si compone pertanto di una fondazione in misto stabilizzato con spessore di 15 cm e di misto cementato con spessore di 20 cm sulla corsia di marcia normale, maggiormente sollecitata dai mezzi pesanti, la corsia di sorpasso presenta invece una fondazione monostrato in misto stabilizzato di 35 cm di spessore. Su queste fondazioni è prevista la posa di uno strato di base in conglomerato bituminoso da 15 cm, uno strato di collegamento di 6 cm ed infine un tappeto drenante e fonoassorbente da 4 cm che completa il pacchetto. Tutti i conglomerati bituminosi impiegano bitumi modificati.

SVINCOLI CON LA VIABILITÀ ORDINARIA

Gli svincoli del terzo e quarto lotto sono stati collocati in corrispondenza delle principali direttrici Nord-Sud individuate dalla Amministrazione Provinciale di Brescia nel proprio Piano della Viabilità Primaria.

Si sono adottate tre tipologie distinte, ovviamente a livelli separati:

Svincolo con rotatoria posizionata in asse al raccordo autostradale, delivellata verso l'alto o verso il basso in relazione alla quota di progetto del raccordo ed alle caratteristiche del terreno, collegata alla viabilità ordinaria, su cui confluiscono e si staccano rami pseudoparalleli al tracciato autostradale connessi alle corsie di accelerazione e decelerazione. E' il caso degli svincoli di Flero, di Brescia sud e per la S.S. 236 "Goitese";

Svincolo cd. "a trombetta": svincoli per la S.P. IX e per la S.P. 37;

Svincolo cd. "a losanga" nel quale le rampe che si staccano dalle corsie di accelerazione/decelerazione confluiscono sulla viabilità ordinaria con l'interposizione di brevi tratti per l'accelerazione/decelerazione. Poiché nel punto ove le rampe si innestano sulla viabilità ordinaria sono consentite solo svolte in mano destra, lo svincolo è stato completato con rotatorie per l'inversione del senso di marcia, che, in un caso, a nord, risolve anche l'intersezione con una strada provinciale. Tale è lo svincolo per la strada comunale Ghedi-Borgosatollo.

Le tipologie degli svincoli è stata concordata con l'Ufficio Tecnico Viabilità della Provincia di Brescia, per i tratti di propria competenza.

CRITERI DI PROGETTAZIONE

La sezione stradale adottata per i rami di svincolo unidirezionali ad unica corsia è caratterizzata da una carreggiata larga m 6,50, formata da una corsia di transito di m 4,00, fiancheggiata da due banchine transitabili rispettivamente di m 1,00 a sinistra e di m 1,50 a destra rispetto al senso di marcia degli autoveicoli.

Per i rami di svincolo bidirezionali si è previsto di adottare una sezione stradale con carreggiata di larghezza pari a m 10,50, formata da due corsie di m 3,75 e da due banchine transitabili di larghezza m 1,50 per parte.

La velocità prevista sui rami di svincolo è di 40 Km orari, secondo quanto stabilito dal codice stradale. Tuttavia per la progettazione dei vari elementi planoaltimetrici sono state utilizzate V_p variabili tra 40 e 70 km/h.

Per il calcolo delle corsie di accelerazione e decelerazione sono state utilizzate formule di uso comune, la cui validità è peraltro confermata dal loro inserimento nello studio a carattere prenormativo del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Ispettorato per la circolazione e la sicurezza stradale) dal titolo “Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali”.

In particolare per le corsie di decelerazione viene prima calcolata la velocità v_2 ammessa dalla curva di raggio R che si incontra al termine del tronco di decelerazione, secondo la seguente formula:

$$v_2 = \sqrt{2,5 \cdot R}$$

Considerando che la velocità di progetto del raccordo autostradale risulta di 140 Km/h ed assumendo un valore costante di decelerazione pari ad 2 m/s^2 , per il tronco di decelerazione si ottiene, applicando la seguente formula:

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

essendo v_1 la velocità dell’ottantacinquesimo percentile del flusso da cui provengono i veicoli in uscita o, in mancanza di dati sui flussi di traffico, sulla base di considerazioni di distribuzione media delle curve di velocità, corrispondente a circa il 75% della velocità di progetto.

Analogamente si procede per le corsie di accelerazione, calcolando dapprima la velocità v_2 ammessa dalla curva di raggio R che si incontra prima di imboccare il tronco di decelerazione, secondo la seguente formula, esattamente uguale a quella vista per le corsie di decelerazione:

$$v_2 = \sqrt{2,5 \cdot R}$$

Si procede poi considerando che la velocità di progetto del raccordo autostradale risulta di 140 Km/h ed assumendo un valore costante di accelerazione pari ad 1 m/s^2 , immettendo tali valori nella formula:

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

dove stavolta v_1 è la velocità di ingresso nella corrente principale, che si può assumere pari alla velocità media di deflusso, o, in mancanza di dati sui flussi di traffico, sulla base di considerazioni di distribuzione media delle curve di velocità, corrispondente al 55÷65% della velocità di progetto.

Il medesimo Studio citato all'inizio fissa i riferimenti cinematici fondamentali da utilizzare nella progettazione delle rampe di intersezioni a livelli sfalsati. In questo caso il raccordo autostradale svincola su viabilità extraurbana che rientra nella categoria secondaria (tipo C) definita dalle nuove norme, quindi le intersezioni sono tutte del tipo A/C o viceversa, con l'unica eccezione costituita dalla intersezione con la futura autostrada Brescia Milano, che è di tipo A/A. Per incroci di tipo A/C o C/A valgono i seguenti parametri cinematici:

- rampe curvilinee dirette: velocità di progetto = 40÷60 Km/h
- rampe curvilinee semidirette: velocità di progetto = 40÷60 Km/h
- rampe curvilinee indirette: velocità di progetto in uscita da A= 40 Km/h
velocità di progetto in entrata in A= 30 Km/h

La norma sopravvenuta, di applicazione in questo caso non obbligatoria, varia leggermente i primi due intervalli, portandoli rispettivamente a 50÷80 km/h, 40÷70 km/h.

Le rampe in entrata/uscita che si attestano sulle rotatorie sono state trattate come rampe dirette.

Per la progettazione delle rampe, che nella maggior parte dei casi sono di tipo curvilineo diretto o semidiretto (le indirette sono rappresentate dalle rampe di entrata in carreggiata ovest per lo svincolo sulla S.P. IX e di uscita dalla medesima carreggiata per lo svincolo sulla S.P. 37) si è utilizzata sempre una velocità di progetto compresa tra 40 e 70 Km/h, a cui corrispondono i seguenti valori plano-altimetrici (sempre definiti dallo studio del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti):

Velocità di progetto = 40 Km/h:

raggio planimetrico minimo: 45 m

pendenza massima in salita: 7 %, in discesa: 8%

raggi minimi verticali concavi: 500 m, e convessi: 1000 m

Velocità di progetto = 70 Km/h:

raggio planimetrico minimo = 180 m

pendenza massima in salita = 5 % e in discesa = 6

raggi minimi verticali concavi = 1400 m e convessi = 2800 m.

Tali valori sono stati confermati anche dalla nuova normativa.

Sostanzialmente il criterio adottato è stato duplice: se la variazione di velocità avviene interamente lungo il tratto di corsia parallelo al raccordo, i primi elementi planoaltimetrici delle rampe sono progettati per una V_p di 40 km/h, ove la variazione di velocità viene attuata anche lungo la rampa, i corrispondenti elementi sono progettati per una V_p superiore, pari a 60÷70 km/h. La ulteriore variazione di velocità sino a 40 km/h avviene lungo la rampa.

La sagoma trasversale conferma il valore minimo del 2,5% per il deflusso dell'acqua meteorica, mentre si ritiene di limitare la pendenza massima al 6% sia per

motivi di comfort, sia per la relazione esistente con la velocità di progetto individuata dalle norme stesse.

La sovrastruttura per le rampe di svincolo si compone di una fondazione in misto stabilizzato di altezza 40 cm di spessore. Sulla fondazione è prevista la posa di uno strato di base in conglomerato bituminoso da 10 cm, uno strato di collegamento di 4 cm ed infine un tappeto d'usura dello spessore di 3 cm che completa il pacchetto. Tutti i conglomerati bituminosi impiegano bitumi modificati.

