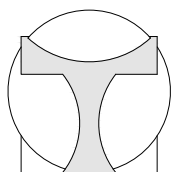




SO.GE.M.I.

Società per l'Impianto e l'Esercizio dei Mercati Annonari all'Ingrosso di Milano
Via C. Lombroso 54, Milano; P. IVA 03516950155



**PROGETTO LEONARDO
ENGINEERING**

FONTANIVA (PD) - Via Fratta, 19 Tel./Fax. 049/5940255
e.mail: info@studioprogettoleonardo.it

**RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ
DEI MERCATI GESTITI DA SO.GE.M.I.**

ELABORATO:

**RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA
STRADA DI COLLEGAMENTO**

All.3-C.a

LIVELLO DI PROGETTAZIONE:

DEFINITIVO - ESECUTIVO

cod. prat.:

0983/18

Progettista Responsabile:

Ing. Giorgio Valle

Collaboratori:

ing. Luca Scopel

ing. Roberto Grendene

ing. Luca De Antoni

geom. Sofia Fontana

geom. Federico Piazza

Data progetto:

30.09.2019

Revisione n°

data

Responsabile del Procedimento:

Ing. Mirko Maronati

Verifica secondo livello data

<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<div>  <p>COMUNE DI MILANO</p> </div> <div>  <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p> </div>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SO.GE.M.I.

***Realizzazione di una strada di collegamento tra il mercato ortofrutticolo
e l'area ittico, fiori e carni***

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

All.3-C.a Relazione tecnico - illustrativa – Strada di collegamento

Fontaniva, 30.09.2019



Progetto Leonardo Engineering



PROGETTO LEONARDO ENGINEERING di Giorgio Valle –Via Fratta, 19 –35014 Fontaniva (PD) –tel./fax 049 5940255

info@studioprogettoleonardo.it – www.studioprogettoleonardo.it

<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<div>  <p>COMUNE DI MILANO</p> </div> <div>  <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p> </div>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

SOMMARIO

1	Introduzione.....	3
1.1	Premessa	3
1.2	Quadro normativo di riferimento.....	4
2	Relazione illustrativa.....	5
2.1	Lo stato di fatto	5
2.2	proposte di progetto.....	8
3	Relazione tecnica	11
3.1	Tracciato stradale	11
3.1.1	Relazione sul tracciato stradale.....	11
3.1.2	Relazione sul pacchetto stradale.....	11
3.2	Relazione idraulica	21



<div>SO.GE.MI.</div> <div></div> <div>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</div>		<div></div> <div>COMUNE DI MILANO</div>
		<div></div> <div>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</div>
RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI		

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Il presente progetto definitivo/esecutivo si basa sullo studio di fattibilità tecnica ed economica elaborato da *Progetto Leonardo Engineering* di Fontaniva (PD).

Con questo documento si illustrano i lavori per la realizzazione di una bretella di collegamento tra il mercato ortofrutticolo e l'area ittico-fiori-carni il cui asse è leggermente traslato verso ovest rispetto alle indicazioni dello studio di fattibilità.

L'intervento in oggetto è situato nel margine nord-est dei mercati: parte da una rotatoria di prossima realizzazione a sud-est del padiglione del mercato ittico, passa sopra ad un gate ora dismesso che verrà demolito, prosegue su un piazzale non asfaltato e intersecherà un'area verde che verrà pulita per poi raggiungere, tramite il sovrappasso su via C. Lombroso, nell'area a parcheggio dei mercati ortofrutticoli nelle vicinanze della porta di accesso 1. La strada servirà anche da accesso ad una nuova piattaforma logistica SO.GE.M.I. ha in previsione di edificare.

Il dettaglio delle lavorazioni previste è il seguente:

- Demolizione del gate, comprensivo di guardiola e tettoia e struttura laterale per controllo logistico compreso interrato e reinterro per messa in quota
- Pulizia area a verde per formazione rilevato
- Pulizia area denominata "zona boschiva est"
- Abbattimento alberi ad alto fusto intercettati dalla sede stradale
- Demolizione e/o rimozioni di recinzioni e muri di confine
- Sbancamento per preparazioni rilevati
- Formazione di rilevati per messa in quota asse stradale
- Scarifica e/o fresatura per realizzazione pacchetto stradale
- Scavo per posa rete di scolo acque meteoriche composta da:
 - Linea principale in cls a base piana $\varnothing_i=400\text{mm}$
 - Raccordi in PVC $\varnothing 160$
 - Pozzetti sifonati con caditoia in ghisa sferoidale D400



<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<div>  <p>COMUNE DI MILANO</p> </div> <div>  <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p> </div>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

- Pozzetti di raccordo e ispezione 60×60 con chiusino in ghisa D400
- Scavo per posa rete elettrica per illuminazione pubblica:
 - Linea principale su corrugato in PCV Ø125
 - Plinti pozzetti per pali di illuminazione
 - Pali di illuminazione h=9m con plafoniera e armatura in LED
- Realizzazione pacchetto stradale
- Posa recinzione in grigliato su new jersey in cls

1.2 Quadro normativo di riferimento

La progettazione ha tenuto in considerazione la normativa vigente, in particolare quanto disposto dall'art. 23, comma 5, D.Lgs 50/2016 – “Codice dei contratti pubblici”.

- Regolamento generale D.P.R.. 05/10/2010 n. 207;
- D.Lgs .81/2008 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- Decreto Legge 30 aprile 1992 n°285 modificato e integrato dal D.L. 10/08/1993 n°360- Nuovo codice della strada e dalla Legge 29.7.2010, n.120, recante "Disposizioni in materia di sicurezza stradale" pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 175 del 29.7.2010 - Suppl. Ordinario n.171.
- Decreto Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992 n° 495- Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo codice della strada;
- Ministero delle infrastrutture e dei trasporti. Decreto n°5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strada;
- Ministero dei lavori pubblici. Decreto 30 novembre 1999, n.557 “Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili”;
- Decreto Presidente della Repubblica 14 giugno 1989 n°236- Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini dell'eliminazione delle barriere architettoniche in particolare per quanto attiene al dimensionamento trasversale dei percorsi e alle pendenze delle rampe;
- Dpr 30 marzo 2004, n. 142 (Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare).
- D.M. 19 aprile 2006 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali. (G.U. n. 170 del 24/07/2006)- D.G.R. n° VIII/1790 DEL 25/01/2006 “Standard prestazionali e criteri di manutenzione delle Pavimentazioni stradali”;
- DECRETO 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.
- CIRCOLARE 21-01-2019 n. 7 c.s.II.pp. istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche delle costruzione di cui al decreto ministeriale del 17 gennaio 2018



<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<p>COMUNE DI MILANO</p> <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

2 RELAZIONE ILLUSTRATIVA

2.1 LO STATO DI FATTO

I mercati generali di Milano sono nella zona sud-est della città di Milano tra i quartieri di Calvairate ed il Quartiere Forlanini. L'area dei mercati è delimitata a nord e ad est dal tracciato ferroviario, ad ovest da via Gaspare Vismara e a sud da uno svincolo ferroviario e dalla SP415 "Paullese".

