

Città Metropolitana
di Firenze

ACCORDO QUADRO PER SERVIZI DI
INGEGNERIA RELATIVI A NUOVE OPERE E
MANUTENZIONE DEL PATRIMONIO STRADALE
DI PROPRIETÀ E IN GESTIONE ALLA
CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE
Lotto 3 - Empolese e Valdelsa

S.P. 72 km 7+400
INTERVENTI DI REGOLAZIONE
IDRICA STRADALE

Progetto Definitivo

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

NOME FILE						SCALA	DATA	ELABORATO N. 3.1.1
2422	DXX	IDR	001	A	—		AGOSTO 2022	
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE				REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	AGOSTO 2022	Emissione				ANDROUTSOPOULOS	ANDROUTSOPOULOS	BILIA

GRUPPO DI LAVORO

SMART ENGINEERING
Ing. Lavinia BILIA
O. Ing. Lucca n. 1005
Sezione A - N° 1.005
Coordinamento sicurezza
Ing. Athanassios A. ANDROUTSOPOULOS
O. Ing. Pisa n. 3544

STUDIO TECNICO
Ing. Giuseppe LORENZO
O. Ing. Firenze n. 3431


HYDRO GEA VISION
Dott. Geol. Massimo PELLEGRINI
O. Geol. Toscana n. 418

SMART ENGINEERING
Ing. Lavinia PISTONESI
O. Ing. Pisa n. 3645

SMART ENGINEERING
Ing. Lavinia BILIA
O. Ing. Lucca n. 1005
Sezione A - N° 1.005
Ing. civile trasporti

Responsabile Unico del Procedimento
Dott. Arch. Riccardo Maurri

Direttore dell'Esecuzione del Contratto
Dott. Ing. Luigi Mastroiaco

	<p>AQ servizi di ingegneria relativi a nuove opere e manutenzione patrimonio stradale di proprietà e in gestione a CMF – Lotto 3 S.P. 72 km 7+400 Interventi di regolazione idrica stradale PROGETTO DEFINITIVO</p>	<p>Relazione idrologico- idraulico</p>
---	---	--

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	4
3	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO	6
4	ANALISI IDROLOGICA.....	7
5	DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI DRENAGGIO	9
5.1	Pozzetti di scarico.....	9
5.2	Determinazione della capacità di smaltimento	10
5.3	Portate di progetto.....	11
5.4	Portate di progetto per i bacini determinati.....	11
5.5	Dimensionamento degli elementi di margine.....	12
5.6	Dimensionamento degli elementi di convogliamento	13
6	CONDOTTA DI SCARICO	16

1 PREMESSA

La presente relazione idrologico-idraulica descrive la metodologia e le verifiche eseguite per la caratterizzazione sia idrologica del sito di intervento che per il corretto funzionamento degli elementi idraulici dell'opera. In particolare, oltre ad un sistema di cunette e collettori per il convogliamento delle acque di piattaforma si prevede la necessità di una tubazione di diametro importante a cui è affidato il compito di scaricare, oltre alle suddette acque di piattaforma, anche quelle intercettate dalla strada. Il recapito finale è il Borro del Grillaio, un corso d'acqua classificato dal reticolo idrografico della Regione Toscana con il codice MV36155.

L'intervento è di regolazione idrica stradale al km 7+400 della S.P. 72, nel Comune di Lastra a Signa nella Città Metropolitana di Firenze.

Per una corretta individuazione del sito (Lat. 43.713195°, Long. 11.068069°), si riporta in Figura 1 un'immagine satellitare e in Figura 2 la cartografia dell'area interessata.

La S.P. 72 si sviluppa in territorio collinare e presenta un andamento plano-altimetrico vario; il tratto di intervento è caratterizzato dalla presenza di un sistema di regimazione delle acque meteoriche poco efficiente con la conseguenza che le stesse giungono nei recapiti posti a valle in modo non controllato.

