



Comune di Genova

SKYMETRO

PROLUNGAMENTO DELLA METROPOLITANA IN VALBISAGNO

CUP B39J22001360001 CIG 9262977270

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA (D.lgs. n. 36 / 2023)



TRACCIATO RELAZIONE TECNICA

Commessa	Fase	Lotto	Disciplina	WBS	Tipo	Numero	Foglio	Rev.
MGE1	P4	LV	TRC	COM	R	001	00	A



Rev.	Descrizione	Nome		Data	Ragioni Modifica
A	Adeguamento al parere del CSSLPP e altri Enti e allineamento progetto	Redatto	L. Galloppa	07/03/2025	
		Verificato	L. Galloppa	07/03/2025	
		Approvato	D. Canestrelli	07/03/2025	
		Autorizzato	P. Cucino	07/03/2025	
B		Redatto			
		Verificato			
		Approvato			
		Autorizzato			
C		Redatto			
		Verificato			
		Approvato			
		Autorizzato			
D		Redatto			
		Verificato			
		Approvato			
		Autorizzato			





Comune di Genova

INDICE

1.	INQUADRAMENTO DELL'OPERA	5
1.1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
1.2	PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.	TRACCIATO	7
2.1	SINTESI DATI PRINCIPALI	7
2.2	GEOMETRIA DEL TRACCIATO	8
2.2.1	TRACCIATO PLANIMETRICO	8
2.2.2	TRACCIATO ALTIMETRICO	10
3.	VERIFICHE	11
3.1	VERIFICHE PLANIMETRICHE BINARIO DISPARI	12
3.1	VERIFICHE PLANIMETRICHE BINARIO PARI	15
3.2	VERIFICHE ALTIMETRICHE BINARIO DISPARI	18
3.3	VERIFICHE ALTIMETRICHE BINARIO PARI	19
4.	SEZIONI TIPO	20
5.	ROTABILI IN ESERCIZIO	23



INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Schematico di linea	8
Figura 1.	Verifiche planimetriche binario dispari	14
Figura 2.	Verifiche planimetriche binario pari	17
Figura 3.	Verifiche altimetriche binario dispari	18
Figura 4.	Verifiche altimetriche binario pari	19
Figura 5.	Sezione tipo doppio binario per raggio planimetrico maggiore di 150 m	21
Figura 6.	Sezione tipo doppio binario per raggio planimetrico inferiore a 150 m	22
Figura 7.	Figurino treni di prima generazione	24
Figura 8.	Figurino treni di seconda generazione	25
Figura 9.	Figurino treni di terza generazione	26



1. INQUADRAMENTO DELL'OPERA

1.1 Descrizione del progetto

Il progetto SkyMetro prevede l'estensione del servizio della rete metropolitana esistente da Genova Brignole fino al quartiere di Molassana, con lunghezza di circa 7 Km, in doppio binario su viadotto, con 7 stazioni, andando a servire la Val Bisagno, una delle due principali vallate urbanizzate facenti parte del Comune di Genova.

La linea si sviluppa in sponda destra a filo argine del torrente Bisagno, partendo dalla nuova stazione denominata "Brignole Sant'Agata", fino alla stazione denominata "Stadio Marassi" per poi portarsi a nord della piastra di tombamento del torrente, in zona Marassi, sulla sponda sinistra dove è prevista l'ubicazione delle stazioni "Parenzo", "Staglieno", "Ponte Carrega", "San Gottardo" e "Molassana".

Per soddisfare l'attuale finanziamento, la realizzazione dell'opera verrà divisa in due lotti di cui il primo, della lunghezza di circa 4,5 km, parte dalla stazione "Brignole Sant'Agata" e arriva alla stazione "Ponte Carrega", definendo così un lotto funzionale. Il secondo lotto, partendo dalla stazione "Ponte Carrega", termina alla stazione di testa "Molassana", definendo così un lotto di completamento.

La nuova infrastruttura è provvista di un binario di servizio per il collegamento al deposito esistente di Dinegro.

1.2 Premessa e normativa di riferimento

La geometria del tracciato della linea metropolitana di Genova è descritta nei suoi elementi standard e prestazionali da parametri che rientrano entro i valori previsti dalla norma **UNI -7836 – 2018** "Metropolitane e tramvie – Andamento piano-altimetrico dei binari".

Nella definizione della velocità massima si è fatto riferimento alla norma **UNI 11174 - 2022** "Rolling stock for tramway and light rail systems - General requirements and performances", considerando una velocità massima consigliata di 70 km/h. La velocità massima del rotabile risulta essere, infatti, di 75 km/h.

Nelle curve sono state inserite le sopraelevazioni in analogia alle altre linee metropolitane.

Nel progetto della linea metropolitana di Genova si è adottata per le curve di transizione la clotoide, preferendola alla parabola cubica, che non si presta favorevolmente ad essere utilizzata in presenza di raggi ridotti che si possono riscontrare in alcuni punti del tracciato.

Come parametri dimensionali delle curve si sono utilizzati i seguenti dati caratteristici:

- valore massimo di accelerazione trasversale di $0,90 \text{ m/sec}^2$
- valore massimo di contraccollo, variazione dell'accelerazione nell'unità di tempo, a 0.40 m/sec^3

Lo scartamento linea è quello standard di 1435 mm. Sarà prevista l'adozione del sovrascartamento in curva, nel rispetto delle indicazioni della normativa UNI 7836:2018, come indicato nella tabella seguente.

Scartamento s , da adottare secondo il valore di R

R m	s mm
da 65 a 80 escluso	1 455
da 80 a 90 escluso	1 450
da 90 a 110 escluso	1 445
da 110 a 140 escluso	1 440

Si procede con una sintesi dei dati planoaltimetrici della linea, la descrizione del tracciato in termini di geometria e sezioni tipo.

2. TRACCIATO

2.1 Sintesi dati principali

Le principali caratteristiche tecniche del tracciato della linea metropolitana di Genova sono riepilogate nella seguente tabella:

Tabella 1. Dati principali della linea

CARATTERISTICHE	DATI
Lunghezza	7+025 m (binario dispari)
Scartamento	1435 mm
Larghezza massima sagoma treno	2,2 m
Interasse tratti doppio binario rettilinei	3,04 m
Velocità massima	75 km/h
Velocità minima adottata in linea	15 km/h
Massimo valore di accelerazione non compensata	0,90 m/s ²
Massimo valore contraccolpo	0,40 m/s ³
Minimo raggio planimetrico ammissibile	50 m
Minimo raggio planimetrico adottato	50 m
Raccordi planimetrici a curvatura variabile	Clotoidi
Soprelevazione massima ammissibile	160 mm
Soprelevazione massima adottata	100 mm
Massima pendenza adottata	3,5 %
Massima pendenza normale longitudinale ammissibile in fermata	0,2%
Massima pendenza eccezionale longitudinale ammissibile in fermata	2,0%
Massima pendenza longitudinale adottata in fermata	2,0%
Raccordi altimetrici minimi da normativa	500 m

Raccordi altimetrici minimi dei rotabili	800 m
Raccordi altimetrici minimi di progetto	800 m

2.2 Geometria del tracciato

2.2.1 Tracciato planimetrico

Il tracciato parte dalla zona della stazione di Brignole esistente, lungo l'attuale asta di manovra dei treni, e si sviluppa fino alla stazione Molassana nel senso delle progressive crescenti dell'infrastruttura.

L'inserimento del deviatoio per il collegamento tra la linea esistente e quella in progetto è previsto sull'esistente binario pari tra le progressive 7+719,66 e 7+737,97, considerando l'asse della stazione Brignole posto alla pk 7+589,27. I deviatoi previsti per la comunicazione di collegamento sono S50 R102 T 0,15. Questo deviatoio mette in collegamento l'asse di manovra del binario pari esistente con quello del binario dispari della nuova linea. La pk. 0+000 del nuovo binario è fissata al termine di questo tronchino, che ha la funzione principale di connettere le due linee, nuova ed esistente, principalmente allo scopo di collegare la nuova linea al deposito per fini manutentivi. Il tronchino potrà servire anche da rimessaggio per un'unità di trazione per qualsiasi tipo di esigenza.

Da qui il binario si sviluppa con una curva di raggio 50 m, che porta il tracciato in affiancamento all'argine della sponda destra del Torrente Bisagno.

Il tracciato prevede poi la realizzazione di una metropolitana a singolo impalcato a doppio binario a meno dei tratti che interessano le stazioni a banchina centrale, che presentano due impalcati a singolo binario. L'unica eccezione in questo senso è la stazione Stadio Marassi, che, per esigenze di tracciato, prevede banchine laterali e pertanto mantiene i binari ravvicinati.

