

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI CRESPINA LORENZANA (PI)	Techbau Engineering & Construction
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		

CITTADELLA DELLA LOGISTICA

PERMESSO DI COSTRUIRE CON CONTESTUALE VARIANTE
AGLI STRUMENTI URBANISTICI ART.35 LRT 65/2014

RELAZIONE TECNICA

RELAZIONE TECNICA DELLE INFRASTRUTTURE

23P08DAR016RR-00

Professionista incaricato:

Ing. Luca Della Santina



Luca Della Santina

RR	2024/03/20	Prima Revisione - First Release	N.Cognome	N.Cognome	N.Cognome
REV.	DATA	DESCRIZION <i>DESCRIPTION</i>	PREPARATO <i>PREPARED</i>	CONTROLLATO <i>CHECKED</i>	APPROVATO <i>APPROVED</i>

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

Indice generale

CAPITOLO 1 - GENERALITÀ.....	3
CAPITOLO 2 – OPERE STRADALI.....	4
2.1 – Strada extraurbana.....	4
2.1.1 – La sezione stradale.....	4
2.1.2 – L’andamento planimetrico.....	5
2.1.3 – L’andamento altimetrico.....	7
2.2 – Strada urbana.....	8
2.2.1 – La sezione stradale.....	8
2.2.2 – L’andamento planimetrico.....	9
2.2.3 – L’andamento altimetrico.....	9
2.3 – La pavimentazione stradale.....	10
2.4 – La pavimentazione dei marciapiedi.....	10
2.5 – Le intersezioni.....	11
2.6 – Il ponte.....	11
CAPITOLO 3 – FOGNATURA BIANCA.....	13
3.1 – Analisi idrologica e calcolo delle portate.....	13
3.2 – Analisi idrologica e calcolo delle portate.....	14
3.3 – Dimensionamento delle caditoie pluviali.....	15
3.4 – Dimensionamento dei collettori fognari.....	19
3.4.1 – Modello della Corrivazione.....	19
CAPITOLO 4 – FOGNATURA NERA.....	24
CAPITOLO 5 – RETE IDRICA.....	25
CAPITOLO 6 – RETE TELEFONICA E TRASMISSIONE DATI.....	26
CAPITOLO 7 – RETE DISTRIBUZIONE ENERGIA ELETTRICA.....	27
CAPITOLO 8 – ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	28
CAPITOLO 9 – RETE DISTRIBUZIONE GAS.....	29
CAPITOLO 10 – ANDAMENTO DEI LAVORI E PRECISAZIONI.....	30
10.1 – Andamento dei lavori.....	30
10.2 – Andamento dei lavori.....	30

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

CAPITOLO 1 - GENERALITÀ

La presente relazione descrive le caratteristiche delle opere infrastrutturali funzionali al nuovo insediamento produttivo che si insedierà nel Comune di Crespina Lorenzana in un'area compresa tra la S.G.C. Fi-Pi-Li e la S.P. n°31 "Cucigliana Lorenzana".

Le opere progettate e di seguito descritte, dovranno soddisfare l'esigenza del nuovo insediamento e, contemporaneamente, migliorare la funzionalità degli insediamenti già presenti nell'area.

Il c.m.e. delle lavorazioni necessarie alla realizzazione del comparto è stato redatto utilizzando i prezzi elementari del Prezzario della Regione Toscana anno 2024 per la Provincia di Pisa. Laddove il suddetto prezzario non conteneva le voci della lavorazioni necessarie si è fatto riferimento a ricerche di mercato. Le opere, realizzate a scomputo oneri, sono costituite, così come evidenziato dalle tavole allegate, da una nuova viabilità sia di tipo urbano che extraurbano con intersezioni a rotatoria con la S.P. n°31 e con la via Lavoria, parcheggi pubblici, marciapiedi, reti fognarie, illuminazione pubblica, acquedotto, linea traffico dati e linea di distribuzione dell'energia elettrica.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

CAPITOLO 2 – OPERE STRADALI

L'accessibilità del comparto è garantita attraverso alcune viabilità pubbliche esistenti che si attestano sulla S.P. n°31. Il progetto prevede comunque un potenziamento della rete stradale esistente mediante la realizzazione di nuovi tratti stradali sia di tipo urbano che extraurbano finalizzati a migliorare l'accessibilità dell'intero comparto. In particolare è prevista la realizzazione di una strada di tipo extraurbano che si collegherà alla S.P. n°31 all'altezza dell'attuale intersezione con la bretella nord dello svincolo di "Lavoria" della S.G.C. Fi-Pi-Li e il prolungamento di via Lavoria (strada urbana) a partire dal parcheggio ubicato nel suo tratto più settentrionale.

L'elaborazione dei tracciati di progetto è stata condotta nel rispetto della normativa in materia ed in particolare delle *"Norme funzionali e geometriche sulla costruzione delle strade"* approvate con D.M. 05/11/2001, con particolare riguardo ai nuovi criteri di gradualità della velocità di progetto e dei rapporti geometrici tra elementi contigui. Le caratteristiche geometriche e funzionali sono state definite, avuto riguardo degli elementi progettuali di base indicati nella relazione tecnica e nelle singole relazioni tematiche, secondo criteri improntati alla sicurezza della circolazione di tutti gli utenti della strada, alla minimizzazione dei costi economici d'impianto, alla riduzione degli impatti ambientali più significativi e alla durabilità dell'opera.

È opportuno tuttavia precisare che al fine di contenere l'ingombro complessivo trasversale del solido stradale all'interno del corridoio disponibile, è stato necessario limitare la velocità in curva a 50 Km/h, mentre la Vp si attestava a 56 Km/h.

2.1 – Strada extraurbana

Il nuovo tracciato stradale di tipo extraurbano "F-locale" ai sensi del Codice della Strada (D.L. 30/04/92, n. 285) ha estensione complessiva pari a circa 700 metri e si suddivide in due tratti collegati tra loro da un'intersezione a raso. A partire dalla rotonda che sostituirà l'intersezione a raso esistente tra la S.P. n°31 e la bretella dello svincolo di Lavoria della S.G.C. Fi-Pi-Li, il tracciato si sviluppa in direzione est per poi piegare verso sud e, dopo aver superato con un sottopasso la S.G.C. Fi-Pi-Li, supererà con un ponte il canale Antifossetto fino a collegarsi ad una rotonda di nuova realizzazione a tre bracci su cui convergeranno sia la viabilità di accesso al complesso edificatorio che il prolungamento di via Lavoria.

2.1.1 – La sezione stradale

L'infrastruttura in oggetto è di categoria "F" - extraurbana locale e, ai sensi della classificazione del Codice della Strada e delle Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade di cui al Decreto 05/11/2001, la velocità di progetto (Vp) è compresa tra 40 e 100 km/h mentre, la piattaforma stradale di tipo F2 è composta da due corsie di 3,25 m ciascuna e due banchine di 1,00 m.

Come indicato dal citato D.M. 05/11/2001, nelle ipotesi (cautelative) di un livello di servizio "C", di flussi bilanciati nei due sensi di marcia e percentuale di visibilità per il sorpasso pari al 100%, la

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

portata di servizio "Qs" della sezione in parola è fissata pari a 450 veic./ora.

