

COMUNE DI ARONA



**ACQUA
NOVARA.VCO
S.p.A.**

Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)
Tel. 0321 413111 - Fax. 0321 458729
@mail: info@acquanovaravco.eu
@pec: segreteria@pec.acquanovaravco.eu



TITOLO COMMESSA:

PROLUNGAMENTO SFIORATORE A LAGO VIA DEL PORTO IN COMUNE DI ARONA (NO)

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

SCALA:

AVANZAMENTO PROGETTO:

DEFINITIVO

Data Rev. N° 0:

MAGGIO 2020

Rev. N°	Modifiche	Data
1	-	-/-
2	-	-/-
3	-	-/-
4	-	-/-

Rif. N° Commessa:

X00N - 10038051

Il Progettista

Ing. Matteo Ferrero

Elaborato N°:

A

CUP:

D23E20000040005

RUP:

Ing. Barbara Dell'Edera

PROPRIETA' RISERVATA

**QUESTO DISEGNO NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO NE' COMUNICATO A TERZI SENZA
AUTORIZZAZIONE DI ACQUA NOVARA.VCO s.p.a.**



Sommario

1.	Premessa.....	1
2.	Localizzazione.....	1
3.	Descrizione dell'intervento.....	1
3.1	Sfioratore di Via del Porto.....	2
3.2	Sfioratore di V.le Baracca/C.so Europa.....	3
3.3	Ripristini Stradali ed aree a verde.....	3
4.	PRGC Comune di Arona e Verifica pericolosità idrologica.....	4
5.	Calcoli idraulici.....	4
5.1	Sfioratore V.le Baracca/C.so Europa.....	4
5.1.1	Calcolo delle portate in ingresso.....	4
5.1.2	Analisi Idrologica.....	5
5.1.3	Analisi pluviometrica e scelta della cpp di progetto.....	5
5.1.4	Descrizione del bacino in esame.....	6
5.1.5	Tempo di corrivazione.....	7
5.1.6	Calcolo della portata critica con il modello della corrivazione.....	8
5.1.7	Dimensionamento e verifica sfioratore di V.le Baracca/C.so Europa.....	9
5.2	Sfioratore Via del Porto.....	10
5.2.1	Calcolo delle portate in ingresso nella stazione di pompaggio "Arona Porto".....	10
5.2.2	Dimensionamento e verifica sfioratore Via del Porto.....	10
5.3	Scaricatore a lago.....	11
5.3.1	Dimensionamento e verifica.....	11
5.4	Dimensionamento degli ancoraggi.....	12
6	Quadro economico di spesa presunto.....	13
7	Composizione del progetto.....	13

1. Premessa

Gli interventi in progetto hanno l'obiettivo di adeguare gli scolmatori di piena esistenti di Via del Porto e di C.so Europa presso il Comune di Arona, sostituendoli e prolungandoli mediante la realizzazione di un'unica canalizzazione a lago, tale che il dispersore di uscita della stessa sia posto ad una profondità media del livello del lago di circa 8,00/10,00 m.

Tale profondità consente al termoclino di favorire la permanenza sul fondale dei reflui scaricati a Lago, evitando così la risalita dei liquami in superficie; l'intervento proposto non comporta modifiche né alle soglie degli sfioratori esistenti né alla qualità dei reflui da scaricare.

2. Localizzazione

L'intervento è localizzato in corrispondenza dell'incrocio fra Via del Porto e C.so Europa in Comune di Arona (NO). L'area d'intervento interessa terreni demaniali distinti nel N.C.T. del Comune di Arona al Fg. N. 29, mappali N. 313 e N. 36, in parte destinati a parcheggio asfaltato e in parte a prato.



Figura 1 Vista Aerea

3. Descrizione dell'intervento

Lo sfioratore esistente di Via del Porto è costituito da una tubazione in cls, del diametro di 500 mm, che ha origine da un pozzetto di ispezione del collettore posato lungo C.so Europa ("Nodo A"); lo sfioratore percorre il piazzale adibito a parcheggio, raggiunge la spiaggia ed è posato sul fondo del lago per circa 30,00 m. Lo sfioratore esistente di C.so Europa, costituito da una tubazione in cls del diametro di 400 mm, ha origine dal pozzetto di ispezione ubicato nell'area verde dinanzi al Club velico ("Nodo D") e giunge a lago dopo aver percorso la zona adibita a prato.



