



Comune di
Oristano

PROGETTO
DEFINITIVO - ESECUTIVO

Intervento viabilità di accesso
al centro intermodale
passeggeri di Oristano

PRIMO STRALCIO FUNZIONALE

Progettazione
Studio LLM Associati
via Alagon, 6b - 09127 Cagliari
tel. 070660869
e-mail studiomassalilliu@tiscali.it

Responsabile del procedimento
ing. Anna Luigia Foddi

data revisione

ottobre 2019

data emissione

agosto 2019

allegato

C

oggetto

relazione acque meteoriche

PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO
RELAZIONE SPECIALISTICA IDROLOGICA E IDRAULICA
RETE RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

SETTEMBRE 2019

INDICE

Premessa.....	3
Normativa di Riferimento.....	3
Drenaggio della Piattaforma Stradale.....	4
Stima della portata di deflusso dalla carreggiata.....	5
Dimensionamento delle cunette.....	6
Dimensionamento delle caditoie.....	7
Verifica idraulica passo delle caditoie.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Dimensionamento del punto di conferimento delle acque meteoriche.....	11

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

PREMESSA

La presente relazione idrologica e idraulica illustra lo studio delle acque meteoriche superficiali. Insieme agli specifici elaborato grafici, spiega inoltre i criteri e le modalità di calcolo adottati per il dimensionamento della rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche e degli elementi che la compongono.

La relazione di calcolo contiene:

- l'indicazione delle norme di riferimento;
- l'elencazione descrittiva particolareggiata di ogni parte della rete di raccolta e smaltimento;
- i procedimenti usati nella elaborazione per dedurre le grandezze di interesse.

La specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione sono contenute nell'elenco prezzi e nel capitolato speciale.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Norma UNI EN 1401-1 Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)
- UNI EN 124 Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti strada
- Decreto Ministeriale n. 2445 23 febbraio 1971 - Testo modificato secondo il D.M. n. 199 10 Agosto 2004 G.U. 25.08.2004, Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto. (G.U. 26-5-1971, n.132, supplemento)

Dal punto di vista dell'opera ingegneristica le macro categorie sulle quali è stata effettuata la progettazione sono in sostanza le due seguenti:

- a) Opere stradali;
- b) Opere di smaltimento acque meteoriche.

DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE

La rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche dal corpo stradale è stata progettata per captare la totalità delle acque piovane che cadono all'interno della carreggiata, incrementata per cautela di un coefficiente *maggiorativo* che tenga conto di eventuali altri apporti quali, ad esempio, le rotonde.

Come si evince dagli elaborati progettuali, la carreggiata è composta da corsie di 3.50 m e cunette laterali da 50 cm; la finitura superficiale è realizzata con tappettino d'usura in conglomerato bituminoso.

In sostanza la rete è articolata in due tratte principali e due secondarie lungo la viabilità in progetto. In tutte le tratte è previsto un sistema di raccolta composto con collettore centrale e griglie laterali. Le due rotonde scaricheranno principalmente sul terreno.

TRATTA A-B

Dalla rotonda (A) su via Renato Marroccu (SP70) alla rotonda (B) su via Ghilarza.

Questo tratto di tubazione segue, interrato a profondità costante, l'andamento naturale della strada finita e trova sbocco e scarico naturale (recapito) nell'ampio canale a sezione trapezia che corre fianco la stessa via Marroccu.

A causa della limitata profondità della sezione di recapito del canale, la tubazione sarà posata ad una quota abbastanza superficiale, per cui sarà necessario realizzare un getto di protezione con calcestruzzo, al fine di contrastarne il carico veicolare.

TRATTA B-C

Dalla rotonda (B) su via Ghilarza fino al Centro Intermodale.

Anche questo tratto di tubazione sarà posato secondo la pendenza della strada.

In questo caso le acque si dirigeranno verso il Centro Intermodale, in cui è presente un impianto di raccolta e trattamento delle acque meteoriche.

