

Regione Veneto

Provincia di Treviso

Comune di Roncade

AMPLIAMENTO DISCARICA PER RIFIUTI INERTI
EX CAVA "MUSESTRE"

PROGETTO DEFINITIVO

A3

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Data: Dicembre 2010

Cod.: 1048/1

Committente



Fornaci Del Sile S.r.l.

Via Treponti, 63

31056 Roncade (TV)

Tel.: (+39) 0422-824110 - Fax: (+39) 0422-825918

E-mail: info@fornacidelsile.it - Web: www.fornacidelsile.it

Studio Tecnico Conte & Pegorer
ingegneria civile e ambientale

Via Siora Andriana del Vescovo, 7 – 31100 TREVISO

e-mail: segreteria@studiocontepegorer.191.it

tel. 0422.30.10.20 r.a. - fax 0422.42.13.01

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
2.2	STATO ATTUALE.....	5
2.3	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.....	6
2.4	CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO.....	7
2.4.1	<i>Preparazione preliminare</i>	7
2.4.1.1	Asporto della vegetazione presente.....	7
2.4.1.2	Viabilità di accesso.....	7
2.4.1.3	Recinzione e cancelli.....	7
2.4.1.4	Piezometri di monitoraggio falda.....	7
2.4.1.5	Area di deposito dei materiali di cantiere.....	7
2.4.1.6	Movimenti terra principali.....	8
2.4.1.7	Viabilità interna.....	8
2.4.1.8	Uffici e servizi.....	8
2.4.1.9	Sistema di stoccaggio del percolato.....	8
2.4.1.10	Gestione delle acque meteoriche.....	8
2.4.1.11	Gestione delle acque nere.....	9
2.4.1.12	Reti tecnologiche.....	9
2.4.1.13	Centralina per la rilevazione dei dati meteo-climatici.....	9
2.4.1.14	Sistemazioni esterne all'impianto.....	9
2.4.1.15	Sistemazione del verde.....	10
2.4.1.16	Cartellonistica.....	10
2.4.2	<i>Predisposizione del bacino di discarica</i>	10
2.4.3	<i>Conferimento rifiuti</i>	11
2.4.3.1	Capacità della discarica.....	11
2.4.3.2	Durata e movimento mezzi di trasporto.....	11
2.4.4	<i>Sistemazione finale</i>	11
2.4.4.1	Copertura finale.....	11
2.4.4.2	Morfologia finale.....	11
2.4.5	<i>Ricomposizione ambientale</i>	12
2.5	MOVIMENTO MEZZI DI TRASPORTO.....	12
2.6	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ATTUALI.....	13
3	PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)	15
4	COMMISSARIO DELEGATO EMERGENZA ALLAGAMENTI VENETO 26 SETTEMBRE 2007	17
4.1	ESAME DEGLI ELABORATI GRAFICI.....	18
4.2	INDICAZIONI RICAVATE DAGLI ATTI DEL COMMISSARIO DELEGATO.....	19
5	SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE IN PROGETTO	20
6	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	22
6.1	GENERALITÀ SUI CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO PER GLI STUDI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	22
6.1.1	<i>La formazione della portata di piena</i>	22
6.2	LE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO.....	23
6.3	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO.....	26
6.4	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA NELLA SITUAZIONE ATTUALE.....	27
6.4.1	<i>Metodo cinematico</i>	27
6.4.2	<i>Metodo dell'invaso</i>	29
6.5	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA NELLA SITUAZIONE TRASFORMATA.....	31
6.5.1	<i>Metodo cinematico</i>	31
6.5.2	<i>Metodo dell'invaso</i>	32
6.6	DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI INVASO.....	33
6.6.1	<i>Equazione dei serbatoi</i>	33
6.6.2	<i>Metodo cinematico</i>	38
6.7	CARATTERISTICHE DEI BACINI DI ACCUMULO.....	41
6.7.1	<i>Canaletta perimetrale</i>	42
6.7.2	<i>Dreno al di sotto della canaletta</i>	42

6.7.3	<i>Fossato/bacino di accumulo a nord V1</i>	43
6.7.4	<i>Fossato/bacino di accumulo a sud V2</i>	43
6.7.5	<i>Fossato/bacino di accumulo a sud V3</i>	44
6.7.6	<i>Fossato/bacino di accumulo a sud V4</i>	44
6.7.7	<i>Fossato/bacino di accumulo a sud V5</i>	45
6.7.8	<i>Volume di invaso disponibile</i>	45
6.8	VERIFICA DELLA CAPACITÀ DRENANTE DELLA CANALETTA PERIMETRALE.....	45
6.9	VERIFICA DELL'INFILTRAZIONE NELLO STRATO DI COPERTURA FINALE.....	48
6.10	DIMENSIONAMENTO DEL MANUFATTO DI CONTROLLO DELLE PORTATE.....	52
7	CONCLUSIONI	55

1 PREMESSA

Secondo quanto previsto dalla *DGRV n. 2948 del 6 ottobre 2009* (che sostituisce la *DGRV n.1322 del 10 maggio 2006* e la successiva *n.1841 del 19 giugno 2007*), e secondo quanto previsto dalla *DGRV n. 3637 del 13 dicembre 2002*, gli strumenti urbanistici generali, le varianti generali e gli interventi che comportino una trasformazione territoriale che possano modificare il regime idraulico attualmente esistente devono predisporre la verifica della compatibilità idraulica dell'intervento.

Lo scopo fondamentale dello studio è di considerare l'attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova situazione di progetto, valutando le interferenze che questa ha con i potenziali dissesti idraulici, nonché le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono determinare.

Nelle pagine seguenti sarà illustrata la soluzione adottata per lo smaltimento delle acque meteoriche nella situazione conclusiva, finalizzata a non aggravare il regime idraulico della rete scolante locale, del progetto di discarica di rifiuti inerti che sarà realizzato in comune di Roncade (TV).

Si valuterà che le nuove previsioni non modifichino l'esistente livello di rischio idraulico e non pregiudichino la possibilità di riduzione di tale livello.

L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso superficiale ed al conseguente incremento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto il progetto di trasformazione dell'uso del suolo provoca una variazione di permeabilità superficiale che necessita della previsione delle misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico, secondo il principio dell'"*invarianza idraulica*".

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La Ditta Fornaci del Sile S.r.l. è proprietaria di una discarica per rifiuti inerti esaurita dal 2001, realizzata nell'ex cava di argilla "Torzo – Musestre" di Roncade. È intenzione della Ditta avanzare la richiesta di ampliamento della discarica esaurita sulla porzione rimanente della cava "Musestre", adottando le direttive imposte dalla normativa vigente per le discariche di rifiuti inerti.

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito è ubicato nella bassa pianura veneta in prossimità del confine fra la provincia di Treviso e la provincia di Venezia, nel territorio agricolo compreso fra Roncade, Casale sul Sile e Quarto d'altino.

L'area fa parte del complesso di cave ubicato lungo Via Claudia Augusta.

Il Piano Regolatore Generale del Comune di Roncade classifica l'area come:

- Zona agricola - Sottozona E/3 - art. 52
- Area a discarica autorizzata tipo 2A

2.2 STATO ATTUALE

Il sito rientra in un contesto estrattivo, esaurito da molti anni, per l'approvvigionamento di argilla da fornace per la produzione di laterizi. L'attività agricola che si è impostata successivamente all'attività di cava, privilegia le coltivazioni di seminativo (mais e soia) e, talvolta, l'arboricoltura a pioppeto. La produzione agricola tuttavia non genera profitti importanti, soprattutto nelle zone depresse come quella in oggetto, a causa delle caratteristiche pedologiche non ottimali dei terreni superficiali e alla difficoltà di drenaggio.

La ricca rete idrografica vede una maglia di scoline parallele che confluiscono su fossati e canali maggiori. Le pendenze ridotte del terreno, che non consentono a volte una rapida evacuazione delle acque superficiali, hanno favorito l'instaurarsi di una fitta vegetazione, lungo questi corsi d'acqua, talora tipicamente igrofila.

Il sistema insediativo è ridotto a qualche unità abitativa isolata mentre diversi sono i ruderi di abitazioni agricole abbandonate presenti nella zona.

L'accessibilità dell'area è possibile tramite Via Claudia Augusta, alla quale si collegano gli accessi ai fondi agricoli e agli insediamenti, e la restante viabilità agricola.

La discarica di cat. 2A oggetto dell'ampliamento si presenta ripristinata ad uso agricolo con pratiche a seminativo. Una porzione dell'area, che comprende anche l'intera area della discarica 2B "Ex Cava Brunelli" esaurita, è stata sede in passato di una coltura a pioppeto.

L'intervento sarà realizzato nella vasta fascia ribassata che da Nord, dall'abitato di Santa Fosca, si approssima, mantenendosi parallela a Via San Pio X, a Via Claudia Augusta posta a Sud. La depressione è delimitata interamente da scarpate e da fossati che drenano l'intera area.

Il contesto oggetto d'intervento appartiene al bacino idrografico del Fiume Musestre. L'attività di cava svolta in passato ha generato ribassamenti e depressioni morfologiche di varia forma e dimensioni che si sono inserite nella rete idrografica locale, producendo un sistema drenante poco fluido se non complesso.

Gli appezzamenti della depressione oggetto d'intervento sono drenati da una serie di scoline parallele e orientate Nord Sud ad eccezione dell'ultimo appezzamento posto a Sud, dove hanno direzione Nord – Ovest verso Sud – Est.

Le scoline hanno interasse regolare attorno ai 23 ÷ 25 m e talvolta sono tombate in corrispondenza dei tragitti agricoli. Esse drenano le acque nel fossato parallelo a Via San Pio X che confluisce nel canale adiacente a Via Claudia Augusta e, quindi, nel Fiume Musestre.

Una parte dei terreni interessati sono drenati dal fossato posto lungo il margine Ovest del sito. Anche in questo caso le acque raggiungono il canale di Via Claudia Augusta per defluire, anch'esse, nel Musestre.

Gli altri fossati presenti nell'area della discarica esaurita, oggetto di ampliamento, sono collegati fra loro, tramite tubazioni interrato, e riversano le loro acque nel canale di Via Claudia Augusta.

Tutte le acque superficiali raggiungono, quindi, il Fiume Musestre che riversa le acque nel Sile all'altezza dell'abitato omonimo.

2.3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

La stratigrafia del sito può essere riassunta come un'alternanza di terreni limoso-sabbiosi e argilloso-limosi con strati sabbiosi.

È presente una falda semiconfinata, più superficiale, che si colloca tra 1,5 e 6 metri dal piano campagna, e di una falda confinata, più profonda, tra i 6,5 - 7 m ed i 9 m dal piano campagna.

Il tetto del primo acquifero confinato, preso come riferimento per l'impostazione della barriera di fondo della discarica, è collocato, quindi, fra le quote di - 0,70 e - 2,00 m s.l.m.