I mercati ortofrutticoli e l'area dei mercati ittico-fiori-carni è separata da via C. Lombroso e sono in comunicazione solamente attraverso un cavalcavia e una strada non ben delimitata e mantenuta.

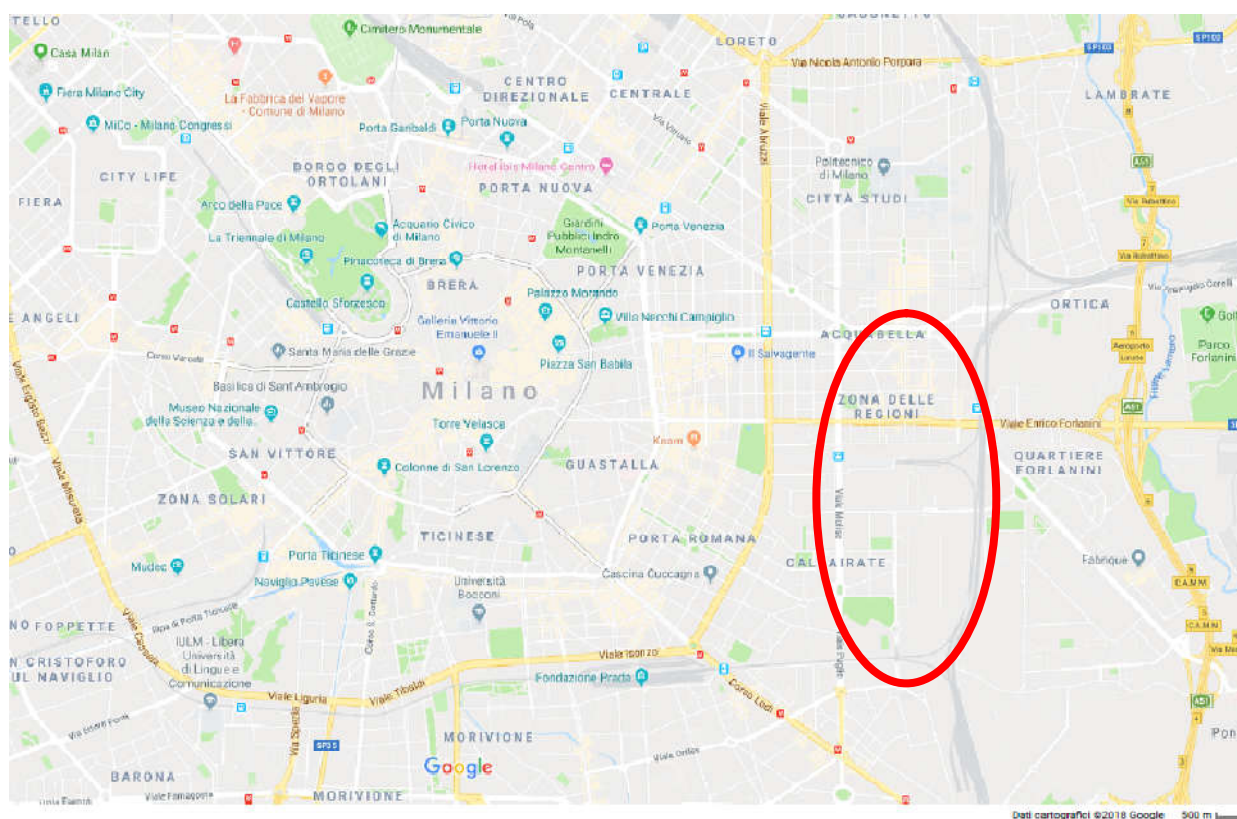


Figura 1 Inquadramento dell'area

Nello specifico, l'area in cui insiste l'intervento è situata nell'angolo a nord-est del sito dei mercati generali. Le aree dei mercati sono ora separate da via C. Lombroso che limita la viabilità tra i mercati ortofrutticoli e i mercati ittico-fiori-carni. Esiste tuttavia un cavalcavia carrabile all'estremità

<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<div>  <p>COMUNE DI MILANO</p> </div> <div>  <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p> </div>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

est che attraversa via C. Lombroso e consente quindi il passaggio da una zona dei mercati all'altra.