Precisamente il recapito sarà il pozzetto previsto subito a valle dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, che dispone di profondità tale da consentire che la tubazione in progetto arrivi con pendenza e profondità di posa adeguata ($i_{pendenza} > 0,5 \%$ e $h_{profondità} > 80$ cm sulla generatrice superiore del tubo).

Come detto l'acqua *ruscellante* sulla piattaforma sarà intercettata, raccolta e allontanata con un sistema di caditoie disposte lungo i margini della carreggiata, garantendo in tal modo un adeguato livello di sicurezza in termini di altezza del velo idrico e velocità di ruscellamento.

Il numero di caditoie previsto consentirà che il deflusso in cunetta, con riferimento al massimo tirante idrico:

- rimanga limitato all'altezza del marciapiede;
- rispetto alla massima larghezza in sommità della sezione bagnata, si possano evitare allagamenti che interessino ampie porzioni di corsia stradale.

STIMA DELLA PORTATA DI DEFLUSSO DALLA CARREGGIATA

Per il calcolo della portata da allontanare dalla strada, e quindi della portata che la rete deve essere in grado di ricevere, si è proceduto innanzitutto con l'analisi della intensità di precipitazione, ricavando i dati relativi dalle curve di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno.

In particolare, da tale analisi si è ottenuta una precipitazione per un tempo di ritorno $T_r = 20$ anni di massima intensità di durata oraria, con altezza h pari a circa 37,00 mm.

Dai rilievi condotti sul terreno e in base alle quote finali di progetto della strada e profilo altimetrico, in considerazione delle curve di livello, si è inoltre ricavata la superficie di riferimento per il calcolo della portata da smaltire, analogamente per lo sviluppo di ciascuna tratta in media pari a circa 150.00 m di sviluppo di strada; si ottiene una conseguente superficie di raccolta:

$$A = (150 \times 9,00) \times 1,50 = 2025 \text{ m}^2.$$

In pratica si è considerata la superficie relativa a tutto il nastro stradale a monte della sezione di scarico, calcolando quindi l'area della superficie complessiva della strada incrementata del 50 % in ipotesi di sicurezza, per tener conto anche delle acque che vengono intercettate indirettamente nella parte a monte e un parziale contributo delle rotonde.

Per entrambe le tratte in progetto valgono quindi le medesime seguenti valutazioni.

Inoltre le superfici considerate sono state valutate con coefficiente di deflusso unitario, ammettendo cioè, per ulteriore cautela, che tutta l'acqua ricadente su di esse confluisca nella tubazione in progetto, senza considerare la diminuzione dovuta a dispersione e infiltrazione e all'efficienza della raccolta delle caditoie, che sarà tratta nel seguito.

Da quanto sopra riportato, si ricava:

$$Q = \frac{A \cdot h}{3600 \cdot t} = \frac{2025 \cdot 37,05}{3600 \cdot 1} = 17,93 \frac{l}{s}$$

Quindi infine si può assumere questa portata come la massima che i punti di captazione sulla carreggiata devono intercettare.

DIMENSIONAMENTO DELLE CUNETTE

Il calcolo idraulico delle cunette si può svolgere utilizzando le formule di moto uniforme con riferimento alla portata Q che compete alla sezione terminale del tratto compreso tra due punti di captazione della portata.

La portata massima Qc transitante nella cunetta potrà essere calcolata con la formula di Gauckler-Strickler, assumendo:

$$Q = k_s \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot A$$

$$A = b^2 \cdot \frac{j}{2} \quad \text{area liquida della cunetta}$$

$$Rh = \frac{b \cdot j}{2} \quad \text{dove}$$

- i pendenza longitudinale della cunetta
- b la larghezza della cunetta
- j la pendenza trasversale

Schema idraulico delle cunette

La portata Qc così calcolata dovrà essere maggiore o uguale alla portata Q che defluisce dalla carreggiata.