SVINCOLO SU SP IX

Alla chilometrica 12+398 si incontra uno svincolo a livelli sfalsati, del classico tipo a "trombetta", da cui origina la variante alla S.P. IX che scende verso sud fino all'abitato di Azzano Mella.

Il Raccordo autostradale in questo punto è in rilevato ad una quota di circa 4,50 m dal piano campagna, cosicché il ricciolo della trombetta passa al di sotto del raccordo, scendendo in trincea fino a circa 2,30 m di profondità per garantire un franco verticale di 5 m tale da garantire la percorribilità da parte di tutti i veicoli, anche ai trasporti eccezionali. Questo ramo, ritornando in superficie, diventa la variante vera e propria, prevista con una sezione corrispondente alla categoria C1 (strade extraurbane secondarie): una corsia per senso di marcia di larghezza 3,75 m più banchina laterale da 1,50 m per un totale di 10,50 m di sezione pavimentata. La velocità di progetto fissata per questa variante è pari a 90 Km/h.

Il ramo che da Ospitaletto consente di uscire dal raccordo svoltando verso sud (ramo C come indicato sulla tavola 1.30.10.10) è caratterizzato da una curva con un raggio di 95,50 m (contro un minimo di 45 m), il che consente una velocità di 50 Km/h; tale curva in realtà fa da tramite tra la corsia di decelerazione del raccordo autostradale e la corsia di accelerazione presente sulla variante. La lunghezza della corsia di decelerazione è 150 m, ai quali si aggiungono l'ago (55 m) e il flesso che si discosta dall'asse principale (90 m) con raggi di 250 m. Procedendo nel verso di percorrenza, il profilo longitudinale prevede tre livellette, di cui la prima e l'ultima con pendenza prossima allo zero, e quella centrale, di raccordo tra autostrada e variante, con pendenza del 5% per un tratto di 115 m. I raggi verticali sono 1000 m e 800 m rispettivamente per il raccordo concavo e convesso. La lunghezza della corsia di accelerazione per l'ingresso nella variante è 145 m

Analoghe considerazioni valgono per il ramo che dalla variante di Azzano Mella consente di entrare nel raccordo svoltando verso est (ramo B) con una curva di raggio 82,50 m, il che consente una velocità di 50 Km/h; tale curva in realtà fa da tramite tra la corsia di decelerazione della variante e la corsia di accelerazione del raccordo autostradale. La corsia di decelerazione ha una lunghezza di 145 m per avere una situazione simmetrica rispetto alla corsia di accelerazione presente in senso opposto. Per quanto riguarda, invece, la corsia di accelerazione sul raccordo autostradale, si ha una lunghezza di 225 m. I raggi verticali sono 1000 m e 800 m rispettivamente per il raccordo concavo e convesso con una livelletta al 5% lunga 132 m.

Considerando la parte di svincolo posta sul lato Nord del raccordo, quindi per la direzione Castenedolo – Ospitaletto, il ramo (indicato con la sigla D) che da est, uscendo dalla corsia di decelerazione, piega verso destra presenta una curva con raggio pari a 65,50 m, consentendo una velocità di progetto pari a 46 Km/h, il che comporta una corsia di decelerazione lunga 189 m, preceduta dal tratto di raccordo di 60 m. La pendenza longitudinale adottata è pari al 2,5%.

Il ramo E si stacca dal tratto bidirezionale del ricciolo della trombetta per continuare la curva verso ovest con raggio pari a quello del ricciolo, ovvero 65,50 m. Tale valore consente una velocità di progetto di 46 Km/h ed impone una lunghezza della corsia di accelerazione successiva pari a 190 m. La pendenza longitudinale adottata è pari al 3%.

L'ultimo ramo (A) è il "ricciolo" vero e proprio che, dopo aver compiuto una curva con raggio 65,25 m (misurato in asse alla carreggiata) con angolo al centro di ~180°, si dirige verso sud con un rettilineo di quasi 180 m. Altimetricamente, immaginando di uscire dal raccordo autostradale, si incontra una livelletta orizzontale di 108 m, una in discesa al 4% di 137 m, seguita da una orizzontale che attraversa il raccordo autostradale (in trincea) di 79 m e poi una al 0.5% in salita per tornare al piano campagna, dove si incontra una sezione trasversale larga 18,50 m che accoglie due corsie per senso di marcia da 3,75 m, le corsie di accelerazione e decelerazione da 4,00 m e le banchine da 1,50 m. I raggi verticali sono 2500, 1500 e 2000 m.

SVINCOLO DI FLERO

Alla chilometrica 14+900 si incontra lo svincolo di Flero; in questo tratto l'asta principale corre ad una quota di circa 8,50 m, sotto la quale insiste una rotatoria di raggio esterno 43,00 m, con anello da 10,50 m, dalla quale si staccano i rami per l'accesso e l'uscita dall'autostrada con raggi in ingresso di 25,00 m ed in uscita di 35,00 m; tali rami sono esattamente paralleli e strettamente affiancati al corpo stradale principale. Per questo motivo le sezioni trasversali di tali rami sono state incorporate in quelle dell'asta principale. La pendenza trasversale della rotatoria è pari al 1,5% verso l'interno, il che consente un buon mantenimento della traiettoria in curva soprattutto per i mezzi pesanti.

Le caratteristiche planimetriche delle quattro rampe sono simili: partendo dall'autostrada, si incontra un ago da 60 m, una corsia di decelerazione (o accelerazione) di 50 m, un flesso con raggi da 500 m (che ha la funzione di distaccarsi dalla carreggiata autostradale), un tratto rettilineo da 180 m (parallelo all'autostrada) ed il raccordo alla rotatoria. La presenza dei flessi con raggio così elevato consente di avere corsie di accelerazione e decelerazione relativamente corte, permettendo al conducente di continuare tali manovre lungo tutto lo sviluppo delle rampe. Altimetricamente la livelletta si stacca dall'asta principale con un raccordo convesso di raggio di 1500 m, prosegue con una pendenza di circa 3,5%, e si raccorda ad un tratto orizzontale lungo circa 30 m con un raccordo concavo da 1000 m alla rotatoria.

SVINCOLO DI BRESCIA SUD (A21 – EX SS 45BIS)

Il secondo svincolo del tratto da realizzare ex novo si trova alla chilometrica 19+520 e consente il collegamento, da un lato con la ex SS 45bis e dall'altro con la nuova stazione autostradale di Brescia Sud sull'autostrada A21. La conformazione è identica a quella dello svincolo precedente (Flero): rotatoria a piano campagna, asse autostrada a quota 9.50 m dal piano campagna, rampe parallele e strettamente affiancate al corpo autostradale. La rotatoria ha raggio esterno 43,50 m con anello da 10,50 m e pendenza verso l'interno; le rampe sono costituite da un ago da 50 m, una corsia di decelerazione (o accelerazione) da 90 m, un flesso con raggi da 250 m ed un tratto rettilineo di circa 185 m che si raccorda direttamente alla rotatoria con raggi da 25 e 35 m rispettivamente per ingressi ed uscite dalla stessa. Altimetricamente le livellette (tutte al 5% di pendenza) sono raccordate con raggi di 1500 m all'asta principale e con raggi di 750 m all'imbocco sulla rotatoria.

Il flesso con raggi da 250 m consente una velocità di 90 km/h, che si riduce rapidamente ai 50 km/h prima di affrontare il raccordo verticale da 1500 m, infatti la distanza necessaria per passare dalla velocità di 140 km/h (per l'asta principale) a 50 km/h (per il raccordo verticale convesso di 1500 m) è di 164 m per le decelerazioni e 176 m per le accelerazioni.

SVINCOLO STRADA COMUNALE GHEDI - BORGOSATOLLO

Si tratta di uno svincolo con configurazione "a losanga" collocato all'inizio del tratto in trincea del Raccordo autostradale. La strada comunale Ghedi-Borgosatollo, con un tracciato che riqualifica l'attuale alla sezione tipo F2 e che comprende un breve tratto in variante, sovrappassa quindi il raccordo su una galleria artificiale.