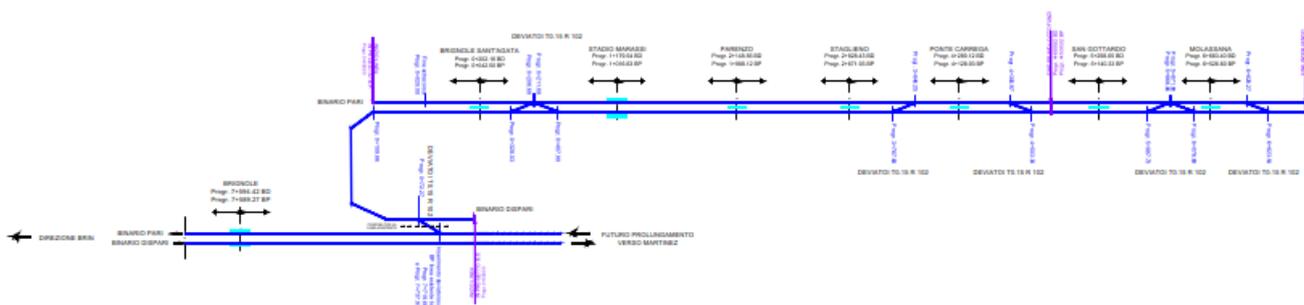


Figura 1. Schematico di linea

A valle della stazione di Molassana sono previste due aste di fine tratta, con una lunghezza di circa 250 m, per poter accogliere il ricovero di quattro treni, in composizione da circa 40 m, su ognuno dei binari.

Tutti gli elementi geometrici riportati in seguito per l'andamento planimetrico del tracciato sono riferiti all'asse del binario dispari, ossia quello con direzione di marcia sud-nord.



Il primo raggio planimetrico utilizzato per il binario dispari, come detto, ha raggio pari a 50,0 m, ossia il minimo prevedibile da normativa. Tale scelta si è resa necessaria alla fattibilità del tracciato nella parte iniziale in uscita dal ponte ferroviario esistente. Le esigenze erano infatti quelle di:

- avvicinare il più possibile la nuova stazione a quella di Brignole esistente per favorire la corrispondenza;
- invadere il meno possibile l'alveo del Bisagno con la proiezione del viadotto;
- avere più spazio disponibile a valle della stazione Brignole Sant'Agata, al fine di poter inserire gli scambi di inversione dei treni;
- poter inserire il prima possibile un raccordo verticale che alzi la linea per poter scavalcare con il maggior franco possibile la viabilità su Ponte Castelfidardo.

La percorribilità di tale curva per i rotabili esistenti è assicurata dal fatto che sulla linea esistente è già presente una curva di raggio anche inferiore, pari a 45m nella tratta Brin-Dinegro. In questa prima curva la velocità massima di progetto è pari a 20 km/h, visti sia la geometria di tracciato che la destinazione d'uso di questo primo tratto.

In corrispondenza della fine della curva, ha inizio il binario pari della nuova linea, che quindi qui avrà la sua pk 0+000. Da questo punto è previsto l'inserimento di un raccordo verticale di raggio 800 m, che porta la linea alla pendenza del 2%, livelletta su cui si sviluppa la prima stazione Brignole Sant'Agata. La pendenza eccezionale è dettata dalla necessità di dover garantire a nord il maggior franco stradale possibile sotto la stazione, in particolare in corrispondenza di Ponte Castelfidardo, nonché della viabilità deviata che si sviluppa in questo tratto in adiacenza all'argine. La stazione Brignole Sant'Agata permette anche la corrispondenza a raso con l'esistente stazione Brignole attraverso un percorso pedonale di collegamento.

A valle della stazione sono posizionati gli scambi per l'inversione dei treni, mentre il tracciato si porta sull'argine.

Da qui in poi la linea mantiene un andamento planimetrico costante in adiacenza all'argine. Nel primo tratto curva verso sinistra con un raggio pari a 418 m, con percorrenza a 55 km/h, seguito da un breve tratto in rettilineo seguito da una curva verso sinistra di raggio 700 m.

Dopo un altro breve tratto in rettilineo il tracciato curva nuovamente verso sinistra con una curva di raggio 203 m con limite a 55 km/h, al fine di mantenere il filo dell'argine. A Nord del Ponte G. Serra c'è una nuova curva a sinistra di raggio 350 m con limite a 60 km/h, che serve a prendere la direttrice di inserimento della stazione Stadio Marassi (progressiva 1+179,542). In uscita verso Nord la linea presenta una breve curva da 233 m che aiuta all'inserimento sulla successiva opera di scavalco del Bisagno, che avviene con una nuova curva, stavolta verso destra, di 100 m di raggio. La velocità di progetto di questa tratta è prima di 50 km/h e poi di 35 km/h.

In uscita sulla sponda sinistra del Torrente il tracciato ha una nuova curva di raggio 103 m con limite a 35 km/h per permettere di girare velocemente verso sinistra e riportarsi parallelo all'argine, mantenendo da qui in avanti lo sviluppo planimetrico del progetto in sponda sinistra del bisagno.

La linea segue poi l'argine con una curva da 320 m, un rettilineo di lunghezza circa 127 m ed una nuova curva verso destra da 300 m, che porta alla stazione Parenzo, il cui asse è alla progressiva 2+148.555.



Usciti dalla stazione si prosegue con un tratto rettilineo, che porta ad allineare il tracciato con il sottopasso del Lungobisagno Istria. L'allineamento con il sottopasso porta a tre curve consecutive verso destra di raggio 300 m una (con limitazione a 50 km/h) e 200 m le altre (con limitazione a 55 km/h). Al termine c'è l'ingresso alla quarta stazione, Staglieno (progressiva 2+828,432), posizionata in un tratto rettilineo di circa 82 m. Il tratto in entrata in stazione ha una limitazione a 35 km/h per affrontare il flesso di allargamento delle linee per la presenza della banchina centrale, mentre in uscita si ha un limite a 50 km/h.

In uscita dalla stazione il tracciato prosegue curvando subito verso sinistra con un raggio da 695 m seguito da un rettilineo di circa 265 m, sul quale è posta una comunicazione semplice di servizio. Al termine del rettilineo è ubicato un flesso con curve da 400 m e 300 m per poter scartare le pile del viadotto autostradale poste a filo argine. La linea prosegue poi con una lunga curva a sinistra di raggio 770 m, che porta alla stazione Ponte Carrega (progressiva 4+289,122).

Al termine della stazione sono presenti tre leggere curve a destra di raggio circa 680 m, 1065 m e 1100 m e una successiva da 640 m, che portano alla stazione di San Gottardo (progressiva 5+298,653). In questo tratto, in particolare alla pk 4+689.916, è prevista il limite tra i due lotti funzionali in cui è stata suddivisa l'opera. Da Brignole fin qui il tracciato è quello del Lotto 1, mentre il proseguo fa parte del lotto di completamento.

All'uscita della stazione San Gottardo la linea effettua un flesso per portarsi sull'altro lato della carreggiata, evitando le opere relative allo scalmatore del Bisagno, attualmente in fase di realizzazione. Il flesso prevede curve a destra e poi a sinistra rispettivamente di raggio 500 m e 350 m. Dopo un rettilineo di circa 50 m un nuovo flesso porta la linea di nuovo lungo argine con due curve da 300 m di raggio.

Il tracciato prevede poi un tratto rettilineo di circa 140 m, in cui sono inseriti gli scambi per le comunicazioni semplici, che permettono di invertire i treni in entrata al capolinea Molassana. Gli scambi risultano distanti dal capolinea, seppur compatibili con l'intervallo minimo di progetto ipotizzato di 3 minuti. Il tratto successivo, infatti, non permette un loro inserimento a causa di una lunga curva planimetrica di raggio 945 m, che porta alla stazione Molassana (progressiva 6+683,397). Dopo la stazione è presente un tronchino di 200 m, che è costituito da un breve tratto in rettilineo e poi una curva da 398 m di raggio. Il tracciato finisce alla pk 7+025,583.

Nel retrostazione Molassana è stata inserita un'ulteriore comunicazione semplice per poter gestire al meglio il capolinea, anche in vista del rimessaggio dei treni previsto sui successivi circa 200 m di tronchino.

2.2.2 Tracciato altimetrico

Il tracciato di progetto in linea rientra pienamente entro i limiti normativi, in termini di altimetria, in quanto la pendenza massima adottata lungo linea è pari al 3,5 %. In stazione è prevista solitamente una pendenza inferiore o uguale allo 0,2% di normativa.

Per la stazione Brignole Sant'Agata è stata adottata una pendenza del 2%, pari al limite eccezionale previsto dalla UNI 7508:1996. Questa pendenza eccezionale è dovuta alla necessità di dover guadagnare la maggiore quota possibile rispetto alla viabilità di Ponte Castelfidardo, che nonostante tutto viene passato con un franco stradale di circa 4,6 m.



Per quanto riguarda i raccordi almetrici utilizzati variano da un minimo di 800 m di raggio, il minimo ammesso dai rotabili in esercizio, ad un massimo di 5000 m.

La normativa, per questa tipologia di interventi, indica come limite normale un raccordo verticale con raggio pari a 1500 m.

In questo caso nel tratto iniziale si è reso necessario l'utilizzo del raccordo con raggio pari a 800 m in entrata a Brignole Sant'Agata, comunque maggiore del limite eccezionale di 500 m, per poter guadagnare al più presto la quota necessaria a scavalcare Ponte Castelfidardo con il massimo franco possibile sulla viabilità. Sempre nella tratta iniziale si è reso necessario adottare altri due raccordi da 800 m, al fine di avere uno sviluppo minimo della livelletta, che permetta l'inserimento delle comunicazioni in avanzazione.

