

REGIONE PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE DI LUSERNETTA

COMMITTENTE

PONTEVECCHIO S.R.L.

PROGETTO

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

**in zona D2 e limitrofe del P.R.G.C. VIGENTE E P.R.G.C. ADOTTATO
PER NUOVO STABILIMENTO PRODUTTIVO ACQUE MINERALI "PONTEVECCHIO S.R.L."**

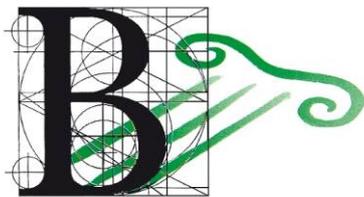
OGGETTO

RELAZIONE IDRAULICA

DATA **30/12/2022**

REV. **17/02/2023**

ELAB. **E05**



STUDIO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

STUDIO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DOTT. ING.

CLAUDIO BADARIOTTI

VIA REGIS, 1 10064 PINEROLO -TO

Tel. 0121 397818 - Fax 0121 395009

E-MAIL badariotti@studiobadariotti.it

PEC claudio.badariotti@ingpec.eu

IL RICHIEDENTE

IL PROGETTISTA



COMUNE DI LUSERNETTA

(Città Metropolitana di Torino)

**PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO IN ZONA D2 E
LIMITROFE DEL P.R.G.C. VIGENTE E P.R.G.C. ADOTTATO
PER NUOVO STABILIMENTO PRODUTTIVO ACQUE
MINERALI "PONTEVECCHIO S.R.L."****OPERE DI URBANIZZAZIONE - CANALE**

Proprietà: **PONTEVECCHIO s.r.l.**

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA RIO CASSERE

Premessa

La presente relazione idraulica prende in esame un tratto di corso d'acqua denominato Rio Cassere nel territorio di Lusernetta, sulla base del relativo tracciato che sarà oggetto di modifica nell'ambito delle opere in progetto e del relativo bacino imbrifero di competenza.

E' opportuno segnalare come il Rio Cassere non risulti inserito nell'elenco delle acque pubbliche nè tanto meno accatastato, quindi non compare nelle cartografie del catasto terreni e pertanto solo riscontrabile in loco. La sembianza che ne deriva da un aspetto visivo e a seguito dei rilievi effettuati conferma la propria esistenza come fosso scolatore o meglio "bealera" che raccoglie parte delle acque provenienti da monte con la confluenza dei rami secondari.

L'andamento segnalato sulle cartografie, a seguito di rilievi puntuali, interessa per un tratto l'area industriale indicata nel Piano Regolatore Comunale come zona D2 condizionandone di fatto la possibile edificazione e la geometria degli insediamenti previsti.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte si rileva inoltre la possibilità prevista dalla scheda di P.R.G.C. adottato e in salvaguardia con la possibilità di traslare il rio in posizione più idonea che nella fattispecie è individuata a lato della nuova viabilità prevista nel progetto di PEC. Tale percorso consente la possibilità di mantenere il canale prevalentemente a cielo libero utilizzando i sedimi di proprietà del soggetto richiedente.

Per quanto attiene gli aspetti idraulici si fa specifico riferimento alla relazione idrologica e idraulica redatta dall'Ing. Valter Ripamonti a corredo della variante di adeguamento al PAI del P.R.G.C. attualmente in corso di approvazione.

Il corso d'acqua oggetto di intervento, pur con un diverso tracciato, rispetterà le caratteristiche geometriche idonee per poter far defluire la portata di massima piena individuata nell'ambito dello studio idraulico citato, di cui si condividono i contenuti.

In particolare è prevista in generale l'adozione di una sezione di deflusso rettangolare in c.a. di dimensioni pari a 300x200 cm, che nel tratto più a valle con pendenza maggiore e nella sezione di attraversamento stradale si riduce, per necessità geometriche, ad una sezione circolare in cls autoportante di 180 cm di diametro.