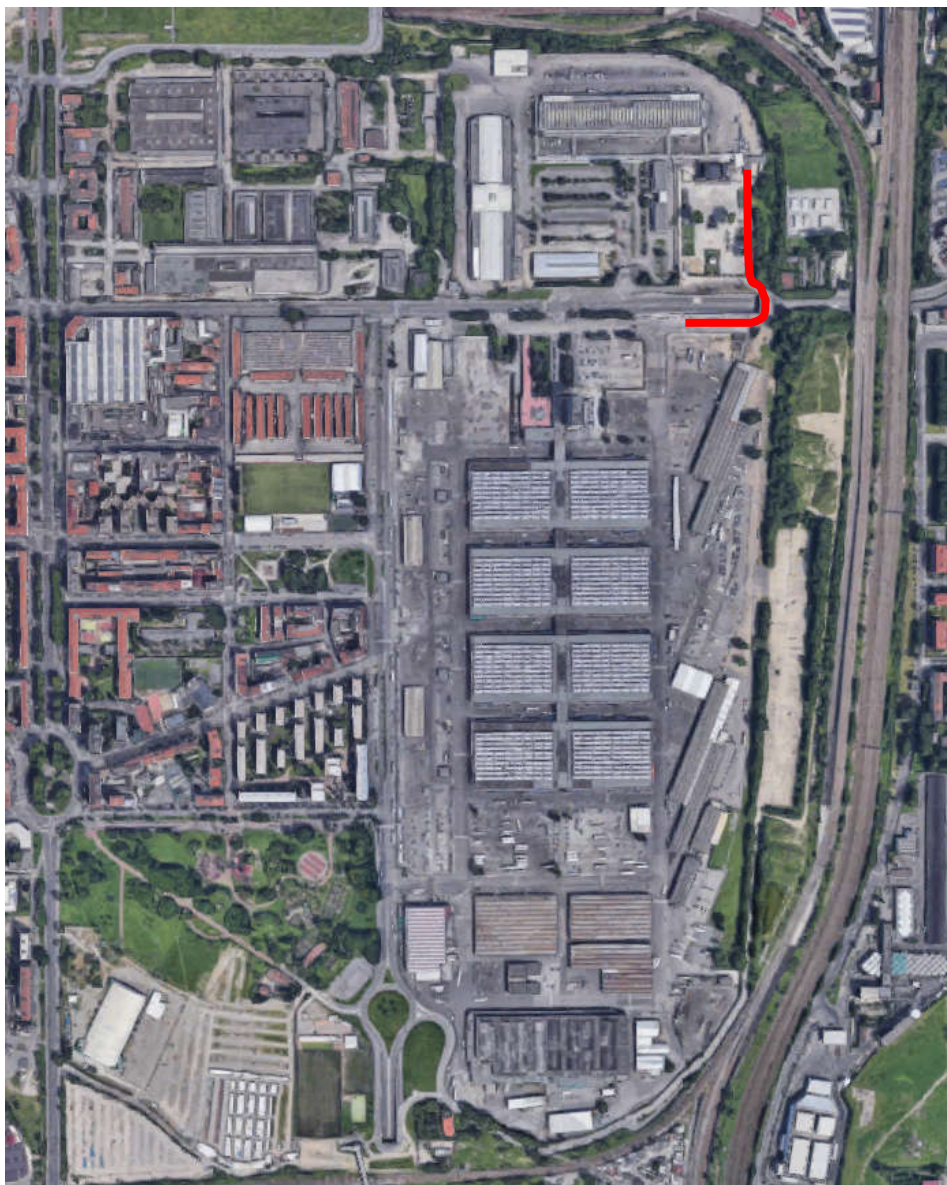


Figura 2 Vista area dei mercati con individuazione del percorso

La zona è delimitata ad est da una fascia boschiva non curata larga dai 20 ai 40 metri e che presenta anche avvallamenti. Infatti questa zona, a ridosso della linea ferroviaria, è stata

<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<p>  COMUNE DI MILANO  CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO </p>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

rimodellata negli anni passati con la formazione di rilevati come si può leggere nella relazione geologica.



Figura 3 Area di intervento (vista 3D)

Inoltre l'intervento insisterà su una zona ora marginale dei mercati in quanto attraverserà un piazzale non bitumato che fino a qualche tempo fa era utilizzato per concerti.

Nella parte a nord, verso il mercato ittico, è presente un gate al momento dismesso che si stacca da un edificio per la logistica e consente l'accesso al suddetto piazzale.

Il sovrappasso di via C. Lombroso è un ponte in c.a. a due campate che permette di collegare l'area a nord dei mercati ittico-fiori-carni con l'area dei mercati ortofrutticoli ed è munito di barriere stradali da ponte e parapetti di protezione. Detto collegamento mette in comunicazione la zona a nord appena descritta con un piazzale di manovra e di fermata per chi accede, tramite la porta 1, ai mercati ortofrutticoli. Questo piazzale è delimitato da una rete metallica infissa su un muro di contenimento sul lato nord e separata dal parcheggio dei mercati da un'altra recinzione.

<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<p>COMUNE DI MILANO</p> <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