Nel tratto iniziale, prima della stazione Brignole Sant'Agata è presente una curva planimetrica da 50 m di raggio, che, per garantire la circolabilità dei rotabili, non è compatibile con raccordi verticali di raggio inferiore ai 4500 m, pertanto in questo tratto non risulta possibile guadagnare quota, né pendenza. Pertanto si è reso necessario sfruttare quanto possibile il tratto rettilineo della stazione.

La circolabilità dei rotabili sulla curva minima di 50 m è garantita dalla presenza di una curva di raggio ancora minore, circa 45 m, sulla linea esistente e attualmente in esercizio nella tratta Brin-Dinegro.

3. VERIFICHE

Sulla base di quanto riportato possiamo evincere, che, sia a livello planimetrico che a livello almetrico, il tracciato proposto rispecchia e verifica tutti i criteri inseriti all'interno della normativa di riferimento.

Di seguito si riportano le verifiche planimetriche ed almetriche del tracciato oggetto della relazione per entrambi i binari.



3.1 Verifiche planimetriche binario dispari

	Type	Prog. L. [m]	Prog. F. [m]	Svlt. [m]	Parametro [m]	Raggio L. [m]	Raggio F. [m]	Verso	H Inizio [mm]	H Fine [mm]	Vel. [km/h]	Vp Max [km/h]	Verifica	aq <= aq lim	Daq/dt <= Daq/dt lim	dD/ds <= dD/ds lim	dD/dt <= dD/dt lim	dI/dt <= dI/dt lim	E <= E lim	Ea <= Ea max	L <= L min	L >= Ls min	L >= Lt min	R >= R min
VBD0	ARCO	0.000	31.401	31.401	0.000	703.000	703.000	Dx	0.000	0.000	70.000	70.000	OK	0.538 <= 0.900						0 <= 140	82.25 <= 138.00			703.000 >= 100.000
	RETIFILLO	31.401	74.423	43.023	0.000	0.000	0.000																	
VBD1	ARCO	74.423	153.948	79.525	0.000	50.000	50.000	Dx	0.000	0.000	20.000	20.000	OK	0.617 <= 0.900						0 <= 140	94.40 <= 138.00			50.000 >= 50.000
	RETIFILLO	153.948	225.823	71.876	0.000	0.000	0.000																	
VBD2	CLOTOIDE	225.823	240.823	15.000	38.730	0.000	100.000	Dx	0.000	45.000	45.000	20.000	OK		0.01 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	16.67 <= 50.00	0.81 <= 61.00					25.000 >= 25.000	
	ARCO	240.823	245.761	4.937	0.000	100.000	100.000	Dx	45.000	45.000	20.000	20.000	OK	0.015 <= 0.900						0.00 <= 110.00	45 <= 140	1.70 <= 138.00		100.000 >= 100.000
VBD3	CLOTOIDE	245.761	260.761	15.000	38.730	0.000	100.000	Dx	0.000	45.000	20.000	20.000	OK		0.01 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	16.67 <= 50.00	0.81 <= 61.00					15.000 >= 15.000	
	RETIFILLO	260.761	273.848	13.087	0.000	0.000	0.000						ACC											13.087 >= 15.000
VBD4	CLOTOIDE	273.848	283.848	10.000	39.120	0.000	153.040	Sx	0.000	25.000	20.000	20.000	OK		0.02 <= 0.40	2.5000 <= 3.0000	13.89 <= 50.00	3.25 <= 61.00					10.000 >= 8.333	
	ARCO	283.848	305.648	21.800	0.000	153.040	153.040	Sx	25.000	25.000	20.000	20.000	OK	0.038 <= 0.900						0.00 <= 110.00	25 <= 140	5.84 <= 138.00		153.040 >= 100.000
VBD5	CLOTOIDE	305.648	315.648	10.000	39.120	153.040	0.000	Sx	25.000	25.000	20.000	20.000	OK		0.02 <= 0.40	2.5000 <= 3.0000	13.89 <= 50.00	3.25 <= 61.00					10.000 >= 8.333	
	RETIFILLO	315.648	437.066	121.419	0.000	0.000	0.000						OK											
VBD6	CLOTOIDE	437.066	455.066	18.000	86.741	0.000	418.000	Sx	0.000	25.000	55.000	70.000	OK		0.34 <= 0.40	3.3889 <= 3.0000	21.22 <= 50.00	51.76 <= 61.00					18.000 >= 15.126	
	ARCO	455.066	604.181	149.115	0.000	418.000	418.000	Sx	25.000	25.000	55.000	70.000	OK	0.395 <= 0.900						0.00 <= 110.00	25 <= 140	60.39 <= 138.00		418.000 >= 100.000
VBD7	CLOTOIDE	604.181	622.181	18.000	86.741	418.000	0.000	Sx	25.000	0.000	55.000	70.000	OK		0.34 <= 0.40	3.3889 <= 3.0000	21.22 <= 50.00	51.76 <= 61.00					18.000 >= 15.126	
	RETIFILLO	622.181	643.352	21.171	0.000	0.000	0.000						OK											
VBD8	CLOTOIDE	643.352	673.352	30.000	144.914	0.000	700.000	Sx	0.000	10.000	10.000	70.000	OK		0.31 <= 0.40	0.3333 <= 3.0000	8.48 <= 50.00	47.06 <= 61.00					30.000 >= 23.142	
	ARCO	673.352	777.606	104.254	0.000	700.000	700.000	Sx	10.000	10.000	70.000	70.000	OK	0.475 <= 0.900						0.00 <= 110.00	10 <= 140	71.60 <= 138.00		700.000 >= 100.000
VBD9	CLOTOIDE	777.606	807.606	30.000	144.914	700.000	0.000	Sx	10.000	10.000	70.000	70.000	OK		0.31 <= 0.40	0.3333 <= 3.0000	8.48 <= 50.00	47.06 <= 61.00					30.000 >= 23.142	
	RETIFILLO	807.606	815.174	7.568	0.000	0.000	0.000						OK											
VBD10	CLOTOIDE	815.174	845.174	30.000	78.046	0.000	203.040	Sx	0.000	70.000	55.000	70.000	OK		0.35 <= 0.40	2.3333 <= 3.0000	35.65 <= 50.00	53.88 <= 61.00					30.000 >= 26.499	
	ARCO	845.174	927.544	82.370	0.000	203.040	203.040	Sx	70.000	70.000	55.000	70.000	OK	0.692 <= 0.900						0.00 <= 110.00	70 <= 140	105.80 <= 138.00		203.040 >= 100.000
VBD11	CLOTOIDE	927.544	957.544	30.000	78.046	203.040	0.000	Sx	70.000	0.000	55.000	70.000	OK		0.35 <= 0.40	2.3333 <= 3.0000	35.65 <= 50.00	53.88 <= 61.00					30.000 >= 26.499	
	RETIFILLO	957.544	967.529	9.985	0.000	0.000	0.000						OK											
VBD12	CLOTOIDE	967.529	992.529	25.000	93.541	0.000	350.000	Sx	0.000	75.000	60.000	70.000	OK		0.20 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	50.00 <= 50.00	30.91 <= 61.00					25.000 >= 25.000	
	ARCO	992.529	1036.366	43.836	0.000	350.000	350.000	Sx	75.000	75.000	60.000	70.000	OK	0.303 <= 0.900						0.00 <= 110.00	75 <= 140	46.37 <= 138.00		350.000 >= 100.000
VBD13	CLOTOIDE	1036.366	1061.366	25.000	93.541	350.000	0.000	Sx	75.000	0.000	60.000	70.000	OK		0.20 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	50.00 <= 50.00	30.91 <= 61.00					25.000 >= 25.000	
	RETIFILLO	1061.366	1214.097	152.731	0.000	0.000	0.000						OK											
VBD14	CLOTOIDE	1214.097	1234.097	20.000	68.323	0.000	233.400	Sx	0.000	60.000	50.000	70.000	OK		0.30 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	41.67 <= 50.00	46.11 <= 61.00					20.000 >= 20.000	
	ARCO	1234.097	1255.548	21.451	0.000	233.400	233.400	Sx	60.000	60.000	50.000	70.000	OK	0.428 <= 0.900						0.00 <= 110.00	80 <= 140	66.39 <= 138.00		233.400 >= 100.000
VBD15	CLOTOIDE	1255.548	1275.548	20.000	68.323	233.400	0.000	Sx	60.000	0.000	50.000	70.000	OK		0.30 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	41.67 <= 50.00	46.11 <= 61.00					20.000 >= 20.000	
	RETIFILLO	1275.548	1289.308	13.760	0.000	0.000	0.000						ACC											
VBD16	CLOTOIDE	1289.308	1314.308	25.000	50.000	0.000	100.000	Dx	0.000	60.000	50.000	70.000	OK		0.22 <= 0.40	2.4000 <= 3.0000	23.33 <= 50.00	32.88 <= 61.00					25.000 >= 20.000	
	ARCO	1314.308	1358.750	44.443	0.000	100.000	100.000	Dx	60.000	60.000	35.000	70.000	OK	0.553 <= 0.900						0.00 <= 110.00	60 <= 140	84.55 <= 138.00		100.000 >= 100.000
VBD17	CLOTOIDE	1358.750	1383.750	25.000	50.000	100.000	0.000	Dx	60.000	0.000	35.000	70.000	OK		0.22 <= 0.40	2.4000 <= 3.0000	23.33 <= 50.00	32.88 <= 61.00					25.000 >= 20.000	
	RETIFILLO	1383.750	1464.241	79.491	0.000	0.000	0.000						OK											
VBD18	CLOTOIDE	1464.241	1493.241	30.000	55.696	0.000	103.400	Sx	0.000	90.000	35.000	70.000	OK		0.11 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	29.17 <= 50.00	35.14 <= 61.00					30.000 >= 30.000	
	ARCO	1493.241	1513.357	20.116	0.000	103.400	103.400	Sx	90.000	90.000	35.000	70.000	OK	0.326 <= 0.900						0.00 <= 110.00	90 <= 140	49.60 <= 138.00		103.400 >= 100.000
VBD19	CLOTOIDE	1513.357	1543.357	30.000	55.696	103.400	0.000	Sx	90.000	0.000	35.000	70.000	OK		0.11 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	29.17 <= 50.00	35.14 <= 61.00					30.000 >= 30.000	
	RETIFILLO	1543.357	1550.889	7.532	0.000	0.000	0.000						ACC											
VBD20	CLOTOIDE	1550.889	1585.889	35.000	105.830	0.000	320.000	Dx	0.000	90.000	90.000	70.000	OK		0.33 <= 0.40	2.5714 <= 3.0000	50.00 <= 50.00	50.38 <= 61.00					35.000 >= 35.000	
	ARCO	1585.889	1686.954	101.066	0.000	320.000	320.000	Dx	90.000	90.000	70.000	70.000	OK	0.593 <= 0.900						0.00 <= 110.00	90 <= 140	90.69 <= 138.00		320.000 >= 100.000
VBD21	CLOTOIDE	1686.954	1721.954	35.000	105.830	320.000	0.000	Dx	90.000	0.000	70.000	70.000	OK		0.33 <= 0.40	2.5714 <= 3.0000	50.00 <= 50.00	50.38 <= 61.00					35.000 >= 35.000	
	RETIFILLO	1721.954	1849.229	127.274	0.000	0.000	0.000						OK											
VBD22	CLOTOIDE	1849.229	1889.229	40.000	109.545	0.000	300.000	Dx	0.000	100.000	70.000	70.000	OK		0.29 <= 0.40	2.5000 <= 3.0000	48.61 <= 50.00	45.08 <= 61.00						