Figura 2 Scolmatore esistente a lago

L'intervento in oggetto prevede:

- la dismissione delle tubazioni che costituiscono gli scaricatori esistenti di Via del Porto e di C.so Europa;
- il rifacimento e l'adeguamento dello scaricatore di piena di Via del Porto mediante posa di una nuova canalizzazione che, partendo dal pozzetto in progetto "P1" posto a margine del pozzetto scolmatore Pes1 ("Nodo A"), confluisce i reflui nel pozzetto "P2" di progetto posato su spiaggia;
- il rifacimento dello scaricatore di C.so Europa mediante posa di nuova canalizzazione che, innestandosi direttamente nel pozzetto Pes2 ("Nodo D"), posto nell'area verde in corrispondenza del Club velico, garantirà il convogliamento dei reflui di piena provenienti da V.le Baracca nel nuovo pozzetto in progetto "P2";
- il prolungamento della tubazione di scarico a lago che, dal pozzetto in progetto "P2" in cui confluiscono i reflui scolmati degli scolmatori di Via del Porto e C.so Europa, si estenderà per circa 190 m all'interno del lago, fino al raggiungimento della profondità di 8-10 m.

3.1 Sfiatore di Via del Porto

Nell'area destinata a parcheggio, a fianco dell'esistente pozzetto Pes1 del collettore a gravità di C.so Europa ubicato all'inizio di Via Del Porto ("Nodo A"), verrà posato un nuovo pozzetto d'ispezione "P1", di dimensioni interne cm 100x100, con fondo rivestito in piastrelle di gres, dotato di chiusino carrabile in ghisa sferoidale classe D 400 con guarnizione antirumore e bloccaggio di sicurezza e dotato di lama regolabile per poter limitare o chiudere il reflu sfiorato a lago.

A partire dal nuovo pozzetto d'ispezione "P1" verrà sostituita l'attuale linea fognaria mista, caratterizzata da tubi di cemento DN 500, con una nuova tubazione in c.a. turbocentrifugato, di diametro pari all'esistente, per una lunghezza di circa 40,00 m, fino all'inizio della spiaggia. Al termine di questo tratto, verrà realizzato un secondo pozzetto d'ispezione e di confluenza "P2", di dimensioni interne cm 100x100, con fondo rivestito in piastrelle di gres, dotato di chiusino carrabile in ghisa sferoidale classe D 400 con guarnizione antirumore e bloccaggio di sicurezza; il pozzetto "P2" permette il convogliamento, in un'unica tubazione a lago, anche dei reflui scolmati dallo scolmatore di C.so Europa.

Il piano di posa delle tubazioni sarà preparato mediante stesa di calcestruzzo dosato a 150 kg/m³ di cemento, cui seguirà il rinfiacco con il medesimo materiale. La profondità media dello scavo in sezione obbligata, dopo la completa asportazione del manto di asfalto e/o del terreno vegetale, sarà di circa 2,20 m.

A partire dal pozzetto d'ispezione "P2", la nuova canalizzazione a lago, costituita da tubi in PEAD PE 100 PN 6 DE 500, verrà interrata per i primi 30,00 m ed agiata sul fondo per i successivi 160,00 m; l'ancoraggio della tubazione sul fondale verrà assicurato da corpi morti costituiti da blocchi in cemento armato fissati con appositi collari e catene in acciaio.

All'estremità della tubazione in PEAD PE 100 PN 6 DE 500, nel punto di scarico a lago, verrà posizionato un dispersore saldato in PEAD DE 500 con bocche di uscita in PEAD DE 160; tale soluzione permette di evitare l'accumulo di materiale e l'erosione del fondo.

Con la realizzazione della nuova canalizzazione si prevede la rimozione totale e lo smaltimento in discarica autorizzata del tubo esistente in cemento e della relativa calottatura in calcestruzzo.

3.2 Sfiatore di V.le Baracca/C.so Europa

Il progetto prevede di convogliare nel nuovo pozzetto di confluenza "P2" i reflui scolmati della fognatura mista percorrente i terreni privati di V.le Baracca, dismettendo l'attuale tubazione di scarico a lago.

La nuova canalizzazione, caratterizzata da tubi in c.a. turbocentrifugato DN 400, avrà un'estensione di circa 42,00 m e sarà posata ad una profondità compresa tra 2,30 e 3,00 m, previa preparazione del piano di posa mediante stesa di calcestruzzo dosato a 150 kg/m³ di cemento, cui seguirà il rinfiacco con il medesimo materiale.

3.3 Ripristini stradali ed aree a verde

Successivamente al calottamento della tubazione si prevede il rinterro con materiale scavato cui seguirà il ripristino finale che sarà diverso per le varie aree d'intervento; il ripristino allo stato di fatto comprenderà infatti le aree asfaltate del parcheggio, la zona a verde, la spiaggia e l'area pedonale caratterizzata da blocchetti di cemento.