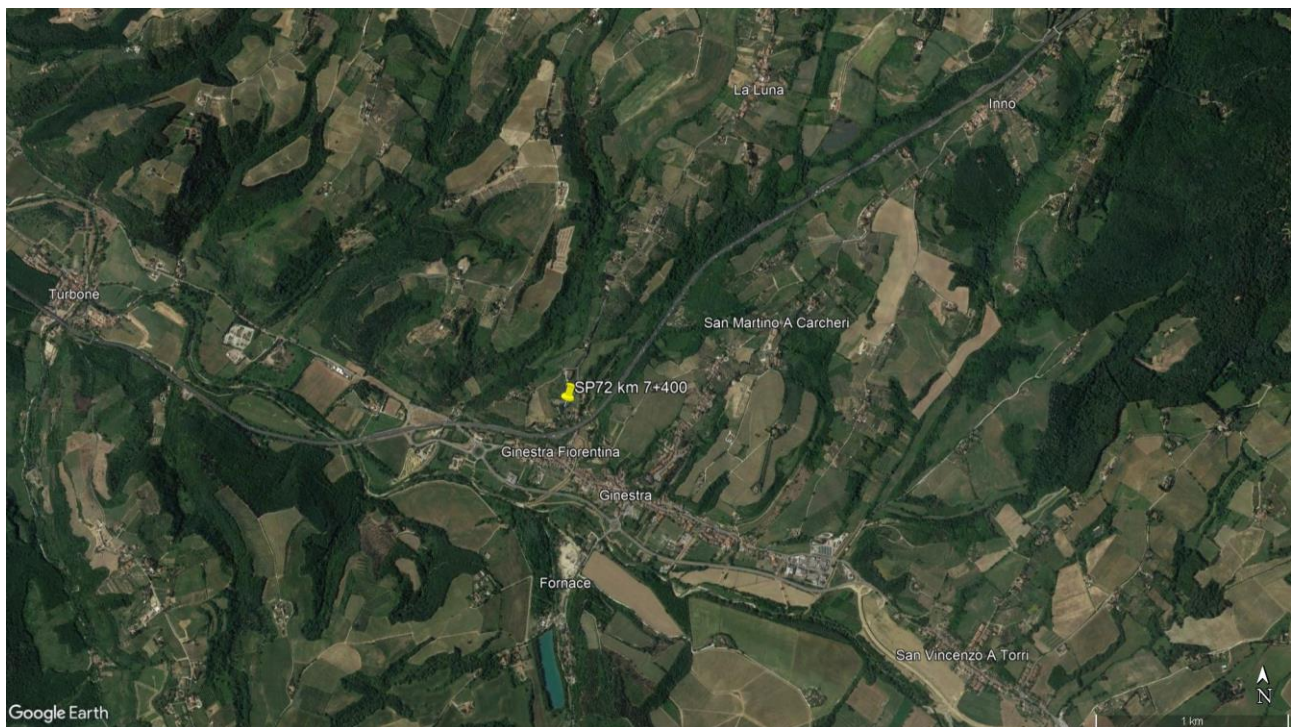



Figura 1: Inquadramento - Immagine satellitare



	<p>AQ servizi di ingegneria relativi a nuove opere e manutenzione patrimonio stradale di proprietà e in gestione a CMF – Lotto 3 S.P. 72 km 7+400 Interventi di regolazione idrica stradale PROGETTO DEFINITIVO</p>	<p>Relazione idrologico- idraulico</p>
---	---	--

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Per quanto riguarda gli aspetti contrattuali, si è fatto riferimento ai seguenti riferimenti legislativi:

- D. Lgs. n° 50 del 18 Aprile 2016 “Codice dei contratti pubblici”
- D.P.R. n° 207 del 5 Ottobre 2010 “Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163”
- D.L. n° 32 del 18 Aprile 2018 “Disposizioni urgenti per il rilancio del settore dei contratti pubblici, per l’accelerazione degli interventi infrastrutturali, di rigenerazione urbana e di ricostruzione a seguito di eventi sismici”

Per ciò che concerne la progettazione stradale, gli attuali riferimenti normativi (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (DM 05/11/2001, prot. n. 6792) non sono da considerarsi cogenti per il fatto che, per quanto previsto dall’Art.4 (“Ove si proceda ad interventi riguardanti la rettifica di strade esistenti per tratti di estesa limitata, il rispetto delle presenti norme, previa idonea sistemazione delle zone di transizione, è condizionato alla circostanza che detto adeguamento non determini pericolose ed inopportune discontinuità”), è esclusa l’applicazione della norma in questione nel caso si sia in presenza di interventi su viabilità esistenti per tratti di estensione limitata come quello in oggetto.

Tutto ciò premesso il progettista ha comunque ritenuto di considerare i contenuti delle succitate norme come riferimento, ove possibile, per una corretta progettazione.


È stato inoltre fatto riferimento alle seguenti normative sulla sicurezza stradale:

- D.L. n° 285 del 30 Aprile 1992 “Nuovo Codice della Strada”
- D.P.R. n° 495 del 16 Dicembre 1992 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada”
- D.M. Infr. e Trasp. del 22 Aprile 2004 “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n° 6792, recante ‘Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade”
- D.M. Infr. e Trasp. del 21 Giugno 2004 “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale”
- D.M. Infr. e Trasp. del 25 Agosto 2004 “Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”

Per quanto concerne gli aspetti ambientali, si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- D. Lgs. n° 152 del 3 Aprile 2006 “Norme in materia ambientale”
- D. Lgs. n° 4 del 16 Gennaio 2008 “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. 3 Aprile 2006, n° 152, recante norme in materia ambientale”

<p>Nome file: 2422DXXIDR001A_Relazione idrologico-idraulica.docx</p>				<p>Ing. Lavinia PISTONESI</p>	<p>4/17</p>
--	---	---	--	-----------------------------------	-------------

	<p>AQ servizi di ingegneria relativi a nuove opere e manutenzione patrimonio stradale di proprietà e in gestione a CMF – Lotto 3</p> <p>S.P. 72 km 7+400</p> <p>Interventi di regolazione idrica stradale</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>	<p>Relazione idrologico- idraulico</p>
---	--	--

- D.M. Amb. del 27 Settembre 2010 “Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti del decreto del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio 3 agosto 2005”
- D.M. Amb. del 24 Giugno 2015 “Modifica del decreto 27 Settembre 2010, relativo alla definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica”

La progettazione e verifica strutturale degli interventi sono state condotte ai sensi del DM Infr. e Trasp. 17 Gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” e della relativa “Circolare Esplicativa 21 Gennaio 2019 n° 7/C.S.LL.PP.”.

Per quanto non specificato nel DM Infrastrutture 17 gennaio 2018 è stato fatto riferimento ad altre normative di comprovata affidabilità ed in particolare:

- D.M. del 9 Gennaio 1996 “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”
- Circ. Min. LL.PP. del 15 Ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C. “Istruzioni per l’applicazione delle ‘Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M. 9 Gennaio 1996”
- D.M. del 16 Gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”
- Circ. Min. LL.PP. del 4 Luglio 1996, n. 156 AA.GG./S.T.C “Istruzioni per l’applicazione delle ‘Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi’ di cui al decreto ministeriale 16 Gennaio 1996”
- “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive” del Febbraio 2008 - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni”
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1
- UNI EN 1992-1-1:2005 “Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici”
- D.M. del 11 Marzo 1988: “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di fondazione”
- Circolare LL.PP. n° 30483 del 24 Settembre 1988: “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”

<p>Nome file: 2422DXXIDR001A_Relazione idrologico-idraulica.docx</p>				<p>Ing. Lavinia PISTONESI</p>	<p>5/17</p>
--	---	---	--	-----------------------------------	-------------

3 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO

Si riporta in Figura 3 l'estratto dalle mappe di pericolosità e di rischio dal PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) 2021-2027 aggiornato dall'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale con l'indicazione del luogo oggetto di intervento, mentre in Figura 4 la legenda del PGRA.