Poiché:

$$j = 0.13$$

$$i = 0.02$$

$$b = 0.50 \text{ m}$$

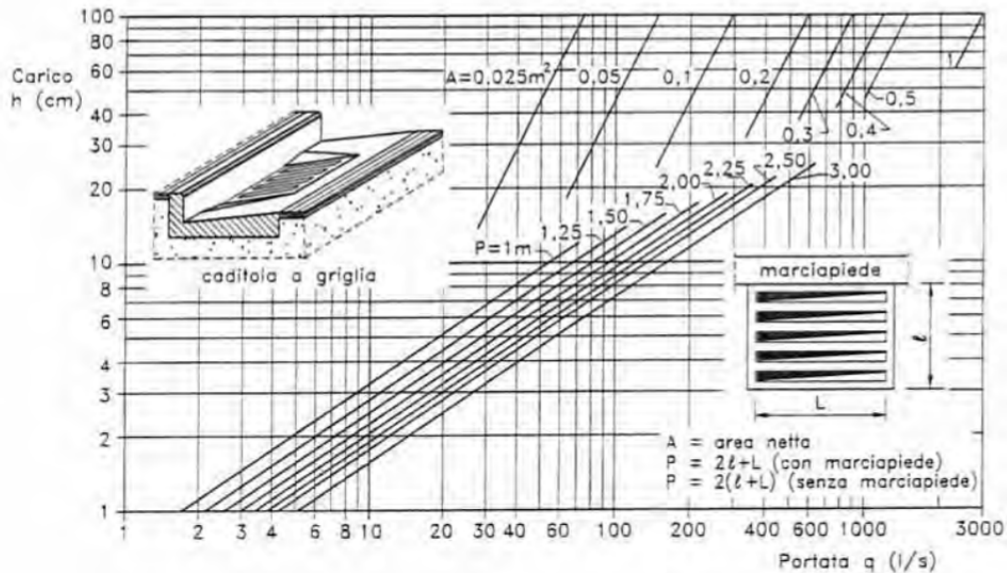
e assumendo k_s pari a $80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$

si ottiene $Q_c = 18.72 \text{ l/s}$ che risulta essere **maggiore** della portata $Q = 17.93 \text{ l/s}$.

La cunetta, quindi, dovrà avere una larghezza minima di 0.50 m, ed una pendenza trasversale pari al 13 %.

DIMENSIONAMENTO DELLE CADITOIE

Il dimensionamento della caditoia riguarda pertanto la determinazione delle dimensioni di ingombro da assegnare alla griglia, e la determinazione delle relative aperture (superficie utile di scarico).



Abaco per il dimensionamento delle caditoie

Si è scelto di posare caditoie a griglia in ghisa in classe di carico adeguata a norma UNI EN 124 con pozzetto prefabbricato non sifonato in cls.

Classe C 250 (Carico di rottura kN 250).

Cunette ai bordi delle strade che si estendono al massimo fino a 0,5 m sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi - banchine stradali e parcheggi per autoveicoli pesanti.

Detto che l'area efficace di una caditoia consigliata in letteratura è prossima ai $0,10 \text{ m}^2$, in considerazione del passo scelto per il posizionamento delle caditoie, si può determinare che saranno sufficienti al massimo n. 6 caditoie per tratta, con superficie di scarico *commerciale* pari a circa 690 cm^2 poste per ogni lato delle tratte in progetto.

Usualmente, è noto, in via speditiva si può collocare una caditoia per un'area di raccolta compresa tra $100\div 200 \text{ m}^2$.

Volendo verificare che tale numero sia sufficiente, occorre considerare l'efficienza di una caditoia come nel seguito richiamato dalla letteratura, in considerazione del fatto che non tutto il flusso superficiale è intercettato, ma in parte trasmesso verso valle alla caditoia successiva, e sviluppare lo specifico l'algoritmo di calcolo.