Dalle corsie di accelerazione e decelerazione collocate sul Raccordo autostradale si staccano, con flessi caratterizzati da raggi planimetrici minimi di 250 m (prima curva) e 194,50 m (seconda curva), le rampe che si connettono, tramite un breve rettilineo ed una curva del raggio minimo di 40 m (ramo G), ad una corsia di decelerazione/accelerazione collocata sulla strada comunale. Qui sono possibili pertanto solo manovre di immissione o uscita e pertanto solo svolte in mano destra. Al fine di consentire tutte le direzioni di percorrenza per il traffico, all'estremità del tratto di intervento sulla strada comunale sono collocate due rotatorie. La rotatoria a nord, del diametro esterno di 40,00 m permette anche di risolvere a raso l'innesto della comunale sulla S.P. 23. La rotatoria a sud, del diametro esterno di 30 m, consente di ovviare anche ai problemi di collocazione dell'asse della variante della comunale, in quanto permette un disassamento del tracciato utile ad evitare la compromissione di aree residenziali; infine ospita in sicurezza accessi privati ad a residenze ed insediamenti produttivi.

Le corsie di accelerazione e decelerazione sul corpo principale hanno lunghezze limitate in quanto parte della variazione di velocità avviene lungo i flessi, i cui elementi geometrici, sia in planimetria che in profilo, caratterizzato da raggi verticali minimi di 1500 m, sono compatibili con le velocità ivi previste.

SVINCOLO SU S.P. 37 (AEROPORTO DI MONTICHIARI)

Alla chilometrica 27+258 si incontra lo svincolo per la variante della S.P. 37 – che ha origine da tale svincolo - e per l'aeroporto di Montichiari; è un classico svincolo a trombetta dove però l'asta principale è in trincea a -9 m circa e la rampe che sovrappassano si trovano prossime al piano campagna.

Provenendo da Ospitaletto e svoltando verso destra direzione S.P.37 (ramo H) si incontrano in successione un ago da 50 m, una corsia di decelerazione da 170 m ed una curva di raggio 200 m che si innesta nella strada di categoria B (extraurbane principali) che porta alla rotatoria sulla S.P.37. Tale strada è composta da due carreggiate separate da uno spartitraffico da 2,50 m, con due corsie per senso di marcia da 3,75 m e banchine da 1,75 m in destra e 0,50 m in sinistra. Altimetricamente troviamo un raccordo concavo di raggio 1000 m, una livelletta in salita al 5% ed un raccordo convesso di raggio 500 m che si innesta sul ramo A nella sezione A17 dando origine alla seconda corsia del tratto a doppia carreggiata che porta sulla S.P.37. La geometria di questo ramo (H) consente di passare dalla velocità di progetto 120 km/h dell'asta principale ai 40 km/h necessari per affrontare la curva verticale convessa di 500 m di raggio.

Provenendo dalla S.P.37 e svoltando verso destra direzione Castenedolo (ramo E) la corsia sfiocca con un raggio di 50 m, percorribile ad una velocità di 40 km/h, prosegue con un rettilineo da 145 m e si immette con una curva di 100 m di raggio, percorribile a 60 km/h nella corsia di accelerazione lunga 200 m che consente di raggiungere comodamente i 90 km/h di velocità di progetto dell'asta principale in questo tratto. Altimetricamente abbiamo un raccordo convesso da 1000 m di raggio che connette la livelletta al 5% in discesa con un raccordo concavo da 1000 m, entrambi compatibili le velocità di 40 e 60 km/h.

Sull'altro lato del raccordo autostradale, provenendo da Castenedolo e svoltando verso destra direzione S.P.37 (ramo D) troviamo l'ago da 50 m, la corsia di decelerazione da 200 m ed il ricciolo della trombetta da 60 m di raggio percorribile ad una velocità di 45 km/h. La velocità di arrivo dall'asta principale è 90 km/h. Altimetricamente troviamo un raccordo concavo da 1000 m di raggio ed una livelletta in salita al 3%; da qui nasce il ramo bidirezionale dello svincolo (ramo A) con una sezione tipo C1 da 10,50 m che attraversa l'autostrada in rettilineo ad una quota appena inferiore al piano campagna con un raccordo verticale convesso da 1500 m di raggio, percorribile a 50 km/h; subito dopo abbiamo una discesa al 4.5% che si raccorda al tratto a doppia carreggiata con un raccordo concavo da 1700 m di raggio percorribile a 70 km/h.

L'ultimo ramo (C), sfiocca dal ricciolo bidirezionale verso Ospitaletto con un raggio planimetrico di 130 m, percorribile a 65 km/h e si affianca all'autostrada con una corsia di accelerazione da 170 m che consente comodamente di raggiungere i 120 km/h di velocità di progetto per questo tratto. Altimetricamente, partendo dallo sfiocco del ricciolo, abbiamo una discesa al 3% ed un raccordo concavo da 1500 m di raggio che si raccorda alla pendenza longitudinale dello 0.36% in salita dell'asta principale in questo tratto.

SVINCOLO SU S.S. 236 "GOITESE"

L'ultimo svincolo del raccordo autostradale ha la medesima conformazione a rotatoria degli svincoli di Flero e Brescia Sud, con la differenza che l'asta principale è ad una quota di -7,50 m dal piano campagna e la velocità di progetto è di 90 km/h. La livelletta in questo tratto è in salita dello 0.54%, per andare a raccordarsi alla bretella esistente che conduce allo svincolo autostradale di Brescia Est. Le rampe, parallele ed affiancate al copro principale, convergono in una grande rotatoria con asse di raggio 50,50 m, con sezione 10,50 m e pendenza trasversale 1,5% verso l'interno. Gli ingressi e le uscite dalla rotatoria hanno rispettivamente raggio 25 e 35 m.

Le caratteristiche geometriche delle rampe sono tali da consentire il passaggio dai 40 km/h sulle rampe ai 90 km/h sull'autostrada e viceversa.

La rampa direzione Ospitaletto - S.S.236 (ramo B) è costituita da un ago da 50 m, una corsia di decelerazione da 55 m, un flesso con raggi da 250 m con la funzione di distaccarsi dall'asta principale ed un tratto in curva, ma parallelo all'asse (raggio 800 m), lungo 213 m che si connette direttamente alla rotatoria. Altimetricamente, la rampa in salita al 5% è connessa con un raccordo concavo da 2000 m all'asse principale e con un raccordo convesso da 1500 m di raggio al tratto orizzontale che entra in rotatoria.

La rampa direzione S.S.236 – Ospitaletto (ramo C) si stacca dalla rotatoria con un raggio di 35 m, prosegue parallela all'asse principale (in curva con raggio 800 m) per 185 m, si attacca alla corsia di accelerazione da 65 m con un flesso con raggi da 250 m e termina con l'ago da 50 m. La livelletta è in discesa al 6% ed è rconnessa con un raccordo convesso da 1000 m ed uno concavo da 1400 m di raggio.

Le rampe lato nord del raccordo, direzione S.S.236 – Castenedolo (ramo D) e Castenedolo – S.S.236 (ramo E), si connettono direttamente alla viabilità esistente, una strada tipo C1 ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia, in prossimità di un'area di servizio. Per questo motivo le corsie di accelerazione e decelerazione sono state unite all'ago a formare un'unico elemento di raccordo alla viabilità esistente della lunghezza sufficiente per passare dai 90 km/h ai 50 km/h sulle rampe.

SOVRASTRUTTURA

Per le rampe di tutti gli svincoli è prevista la seguente sovrastruttura:

Fondazione in misto stabilizzato con spessore di 40 cm, strato di base dello spessore di 10 cm, binder dello spessore di 4 cm e manto d'usura dello spessore di 3 cm per un totale di 57 cm di spessore. Tutti i conglomerati impiegano bitume modificato.

VIABILITA' INTERFERITE

Di concerto con le amministrazioni comunali e provinciali e in accordo alle prescrizioni della Delibera CIPE di approvazione del Progetto Definitivo, sono state concordate una serie di varianti alla viabilità esistente interferita dal raccordo autostradale; alcune sono semplici sovrappassi o sottopassi, talvolta con esigue varianti planimetriche, che scavalcano il Raccordo autostradale, altre sono delle varianti più incisive che migliorano i collegamenti attuali al fine di ridurre i livelli di traffico – specie pesante - dai centri edificati.