3.1 Verifiche planimetriche binario pari

	Tipo	Prog.L. [m]	Prog.F. [m]	Svill. [m]	Parametro [m]	Raggio L. [m]	Raggio F. [m]	Verso	H Inizio [mm]	H Fine [mm]	Vel. [km/h]	Vp Max [km/h]	Verifica	aq <= aq lim	Daq/dt <= Daq/dt lim	dB/ds <= dB/ds lim	dD/dt <= dD/dt lim	dI/dt <= dI/dt lim	E <= E lim	Ea <= Ea max	I <= I lim	L >= Ls min	L >= Lt min	R >= R min	
VBP0	RETIFILLO	0.000	72.332	72.332	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.000	70.000	OK												
	CLOTOIDE	72.332	82.332	10.000	22.361	0.000	50.000	Dx	0.000	5.000	20.000	70.000	OK	0.32 <= 0.40	0.5000 <= 2.0000	2.78 <= 50.00	49.67 <= 61.00					30.000 >= 8.242		50.000 >= 50.000	
VBP1	ARCO	82.332	85.918	3.586	0.000	50.000	50.000	Dx	5.000	5.000	20.000	70.000	OK	0.585 <= 0.900											
	CLOTOIDE	85.918	95.918	10.000	22.361	0.000	50.000	Dx	5.000	5.000	20.000	70.000	OK	0.32 <= 0.40	0.5000 <= 2.0000	2.78 <= 50.00	49.67 <= 61.00					30.000 >= 8.242		50.000 >= 50.000	
VBP2	RETIFILLO	95.918	114.099	18.181	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.000	70.000	OK												
	CLOTOIDE	114.099	124.099	10.000	38.730	0.000	150.000	Sx	0.000	25.000	20.000	70.000	OK	0.02 <= 0.40	2.5000 <= 3.0000	13.89 <= 50.00	3.59 <= 61.00					10.000 >= 8.333	18.181 >= 15.000		
	ARCO	124.099	156.117	32.018	0.000	150.000	150.000	Sx	25.000	25.000	20.000	70.000	OK	0.042 <= 0.900										150.000 >= 100.000	
	CLOTOIDE	156.117	166.117	10.000	38.730	150.000	0.000	Sx	25.000	0.000	20.000	70.000	OK	0.02 <= 0.40	2.5000 <= 3.0000	13.89 <= 50.00	3.59 <= 61.00					10.000 >= 8.333			
VBP3	RETIFILLO	166.117	278.234	112.117	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	55.000	70.000	OK												
	CLOTOIDE	278.234	296.234	18.000	86.425	0.000	414.960	Sx	0.000	20.000	55.000	70.000	OK	0.37 <= 0.40	1.1111 <= 3.0000	16.98 <= 50.00	56.04 <= 61.00					18.000 >= 16.535		414.960 >= 100.000	
	ARCO	296.234	444.133	147.899	0.000	414.960	414.960	Sx	20.000	20.000	55.000	70.000	OK	0.432 <= 0.900											
	CLOTOIDE	444.133	462.133	18.000	86.425	414.960	0.000	Sx	20.000	0.000	55.000	70.000	OK	0.37 <= 0.40	1.1111 <= 3.0000	16.98 <= 50.00	56.04 <= 61.00					18.000 >= 16.535			
VBP4	RETIFILLO	462.133	483.306	21.173	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	70.000	70.000	OK												
	CLOTOIDE	483.306	513.306	30.000	144.597	0.000	696.940	Sx	0.000	10.000	70.000	70.000	OK	0.31 <= 0.40	0.3333 <= 3.0000	6.48 <= 50.00	47.29 <= 61.00					30.000 >= 23.258		696.940 >= 100.000	
	ARCO	513.306	616.973	103.667	0.000	696.940	696.940	Sx	10.000	10.000	70.000	70.000	OK	0.477 <= 0.900											
	CLOTOIDE	616.973	646.973	30.000	144.597	696.940	0.000	Sx	10.000	0.000	70.000	70.000	OK	0.31 <= 0.40	0.3333 <= 3.0000	6.48 <= 50.00	47.29 <= 61.00					30.000 >= 23.258			
VBP5	RETIFILLO	646.973	654.542	7.570	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	70.000	70.000	OK												
	CLOTOIDE	654.542	684.542	30.000	77.460	0.000	200.000	Sx	0.000	70.000	55.000	70.000	OK	0.36 <= 0.40	2.3333 <= 3.0000	35.65 <= 50.00	55.24 <= 61.00					30.000 >= 27.168		200.000 >= 100.000	
	ARCO	684.542	765.230	80.688	0.000	200.000	200.000	Sx	70.000	70.000	55.000	70.000	OK	0.710 <= 0.900											
	CLOTOIDE	765.230	795.230	30.000	77.460	200.000	0.000	Sx	70.000	0.000	55.000	70.000	OK	0.36 <= 0.40	2.3333 <= 3.0000	35.65 <= 50.00	55.24 <= 61.00					30.000 >= 27.168			
VBP6	RETIFILLO	795.230	802.887	7.657	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	60.000	70.000	OK												
	CLOTOIDE	802.887	832.887	30.000	102.024	0.000	346.960	Sx	0.000	75.000	60.000	70.000	OK	0.17 <= 0.40	2.5000 <= 2.0000	41.67 <= 50.00	26.35 <= 61.00					30.000 >= 25.000		346.960 >= 100.000	
	ARCO	832.887	873.613	40.726	0.000	346.960	346.960	Sx	75.000	75.000	60.000	70.000	OK	0.310 <= 0.900											
	CLOTOIDE	873.613	898.613	25.000	83.134	346.960	0.000	Sx	75.000	0.000	60.000	70.000	OK	0.21 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	50.00 <= 50.00	31.62 <= 61.00					35.000 >= 25.000			
VBP7	RETIFILLO	898.613	1049.126	150.513	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	60.000	70.000	OK												
	CLOTOIDE	1049.126	1069.126	20.000	67.823	0.000	230.000	Sx	0.000	60.000	50.000	70.000	OK	0.31 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	41.67 <= 50.00	47.40 <= 61.00					30.000 >= 20.000			
	ARCO	1069.126	1089.981	20.855	0.000	230.000	230.000	Sx	60.000	60.000	50.000	70.000	OK	0.447 <= 0.900											
	CLOTOIDE	1089.981	1109.981	20.000	67.823	230.000	0.000	Sx	60.000	0.000	50.000	70.000	OK	0.31 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	41.67 <= 50.00	47.40 <= 61.00					30.000 >= 20.000			
VBP8	RETIFILLO	1109.981	1125.824	15.842	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	70.000	70.000	ACC												
	CLOTOIDE	1125.824	1150.824	25.000	50.843	0.000	103.400	Dx	0.000	60.000	35.000	70.000	OK	0.20 <= 0.40	2.4000 <= 3.0000	23.33 <= 50.00	31.03 <= 61.00					35.000 >= 20.000	15.842 >= 16.667		
	ARCO	1150.824	1197.627	46.804	0.000	103.400	103.400	Dx	60.000	60.000	35.000	70.000	OK	0.522 <= 0.900											
	CLOTOIDE	1197.627	1222.627	25.000	50.843	103.400	0.000	Dx	60.000	0.000	35.000	70.000	OK	0.20 <= 0.40	2.4000 <= 3.0000	23.33 <= 50.00	31.03 <= 61.00					35.000 >= 20.000		103.400 >= 100.000	
VBP9	RETIFILLO	1222.627	1302.118	79.491	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.000	70.000	OK												
	CLOTOIDE	1302.118	1332.118	30.000	54.772	0.000	100.000	Sx	0.000	90.000	35.000	70.000	OK	0.12 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	29.17 <= 50.00	37.68 <= 61.00					30.000 >= 30.000		79.491 >= 15.000	
	ARCO	1332.118	1350.586	18.468	0.000	100.000	100.000	Sx	90.000	90.000	35.000	70.000	OK	0.357 <= 0.900											
	CLOTOIDE	1350.586	1380.586	30.000	54.772	100.000	0.000	Sx	90.000	0.000	35.000	70.000	OK	0.12 <= 0.40	3.0000 <= 3.0000	29.17 <= 50.00	37.68 <= 61.00					30.000 >= 30.000			
VBP10	RETIFILLO	1380.586	1387.321	6.735	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	70.000	70.000	ACC												
	CLOTOIDE	1387.321	1422.321	35.000	106.332	0.000	323.040	Dx	0.000	90.000	70.000	70.000	OK	0.32 <= 0.40	2.5714 <= 3.0000	50.00 <= 50.00	49.44 <= 61.00					35.000 >= 35.000		323.040 >= 100.000	
	ARCO	1422.321	1524.679	102.358	0.000	323.040	323.040	Dx	90.000	90.000	70.000	70.000	OK	0.582 <= 0.900											
	CLOTOIDE	1524.679	1559.679	35.000	106.332	323.040	0.000	Dx	90.000	0.000	70.000	70.000	OK	0.32 <= 0.40	2.5714 <= 3.0000	50.00 <= 50.00	49.44 <= 61.00					35.000 >= 35.000			
VBP11	RETIFILLO	1559.679	1687.827	128.148	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	70.000	70.000	OK												
	CLOTOIDE	1687.827	1727.827	40.000	110.998	0.000	303.040	Dx	0.000	100.000	70.000	70.000	OK	0.29 <= 0.40	2.5000 <= 2.0000	48.61 <= 50.00	44.14 <= 61.00					40.000 >= 38.889		303.040 >= 100.000	
	ARCO	1727.827	1783.900	56.073	0.000	303.040	303.040	Dx	100.000	100.000	70.000	70.000	OK	0.594 <= 0.900											
	CLOTOIDE	1783.900	1823.900	40.000	110.998	303.040	0.000	Dx	100.000	0.000	70.000	70.000	OK	0.29 <= 0.40	2.5000 <= 2.0000	48.61 <= 50.00	44.14 <= 61.00					40.000 >= 38.889			
VBP12	RETIFILLO	1823.900	1890.487	66.587	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	70.000	70.000	OK												
	CLOTOIDE	1890.487	1902.487	12.000	45.166	0.000	170.000	Sx	0.000	10.000	35.000	70.000	OK	0.40 <= 0.40	0.8333 <= 3.0000										