Per le aree asfaltate si prevede la formazione della fondazione stradale con materiale anidro per uno spessore compreso di 20 cm e la fornitura e stesa del conglomerato bituminoso "tout venant" di 12 cm; successivamente, in seguito all'assestamento degli scavi, si procederà con la scarifica della pavimentazione, la stesa dell'emulsione bituminosa e la formazione del tappeto di usura di 3 cm per una larghezza complessiva di 3,0 m su tutto il tracciato della tubazione. L'intervento verrà completato con il rifacimento



Figura 3 Aree a verde

delle strisce di delimitazione dei parcheggi e il ricollocamento dei cordoli in cemento.

Nelle aree a verde verrà ripristinato il prato comprendente il cassonetto di 30/40 cm con sovrapposto uno strato di terreno vegetale attivo per una larghezza pari a quella della sezione di scavo. Seguirà la regolarizzazione del piano di semina e la rastrellatura della terra per la formazione del prato con "idro semina" in tutte le aree interessate dal cantiere.

La battigia e la spiaggia del lago verranno ripristinate con l'apporto di sabbia viva di cava e materiale inerte e con la ricostruzione dell'esistente scogliera, con massi di piccole dimensioni, a sostegno e mascheramento del nuovo pozzetto d'ispezione.

Il ripristino dell'area pedonale prevede la formazione di pavimento in battuto di cemento con calcestruzzo Rck 15 N/mm² di 10 cm, su cui verranno posate marmette autobloccanti di calcestruzzo vibrato e pressato ad alta resistenza.

4. PRGC Comune di Arona e Verifica pericolosità idrologica

Il piano regolatore generale vigente del Comune di Arona, con riferimento agli elaborati costitutivi la Variante Generale PRG 2009, approvata con D.G.R. n. 32-1481 in data 25/05/2015, pubblicata sul B.U.R. n° 22 del 4/06/2015, con l'introduzione di modifiche "ex-officio", individua le aree su cui verranno eseguiti gli interventi come aree in parte appartenenti alla classe IIIA, caratterizzate da un livello di pericolosità geomorfologica da moderato ad elevato, inedificate e soggette a processi morfogenetici intensi ad elevata intensità, e come aree in parte appartenenti alla classe IIIB_{Lago}, caratterizzate da un livello di pericolosità geomorfologica moderato, parzialmente o totalmente edificate, soggette ad esondazione lacustre di bassa intensità e vulnerabilità da bassa a media.

Da un punto di vista geologico, facendo riferimento a quanto riportato nello studio geologico del PRGC vigente, redatto dal Dott. Geol. Fulvio Epifani e dal Geol. Marco Marini, l'area in esame è ascritta all'Unità del Lido del Complesso di Arona; in questa unità sono raggruppati depositi in facies lacustre e depositi in facies di delta-conoide: si tratta in genere di materiali a granulometria medio-fine (sabbie, sabbie limose, e limi) a cui sono intercalati livelli a granulometria più elevata (ghiaie e sabbie).

L'intervento proposto risulta quindi realizzabile senza particolari prescrizioni fatta eccezione per l'adozione delle normali misure di sicurezza sia per gli scavi in sezione obbligata sia per la posa della canalizzazione a Lago.

Dal punto di vista ambientale l'intervento è migliorativo in quanto viene rimosso l'esistente tubo in cemento, calottato in cls, visibile a lago e ricostruita la sponda lacustre senza la necessità di rimozione o danneggiamento di alberi.

5. Calcoli idraulici

5.1 Sfioratore V.le Baracca/C.so Europa

5.1.1 Calcolo delle portate in ingresso

Il calcolo delle portate nere è stato effettuato considerando i reflui delle sole utenze gravanti sul collettore in esame, che in base all'indagine demografica effettuata risultano:

Abitanti equivalenti previsti: 150 ab

Considerando che in tempo di pioggia si prevede l'allontanamento di una portata pari a cinque volte la portata nera media, il calcolo delle portate nere è stato effettuato, assunta una dotazione idrica pari a 250 l/(ab.d), applicando le seguenti relazioni:

$$Q_{nm} = (P * DI * \varphi) / 86400$$
$$Q_{np} = (cp * P * DI * \varphi) / 86400$$

Dove:

Q_{nm} = portata nera media [l/s]

Q_{np} = portata nera di punta [l/s]

P = abitanti equivalenti gravanti sul tronco considerato [ab]

DI = dotazione idrica [l/ab*d] = 250 [l/ab gg]

φ = coefficiente d'afflusso in fognatura = 0,80

cp = coefficiente di punta = 2,5

Risulta quindi:

Portata nera media Q_{nm} : 0.35 l/s

Portata nera di punta Q_{np} : 0.87 l/s

Portata in tempo di pioggia $5Q_{nm}$: 1.75 l/s

5.1.2 Analisi Idrologica

Per procedere al dimensionamento è fondamentale la definizione delle piogge da applicare. La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica (cpp), ovvero della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. Con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La curva di possibilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h = a\theta^n$$

dove:

h = altezza di pioggia [mm];

θ = durata della pioggia [h];

a, n = coefficienti della curva di pioggia.