VARIANTE PARALLELA S.P. 22

Discorso particolare merita la variante parallela per la S.P. 22, in quanto si tratta di un nuovo tronco stradale, della lunghezza di oltre 1,5 km, parallelo al tracciato del raccordo autostradale tra le prog. 14+950 e la prog. 16+350, che collega la rotatoria realizzata a nord dello svincolo di Flero con quella posta a nord del sovrappasso per l'esistente sedime della medesima S.P. 22.

La sezione adottata è quella tipo C1 del Decreto Ministeriale.. Essa prevede pertanto due corsie di marcia della larghezza di 3,75 m, banchine pavimentate della larghezza di 1,50 m ed elementi marginali da 1,00 m, che ospitano, laddove necessario le barriere di sicurezza. A completamento della sezione sono previsti i fossi di guardia ai piedi delle scarpate.

Planimetricamente il tracciato si stacca dalla rotatoria posta a nord del svp per la esistente S.P. 22 e, nel primo tratto di circa 40 m di lunghezza costituisce il ramo di innesto sulla rotatoria. Il ramo di innesto sulla rotatoria è stato realizzato in curva al fine di poter orientare l'asse verso sud. Segue un brevissimo rettilineo di 33 m di lunghezza circa che ha il fine di consentire la transizione tra la VP di 60 km/h prevista sulla variante e la VP di 40 km/h sul ramo della rotatoria. Il successivo elemento, una curva di 220 m di raggio priva di curve di transizione, consente all'asse della variante di svilupparsi parallelamente al Raccordo autostradale ad una distanza di circa 40 m (misurata tra gli assi). Non essendo previste le curve di transizione la variazione della pendenza trasversale sino al valore di 3,97% avviene sui rettilineo precedente e seguente. Elemento di maggior sviluppo del tracciato è il successivo rettilineo di 1010 m di lunghezza che si sviluppa verso ovest attraversando il Vaso Fiume, con un ponte di 15 m di luce, e il sottopasso, collocato poco oltre, per la Via Coler (la strada comunale che conette Flero con Poncarale), della luce di 12,50 m. Troviamo quindi una curva del raggio di 220 m, priva di curve di transizione, con la quale il tracciato devia nuovamente verso nord in modo da connettersi, con un brevissimo rettilineo di 10 m di lunghezza, al ramo di innesto sulla rotatoria posta a nord dello svincolo di Flero (a questo connessa con un breve tratto stradale perpendicolare al Raccordo). Anche per quest'ultima curva la variazione della pendenza trasversale sino al valore di 3,97% avviene sui rettilineo.

Il profilo longitudinale risulta caratterizzato da livellette a pendenza nulla collocate a quote variabili – crescenti sino a metà tracciato e decrescenti poi, al fine di superare un terrazzo morfologico dell'altezza di 2÷3 m. Le livellette sono connesse da

raccordi verticali del raggio di 3000 m (eccetto l'ultima, di fatto però collocata sul ramo di accesso sulla rotatoria, di 500 m).

Dalla successione di elementi planimetrici – esclusi naturalmente gli elementi iniziale e finale, che costituiscono parte delle intersezioni terminali - si è ricavato il diagramma delle velocità riportato in allegato, dal quale si evince una velocità di 60 km/h compatibile che la VPmin prevista dal D.M.

Sulla base di questa velocità si sono verificate le distanze di visibilità lungo il tracciato. Per la distanza di visibilità per l'arresto si è ottenuto un valore di 69 m, per la distanza di visibilità per il sorpasso si è ottenuto un valore di 330 m. Dall'esame dei parametri geometrici orizzontali e verticali è possibile affermare che il tracciato risulta verificato, nei confronti della distanza di visibilità per l'arresto, lungo tutto lo sviluppo compreso tra i rami di accesso alle rotatorie. La distanza di visibilità per il sorpasso, pari a 330 m, risulta verificata lungo il rettifilo centrale dalla prog. 546,49 alla prog. 1360,92, su una lunghezza pertanto di 814,43 m, ben superiore sia al minimo del 20% del tracciato previsto dal D.M. (315 m), sia al minimo che deve ovviamente essere considerato, pari alla stessa distanza di visibilità per il sorpasso.

La sovrastruttura prevista è quella decisa e concordata con l'Ufficio Tecnico della Provincia di Brescia per le varianti alle strade provinciali: fondazione costituita da misto stabilizzato dello spessore di 10 cm e misto cementato spessore 15 cm, strato di base in conglomerato bituminoso dello spessore di 12 cm, binder dello spessore di 6 cm e manto d'usura dello spessore di cm 4. Tutti i conglomerati sono realizzati con bitumi modificati.

STRADA LOTTIZZAZIONE FLERO – CAPRIANO

Questa strada consente di collegare l'area industriale a sud-ovest di Flero con l'area industriale a nord di Capriano del Colle, scaricando la S.P.IX a nord del raccordo autostradale e permettendone l'accesso tramite la variante alla S.P.22 e lo svincolo di Flero. La sezione adottata è la F2, con gli opportuni allargamenti in curva in considerazione soprattutto del previsto traffico di veicoli pesanti, che sostanzialmente ampliano la piattaforma su quasi tutto lo sviluppo della strada. Partendo da nord, a fianco della cascina Fanelli, la strada corre a fianco dei capannoni industriali con un flesso da 45 m di raggio, e si innesta su Via delle Industrie con una curva da 20 m; considerato il notevole flusso di mezzi pesanti, la sezione trasversale della strada è stata opportunamente allargata fino ad un massimo di 12,70 m in corrispondenza della curva più vincolante. Altimetricamente il dislivello più elevato da superare è di 1,09 m, tra il piano campagna e Via delle Industrie, risolto con raccordi altimetrici da 500 m di raggio. Una volta raccordata a Via delle Industrie, la strada continua parallela al nuovo viadotto di Capriano del Colle, consentendo l'accesso agli esistenti capannoni industriali.

STRADA E PISTA CICLOPEDONALE VIA COLER

La suddetta viabilità, di competenza comunale ed in ambito urbano, consente di mantenere l'attuale collegamento tra l'abitato di Flero e la località Coler a sud del comune, sino a connettersi con la S.P. 22 in comune di Poncarale. La sezione adottata è la F2. Si tratta di un sottopasso della lunghezza totale di 400 m, in falda, ad una quota di -6.20 m dal piano campagna. Il tracciato è costituito da due rettili collegati con una curva da 120 m di raggio; altimetricamente la pendenza massima è del 7% con raccordi convessi da 720 m e concavi da 440 m; la velocità di progetto è 40 km/h. La sezione trasversale è di tipo F2 (8,50 m) con pista ciclopedonale affiancata e sfalsata verticalmente in modo da avere pendenze longitudinali più lievi.

SOVRAPPASSO S.P.22

Il tracciato della S.P. 22 esistente, che in questo tratto attraversa l'edificato in un'area densamente urbanizzata in comune di Flero, viene interrotto dal Raccordo autostradale. Per mantenerne la continuità è stata progettata una lieve variante planoaltimetrica che consente alla S.P. 22 di sovrappassare il Raccordo. Per la difficile ubicazione di questa opera, da "incastonare" tra le aree residenziali ed industriali esistenti, si è dovuto elevare la pendenza delle livellette fino al 7%; tale modifica è stata naturalmente concordata con l'Ufficio Tecnico della Provincia di Brescia. Il raccordo verticale convesso ha un raggio di 1000 m, compatibile con una V_p di 50 km/h. Subito ai piedi di entrambe le livellette sono state collocate due rotatorie di raggio interno 15,00 m con anello da 10,50 m. Dalla rotatoria a nord inizia la variante parallela per la medesima S.P.22. La rotatoria a sud raccoglie efficacemente la viabilità residua al servizio degli accessi privati ed è predisposta per l'accesso ad un centro commerciale di imminente realizzazione posto appena ad ovest della stessa.