2.4 CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

Il progetto di ampliamento della discarica "Musestre" ha l'obiettivo di rispondere alle richieste di mercato in tema di smaltimento di rifiuti inerti utilizzando un sito con scarsa produttività agricola.

Con l'obiettivo descritto potrà essere perseguita la finalità di un ripristino morfologico parziale dell'area interessata e un conseguente beneficio dal punto di vista idraulico.

2.4.1 Preparazione preliminare

2.4.1.1 ASPORTO DELLA VEGETAZIONE PRESENTE

Sarà eseguito l'asporto, fino alla radice, delle alberature e degli arbusti eventualmente ricadenti nell'area d'intervento e la potatura delle piante, lungo i margini del sito, che possono intralciare le operazioni di cantiere.

2.4.1.2 VIABILITÀ DI ACCESSO

La viabilità di accesso sarà oggetto di manutenzione in modo da permettere, fin dall'inizio del cantiere, l'ingresso nell'area d'intervento dei mezzi e delle macchine operatrici.

2.4.1.3 RECINZIONE E CANCELLI

L'impianto sarà totalmente delimitato da una recinzione e sarà realizzato un cancello d'ingresso in corrispondenza del lato Sud.

2.4.1.4 PIEZOMETRI DI MONITORAGGIO FALDA

Saranno realizzati 7 nuovi piezometri di controllo della qualità delle acque di falda che andranno ubicati lungo il perimetro della discarica.

2.4.1.5 AREA DI DEPOSITO DEI MATERIALI DI CANTIERE

Sarà predisposta un'area a Sud destinata al deposito dei materiali di cantiere in attesa del loro utilizzo per la realizzazione degli interventi in programma.

2.4.1.6 MOVIMENTI TERRA PRINCIPALI

Il fondo dell'ex cava sarà oggetto di spianamento e di riporto di nuovo terreno al fine della creazione di piani pendenti verso il punto maggiormente depresso relativo ad ogni lotto del bacino di discarica. Le quote minime del fondo sono state impostate, come anticipato, in modo da garantire il franco di 1,5 m dal tetto dell'acquifero della prima falda, previsto dalla normativa.

Il bacino di discarica sarà delimitato da un argine di contenimento, con funzione di rilevato stradale per il conferimento e l'ispezione della discarica.

La sommità dell'argine sarà raggiunta da due rampe di larghezza 3 m: una posta lungo il lato Ovest e una lungo il lato Sud Est

Per la realizzazione del bacino di discarica sono richiesti un volume di circa 80.000 m³ di riporto.

2.4.1.7 VIABILITÀ INTERNA

Sarà realizzato un anello carrabile in corrispondenza della sommità dell'argine di contenimento, descritto in precedenza, collegato, tramite due rampe, ai tracciati posti alla base che raggiungono l'ingresso dell'impianto.

2.4.1.8 UFFICI E SERVIZI

Sarà realizzato un edificio con funzione:

- di archivio della documentazione relativa alla gestione della discarica
- di archivio della documentazione tecnica principale relativa all'impianto
- di servizio ai lavoratori addetti all'impianto
- di ricovero del materiale di pronto soccorso e di prevenzione infortuni.

2.4.1.9 SISTEMA DI STOCCAGGIO DEL PERCOLATO

In adiacenza del lato Sud, saranno installate, entro un bacino di contenimento, 3 cisterne di capacità 50 m³ ciascuna, per lo stoccaggio del percolato proveniente dai pozzi di raccolta.

2.4.1.10 GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

La discarica sarà delimitata, lungo la sommità dell'argine di contenimento, da una canaletta perimetrale. Le acque meteoriche raccolte dalla canaletta perimetrale saranno assorbite nel terreno sottostante attraverso un dreno realizzato all'interno dell'argine. Le

acque in eccesso saranno fatte defluire in fossati perimetrali posti alla base dell'argine esistenti o di nuova realizzazione.

Il fossato Nord sarà dotato di uno strato drenante, in materiale a granulometria grossa che favorirà lo smaltimento nel sottosuolo delle acque accumulate.

Il fossato Sud scaricherà le acque in un bacino di espansione e di seguito nel canale di Via San Pio X dopo aver attraversato un manufatto di regolazione delle portate.

Le acque raccolte nell'area d'intervento saranno alla fine immesse, come avviene attualmente, nel canale parallelo alla strada Via Claudia Augusta, quindi, nel Fiume Musestre affluente del Fiume Sile.

2.4.1.11 GESTIONE DELLE ACQUE NERE

La gestione delle acque nere è relativa al sistema di smaltimento degli scarichi prodotti dai servizi igienici dell'edificio uffici e servizi. Il sistema consiste nella posa di due pozzetti sifonati in corrispondenza degli scarichi collegati ad una vasca a tenuta da 2 m³ a svuotamento periodico.

2.4.1.12 RETI TECNOLOGICHE

L'impianto di scarica sarà dotato delle seguenti linee tecnologiche:

- rete elettrica per il funzionamento dei sistemi di pompaggio, dell'illuminazione esterna e dell'impianto elettrico interno agli uffici e servizi.
- rete di raccolta percolato che coletterà le pompe di sollevamento dei pozzi di raccolta installati dentro i lotti con il pozzetto di rilancio alle cisterne di stoccaggio.

2.4.1.13 CENTRALINA PER LA RILEVAZIONE DEI DATI METEO-CLIMATICI

La scarica sarà dotata di una centralina per la rilevazione dei parametri climatici: Precipitazioni, Temperatura, Direzione e velocità del vento, evaporazione e umidità atmosferica.

2.4.1.14 SISTEMAZIONI ESTERNE ALL'IMPIANTO

I terreni esterni all'impianto, ricadenti sempre nella disponibilità della Ditta, saranno oggetto d'intervento per consentire l'accesso ai fondi e permettere la continuazione dell'attività agricola.

2.4.1.15 SISTEMAZIONE DEL VERDE

Completati i movimenti terra sarà eseguita la piantumazione di un filare alberato lungo il piede delle scarpate esterne dell'argine di contenimento.

La scarpata esterna dell'argine di contenimento sarà sistemata a prato.

2.4.1.16 CARTELLONISTICA

L'impianto sarà dotato di idonea cartellonistica e segnaletica stradale.

2.4.2 Predisposizione del bacino di scarica

Il bacino sarà completamente sagomato sul fondo dalla seguente successione (partendo dall'alto):

- Geotessile
- Strato di terreno a bassa permeabilità con $k \leq 1 \times 10^{-7}$ m/sec sp. 100 cm

Il tetto della barriera presenterà le pendenze assegnate in fase di preparazione preliminare, quindi, corrispondenti allo 0,5%, lungo l'asse centrale del lotto, e in direzione perpendicolare a questo.

La barriera sulle scarpate sarà costituita dalla seguente successione (partendo dall'alto):

- Geotessile
- Strato di terreno a bassa permeabilità con $k \leq 5 \times 10^{-8}$ m/sec sp. 50 cm

Lo spessore minore dello strato di terreno sulle scarpate, rispetto a quello del fondo, non cambia la conducibilità idraulica dello strato in ragione del principio dell'equivalenza.

I lotti saranno separati da argini realizzati sempre con terreno a bassa permeabilità.

Il percolato che si formerà nel corpo di scarica defluirà verso il punto di maggior depressione grazie alle pendenze del fondo ed alla rete di drenaggio costituita da tubazioni fessurate. Le tubazioni saranno in polietilene ad alta densità (HDPE) e saranno ricoperte da un geotessile e da un riporto, localizzato solo lungo le tubazioni, di materiale drenante di grossa pezzatura di altezza di circa 50 cm.

La rete di drenaggio sarà collegata, in corrispondenza del punto più depresso dei lotti, al pozzo di raccolta del percolato.

Il pozzo di raccolta del percolato sarà di tipo inclinato, appoggiato sulla scarpata e realizzato tramite incastro di elementi di tubazioni prefabbricate in Cemento Armato Vibrato di diametro 800 mm.

All'interno del pozzo sarà posta una pompa sommergibile di tipo autoadescante con segnalatore di livello.

2.4.3 Conferimento rifiuti

2.4.3.1 CAPACITÀ DELLA DISCARICA

La discarica progettata ha una capacità di deposito complessiva di circa **220.000 m³** di rifiuti corrispondente ad una quantità in peso di circa **330.000 ton**.

2.4.3.2 DURATA E MOVIMENTO MEZZI DI TRASPORTO

Il volume di circa 220.000 m³ di rifiuti sarà conferito in circa **5 anni** con un traffico medio previsto di **8 mezzi carichi giornalieri** in entrata.

2.4.4 Sistemazione finale

2.4.4.1 COPERTURA FINALE

Il corpo rifiuti depositato nel bacino di discarica, una volta raggiunte le quote finali, sarà totalmente ricoperto da un pacchetto di chiusura definitiva che rispecchierà esattamente quanto previsto dalla normativa (partendo dall'alto):

- strato di terreno vegetale sp. 100 cm
- geotessile
- materiale drenante sp. 50 cm
- geotessile
- strato di terreno a bassa permeabilità sp. 50 cm
- strato di regolarizzazione

2.4.4.2 MORFOLOGIA FINALE

La discarica, una volta esaurita e ricoperta definitivamente dal pacchetto superficiale, avrà forma baulata con quote del colmo raggiunte tramite fasce a diversa pendenza.

La morfologia finale sarà caratterizzata dai seguenti elementi:

- Una scarpatina perimetrale, di larghezza di 2,10 m, che determinerà un incremento delle quote di 2,10 m rispetto al piano esterno.
- Una fascia perimetrale di larghezza di circa 20 m con pendenza di circa $8 \div 13\%$.
- Un'area sommitale con pendenze comprese fra 3 e 5,5%.
- Una linea di colmo con quote comprese fra 10,85 \div 11,70 m s.l.m.

Il punto più elevato avrà, quindi, quota 11,70 m s.l.m., 8 m circa superiore al piano di campagna circostante che presenta una quota attorno ai 3 \div 4,5 m s.l.m.

2.4.5 Ricomposizione ambientale

La ricomposizione ambientale della discarica seguirà un sesto d'impianto che addolcirà la morfologia prodotta dalla realizzazione della discarica, attraverso la creazione di macchie boscate e spazi aperti.

Nell'intervento è compreso anche il completamento della sistemazione a verde dell'area destinata al deposito materiali di cantiere situata nel settore Sud dell'impianto.

2.5 MOVIMENTO MEZZI DI TRASPORTO

La gestione dell'impianto comporta, come citato, l'ingresso medio di 8 mezzi carichi giornalieri per il conferimento dei rifiuti.

Il riporto di terreno per la sagomatura del bacino (innalzamento del fondo e realizzazione dell'argine di contenimento), e il conferimento degli altri materiali per la realizzazione delle barriere, produrrà un ulteriore ingresso di mezzi trasporto.

L'intensità del traffico varierà, quindi, durante l'esercizio mantenendosi sempre al di sotto dei 25 mezzi giornalieri, per ridursi a 12 mezzi durante il conferimento dell'ultimo lotto.