2.2 PROGETTO

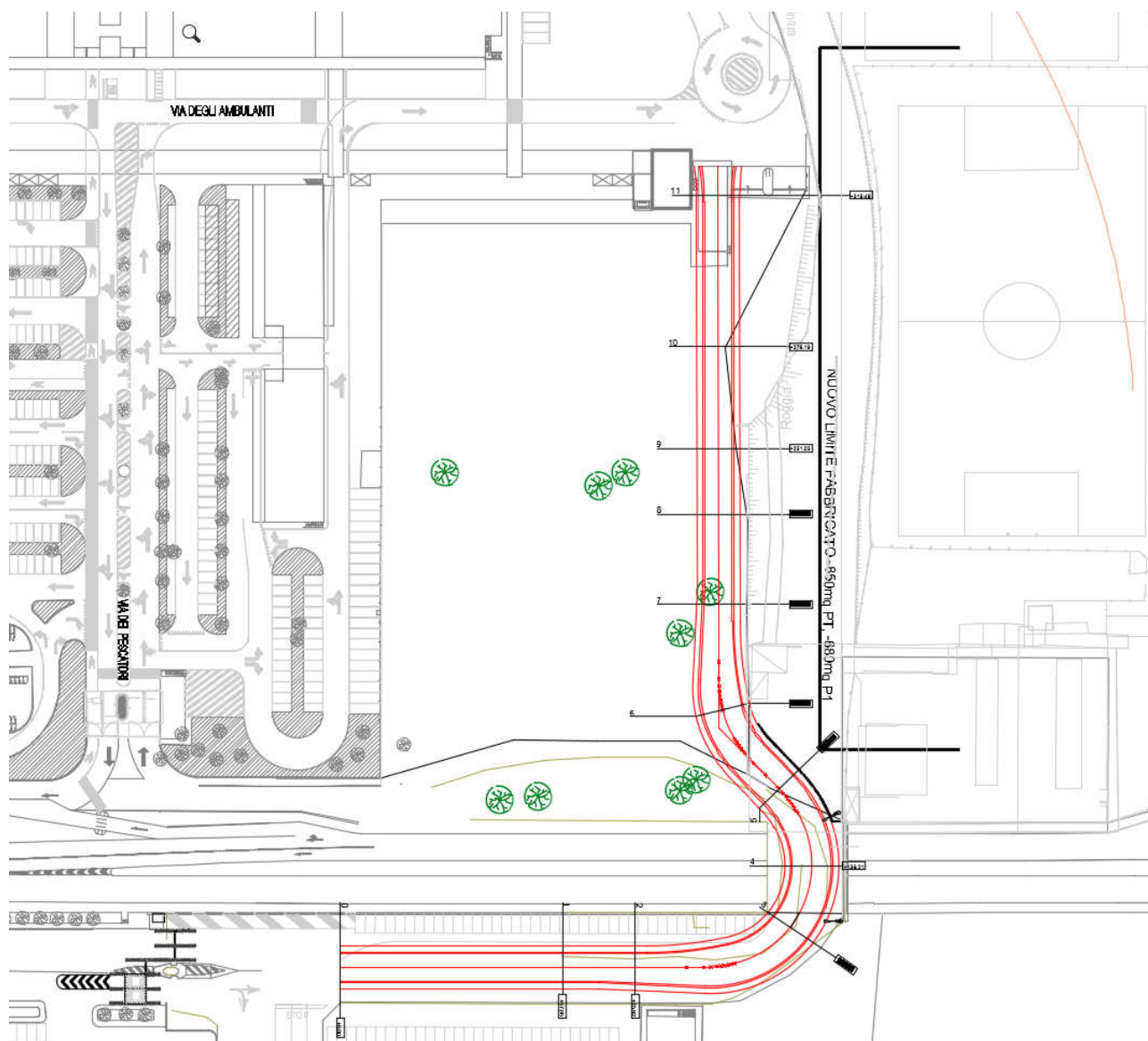


Figura 4 Planimetria di progetto

L'intervento proposto intende collegare le due aree (NORD: mercati ittico-fiori-carni; SUD: mercato ortofrutticolo) tramite una bretella stradale. La stessa bretella consentirà di accedere alla nuova piattaforma logistica che si intende costruire. Tale piattaforma che esula da questo progetto sarà distinta in due unità: un edificio ad est verso l'area a verde e uno verso ovest, dove ora insiste il



<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<p> COMUNE DI MILANO</p> <p> CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

piazzale non in uso esclusivo ai mercati. La strada passerà tra i due nuovi corpi di fabbrica e consentirà le manovre per lo scarico degli autotreni che forniscono i mercati.

L'opera che si intende realizzare prevede quindi l'allaccio alla rotatoria, la demolizione completa del gate (pensilina con guardiola e edificio per i controlli degli accessi, compreso il piano interrato e il successivo riempimento per la messa in quota), l'attraversamento dell'area a verde tramite la demolizione del muro esistente e la formazione del rilevato per mettere in quota la sede stradale, il raccordo planialtimetrico con la viabilità esistente e il rifacimento dei manti stradali di raccordo.

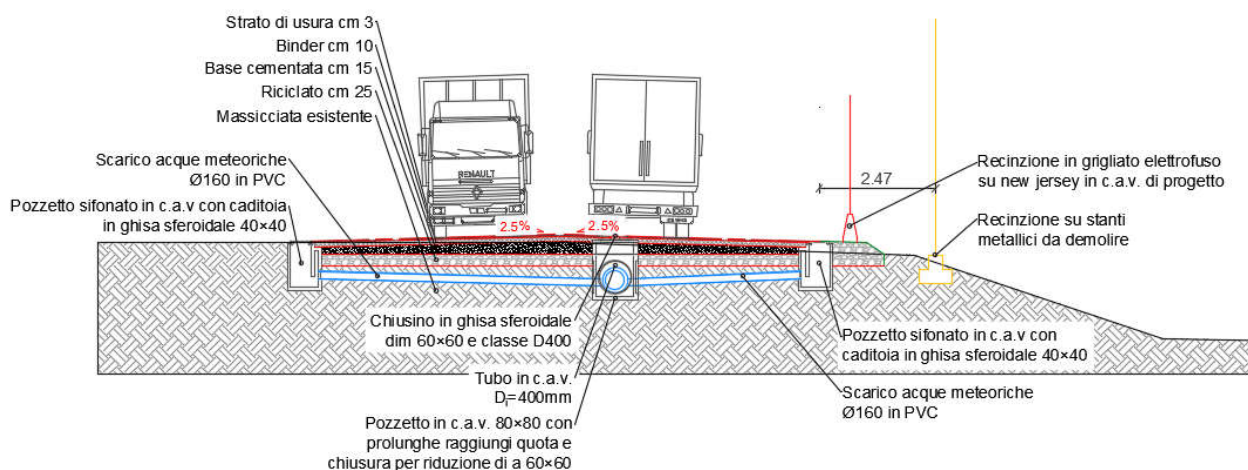


Figura 5 Sezione tipo

Nel lato della zona boschiva, dopo la realizzazione del rilevato stradale, si prevede una recinzione in new jersey in cls con grigliato che sarà posta a 1.0m dalla fine della piattaforma bitumata. I new jersey saranno di 100cm di altezza e la rete di 200m con dispositivi anti-intrusione.

È prevista inoltre la realizzazione dell'illuminazione pubblica e della rete di raccolta delle acque meteoriche. Queste saranno raccolte tramite un collettore che le smaltirà sulla rete esistente dei mercati ittico-fiori-carni. È previsto che le acque raccolte dal flesso del tracciato verso sud, saranno raccolte e incanalate oltre il cavalcavia e recapitate nelle reti esistente dei mercati ortofrutticoli, che scarica nello scolo demaniale "Borgognone".

<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<p>  COMUNE DI MILANO  CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO </p>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