SOTTOPASSO CICLOPEDONALE S.P.22

A fianco della esistente S.P.22 corre una pista ciclopedonale. Al fine di mantenerne la continuità, in prossimità del raccordo autostradale, la pista ciclabile viene portata in variante con una larghezza pavimentata di 2,50 m e, con due flessi, viene collocata a piano campagna e, con tracciato parallelo alla S.P. 22 esistente, attraversa in sottopasso il Raccordo. Le pendenze longitudinali non superano il 5% e le livellette più lunghe sono state interrotte con brevi tratti orizzontali per consentire una "pausa" nello sforzo da parte degli utenti più deboli.

STRADA DI LOTTIZZAZIONE PONCARALE

Dalla rotatoria sulla S.P. BS ex S.S.45bis prevista nell'ambito del progetto dello svincolo di Poncarale, si stacca un ramo stradale in direzione ovest che attraversa il rilevato del Raccordo autostradale alla quota del piano campagna. Tale tratto stradale, con sezione tipo C1, è stato predisposto per la connessione di un'area

industriale/artigianale di imminente realizzazione a sud del Raccordo stesso. L'innesto alla rotatoria è stato opportunamente allargato per garantire un transito in sicurezza da parte dei veicoli pesanti. Altimetricamente una breve livelletta al 4%, necessaria per raggiungere la quota della rotatoria, è raccordata con raggi verticali da 600 m di raggio.

STRADA E PISTA CICLOPEDONALE S.P. 23

In corrispondenza della attuale S.P.23, il raccordo autostradale corre ad una quota di circa 8 m sul piano campagna; è stato previsto quindi un ponte della luce di 12,80 m, sufficienti per ospitare una strada con sezione tipo C2 con a fianco una pista ciclopedonale. In realtà nel progetto è prevista solamente la pista ciclopedonale – della larghezza di 2,50 m, a fianco della strada esistente, mentre l'eventuale adeguamento della piattaforma stradale è lasciato alle programmazioni future della Provincia di Brescia.

VARIANTE VIA VOLTA

Per effetto dell'attraversamento in trincea del raccordo autostradale nella zona del Torrente Garza, viene interrotta l'attuale strada comunale denominata Via Volta che collega, tra l'altro, la cascina Quarti di Sotto con l'abitato di Castenedolo. Per garantire la continuità della strada questa portata in variante, con sezione tipo F2, parallelamente all'alveo del torrente Garza sino a riconnettersi con la strada comunale in prossimità del ponte sul torrente a sud del Raccordo. Le caratteristiche planoaltimetriche del tracciato sono compatibili con una V_p di 40 km/h.

RIQUALIFICAZIONE VIA VOLTA

Tale tratto di strada comunale viene riqualificato tramite la costruzione di quattro piazzole di sosta – due per ogni lato della strada - della lunghezza di 65 m e larghezza di 3 m, su una tratta di circa 1,3 km, equamente distanziate tra loro.

STRADA E PISTA CICLOPEDONALE S.P.66

La continuità della strada esistente, interrotta dalla trincea del Raccordo autostradale, viene ripristinata e riqualificata con una sezione tipo C2 (9,50 m) ed affiancata da una pista ciclopedonale da 2,50 m. Il tracciato rimane sostanzialmente il medesimo attuale, e sovrappassa il Raccordo su una galleria artificiale a doppia canna.

ROTATORIA S.P. BS EX S.S.235 GOITESE

L'ultima intersezione in realtà non riguarda una viabilità interferita dal raccordo autostradale, ma è stata concordata con il comune di Castenedolo nel quadro degli interventi che completano lo svincolo sulla S.S. 236 "Goitese". In particolare viene regolata l'intersezione con la strada comunale denominata Via Colombo posizionata a breve distanza dallo svincolo. La tipologia scelta è quella a rotatoria, con pendenza trasversale del 1,5% verso l'esterno. I dati geometrici essenziali sono: raggio interno 20 m, larghezza dell'anello 10,50 m, corsie immissione ed uscita da 4,00 m dotate di banchine da 1,50 m in destra e 1,00 m a sinistra.

VIABILITA' PODERALI

La costruzione del nuovo raccordo autostradale implica inevitabilmente la necessità di ricucire i percorsi delle viabilità poderali esistenti, cercando di garantire, se non migliorare, la stessa funzionalità e fruibilità preesistente. Inoltre è prevista la continuità, con brevi tratti in variante, per le strade arginali del fiume Mella, per le ovvie esigenze di sicurezza e manutenzione. Sono state quindi previste tredici sovrappassi o sottopassi per le viabilità menzionate. Le caratteristiche geometriche di tali strade variano a seconda delle esigenze di traffico e delle richieste delle amministrazioni Comunali; esiste inoltre una prescrizione della Delibera CIPE che impone larghezze di 6,50 m nel territorio del comune di Flero. Pertanto la larghezza della sezione stradale varia tra un minimo di 4,00 m ed un massimo di 8,50 m, la sovrastruttura stradale varia da un minimo di 20 cm, non legati senza pavimentazioni in conglomerati bituminosi, ad un massimo di 31 cm pavimentati. Le viabilità poderali sono le seguenti:

- 11+768 – Cascina Fenil Nuovo - sottopasso
- 12+914 – Cascina Suarda - sottopasso
- 13+130 – Destra Mella – strada arginale - sottopasso
- 13+279 – Sinistra Mella– strada arginale - sottopasso
- 14+562 – Via Torricelli - sottopasso
- 16+942 – Località Caselle- sottopasso
- 18+294 – Cascina Berteroni Sera - sottopasso
- 20+657 – Cascina Pradossi - sottopasso
- 20+817 – Cascina Belleguardo - sottopasso
- 21-173 – Località Belleguardello - sottopasso
- 22+494 – Cascina Fenil del Papa – passaggio su galleria artificiale
- 23+399 – Cascina Dossi - passaggio su galleria artificiale
- 26+687 – Cascina Ambrosi - passaggio su galleria artificiale

APPENDICI

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL TRACCIATO

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Rettifilo 11 ProgI 7779.56 - ProgF 8389.32 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3466914.02 | Coordinate P.to Finale X: | 3467344.44 |
| Y: | 6505751.15 | Y: | 6505319.23 |
| Lunghezza : 609.76 | | | |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Curva 12 Sinistra ProgI 8389.32 - ProgF 11686.73 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3468536.23 | Coordinate I punto Tg X: | 3467344.44 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6505319.23 |
| Coordinate vertice Y: | 6504123.26 | Coordinate II punto Tg X: | 3470180.22 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503738.54 |
| Tangente Prim. 1: | 1516.21 | TT1 Tangente 1: | 1688.41 |
| Tangente Prim. 2: | 1516.21 | TT2 Tangente 2: | 1688.41 |
| Alfa Ang. al Vert.: | 148 | Numero Archi : | 1 |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in entrata ProgI 8389.32 - ProgF 8733.19 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3467506.26 | Coordinate I punto Tg X: | 3467344.44 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6505319.23 |
| Coordinate vertice Y: | 6505156.84 | Coordinate II punto Tg X: | 3467589.77 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6505078.30 |
| Raggio : | 5300.00 | Angolo : | 2 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 229.26 |
| Parametro A : | 1350.00 | Tangente corta : | 114.63 |
| Scostamento : | 0.93 | Sviluppo : | 343.87 |

| | | | |
|-------------------------------------|------------|---------------------------|------------|
| Arco ProgI 8733.19 - ProgF 11342.87 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3468559.98 | Coordinate I punto Tg X: | 3467589.77 |
| Coordinate vertice Y: | 6504165.88 | Coordinate I punto Tg Y: | 6505078.30 |
| Coordinate centro curva X: | 3471220.68 | Coordinate II punto Tg X: | 3469846.28 |
| Coordinate centro curva Y: | 6508939.20 | Coordinate II punto Tg Y: | 6503820.50 |
| Raggio : | 5300.00 | Angolo al vertice : | 28 |
| Tangente : | 1331.85 | Sviluppo : | 2609.67 |
| Saetta : | 159.81 | Corda : | 2583.39 |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in uscita ProgI 11342.87 - ProgF 11686.73 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3469956.99 | Coordinate I punto Tg X: | 3469846.28 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6503820.50 |
| Coordinate vertice Y: | 6503790.78 | Coordinate II punto Tg X: | 3470180.22 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503738.54 |
| Raggio : | 5300.00 | Angolo : | 2 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 229.26 |
| Parametro A : | 1350.00 | Tangente corta : | 114.63 |
| Scostamento : | 0.93 | Sviluppo : | 343.87 |