Sulla planimetria di progetto risulta evidenziato il percorso del canale e il suo nuovo tracciato secondo le indicazioni planimetriche già formulate in sede di PEC.

Si riporta di seguito la descrizione del bacino imbrifero sotteso dalle sezioni in esame e l'analisi idrologica con la definizione delle portate di progetto, utilizzata successivamente per la verifica idraulica delle sezioni di deflusso.

Bacino imbrifero del Rio Cassere

Il bacino del Rio Cassere rappresenta un sottobacino del Torrente Pellice, si estende sul versante orografico destro della bassa Val Pellice ed è delimitato nel settore sud-est dai bacini dei Rii Comba La Losa e Serbial e negli altri settori da impluvi di versante minori.

Il bacino ha carattere prevalentemente montano, la quota massima si trova ad un'altezza pari a circa 880 m slm.

Il ramo principale del Rio Cassere si sviluppa per una lunghezza pari a circa 1.02 km a monte dell'area in esame.

Studio idrologico

I dati pluviometrici utilizzati per la definizione dell'evento pluviometrico di progetto sono quelli forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del PAI. Il Piano oltre ad avere calcolato le curve di possibilità pluviometrica nelle stazioni di misura, tramite elaborazione probabilistica dei dati osservati secondo la distribuzione EV-1, per $Tr = 20-100-200$ anni, per l'analisi delle piogge intense nei punti privi di misure dirette ha condotto un'interpolazione spaziale dei parametri "a" ed "n" delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato. I risultati sono riportati nell'Allegato 3 al Piano.

Le relazioni relative all'altezza di precipitazione $h = h(t)$ sono generalmente fornite nella seguente forma:

$$h = a t^n$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm)

t = tempo di pioggia (ore)

nella quale le costanti **a** ed **n** (entrambe funzione del periodo di ritorno Tr) sono determinate caso per caso.

Le curve che si deducono sono generalmente denominate curve di possibilità climatica o pluviometrica.

I valori dei parametri **a** ed **n** utilizzati nel presente studio, relativi alle celle individuate sulla base della localizzazione geografica dei bacini, sono i seguenti:

	Dati pluviometrici					
	Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
	a	n	a	n	a	n
AE119	42.33	0.493	53.86	0.494	58.80	0.495
AE120	42.51	0.491	54.15	0.493	59.13	0.493
Media	42.42	0.492	54.01	0.494	58.97	0.494

Per la determinazione delle portate si è fatto inoltre riferimento al tempo di corrivazione del corso d'acqua valutato per le caratteristiche morfologiche del bacino in esame con la formula del Giandotti:

$$T_c = \frac{(4 \sqrt{S}) + (1,50 L)}{0,80 * \sqrt{(H_m - h)}}$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione (ore)

S = superficie del bacino (Km².)

L = lunghezza dell'asta principale (Km.)

H_m = altitudine media del bacino (m.s.l.m.)

h = quota di chiusura del bacino (m.s.l.m.)

L'altitudine media dei bacini, in particolare quelli collinari, risulta determinata secondo la seguente espressione:

$$H_m = 0,50 * [(H_{max} * 0,9) + h]$$

nella quale:

H_m = altitudine media del bacino in esame

H_{max} = altezza massima del bacino (m.s.l.m.)

h = quota di chiusura del bacino (m.s.l.m.)