3.2 Verifiche altimetriche binario dispari

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza max	Lunghezza > Lungh. Min	N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Lunghezza > Lungh. Min	Raggio > Raggio Min
0	0.000	13.440	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	168.802	13.399	168.802	160.706	-0.241	-0.041	168.802	160.706	OK	0.241 ‰ => 40.000 ‰	160.706 >= 20.000	1	Par	800.000	20.241	16.194	160.706	176.899	16.193	50.000	625.000	OK	16.193 >= 15.000	800.000 >= 625.000
2	290.940	15.842	122.138	108.042	20.000	2.443	122.162	108.063	OK	20.000 ‰ => 40.000 ‰	108.042 >= 20.000	2	Par	800.000	15.000	12.005	284.940	296.940	12.000	50.000	625.000	ACC	12.000 <= 15.000	800.000 >= 625.000
3	423.898	20.496	132.958	113.863	35.000	4.654	133.039	113.932	OK	35.000 ‰ => 40.000 ‰	113.863 >= 20.000	3	Par	800.000	-32.737	26.196	410.803	436.993	26.190	50.000	625.000	OK	26.190 >= 15.000	800.000 >= 625.000
4	553.892	20.790	129.994	96.825	2.263	0.294	129.994	96.825	OK	2.263 ‰ => 40.000 ‰	96.825 >= 20.000	4	Par	2000.000	20.074	40.151	533.818	573.966	40.148	70.000	1960.000	OK	40.148 >= 15.000	2000.000 >= 1960.000
5	726.183	24.638	172.292	130.880	22.336	3.848	172.335	130.913	OK	22.336 ‰ => 40.000 ‰	130.880 >= 20.000	5	Par	2000.000	-21.337	42.678	704.846	747.521	42.675	70.000	1960.000	OK	42.675 >= 15.000	2000.000 >= 1960.000
6	1338.303	25.250	612.120	574.220	0.999	0.612	612.120	574.221	OK	0.999 ‰ => 40.000 ‰	574.220 >= 20.000	6	Par	4140.000	8.001	33.125	1321.741	1354.865	33.124	70.000	1960.000	OK	33.124 >= 15.000	4140.000 >= 1960.000
7	1924.693	30.527	586.390	552.907	9.000	5.278	586.414	552.930	OK	9.000 ‰ => 40.000 ‰	552.907 >= 20.000	7	Par	5000.000	-6.768	33.843	1907.772	1941.614	33.842	70.000	1960.000	OK	33.842 >= 15.000	5000.000 >= 1960.000
8	2322.103	31.414	397.409	363.963	2.232	0.887	397.410	363.964	OK	2.232 ‰ => 40.000 ‰	363.963 >= 20.000	8	Par	5000.000	6.610	33.050	2305.578	2338.628	33.050	70.000	1960.000	OK	33.050 >= 15.000	5000.000 >= 1960.000
9	2717.689	34.912	395.586	367.089	8.842	3.498	395.602	367.103	OK	8.842 ‰ => 40.000 ‰	367.089 >= 20.000	9	Par	3500.000	-6.842	23.946	2705.716	2729.661	23.945	70.000	1960.000	OK	23.945 >= 15.000	3500.000 >= 1960.000
10	3028.545	35.533	310.856	286.044	2.000	0.622	310.856	286.045	OK	2.000 ‰ => 40.000 ‰	286.044 >= 20.000	10	Par	5000.000	5.136	25.678	3015.706	3041.383	25.678	70.000	1960.000	OK	25.678 >= 15.000	5000.000 >= 1960.000
11	3544.151	39.212	515.607	492.119	7.136	3.679	515.620	492.132	OK	7.136 ‰ => 40.000 ‰	492.119 >= 20.000	11	Par	4000.000	5.324	21.299	3533.503	3554.800	21.298	70.000	1960.000	OK	21.298 >= 15.000	4000.000 >= 1960.000
12	4047.002	45.478	502.850	481.741	12.460	6.265	502.889	481.779	OK	12.460 ‰ => 40.000 ‰	481.741 >= 20.000	12	Par	2000.000	-10.460	20.921	4036.542	4057.462	20.920	70.000	1960.000	OK	20.920 >= 15.000	2000.000 >= 1960.000
13	4426.141	46.236	379.139	358.256	2.000	0.758	379.140	358.257	OK	2.000 ‰ => 40.000 ‰	358.256 >= 20.000	13	Par	2700.000	7.721	20.846	4415.718	4436.564	20.846	70.000	1960.000	OK	20.846 >= 15.000	2700.000 >= 1960.000
14	5082.392	52.615	656.252	635.765	9.721	6.379	656.283	635.795	OK	9.721 ‰ => 40.000 ‰	635.765 >= 20.000	14	Par	2300.000	-8.751	20.127	5072.329	5092.456	20.127	70.000	1960.000	OK	20.127 >= 15.000	2300.000 >= 1960.000
15	5483.083	53.004	400.691	380.084	0.970	0.389	400.691	380.084	OK	0.970 ‰ => 40.000 ‰	380.084 >= 20.000	15	Par	2700.000	7.810	21.087	5472.540	5493.626	21.086	70.000	1960.000	OK	21.086 >= 15.000	2700.000 >= 1960.000
16	6113.120	58.535	630.037	609.343	8.780	5.531	630.061	609.367	OK	8.780 ‰ => 40.000 ‰	609.343 >= 20.000	16	Par	2000.000	10.150	20.302	6102.970	6123.270	20.300	70.000	1960.000	OK	20.300 >= 15.000	2000.000 >= 1960.000
17	6521.756	66.271	408.636	385.789	18.930	7.735	408.710	385.858	OK	18.930 ‰ => 40.000 ‰	385.789 >= 20.000	17	Par	1500.000	-16.930	25.396	6509.059	6534.453	25.394	70.000	1500.000	OK	25.394 >= 15.000	1500.000 >= 1500.000
18	7025.583	67.278	503.827	491.129	2.000	1.008	503.828	491.130	OK	2.000 ‰ => 40.000 ‰	491.129 >= 20.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Figura 3. Verifiche altimetriche binario dispari