| |
|------|
| SP19 |
|------|

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Rettifilo 13 ProgI 11686.73 - ProgF 12049.11 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3470180.22 | Coordinate P.to Finale X: | 3470533.07 |
| Y: | 6503738.54 | Y: | 6503655.97 |
| Lunghezza | : 362.38 | | |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Curva 14 Destra ProgI 12049.11 - ProgF 12620.11 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3470811.08 | Coordinate I punto Tg X: | 3470533.07 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6503655.97 |
| Coordinate vertice Y: | 6503590.91 | Coordinate II punto Tg X: | 3471086.72 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503516.46 |
| Tangente Prim. 1: | 220.52 | TT1 Tangente 1: | 285.52 |
| Tangente Prim. 2: | 220.52 | TT2 Tangente 2: | 285.52 |
| Alfa Ang. al Vert.: | 178 | Numero Archi : | 1 |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in entrata ProgI 12049.11 - ProgF 12179.11 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3470617.45 | Coordinate I punto Tg X: | 3470533.07 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6503655.97 |
| Coordinate vertice Y: | 6503636.22 | Coordinate II punto Tg X: | 3470659.60 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503626.13 |
| Raggio : | 13000.00 | Angolo : | 0 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 86.67 |
| Parametro A : | 1300.00 | Tangente corta : | 43.33 |
| Scostamento : | 0.05 | Sviluppo : | 130.00 |

| | | | |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|------------|
| Arco ProgI 12179.11 - ProgF 12490.11 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3470810.83 | Coordinate I punto Tg X: | 3470659.60 |
| Coordinate vertice Y: | 6503589.94 | Coordinate I punto Tg Y: | 6503626.13 |
| Coordinate centro curva X: | 3467634.17 | Coordinate II punto Tg X: | 3470961.16 |
| Coordinate centro curva Y: | 6490983.08 | Coordinate II punto Tg Y: | 6503550.14 |
| Raggio : | 13000.00 | Angolo al vertice : | 1 |
| Tangente : | 155.51 | Sviluppo : | 311.00 |
| Saetta : | 0.93 | Corda : | 310.99 |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in uscita ProgI 12490.11 - ProgF 12620.11 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3471003.05 | Coordinate I punto Tg X: | 3470961.16 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6503550.14 |
| Coordinate vertice Y: | 6503539.05 | Coordinate II punto Tg X: | 3471086.72 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503516.46 |
| Raggio : | 13000.00 | Angolo : | 0 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 86.67 |
| Parametro A : | 1300.00 | Tangente corta : | 43.33 |
| Scostamento : | 0.05 | Sviluppo : | 130.00 |

| |
|------|
| SP19 |
|------|

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Rettifilo 15 ProgI 12620.11 - ProgF 13030.48 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3471086.72 | Coordinate P.to Finale X: | 3471482.89 |
| Y: | 6503516.46 | Y: | 6503409.45 |
| Lunghezza | : 410.37 | | |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Curva 16 Sinistra ProgI 13030.48 - ProgF 13418.07 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3471669.99 | Coordinate I punto Tg X: | 3471482.89 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6503409.45 |
| Coordinate vertice Y: | 6503358.92 | Coordinate II punto Tg X: | 3471858.47 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503313.78 |
| Tangente Prim. 1: | 143.80 | TT1 Tangente 1: | 193.81 |
| Tangente Prim. 2: | 143.80 | TT2 Tangente 2: | 193.81 |
| Alfa Ang. al Vert.: | 178 | Numero Archi : | 1 |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in entrata ProgI 13030.48 - ProgF 13130.48 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3471547.25 | Coordinate I punto Tg X: | 3471482.89 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6503409.45 |
| Coordinate vertice Y: | 6503392.07 | Coordinate II punto Tg X: | 3471579.48 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503383.54 |
| Raggio : | 10000.00 | Angolo : | 0 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 66.67 |
| Parametro A : | 1000.00 | Tangente corta : | 33.33 |
| Scostamento : | 0.04 | Sviluppo : | 100.00 |

| | | | |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|------------|
| Arco ProgI 13130.48 - ProgF 13318.07 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3471670.15 | Coordinate I punto Tg X: | 3471579.48 |
| Coordinate vertice Y: | 6503359.53 | Coordinate I punto Tg Y: | 6503383.54 |
| Coordinate centro curva X: | 3474138.70 | Coordinate II punto Tg X: | 3471761.26 |
| Coordinate centro curva Y: | 6513050.51 | Coordinate II punto Tg Y: | 6503337.23 |
| Raggio : | 10000.00 | Angolo al vertice : | 1 |
| Tangente : | 93.80 | Sviluppo : | 187.59 |
| Saetta : | 0.44 | Corda : | 187.59 |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in uscita ProgI 13318.07 - ProgF 13418.07 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3471793.64 | Coordinate I punto Tg X: | 3471761.26 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6503337.23 |
| Coordinate vertice Y: | 6503329.31 | Coordinate II punto Tg X: | 3471858.47 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503313.78 |
| Raggio : | 10000.00 | Angolo : | 0 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 66.67 |
| Parametro A : | 1000.00 | Tangente corta : | 33.33 |
| Scostamento : | 0.04 | Sviluppo : | 100.00 |

SP19

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Rettifilo 17 ProgI 13418.07 - ProgF 14182.64 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3471858.47 | Coordinate P.to Finale X: | 3472602.01 |
| Y: | 6503313.78 | Y: | 6503135.73 |
| Lunghezza | : 764.56 | | |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Curva 18 Sinistra ProgI 14182.64 - ProgF 14757.53 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3472881.80 | Coordinate I punto Tg X: | 3472602.01 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6503135.73 |
| Coordinate vertice Y: | 6503068.73 | Coordinate II punto Tg X: | 3473167.61 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503035.85 |
| Tangente Prim. 1: | 181.00 | TT1 Tangente 1: | 287.70 |
| Tangente Prim. 2: | 181.00 | TT2 Tangente 2: | 287.70 |
| Alfa Ang. al Vert.: | 173 | Numero Archi : | 1 |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in entrata ProgI 14182.64 - ProgF 14395.97 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3472740.33 | Coordinate I punto Tg X: | 3472602.01 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6503135.73 |
| Coordinate vertice Y: | 6503102.60 | Coordinate II punto Tg X: | 3472810.04 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503088.51 |
| Raggio : | 3000.00 | Angolo : | 2 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 142.23 |
| Parametro A : | 800.00 | Tangente corta : | 71.12 |
| Scostamento : | 0.63 | Sviluppo : | 213.33 |

| | | | |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|------------|
| Arco ProgI 14395.97 - ProgF 14544.19 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3472882.70 | Coordinate I punto Tg X: | 3472810.04 |
| Coordinate vertice Y: | 6503073.82 | Coordinate I punto Tg Y: | 6503088.51 |
| Coordinate centro curva X: | 3473404.54 | Coordinate II punto Tg X: | 3472955.99 |
| Coordinate centro curva Y: | 6506029.01 | Coordinate II punto Tg Y: | 6503062.74 |
| Raggio : | 3000.00 | Angolo al vertice : | 3 |
| Tangente : | 74.13 | Sviluppo : | 148.23 |
| Saetta : | 0.92 | Corda : | 148.21 |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in uscita ProgI 14544.19 - ProgF 14757.53 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3473026.31 | Coordinate I punto Tg X: | 3472955.99 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6503062.74 |
| Coordinate vertice Y: | 6503052.10 | Coordinate II punto Tg X: | 3473167.61 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6503035.85 |
| Raggio : | 3000.00 | Angolo : | 2 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 142.23 |
| Parametro A : | 800.00 | Tangente corta : | 71.12 |
| Scostamento : | 0.63 | Sviluppo : | 213.33 |