2.1.2 – L'andamento planimetrico

Il tracciato è composto sostanzialmente da n°2 rettifili raccordati da una curva di raggio pari a 115 metri. L'ingresso nella rotatoria sud avviene mediante una curva di raggio pari a 115 metri.

I parametri geometrici del tracciato sono stati confrontati con i valori minimi e massimi previsti dal D.M. 05/11/2001.

Rettifili

Per evitare il superamento delle velocità consentite, la monotonia, la difficile valutazione delle distanze e per ridurre l'abbagliamento nella guida notturna è opportuno che i rettifili abbiano una lunghezza L_r contenuta nel seguente limite:

$$L_r = 22 V_p \text{ max}$$

dove $V_p \text{ max}$ è il limite superiore dell'intervallo di velocità di progetto della strada, in km/h.

Un rettifilo, per poter esser percepito come tale dall'utente, deve avere una lunghezza non inferiore ai valori riportati nella seguente tabella; per velocità si intende la massima desunta dal diagramma di velocità per il rettifilo considerato.

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

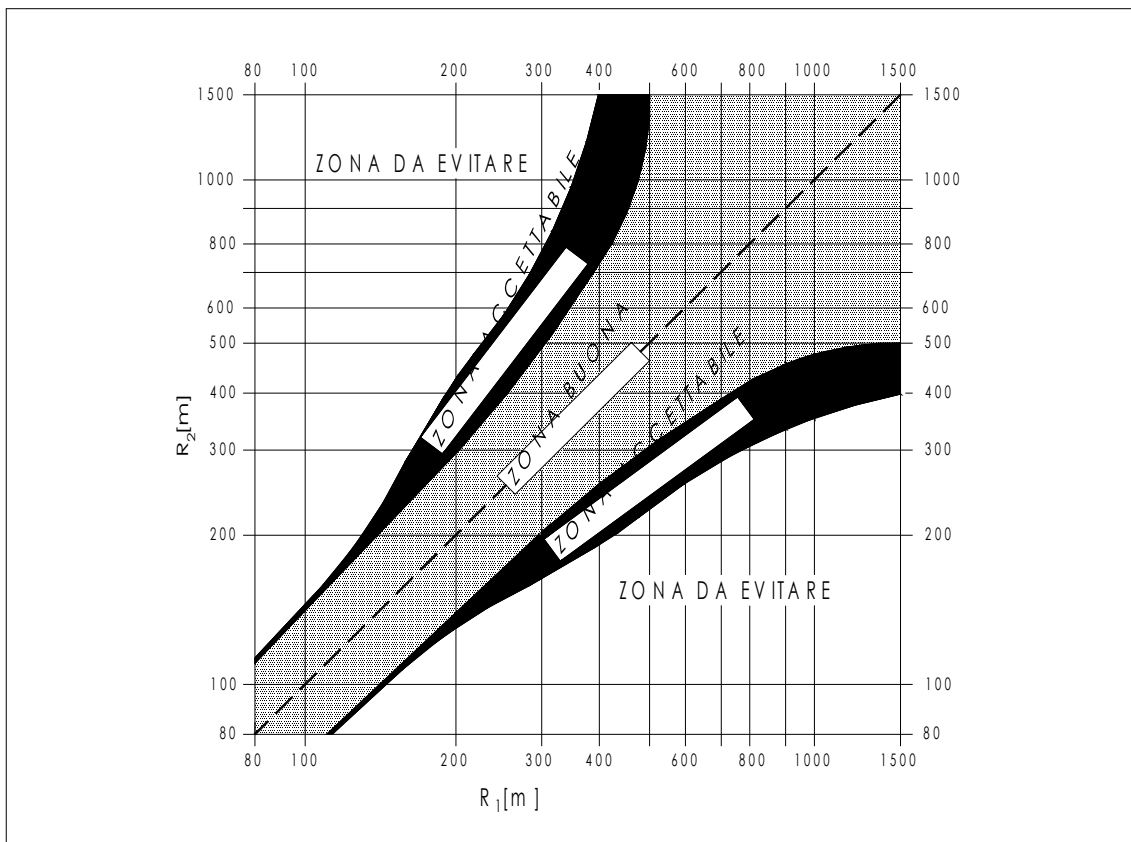
L'andamento planimetrico del progetto prevede un solo tratto in rettifilo. Come possibile verificare nelle planimetrie di dettaglio, per effetto della presenza delle intersezioni a rotatoria ad una sua estremità, la lunghezza reale del rettifilo, una volta epurato dall'ingombro dell'isola di deflessione della rotatoria, è pari a circa 100 metri e quindi rispetta la lunghezza massima prevista pari a 115 metri, corrispondente al raggio planimetrico della curva.

Curve circolari

Una curva circolare, per essere correttamente percepita, deve avere uno sviluppo corrispondente ad un tempo di percorrenza di almeno 2,5 secondi valutato con riferimento alla velocità di progetto della curva. Inoltre i rapporti tra i raggi R_1 e R_2 di due curve circolari che, con l'inserimento di un elemento a curvatura variabile, si succedono lungo il tracciato sono regolati dall'abaco riportato nella figura seguente. Tra un rettifilo di lunghezza L_r ed il raggio più piccolo fra quelli delle due curve collegate al rettifilo stesso, anche con l'interposizione di una curva a raggio variabile, deve essere rispettata la relazione:

$$R = L_r \quad \text{per} \quad L_r < 300 \text{ m}$$

$$R \geq 400 \text{ m} \quad \text{per} \quad L_r \geq 300 \text{ m}$$



Pendenze Trasversali della Piattaforma

Il raggio e la pendenza trasversale delle curve planimetriche sono stati proporzionati alla velocità di progetto, nel rigoroso rispetto della normativa in base alla quale sussistono le seguenti relazioni:

per $60 \leq V \leq 100 \text{ km/h}$ e $p=0,07$

$$f_t = 0,204 + 1,1 \times 10^{-3} \times V - 2,0 \times 10^{-5} \times V^2$$

$$R = \frac{V^2}{127 \times (0,07 + f_t)}$$

per $V=100 \text{ km/h}$ e $0,07 < p \leq 0,025$

$$\ln p = -0,64 \times \ln R + 1,23$$

tramite le quali il raggio planimetrico "R" è correlato alla pendenza trasversale "p", alla velocità di progetto "V" e al coefficiente di aderenza trasversale "f_t". Per quanto riguarda la quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile trasversalmente *f_{t max}*, valgono i valori riportati nella tabella seguente. Tali valori tengono conto, per ragioni di sicurezza, che una quota parte dell'aderenza possa essere impegnata anche longitudinalmente in curva.

Velocità km/h	25	40	60	80	100	120	140
aderenza trasversale massima <i>f_{t max}</i> per strade tipo A, B, C, F extraurbane,	-	0,21	0,17	0,13	0,11	0,1	0,09

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

e relative strade di servizio							
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Curve a Raggio Variabile

Nelle tratte percorse a velocità pressoché costante, le curve circolari sono state raccordate ai rettili tramite curve di raccordo costituite da "clotoidi" di equazione:

$$r \times s = A^2$$

dove:

- "r", è il raggio nel punto di ascissa curvilinea "s";
- "A", è il parametro della clotoide il cui valore, in base alla Norma, si ricava in funzione della velocità di progetto, della sopraelevazione "h" in curva e del raggio "R" della curva circolare stessa, tramite le relazioni:

- limitazione del contraccollo:

$$A \geq 0,021 \times V^2$$

- criterio ottico:

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

- Sovrapendenza longitudinale dell'estremità della carreggiata:

$$A \geq \sqrt{\frac{R}{\Delta i_{\max}} \times 100 \times \Delta h}$$

dove

$$\Delta i_{\max} = \frac{18 \times B_i}{V}$$

è la sovrappendenza massima del ciglio esterno e Δh è la sopraelevazione del ciglio esterno.