Introducendo i valori del tempo di corrivazione T_c così ottenuti nella relazione $h = a t^n$, si ottengono l'altezza critica "**h_c**" e l'intensità critica "**ic**" per il tempo di ritorno prefissato:

$$h_c = a \times T_c^n$$

$$ic = h_c / T_c$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione (ora)

h_c = altezza critica (mm)

ic = intensità critica di pioggia per un tempo t = T_c

I valori dei coefficienti ricavati per i vari corsi d'acqua o porzioni di bacino degli stessi nel caso dei principali sono raccolti nelle seguenti tabelle:

Tabella 1 - caratteristiche geometriche					
<i>Corso d'acqua</i>	<i>Superficie bacino S (kmq)</i>	<i>Lunghezza dell'asta principale L (km)</i>	<i>Altezza massima del bacino Hmax (m s.l.m.)</i>	<i>Quota di chiusura del bacino h (m s.l.m.)</i>	<i>Altitudine media del bacino Hm (m s.l.m.)</i>
Rio Cassere	0,54	1,02	880,00	520,00	656,00

Tabella 2 - caratteristiche idrologiche				
<i>Corso d'acqua</i>	<i>Tempo di corrivazione Tc (ore)</i>	<i>Intensità critica ic (mm/ora) Tr = 20 anni</i>	<i>Intensità critica ic (mm/ora) Tr = 100 anni</i>	<i>Intensità critica ic (mm/ora) Tr = 200 anni</i>
Rio Cassere	0,48	61,65	78,40	85,57

Determinazione delle portate di massima piena

Noto l'andamento delle massime precipitazioni presenti sui bacini in esame si ricava la portata di massima piena con il metodo cinematico.

La formula adottata è la seguente:

$$Q_{max} = \frac{ic \times S \times \phi}{3,6}$$

Q_{max} = portata di massima piena in mc/sec.

ic = hc / Tc = intensità di pioggia per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione (mm/ora)

hc = altezza di precipitazioni in mm. per un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione (mm)

Tc = tempo di corrivazione (ore)

$S =$ superficie del bacino (Kmq.)

$\varphi =$ coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso è valutato in funzione di molti fattori difficilmente quantificabili quali: la copertura vegetale, la permeabilità del suolo, l'acclività dei versanti, l'estensione della rete idrografica superficiale.

Analizzando attentamente il bacino in esame a tale coefficiente è stato cautelativamente attribuito il valore $\varphi = 0,50$, superiore a quanto previsto per suoli con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile, boscati, secondo quanto raccomandato da "Handbook of Applied Hydrology", Ven Te Chow, 1964 (valori riportati dalla Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica).

Sostituendo i valori prima elencati nella formula citata si ottengono le portate di massima piena per assegnati tempi di ritorno riportate nella tabella seguente:

Tabella 3 - portate idrologiche				
<i>Corso d'acqua</i>	<i>Coefficiente di deflusso φ</i>	<i>Portata Q (mc/s) $Tr = 20$ anni</i>	<i>Portata Q (mc/s) $Tr = 100$ anni</i>	<i>Portata Q (mc/s) $Tr = 200$ anni</i>
Rio Cassere	0,50	4,62	5,88	6,42

Al fine di ottenere le portate di verifica tali valori sono stati incrementati al fine di considerare il contributo del trasporto solido.

In corsi d'acqua montani il trasporto solido fornisce un grosso contributo ai volumi liquidi transitanti durante un evento di piena, influenzando quindi notevolmente i livelli idrici.

Il trasporto solido, in condizioni di saturazione della corrente, viene normalmente calcolato con formulazioni di carattere empirico che si basano sui principi dell'equilibrio dinamico.

E' evidente che i meccanismi che innescano i processi di trasporto sono piuttosto complessi e richiederebbero degli approfondimenti che esulano dagli obiettivi del

presente studio. Per tale motivo per la stima del contributo del trasporto solido vengono usate le formulazioni semplificate qui di seguito riportate, funzione delle pendenze del fondo if :

AUTORE	Portata Solida
Smart & Jaegge	$Q_s = 2,55 * Q_{liq.} * if^{1,6}$
Richenmann	$Q_s = 5,83 * Q_{liq.} * if^2$
Mizuyama e Shimohigashi	$Q_s = 8,36 * Q_{liq.} * if^2$
Mizuyama	$Q_s = 5,5 * Q_{liq.} * if^2$

Lo studio condotto sul corso d'acqua in esame, facendo riferimento in generale alla pendenza massima del tratto a monte dell'area in esame, conduce ad un incremento della portata liquida pari a circa il 33%.