| |
|------|
| SP19 |
|------|

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Rettifilo 19 ProgI 14757.53 - ProgF 15245.10 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3473167.61 | Coordinate P.to Finale X: | 3473651.99 |
| Y: | 6503035.85 | Y: | 6502980.13 |
| Lunghezza | : 487.57 | | |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Curva 20 Destra ProgI 15245.10 - ProgF 15620.62 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3473838.57 | Coordinate I punto Tg X: | 3473651.99 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6502980.13 |
| Coordinate vertice Y: | 6502958.67 | Coordinate II punto Tg X: | 3474023.41 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6502925.46 |
| Tangente Prim. 1: | 126.55 | TT1 Tangente 1: | 187.80 |
| Tangente Prim. 2: | 126.55 | TT2 Tangente 2: | 187.80 |
| Alfa Ang. al Vert.: | 176 | Numero Archi : | 1 |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in entrata ProgI 15245.10 - ProgF 15367.60 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3473733.12 | Coordinate I punto Tg X: | 3473651.99 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6502980.13 |
| Coordinate vertice Y: | 6502970.80 | Coordinate II punto Tg X: | 3473773.62 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6502965.51 |
| Raggio : | 4000.00 | Angolo : | 1 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 81.67 |
| Parametro A : | 700.00 | Tangente corta : | 40.83 |
| Scostamento : | 0.16 | Sviluppo : | 122.50 |

| | | | |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|------------|
| Arco ProgI 15367.60 - ProgF 15498.12 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3473838.33 | Coordinate I punto Tg X: | 3473773.62 |
| Coordinate vertice Y: | 6502957.06 | Coordinate I punto Tg Y: | 6502965.51 |
| Coordinate centro curva X: | 3473255.73 | Coordinate II punto Tg X: | 3473902.73 |
| Coordinate centro curva Y: | 6498999.18 | Coordinate II punto Tg Y: | 6502946.51 |
| Raggio : | 4000.00 | Angolo al vertice : | 2 |
| Tangente : | 65.26 | Sviluppo : | 130.52 |
| Saetta : | 0.53 | Corda : | 130.51 |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in uscita ProgI 15498.12 - ProgF 15620.62 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3473943.03 | Coordinate I punto Tg X: | 3473902.73 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6502946.51 |
| Coordinate vertice Y: | 6502939.90 | Coordinate II punto Tg X: | 3474023.41 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6502925.46 |
| Raggio : | 4000.00 | Angolo : | 1 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 81.67 |
| Parametro A : | 700.00 | Tangente corta : | 40.83 |
| Scostamento : | 0.16 | Sviluppo : | 122.50 |

| |
|------|
| SP19 |
|------|

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Rettifilo 21 ProgI 15620.62 - ProgF 16784.73 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3474023.41 | Coordinate P.to Finale X: | 3475169.18 |
| Y: | 6502925.46 | Y: | 6502719.60 |
| Lunghezza | : 1164.11 | | |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Curva 22 Destra ProgI 16784.73 - ProgF 18457.39 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3475997.96 | Coordinate I punto Tg X: | 3475169.18 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6502719.60 |
| Coordinate vertice Y: | 6502570.68 | Coordinate II punto Tg X: | 3476736.56 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6502166.30 |
| Tangente Prim. 1: | 619.36 | TT1 Tangente 1: | 842.06 |
| Tangente Prim. 2: | 619.36 | TT2 Tangente 2: | 842.06 |
| Alfa Ang. al Vert.: | 161 | Numero Archi : | 1 |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in entrata ProgI 16784.73 - ProgF 17229.46 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3475461.05 | Coordinate I punto Tg X: | 3475169.18 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6502719.60 |
| Coordinate vertice Y: | 6502667.15 | Coordinate II punto Tg X: | 3475605.22 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6502632.44 |
| Raggio : | 3800.00 | Angolo : | 3 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 296.54 |
| Parametro A : | 1300.00 | Tangente corta : | 148.29 |
| Scostamento : | 2.17 | Sviluppo : | 444.74 |

| | | | |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|------------|
| Arco ProgI 17229.46 - ProgF 18012.65 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3475987.28 | Coordinate I punto Tg X: | 3475605.22 |
| Coordinate vertice Y: | 6502540.44 | Coordinate I punto Tg Y: | 6502632.44 |
| Coordinate centro curva X: | 3474715.63 | Coordinate II punto Tg X: | 3476342.44 |
| Coordinate centro curva Y: | 6498938.03 | Coordinate II punto Tg Y: | 6502372.20 |
| Raggio : | 3800.00 | Angolo al vertice : | 12 |
| Tangente : | 392.98 | Sviluppo : | 783.19 |
| Saetta : | 20.16 | Corda : | 781.80 |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in uscita ProgI 18012.65 - ProgF 18457.39 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3476476.45 | Coordinate I punto Tg X: | 3476342.44 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6502372.20 |
| Coordinate vertice Y: | 6502308.71 | Coordinate II punto Tg X: | 3476736.56 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6502166.30 |
| Raggio : | 3800.00 | Angolo : | 3 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 296.54 |
| Parametro A : | 1300.00 | Tangente corta : | 148.29 |
| Scostamento : | 2.17 | Sviluppo : | 444.74 |

SP19

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Rettifilo 23 ProgI 18457.39 - ProgF 19857.01 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3476736.56 | Coordinate P.to Finale X: | 3477964.24 |
| Y: | 6502166.30 | Y: | 6501494.16 |
| Lunghezza : 1399.63 | | | |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Curva 24 Sinistra ProgI 19857.01 - ProgF 21196.71 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3478538.53 | Coordinate I punto Tg X: | 3477964.24 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6501494.16 |
| Coordinate vertice Y: | 6501179.74 | Coordinate II punto Tg X: | 3479247.87 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6501189.93 |
| Tangente Prim. 1: | 526.98 | TT1 Tangente 1: | 654.73 |
| Tangente Prim. 2: | 526.98 | TT2 Tangente 2: | 709.41 |
| Alfa Ang. al Vert.: | 150 | Numero Archi : | 1 |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in entrata ProgI 19857.01 - ProgF 20105.53 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3478109.59 | Coordinate I punto Tg X: | 3477964.24 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6501494.16 |
| Coordinate vertice Y: | 6501414.59 | Coordinate II punto Tg X: | 3478184.61 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6501379.38 |
| Raggio : | 2000.00 | Angolo : | 4 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 165.71 |
| Parametro A : | 705.00 | Tangente corta : | 82.87 |
| Scostamento : | 1.29 | Sviluppo : | 248.51 |

| | | | |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|------------|
| Arco ProgI 20105.53 - ProgF 20826.91 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3478514.72 | Coordinate I punto Tg X: | 3478184.61 |
| Coordinate vertice Y: | 6501224.46 | Coordinate I punto Tg Y: | 6501379.38 |
| Coordinate centro curva X: | 3479034.29 | Coordinate II punto Tg X: | 3478878.26 |
| Coordinate centro curva Y: | 6503189.92 | Coordinate II punto Tg Y: | 6501196.01 |
| Raggio : | 2000.00 | Angolo al vertice : | 21 |
| Tangente : | 364.66 | Sviluppo : | 721.39 |
| Saetta : | 32.44 | Corda : | 717.48 |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in uscita ProgI 20826.91 - ProgF 21196.71 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3479001.25 | Coordinate I punto Tg X: | 3478878.26 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6501196.01 |
| Coordinate vertice Y: | 6501186.39 | Coordinate II punto Tg X: | 3479247.87 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6501189.93 |
| Raggio : | 2000.00 | Angolo : | 5 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 246.64 |
| Parametro A : | 860.00 | Tangente corta : | 123.37 |
| Scostamento : | 2.85 | Sviluppo : | 369.80 |