L'andamento planimetrico della strada in trattazione è illustrato nelle tavole grafiche allegate alla presente relazione.

2.1.3 – L'andamento altimetrico

Per quanto riguarda l'andamento altimetrico, il contesto orografico dell'area attraversata dalla viabilità consente di rispettare i valori normativi del 7%.

Anche per quanto riguarda i raggi delle curve circolari di raccordo tra livellette, si è fatto riferimento alla normativa, secondo la quale i suddetti raggi "Rv" di curvatura sono espressi dalle relazioni seguenti.

Per le curve convesse:

$$R_v \geq \frac{D^2}{2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2})} \quad \text{per } D < L$$

$$R_v \geq \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left(D - 100 \times \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta i} \right) \quad \text{per } D > L$$

Per le curve concave:

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

$$R_v = \frac{D^2}{2(h+D \sin \beta)} \quad \text{per } D < L$$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[D - \frac{100}{\Delta i} (h+D \times \sin \beta) \right] \quad \text{per } D > L$$

nelle quali:

1. h , è l'altezza da terra dei fari pari a 0,50 m;
2. β , è l'angolo del fascio luminoso prodotto dai fari pari a 1°;
3. Δi , è la differenza di pendenza delle livellette da raccordare;
4. L , è lo sviluppo complessivo del raccordo;
5. $h_1=1,10$ m e $h_2=0,10$ m sono l'altezza dell'occhio del guidatore e dell'ostacolo rispettivamente in caso di visibilità per l'arresto o di visibilità per il sorpasso, entrambi parametri fissati dalla normativa;
6. D , è la distanza di visuale libera che si vuol realizzare.

Gli elementi che hanno condizionano l'andamento altimetrico del tracciato stradale di progetto sono determinati:

- A. Dalla orografia del territorio attraversato;
- B. Dalla necessità di garantire idonei franchi in corrispondenza degli attraversamenti del canale "Antifossetto";
- C. Dalla necessità di contenere la movimentazione delle terre.

Ciò premesso, l'andamento altimetrico della strada in trattazione è illustrato nelle tavole grafiche allegate alla presente relazione e prevede sia due livellette di estremità che quella in corrispondenza dell'attraversamento del canale, a pendenza nulla. Per il guadagnare la quota di attraversamento dell'Antifossetto sono state introdotte livellette con pendenza pari al 2% ed infine un'ultima livelletta a pendenza pari allo 0,75% consente di raccordare la livelletta orizzontale con quella di ingresso al ponte. I raccordi altimetrici hanno raggi compresi tra 1500 e 3000 metri.

2.2 – Strada urbana

Il nuovo tracciato stradale di prolungamento di via Lavoria ha piattaforma tipo "E- urbana di quartiere" ai sensi del Codice della Strada (D.L. 30/04/92, n. 285). La sua estensione complessiva pari a circa 140 metri ed ha andamento rettilineo. L'estremità nord del tratto si collega ad una nuova rotatoria su cui si attesta anche la strada extraurbana descritta precedentemente e la strada di ingresso al comparto di nuova edificazione di cui trattasi.

2.2.1 – La sezione stradale

Il Decreto Ministeriale 05/11/2001 "Norme Funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" per una strada di tipo E prevede una piattaforma composta da due corsie di larghezza pari 3,00 metri affiancate da banchine da 0,50 metri oltre a marciapiedi su entrambi i lato di larghezza pari a 1,50 metri. Tuttavia al fine di garantire migliori condizioni di circolazione dei veicoli commerciali la larghezza delle corsie è stata incrementata a 4 metri pertanto la larghezza

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

complessiva della piattaforma stradale è pari a 9 metri.

La velocità di progetto (V_p) è compresa tra 40 e 60 km/h mentre e, come indicato dal citato D.M. 05/11/2001, la portata di servizio "Qs" della sezione in parola è fissata pari a 800 veic./ora.

2.2.2 – L'andamento planimetrico

Come illustrato nelle tavole grafiche allegate alla presente relazione, il tratto è composto da un solo rettilineo di estensione pari a 140 metri circa ed i parametri geometrici del tracciato sono stati confrontati con i valori minimi e massimi previsti dal D.M. 05/11/2001 come descritto al paragrafo 2.1.2 a cui si rinvia.

2.2.3 – L'andamento altimetrico

Per quanto riguarda l'andamento altimetrico, il contesto orografico dell'area attraversata dalla viabilità consente di rispettare i valori normativi del 7%.

Anche per quanto riguarda i raggi delle curve circolari di raccordo tra livellette, si è fatto riferimento alla normativa, secondo la quale i suddetti raggi " R_v " di curvatura sono espressi dalle relazioni seguenti.

Per le curve convesse:

$$R_v \geq \frac{D^2}{2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2})} \quad \text{per } D < L$$

$$R_v \geq \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left(D - 100 \times \frac{h_1 + h_2 + 2 \times \sqrt{h_1 \times h_2}}{\Delta i} \right) \quad \text{per } D > L$$

Per le curve concave:

$$R_v = \frac{D^2}{2(h + D \sin \beta)} \quad \text{per } D < L$$

$$R_v = \frac{2 \times 100}{\Delta i} \left[D - \frac{100}{\Delta i} (h + D \times \sin \beta) \right] \quad \text{per } D > L$$

nelle quali:

7. h , è l'altezza da terra dei fari pari a 0,50 m;
8. β , è l'angolo del fascio luminoso prodotto dai fari pari a 1°;
9. Δi , è la differenza di pendenza delle livellette da raccordare;
10. L , è lo sviluppo complessivo del raccordo;
11. $h_1=1,10$ m e $h_2=0,10$ m sono l'altezza dell'occhio del guidatore e dell'ostacolo rispettivamente in caso di visibilità per l'arresto o di visibilità per il sorpasso, entrambi parametri fissati dalla normativa;
12. D , è la distanza di visuale libera che si vuol realizzare.

Gli elementi che hanno condizionano l'andamento altimetrico del tratto urbano di progetto sono determinati dalla necessità di garantire il rispetto delle quote di estremità fissate pari a +8,50 metri per il parcheggio esistente e pari a +8,00 metri per la rotatoria. La livelletta che le raccorda i due punti di estremità ha pendenza dello 0,3.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

2.3 – La pavimentazione stradale

Per il dimensionamento della pavimentazione stradale è stato fatto ricorso al Catalogo delle pavimentazioni stradali di cui alle norme CNR B.U. n. 178 del 15/09/95. Per le strade extraurbane, il catalogo della pavimentazioni propone soluzioni che prevedono anche l'utilizzo di uno strato in misto cementato per la formazione di sovrastrutture semirigide. Ritenuto opportuno garantire maggiori caratteristiche meccaniche rispetto a quanto previsto dal catalogo, assumendo in via cautelativa un modulo resiliente del sottofondo pari a 30 N/mm² e un numero di passaggi di veicoli commerciali durante la vita utile pari a 1.000.000, è possibile stabilire la seguente stratigrafia della pavimentazione:

- strato di fondazione in misto granulometrico dello spessore pari a 40 cm;
- sottobase in misto cementato dello spessore pari a 20 cm;
- strato di base in conglomerato bituminoso dello spessore pari a 12 cm
- strato di binder in conglomerato bituminoso dello spessore pari a 6 cm;
- strato di usura in conglomerato bituminoso dello spessore pari a 4 cm.