I dati relativi alle curve pluviometriche sono stati reperiti dalle norme di attuazione del PAI.

5.1.3 Analisi pluviometrica e scelta della cpp di progetto

Per l'analisi di frequenza delle piogge intense, si è fatto riferimento agli elaborati proposti nella direttiva PAI dell'Autorità di Bacino del fiume Po, sviluppati dal GNDCI e ottenuti da un'interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato. Le tabelle elaborate consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, cioè la definizione dei parametri a e n della curva pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

L'area di interesse è compresa nella cella identificata dal PAI come CF67, come evidenziato in figura 4 (*Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - TAVOLA 05 - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*).

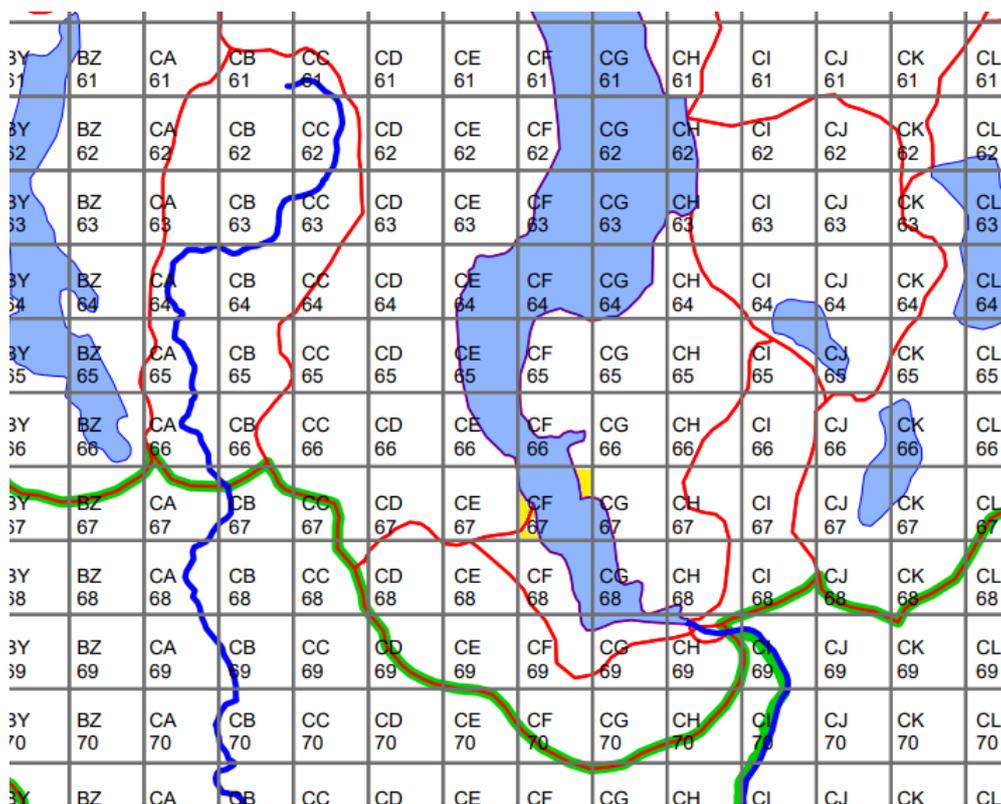


Figura 4 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense – TAVOLA 05

Cella	a (Tr = 20 anni)	n (Tr = 20 anni)	a (Tr = 100 anni)	n (Tr = 100 anni)	a (Tr = 200 anni)	n (Tr = 200 anni)
CF67	58,94	0,321	75,74	0,314	82,99	0,311

Tabella 1 Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 anni. (Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica – Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni).