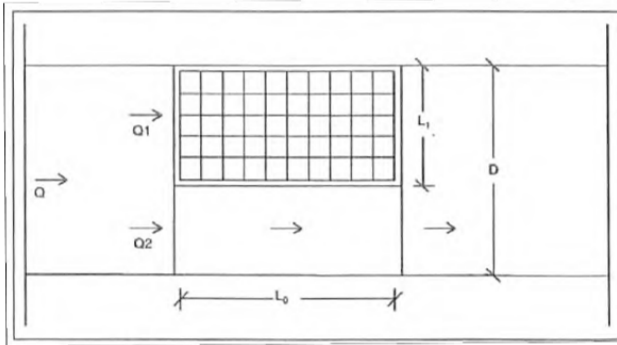
Efficienza di una caditoia

$$E_0 = \frac{Q_1}{Q} = 1 - \frac{Q_2}{Q} = 1 - \left(1 - \frac{L_1}{D}\right)^{8/3}$$

valida per una velocità v inferiore a

$$v_0 = 1.86L_0^{0.79} \text{ grate a barre normali alla direzione della corrente}$$

$$v_0 = 2.54L_0^{0.51} \text{ grate a barre parallele alla direzione della corrente}$$



(Da Deppo, Datei, 1994)

se la velocità v è superiore a v_0

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

$$R_2 = \frac{Q_2^*}{Q_2} = \frac{T \cdot L_0^{2.3}}{1 + 0.083 \cdot v^{1.8}}$$

Efficienza complessiva

$$E = \frac{Q_1^* + Q_2^*}{Q} = R_1 E_0 + R_2 (1 - E_0)$$

Dimensionamento

$$\frac{L_0}{H_0} = \frac{1}{2C \cdot p} \left[\sin^{-1} \sqrt{\frac{y_0}{H_0}} + 3 \sqrt{\frac{y_0}{H_0} \left(1 - \frac{y_0}{H_0}\right)} \right]$$

Le espressioni riportate sono valide per le caditoie a griglia del tipo di quello previsto in progetto.

Come detto sopra, l'efficienza della caditoia è il rapporto tra la portata che essa intercetta e quella totale proveniente da monte; pertanto si possono definire le principali grandezze di riferimento:

- Q portata proveniente da monte;
- Q1 portata fluente nella cunetta nella larghezza l (assunta pari a 0,4m);
- Q2 portata fluente nella cunetta nella larghezza $D-L_0$ (generalmente uguale a zero)
- V velocità media della corrente in cunetta

Q1 è catturata integralmente dalla caditoia solo se la velocità della corrente v_c è minore o uguale di una velocità limite che si indica con v_0 e pari a 0,9 m/s per griglie con barre perpendicolari alla direzione della corrente.

Occorre ancora introdurre le seguenti caratteristiche geometriche degli elementi in progetto:

- T: massima larghezza della sommità della sezione bagnata assunta pari alla larghezza della cunetta ossia pari a 50 cm;
- n: coefficiente di scabrezza secondo Manning = 0,016 (pari all'inverso del coefficiente di scabrezza secondo Strickler 62.5 per pavimentazioni in asfalto);
- Sx: pendenza trasversale della cunetta = 0,035 (è stato utilizzato il valore di massima pendenza trasversale);

- S0: pendenza longitudinale della strada; nell'area di bacino considerata la pendenza ha un valore pari all'0,47%.

Il tirante idrico corrispondente alla massima larghezza della sezione bagnata è pari a:

$$s' = T \times S_x = 0,0175 \text{ m.}$$

Quindi il tirante idrico ha un valore accettabile perché ha un valore inferiore all'altezza del marciapiede rispetto alla banchina.

Mediante la formula di Chezy si perviene al valore di portata nella forma:

$$Q = 0.376 \cdot k_s \cdot T^{\frac{8}{3}} \cdot S_x^{\frac{5}{3}} \cdot S_0^{\frac{1}{2}}$$

Nella tabella seguente (verifica idraulica - passo delle caditoie) sono contenuti i dati di calcolo.

Si perviene quindi a calcolare che il numero di caditoie da utilizzare è pari a 6 per lato di carreggiata con un interasse regolare pari a circa 30,00 metri sulla base della conformazione geometrica della carreggiata.