In considerazioni delle caratteristiche meccaniche e granulometriche del sottofondo è stata fatta la scelta di incrementare lo spessore della fondazione di 10 cm e di 4 cm del pacchetto degli strati legati rispetto a quanto previsto nella scheda del catalogo (scheda N.4SR).

In considerazione dell'entità delle sollecitazioni provocate dal transito e sosta dei numerosi veicoli commerciali, la medesima stratigrafia è stata utilizzata sia per il prolungamento della strada urbana che per la pavimentazione dei parcheggi previsti nel progetto.

2.4 – La pavimentazione dei marciapiedi

La struttura della pavimentazione dei marciapiede a partire dal basso risulta essere la seguente:

- sottofondo di bonifica di altezza variabile, realizzato mediante stesa e compattazione di materiale arido categoria A1a o A1b secondo le classificazioni UNI/CNR 10006 o materiale inerte riciclato sopra il terreno scorticato e rullato, secondo le caratteristiche prestazionali della voce di elenco prezzi;
- fondazione realizzata mediante stesa di tout-venant, o ghiaia pezzatura massima 40 mm, con parte di sabbia fine a chiudere per spessore compattato di cm 25 di cui gli ultimi 5-10 cm di finitura, ad intasare, con stabilizzato calcareo fine per la formazione della sagoma e della pendenza; la fondazione dovrà essere opportunamente rullata al fine di evitare nel tempo possibili cedimenti e avvallamenti;
- posa in opera di pavimentazione in autobloccanti. Per garantire lo smaltimento delle acque, la pavimentazione sarà dotata di idonea pendenza verso il cordonato in modo che le acque possano defluire.

2.5 – Le intersezioni

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

In considerazione delle caratteristiche geometriche e di traffico e del ruolo funzionale che le strade in progetto dovranno svolgere, le connessioni con la viabilità esistente sono state progettate con riferimento al D.M. 19/04/2006, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”. In particolare le nuove intersezioni rispettano le indicazioni del citato Decreto, mentre nel caso di adeguamenti di intersezioni esistenti le indicazioni del decreto sono state utilizzate come raccomandazioni tecniche a cui riferirsi.

Nel rispetto della soluzione complessiva di sistemazione dell'intero comparto, le soluzioni adottate per la connessione tra le nuove viabilità pubbliche e con quelle esistenti, sono state risolte mediante n°2 intersezioni a rotatoria.

La tabella seguente riassume le principali caratteristiche geometriche delle due rotatorie previste nel progetto:

ROTATORIA S.P. n°31		
	PROGETTO	DA NORMATIVA
DIAMETRO ESTERNO [m]	50	ROTATORIA CONVENZIONALE con ingressi a più corsie
LARGHEZZA CORSIA ANELLO [m]	9	9
LARGHEZZA BRACCI INGRESSO [m]	6,00 due corsie 3,50 una corsia	6,00 due corsie 3,50 una corsia
LARGHEZZA BRACCI USCITA [m]	4,50	4,50
ROTATORIA INTERNA AL COMPARTO		
	PROGETTO	DA NORMATIVA
DIAMETRO ESTERNO [m]	42	ROTATORIA CONVENZIONALE con ingressi a unica corsia
LARGHEZZA CORSIA ANELLO [m]	6	6
LARGHEZZA BRACCI INGRESSO [m]	3,50 una corsia	3,50 una corsia
LARGHEZZA BRACCI USCITA [m]	4,50	4,50

La verifica della visibilità ed il controllo della deviazione della traiettoria in attraversamento alle due rotatorie sono riportata nelle tavole grafiche.

2.6 – Il ponte

Il tracciato della nuova viabilità extraurbana intercetta in un punto il canale Antifossetto. La soluzione proposta per il superamento del canale prevede la realizzazione di una struttura a travata unica con impalcato realizzato con travi in c.a.p. a cassone, soluzione che ha il vantaggio di richiedere minore manutenzione negli anni rispetto ad altre soluzioni strutturalmente equivalenti

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

(sezione mista acciaio calcestruzzo). Il ponte avrà impalcato di larghezza adeguata ad una strada di categoria F "locale" in ambito extraurbano, nuove spalle con fondazioni profonde (pali), adeguato a tutti i nuovi carichi di normativa (compresi il sisma e i carichi da traffico su due corsie di marcia). La luce sarà pari a 12 metri con travi di altezza pari a 60 cm. Il ponte attraversa il canale in curva e pertanto l'intradosso del punto di quota inferiore dell'impalcato è stata posizionata ad una quota pari a +9,30 metri così come previsto nella specifica Relazione Idraulica. Le dimensioni contenute del ponte comportano un modesto grado di difficoltà di realizzazione, grazie all'estrema semplicità dello schema statico (trave in semplice appoggio) che consente l'utilizzo di tecnologie prefabbricate di semplice e veloce assemblaggio, e alle caratteristiche dell'area che ne rende agevole la realizzazione (zona pianeggiante e vicina a importanti arterie stradali).

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

CAPITOLO 3 – FOGNATURA BIANCA

Il metodo di raccolta delle acque meteoriche prevede due distinti sistemi. Quello per la viabilità extraurbana, di tipo superficiale, prevede la raccolta delle acque di piattaforma in banchina e poi, attraverso le canalette ad embrice poste lungo la scarpata, saranno convogliate nella cunetta stradale collegata idraulicamente all'esistente rete di scoline e capifossi. Il sistema di raccolta delle acque della viabilità urbana e dei piazzali destinati a parcheggi, prevede la realizzazione di cunette a uno o due petti che incanalano le acque alle caditoie che, tramite appositi pozzetti di ispezione, saranno convogliate nelle condotte interrato. Il recapito finale è rappresentato dalle case di compenso realizzate all'interno del comparto.

3.1 – Analisi idrologica e calcolo delle portate

L'analisi idrologica ed idraulica dello smaltimento delle precipitazioni meteoriche che interessano la piattaforma stradale ed i parcheggi è stata condotta secondo il procedimento di seguito descritto, che prevede la stima del coefficiente idrometrico e dei conseguenti valori di portata delle acque meteoriche drenate e la descrizione delle sue modalità di smaltimento.

Data la semplicità del sistema e la geometria e le dimensioni delle superfici scolanti la portata massima affluente è stata valutata attraverso l'applicazione della cosiddetta formula razionale:

$$Q = C \cdot \frac{i_c}{3.6 \cdot 10^6} \cdot A$$

nella quale i_c [mm/h] è l'intensità di pioggia massima per la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione t_c [h], A [m²] è la superficie del bacino scolante e C è il cosiddetto coefficiente di deflusso che esprime il rapporto tra il volume affluito alla rete e quello complessivamente affluito al bacino.