La classificazione della pericolosità si articola nei seguenti gradi:

- P1 – L: alluvioni rare, vale a dire che si verificano per eventi con tempo di ritorno fino a 500 anni;
- P2 – M: alluvioni poco frequenti, vale a dire che si verificano per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni;
- P3 – H: alluvioni frequenti, vale a dire che si verificano per eventi con tempo di ritorno minore di 50 anni.

Dall'estratto, si evidenzia che sono presenti aree a pericolosità P3 ma in un tratto del Borro del Grillaio a valle della zona di intervento. Pertanto la zona non risulta essere soggetta a pericolosità idraulica.

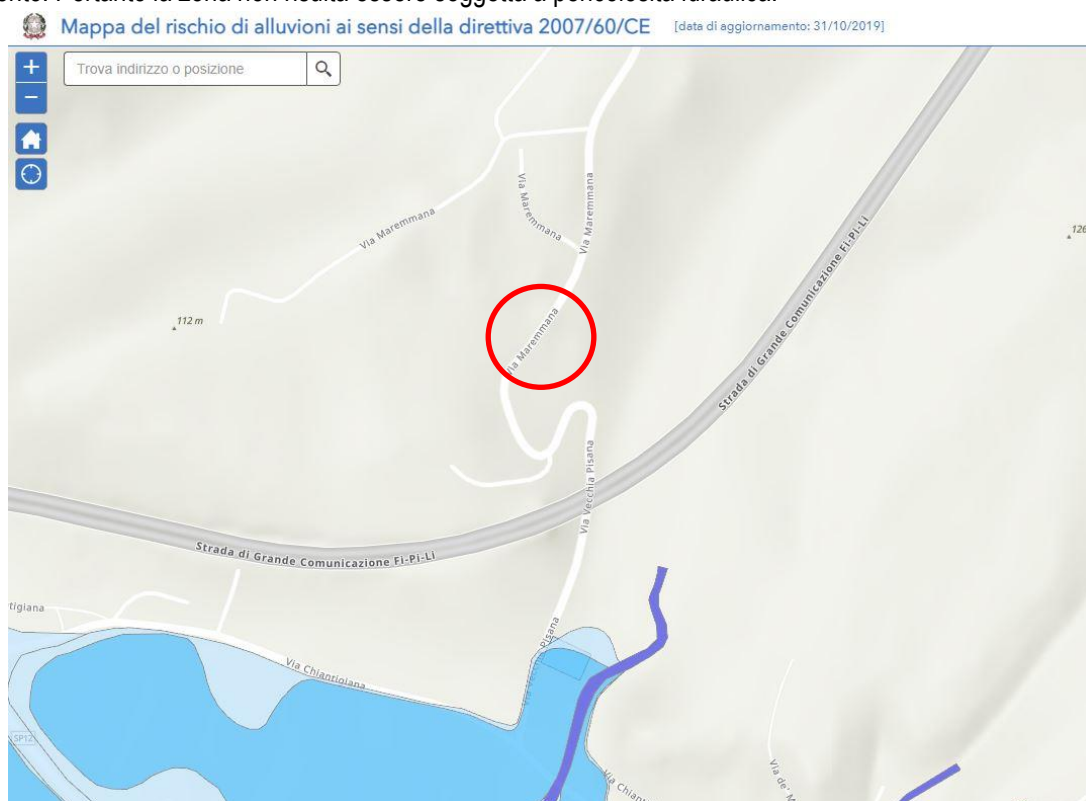


Figura 3 – Inquadramento dell'opera nel PGRA

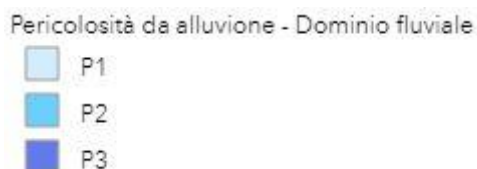


Figura 4 – Legenda del PGRA



4 ANALISI IDROLOGICA

Per la determinazione della pioggia di progetto per i diversi tempi di ritorno sono stati utilizzati i valori ricavati dalle elaborazioni del Settore Idrologico e Geologico Regionale (SIR) della Regione Toscana, per i tempi di ritorno di 20, 50 e 200 anni. Si riporta in Figura 5, Figura 6 e Figura 7 la LSPP per i tempi di ritorno rispettivamente di 20, 50, 200 anni mentre in Tabella 1 il riassunto in forma tabellare delle LSPP.