3.3 Verifiche altimetriche binario pari

N. Vert.	Prog.	Quota	Parz.	Parz. R	i [%]	Dislivello	Lung.	Lung. R	Verifica	Pendenza < Pendenza max		N. Racc.	Tipo	Raggio V.	Δi	Svil.	Prog. I	Prog. F	Parz. R	Vel.	Raggio Min.	Verifica	Lunghezza > Lungh. Min	Raggio > Raggio Min	
0	0.000	13.402	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	9.090	13.402	9.090	1.226	0.005	0.000	9.090	1.226	ACC	0.005 % => 40.000 %	1.226 >= 8.000	1	Par	800.000	19.660	15.729	1.226	16.954	15.728	50.000	500.000	OK	15.728 >= 15.000	800.000 >= 500.000	
2	131.338	15.806	122.248	108.218	19.665	2.404	122.272	108.239	OK	19.665 % => 40.000 %	108.218 >= 20.000	2	Par	800.000	15.415	12.337	125.172	137.504	12.332	50.000	500.000	ACC	12.332 <= 15.000	800.000 >= 500.000	
3	265.090	20.498	133.752	114.465	35.080	4.692	133.834	114.536	OK	35.080 % => 40.000 %	114.465 >= 20.000	3	Par	800.000	-32.801	26.246	251.970	278.210	26.241	50.000	500.000	OK	26.241 >= 15.000	800.000 >= 500.000	
4	394.296	20.792	129.207	95.948	2.279	0.295	129.207	95.948	OK	2.279 % => 40.000 %	95.948 >= 20.000	4	Par	2000.000	20.138	40.280	374.158	414.435	40.277	70.000	1500.000	OK	40.277 >= 15.000	2000.000 >= 1500.000	
5	565.930	24.640	171.633	130.080	22.418	3.848	171.676	130.113	OK	22.418 % => 40.000 %	130.080 >= 20.000	5	Par	2000.000	-21.414	42.832	544.515	587.344	42.829	70.000	1500.000	OK	42.829 >= 15.000	2000.000 >= 1500.000	
6	1176.856	25.253	610.927	572.981	1.003	0.613	610.927	572.982	OK	1.003 % => 40.000 %	572.981 >= 20.000	6	Par	4140.000	7.986	33.063	1160.325	1193.387	33.062	70.000	1500.000	OK	33.062 >= 15.000	4140.000 >= 1500.000	
7	1763.381	30.525	586.525	553.108	8.989	5.272	586.549	553.130	OK	8.989 % => 40.000 %	553.108 >= 20.000	7	Par	5000.000	-6.754	33.772	1746.495	1780.267	33.772	70.000	1500.000	OK	33.772 >= 15.000	5000.000 >= 1500.000	
8	2161.959	31.416	398.578	365.398	2.235	0.891	398.579	365.399	OK	2.235 % => 40.000 %	365.398 >= 20.000	8	Par	5000.000	6.517	32.588	2145.665	2178.252	32.587	70.000	1500.000	OK	32.587 >= 15.000	5000.000 >= 1500.000	
9	2561.307	34.911	399.348	371.250	8.753	3.495	399.363	371.265	OK	8.753 % => 40.000 %	371.250 >= 20.000	9	Par	3500.000	-6.745	23.608	2549.503	2573.111	23.608	70.000	1500.000	OK	23.608 >= 15.000	3500.000 >= 1500.000	
10	2870.942	35.533	309.635	284.970	2.007	0.622	309.636	284.971	OK	2.007 % => 40.000 %	284.970 >= 20.000	10	Par	5000.000	5.144	25.722	2858.081	2883.803	25.721	70.000	1500.000	OK	25.721 >= 15.000	5000.000 >= 1500.000	
11	3387.389	39.226	516.447	492.872	7.152	3.693	516.461	492.885	OK	7.152 % => 40.000 %	492.872 >= 20.000	11	Par	4000.000	5.357	21.430	3376.675	3398.104	21.429	70.000	1500.000	OK	21.429 >= 15.000	4000.000 >= 1500.000	
12	3887.133	45.478	499.744	478.528	12.509	6.251	499.783	478.566	OK	12.509 % => 40.000 %	478.528 >= 20.000	12	Par	2000.000	-10.501	21.003	3876.632	3897.634	21.002	70.000	1500.000	OK	21.002 >= 15.000	2000.000 >= 1500.000	
13	4266.309	46.239	379.176	358.290	2.008	0.761	379.177	358.291	OK	2.008 % => 40.000 %	358.290 >= 20.000	13	Par	2700.000	7.693	20.771	4255.924	4276.695	20.770	70.000	1500.000	OK	20.770 >= 15.000	2700.000 >= 1500.000	
14	4923.619	52.615	657.309	636.883	9.701	6.376	657.340	636.913	OK	9.701 % => 40.000 %	636.883 >= 20.000	14	Par	2300.000	-8.731	20.083	4913.578	4933.660	20.082	70.000	1500.000	OK	20.082 >= 15.000	2300.000 >= 1500.000	
15	5325.219	53.004	401.600	381.005	0.969	0.389	401.600	381.005	OK	0.969 % => 40.000 %	381.005 >= 20.000	15	Par	2700.000	7.817	21.107	5314.665	5335.772	21.107	70.000	1500.000	OK	21.107 >= 15.000	2700.000 >= 1500.000	
16	5954.947	58.538	629.729	609.093	8.787	5.533	629.753	609.116	OK	8.787 % => 40.000 %	609.093 >= 20.000	16	Par	2000.000	10.082	20.167	5944.865	5965.030	20.165	70.000	1500.000	OK	20.165 >= 15.000	2000.000 >= 1500.000	
17	6364.777	66.271	409.830	387.091	18.869	7.733	409.903	387.160	OK	18.869 % => 40.000 %	387.091 >= 20.000	17	Par	1500.000	-16.875	25.314	6352.120	6377.433	25.313	70.000	1500.000	OK	25.313 >= 15.000	1500.000 >= 1500.000	
18	6870.191	67.278	505.414	492.758	1.994	1.008	505.415	492.759	OK	1.994 % => 40.000 %	492.758 >= 20.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Figura 4. Verifiche altimetriche binario pari



4. SEZIONI TIPO

Dal punto di vista normativo le sezioni tipo, della metropolitana si rifanno alle normative UNI per metropolitane leggere.

In particolare, prima di proseguire è utile fare riferimento alla norma UNI 8379 – 2000 “*Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera e tramvia) - Termini e definizioni*”, che fornisce la terminologia corretta per affrontare la descrizione delle sezioni trasversali tipo adottate in oggetto.

La norma innanzitutto definisce il sistema di trasporto in 5 tipologie come di seguito riportato:

- ferrovia: sistema di trasporto per persone e/o cose, anche per lunghe distanze e per elevati livelli di traffico, mediante veicoli automotori, veicoli rimorchiati e motrici, a guida vincolata, In sede propria, con circolazione regolata da segnali.
- metropolitana: sistema di trasporto rapido di massa, di elevata portata e frequenza nell'ambito delle conurbazioni, costituito da veicoli automotori o rimorchiati dai medesimi, a guida vincolata, con circolazione regolata da segnali e completamente autonoma da qualsiasi altro tipo di traffico.
- metropolitana leggera: sistema di trasporto rapido di massa che mantiene le caratteristiche della metropolitana di cui al precedente punto “ii” ad eccezione della portata oraria, che risulta ridotta a causa della limitata capacità dei convogli per ridotte dimensioni dei veicoli e/o per ridotta composizione.
- tranvia: sistema di trasporto per persone negli agglomerati urbani costituito da veicoli automotori o rimorchiati dai medesimi, a guida vincolata, In genere su strade ordinarie e quindi soggetto al Codice della Strada, con circolazione a vista.
- tranvia veloce (metrotranvia): sistema di trasporto che mantiene le caratteristiche della tranvia di cui al precedente punto “iv”, con possibili realizzazioni anche in tratte suburbane, ma che consente velocità commerciali e portate superiori grazie ad adeguati provvedimenti (per esempio delimitazioni laterali della sede, riduzione del numero di attraversamenti, semaforizzazione degli attraversamenti con priorità per il sistema, ecc.), atti a ridurre le interferenze del sistema con il restante traffico veicolare e pedonale. Essendo questo sistema la soluzione tecnologicamente evoluta del precedente, possono esistere sistemi misti (tranvia-tranvia veloce) composti da tratte di linea funzionalmente concepite con riferimento ai due sistemi. Le tratte di linea afferenti alle diverse tipologie di sistema mantengono le caratteristiche rispettivamente previste e di conseguenza il sistema di trasporto sarà costituito in parte da tranvia ed in parte da tranvia veloce.

Per la linea in oggetto si ricade nella tipologia “metropolitana leggera”, definita la tipologia del sistema di trasporto si può proseguire con la definizione degli elementi della sezione tipo.