Trattandosi di un sistema semplice, con superfici di scolo modeste, è stato adottato un tempo di corrivazione pari a 15 minuti.

Il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 1 per le superfici impermeabili, in conformità con la Legge Regionale 31 maggio 2006 n. 20 come modificata con Legge Regionale 3 marzo 2010, n. 28 in materia di scarichi nei corpi idrici superficiali.

Al fine della valutazione del coefficiente idrometrico e delle relative portate di smaltimento, vista l'importanza e la dimensione dell'opera, si adotta un tempo di ritorno di 20 anni per la determinazione dell'altezza critica di precipitazione.

Per la località oggetto di studio, riferendoci alla Relazione Tecnica Rete Fognatura Bianca redatta dall'ing. Croce, i parametri caratteristici della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP), α ed n per un T_r pari a 20 anni sono i seguenti:

- $\alpha = 52,36$;

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

- $n=0,36$

Di conseguenza l'altezza di pioggia ventennale per la durata di 1 ora è pari a 52,36 mm.

Il calcolo dei parametri delle LSPP per durate inferiori all'ora è stato effettuato mediante la formula di Bell che per durate inferiori a 25/30 minuti sovrastima leggermente i dati osservati e quindi risulta cautelativa. A partire dalle LSPP per durate superiori all'ora, la formula del Bell assume la seguente forma applicabile per durate $5 \leq \tau \leq 120$ min:

$$\frac{h_{\tau,Tr}}{h_{60,Tr}} = (0.54 \cdot \tau^{0.25} - 0.50)$$

avendo indicato con $h_{\tau,Tr}$ l'altezza di pioggia relativa ad un evento pari al tempo τ riferita al periodo di ritorno Tr , con $h_{60,Tr}$ l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora, con periodo di ritorno Tr e con τ il tempo di pioggia espresso in minuti.

Applicando la procedura sopradescritta è possibile calcolare l'altezza di pioggia ventennale per la durata di 15 minuti che risulta pari a 29,46 mm e corrisponde ad un'intensità di 118 mm/h.

Nei successivi paragrafi, dopo la stima della compatibilità dello spessore del velo idrico che si forma sulla carreggiata stradale a seguito di un evento meteorico con il battistrada degli pneumatici (acquaplaning), sarà affrontato il dimensionamento delle caditoie pluviali ed infine saranno dimensionati i collettori fognari verso i recapiti finali.

3.2 – Analisi idrologica e calcolo delle portate

Il processo di deflusso dalla sede stradale agli elementi marginali è da considerare con attenzione, dato i problemi che il velo liquido può porre per il traffico veicolare. Le precipitazioni che si abbattano sulla sede stradale, soprattutto se brevi ed intense, possono produrre un deflusso superficiale di non trascurabile entità, il quale se non controllato con adatte disposizioni, può causare inconvenienti di rilievo.

Il velo idrico sulla sede stradale deve, infatti, essere contenuto entro prefissati valori (non dovrebbe superare i 6 mm [Rooseboom ed altri, 1986]), per non condizionare l'aderenza degli pneumatici. L'altezza del velo liquido dipende, oltre che dalla pendenza trasversale, dall'intensità di precipitazione, dal percorso che compie l'acqua per raggiungere il bordo della carreggiata e dalla larghezza della strada e dunque dalla circostanza che il tratto stradale sia in rettilineo (in genere scola metà carreggiata per lato) o in curva (scola solo da una parte). Il valore del velo idrico massimo h_{max} [mm], viene determinato attraverso un'espressione derivata da alcune esperienze condotte in Gran Bretagna dal Road Research Laboratory nella seguente forma:

$$h_{max} = 0,0474 \times \sqrt{l_{eff} \times p} \times i^{-0,2}$$

Dove con l_{eff} si è indicata la lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a lato della carreggiata [m], può essere calcolata sulla base della seguente formula:

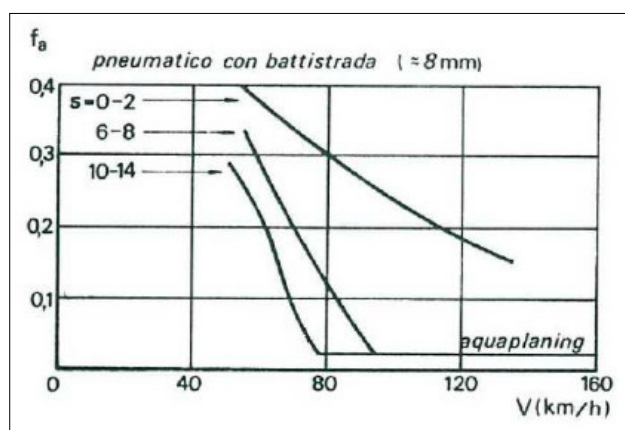
Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

$$l_{\text{eff}} = l_c \times \left[1 + \left(\frac{i_l}{i_t} \right)^2 \right]^{0,5}$$

Avendo indicato con l_c la larghezza della falda stradale [m], con p l'intensità di pioggia [mm/h] riferita alla durata significativa e con i la pendenza della strada lungo la linea di corrente ricavata come risultante delle pendenze trasversali e longitudinali i_t e i_l secondo la seguente relazione:

$$i = \sqrt{(i_l^2 + i_t^2)}$$

Come è possibile verificare dalla figura sottostante, per valori del velo idrico superiori a 6 mm e velocità maggiori di 80-100 Km/h in caso di eventi meteorici si possono verificare fenomeni di acquaplaning con conseguente completa perdita dell'aderenza.



I risultati delle verifiche condotte per i tratti stradali di nuova realizzazione, calcolati cautelativamente nei tratto di maggiore ampiezza e minor pendenza, sono riepilogati nella tabella sottostante, da cui si evince come i valori massimi raggiunti assumono valori inferiori al valore limite pari a 6 mm.

Cittadella della logistica – Comune di Crespina Lorenzana (PI)							
SEZIONE	p	Lc	il	it	i	Leff	hmax
	[mm/h]	[m]	[m/m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[cm]
	intensità critica	larghezza falda stradale	pendenza longitudinale	pendenza trasversale	pendenza risultante	lunghezza percorso d'acqua	spessore velo idrico
1 – strada extraurbana rettilineo	118	4,25	0,000	0,025	0,025	4,25	2,218
2 – strada extraurbana curva	118	8,50	0,000	0,070	0,070	8,50	2,554
3 – strada urbana rettilineo	118	4,50	0,003	0,025	0,025	4,53	2,288

3.3 – Dimensionamento delle caditoie pluviali

Le opere di drenaggio a bordo carreggiata, quali le caditoie pluviali, devono provvedere alla raccolta, all'incanalamento e all'allontanamento delle acque che vengono intercettate dalla superficie stradale. L'efficienza e l'economicità dell'intera rete di drenaggio richiedono quindi anche la progettazione e la localizzazione dei manufatti idraulici che collegano la strada alla rete di canali di fognatura. L'acqua che scorre sulla superficie stradale deve potersi raccogliere lungo le cunette laterali ed essere intercettata, per la viabilità urbana, dalle caditoie.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

Queste sono costituite in genere dalla luce di intercettazione, da un pozzetto sottostante e da una condotta trasversale di collegamento con il più vicino canale di fognatura con funzione di recettore finale.