Sulla viabilità esterna i mezzi di trasporto proverranno da Nord, dalla Strada Provinciale n. 64 "Zermanesa", qui Via Belvedere, e percorreranno Via Claudia Augusta fino ad incontrare, a circa 1.400 m, l'ingresso la strada che conduce all'impianto.

I mezzi che transitano sulla S.P. n. 64 "Zermanesa" proverranno, soprattutto, da Ovest, dal casello autostradale di Preganziol sulla A4, e da Est, dalla Strada Regionale n. 89 "Treviso Mare".

2.6 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ATTUALI

Il contesto oggetto d'intervento appartiene al bacino idrografico del Fiume Musestre. L'attività di cava svolta in passato ha generato ribassamenti e depressioni morfologiche di varia forma e dimensioni che si sono inserite nella rete idrografica locale, producendo un sistema drenante poco fluido se non complesso.

Gli appezzamenti della depressione oggetto d'intervento sono drenati da una serie di scoline parallele e orientate Nord Sud ad eccezione dell'ultimo appezzamento posto a Sud, dove hanno direzione Nord – Ovest verso Sud – Est. Le scoline hanno interasse regolare attorno ai 23 ÷ 25 m e talvolta sono tombate in corrispondenza dei tragitti agricoli. Esse drenano le acque nel fossato parallelo a Via San Pio X che confluisce nel canale adiacente a Via Claudia Augusta e, quindi, nel Fiume Musestre.

Una parte dei terreni interessati sono drenati dal fossato posto lungo il margine Ovest del sito. Anche in questo caso le acque raggiungono il canale di Via Claudia Augusta per defluire, anch'esse, nel Musestre.

Gli altri fossati presenti nell'area della discarica esaurita, oggetto di ampliamento, sono collegati fra loro, tramite tubazioni interrate, e riversano le loro acque nel canale di Via Claudia Augusta.

La situazione idrologica locale può essere, quindi, schematizzata come segue:

- sistema della discarica esaurita (ex cava “Torzo – Musestre”).

Le acque sono drenate da un collettore posto lungo il confine Ovest della discarica esaurita che presenta il seguente percorso:

- tratto iniziale (tratto Nord): situato ai piedi della scarpata che delimita la depressione di cava, oggetto dell'intervento, e riceve le acque dei terreni confinanti e di una fascia ristretta della depressione citata;
- tratto intermedio: il fossato ripercorre il confine della discarica esaurita ricevendo le acque superficiali della stessa e di alcuni appezzamenti confinanti. Si collega, in corrispondenza dell'ingresso principale della discarica, con il fossato centrale dell'area ripristinata. Il fossato continua tombato a Sud per un tratto di circa 80 m;
- tratto finale (tratto Sud): il fossato prosegue in direzione Nord Ovest e si riversa, infine deviando verso Sud Ovest, nel canale di Via Claudia Augusta.

- Sistema della depressione di cava oggetto d'intervento (ex cava “Musestre”)

Le acque sono drenate dal collettore posto a lato di Via San Pio X caratterizzato dal seguente andamento:

- tratto iniziale (tratto Nord): tratto coincidente con il piede della scarpata Est della depressione di cava oggetto d'intervento e riceve soprattutto le acque della zona ribassata;
- tratto intermedio: il fossato si mantiene parallelo a Via San Pio X ed è collegato, tramite tubi interrati, alle scoline del fondo cava;
- tratto finale (tratto Sud): il fossato aumenta di dimensioni e si riversa nel canale di Via Claudia Augusta. In questo tratto non si presenta collegato ad altri scoli.

Tutte le acque superficiali raggiungono, quindi, il Fiume Musestre che riversa le acque nel Sile all'altezza dell'abitato omonimo.

3 PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Il Piano d'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), si configura come uno strumento di pianificazione che, attraverso criteri, indirizzi, norme ed interventi, consente di far fronte alle problematiche idrogeologiche compendiando le necessità di una riduzione del dissesto idrogeologico e del rischio connesso e di uno sviluppo antropico.

Il sito ricade nel territorio di competenza del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sile e della pianura tra Piave e Livenza. Il Piano ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idraulico ed idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Sile e della pianura tra Piave e Livenza.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Sile è stato approvato Deliberazione del Consiglio Regionale del 27 giugno 2007, n. 48.

Negli elaborati grafici del P.A.I. sono riportate le seguenti indicazioni per il sito in oggetto:

- “CARTA DEI LIMITI AMMINISTRATIVI E DELLE COMPETENZE TERRITORIALI”

“DESTRA PIAVE”.

- “CARTA DEI SITI A TUTELA PAESAGGISTICA E AMBIENTALE”

Nessuna indicazione.

- “CARTA DELLE INONDAZIONI STORICHE EVENTO 1966”

Nessuna indicazione.

- “CARTA DELLE PERICOLOSITA' STORICHE”

Aree soggette ad allagamento – Piano di Bonifica del Fiume Sile

- “CARTA DEGLI ALLAGAMENTI STORICI UNIONE VENETA CONSORZI BONIFICA”

Aree soggette a rischio di allagamento

- “CARTA DELLE AREE SOGGETTE A SCOLO MECCANICO”

Nessuna indicazione.

- “CARTA DELLE PERICOLOSITA' IDRAULICHE PER INONDAZIONE”

– P1 – Pericolosità moderata $T_r = 100$ anni – $h > 0$

L'art. 13 delle Norme di Attuazione “Azioni ed interventi ammissibili nelle aree classificate a pericolosità moderata – P1” specifica “Nelle aree classificate a pericolosità moderata – P1 spetta agli strumenti urbanistici comunali e provinciali ed ai piani di settore regionali prevedere e disciplinare, nel rispetto dei criteri e indicazioni generali del presente Piano,

STUDIO TECNICO CONTE & PEGORER – VIA SIOA ANDRIANA DEL VESCOVO, 7 – 31100 TREVISO

\\0111-pc\volume I temporaneo\Fornaci del sile - Discarica Musestre - cod. 1048 - APRILE 1997\Ver_01 - Marzo 2010\Relazioni\A3 - RELAZIONE COMP IDRAULICA.doc

l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti e infrastrutture, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente.” La norma rimanda alla pianificazione comunale, provinciale e regionale l'applicazione di specifiche prescrizioni. Il comma, inoltre, fa riferimento ai “*criteri e indicazioni generali*” trattati nell'art. 10 “*Disposizioni comuni per le aree di pericolosità idraulica*” delle Norme di Attuazione.

Il progetto, ai sensi dell'art. 10:

- migliora la funzionalità idraulica dell'area e garantisce il deflusso delle acque;
 - non aumenta le condizioni di pericolo a valle o a monte dell'area interessata;
 - il sito non è normalmente un bacino d'invasione di corsi d'acqua;
 - non pregiudica l'attenuazione o l'eliminazione delle cause di pericolosità;
 - non costituisce o induce a formare vie preferenziali di veicolazione di portate solide o liquide;
 - non interferisce con le strutture di difesa idraulica;
 - non interviene su alvei di corsi d'acqua;
 - non pregiudica la definitiva sistemazione idraulica né la realizzazione degli altri interventi previsti dalla pianificazione di bacino;
 - non prevede l'esecuzione di scavi o abbassamenti del piano di campagna capaci di compromettere la stabilità delle fondazioni degli argini;
 - non realizza intubazioni o tombinature dei corsi d'acqua superficiali;
 - non prevede l'occupazione stabile con mezzi, manufatti anche provvisori e beni diversi le fasce di transito al piede degli argini;
 - non posiziona rilevati a protezione di colture agricole conformati in modo da ostacolare il libero deflusso delle acque;
 - non opera cambiamenti colturali ovvero impianti nuove colture arboree, capaci di favorire l'indebolimento degli argini.
- “**CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO**”
 - R1 – Rischio moderato.

Il sito rientra, come citato, in zona “*P1 – Pericolosità moderata $Tr = 100$ anni – $h > 0$* ” e in zona “*R1 – Rischio moderato.*” Il progetto si attiene alle prescrizioni contenute nelle Norme di Attuazione del PAI. Si precisa che le aree in cui non è consentita l'ubicazione di discariche per rifiuti inerti, ai sensi del D.Lgs. n. 36/2003, sono le zone a pericolosità

idraulica con tempo di ritorno inferiore ai 50 anni. Nel nostro caso l'area è definita a pericolosità idraulica con tempo di ritorno uguale a 100 anni.

4 COMMISSARIO DELEGATO EMERGENZA ALLAGAMENTI VENETO 26 SETTEMBRE 2007

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 18 ottobre 2007, n. 3621 *“Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti agli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della regione Veneto, nel giorno 26 settembre 2007”*, e s.m.i., ha nominato il Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eventi meteorologici del settembre 2007. Il Commissario Delegato provvede all'individuazione dei comuni colpiti dagli eventi, alla realizzazione dei primi interventi urgenti diretti al soccorso della popolazione, alla rimozione delle situazioni di pericolo, e a fronteggiare i danni conseguenti agli eventi di cui sopra.

Nell'OPCM 3621/2007 sono stabiliti gli incarichi e definiti i compiti del Commissario che è chiamato innanzitutto a ripristinare le condizioni di sicurezza nei territori mettendo in atto tutte le misure ritenute necessarie per uscire dalla situazione di emergenza.

L'Ordinanza dispone, inoltre, che il Commissario si occupi della puntuale ricognizione e quantificazione dei danni subiti dai beni pubblici e privati, che pianifichi azioni ed interventi volti a ridurre definitivamente gli allagamenti, conseguenti all'inadeguatezza della rete di smaltimento delle acque e stanziando anche i primi fondi.

A seconda dell'evolvere della situazione, l'Ordinanza viene emendata o modificata in alcune sue parti per consentire al Commissario Delegato di svolgere la sua attività nella maniera più efficace possibile, avvalendosi di tutte le deroghe alle disposizioni vigenti ritenute necessarie, offrendo la possibilità di attingere a determinate risorse finanziarie o di dotarsi di strumenti e strutture efficienti all'espletamento del suo incarico.

L'attività del Commissario si concentra in due principali direzioni: la prima finalizzata ad uscire nel più breve tempo possibile dalla situazione di emergenza, provvedendo anche alla liquidazione dei danni, la seconda, volta invece a scongiurare o ridurre la probabilità che in futuro si verificino situazioni di allagamento, dovute alla crisi della rete di gestione del sistema idrico, in occasioni di eventi meteorologici e precipitazioni di carattere eccezionale.