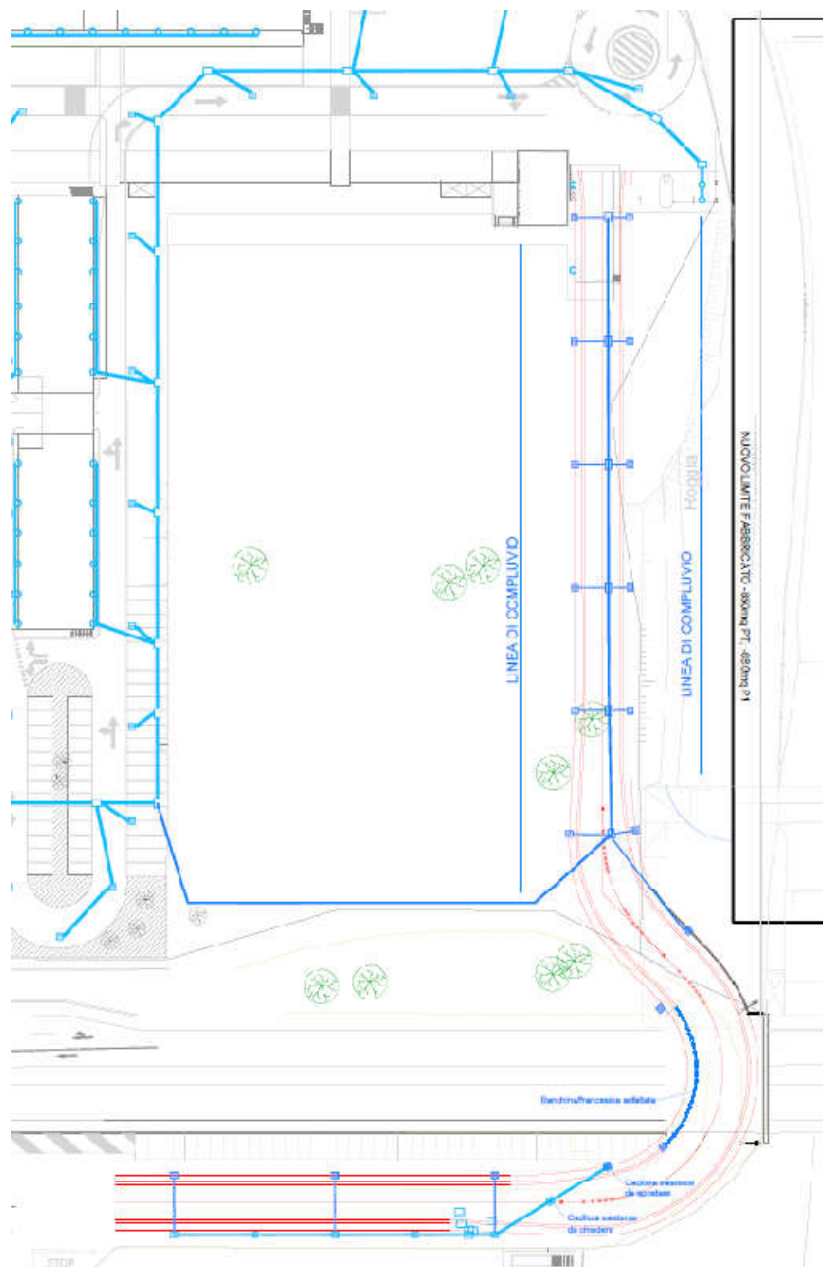


Figura 6 Planimetria scarico acque meteoriche: in azzurro la rete esistente, in blu la nuova rete di smaltimento

La linea per illuminare il nuovo tracciato si realizza predisponendo quattro nuovi pali lungo il rettilineo tra le future piattaforme logistiche e un palo in corrispondenza del flesso del tracciato. I pali saranno posizionati sul bordo esterno del percorso pedonale verso est e sono alti 9m. La

<div>SO.GE.MI.</div> <div></div> <div>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</div>		<div></div> <div>COMUNE DI MILANO</div>
		<div></div> <div>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</div>
RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI		

nuova linea di illuminazione è allacciata alla palazzina dei servizi che sorge ad ovest del piazzale esistente.

3 RELAZIONE TECNICA

3.1 TRACCIATO STRADALE

3.1.1 Relazione sul tracciato stradale

Con riferimento al DM 05.11.2001 si è fatto riferimento ad una infrastruttura stradale avente le seguenti caratteristiche geometriche:

SEZIONE TIPO F LOCALE URBANA POTENZIATA

CORSIE: 3,5m

BANCHINE: 0,5m

MARCIAPIEDE A RASO (PASSAGGIO PEDONALE): 1,5m

Vp max= 60km/h

Vp min= 25km/h

Le curve sono impostate con Vp= 29km/h e R= 26m e raccordate con clotoidi di parametro A=18

La pendenza trasversale in curva $i = 3,5\%$

La larghezza delle corsie in curva è incrementata a 5,00m

3.1.2 Relazione sul pacchetto stradale

La metodologia di dimensionamento proposta dall'AASHTO prevede il confronto tra il traffico massimo ammissibile sopportabile dalla pavimentazione prima di raggiungere un prefissato livello di ammaloramento ed il traffico realmente atteso calcolato sulla base di quello rilevato.

Il metodo di dimensionamento (AASHTO Guide Design of Pavement Structures) si fonda sul contributo di 5 fattori che considerano i seguenti aspetti:

- 1) traffico di progetto W18;
- 2) grado di affidabilità del procedimento di dimensionamento $ZR * S0$;

<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<div>  <p>COMUNE DI MILANO</p> </div> <div>  <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p> </div>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

- 3) decadimento limite ammissibile della sovrastruttura PSI;
- 4) caratteristiche degli strati (Numero di struttura) SN;
- 5) caratteristiche del sottofondo MR.

3.1.2.1 Determinazione traffico “sollecitante” W_t e del traffico “resistente” W_{18}

Determinazione di W_t

Nella metodologia proposta dall' "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures" i carichi di traffico sono rappresentati dal numero cumulato di assi standard da 8,16 t (18 kip). Generalmente il dato di partenza è il traffico giornaliero medio TGM, che transita o si presume transiterà nell'infrastruttura. Questo dovrà essere corretto considerando i seguenti fattori:

- L'evoluzione del traffico nel corso degli anni (r). È alquanto difficile poter prevederne l'esatta evoluzione, in genere si assiste a tassi di crescita maggiori nei primi anni di vita tassi che poi si riducono nel tempo. In mancanza di dati più precisi si può ragionevolmente assumere un tasso del 3%.
- La distribuzione del traffico per senso di marcia (pd). In genere si può assumere che il TGM si suddivida equamente nelle due direzioni. In particolari situazioni, legate a fenomeni di pendolarismo si può verificare una diversa suddivisione (70% in un senso, 30% nell'altro); cautelativamente è stato posto uguale ad 1.
- La percentuale di veicoli commerciali (p). Questa varia da valori nulli se il transito è interdetto a questa categoria di mezzi, fino ad assumere valori fino al 40%. Essendo la strada oggetto di studio sita all'interno dei mercati SO.GE.MI si è ipotizzata una percentuale di veicoli commerciali pari al 70%.
- Percentuale di traffico commerciale che transita nella corsia lenta (pl). Non tutti i veicoli commerciali, pensando a piattaforme a più corsie, transitano nella corsia lenta; parte di questi, soprattutto quelli con minor carico, raggiungono velocità tali da impegnare anche le altre corsie. Nel caso in esame essendoci solamente una corsia per senso di marcia il valore di pl è stato fissato pari ad 1.