Il dimensionamento delle caditoie pluviali consta nella definizione dei seguenti elementi:

- il tipo di luce d'intercettazione disporre;
- dove posizionare le caditoie;
- le dimensioni geometriche da assegnare alle luci di intercettazione.

In merito al primo punto, nella presente progettazione sono previste caditoie a griglia che vengono collegate, tramite pozzetti di scarico, al collettore di raccolta.

La localizzazione delle caditoie di raccolta è stata determinata secondo i criteri di seguito descritti.

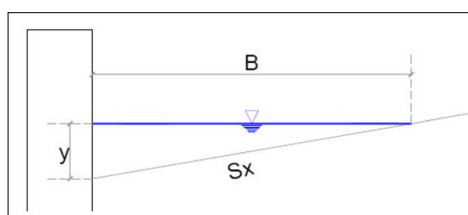
Una volta posizionate le caditoie e nei tratti in cui si dirigono le acque di piattaforma, si determina la posizione della prima caditoia di monte; se ne effettua il dimensionamento in base alla tipologia scelta e, ove si ottenessero dimensioni ritenute eccessive, si può scegliere di ricollocare la prima caditoia, oppure di consentire un parziale aggiramento della stessa con portata a valle diversa da zero, oppure modificare il tipo di manufatto o, ancora, modificare la geometria della cunetta.

Esistono pratiche progettuali empiriche che suggeriscono di disporre le caditoie ogni 40÷50 m per aree servite di circa 500÷800 m².

Per definire la posizione della prima caditoia intermedia è necessario valutare dapprima la portata defluente in cunetta, tale da garantire un opportuno franco di sicurezza rispetto al cordolo o marciapiede di delimitazione, attraverso la formulazione di Chezy:

$$Q = \frac{C_f}{n} \cdot S_x^{5/3} \cdot S_0^{1/2} \cdot B^{8/3}$$

- n è il coefficiente di scabrezza di Manning assunto pari a 0,013 [s/m^{1/3}];
- S_x è la pendenza trasversale della cunetta [-];
- S_0 è la pendenza longitudinale della strada [-];
- B è massima larghezza della sommità della sezione bagnata [m];
- C_f è un coefficiente che assume il valore pari a 0,376



Sezione rappresentativa del deflusso in banchina

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

Considerando una pendenza S_x minima pari a 2,00%, per una larghezza di deflusso B pari a 1 m, si ottiene un tirante massimo in corrispondenza del cordolo laterale pari a 2,5 cm. Disposte le caditoie negli incroci e nei punti critici e definita la portata transitabile in cunetta, è possibile stimare la lunghezza L' alla quale posizionare la caditoia intermedia. Ciò risulta possibile considerando la formula razionale dei deflussi:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot x \cdot L'}{3.6}$$

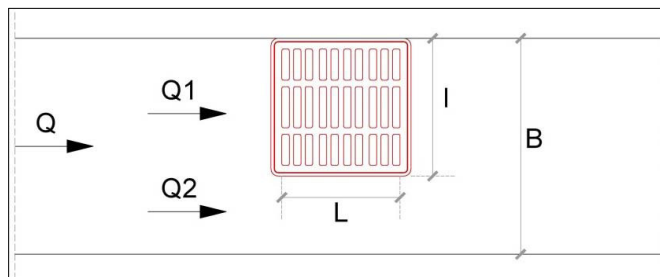
- C è il coefficiente di afflusso, pari a 1 [-];
- i è l'intensità critica di pioggia [mm/h];
- x è la larghezza della falda scolante [m].

Se L' risulta inferiore alla lunghezza della strada è necessario inserire delle caditoie intermedie. Definita la posizione della prima caditoia intermedia, è possibile stimare la distanza L_1 alla quale posizionare la seconda caditoia. La distanza L_1 corrisponderà alla distanza L' solo nel caso in cui l'efficienza della caditoia sia pari a 1, dove per efficienza si intende il rapporto tra la portata captata dalla caditoia e la portata in arrivo:

$$E_0 = \frac{Q_1}{Q} = 1 - \frac{Q_2}{Q}$$

che, per una cunetta triangolare, è pari a:

$$E_0 = \frac{Q_1}{Q} = 1 - \frac{Q_2}{Q} = 1 - \left(1 - \frac{l}{b}\right)^{\frac{8}{3}}$$



Se l'efficienza della prima caditoia intermedia non è unitaria, ma inferiore, la portata massima che si può avere in cunetta deve essere vista come la somma della portata sfuggita alla caditoia precedente $Q_{By-Pass,1}$ più quella accumulata lungo il tratto di strada lungo L_1 :

$$Q = Q_{By-Pass,1} + \frac{C \cdot i \cdot x \cdot L_1}{3.6}$$

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

Pertanto si ottiene:

$$Q_{By-Pass,1} = Q - E_1 \cdot Q$$

dalla quale è possibile ricavare il numero di caditoie intermedie necessarie a drenare la portata gravante sulla superficie stradale:

$$n = \frac{(L_T - L')}{L_1}$$

Nelle successive tabelle si riportano i risultati ottenuti suddivisi tra gli elementi planimetrici caratteristici a cui sono stati assegnati, a favore di sicurezza, valori medi per le pendenze trasversali e longitudinali. Alla falda è stata assegnata una larghezza media pari a 4,50 metri in considerazione della pendenza trasversale a schiena d'asino.

TRONCO	TRATTO	LT	ic	ST	SL	WF	y	Ks=1/n	B
		[m]	[mm/h]	[m/m]	[m/m]	[m]	[mm]	[m ^{1/3} /sec]	[m]
		lunghezza tratto	intensità critica	pendenza trasversale	pendenza longitudinale	larghezza falda	altezza	coeff. Scabrezza	larghezza banchina/zanella
STRADA URBANA	Rettilineo	147,00	118	0,025	0,003	4,50	25,00	76,92	1,00

Q	C	L'	I	E	Q1	Qbypass	L1	n°	L*
[mc/sec]	[-]	[m]	[m]	[-]	[mc/sec]	[mc/sec]	[m]	[-]	[m]
portata		lunghezza	lato caditoia		portata captata	portata sfuggita	interdistanza caditoia		
0,0034	1,00	22,99	0,25	0,54	0,0018	0,0016	12,31	10	13,36

La portata Q_1 che investe direttamente la caditoia non è detto che vi entri integralmente. Nel caso in cui la velocità di deflusso dell'acqua sia maggiore di un certo valore limite v_0 una parte della corrente oltrepassa la grata della caditoia. Il valore di v_0 dipende dalla lunghezza e dalla geometria della caditoia. Alcuni valori sperimentali di v_0 :

$$v_0 = 1.86 \cdot L^{0.79} \quad \text{grate a barre normali alla direzione della corrente}$$

$$v_0 = 2.54 \cdot L^{0.51} \quad \text{grate a barre parallele alla direzione della corrente}$$

L'efficienza della caditoia sarà pertanto pari a:

$$E_0 = \frac{Q_1^*}{Q}$$

Essendo Q_1^* la portata frontale captata dalla grata. Il rendimento R_1 della grata sarà:

$$R_1 = \frac{Q_1^*}{Q_1} = 1 - 0.3 \cdot (v - v_0)$$

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

Essendo v la velocità effettiva dell'acqua nella cunetta. Nella successiva Tabella si riportano i risultati ottenuti per la rete in progetto.