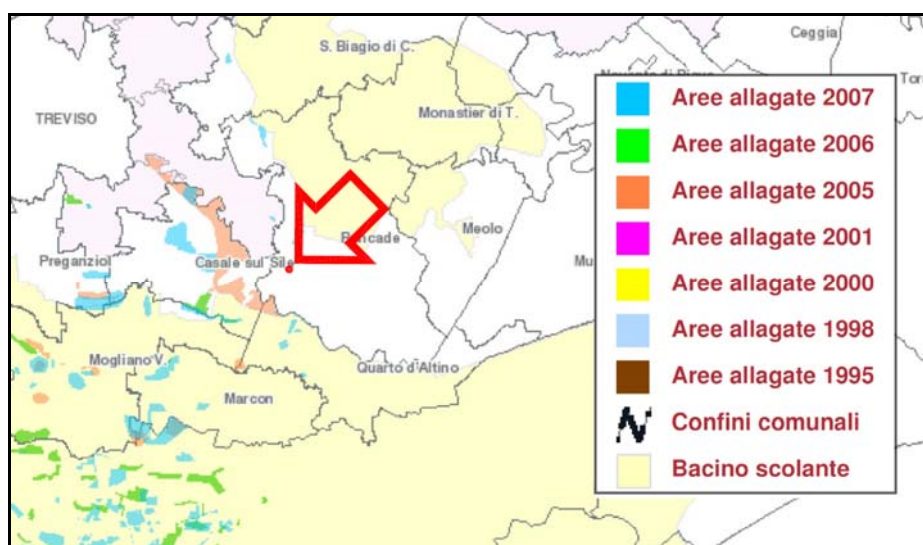
Successivi decreti ministeriali hanno prorogato i termini dello Stato di Emergenza; l'ultimo dei quali ha prorogato fino 30 settembre 2010.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 21/12/2007, n.2 ha individuato i comuni colpiti dagli eventi, fra i quali compare anche il comune di Roncade.

4.1 ESAME DEGLI ELABORATI GRAFICI

Negli elaborati grafici reperibili nel sito del Commissario Delegato (www.commissarioallagamenti.veneto.it) sono riportate le seguenti indicazioni per il sito in oggetto:

- “CARTA DEGLI ALLAGAMENTI”



Il sito non rientra in aree allagate.

- “INTERVENTI STATO DI AVANZAMENTO”



Il Fiume Musestre è stato oggetto di intervento con recupero capacità di invaso, sistemazione e ripristino delle livellette degli argini.

4.2 INDICAZIONI RICAVATE DAGLI ATTI DEL COMMISSARIO DELEGATO

Per i comuni della Regione Veneto che hanno subito gli allagamenti nel settembre 2007, il Commissario Delegato ha emanato una serie di Ordinanze che impongono la redazione di relazioni di compatibilità idraulica a tutti gli interventi edificatori che comportano un'impermeabilizzazione superiore a 200 m² valevole anche per interventi con titolo abilitativi già rilasciato ma la cui costruzione non è ancora stata avviata. Inoltre è stata evidenziata la necessità che i Comuni nell'ambito della predisposizione dei Piani di Assetto del Territorio si dotino di un Piano delle Acque.

Il progetto comporta la sostanziale impermeabilizzazione di una superficie di 62.600 m² si rende, pertanto, necessaria la relazione di compatibilità ambientale ai sensi della Deliberazione di Giunta Regionale del Veneto 10 maggio 2006, n. 1322 e successive modifiche ed integrazioni.

5 SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE IN PROGETTO

L'intervento in progetto consiste nella realizzazione di una discarica per rifiuti inerti avente una superficie di 6,26 ha. L'intera area interessa una superficie di circa 8,00 ha.

Attualmente le acque meteoriche vengono drenate verso i fossati esistenti nell'area per essere poi convogliate verso il fiume Musestre.

Tale intervento rientra nel campo di validità della D.G.R.V. n° 2948 del 6 ottobre 2009 che impone, per superfici di nuova impermeabilizzazione superiori a 1.000 m², la realizzazione di misure di compensazione idraulica.

Tali misure consistono in veri e propri serbatoi di accumulo temporaneo delle acque di piena, che iniziano a riempirsi non appena la portata ecceda il valore massimo consentito dall'ente gestore della rete di scolo superficiale di recapito.

Poiché il corpo idrico recettore è costituito dal fiume Musestre, l'ente gestore è il Consorzio di Bonifica Piave.

Tali serbatoi, ai fini del loro funzionamento, necessitano di un manufatto di controllo delle portate, usualmente predisposto in corrispondenza del collegamento fra la nuova rete di raccolta delle acque meteoriche a servizio dell'area e la rete di scolo superficiale.

All'interno di tale manufatto verrà ricavata una bocca tarata avente sezione preferibilmente circolare e diametro tale da convogliare una portata specifica pari alla massima consentita, sulla base della capacità di portata del corpo idrico recettore.

Non appena la portata in uscita supera la massima consentita, all'interno del manufatto di controllo inizia a crearsi un battente d'acqua che, sulla base della pendenza longitudinale della rete di raccolta acque meteoriche, favorisce il progressivo riempimento dei serbatoi ubicati a monte rispetto al manufatto di controllo.

Quando ha inizio la fase di esaurimento dell'evento meteorico, la portata si riporta su valori pari a quelli della massima consentita in uscita ed i serbatoi iniziano progressivamente a svuotarsi.

Tramite questi serbatoi, od invasi compensativi, le portate di piena vengono neutralizzate temporaneamente "in loco", ovvero all'interno dell'area di intervento, durante la fase di crescita della piena, e restituite verso la rete di scolo superficiale durante la fase di esaurimento della piena, quando quest'ultima è in grado di recepire i contributi di piena, generati dalla nuova condizione di progetto, senza creare regime di sofferenza idraulica.

Gli invasi compensativi di progetto consistono in:

- Canaletta perimetrale al bacino in ghiaia con funzione sia di accumulo che di drenaggio verso lo strato drenante sottostante.
- Dreno posizionato all'interno dell'argine perimetrale con funzione sia di accumulo che di drenaggio nel suolo.
- Fossati di progetto non collegati alla rete esistente e denominati V1, V2, V3 nelle tavole grafiche posizionati alla base dell'argine di contenimento.
- Fossato V4 e relativo bacino di accumulo V5 realizzato nell'area verde a sud, tramite depressione del terreno, collegato alla rete idrografica esistente per mezzo di un manufatto di controllo dello scarico.

La superficie interessata dall'analisi dello sgrondo delle acque meteoriche è pari a circa 62.600 m² (corrispondente al limite della canaletta perimetrale in ghiaia).

Le acque meteoriche che ricadono nell'area della discarica impermeabilizzata sono generalmente soggette a naturale infiltrazione nello strato di terreno vegetale e nello strato ghiaioso sottostante per poi confluire in tempi successivi nella canaletta perimetrale, ma in concomitanza di eventi pluviometrici di notevole intensità può verificarsi il fenomeno di ruscellamento superficiale e pertanto le acque di scorrimento possono raggiungere la canaletta perimetrali in tempi relativamente brevi.

La canaletta perimetrale ha, quindi, la funzione di raccolta e smaltimento delle acque provenienti dalla ricopertura finale della discarica.

È da sottolineare che tale canaletta è realizzata in ghiaia (e utilizzata anche per l'ancoraggio del geotessile) è impiegata anche con funzione drenante in relazione alla sua natura permeabile e alla presenza del dreno sottostante.

A causa delle diverse quote d'imposta della canaletta, per garantire il massimo volume di invaso possibile, si rende necessario posizionare dei setti di delimitazione di bacini posti alla distanza di circa 50 m. Tali setti permettono di realizzare dei singoli bacini chiusi, in tal modo il tirante liquido all'interno è il massimo realizzabile.

6 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

6.1 GENERALITÀ SUI CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO PER GLI STUDI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

6.1.1 La formazione della portata di piena

La formazione della portata di piena raggruppa l'insieme di quei diversi processi idrologici che concorrono alla formazione del deflusso, a partire dalla precipitazione meteorica, prima ancora che il deflusso stesso si incanali nella rete di collettamento.

Tale precipitazione viene in parte intercettata dalla vegetazione, in parte infiltra nel suolo, in parte ancora va ad accumularsi in piccoli invasi naturali e/o artificiali (pozzanghere, avvallamenti del terreno, impluvi artificiali); la parte rimanente, infine, va a costituire il deflusso superficiale che scorrerà verso la rete di collettamento secondo le linee di massima pendenza del terreno. Il sistema suolo - vegetazione, quindi, costituisce una naturale capacità di invaso, che tende a decurtare la quantità di acqua precipitata che arriverà alla rete (precipitazione efficace). Tale decurtazione dipenderà, istante per istante, dalla capacità complessiva di tali invasi, che varierà nel tempo sia a causa del loro progressivo riempimento durante prolungati eventi di pioggia, sia a causa di altri importanti processi di trasferimento dell'acqua che agiscono nel sistema suolo atmosfera. Analogamente, una piccola parte dell'acqua infiltrata nel suolo evaporerà direttamente ed una parte più consistente verrà assorbita dalle radici della vegetazione e quindi riemessa nell'atmosfera per evaporazione delle foglie (traspirazione). Ancora, parte dell'acqua infiltrata negli strati superficiali del suolo proseguirà il moto di filtrazione verso gli strati più profondi e le falde (percolazione), mentre una parte, filtrerà verso la rete idrografica mantenendosi negli strati superficiali (deflusso ipodermico). Parte dell'acqua infiltrata, quindi, andrà ancora a contribuire al deflusso nella rete idrografica, ma con tempi di ritardo, rispetto alla caduta della precipitazione, sensibilmente maggiori dei tempi caratteristici del deflusso superficiale.

Nell'ambito nello studio dei fenomeni di piena, i diversi tipi di deflusso assumono una importanza relativa che varia in funzione del tempo caratteristico di risposta del bacino in esame. Intendendo come tempo di risposta (o tempo di concentrazione o di corrivazione)

l'intervallo trascorso fra l'inizio dell'evento di precipitazione e l'arrivo del colmo di piena alla sezione di chiusura del bacino.

Tale tempo varia in funzione di altri parametri oltre a quelli elencati: la superficie del bacino, la forma del bacino e le giaciture: in un bacino prettamente agricolo della terraferma veneziana, dove sono particolarmente rilevanti gli effetti di invaso e filtrazione (con restituzione al reticolo idrografico in tempi lunghi) l'ordine di grandezza del tempo di risposta va da qualche ora alle 24 ore; in un bacino prettamente urbano va da alcune decine di minuti a qualche ora.

Nello studio per il dimensionamento delle opere atte a contrastare gli allagamenti risulta quindi di fondamentale importanza definire il più precisamente possibile i seguenti elementi che concorrono alla determinazione dell'evento di piena di progetto:

- la precipitazione
- la probabilità dell'evento
- la durata dell'evento in riferimento al tempo di risposta del bacino di riferimento.

6.2 LE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO

Nel dimensionamento di qualunque dispositivo idraulico è necessario determinare la portata e/o i volumi di piena di progetto al fine di dare al dispositivo adeguate misure geometriche.

La portata viene determinata a mezzo di formulazioni matematiche o modelli che simulano la trasformazione della pioggia al suolo.

Si deve pertanto in ultima analisi definire a quale precipitazione di progetto fare riferimento.

Sulla base di dedicate elaborazioni statistiche è possibile determinare l'altezza di precipitazione corrispondente ad un certo tempo di ritorno e a una certa durata.