 <p>SO.GE.MI. MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		 <p>COMUNE DI MILANO</p>  <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

- La dispersione delle traiettorie (d). La traiettoria seguita dalle ruote, come già accennato, non è sempre la stessa, ma si disperde nell'intorno di un valore medio. Si tiene conto di ciò riducendo (in genere) del 20%, il TGM quindi si applica un valore di d pari a 0.8.
- La distribuzione dei carichi del traffico commerciale: i veicoli che lo compongono non hanno gli stessi carichi per asse determinando, quindi, livelli di sollecitazione differenti. Per omogeneizzare i risultati si ricorre al concetto di asse equivalente ipotizzando che la progressione del danno prodotto vari in modo esponenziale con il carico stesso.
 - Yoder ha proposto l'espressione $C_{eq} = 2^{0.78(x-y)}$ dove x è il peso dell'asse in esame ed y il peso dell'asse equivalente standard.
 - Ricerche più recenti mostrano il seguente legame: $C_{eq} = \left(\frac{x}{y}\right)^4$ La dipendenza dalla quarta potenza è stata studiata con riferimento all'asse standard da y=80 KN ed è riconosciuta valida internazionalmente.

Tramite lo spettro di traffico bisogna trovare il numero di assi da 8t equivalenti al transito di 100 veicoli dello spettro.

Il numero di assi cumulati alla fine della vita utile, quindi delle sollecitazioni, si determina moltiplicando il TGM per i parametri suddetti:

$$Wt = 365 TGM P_d P P_l d C_{eq} n_a \frac{(1 + R)^n - 1}{r}$$

Il numero di assi che transitano in un giorno dell'ultimo anno della vita utile sarà:

$$N_g = TGM \cdot p_d \cdot p \cdot p_l \cdot d \cdot C_{eq} \cdot n_a \cdot (1+r)^n$$

Determinazione di W18

Il metodo di dimensionamento (AASHTO Guide Design of Pavement Structures) si fonda sul contributo di 4 fattori che considerano i seguenti aspetti:

- traffico di progetto;
- grado di affidabilità del procedimento di dimensionamento;
- decadimento limite ammissibile della sovrastruttura;
- caratteristiche degli strati (Numero di struttura SN).

L'espressione analitica assunta nell'AASHTO Guide come relazione fondamentale di dimensionamento è la seguente:

traffico di progetto

grado di affidabilità

Caratteristiche strutturali

decadimento limite ammissibile

caratteristiche del sottofondo

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Affidabilità:

Questo fattore di dimensionamento considera le condizioni aleatorie che possono inficiare le previsioni di traffico e le prestazioni delle pavimentazioni. L'affidabilità di un processo di dimensionamento della pavimentazione è probabilità che la sezione dimensionata possa mantenersi in condizioni accettabili durante tutta la vita utile.

Nel metodo dell'AASHTO l'affidabilità R (reliability) viene introdotta attraverso i coefficienti S_0 e Z_R . S_0 rappresenta la deviazione standard nella predizione del traffico e della prestazione attribuita alla pavimentazione. Z_R è l'ascissa della distribuzione standard ridotta. Senza entrare nei dettagli analitici è facile dimostrare che il Fattore di Affidabilità di Progetto F_R è tale che:

$$F_R = \frac{W_t}{W_T} = 10^{-Z_R S_0}$$

L'affidabilità R rappresenta la probabilità che un determinato evento accada. Affermare, per esempio, che $R=95\%$ significa che in 95 casi su cento le previsioni di progetto (traffico, prestazione pavimentazione) consentono di raggiungere la prefissata vita utile. Viceversa nel 5% dei casi ciò non si verifica. Per ciascun valore di R esiste un ben determinato valore di deviazione standard ridotta Z_R . La valutazione di F_R consente di valutare il fattore $Z_R S_0$ presente nella formula di dimensionamento proposta dall'AASHTO. Le indagini condotte dall'AASHTO raccomandano per pavimentazioni di tipo flessibile e semirigido un valore di S_0 compreso tra 0.40 e 0.50. Valori inferiori sottintendono il fatto che il reale comportamento del traffico e dell'efficienza della pavimentazione è meno disperso intorno al valore medio. La tabella EE.9 proposta dall'AASHTO Guide consente per un dato valore di affidabilità R e S_0 di determinare il valore di F_R . I valori di

 <p>SO.GE.MI. MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		 <p>COMUNE DI MILANO</p>  <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

affidabilità R sono consigliati in funzione dell'importanza dell'infrastruttura stradale, come mostrato nella tabella 9 del Catalogo Italiano delle Pavimentazioni Stradali.

Decadimento limite ammissibile della sovrastruttura:

L'indice assunto dall'AASHTO per valutare il decadimento nelle delle sovrastrutture è il "Present Serviceability Index PSI". Esso viene definito in funzione della media delle variazioni della pendenza del profilo, della profondità delle ormaie, della superficie delle buche e dei rattoppi, o di lesioni di determinate caratteristiche riferite all'unità di superficie.

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log(1 + SV) - 0.01\sqrt{C + P} - 1.38RD$$

con:

- SV = media delle variazioni di pendenza del profilo longitudinale
- C = area delle buche e dei rappezzi, per unità di superficie;
- P = area fessurata o lesionata con particolari caratteristiche, per unità di superficie;
- RD = media delle misure di profondità delle ormaie.

I valori si collocano nel range 5-0: ottimi pari a 5 all'inizio della vita utile a valori limite di 0 quando l'efficienza della pavimentazione è nulla. Tuttavia livelli inferiori a 1-1.5 non sono in genere accettabili poiché sarebbero compromessi i livelli di servizio e la sicurezza della strada. I valori limite ammissibili dipendono dall'importanza del collegamento stradale: quanto questo sarà maggiore tanto più alto deve essere il limite ammissibile di PSI. Possono essere assunti i valori riportati nella tabella n°9 del Catalogo Italiano delle Pavimentazioni.

Caratteristiche degli strati (Numero di struttura SN):

Nel metodo ad ogni strato (di spessore H_i espresso in pollici) viene assegnato un coefficiente di struttura che rappresenta il contributo dello strato alla prestazione complessiva della pavimentazione. Un ulteriore fattore viene introdotto per considerare gli effetti del. Il contributo di ogni singolo strato alla prestazione complessiva della pavimentazione è dato dal prodotto dei 2 coefficienti a_i , di per il suo spessore H_i .

$$SN_i = a_i \cdot H_i \cdot d_i$$

- SN_i = numero di struttura dell'i-esimo strato [inch];
- a_i = coefficiente di strato dell'i-esimo strato [adimensionale];



 <p>SO.GE.MI. MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		 <p>COMUNE DI MILANO</p>  <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

- H_i = spessore dell'i-esimo strato [inch].
- d_i = coefficiente di drenaggio dell'i-esimo strato.