TRONCO	TRATTO	y	$Ks=1/n$	B	Q	A	v	L	V_0	$R1$
		[mm] altezza	[$m^{1/3}/sec$] coeff. Scabrezza	[m] larghezza banchina	[mc/sec] portata	[m^2] superficie	[m/sec] velocità	[m] lato caditoia	[m/sec] velocità deflusso limite	[-] rendimento della grata
STRADA URBANA	Rettilineo	25,00	76,92	1,00	0,0034	0,0125	0,27	0,25	0,62	1,11

In definitiva, al fine di contenere il percorso di scorrimento sulla superficie stradale delle acque meteoriche ed evitare ristagni d'acqua conseguenti eventuali deformazioni localizzate del piano stradale, è stato ritenuto opportuno dotare la strada di un sistema di caditoie interdistanti 15 metri. Le caditoie saranno posizionate lungo le zanelle nelle aree pavimentate.

3.4 – Dimensionamento dei collettori fognari

Il punto di partenza per il dimensionamento dei collettori fognari è la stima delle portate massime da collettare in rete. Le portate meteoriche di progetto consistono nelle massime portate al colmo che si possono realizzare nelle sezioni significative della rete fognaria per effetto delle precipitazioni sul bacino.

A seguito della scelta del livello di probabilità dell'evento, attraverso la definizione del tempo di ritorno, per ottenere la stima delle portate meteoriche di progetto si ricorre ad una schematizzazione semplificata dei processi idraulici e idrologici che avvengono nel bacino. Per l'aleatorietà della rete di drenaggio da progettare, i processi idraulici di propagazione non vengono considerati esplicitamente, ma inglobati nel processo idrologico di trasformazione afflussi-deflussi fino alla sezione di progetto considerata.

Infatti, le ipotesi semplificative che si pongono alla base dell'analisi idraulica sono:

- a) precipitazione uniforme su tutto il bacino, che, per l'estensione del bacino in esame, risulta essere un'ipotesi accettabile;
- b) precipitazioni con andamento temporale semplificato;
- c) modelli semplificati di trasformazione pioggia lorda – pioggia netta;
- d) stazionarietà e linearità della trasformazione afflussi netti – deflussi.

3.4.1 – Modello della Corrivazione

Il modello della corrivazione è un modello di trasformazione afflussi – deflussi, basato sull'ipotesi che la portata critica si verifica per una pioggia di durata pari al tempo di corrivazione del bacino, inteso come il tempo necessario ad una particella d'acqua caduta nel punto più lontano della rete per raggiungere la sezione finale.

Esso esprime la portata critica a partire dall'intensità di pioggia attraverso al curva di possibilità pluviometrica a due parametri $a(T_R)$ e n :

$$i(t) = a(T_R)t^n$$

ottenendo quindi:

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

$$Q_c = S \times u = 2.78 \times S \times \phi \times a(T_R) \times T_c^{n-1}$$

dove:

- Q_c è la portata critica [l/s];
- S è l'area del bacino [ha];
- u è il coefficiente udometrico [l/(s*ha)];
- T_c è il tempo di corrivazione [ore];
- ϕ è il coefficiente di afflusso [-];
- $a(T_R)$ è il parametro della curva di possibilità pluviometrica [mm*ora-n];
- n è l'esponente della curva di possibilità pluviometrica [-].

Il tempo di corrivazione TC può essere visto come la somma del tempo di scorrimento sul bacino prima del raggiungimento della rete di drenaggio T_e (tempo di ingresso in rete) e il tempo di propagazione all'interno di quest'ultima T_r (tempo di rete).

Il tempo di ingresso in rete dipende dalla tipologia di bacino e, da letteratura, per bacini come quello in oggetto si può far riferimento a tempi compresi tra 10 e 15 minuti. Il tempo di rete, invece, è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singolo condotto della sezione più a monte fino alla sezione di chiusura seguendo il percorso più lungo della rete fognaria:

$$T_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

dove L_i sono le lunghezze dei vari condotti e V_i le rispettive velocità, valutate in condizioni di moto uniforme in condizioni di massimo riempimento.

Per far fronte alla variabilità nel tempo delle precipitazioni, della quale i metodi empirici di trasformazione afflussi deflussi non tengono in considerazione, ricerche basate su simulazioni di serie estese di eventi reali, suggeriscono di far riferimento a velocità pari a 1,5 la velocità di moto uniforme, ottenendo:

$$T_r = \sum_i \frac{L_i}{1.5 \cdot V_i}$$

Il coefficiente di deflusso è stato assunto pari al 100%.

Alla luce di quanto detto, l'applicazione del metodo della corrivazione per il dimensionamento dei collettori della rete di drenaggio avviene per step nel seguente modo:

- a. misurazione delle area scolante a monte della sezione di chiusura considerata;
- b. stima del coefficiente di afflusso in rete;
- c. scelta di un valore di primo tentativo del diametro commerciale del collettore, in ogni caso maggiore di 250 mm;

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

- d. calcolo del tempo di ingresso in rete T_e ;
- e. calcolo della velocità di moto uniforme a massimo riempimento per mezzo della formula di Chezy, ad esempio secondo la formulazione di Strickler:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

- K_s è il coefficiente di scabrezza di Strickler. Nella tabella in basso sono riportati valori per alcuni materiali ricavati dal sito web www.oppo.it;
 - R è il raggio idraulico;
 - i è la pendenza;
- f. calcolo del tempo di percorrenza T_r nel collettore;
- g. calcolo della durata critica T_c come somma del tempo di ingresso in rete e del maggiore dei tempi di percorrenza di percorrenza nella rete per raggiungere la sezione finale del collettore, diviso 1.5;
- h. calcolo della portata meteorica di progetto;
- i. verifica della compatibilità della durata critica T_c con il campo di validità della curva di possibilità pluviometrica adottata;
- j. verifica del grado di riempimento dei collettori con la portata di progetto, che deve essere inferiore al 70 ÷ 80%;
- k. modifica del diametro del collettore se si ha esito negativo al precedente punto;
- l. verifica della velocità V_c corrispondente alla portata critica, che deve risultare compresa entro i limiti 0,5 ÷ 6 m/s;
- m. modifica delle pendenze del collettore nel caso di velocità troppo elevate, ovvero troppo basse.