SP19

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Rettifilo 25 ProgI 21196.71 - ProgF 21197.12 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3479247.87 | Coordinate P.to Finale X: | 3479248.28 |
| Y: | 6501189.93 | Y: | 6501189.93 |
| Lunghezza : 0.41 | | | |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Curva 26 Destra ProgI 21197.12 - ProgF 22246.49 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3479803.68 | Coordinate I punto Tg X: | 3479248.28 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6501189.93 |
| Coordinate vertice Y: | 6501197.91 | Coordinate II punto Tg X: | 3480275.36 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6501022.65 |
| Tangente Prim. 1: | 374.39 | TT1 Tangente 1: | 555.45 |
| Tangente Prim. 2: | 374.39 | TT2 Tangente 2: | 503.19 |
| Alfa Ang. al Vert.: | 159 | Numero Archi : | 1 |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in entrata ProgI 21197.12 - ProgF 21566.92 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3479494.90 | Coordinate I punto Tg X: | 3479248.28 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6501189.93 |
| Coordinate vertice Y: | 6501193.47 | Coordinate II punto Tg X: | 3479617.89 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6501183.85 |
| Raggio : | 2000.00 | Angolo : | 5 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 246.64 |
| Parametro A : | 860.00 | Tangente corta : | 123.37 |
| Scostamento : | 2.85 | Sviluppo : | 369.80 |

| | | | |
|--------------------------------------|------------|---------------------------|------------|
| Arco ProgI 21566.92 - ProgF 21997.98 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3479833.60 | Coordinate I punto Tg X: | 3479617.89 |
| Coordinate vertice Y: | 6501166.97 | Coordinate I punto Tg Y: | 6501183.85 |
| Coordinate centro curva X: | 3479461.86 | Coordinate II punto Tg X: | 3480040.70 |
| Coordinate centro curva Y: | 6499189.95 | Coordinate II punto Tg Y: | 6501104.35 |
| Raggio : | 2000.00 | Angolo al vertice : | 12 |
| Tangente : | 216.36 | Sviluppo : | 431.05 |
| Saetta : | 11.60 | Corda : | 430.22 |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| Clotoide in uscita ProgI 21997.98 - ProgF 22246.49 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3480120.02 | Coordinate I punto Tg X: | 3480040.70 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6501104.35 |
| Coordinate vertice Y: | 6501080.37 | Coordinate II punto Tg X: | 3480275.36 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6501022.65 |
| Raggio : | 2000.00 | Angolo : | 4 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 165.71 |
| Parametro A : | 705.00 | Tangente corta : | 82.87 |
| Scostamento : | 1.29 | Sviluppo : | 248.51 |

| | | | |
|---|------------|---------------------------|------------|
| SP19 | | | |
| Rettifilo 27 ProgI 22246.49 - ProgF 22999.43 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3480275.36 | Coordinate P.to Finale X: | 3480981.15 |
| Y: | 6501022.65 | Y: | 6500760.41 |
| Lunghezza | : 752.94 | | |
| Curva 28 Sinistra ProgI 22999.43 - ProgF 24610.92 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3481738.51 | Coordinate I punto Tg X: | 3480981.15 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6500760.41 |
| Coordinate vertice Y: | 6500479.01 | Coordinate II punto Tg X: | 3482537.98 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6500362.26 |
| Tangente Prim. 1: | 528.81 | TT1 Tangente 1: | 807.95 |
| Tangente Prim. 2: | 528.81 | TT2 Tangente 2: | 807.95 |
| Alfa Ang. al Vert.: | 168 | Numero Archi : | 1 |
| Clotoide in entrata ProgI 22999.43 - ProgF 23557.21 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3481329.78 | Coordinate I punto Tg X: | 3480981.15 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6500760.41 |
| Coordinate vertice Y: | 6500630.88 | Coordinate II punto Tg X: | 3481507.45 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6500575.92 |
| Raggio : | 5000.00 | Angolo : | 3 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 371.91 |
| Parametro A : | 1670.00 | Tangente corta : | 185.98 |
| Scostamento : | 2.59 | Sviluppo : | 557.78 |
| Arco ProgI 23557.21 - ProgF 24053.14 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3481744.54 | Coordinate I punto Tg X: | 3481507.45 |
| Coordinate vertice Y: | 6500502.59 | Coordinate I punto Tg Y: | 6500575.92 |
| Coordinate centro curva X: | 3482984.91 | Coordinate II punto Tg X: | 3481987.72 |
| Coordinate centro curva Y: | 6505352.65 | Coordinate II punto Tg Y: | 6500453.09 |
| Raggio : | 5000.00 | Angolo al vertice : | 6 |
| Tangente : | 248.17 | Sviluppo : | 495.93 |
| Saetta : | 6.15 | Corda : | 495.73 |
| Clotoide in uscita ProgI 24053.14 - ProgF 24610.92 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3482169.97 | Coordinate I punto Tg X: | 3481987.72 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6500453.09 |
| Coordinate vertice Y: | 6500416.00 | Coordinate II punto Tg X: | 3482537.98 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6500362.26 |
| Raggio : | 5000.00 | Angolo : | 3 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 371.91 |
| Parametro A : | 1670.00 | Tangente corta : | 185.98 |
| Scostamento : | 2.59 | Sviluppo : | 557.78 |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| SP19 | | | |
| Rettifilo 29 ProgI 24610.92 - ProgF 26984.83 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3482537.98 | Coordinate P.to Finale X: | 3484886.98 |
| Y: | 6500362.26 | Y: | 6500019.23 |
| Lunghezza | : 2373.91 | | |
| Clotoide 30 ProgI 26984.83 - ProgF 27146.83 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3484993.90 | Coordinate I punto Tg X: | 3484886.98 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6500019.23 |
| Coordinate vertice Y: | 6500003.62 | Coordinate II punto Tg X: | 3485047.90 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6500001.26 |
| Raggio : | 800.00 | Angolo : | 6 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 108.06 |
| Parametro A : | 360.00 | Tangente corta : | 54.05 |
| Scostamento : | 1.37 | Sviluppo : | 162.00 |
| Curva 31 ProgI 27146.83 - ProgF 28370.17 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3485814.54 | Coordinate I punto Tg X: | 3485047.90 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6500001.26 |
| Coordinate vertice Y: | 6499967.69 | Coordinate II punto Tg X: | 3485879.98 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6500732.27 |
| Tangente 1 : | 767.38 | Centro originale X: | 3485082.90 |
| Tangente 2 : | 767.38 | Centro originale Y: | 6500800.49 |
| Angolo al vertice : | 92 | Raggio originale : | 800.00 |
| Arco ProgI 27146.83 - ProgF 28370.17 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3485814.54 | Coordinate I punto Tg X: | 3485047.90 |
| Coordinate vertice Y: | 6499967.69 | Coordinate I punto Tg Y: | 6500001.26 |
| Coordinate centro curva X: | 3485082.90 | Coordinate II punto Tg X: | 3485879.98 |
| Coordinate centro curva Y: | 6500800.49 | Coordinate II punto Tg Y: | 6500732.27 |
| Raggio : | 800.00 | Angolo al vertice : | 88 |
| Tangente : | 767.38 | Sviluppo : | 1223.34 |
| Saetta : | 222.66 | Corda : | 1107.58 |
| Clotoide 32 ProgI 28370.17 - ProgF 28722.05 | | | |
| Coordinate vertice X: | 3485890.03 | Coordinate I punto Tg X: | 3485879.98 |
| | | Coordinate I punto Tg Y: | 6500732.27 |
| Coordinate vertice Y: | 6500849.68 | Coordinate II punto Tg X: | 3485858.48 |
| | | Coordinate II punto Tg Y: | 6501082.74 |
| Raggio : | 800.00 | Angolo : | 13 |
| Parametro N : | 1.00 | Tangente lunga : | 235.19 |
| Parametro A : | 530.57 | Tangente corta : | 117.84 |
| Scostamento : | 6.44 | Sviluppo : | 351.88 |

| | | | |
|--|------------|---------------------------|------------|
| SP19 | | | |
| Rettifilo 33 ProgI 28722.05 - ProgF 28994.72 | | | |
| Coordinate P.to Iniziale X: | 3485858.48 | Coordinate P.to Finale X: | 3485821.91 |
| Y: | 6501082.74 | Y: | 6501352.94 |
| Lunghezza | : 272.67 | | |

ALL. 1 - DIAGRAMMA DELLE VELOCITA' CORPO PRINCIPALE

ALL. 2 - DIAGRAMMA DELLE VELOCITA VARIANTE PARALLELA S.P. 22

ALL. 3 - SIMULAZIONI TRAFFICO

ALL. 4 - BILANCIO MOVIMENTI DI MATERIE

ALL. 5 - TABULATI CALCOLO DEI MOVIMENTI DI MATERIE