I coefficienti di spessore ai possono essere ricavati, per gli strati non legati, in funzione delle misure di CBR, attraverso le relazioni:

$$a_i = 0.00645 \cdot CBR^3 - 0.1977 \cdot CBR^2 + 29.14 \cdot CBR \quad \text{base}$$

$$a_i = 0.01 + 0.065 \cdot \log CBR \quad \text{fondazione}$$

- CBR = indice di portanza CBR (California Bearing Ratio) [%].

In alternativa può essere impiegata una relazione in funzione del modulo resiliente:

$$a_i = a_g \sqrt[3]{\frac{E_i}{E_g}}$$

Dove:

- a_g = coefficiente di spessore standard secondo l'AASHTO Road Test
- E_i = modulo resiliente dello strato
- E_g = modulo resiliente del materiale standard secondo l'AASHTO Road Test

Inoltre, si tiene conto del contributo dato dal sottofondo SNSG (structural number of subgrade)

Il valore di SN viene, infine, valutato con la seguente espressione:

$$SN = \sum_{i=1}^{n_{strati}} a_i H_i d_i + SNSG \quad [\text{Inch}]$$

Le caratteristiche del sottofondo vengono considerate nella formula di dimensionamento proposta dall'AASHTO attraverso il modulo resiliente MR espresso in psi (pound square inch)

Il contributo del sottofondo viene introdotto attraverso la sua capacità portante CRB:

$$SNSG = 3.51 \log_{10} CBR - 0.85 (\log_{10} CBR)^2 - 1.43 \quad \text{per } CBR \geq 3$$

$$SNSG = 0 \quad \text{per } CBR < 3$$

La valutazione di SN può essere condotta indirettamente attraverso le correlazioni con altri parametri che descrivono le caratteristiche strutturali delle sovrastrutture. Tra questi un legame particolarmente utile risulta quello tra SN e il modulo resiliente del sottofondo MR.

$$CBR = \frac{M_R}{10}$$

<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<div>  <p>COMUNE DI MILANO</p> </div> <div>  <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p> </div>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

- MR = modulo resiliente del sottofondo in MPa
- CBR = indice di portanza CBR (California Bearing Ratio) [%].

$$CBR = \frac{M_R}{1500}$$

- MR = modulo resiliente del sottofondo in Psi
- CBR = indice di portanza CBR (California Bearing Ratio) [%].

Coefficienti di drenaggio:

Nella AASHTO (Design Guide versione 1986 e1993) i coefficienti di drenaggio, d_i sono usati per modificare il valore del coefficiente di spessore a_i di ogni strato non stabilizzato al di sopra del sottofondo in una pavimentazione flessibile.

Gli strati in conglomerato bituminoso (in materiali legati) non sono influenzati da un eventuale cattivo drenaggio dello strato o dal tempo in cui si trova in condizioni di saturazione. In questi casi il coefficiente di drenaggio vale comunque 1.

Per gli altri strati i coefficienti di drenaggio sono determinati considerando la qualità del drenaggio e il tempo, in percentuale, che la pavimentazione è esposta a livelli di umidità vicino alla saturazione. L'effetto di un efficiente drenaggio è quello di fornire valori elevati di SN e, pertanto, si traduce in una riduzione delle fessurazioni, delle ormaie e delle irregolarità della superficie stradale.

3.1.3 Relazione di calcolo.

Per il dimensionamento della piattaforma stradale in esame si sono utilizzati i dati di seguito esposti. È stato considerato un TGM (traffico giornaliero medio) pari a 20.000 veicoli; verosimilmente riconducibile al carico di traffico di una strada di categoria C1 (strada Extraurbana Secondaria). Durante lo studio del traffico precedentemente redatto è emerso che in data 10 marzo 2018 si sono registrati 5232 veicoli in ingresso all'area dei mercati; si è quindi partiti da questo dato ipotizzato una percentuale di veicoli pesanti pari al 70% di questi, ossia 3665 veicoli i quali sono risultati essere circa il 18% dei 20.000 passaggi tipici della piattaforma C1 considerata.



<div>SO.GE.MI.</div> <div></div> <div>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</div>		<div></div> <div>COMUNE DI MILANO</div>
		<div></div> <div>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</div>
RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI		

TGM [veicoli] =	20 000
Numero giorni commerciali per settimana [gg] =	7
Numero settimane commerciali per anno [numero settimane] =	52
Aliquota di traffico per direzione più carica (pd) =	1
Percentuale veicoli commerciali (p) =	0,18
Aliquota di veicoli commerciali sulla corsia di marcia normale (pl) =	1
Coefficiente di dispersione delle traiettorie (d) =	0,8
Tasso crescita traffico durante la vita utile [%] =	0,03
Vita utile [anni] =	20

Spettro traffico (distribuzione delle 16 categorie veicolari per una strada tipo C)

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Peso assi (ton)												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00%	Numero di assi distribuiti per peso	1	1											
2	0,00%			1	1										
3	58,80%					1				1					
4	29,40%						1						1		
5	0,00%					1				2					
6	5,90%							1				2			
7	0,00%					1				2	1				
8	2,80%							1				3			
9	0,00%					1				4					
10	0,00%							1			2	2			
11	0,00%					1				3		1			
12	0,00%							1			3		1		
13	0,20%						1							1	3
14	0,00%					1				1					
15	0,00%							1				1			
16	2,90%						1			1					



<div>SO.GE.MI.</div> <div></div> <div>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</div>		<div></div> <div>COMUNE DI MILANO</div>
		<div></div> <div>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</div>
RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI		

Tipo veicolo commerciale	Percentuale %		Frequenze parziali degli assi												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00%	Frequenza degli assi distribuiti per peso													
2	0,00%														
3	58,80%					58,8%				58,8%					
4	29,40%						29,4%						29,4%		
5	0,00%														
6	5,90%							5,9%				11,8%			
7	0,00%														
8	2,80%							2,8%				8,4%			
9	0,00%														
10	0,00%														
11	0,00%														
12	0,00%														
13	0,20%						0,2%							0,2%	0,6%
14	0,00%														
15	0,00%														
16	2,90%						2,9%			2,9%					
						58,8%	32,5%	8,7%		61,7%		20,2%	29,4%	0,2%	0,6%