In particolare si prende in esame per ciascun corso d'acqua il valore massimo ottenuto dalle formulazioni sopra riportate, come risulta dalla tabella riportata di seguito.

Rio Cassere

Valutazione della portata di massima piena					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>	<i>hc (mm)</i>	<i>ic</i>
29,53	61,65	37,56	78,40	40,99	85,57
<i>Qmax (mc/s)</i>		<i>Qmax (mc/s)</i>		<i>Qmax (mc/s)</i>	
4,62		5,88		6,42	
Valutazione trasporto solido					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>i f</i>		0,20			
<i>Qtrasp. (mc/s)</i>		<i>Qtrasp. (mc/s)</i>		<i>Qtrasp. (mc/s)</i>	
Smart & Jaeggi					
0,90		1,14		1,25	
Richenmann					
1,08		1,37		1,50	
Mizuyama & Shimonigashi					
1,55		1,97		2,15	
Mizuyama					
1,02		1,29		1,41	
Valutazione della portata di verifica					
Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni	
<i>Qtot (mc/s)</i>		<i>Qtot (mc/s)</i>		<i>Qtot (mc/s)</i>	
6,17		7,85		8,56	

Verifica idraulica sezioni e attraversamenti Rio Cassere

La verifica idraulica della sezione di una condotta in cui fluisce una corrente in moto uniforme viene eseguita secondo la seguente formula di Chesy:

$$Q = \chi * A * (r * i)^{1/2}$$

dove:

Q = portata (mc/sec);

χ = coefficiente di resistenza, calcolato in funzione della scabrezza;

A = Area della sezione fluida;

r = raggio idraulico (Area / contorno bagnato);

i = pendenza media del fondo;

Il **coefficiente di resistenza** χ viene valutato con la seguente formula di Manning:

$$\chi = 1 / n * r^{1/6}$$

dove:

n = coefficiente di scabrezza di Manning (pari a 1/C coefficiente di scabrezza di Strickler) definito in base alla natura del fondo e delle pareti;

r = raggio idraulico (Area / contorno bagnato);

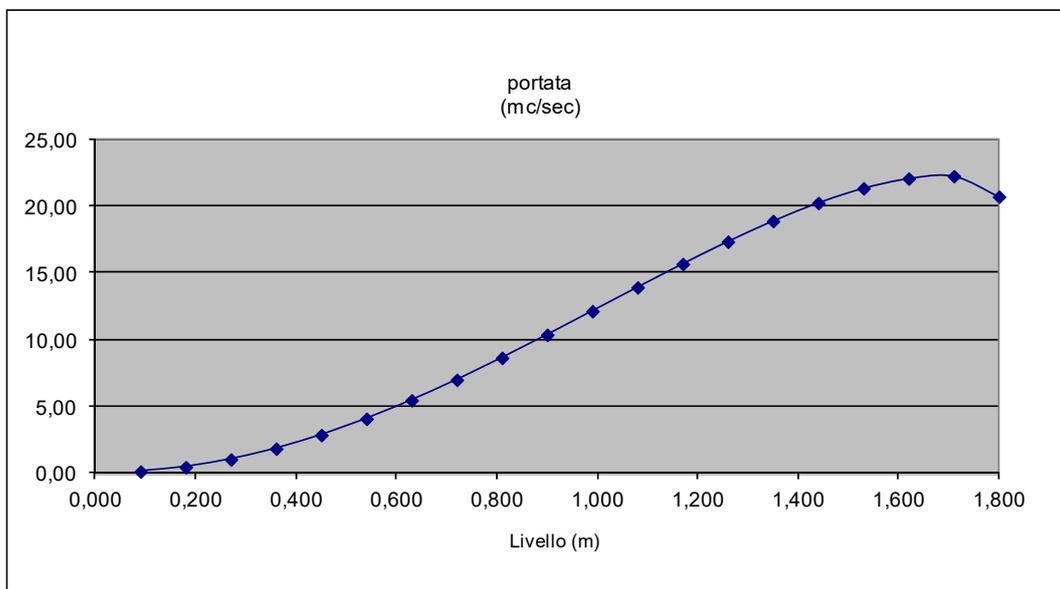
Per le sezioni di tubazione in cls si può adottare un coefficiente di scabrezza di Manning n = 0.013 (coefficiente di scabrezza di Strickler pari a C = 80).