La D.G.R.V. n° 2948/2009 stabilisce che il tempo di ritorno di riferimento per i calcoli della portata massima e del volume di invaso massimo deve essere pari a 50 anni.

La curva di possibilità pluviometrica di riferimento è quella di Roncade in cui è presente una stazione di misura omologata ARPAV che contempla 10 anni di osservazioni sia di precipitazioni orarie che di scrosci ovvero di eventi meteorici aventi notevole intensità e breve durata.

Le curve di possibilità pluviometrica proposte sono espresse con la formula italiana a due parametri (a,n)

$$h = a t^n$$

Dove

- t = durata della precipitazione;
- a, n = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.

Si riportano di seguito le curve di possibilità pluviometrica delle precipitazioni orarie e degli scrosci.

Curve di possibilità pluviometrica orarie

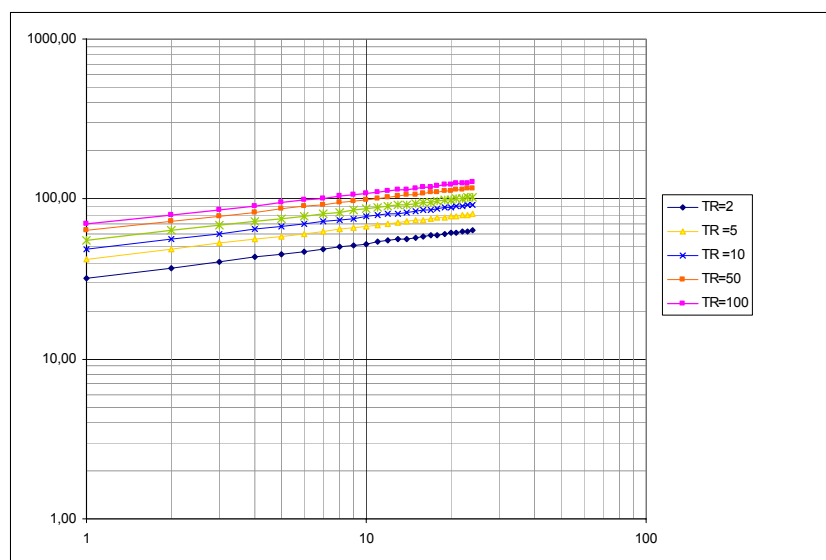


Grafico 1: Curve di possibilità pluviometrica per eventi di pioggia di durata oraria e per diversi tempi di ritorno

TR	a	n
2	32,00	0,216
5	42,15	0,204
10	48,86	0,199
20	55,30	0,195
50	63,63	0,191
100	69,88	0,189

Tabella 1: Parametri delle curve di possibilità pluviometrica oraria (a, n) per diversi valori di TR

Curve di possibilità pluviometria degli scrosci

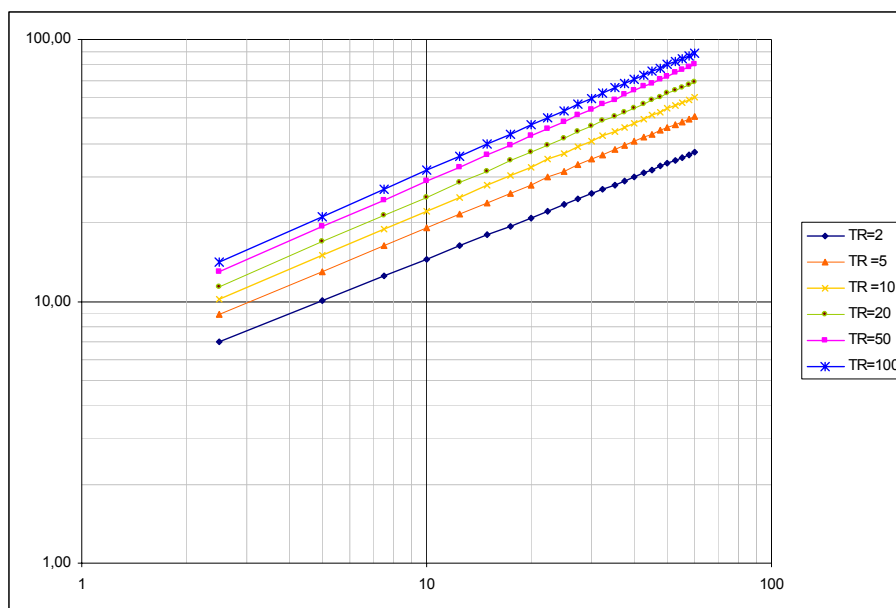


Grafico 2: Curve di possibilità pluviometrica per eventi di pioggia di durata inferiore all'ora e per diversi tempi di ritorno

TR	a	n
2	4,35	0,523
5	5,40	0,548
10	6,10	0,559
20	6,78	0,567
50	7,66	0,574
100	8,32	0,579

Tabella 2: Parametri delle curve di possibilità pluviometrica degli scrosci (a, n) per diversi valori di TR

Per tempi di ritorno pari a 50 anni la curva di possibilità pluviometrica delle precipitazioni orarie è pari a:

$$h = 63,63 \times t^{0,191}$$

con h espresso in mm e il tempo in ore.

Per tempi di ritorno pari a 50 anni la curva di possibilità pluviometrica degli scrosci è pari a:

$$h = 7,66 \times t^{0,574}$$

con h espresso in mm e il tempo in minuti.

6.3 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO

Per la progettazione della rete di raccolta delle acque meteoriche dell'area in esame si fa riferimento alle 'Modalità operative e indicazioni tecniche', riportate nell'Allegato A della citata D.G.R.V. n.2948 del 6 ottobre 2009.

Per la determinazione del coefficiente di deflusso medio dell'intera area sono stati presi in esame i valori di ϕ di riferimento indicati nella DGRV n. 2948 e così suddivisi:

Superficie	Coefficiente di deflusso ϕ_i
Aree agricole	0,1
Superfici permeabili (aree verdi)	0,2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato,...)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...)	0,9

Tabella 3: Coefficiente di deflusso ϕ secondo indicazione DGRV n.2948

In accordo con i tecnici del consorzio di bonifica, il coefficiente di deflusso nella situazione attuale si assume pari a $\phi=0,2$.

La D.G.R.V. autorizza l'utilizzo di un coefficiente di deflusso pari a $\phi=0,1$.

Detto valore non è però aderente alla realtà, poiché non tiene conto della stagionalità degli eventi di pioggia e quindi del conseguente comportamento delle superfici scolanti: un terreno agricolo infatti, durante i mesi estivi, si presenta caratterizzato da un certo numero di vuoti e quindi con un'elevata capacità di assorbimento delle portate di piena, tale da essere inquadrato, dal punto di vista normativo, come un terreno che assorbe il 90% del volume di pioggia piovuto in un ipotetico intervallo di tempo, mentre lascia defluire velocemente fino alla sezione di chiusura il 10% dello stesso.

Durante i mesi invernali invece, tale terreno si presenta per lo più ghiacciato e quindi impermeabile dal punto di vista idraulico tale da essere inquadrato dal punto di vista normativo come un terreno che assorbe circa il 30% del volume di pioggia piovuto in un ipotetico intervallo di tempo, mentre lascia defluire velocemente fino alla sezione di chiusura il 70% dello stesso.

Assumendo quindi un coefficiente di deflusso pari a $\phi=0,2$ si tiene conto della stagionalità del coefficiente di deflusso poiché uno stesso evento di pioggia in periodi diversi di tempo può comportare una diversa risposta delle superfici scolanti in termini di assorbimento delle portate di piena.

Per quanto riguarda la condizione trasformata si ritiene possa essere adottato il coefficiente di deflusso pari a $\varphi=0,6$ per l'intera area. Tale valore considera il fatto che la strada per la viabilità interna e il piazzale di sosta dei mezzi sono realizzati con materiale drenate, con matrice ghiaiosa. La copertura della discarica, sebbene sia presente uno strato di terreno a bassa permeabilità dello spessore di 50 cm, presenta una sistemazione finale composta da uno strato di terreno vegetale avente spessore pari a un metro e uno strato inferiore di materiale drenate (essenzialmente ghiaia) dello spessore di 50 cm, in grado di assicurare che le acque meteoriche vi si infiltrino e non ruscellino subito in superficie.

Pertanto i valori del coefficiente di deflusso assunti alla base del calcolo sono:

- **Condizione attuale = $\varphi=0,2$.**
- **Condizione di progetto = $\varphi=0,6$**

6.4 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA NELLA SITUAZIONE ATTUALE

Per il calcolo della portata massima che attualmente viene generata nell'area di intervento si applicano due metodi :

- il metodo cinematico
- il metodo dell'invaso

Il valore successivamente assunto come riferimento per il calcolo degli invasi compensativi sarà quello più basso fra i due, in maniera tale da calcolare un valore di volume specifico di invaso più elevato e quindi a favore di sicurezza, sia nei riguardi del pericolo di allagamenti all'interno dell'area di intervento sia nei riguardi nella rete recettrice.

6.4.1 Metodo cinematico

Il metodo cinematico assume l'ipotesi che, per una precipitazione di altezza h , di durata t_p ed intensità unitaria $j = h/t_p$ costante nella durata, ed estesa a tutto il bacino sotteso da un'ipotetica sezione di chiusura, si raggiunga la portata massima quando, presso la sezione considerata, giungano insieme i contributi di pioggia di tutte le parti ricomprese nel bacino tributario della stessa sezione.

L'intervallo di tempo suddetto è definito tempo di corrivazione t_c .

Tale intervallo è un elemento caratteristico del bacino.

Il metodo stabilisce che la portata in corrispondenza della sezione terminale cresca in modo lineare nel tempo fino ad un valore massimo durante la fase di crescita della piena, e che da questo decresca linearmente nella fase di esaurimento dell'onda di piena. La portata massima generata dall'area di intervento si ottiene per tempi di pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino e si ottiene applicando la formula seguente:

$$Q_{\text{piena}} = \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{t_c}$$

in cui:

- φ rappresenta il coefficiente di deflusso del terreno agricolo
- S rappresenta la superficie di intervento
- $h = a \times t^n$ rappresenta l'altezza di precipitazione relativa ad un tempo $t = t_c$

Nel seguito si riporta in forma tabellare il calcolo del tempo di corrivazione determinato con diverse formule ricavate in letteratura, della portata massima e del coefficiente udometrico nella condizione attuale.