Chiariti gli aspetti di definizione degli elementi dal punto di vista normativo, le sezioni tipologiche sono organizzate come di seguito descritto.

Lo scartamento della linea metropolitana è quello standard di 1435 mm.

Nei tratti a doppio binario si è deciso di utilizzare una distanza tra gli assi dei binari tipologica di 3,04 m, che tiene conto della sagoma del treno in rettilineo pari a 2,2 m più la fascia spazzata dal treno per curve fino 150 m e i 40 cm di margine richiesti dalla normativa.

Per quanto riguarda le distanze minime dagli ostacoli si sono considerati i minimi normativi di distanza laterale dagli ostacoli come da UNI 7360 - 2023. In particolare si è mantenuta una distanza sempre maggiore di 15cm all'interno della quale si inserisca la sagoma cinematica più 10 cm di margine rispetto al PMO, per un totale di almeno 25 cm tra la sagoma statica, eventualmente iscritta in curva, e gli ostacoli.

Per le curve di raggio inferiore a 150 m si è adottata una sezione diversa dettata dall'interbinario di 3,4 m, data dalla maggiore area spazzata dai rotabili.

Dove è prevista la presenza di un passaggio di sicurezza sono sempre stati garantiti gli 80 cm liberi richiesti dalla norma rispetto alla sagoma statica del treno iscritto in curva. La sagoma laterale di sicurezza, invece, ha una dimensione minima di 60 cm x 200 cm.

Di seguito sono riportate le sezioni tipologiche utilizzate lungo l'intero intervento, in quanto si tratta di un intervento che si sviluppa interamente in viadotto.

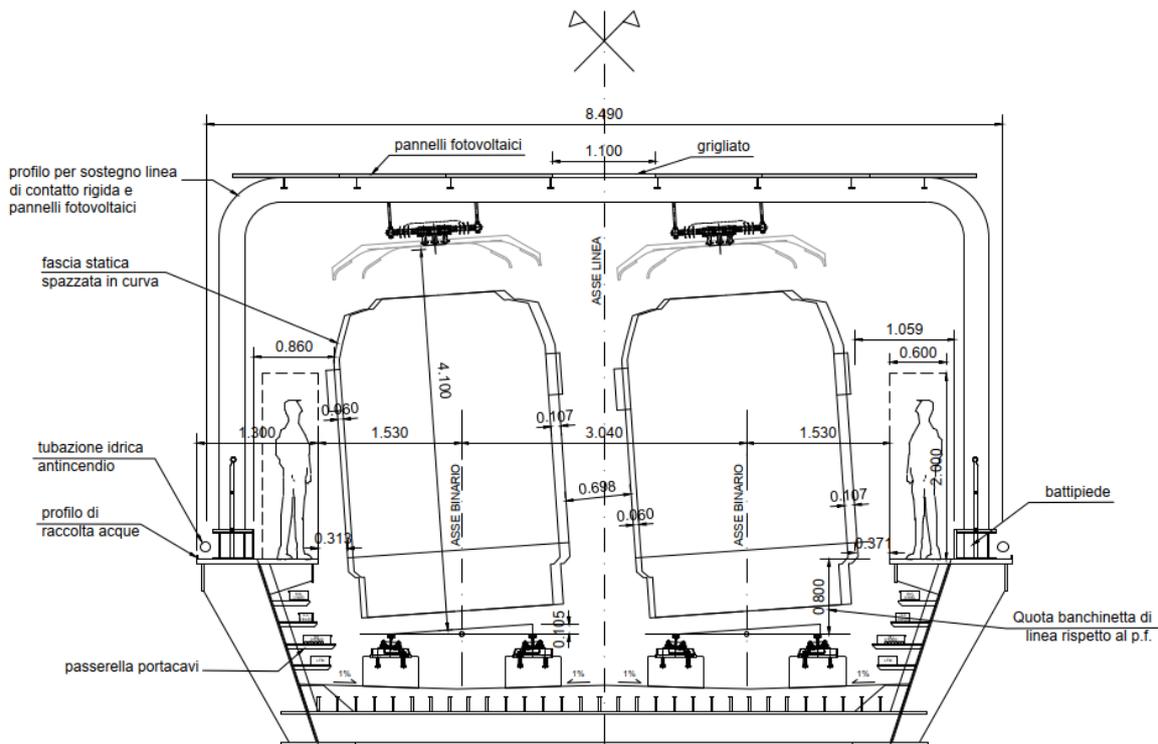


Figura 5. Sezione tipo doppio binario per raggio planimetrico maggiore di 150 m

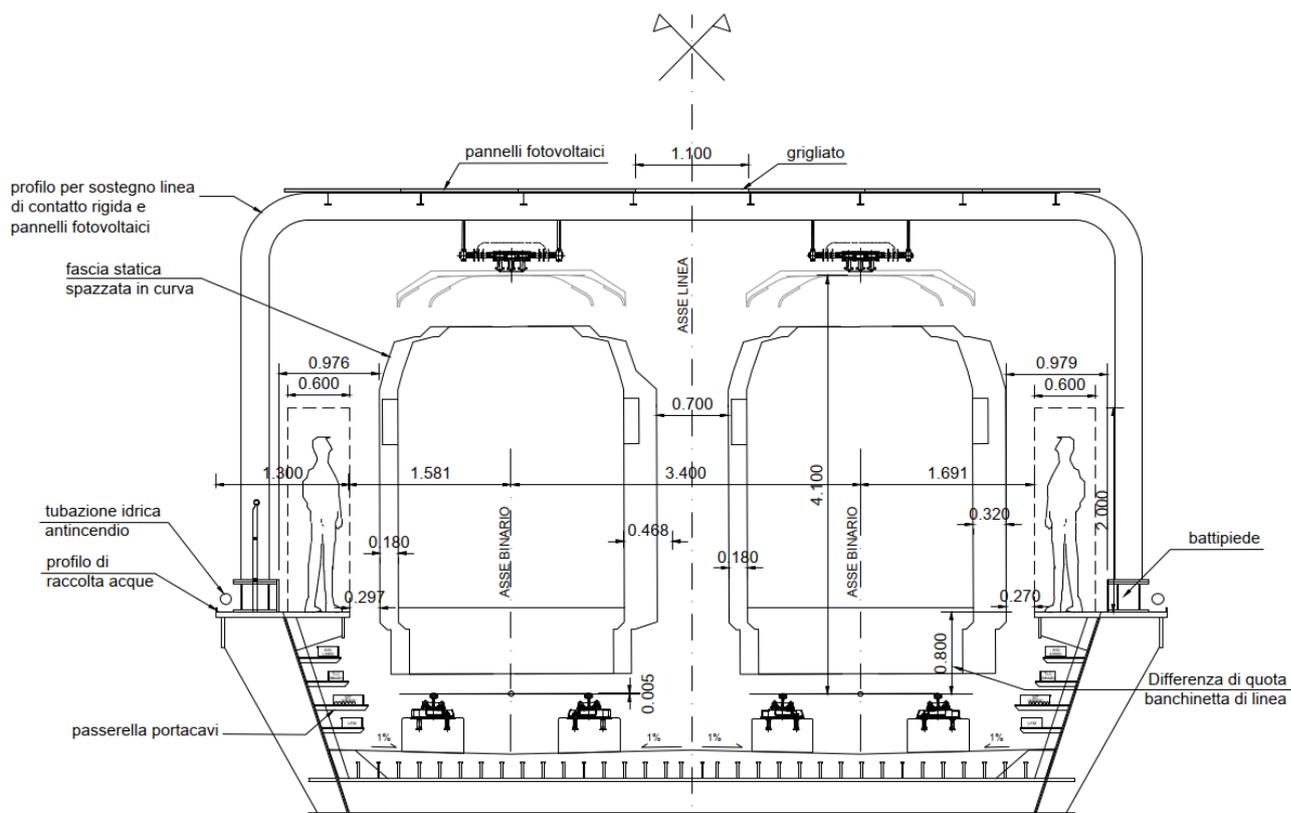


Figura 6. Sezione tipo doppio binario per raggio planimetrico inferiore a 150 m

Per quanto riguarda le stazioni in questa fase si è adottata una distanza del bordo banchina dall'asse del rotabile pari a 1,17 m, al fine di mantenere lo scostamento massimo di 7 cm necessario per l'incarozzamento dei disabili, come richiesto dalla norma UNI7360 - 2023. Nelle successive fasi di progettazione andrà verificato, di concerto con il rotabilista, che tutti i rotabili circolanti sulla linea possano rispettare tale distanza senza impattare contro il bordo né al passaggio del treno né all'apertura delle porte.

La linea esistente presenta attualmente un gap tra treno e banchina di almeno 10 cm, poiché questa rientra in una progettazione precedente anche all'entrata in vigore della UNI7360:2010, così come parte dei treni circolanti. Pertanto questa ulteriore verifica andrà svolta al fine di rispettare la richiesta della Committenza di far circolare sul nuovo prolungamento tutti i rotabili attualmente attivi sulla linea. In tal caso la distanza del bordo banchina dall'asse del rotabile potrebbe essere portata a 1,2 m in coerenza con le stazioni esistenti, al fine di garantire l'inserimento e l'apertura delle porte per tutti i rotabili attualmente in esercizio.