TEMPO DI RITORNO in ANNI	DURATA PIOGGIA in ORE		
20	1h		
STAZIONI	LAT	LON	AREE
	4842153	1666668	

H = 46.25 [mm] altezza di pioggia (a = 46.25200, n = 0.23857)



Figura 5 – Estratto da SIR per TR pari a 20 anni

TEMPO DI RITORNO in ANNI	DURATA PIOGGIA in ORE		
50	1h		
STAZIONI	LAT	LON	AREE
	4842153	1666668	

H = 55.65 [mm] altezza di pioggia (a = 55.65000, n = 0.25457)

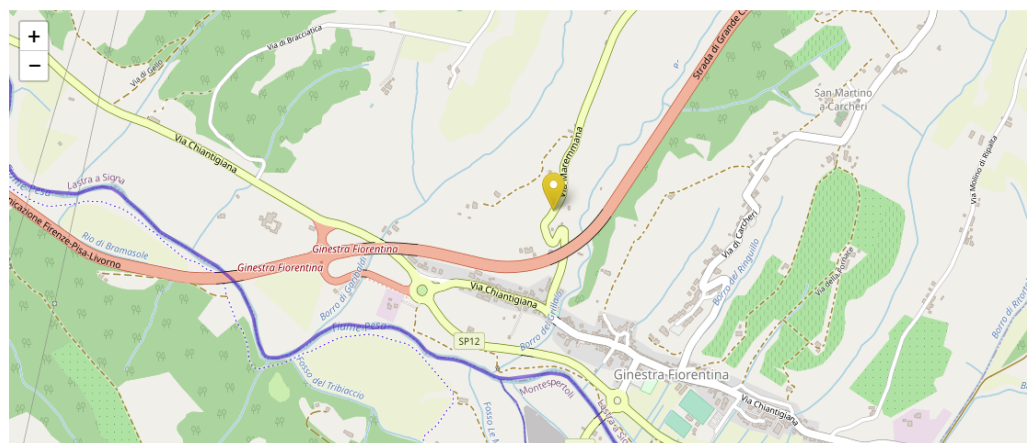


Figura 6 – Estratto da SIR per TR pari a 50 anni

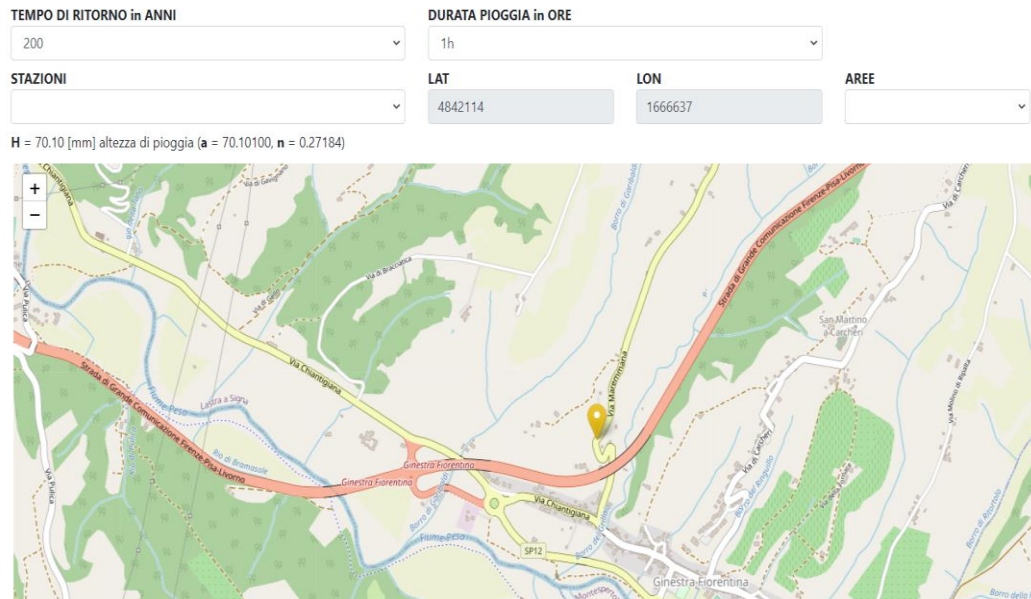


Figura 7 – Estratto da SIR per TR pari a 200 anni

TR	20	50	200
a	46.252	50.375	70.101
n	0.23857	0.24615	0.27184

Tabella 1 – Valori di a ed n in funzione del tempo di ritorno.

Nel caso specifico, trattandosi di superfici con tempi di corrivazione inferiori all'ora, tempi che definisco la durata critica dell'evento meteorico, è necessario utilizzare la "Metodologia di Bell" per ricavare i coefficienti della curva di Probabilità Pluviometrica

Studi condotti sul territorio degli Stati Uniti ed in Australia e studi paralleli in Unione Sovietica, hanno evidenziato come il rapporto tra le altezze di durata molto breve e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località.

A partire dalla massima pioggia di durata oraria, si ottengono le corrispondenti altezze di precipitazione di durata pari a frazioni di ora mediante l'utilizzo di un opportuno coefficiente riduttivo. Tale coefficiente può essere assunto sulla base delle indicazioni disponibili in letteratura tecnica, supportate da ricerche svolte su alcune stazioni di misura italiane appartenenti ad aree pluviometriche con diverse caratteristiche, in particolare il pluviografo di Milano-Monviso, riportato in Tabella 2.

Durata [min]	1	2	3	4	5	10	15	30	45
Coefficiente riduttivo [-]	0.151	0.178	0.215	0.241	0.304	0.449	0.568	0.7	0.799

Tabella 2 – Coefficienti del pluviografo Milano-Monviso

5 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI DRENAGGIO

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale devono garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione stradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali alle carreggiate.

Per tutta la lunghezza dell'intervento la sezione stradale è a mezza costa e il convogliamento delle acque di piattaforma avviene o nella parte interna della sezione o nella parte esterna e coinvolge entrambe le corsie di transito.

Il sistema di smaltimento delle acque previsto è di tipo aperto, vale a dire che il recapito delle acque di piattaforma avviene direttamente nei ricettori finali.