Calcolo dei tempi di corrivazione

CONDIZIONE ATTUALE

S	6,260 ha	Superficie del bacino
L	300 m	massima distanza da cui provengono le acque
i	0,0010	pendenza media della tubazione/canale/terreno

Autore	tc [giorni]	tc [ore]	tc [minuti]	Formula
Turazza	0,27	6,52	390,91	$tc=1,085x(S/100)^{0,5}$
Ventura*	0,08	1,89	113,49	$tc=0,315x(S/100)^{0,5}$
Ventura	0,04	1,01	60,38	$tc=0,053x(S/100x1/i)^{0,5}$
Pasini	0,04	0,91	54,47	$tc=0,045xi^{0,5}x(S/100xL/100)^{1/3}$
Ongaro	0,05	1,15	68,90	$tc=0,18x(S/100xL/100)^{1/3}$
Giandotti	0,14	3,31	198,66	$tc=[4x(S/100)^{0,5}+1,5xL/1000]/[0,8x(Lxi)^{0,5}]$

Valore medio di tc	tc [ore]	tc [minuti]
con Ventura, Pasini e Ongaro	1,02	61,25

Determinazione della portata massima con il metodo cinematico

S	6,260 ha	Superficie del bacino
φ	0,200	Coefficiente di deflusso

Equazione di possibilità pluviometria $h = a t^n$

a	63,630
n	0,191

con h in mm e t in ore

$$\begin{aligned}
 Q_{\max} &= 0,22 \quad \text{mc/s} &= \varphi \times S \times h / t_c \\
 Q_{\max} &= 217,55 \quad \text{l/s} \\
 h &= 63,88 \quad \text{mm} \\
 t &= 3674,99 \quad \text{sec} \\
 u &= 34,753 \quad \text{l/s,ha}
 \end{aligned}$$

La portata massima determinata col metodo cinematico risulta pari a 218 l/s.

Il coefficiente udometrico determinato col metodo cinematico risulta pari a 35 l/(s,ha).

6.4.2 Metodo dell'invaso

Il metodo dell'invaso tratta il problema del moto vario in modo assai semplificato, assegnando all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme, ed assumendo la cosiddetta equazione dei serbatoi per simulare l'effetto dell'invaso.

Si applica l'equazione seguente:

$$p - q = \frac{dV}{dt}$$

in cui p rappresenta la portata in entrata nell'ipotetico serbatoio, q rappresenta la portata in uscita dall'ipotetico serbatoio e dV/dt rappresenta la variazione del volume invasato/svasato nell'unità di tempo.

Si applica poi l'equazione del moto uniforme che ha questa struttura:

$$Q = K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot j^{0,5}$$

in cui K_s rappresenta il coefficiente di Gauckler – Strickler relativo al fondo del canale o alla natura della tubazione, R_H è il raggio idraulico pari al rapporto tra A_b (area bagnata) e P_b (perimetro bagnato), j rappresenta il valore unitario della pendenza della linea dell'energia (coincidente con buona approssimazione con la pendenza della tubazione/canale)

L'ipotesi alla base di tale metodo è quella che il volume accumulato nell'ipotetico serbatoio risulta linearmente legato all' area bagnata.

L'ipotesi suddetta risulta assai semplificativa, poiché il volume di invasato non si concentra esclusivamente su un ipotetico collettore ma anche su fossati, avvallamenti del terreno distribuiti sulla superficie scolante afferente all'ipotetico collettore.

Mettendo a sistema le due equazioni suddette si trova una formula semplificata per il calcolo del coefficiente udometrico, che porge in questi termini:

$$u = \frac{2520 \cdot n \cdot (\varphi \cdot a)^{\frac{1}{n}}}{v_o^{\frac{1-n}{n}}}$$

in cui:

- a,n sono i coefficienti che caratterizzano la curva di possibilità pluviometrica;
- φ rappresenta il coefficiente di deflusso di un terreno agricolo;
- v_o è il volume di invaso specifico per unità di superficie.

Si assume un ipotetico collettore sviluppato centralmente rispetto all'area di intervento di lunghezza pari a 300 m e sezione trapezia di larghezza al fondo pari a 47,6 cm, tirante liquido pari a 47,6 cm, pendenza trasversale delle scarpate pari a 30 gradi, avente pendenza longitudinale pari allo 0,1%.

L'area bagnata del collettore sarà pari a

$$A_b = 0,476 \text{ m} + 0,476 \text{ m} + (2 \times 0,476 \text{ m} / \tan 30^\circ) \times 0,476 \text{ m} / 2 = 0,619 \text{ m}^2$$

$$P_b = 0,476 \text{ m} + (2 \times 0,476 \text{ m} / \sin 30^\circ) = 2,379 \text{ m}$$

Il volume specifico v_o [m] sarà costituito dalla somma del valore $50 \text{ m}^3/\text{ha}$, ovvero il volume che usualmente viene assunto per i piccoli invasi costituiti dagli avvallamenti, dalle affossature del terreno, e dal volume di invaso fornito dal collettore (pari al prodotto dell'area liquida per la lunghezza).

Si trova un coefficiente udometrico pari a circa 45 l/s,ha che, ragguagliato sulla superficie scolante pari a $6,26 \text{ ha}$, determina un valore di portata pari a $0,280 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con l'applicazione della formula per il moto uniforme, assumendo un K_s pari a $35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ed una pendenza longitudinale pari allo 0,1%, si dimostra che la suddetta portata viene convogliata dal fossato, avente un'area bagnata ed un perimetro bagnato come definiti sopra.

Il coefficiente udometrico, ovvero la portata specifica per unità di superficie drenata liberamente defluente da utilizzare per il calcolo del volume di invaso sarà quindi quello più basso desunto dall'applicazione dei 2 metodi, ossia il valore di 35 l/s,ha determinato col metodo cinematico.

6.5 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA NELLA SITUAZIONE TRASFORMATA

In maniera analoga a quanto riportato nel capitolo precedente è possibile determinare la portata massima nella condizione trasformata, di progetto.

6.5.1 Metodo cinematico

Nel seguito si riporta in forma tabellare il calcolo del tempo di corrivazione, della portata massima e del coefficiente udometrico nella condizione di progetto.

Calcolo dei tempi di corrivazione

CONDIZIONE TRASFORMATA

<i>s</i>	6,260 ha	Superficie del bacino
<i>L</i>	500 m	massima distanza da cui provengono le acque
<i>i</i>	0,0013	pendenza media della tubazione/canale

Autore	<i>tc</i> [giorni]	<i>tc</i> [ore]	<i>tc</i> [minuti]	Formula
Turazza	0,27	6,52	390,91	$tc=1,085x(S/100)^{0,5}$
Ventura*	0,08	1,89	113,49	$tc=0,315x(S/100)^{0,5}$
Ventura	0,04	0,87	52,01	$tc=0,053x(S/100x1/i)^{0,5}$
Pasini	0,04	0,93	55,63	$tc=0,045xi^{0,5}x(S/100xL/100)^{1/3}$
Ongaro	0,06	1,36	81,69	$tc=0,18x(S/100xL/100)^{1/3}$
Giandotti	0,11	2,67	159,96	$tc=[4x(S/100)^{0,5}+1,5xL/1000]/[0,8x(Lxi)^{0,5}]$

Valore medio di <i>tc</i>	<i>tc</i> [ore]	<i>tc</i> [minuti]
Ventura e Pasini	0,90	53,82

Determinazione della portata massima con il metodo cinematico

<i>S</i>	6,260 ha	Superficie del bacino
ϕ	0,600	Coefficiente di deflusso

Equazione di possibilità pluviometria $h = a t^n$

<i>a</i>	80,332
<i>n</i>	0,574

con *h* in mm e *t* in ore

<i>Q</i> max =	0,88	mc/s	= $\phi x S x h / tc$
<i>Q</i> max =	877,54	l/s	
<i>h</i> =	75,47	mm	
<i>t</i> =	3229,23	sec	
<i>u</i> =	140,182	l/s,ha	

Poiché il tempo di corrivazione risulta inferiore all'ora si sono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica relativa agli scrosci.

La portata massima determinata col metodo cinematico risulta pari a 880 l/s.

Il coefficiente udometrico determinato col metodo cinematico risulta pari a 140 l/(s,ha).

6.5.2 Metodo dell'invaso

Come in precedenza descritto si assume un ipotetico collettore sviluppato centralmente rispetto all'area di intervento di lunghezza pari a 500 m e sezione trapezia di larghezza al fondo pari a 72,3 cm, tirante liquido pari a 72,3 cm, pendenza trasversale delle scarpate pari a 30 gradi, avente pendenza longitudinale pari allo 0,13%.

L'area bagnata del collettore sarà pari a

$$A_b = 0,723 \text{ m} + 0,723 \text{ m} + (2 \times 0,723 \text{ m} / \tan 30^\circ) \times 0,723 \text{ m} / 2 = 1,429 \text{ m}^2$$

$$P_b = 0,723 \text{ m} + (2 \times 0,723 \text{ m} / \sin 30^\circ) = 3,616 \text{ m}$$

Il volume specifico v_o [m] sarà costituito dalla somma del valore 50 m³/ha, ovvero il volume che usualmente viene assunto per i piccoli invasi costituiti dagli avvallamenti, dalle affossature del terreno, e dal volume di invaso fornito dal collettore (pari al prodotto dell'area liquida per la lunghezza).

Si trova un coefficiente udometrico pari a circa 155 l/s,ha che, ragguagliato sulla superficie scolante pari a 6,26 ha, determina un valore di portata pari a 0,971 m³/s.

Con l'applicazione della formula per il moto uniforme, assumendo un K_s pari a 35 m^{1/3}/s ed una pendenza longitudinale pari allo 0,13%, si dimostra che la suddetta portata viene convogliata dal fossato, avente un'area bagnata ed un perimetro bagnato come definiti sopra.

Nella tabella sottostante si riportano i dati riassunti relativamente al coefficiente udometrico nella condizione attuale e di progetto, determinati con i due metodi.

Coefficiente udometrico [l/s,ha]	Situazione attuale	Situazione di progetto
metodo cinematico	35,4	143,1
metodo invaso	44,6	155,1

Nella tabella sottostante si riportano i dati riassunti relativamente alla portata massima nella condizione attuale e di progetto, determinati con i due metodi.

Portata massima [l/s]	situazione attuale	situazione di progetto
metodo cinematico	217,55	877,54
metodo invaso	279,0	970,9

Ricordiamo che il metodo cinematico si basa su un'ipotesi semplificativa che conduce ad assumere una velocità costante e uniforme di percorrenza all'interno della tubazione o canale per l'intero bacino.

Velocità diverse comportano pertanto tempi di corrivazione diversi e, conseguentemente, valori di portata di piena diversi.

Appare, quindi, più corretto assumere come valore di portata di piena il valore ricavato col metodo dell'invaso: $Q = 971$ l/s.

6.6 DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI INVASO

6.6.1 Equazione dei serbatoi

Per la distribuzione temporale dei volumi affluenti dall'area di intervento V_p , ci si riferisce alla curva di possibilità pluviometrica desunta dall'osservazione dei massimi annuali delle precipitazioni orarie poiché è stato preliminarmente riscontrato che i massimi volumi di invaso si ottengono per tempi di pioggia dell'ordine delle ore.

Per il calcolo quindi della portata massima è corretto utilizzare la curva di possibilità pluviometrica degli scrosci, ovvero delle precipitazioni di notevole intensità e di breve durata, poiché il tempo di pioggia che definisce la massima portata è pari al tempo di corrivazione, e questo, per l'area in esame, è inferiore all'ora, seppur di poco.