Con riferimento alla Tabella 1, relativa ai parametri della curva di pioggia, per la cella CF67 ed assumendo un tempo di ritorno $T_r = 20$ anni, si ottengono i seguenti valori dei coefficienti a ed n :

$$h = 58,94\theta^{0,321}$$

5.1.4 Descrizione del bacino in esame

Il bacino preso in esame è quello che confluisce nella fognatura mista che recapita al pozzetto scolmatore esistente (“D”). L’estensione del bacino afferente è stato ottenuto da analisi cartografiche, mentre le caratteristiche idrologiche dell’area scolante sono state definite sulla base dei dati conoscitivi del territorio. L’area del bacino è pari a ha 0,90, di cui ha 0,41 di area impermeabile (superfici pavimentate e coperte) e ha 0,49 di area permeabile (aree a verde).



Figura 5 Inquadramento bacino

Tempo di ritorno [anni]	ϕ_{IMP}	ϕ_{PERM}
≤ 2	0,60 ÷ 0,75	0,00 ÷ 0,15
2 ÷ 10	0,65 ÷ 0,80	0,10 ÷ 0,25
> 10	0,70 ÷ 0,90	0,15 ÷ 0,30

Tabella 2 Valori dei coefficienti di afflusso per aree impermeabili e permeabili (AA.VV. 1997)

In base ai valori indicati nella Tabella, avendo considerato un tempo di ritorno $T_r = 20$ anni, si decide di assumere un coefficiente di afflusso delle aree impermeabili $\phi_{IMP} = 0,75$ ed un coefficiente di afflusso delle aree permeabili $\phi_{PER} = 0,20$.

Il coefficiente di afflusso del bacino ottenuto dalla seguente formula, è quindi pari a $\phi = 0,45$.

$$\phi = \phi_{IMP} * IMP + \phi_{PER} * (1 - IMP)$$

Dove:

IMP = coefficiente di impermeabilità, pari al rapporto tra area impermeabile ed area totale del bacino.

5.1.5 Tempo di corrivazione

La canalizzazione presente sulla superficie del bacino ha una lunghezza totale di circa 250,00 m ed è costituita da tubi in cls DN 400 ($k_s = 80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$)

Il tempo di corrivazione del bacino T_c è dato dalla somma del tempo di scorrimento sul bacino prima del raggiungimento della rete di drenaggio t_e (tempo di ingresso in rete) e del tempo di propagazione all'interno di quest'ultima t_r (tempo di rete).

Per la stima di t_e , in mancanza di dati diretti, si fa riferimento alle tabelle presenti in letteratura, le quali per centri urbani semi intensivi con pendenze modeste propongono un valore di $t_e = 7 \div 10$ [Fair, 1966]; nel caso specifico si utilizza un valore di $t_e = 9 \text{ min}$.

Il tempo di rete t_r è dato dai tempi di percorrenza del collettore dalle sezioni più a monte fino alla sezione di chiusura, seguendo il percorso idraulicamente più lungo e considerando la velocità di moto uniforme che si verifica con un grado di riempimento dell'65% trascurando l'influenza delle condizioni di valle e di monte. Considerando una pendenza dell'1,5%, si ottiene che la velocità al 65% di riempimento è pari a 2,34 m/s.

Il tempo di rete risulta pertanto pari a $t_r = 1,45 \text{ min}$. e sarà dato da:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{1.5V_i} = \frac{250}{(1.5 * 1.91)} = 87.26 \text{ s} \cong 1.45 \text{ min}$$

dove:

L_i e V_i sono le lunghezze e le velocità nei singoli tratti;

1,5 è un coefficiente ottenuto da dati sperimentali per correggere le approssimazioni insite nel modello della corrivazione [Becciu et al., 1997].

Si ottiene quindi un tempo di corrivazione $T_c = t_e + t_r = 0.174 \text{ h}$.

5.1.6 Calcolo della portata critica con il modello della corrivazione

Per la trasformazione afflussi-deflussi è stato utilizzato il modello della corrivazione, considerando come durata critica il tempo di corrivazione del bacino. L'espressione della portata di piena per il collettore fognario di interesse, può essere sintetizzata nella seguente formula, denominata comunemente Formula Razionale:

$$Q_c = S * \varphi * aT_c^{n-1} * 2.78$$

dove:

φ = coefficiente di afflusso del bacino;

S = area del bacino in ha;

a = parametro della cpp;

n = parametro della cpp;

T_c = tempo di corrivazione del bacino in ore.

Il valore della portata critica risulta pari a circa $Q_c = 217.55 \text{ l/s}$.