5. ROTABILI IN ESERCIZIO

Si riportano a seguire i figurini dei rotabili presi a riferimento per la linea in progetto. Il documento è stato fornito direttamente dalla Committenza.

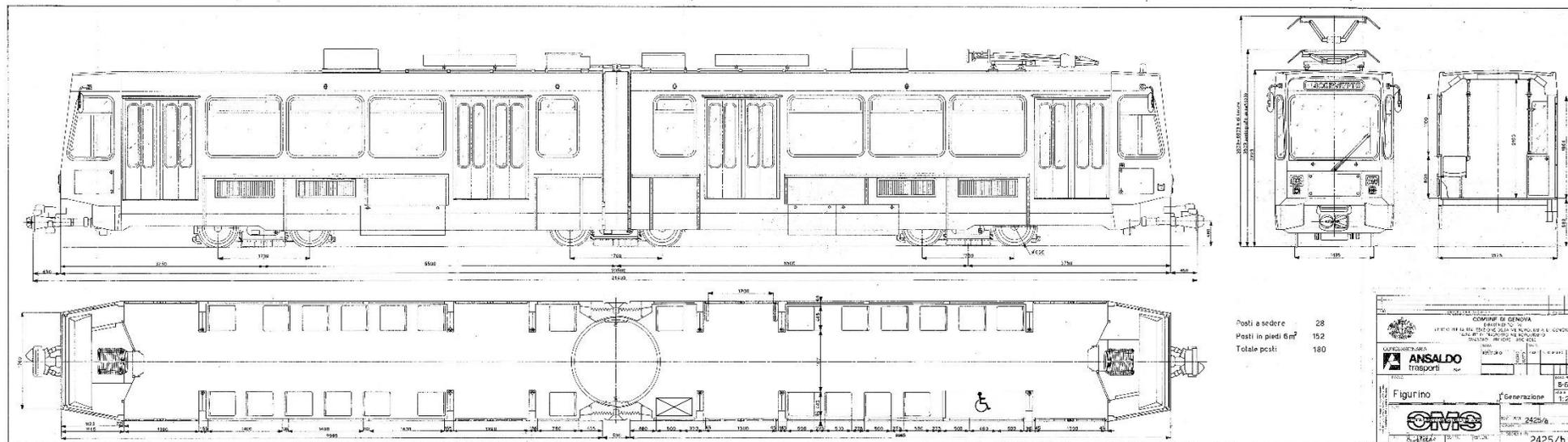


Figura 7. Figurino treni di prima generazione

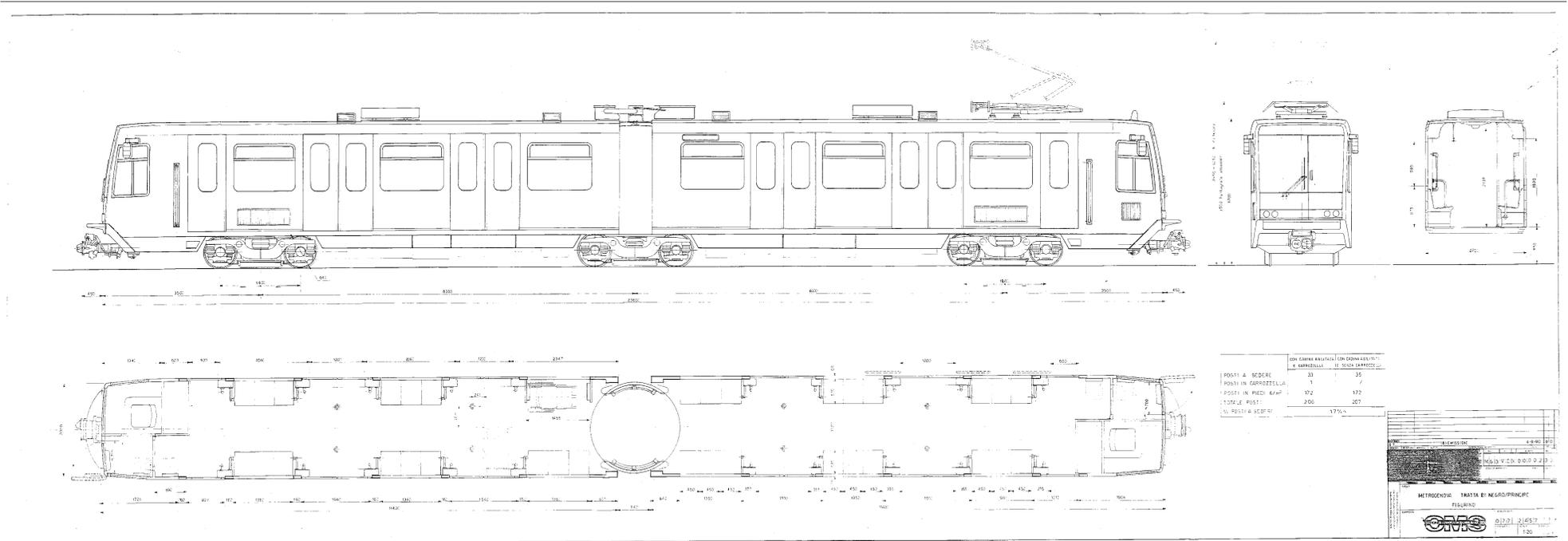


Figura 8. Figurino treni di seconda generazione

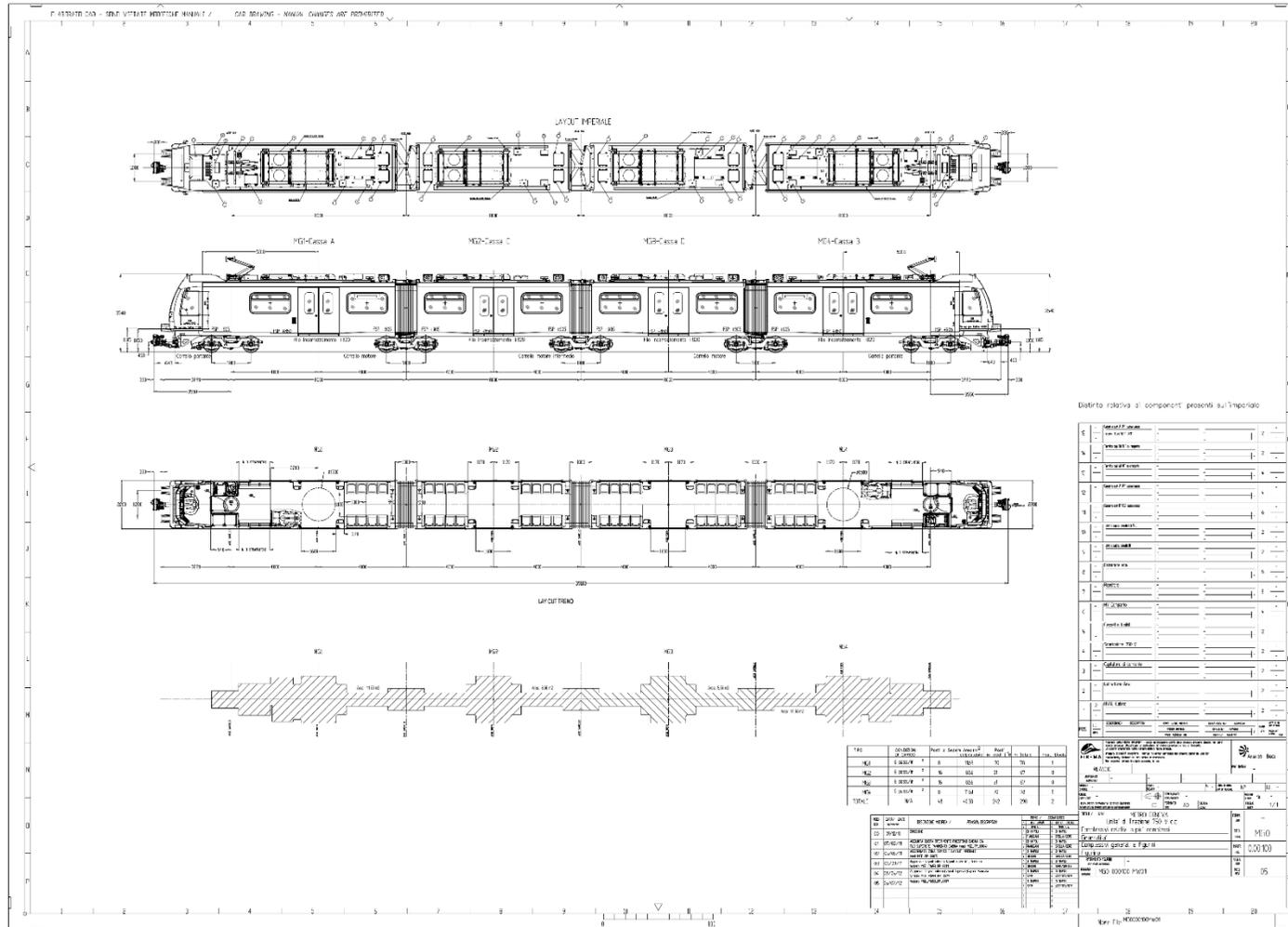


Figura 9. Figurino treni di terza generazione