. Esso prevede:

- Nei casi in cui il convogliamento avviene nella parte interna della sezione si considera come sezione defluente quella individuata dalla cunetta alla francese del muro di controripa, per le cui dimensioni si rimanda agli elaborati grafici specifici. Con un certo interasse sono predisposte delle caditoie che, per mezzo di un collettore in PP DN 500 con pendenza dell'1% che attraversa la piattaforma stradale, scaricano in collettore PEAD DN 500 posizionato nell'arginello;
- Nel caso in cui il convogliamento avviene nella parte esterna invece si predispone una cunetta alla francese delle medesime dimensioni di quella del muro di controripa che scarica nel collettore PEAD DN 500 collocato nell'arginello.

Sono stati scelti collettori di dimensioni così importanti perché viste le importanti pendenze sia dei versanti che della strada avviene che si crei, durante gli eventi piovosi più intensi, un corso d'acqua lungo la strada. Pertanto, i collettori e i pozzetti previsti hanno il compito di convogliare anche l'acqua dei versanti.

Per i 40 m di intervento più a valle si prevede l'utilizzo di una canaletta mezzo tubo in cls $\varnothing 500$ da collocarsi sopra il muro di controripa con la creazione di un nuovo fosso di guardia a monte.

Verrà inoltre riprofilato il fosso di guardia a valle della piattaforma con altezza di 50 cm, base di 50 cm e pendenza delle scarpe pari a 1.

Infine, si prevede l'utilizzo di una condotta $\varnothing 800$ interno che convogli tutte le acque intercettate che quindi verranno scaricate nel Borro del Grillaio.

5.1 Pozzetti di scarico

Come espresso precedentemente, sono stati individuati dei pozzetti nei quali incanalare le acque derivanti dai versanti che, una volta giunti sulla strada, scorrono su di essa. Sono stati riconosciuti quindi 3 bacini, riportati in Figura 8 nei quali sono stati posizionati i collettori di attraversamento in PP. Si riporta in Tabella 3 le aree relative ai 3 bacini di interesse.

	Area [ha]
B1	1.2
B2	1.10
B3	1.13

Tabella 3 – Area dei bacini individuati

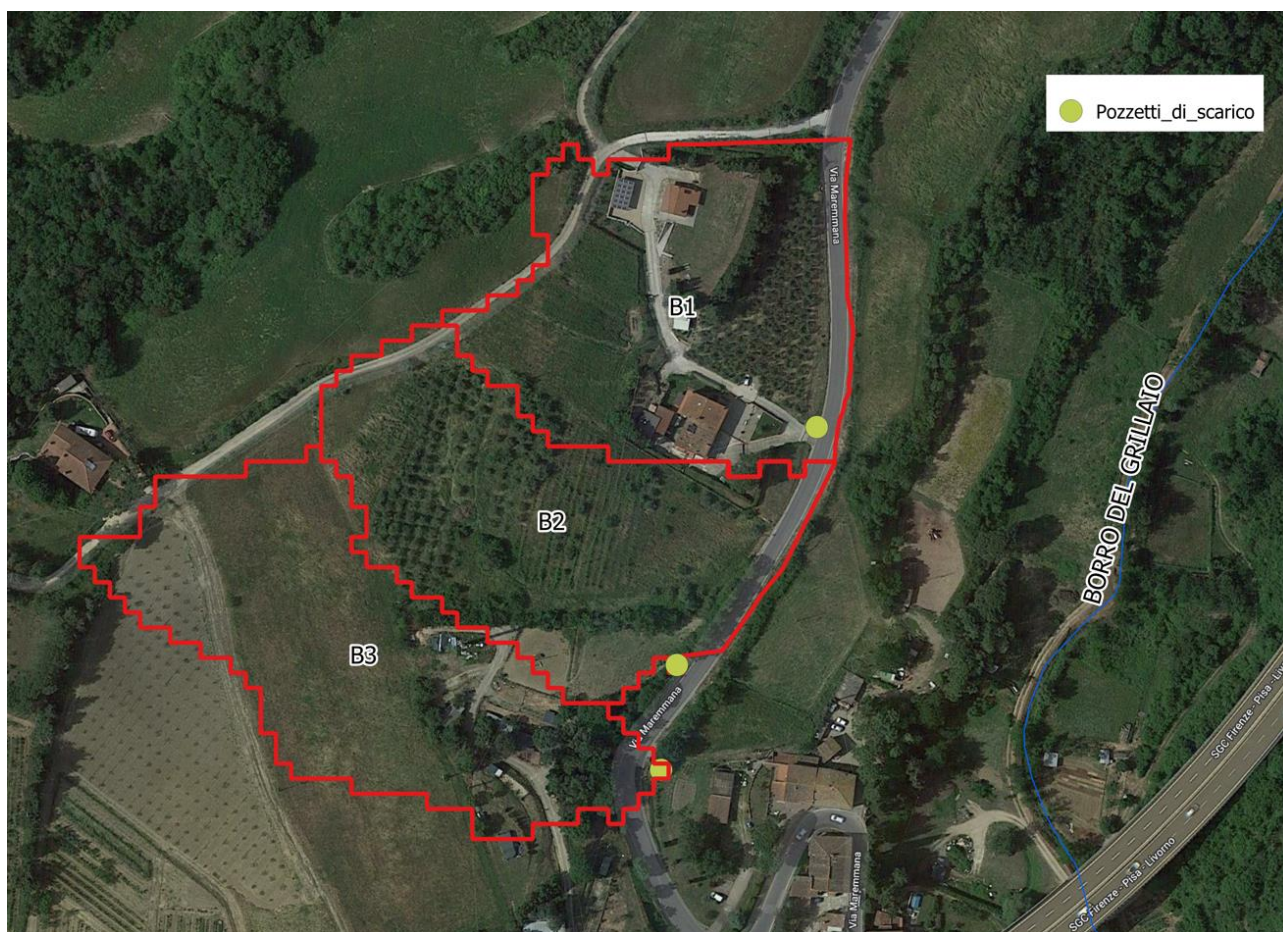


Figura 8 – Bacini afferenti ai pozzetti individuati

5.2 Determinazione della capacità di smaltimento

La definizione della capacità di smaltimento di ciascuna opera è stata effettuata mediante l'espressione di Chezy:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{Ri}$$

nella quale:

Q (m³/s) è la portata;


A (m²) è l'area della sezione utile di deflusso;

R (m) è il raggio idraulico;

i (-) è la pendenza del canale.

Per quel che riguarda il coefficiente χ è stata adottata l'espressione di Gauckler - Strickler:

$$X = K_s \cdot R^{1/6}$$

	<p>AQ servizi di ingegneria relativi a nuove opere e manutenzione patrimonio stradale di proprietà e in gestione a CMF – Lotto 3 S.P. 72 km 7+400 Interventi di regolazione idrica stradale PROGETTO DEFINITIVO</p>	<p>Relazione idrologico- idraulico</p>
---	---	--

dove K_s rappresenta la scabrezza posta pari a $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per superficie asfaltata e cementata, a $100 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per superficie in PP e PEAD e a $35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per i canali in terra.

5.3 Portate di progetto

Per il calcolo delle portate, relative a ciascun tronco della rete di drenaggio delle acque di piattaforma, si è proceduto con il metodo cinematico o metodo della corrivazione, secondo la formula:

$$Q = \frac{\varphi i S}{360}$$

in cui:

Q = portata al colmo di piena (m^3/s);

φ = valore del coefficiente di deflusso medio del bacino;

i = intensità di pioggia pari al tempo di corrivazione t_c (mm/h);

S = superficie del bacino (ha).

Il tempo di corrivazione è stato calcolato utilizzando una delle formule empiriche proposte nel testo pubblicato dal Centro Studi Deflussi Urbani “Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione” edizione Hoepli.

Questo può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fino alla sezione di chiusura. In particolare, individuata la rete e i sottobacini relativi a ciascun tronco, il tempo t_c è dato dalla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui t_a è il tempo di accesso alla rete e relativo al sottobacino drenato dal condotto posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e t_r è il tempo di rete, ovvero il tempo che impiega la massima portata a percorrere la canalizzazione, nelle condizioni di moto uniforme, per giungere alle sezioni di interesse.

Il tempo di accesso della rete è di incerta determinazione, variando con la pendenza media del bacino, la natura dello stesso e il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché dell'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto. Tuttavia, il valore assunto normalmente nella progettazione è sempre stato compreso tra i 5 e i 15 minuti. Essendo l'area di minore estensione, più attrezzata e di maggiore pendenza è stato adottato il valore più cautelativo pari a 5 minuti (“Sistemi di Fognatura Manuale di Progettazione”, edizione Hoepli). Per i singoli bacini è stato assunto pari a 10 minuti, mentre per la condotta in uscita che convoglia le acque dell'intero intervento pari a 15 minuti.

I valori dei parametri della curva di possibilità climatica sono quelli riportati nel paragrafo 4 con riferimento ad un tempo di ritorno di 20 anni per la piattaforma stradale, 50 anni per i presidi idraulici e 200 anni per la condotta finale.

I valori assegnati ai coefficienti di deflusso φ_i sono stati valutati in relazione alle caratteristiche delle aree drenanti. Nello specifico per la piattaforma stradale si è scelto di utilizzare un coefficiente di deflusso pari a 1, valore in linea con quanto indicato dalla letteratura tecnica per le “pavimentazioni asfaltate”.

5.4 Portate di progetto per i bacini determinati

Per determinare l'area interessata dai bacini è stato necessario l'utilizzo dei Modelli Digitali del Terreno (DTM). Nello specifico si è adottato un DTM ricavato dalle curve di livello e dai punti quotati della CTR 2k messa a disposizione dalla Regione Toscana ed elaborato mediante il software Qgis 3.12 e Autodesk AutoCAD Civil 3D.

Vista la ridotta estensione dei bacini, per la piovosità è stata utilizzata la medesima riportata nel paragrafo 4.

<p>Nome file: 2422DXXIDR001A_Relazione idrologico-idraulica.docx</p>	<p>SMART ENGINEERING</p>	<p> STUDIO TECNICO</p>	<p>HYDRO GEA VISION</p>	<p>Ing. Lavinia PISTONESI</p>	<p>11/17</p>
--	-------------------------------------	---	---	-----------------------------------	--------------

La stima delle portate è stata eseguita adottando il metodo razionale, secondo il quale la massima portata derivante da un certo evento è quella generata da una pioggia di durata equivalente al tempo di corrivazione. Vista la ridotta dimensione degli stessi si è adottato il tempo di corrivazione come riportato in 5.3

La portata stimata secondo il metodo razionale è espressa:

$$Q_{MAX} = 0.278 \frac{\psi h S}{T_c}$$

Nella quale:

- Ψ è il coefficiente di afflusso, valutato caso per caso in base alla percentuale di terreno impermeabile. Assumendo un valore pari ad 1 per aree impermeabili e 0.3 per aree a verde, si riportano in Tabella 4 i valori scelti;
- h è l'altezza di pioggia di durata pari a T_c espressa in mm. Visto che i bacini sono di estensione limitata e che i tempi di corrivazione risultano essere minori un'ora, è stata calcolata prendendo come riferimento l'altezza di pioggia oraria e quindi applicando le indicazioni del paragrafo 4;
- S è la superficie dei bacini espressa in kmq;
- T_c è il tempo di corrivazione espresso in ore.