5.1.7 Dimensionamento e verifica sfioratore di V.le Baracca/C.so Europa

Il collegamento tra lo sfioratore ed il nuovo pozzetto di confluenza "P2" viene effettuato con tubi in cemento turbocentrifugati DN 400 e pendenza media pari all'1,15%. Ottenuta la portata critica è stato verificato il dimensionamento del collettore; la portata totale in arrivo al pozzetto Pes2 è pari a:

$$Q_{tot} = Q_c + Q_{np} = 218,42 \text{ l/s}$$

La portata di progetto che defluisce nella canalizzazione del tratto B-D per l'evento di piena è pari alla portata totale a cui va decurtata la portata in tempo di pioggia $5Q_{nm}$:

$$Q_p = Q_{tot} - 5Q_{nm} = 216,67 \text{ l/s}$$

La verifica del diametro delle tubazioni, che consiste nel controllare che il riempimento delle tubazioni non superi l'80% del diametro (valore oltre il quale si verificano nelle condotte condizioni di instabilità del moto) e che la velocità della corrente sia sufficientemente elevata da garantire l'autopulizia dei tronchi senza causare problemi di abrasione delle condotte, è stata effettuata mediante l'impiego della formula di Chézy unitamente alla formula di Gauckler e Strickler:

$$Q = k_s * A * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

che ha consentito la costruzione delle scale di deflusso di moto uniforme che definiscono l'andamento della portata e della velocità in funzione del tirante idrico per una sezione di forma, dimensioni e pendenza fissati.

Grado di riempimento	Angolo al centro	Sezione idrica	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Sup. pelo libero	Conduttanza	Altezza moto uniforme	Velocità	Portata moto uniforme	Carico specifico		
h/D	Alfa	A/D	A	P	R	B	C	h	V	Q	Q	Hr
m/m	rad		m ²	m	m	m	m ^{1/2} / s	m	m/s	m ³ /s	l/s	
0.75	4.1888	0.625	0.1001	0.8378	0.1250	0.34	56.5685	0.3000	2.1448	0.214	214.71	0.5345
0.80	4.4286	0.665	0.1065	0.8857	0.1280	0.32	56.7926	0.3200	2.1789	0.232	232.03	0.5620

I risultati per la situazione di progetto sono di seguito riportati:

Diametro tubazione [m]	0,40
Portata [l/s]	216,67
Pendenza tubazione [%]	1,15
Tirante idrico [m]	0,302
Velocità della corrente [m/s]	2,148
Franco [m]	0,098
Riempimento condotta [%]	75,6

Questi numeri sono rappresentativi di una situazione limite che si verifica nelle condizioni di piena suggerite dall'AdB per un tempo di ritorno di 20 anni.

Considerato che il valore della velocità della corrente risulta adeguata per il regolare defluire delle acque, si ritiene adatto e verificato il diametro della condotta scelto per il tratto B-D in esame.

5.2 Sfioratore Via del Porto

5.2.1 Calcolo delle portate in ingresso nella stazione di pompaggio "Arona Porto"

La canalizzazione in progetto A-B, ubicata a monte della stazione di pompaggio "Arona Porto" - Cod. Impianto 3008F03SS01, costituisce, di fatto, lo scaricatore di troppo pieno della stazione all'interno del quale vengono convogliati i reflui dell'intero Comune di Arona, già decurtati delle portate eccedenti la 5Q_{mn} attraverso l'attivazione degli scolmatori presenti a monte sul territorio.

La stazione di pompaggio è caratterizzata da una vasca di accumulo della dimensione di circa 8,00 x 4,00 m ed è dotata di uno scarico di troppo pieno che entra in funzione qualora le portate in ingresso superano la portata di funzionamento delle pompe ($Q_{pompe} = 190,00 \text{ l/s} > 5Q_{nm}$) per un intervallo di tempo sufficiente a far aumentare il livello nella vasca fino all'altezza di innesco dello scaricatore di troppo pieno ubicato nel "Pes1" (Nodo A) e pari a circa 2,00 m dal fondo vasca. Superato tale valore, il volume accumulato in vasca, unitamente all'invasamento della condotta in ingresso, permettono di garantire un adeguato effetto di laminazione delle portate di piena prima dell'entrata in funzione dello scaricatore A-B in progetto.

Il dimensionamento del tratto viene fatto pertanto considerando l'ipotesi di allontanamento dei rigurgiti determinati da un'eventuale insufficienza nella capacità delle pompe di smaltire la portata in ingresso.