Tipo di materiale	n [s/m ^{1/3}]	k_s [m ^{1/3} /s]
Plastica (PVC, PE e Vetroresina)	0,009	110
Calcestruzzo <i>liscio</i>	0,013	75
Calcestruzzo <i>grezzo</i>	0,017	60
Acciaio (<i>flangiato</i> o <i>saldato</i>)	0,012	85
Gres ceramico (Fibrocemento e Ghisa <i>sferoidale</i>)	0,014	70

Applicando la procedura sopradescritta è stato eseguito il dimensionamento dei collettori ed i risultati ottenuti sono riportati nelle seguenti tabelle.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

TRONCO	TRATTO	Asc	ϕ	i	L	De	Di	Ks	Vu	te
		[ha]	[-]	[m/m]	[m]	[m]	[m]	[m ^{1/2} /sec]	[m/sec]	[min]
		area scolante	coeff. Afflusso	pendenza condotta	lunghezza condotta	diametro esterno	diametro interno	coeff. Scabrezza	velocità moto uniforme	tempo immissione
AREA URBANA	strada urbana e rotatoria	0,218	0,90	0,002	192,00	0,500	0,430	100	0,910	15
	parcheeggio auto	1,002	0,90	0,002	290,00	0,710	0,620	100	1,161	15
tr	tc	hc	ic	Qc	F	α	h	A	v	h/D
[min]	[min]	[mm]	[mm/h]	[l/sec]	[-]	[rad]	[m]	[mq]	[m/sec]	[%]
tempo di rete	tempo corrivazione	altezza critica pioggia	intensità critica	portata critica	funzione ometetica	angolo riempimento	tirante idrico in condotta	area sez. bagnata in condotta	velocità in condotta	grado di riempimento
1,407	16,407	29,464	107,751	58,69	124,590	2,289	0,126	0,036	1,65	29,33
1,665	16,665	29,464	106,082	265,82	212,661	3,740	0,401	0,207	1,29	64,73

Come si vede le condotte, con una pendenza dello 0,2%, hanno un sufficiente franco idraulico e velocità di flusso adeguate.

Per garantire il funzionamento a gravità in qualunque punto della rete, il collettore finale deve poter scaricare ad una quota superiore a 6 m slm (quota di fondo delle casse di compenso).

Analizzando i profili di ciascuno dei due tratti è possibile verificare quanto segue:

tratto strada urbana e rotatoria			
	Quota estradosso condotta	Quota piano stradale	ricoprimento
Sezione finale (sbocco)	6,50 m slm	8,00 m slm	1,50 m
Sezione iniziale	6,85 m slm	8,50 m slm	1,65 m

tratto parcheggio auto			
	Quota estradosso condotta	Quota piano stradale	ricoprimento
Sezione finale (sbocco)	6,70 m slm	9,00 m slm	2,30 m
Sezione iniziale	7,30 m slm	9,00 m slm	1,70 m

Dalle a precedenti tabella è possibile verificare che i franchi di sicurezza sui collettori longitudinali sono sufficienti in ogni tratto.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI CRESPINA LORENZANA (PI)	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		

CAPITOLO 4 – FOGNATURA NERA

All'interno del comparto sarà realizzata una nuova rete fognaria secondo le caratteristiche descritte nella documentazione progettuale di dettaglio a cui si rimanda per ogni specifica.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI CRESPINA LORENZANA (PI)	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		

CAPITOLO 5 – RETE IDRICA

All'interno del comparto sarà realizzata una nuova canalizzazione in ghisa sferoidale di adduzione dell'acqua del diametro di 150 mm. La condotta sarà dotata di saracinesche di sezionamento e di un pozzetto collegato con la fognatura bianca per il lavaggio della tubazione. Il nuovo impianto sarà allacciato alla canalizzazione esistente che si trova lungo la via Lavoria. Le specifiche tecniche, descrizione dei materiali e caratteristiche dimensionali della rete sono desumibili dai disegni di progetto.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

CAPITOLO 6 – RETE TELEFONICA E TRASMISSIONE DATI

Lungo le strade di nuova realizzazione sarà posizionato ad una profondità di cm 70/90, come da specifiche Telecom, n.1 tubo diametro ϕ 125 mm.

Lungo la tubazione saranno posti in opera dei pozzetti prefabbricati in cls aventi dimensioni di 60x60 cm e 60x120 cm, coperti da chiusini in ghisa carrabili. Saranno inoltre posizionate le colonnine multifunzionali per la terminazioni delle reti ibride.

Nel rispetto dell'art. 40 della L. 01/08/2002, n°166, il nuovo tratto stradale sarà dotato di un polifora composta da n°6 tubi ϕ 50 mm in grado di accogliere i cavidotti per reti di telecomunicazioni.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

CAPITOLO 7 – RETE DISTRIBUZIONE ENERGIA ELETTRICA

L'elettrificazione del comparto comporta la costruzione di una nuova cabina, in quanto vi è la necessità di potenziare la zona di intervento. La distribuzione dell'energia elettrica sarà effettuata attraverso la stesa di un corrugato a doppia parete del diametro ϕ 125. Le specifiche tecniche, descrizione dei materiali e caratteristiche dimensionale della rete sono desumibili dai disegni di progetto.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI CRESPINA LORENZANA (PI)	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		

CAPITOLO 8 – ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Il progetto prevede la realizzazione dell'illuminazione pubblica sia della strada extraurbana, sia di quella urbana che dei parcheggi pubblici lungo via Lavoria. Per le caratteristiche della rete si rinvia agli elaborati di dettaglio.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI CRESPINA LORENZANA (PI)	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		

CAPITOLO 9 – RETE DISTRIBUZIONE GAS

Non è prevista la necessità di dotare il comparto di una rete di distribuzione del gas.

Progetto:	23P08	CITTADELLA DELLA LOGISTICA PDC CON CONTESTUALE VARIANTE AGLI STRUMENTI URBANISTICI	Techbau Engineering & Construction 
Rev.:	00		
Data:	2024/03/20		
CRESPINA LORENZANA (PI)			

CAPITOLO 10 – ANDAMENTO DEI LAVORI E PRECISAZIONI

10.1 – Andamento dei lavori

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le lavorazioni e provviste occorrenti per la realizzazione dell'opera come di seguito sommariamente descritta:

- a) sistemazione delle aree come da elaborati grafici allegati e comunque per rendere le opere ultimate e funzionali, salvo più precise indicazioni che potranno essere impartite dalla D. L.;
- b) scavi di sbancamento;
- c) scavi a sezione obbligata;
- d) sistemazione e smaltimenti dei materiale di risulta;
- e) realizzazioni dei tracciati stradali;
- f) canalizzazione impianti;
- g) pavimentazioni;
- h) realizzazione del ponte per l'attraversamento del canale Antifossetto.

Tutto ciò che qui fosse stato omissis, ma che è riportato più dettagliatamente nel computo metrico estimativo o che la Direzione Lavori richiedesse nel corso dei lavori stessi. Dalla comunicazione di fine dei lavori il Soggetto attuatore, per la durata di un anno, dovrà:

1. provvedere alla manutenzione straordinaria ed ordinaria dei piani viari e delle fognature;
2. provvedere alla manutenzione straordinaria del verde.

Al termine del periodo sopra indicato sarà effettuato il relativo sopralluogo, con verbale di presa in carico definitivo dall'Amministrazione comunale delle opere indicate negli elaborati grafici, se il collaudo darà esito positivo.

10.2 – Andamento dei lavori

I rilievi planoaltimetrici dell'area interessata dai lavori dovranno essere oggetto di verifica e controllo da parte dell'impresa esecutrice.

I terminali degli impianti dovranno essere raggruppati e disposti secondo le indicazioni della Direzione ai Lavori. La presente prescrizione ha l'obiettivo di eliminare l'inquinamento visivo che deriva dalla "casualità" della messa in opera di vani contatori, "madonnine" e quant'altro che faccia parte degli impianti.

Il progettista
Ing. Luca Della Santina