Per il dimensionamento dei volumi di laminazione, ci si riferisce invece a tempi di pioggia dell'ordine delle ore poiché i tempi di funzionamento degli stessi – intesi come fase di riempimento e di svuotamento – è dell'ordine delle ore.

Gli eventi meteorici quindi che forniscono il massimo volume di invaso sono lunghi e quindi meno intensi rispetto agli scrosci.

Per quanto riguarda la stima dell'andamento temporale dei volumi restituiti ai corpi idrici naturali V_u , con riferimento ad una bacino scolante di superficie S pari ad 1 ettaro, viene effettuato risolvendo, al variare del tempo di pioggia t_p , l'equazione seguente (Equazione dei serbatoi):

$$V_{\text{laminazione}}(t_p) = V_p(t_p) - V_u(t_p)$$

$$V_p = \phi \times a \times t_p^n \times S$$

$$V_u = (q/1000) \times 3600 t_p$$

Dove q rappresenta la portata massima per unità di superficie defluibile dall'area. Il valore di q è assunto pari a 10 l/s,ha, come indicato all'art.18 del Regolamento Comunale per la Gestione e la Tutela delle Acque del Comune di Roncade (novembre 2008).

Pertanto il volume di laminazione è pari a:

$$V_{\text{laminazione}}(t_p) = \phi \times a \times t_p^n \times S - (10/1.000) \times 3.600 t_p$$

Per la determinazione del tempo di pioggia, indicato con t_{cr} , che determina il massimo volume di invaso, si effettua la derivata prima rispetto al tempo della formula suddetta e la si eguaglia a 0:

$$\frac{dV_{\text{laminazione}}}{dt} = S \times n \times \phi \times a \times t_p^{n-1} - ((10/1.000) \times 3.600) = 0$$

$$t_p = t_{cr} = \left(\frac{36}{S \times n \times \phi \times a} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Il volume di laminazione massimo si troverà quindi sostituendo il valore di t_{cr} all'interno della formula.

Con l'ausilio di un foglio di calcolo elettronico si determina il valore del volume di invaso minimo necessario per garantire l'invarianza idraulica e il rispetto del Regolamento Comunale.

Il volume di invaso risulta pari a circa 365 m³/ha ed il tempo di riempimento è di circa 145 minuti.

VALUTAZIONE DELLA PORTATA E DEL VOLUME IN RELAZIONE ALLE PRECIPITAZIONI DI DURATA COMPRESA TRA UN'ORA E 24 ORE

Superficie scolante (mq)	coeff. permeabilità ϕ	parametri curva possibilità pluviometrica $h=at^n$		Qu
		a	n	l/s ha
62.600	0,6	63,63	0,191	10,00

<i>tp (min)</i>	<i>h (mm)</i>	<i>j (mm/h)</i>	<i>Q (l/s)</i>	<i>Vol Pr (mc)</i>	<i>Q SF (l/s)</i>	<i>Vol SF (mc)</i>	<i>Δ Vol (mc)</i>	<i>Vol specifico (mc/ha)</i>
5	39,59	0,00	0,00	0,00	62,60			
10	45,19	271,14	2.828,85	1.697,31	62,60	37,56	1.659,75	265,14
15	48,83	195,31	2.037,75	1.833,98	62,60	56,34	1.777,64	283,97
20	51,59	154,76	1.614,64	1.937,57	62,60	75,12	1.862,45	297,52
25	53,83	129,20	1.347,96	2.021,93	62,60	93,90	1.928,03	307,99
30	55,74	111,48	1.163,10	2.093,59	62,60	112,68	1.980,91	316,44
35	57,41	98,41	1.026,73	2.156,14	62,60	131,46	2.024,68	323,43
40	58,89	88,33	921,60	2.211,84	62,60	150,24	2.061,60	329,33
45	60,23	80,30	837,84	2.262,16	62,60	169,02	2.093,14	334,37
50	61,45	73,74	769,38	2.308,15	62,60	187,80	2.120,35	338,71
55	62,58	68,27	712,29	2.350,55	62,60	206,58	2.143,97	342,49
60	63,63	63,63	663,87	2.389,94	62,60	225,36	2.164,58	345,78
65	64,61	59,64	622,25	2.426,76	62,60	244,14	2.182,62	348,66
70	65,53	56,17	586,04	2.461,36	62,60	262,92	2.198,44	351,19
75	66,40	53,12	554,22	2.494,00	62,60	281,70	2.212,30	353,40
80	67,22	50,42	526,03	2.524,94	62,60	300,48	2.224,46	355,34
85	68,01	48,00	500,85	2.554,35	62,60	319,26	2.235,09	357,04
90	68,75	45,84	478,22	2.582,38	62,60	338,04	2.244,34	358,52
95	69,47	43,87	457,75	2.609,19	62,60	356,82	2.252,37	359,80
100	70,15	42,09	439,15	2.634,88	62,60	375,60	2.259,28	360,91
105	70,81	40,46	422,15	2.659,55	62,60	394,38	2.265,17	361,85
110	71,44	38,97	406,56	2.683,28	62,60	413,16	2.270,12	362,64
115	72,05	37,59	392,20	2.706,16	62,60	431,94	2.274,22	363,29
120	72,64	36,32	378,92	2.728,25	62,60	450,72	2.277,53	363,82
125	73,21	35,14	366,61	2.749,61	62,60	469,50	2.280,11	364,23
130	73,76	34,04	355,16	2.770,28	62,60	488,28	2.282,00	364,54
135	74,29	33,02	344,48	2.790,32	62,60	507,06	2.283,26	364,74
140	74,81	32,06	334,50	2.809,77	62,60	525,84	2.283,93	364,85
145	75,31	31,16	325,13	2.828,67	62,60	544,62	2.284,05	364,86
150	75,80	30,32	316,34	2.847,04	62,60	563,40	2.283,64	364,80
155	76,28	29,53	308,06	2.864,93	62,60	582,18	2.282,75	364,66
160	76,74	28,78	300,25	2.882,36	62,60	600,96	2.281,40	364,44
165	77,19	28,07	292,86	2.899,35	62,60	619,74	2.279,61	364,15
170	77,63	27,40	285,88	2.915,93	62,60	638,52	2.277,41	363,80
175	78,06	26,77	279,25	2.932,11	62,60	657,30	2.274,81	363,39
180	78,49	26,16	272,96	2.947,93	62,60	676,08	2.271,85	362,92
185	78,90	25,59	266,97	2.963,40	62,60	694,86	2.268,54	362,39
190	79,30	25,04	261,27	2.978,53	62,60	713,64	2.264,89	361,80
195	79,70	24,52	255,84	2.993,35	62,60	732,42	2.260,93	361,17
200	80,08	24,02	250,65	3.007,86	62,60	751,20	2.256,66	360,49
205	80,46	23,55	245,70	3.022,08	62,60	769,98	2.252,10	359,76
210	80,83	23,09	240,95	3.036,02	62,60	788,76	2.247,26	358,99
215	81,20	22,66	236,41	3.049,69	62,60	807,54	2.242,15	358,17
220	81,55	22,24	232,05	3.063,12	62,60	826,32	2.236,80	357,32
225	81,90	21,84	227,87	3.076,29	62,60	845,10	2.231,19	356,42
230	82,25	21,46	223,86	3.089,23	62,60	863,88	2.225,35	355,49
235	82,59	21,09	220,00	3.101,95	62,60	882,66	2.219,29	354,52
240	82,92	20,73	216,28	3.114,45	62,60	901,44	2.213,01	353,52

245	83,25	20,39	212,70	3.126,74	62,60	920,22	2.206,52	352,48
250	83,57	20,06	209,26	3.138,83	62,60	939,00	2.199,83	351,41
255	83,88	19,74	205,93	3.150,72	62,60	957,78	2.192,94	350,31
260	84,20	19,43	202,72	3.162,43	62,60	976,56	2.185,87	349,18
265	84,50	19,13	199,62	3.173,95	62,60	995,34	2.178,61	348,02
270	84,81	18,85	196,62	3.185,31	62,60	1.014,12	2.171,19	346,83
275	85,10	18,57	193,73	3.196,49	62,60	1.032,90	2.163,59	345,62
280	85,40	18,30	190,92	3.207,51	62,60	1.051,68	2.155,83	344,38
285	85,69	18,04	188,21	3.218,37	62,60	1.070,46	2.147,91	343,12
290	85,97	17,79	185,58	3.229,08	62,60	1.089,24	2.139,84	341,83
295	86,25	17,54	183,03	3.239,64	62,60	1.108,02	2.131,62	340,51
300	86,53	17,31	180,56	3.250,06	62,60	1.126,80	2.123,26	339,18
305	86,80	17,08	178,16	3.260,33	62,60	1.145,58	2.114,75	337,82
310	87,07	16,85	175,83	3.270,47	62,60	1.164,36	2.106,11	336,44
315	87,34	16,64	173,57	3.280,48	62,60	1.183,14	2.097,34	335,04
320	87,60	16,43	171,37	3.290,37	62,60	1.201,92	2.088,45	333,62
325	87,86	16,22	169,24	3.300,12	62,60	1.220,70	2.079,42	332,18
330	88,12	16,02	167,16	3.309,76	62,60	1.239,48	2.070,28	330,72
335	88,37	15,83	165,14	3.319,28	62,60	1.258,26	2.061,02	329,24
340	88,62	15,64	163,17	3.328,69	62,60	1.277,04	2.051,65	327,74
345	88,87	15,46	161,26	3.337,98	62,60	1.295,82	2.042,16	326,22
350	89,12	15,28	159,39	3.347,17	62,60	1.314,60	2.032,57	324,69
355	89,36	15,10	157,57	3.356,25	62,60	1.333,38	2.022,87	323,14
360	89,60	14,93	155,80	3.365,23	62,60	1.352,16	2.013,07	321,58
365	89,83	14,77	154,07	3.374,10	62,60	1.370,94	2.003,16	319,99
370	90,07	14,61	152,38	3.382,88	62,60	1.389,72	1.993,16	318,40
375	90,30	14,45	150,74	3.391,57	62,60	1.408,50	1.983,07	316,78
380	90,53	14,29	149,13	3.400,16	62,60	1.427,28	1.972,88	315,16
385	90,75	14,14	147,56	3.408,66	62,60	1.446,06	1.962,60	313,51
390	90,98	14,00	146,03	3.417,07	62,60	1.464,84	1.952,23	311,86
395	91,20	13,85	144,53	3.425,40	62,60	1.483,62	1.941,78	310,19
400	91,42	13,71	143,07	3.433,63	62,60	1.502,40	1.931,23	308,50
405	91,63	13,58	141,64	3.441,79	62,60	1.521,18	1.920,61	306,81
410	91,85	13,44	140,24	3.449,87	62,60	1.539,96	1.909,91	305,10
415	92,06	13,31	138,87	3.457,86	62,60	1.558,74	1.899,12	303,37
420	92,27	13,18	137,53	3.465,78	62,60	1.577,52	1.888,26	301,64
425	92,48	13,06	136,22	3.473,62	62,60	1.596,30	1.877,32	299,89
430	92,69	12,93	134,94	3.481,39	62,60	1.615,08	1.866,31	298,13
435	92,89	12,81	133,68	3.489,09	62,60	1.633,86	1.855,23	296,36
440	93,10	12,70	132,45	3.496,71	62,60	1.652,64	1.844,07	294,58
445	93,30	12,58	131,25	3.504,27	62,60	1.671,42	1.832,85	292,79
450	93,50	12,47	130,06	3.511,75	62,60	1.690,20	1.821,55	290,98
	altezza di precipitazione	intensità di pioggia	portata evento piovoso	volume evento piovoso	portata scaricata	volume scaricato nel tempo tc	delta volume da invasare	volume specifico di invaso per ettaro