Considerando che in tempo di pioggia si prevede l'allontanamento di una portata pari a cinque volte la portata nera media, il calcolo delle portate nere è stato effettuato, assunta una dotazione idrica pari a 250 l/(ab.d), applicando le seguenti relazioni:

$$Q_{nm} = (P * DI * \varphi) / 86400$$
$$Q_{np} = (cp * P * DI * \varphi) / 86400$$

Dove:

Q_{nm} = portata nera media [l/s]

Q_{np} = portata nera di punta [l/s]

P = abitanti equivalenti gravanti sul tronco considerato [ab]

DI = dotazione idrica [l/ab*d] = 250 [l/ab gg]

φ = coefficiente d'afflusso in fognatura = 0,80

cp = coefficiente di punta = 2,5

In base all'indagine demografica effettuata risulta che alla stazione di pompaggio "Arona Porto" confluiscono i reflui prodotti dalle seguenti utenze:

Abitanti equivalenti previsti: 16250 ab

Risulta quindi:

Portata nera media Q_{nm} : 37,61 l/s

Portata nera di punta Q_{np} : 94,04 l/s

Portata in tempo di pioggia 5 Q_{nm} : 188,08 l/s

5.2.2 Dimensionamento e verifica sfioratore Via del Porto

Il collettore a gravità in cls DN 500 ha una lunghezza di m 40,00 ed una pendenza media del 2%; il dimensionamento e la successiva verifica sono stati effettuati considerando il dato più gravoso, rappresentato dalla portata di funzionamento delle pompe.

Si riportano nella Tabella sottostante i valori ottenuti dalla costruzione delle scale di deflusso di moto uniforme che definiscono l'andamento della portata e della velocità in funzione del tirante idrico per una sezione di forma, dimensioni e pendenza fissati.

Grado di riempimento	Angolo al centro	Sezione idrica	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Sup. pelo libero	Conduttanza	Altezza moto uniforme	Velocità	Portata moto uniforme	Carico specifico		
h/D	Alfa	A/D	A	P	R	B	C	h	V	Q	Q	Hr
m/m	rad		m ²	m	m	m	m ^{1/2} / s	m	m/s	m ³ /s	l/s	
0.40	2.7389	0.294	0.0737	0.6847	0.1067	0.489	55.0928	0.2000	2.5446	0.187	187.630	0.5300
0.45	2.9413	0.344	0.0860	0.7353	0.1163	0.497	55.8885	0.2250	2.6948	0.231	231.871	0.5951

I risultati per la situazione di progetto sono di seguito riportati:

Diametro tubazione [m]	0.50
Portata [l/s]	190,00
Pendenza tubazione [%]	2,00
Tirante idrico [m]	0,201
Velocità della corrente [m/s]	2,55
Franco [m]	0,299
Riempimento condotta [%]	56

Per quanto riguarda le velocità sono state verificate in modo da valutare che i valori ottenuti non superino la velocità massima di 4m/sec (causa deterioramento eccessivo) e non vi sia ristagno per velocità inferiori a 0,5 m/sec.

5.3 Scaricatore a lago

5.3.1 Dimensionamento e verifica

Lo scaricatore a lago, in PEAD PN 6 DE 500, posato in parte all'interno di scavo realizzato sulla battigia e in parte sul fondo del lago, ha origine nel nuovo pozzetto "P2" in cui confluiscono i reflui convogliati dalle tubazioni posate nel tratto A-B e nel tratto B-D. Il dimensionamento di questa tubazione viene quindi effettuato considerando la condizione di massima portata per i due tratti e pari a:

$$Q = Q_{p_{AB}} + Q_{p_{BD}} = 406,67 \text{ l/s}$$

Il dimensionamento e la verifica della tubazione vengono effettuate considerando i seguenti parametri:

Materiale di realizzazione della condotta: PEAD PN 6 DE 500

Coefficiente di scabrezza di Strickler: 120 m^{1/3}/s

Pendenza media: 2%

Portata di progetto: 406,67 l/s

Diametro netto interno: 440,6 mm

Diametro commerciale adottato: 500 mm.

Si riportano nella Tabella sottostante i valori ottenuti dalla costruzione delle scale di deflusso di moto uniforme che definiscono l'andamento della portata e della velocità in funzione del tirante idrico per una sezione di forma, dimensioni e pendenza fissati.

Grado di riempimento	Angolo al centro	Sezione idrica		Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Sup. pelo libero	Conduttanza	Altezza moto uniforme	Velocità	Portata moto uniforme		Carico specifico
h/D	Alfa	A/D	A	P	R	B	C	h	V	Q	Q	Hr
m/m	rad		m ²	m	m	m	m ^{1/2} / s	m	m/s	m ³ /s	l/s	
0.60	3.5443	0.491	0.0953	0.7808	0.1234	0.431	84.6672	0.2644	4.2056	0.400	400.894	1.1659
0.65	3.7510	0.538	0.1044	0.8263	0.1289	0.420	85.2857	0.2864	4.3299	0.452	452.177	1.2419

I risultati per la situazione di progetto sono di seguito riportati:

Diametro interno tubazione [m]	0,44
Portata [l/s]	406,67
Pendenza tubazione [%]	2,00
Tirante idrico [m]	0,267
Velocità della corrente [m/s]	4,221
Franco [m]	0,173
Riempimento condotta [%]	60,65

I risultati ottenuti consentono di affermare che la portata della tubazione di progetto è ben superiore alla portata effettiva di progetto, garantendo quindi un abbondante franco di sicurezza.