Si riportano di seguito le scale di deflusso relative alle sezioni analizzate, considerando una pendenza di progetto minima pari all' 1.29% per la sezione rettangolare 300x200 cm o scatolare delle medesime dimensioni e pari al 3% per la sezione circolare diametro 1800 mm.

Le sezioni adottate risultano ampiamente in grado di smaltire le relative portate di competenza, come evidenziato dalle scale di deflusso riportate di seguito.

- *Condotta circolare diametro 1800 mm*

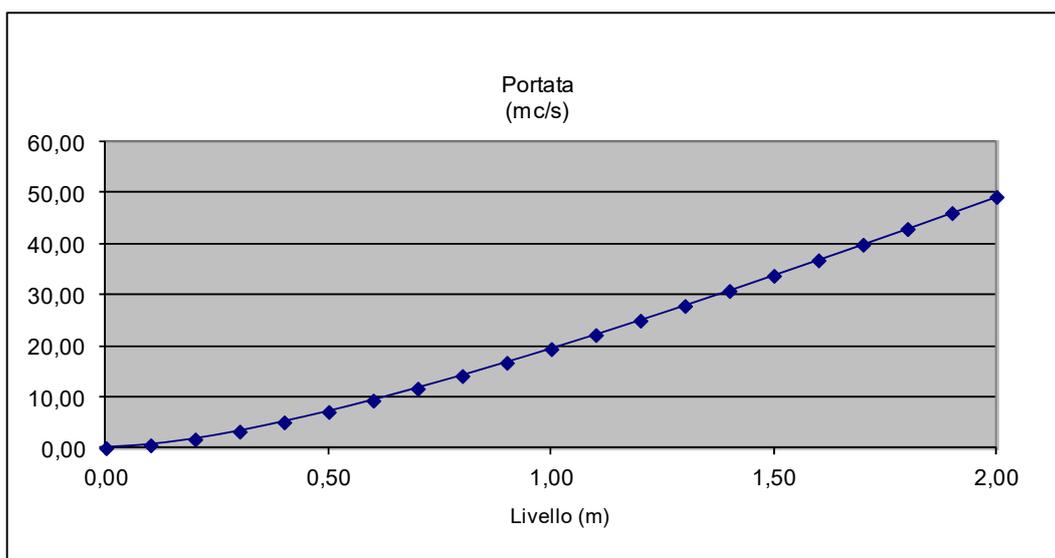
Scala di deflusso in moto uniforme sezione circolare diam. 1800 mm						
diametro esterno (mm)						
diametro interno (m)		1,8				
pendenza (m/m)	=	0,03				
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	80				
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (mc/sec)
0,090	0,05	0,05	0,81	0,06	2,09	0,10
0,180	0,1	0,13	1,16	0,11	3,26	0,43
0,270	0,15	0,24	1,43	0,17	4,21	1,01
0,360	0,2	0,36	1,67	0,22	5,00	1,81
0,450	0,25	0,50	1,88	0,26	5,70	2,84
0,540	0,3	0,64	2,09	0,31	6,32	4,05
0,630	0,35	0,79	2,28	0,35	6,86	5,44
0,720	0,4	0,95	2,46	0,39	7,34	6,98
0,810	0,45	1,11	2,65	0,42	7,77	8,62
0,900	0,5	1,27	2,83	0,45	8,14	10,35
0,990	0,55	1,43	3,01	0,48	8,46	12,13
1,080	0,6	1,59	3,19	0,50	8,73	13,91
1,170	0,65	1,75	3,38	0,52	8,94	15,66
1,260	0,70	1,90	3,57	0,53	9,11	17,34
1,350	0,75	2,05	3,77	0,54	9,22	18,88
1,440	0,8	2,18	3,99	0,55	9,27	20,24
1,530	0,85	2,31	4,22	0,55	9,26	21,34
1,620	0,9	2,41	4,50	0,54	9,15	22,07
1,710	0,95	2,50	4,84	0,52	8,91	22,25
1,800	1	2,54	5,65	0,45	8,14	20,71