Si riporta in Tabella 5 il riassunto delle portate di progetto per ogni elemento in esame. Si ricorda che per il tratto a valle che convoglia le acque dei bacini si è adottata la pioggia con tempo di ritorno di 200 anni.

	Coeff. deflusso [-]
B1	0.70
B2	0.30
B3	0.50

Tabella 4 – Coefficiente di deflusso dei vari bacini

	h_{1h} [mm]	Area [kmq]	Tempo di corrivazione [h]	Coefficiente riduttivo	Coefficiente di deflusso	Q [mc/s]
B1	55.65	0.0120	0.167	0.449	0.7	0.350
B2	55.65	0.0110	0.167	0.449	0.3	0.138
B3	55.65	0.0113	0.167	0.449	0.5	0.235
Tratto a valle	70.1	0.0343	0.25	0.568	0.5	0.759

Tabella 5 – Portate determinate per ogni elemento in progetto

5.5 Dimensionamento degli elementi di margine

Le condizioni di deflusso idrico lungo il margine stradale sono determinate dalle pendenze longitudinali e trasversali del corpo stradale; tali parametri individuano, quindi, la capacità di deflusso che può essere raggiunta lungo il ciglio. La capacità idraulica lungo il margine stradale è limitata dalla larghezza massima ammissibile per il velo idrico in piattaforma che non deve interessare in alcun modo la parte carrabile della piattaforma stradale.

Il dimensionamento consiste nello stabilire l'interasse tra le caditoie grigliate. Questo si ricava rapportando la capacità idraulica del margine stradale all'apporto meteorico specifico, ovvero alla stima della portata meteorica afferente per metro

lineare di piattaforma stradale; dagli esiti di tale raffronto si ricava l'interasse massimo al quale devono porsi le caditoie grigliate connesse alle tubazioni per evitare il rischio che il deflusso idrico possa interessare anche il traffico veicolare:

$$\text{Interasse} = Q/q_0$$

La massima portata defluente dalla falda piana (superficie stradale scolante) per unità di lunghezza è data dalla relazione:

$$q_0 = \phi b i = \phi b a t^{n-1}$$

dove:

- b (m) è la larghezza della falda,
- ϕ il coefficiente di deflusso,
- i (mm/h) l'intensità critica di pioggia.
- Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 1

In particolare, si è considerata come sezione defluente quella delimitata dalla cunetta alla francese con la minor pendenza riscontrata nel tratto, vale a dire il 6%. Si riporta il dettaglio della stessa nell'elaborato grafico dei particolari di piattaforma. Si riporta in Tabella 6 le verifiche eseguite per le diverse pendenze longitudinali di progetto. In tale tabella il risultato è il massimo interasse tra le caditoie in funzione della pendenza longitudinale della strada.

Pertanto, il massimo interasse tra le caditoie adottato in progetto è pari a 40 m.

Cunetta francese										
Pendenza	b	L max	ta	tc	A totale	coefficiente di deflusso	altezza di pioggia	Ks Gauckler-Strickler	tirante idrico	Qmax smaltibile
	m	m	ore	ore	m ²		mm		m	mc/s
0.06	6.5	49	0.08	0.08	317.75	1	14.06	70	0.1	0.0149

Tabella 6 – Verifica elementi di margine

5.6 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il sistema di drenaggio è come già detto funzionale all'allontanamento delle acque meteoriche dalla piattaforma, ed alla protezione delle carreggiate dalle acque ad essa afferenti.

Sono quindi individuabili tre parti fondamentali in cui è stato strutturato il sistema generale di drenaggio: esso ottempera alle funzioni di raccolta, trasferimento e recapito delle acque meteoriche.

Fanno parte degli elementi di raccolta che costituiscono il sistema primario le opere descritte nei paragrafi precedenti. Infatti, sono elementi continui, longitudinali alla carreggiata o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare la funzione di limitare i tiranti idrici in piattaforma a valori compatibili con la loro transitabilità, garantendo in tal modo la sicurezza dell'infrastruttura.

In questo capitolo si analizzano gli elementi di trasferimento e recapito. Essi rappresentano il sistema secondario ove scaricano gli elementi del sistema primario, garantendo la capacità necessaria per evitare i rigurgiti in piattaforma che andrebbero a compromettere l'aspetto connesso alla sicurezza dell'utenza; con tali elementi si garantisce anche il trasferimento delle acque raccolte verso i recapiti. Sono costituiti da canalizzazioni realizzate con collettori di diverse dimensioni.

Per il dimensionamento dei collettori della rete pluviale si è ipotizzato che nelle canalizzazioni si instauri il moto uniforme. Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata, dove possibile, la pendenza longitudinale stradale. Tutti i collettori sono stati considerati con un grado di riempimento pari all'75%.

Si riporta in Tabella 7 e Tabella 8 le verifiche eseguite rispettivamente per la canaletta mezzo tubo e per il fosso di guardia. La lunghezza della prima è pari a 38 m mentre per il fosso di guardia essa è coincidente con l'intero intervento, vale a dire 125 m. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto. Per il primo il tempo di corrivazione è stato assunto pari a 5 minuti mentre per il secondo 10 minuti.