5.4 Dimensionamento degli ancoraggi

Lo scolmatore a lago verrà realizzato con condotte in PEAD PE100 DE 500 PN 6 per una lunghezza di circa m 190,00 dalla spiaggia verso il centro del lago, oltrepassando l'esistente porticciolo del centro velico.

Come riportato nella Tab. 4, le condotte in polietilene PE100 hanno una densità pari a circa 961 kg/m³, inferiore a quella dell'acqua pari a 1000 kg/m³; conseguentemente, per la legge di Archimede, queste ricevono dal fluido in cui sono immerse una spinta verso l'alto superiore al loro peso, che favorisce il galleggiamento e impedisce alle condotte di affondare se non zavorrate. All'interno della tubazione possono inoltre formarsi delle bolle d'aria determinando una riduzione della forza peso prodotta dalla condotta e dal volume d'acqua contenuto al suo interno. Affinché il dimensionamento sia effettuato a favore di sicurezza, è stata considerata la condizione limite in cui la condotta sia piena per il 15% d'aria.

Per garantire l'ancoraggio della nuova tubazione al fondo del Lago Maggiore è necessario predisporre corpi morti in c.a., opportunamente dimensionati, a cui la stessa verrà collegata mediante catene, collari e pezzi in acciaio inox ASI 304.

In base alle considerazioni fatte in precedenza e considerando la densità del c.a. pari a 2400 kg/m³, si ottengono i risultati riportati nella tabella seguente:

DE [mm]	Spess. [mm]	DI [mm]	Volume condotta PE100 [m ³]	Peso condotta PE100 [kg]	Volume acqua interno alla condotta [m ³]	Peso vol. acqua interno condotta [kg]	Forza Peso totale [N]	Volume acqua occupato dalla condotta [m ³]	Forza di galleggiamento [N]	Forza di ancoraggio [N]	m ³ di c.a. necessari per l'ancoraggio
500	19,1	461,8	5,8	5546,2	33,5	28474	333738	39.3	385533	51795	2.2

Tabella 3 Dimensionamento corpi morti

Si prevede di ancorare la tubazione con n. 13 blocchi in c.a. di dimensioni 80x80x50 cm, disposti ad una distanza di circa 15,00 m l'uno dall'altro, per un totale di 4,16 m³ di c.a., pienamente sufficienti all'ancoraggio della condotta al fondo del Lago.

6 Quadro economico di spesa presunto

Il quadro economico di spesa presunto per l'intervento è il seguente:

Descrizione	Importo
A) Importo Lavori	
a1) Somme soggette a ribasso d'asta	€ 112.070,99
- importo lavori a corpo	€ 108.807,62
- importo lavori a misura	€ 3.263,37
a2) Oneri per la sicurezza	€ 4.208,49
Sommano A)	€ 116.279,48
B) Somme a disposizione dell'amministrazione per:	
b1) Spese generali	€ 8.220,52
- oneri per spese generali	€ 2.220,52
- spese per pratiche demaniali e provinciali, assistenza archeologo	€ 6.000,00
Sommano B)	€ 8.240,99
Totale A) + B)	€ 124.500,00
Totale Progetto	€ 124.500,00

7 Composizione del progetto

Il presente progetto definitivo si compone dei seguenti elaborati:

- Relazione Tecnico Illustrativa
- Computo Metrico Estimativo
- Analisi Prezzi
- Elenco Prezzi
- Costi Sicurezza
- Tav. n° 1 – Corografia CTR
- Tav. n° 2 – Estratto di mappa catastale
- Tav. n° 3 – Stralcio PRG Comune di Arona
- Tav. n° 4 – Planimetria generale canalizzazioni fognarie
- Tav. n° 5 – Planimetria generale d'intervento

- Tav. n° 6 – Profilo canalizzazione Tratto B-D
- Tav. n° 7 - Profilo canalizzazione Tratto A-B-C
- Tav. n° 8 – Particolari
- Tav. n° 9 – Sezioni di scavo e ripristino
- Tav. n° 10 – Blocchi ancoraggio

Borgomanero, Maggio 2020

Il Progettista:
Ing. Matteo Ferrero