La portata massima prevista per il Rio Cassere è pari a circa 8.56 mc/s, che risulta inferiore al valore massimo ottenuto, pari a oltre 20 mc/s.

- *Sezione rettangolare e scatolare 300x200 cm*

Scala di deflusso in moto uniforme sezione rettangolare e scatolare in progetto				
Larghezza del fondo (m)			3,00	
Pendenza (m/m)			0,0129	
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)			80	
Altezza massima dal fondo			2,00	
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,10	0,30	0,09	1,88	0,56
0,20	0,60	0,18	2,86	1,72
0,30	0,90	0,25	3,61	3,25
0,40	1,20	0,32	4,21	5,06
0,50	1,50	0,38	4,73	7,09
0,60	1,80	0,43	5,16	9,30
0,70	2,10	0,48	5,55	11,65
0,80	2,40	0,52	5,89	14,13
0,90	2,70	0,56	6,19	16,72
1,00	3,00	0,60	6,46	19,39
1,10	3,30	0,63	6,71	22,14
1,20	3,60	0,67	6,93	24,96
1,30	3,90	0,70	7,14	27,84
1,40	4,20	0,72	7,33	30,77
1,50	4,50	0,75	7,50	33,75
1,60	4,80	0,77	7,66	36,77
1,70	5,10	0,80	7,81	39,83
1,80	5,40	0,82	7,95	42,92
1,90	5,70	0,84	8,08	46,04
2,00	6,00	0,86	8,20	49,19



Anche in questo caso la portata massima prevista per il Rio Cassere, pari a circa 8.56 mc/s, risulta inferiore al valore massimo ottenuto, pari a oltre 49 mc/s.

Conclusioni

Le verifiche idrauliche eseguite sulle sezioni tipologiche di canale in progetto considerando le portate di massima piena previste per $Tr = 200$ anni in coerenza con lo studio idraulico redatto a corredo della variante di adeguamento al PAI del P.R.G.C. consentono di affermare che tutte le sezioni di deflusso previste in progetto risultano verificate, con adeguato franco di sicurezza.

La modifica del tracciato del Rio Cassere prevista in progetto non determinerà pertanto alcuna riduzione della capacità di deflusso delle portate lungo il corso d'acqua in esame rispetto allo stato attuale, che verrà al contrario incrementata.

L'adozione della sezione circolare diametro 180 cm in sostituzione del tratto esistente in corrispondenza ed a monte dell'attraversamento della S.P. n. 156 (Via Ponte Pietra) consentirà inoltre di eliminare le criticità individuate dagli studi idraulici redatti a corredo della variante di adeguamento al PAI del P.R.G.C., garantendo nel tempo maggiore possibilità di effettuare interventi di manutenzione e pulizia.

Infine si prevede la realizzazione di pozzetti di salto lungo tutto il tratto oggetto di intervento, riducendo in tal modo la velocità della corrente e garantendo al contempo in corrispondenza degli stessi la dissipazione dell'energia ed il deposito del materiale trasportato dalla corrente nel corso degli eventi alluvionali.