LIVELLETTE A-B B-C							
	Sede stradale		ip		37,05 mm/h	φ 1	
So	1,5 %			Griglia piana C250			
Sx	2,5 %		Lungh		0,4 m		
Lungh	120 m		Largh W		0,4 m		
Largh	3,5 m						
Ks	62,5	m ^{1/3} s ⁻¹	V Sp.Over		2 m/s		
T	0,5 m						
Calcolo portata per metro lineare di strada							
Q1	0,000036	m ³ /s	0,036	l/s			
Portata massima che può defluire in cunetta							
Qmax	0,000969	m ³ /s	0,969	l/s			
Interasse massimo senza flusso by-passato							
Interasse calcolato		26,90	m				
Interasse adottato - tratto	circa	30,00	m				
Portata per tratto							
Qt	0,001081	m ³ /s	1,081	l/s			

Dimensionamento del collettore centrale

Il collettore delle acque bianche deve contenere la portata già calcolata pari a 17.93 l/sec.

In seguito al calcolo delle portate è stato stimato il diametro dei collettori.

Il calcolo è stato fatto verificando il valore della portata della condotta di smaltimento delle acque con moto a pelo libero mediante la formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler.

$$Q = k_s \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad v = k_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

- Q = portata m³/s
- A = area bagnata m²;
- R = raggio idraulico m;
- i = pendenza %;

Scegliendo il diametro della tubazione Ø e la pendenza minima di norma (0,5%), sono state fatte opportune verifiche utilizzando un valore di H/Di (percentuale di riempimento della tubazione) pari al 60%.

Applicate le formule sopra riportate, sono state verificate le portate di progetto dei vari rami di tubazione, tenendo conto della tipologia di tubo:

Tubi in PVC rigido conformi norma UNI EN 1401-1 tipo SN per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali

- 120: coefficiente di scabrezza

Come detto ipotizzando un riempimento massimo al 60 % per ciascun tratto di collettore, e adottando un diametro Ø 250 mm lungo i tratto corrispondenti alla livelletta A-B e B-C.

Dati di calcolo

Pvc Ø250 SN4 – collettore principale – Tratta A-B

D	Diametro interno della condotta	237,6	mm
W	Livello percentuale riempimento del canale	60	%
i	Pendenza del collettore	0,005	m/m
k	Coefficiente di scabrezza	120	tubi in pvc
Portata calcolata		0,0384	m ³ /sec

Pvc Ø250 SN4 – collettore principale – Tratta B-C

D	Diametro interno della condotta	237,6	mm
W	Livello percentuale riempimento del canale	60	%
i	Pendenza del collettore	0,005	m/m

k	Coefficiente di scabrezza	120	tubi in pvc
Portata calcolata		0,0384	m ³ /sec

Pvc ϕ_e 160 – tubazione caditoie e scarichi trasversali

D	Diametro interno della condotta	152.0	mm
W	Livello percentuale riempimento del canale	60	%
i	Pendenza della tubazione	0,010	m/m
k	Coefficiente di scabrezza	120	tubi in pvc
Portata calcolata		0,0166	m ³ /sec

PUNTO DI CONFERIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Tratta A-B

Compatibilità con il canale a sezione trapezia

Si valuta infine che le caratteristiche geometriche del canale di recapito siano adatte a raccogliere il contributo proveniente dalla piattaforma stradale, ben inferiore alla capacità di smaltimento della sezione idraulica in questione.

Il canale è stato considerato con pareti in terra (in cattive condizioni), presenza di vegetazione sul fondo e sulle sponde, e depositi irregolari di massi e sabbia; cui corrisponde un coefficiente *m* di *Kutter* pari a 2.5.

Tratta B-C

Compatibilità con il recapito del centro intermodale

Il recapito finale presso il Centro Intermodale è invece costituito dalle tre grandi capacità di accumulo, le tre vasche poste a valle dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia, che con il loro volume e l'azione di pompe per lo svuotamento, sono in condizione di gestire l'ulteriore contributo proveniente dalla piattaforma stradale.