Peso asse (ton)	Frequenza asse	Coefficiente equivalenza 4^	Transiti da 8 t
1	0,0%	0,00024	0,00%
2	0,0%	0,00391	0,00%
3	0,0%	0,01978	0,00%
4	58,8%	0,06250	3,68%
5	32,5%	0,15259	4,96%
6	8,7%	0,31641	2,75%
7	0,0%	0,58618	0,00%
8	61,7%	1,00000	61,70%
9	0,0%	1,60181	0,00%
10	20,2%	2,44141	49,32%
11	29,4%	3,57446	105,09%
12	0,2%	5,06250	1,01%
13	0,6%	6,97290	4,18%
TOTALE	212,1%	TOTALE	232,69%

Quindi il passaggio di 100 veicoli commerciali determina il transito di 212,1 assi di differente peso, che corrispondono al passaggio di 232,7 assi equivalenti da 8 t.

Risulta: Wt =65 545 499 Assi da 8 t



<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<p> COMUNE DI MILANO</p> <p> CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

Per il calcolo del ΔPSI si è considerato un valore iniziale di partenza pari a 5 ed un valore finale pari a quello riportato nella tabella 9 del CNR 178 del 1995 considerando una strada di categoria 4 coerentemente con lo spettro di traffico precedentemente ipotizzato. Il ΔPSI utilizzato quindi ai fini del calcolo di W_{18} risulta pari a 2.5. L'indice di affidabilità risulta quindi pari al 85% mentre il coefficiente S_0 si è posto pari a 0.45

Tabella 9 - Affidabilità e PSI

Tipo di strada	Affidabilità (%)	PSI
1) Autostrade extraurbane	90	3
2) " urbane	95	3
3) Strade extr. principali e secondarie a forte traffico	90	2.5
4) Strade extraurbane secondarie - ordinarie	85	2.5
5) " " " -rurali	80	2.5
6) Strade urbane di scorrimento	95	2.5
7) " " di quartiere e locali	90	2
8) Corsie preferenziali	95	2.5

Affidabilità R	85%
Zr =	-1,037
So =	0,45
Fattore correzione	-0,46665

È stato quindi calcolato lo Structural Number SN come precedentemente esposto considerando cautelativamente un indice CBR=15.

STRATI	Spessore s_i (mm)	Coefficiente drenaggio (d_i)	Coefficiente spessore (a_i)	$s_i \cdot d_i \cdot a_i$	CBR	M_R (psi)
Sottofondo					15,00	22500,00
Fondazione	250	0,95	0,11	26,13		
Base cementata	150	1	0,28	42,00		
Collegamento	100	1	0,36	36,00		
Usura	30	1	0,40	12,00		
				116,13		

<div>SO.GE.MI.</div> <div></div> <div>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</div>		<div></div> <div>COMUNE DI MILANO</div>
		<div></div> <div>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</div>
RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI		

SNSG = 1,5224

SN = SNSG+0,0394Σsi·di·ai = **6,0977**

Log₁₀W₁₈ = **9,0319**

Transito ammissibile W ₁₈ :	1 076 215 672 assi da 8t	VERIFICATO
Transito complessivo Wt:	65 545 499 assi da 8t	

3.2 RELAZIONE IDRAULICA

Per la verifica idraulica della nuova condotta di smaltimento è stata prevista una curva pluviometrica valutata secondo le indicazioni di A.R.P.A. Lombardia che ha redatto uno strumento per la formulazione delle curve chiamato “Linee segnalatrici 1-24 ore - P.STRADA”. Determinate tramite questo strumento le “linee segnalatrici” per il sito in esame, si ottengono, per un T_R=50 anni questi risultati:

ore	h(Tr)
1	61.55
3	85.49
6	105.19
12	129.42
24	159.23

<p>SO.GE.MI.</p>  <p>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</p>		<div>  <p>COMUNE DI MILANO</p> </div> <div>  <p>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</p> </div>
<p>RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI</p>		

L'area scolante è tutta l'area pavimentata, anche in espansione per le aree di manovra dei nuovi edifici logistici che la committenza avrà in programma di edificare. Il deflusso di questa futura parte dovrà essere valutato durante la stesura dei progetti delle piattaforme logistiche che non sono comprese in questo lavoro.

Tramite il metodo dell'invaso con procedimento iterativo, si procede alla verifica della portata del tratto di condotta finale. La portata finale risulta essere pari a

$$Q_{pioggia} = 0.139 \text{ m}^3/\text{s}$$

Si verifica poi la portata scolante secondo la formulazione di Gauckler-Strickler (tubo in c.a.v. a base piana $d_i=400\text{mm}$) e imponendo un grado di riempimento $G = \frac{y}{D} = 0.7$

$$Q = K_s \cdot A \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot i_f^{\frac{1}{2}}$$

Dove:

- $Q [\text{m}^3/\text{s}]$ è la portata
- $K_s [\text{m}^{\frac{1}{3}}/\text{s}]$ è la scabrezza di Strickler assunta pari a 120 per tubi in cls
- $A [\text{m}^2]$ è l'area del tubo
- $R_H [\text{m}]$ è il raggio idraulico
- $i_f [\text{m}/\text{m}]$ è la pendenza del fondo

Che restituisce i seguenti risultati:

R	0.200
K	120.000
A	0.094
c	0.793
Rh	0.118
i	0.005
Q	0.1923

Risulta un coefficiente di utilizzo della rete, calcolato come rapporto tra il grado di riempimento adottato in condotta completamente semipiena e condotta riempita secondo i dati di pioggia pari a

<div>SO.GE.MI.</div> <div></div> <div>MERCATO AGROALIMENTARE MILANO</div>		<div></div> <div>COMUNE DI MILANO</div>
		<div></div> <div>CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO</div>
RAZIONALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEI MERCATI GESTITI DA SOGEMI		

$$FS = \frac{Q}{Q_{Tr=50 \text{ anni}}} = \frac{0.1923}{0.139} = 1.38$$

Quindi la rete risulta soddisfatta.

Per Progetto Leonardo Engineering
Ing. Giorgio Valle