Canaletta mezzo tubo ø500										
Pendenza	b m	L max m	ta ore	tc ore	A totale mq	coefficiente di deflusso	altezza di pioggia mm	Ks Gauckler- Strickler	tirante idirico m	Qmax smaltibile mc/s
0.06	30	249	0.08	0.083	7465.9	1	16.92	70	0.5	0.421

Tabella 7 – Verifica della canaletta mezzo tubo ø500

Fosso 50x50x50										
Pendenza	b m	L max m	ta ore	tc ore	A totale mq	coefficiente di deflusso	altezza di pioggia mm	Ks Gauckler- Strickler	tirante idirico m	Qmax smaltibile mc/s
0.06	30	2071	0.05	0.16	62126.69	1	16.92	35	0.28	1.752

Tabella 8 – Verifica del fosso di guardia 50x50x50

Per quanto riguarda invece i collettori PP essi convogliano le acque dei bacini su individuati e si riporta la verifica in Figura 9. Invece il collettore in PEAD DN 500 collocato nell'arginello è stato verificato sulla portata del tratto a valle in quanto, nella parte terminale, convoglia le acque di tutto l'intervento. La verifica si riporta in Figura 10

Dati di calcolo


D m = Diametro interno del canale
w % = Livello percentuale riempimento del canale
i m/m = Pendenza del canale
k = Coefficiente di scabrezza

Calcola

Reset

Q m³/s = Portata della condotta

Figura 9 – Verifica dei collettori in PP DN 500 di attraversamento

	<p>AQ servizi di ingegneria relativi a nuove opere e manutenzione patrimonio stradale di proprietà e in gestione a CMF – Lotto 3 S.P. 72 km 7+400 Interventi di regolazione idrica stradale PROGETTO DEFINITIVO</p>	<p>Relazione idrologico- idraulico</p>
---	---	--

Dati di calcolo

D m = Diametro interno del canale
w % = Livello percentuale riempimento del canale
i m/m = Pendenza del canale
k = Coefficiente di scabrezza

Calcola

Reset

Q m³/s = Portata della condotta

Figura 10 – Verifica del collettore in PEAD DN 500 collocato nell'arginello

6 CONDOTTA DI SCARICO

Come accennato in precedenza si prevede di scaricare sia le acque di piattaforma che quelle dei versanti intercettate dalla piattaforma stradale nel Borro del Grillaio.

Viste le notevoli pendenze della zona sarà necessario predisporre la tubazione di opere accessorie alla stabilità dei fronti di scavo e dei versanti per la cui verifica si rimanda agli elaborati geotecnici.

La tubazione è prevista in PEAD SN4 ø800 interno, ad esclusione del tratto tra i pozzetti P6 e P7 in cui, dato che l'andamento è quasi verticale si prevede di adottare una tubazione del medesimo diametro ma in acciaio con un blocco di ancoraggio in cls nel punto in cui la tubazione cambia pendenza in modo da garantirne la stabilità.

Per quanto riguarda la verifica al deflusso della tubazione si confronta la portata rinominata del "Tratto a valle" in Tabella 5 con quella smaltibile dalla tubazione alla minor pendenza prevista nel profilo, vale a dire allo 0.5%. Si riporta la verifica in Figura 11.

Si prevede inoltre la sistemazione a sifone dell'acquedotto interferente la tubazione di progetto, come indicato nella planimetria e nel profilo idraulico. Lo schema di risoluzione dell'interferenza si riporta in Figura 12.

Infine per lo sbocco nel Borro del Grillaio si prevede la predisposizione di una valvola a clapet nella tubazione di scarico e il rinforzo del fondo dell'alveo del Borro per una lunghezza di 5 m per mezzo di massi ciclopici cementati.

Dati di calcolo

D	<input type="text" value="0.8"/>	m	= Diametro interno del canale
w	<input type="text" value="75"/>	%	= Livello percentuale riempimento del canale
i	<input type="text" value="0.005"/>	m/m	= Pendenza del canale
k	<input type="text" value="100"/>		= Coefficiente di scabrezza

Q m³/s = **Portata della condotta**

Figura 11 – Verifica della tubazione di scarico

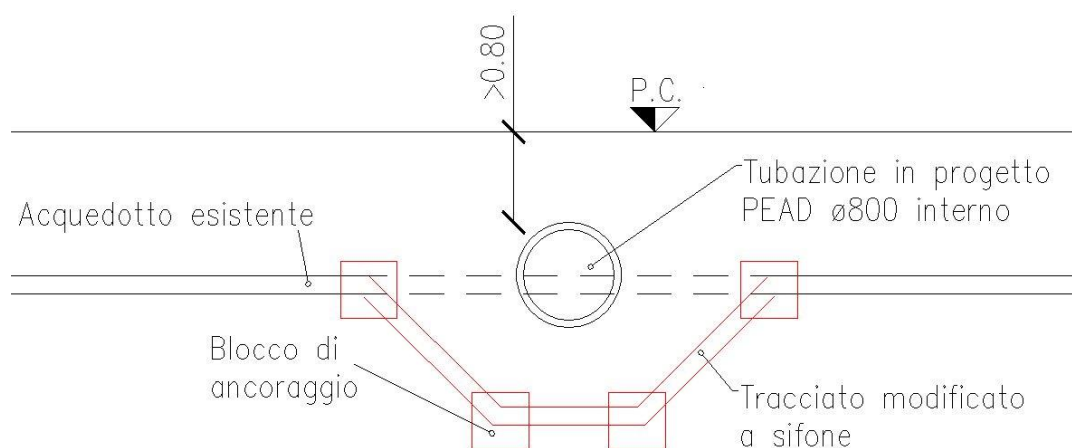


Figura 12 – Schema risoluzione interferenza acquedotto – Sezione fuori scala