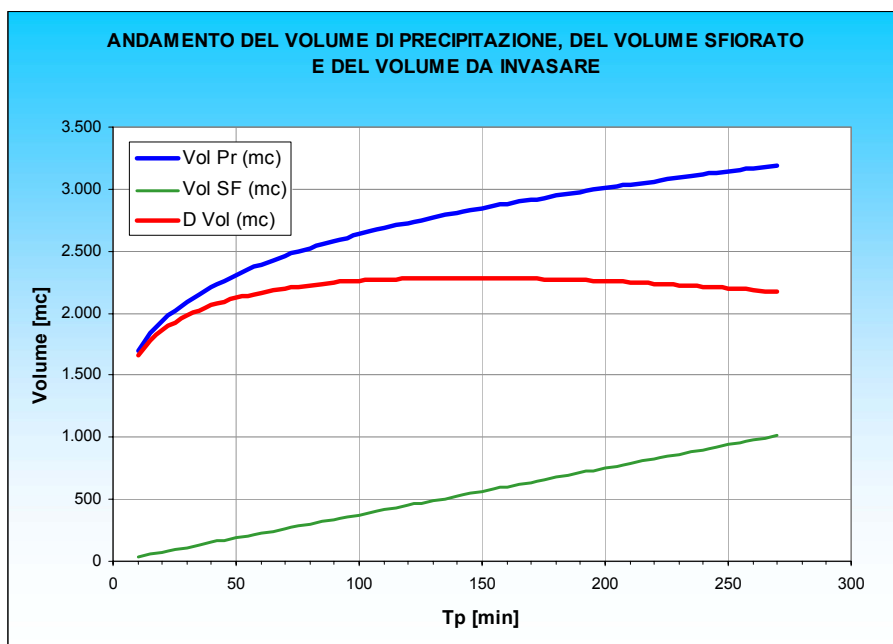


Grafico 3: Andamento del volume di pioggia, del volume scaricato e del volume da invasare in funzione del tempo di precipitazione

Il volume di invaso massimo è indicato con la curva di colore rosso nel grafico 3.

Al valore di volume specifico di 365 m³/ha, va detratto il valore di 50 m³/ha corrispondente al valore del volume dei piccoli invasi, costituiti dalle caditoie, dai pozzetti di ispezione, dalla lama d'acqua sulla superficie impermeabile.

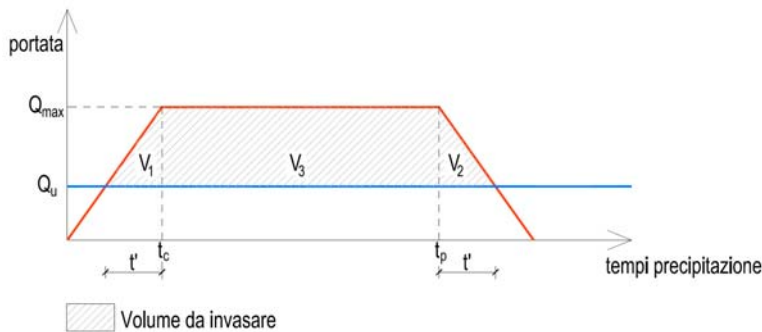
Si ottiene quindi un valore di 315 m³/ha che, moltiplicato per una superficie scolante di 6,26 ha, determina 1.971 m³ complessivi.

VOL MAX EQUAZIONE DEI SERBATOI	VOL. SPECIF.	VOL. SPECIF. PICCOLI INVASI	VOL. SPECIF. DI CALCOLO	SUPERFICIE SCOLANTE	VOL. MINIMO DI INVASO
m ³	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	ha	m ³
2.284,05	364,86	50,00	314,86	6,26	1.971,05

Tabella 4: Determinazione del volume minimo da invasare determinato con il metodo dell'equazione dei serbatoi

6.6.2 Metodo cinematico

Con l'applicazione del metodo cinematico si presuppone che il riempimento del volume di invaso avvenga ragionevolmente per tempi di pioggia maggiori del tempo di corrivazione della rete di raccolta delle acque meteoriche.



Il volume di invaso, rappresentato dall'area colorata del grafico suddetto, si ottiene nel seguente modo:

$$V_{\text{invaso}} = V1 + V2 + V3$$

in cui $V1$, $V2$ rappresentano le aree dei due triangoli di base t' ed altezza $Q_{\text{max}} - Q_u$, $V3$ rappresenta l'area del rettangolo di base $t_p - t_c$ ed altezza $Q_{\text{max}} - Q_u$.

Il tempo t_p rappresenta il tempo di precipitazione.

$V1$ è uguale a $V2$ poiché la fase di crescita della portata di piena ha la stessa durata della fase di decrescita.

Tale durata coincide con il tempo di corrivazione t_c .

Per trovare t' si considera valida l'uguaglianza seguente:

$$\frac{t_c}{Q_{\text{max}}} = \frac{t'}{Q_{\text{max}} - Q_u} \text{ e quindi}$$

$$t' = \frac{(Q_{\text{max}} - Q_u)t_c}{Q_{\text{max}}}$$

indicando con $\Delta Q = Q_{\text{max}} - Q_u$, l'area dei triangoli $V1$ e $V2$ è pari a

$$V1 = V2 = \frac{\Delta Q^2 \cdot t_c}{2}$$

L'area del rettangolo $V3 = \Delta Q \times (t_p - t_c)$

Tramite ulteriori semplificazioni si trova che il volume di invaso è pari a :

$$V_{\text{invaso}} = (Q_{\text{max}} - Q_u) \times (t_p - (Q_u/Q_{\text{max}}) \times t_c)$$

Con l'ausilio di un foglio di calcolo elettronico si trova un volume di invaso per ettaro pari a circa $341 \text{ m}^3/\text{ha}$ ed il tempo di riempimento è di circa 155 minuti.

VALUTAZIONE DELLA PORTATA E DEL VOLUME IN RELAZIONE ALLE PRECIPITAZIONI DI DURATA COMPRESA TRA UN'ORA E 24 ORE

Superficie scolante (mq)	coeff. permeabilità ϕ	parametri curva possibilità pluviometrica $h=at^n$		Qu	tc	VOL MAX	INV. SPECIF.
		a	n	l/s ha	min	m ³	m ³ /ha
62.600	0,6	63,63	0,191	10,00	50,00	2.133,11	340,75

tp (min)	h (mm)	j (mm/h)	Q (l/s)	t1 (min)	Q SF (l/s)	ΔQ (l/s)	ΔVol (mc)	Vol specifico (mc/ha)
50	61,45	73,74	769,3831	45,93	62,60	706,78	1.947,83	311,15
55	62,58	68,27	712,2885	45,61	62,60	649,69	1.972,68	315,12
60	63,63	63,63	663,87	45,29	62,60	601,27	1.994,49	318,61
65	64,61	59,64	622,25	44,97	62,60	559,65	2.013,71	321,68
70	65,53	56,17	586,04	44,66	62,60	523,44	2.030,70	324,39
75	66,40	53,12	554,22	44,35	62,60	491,62	2.045,72	326,79
80	67,22	50,42	526,03	44,05	62,60	463,43	2.059,01	328,91
85	68,01	48,00	500,85	43,75	62,60	438,25	2.070,76	330,79
90	68,75	45,84	478,22	43,45	62,60	415,62	2.081,13	332,45
95	69,47	43,87	457,75	43,16	62,60	395,15	2.090,25	333,91
100	70,15	42,09	439,15	42,87	62,60	376,55	2.098,25	335,18
105	70,81	40,46	422,15	42,59	62,60	359,55	2.105,22	336,30
110	71,44	38,97	406,56	42,30	62,60	343,96	2.111,24	337,26
115	72,05	37,59	392,20	42,02	62,60	329,60	2.116,40	338,08
120	72,64	36,32	378,92	41,74	62,60	316,32	2.120,76	338,78
125	73,21	35,14	366,61	41,46	62,60	304,01	2.124,37	339,36
130	73,76	34,04	355,16	41,19	62,60	292,56	2.127,30	339,82
135	74,29	33,02	344,48	40,91	62,60	281,88	2.129,59	340,19
140	74,81	32,06	334,50	40,64	62,60	271,90	2.131,28	340,46
145	75,31	31,16	325,13	40,37	62,60	262,53	2.132,41	340,64
150	75,80	30,32	316,34	40,11	62,60	253,74	2.133,01	340,74
155	76,28	29,53	308,06	39,84	62,60	245,46	2.133,11	340,75
160	76,74	28,78	300,25	39,58	62,60	237,65	2.132,75	340,70
165	77,19	28,07	292,86	39,31	62,60	230,26	2.131,95	340,57
170	77,63	27,40	285,88	39,05	62,60	223,28	2.130,73	340,37
175	78,06	26,77	279,25	38,79	62,60	216,65	2.129,11	340,11
180	78,49	26,16	272,96	38,53	62,60	210,36	2.127,12	339,80
185	78,90	25,59	266,97	38,28	62,60	204,37	2.124,78	339,42
190	79,30	25,04	261,27	38,02	62,60	198,67	2.122,09	338,99
195	79,70	24,52	255,84	37,77	62,60	193,24	2.119,08	338,51
200	80,08	24,02	250,65	37,51	62,60	188,05	2.115,76	337,98
205	80,46	23,55	245,70	37,26	62,60	183,10	2.112,15	337,40
210	80,83	23,09	240,95	37,01	62,60	178,35	2.108,25	336,78
215	81,20	22,66	236,41	36,76	62,60	173,81	2.104,08	336,12
220	81,55	22,24	232,05	36,51	62,60	169,45	2.099,66	335,41
225	81,90	21,84	227,87	36,26	62,60	165,27	2.094,98	334,66
230	82,25	21,46	223,86	36,02	62,60	161,26	2.090,07	333,88
235	82,59	21,09	220,00	35,77	62,60	157,40	2.084,93	333,06
240	82,92	20,73	216,28	35,53	62,60	153,68	2.079,56	332,20
245	83,25	20,39	212,70	35,28	62,60	150,10	2.073,99	331,31
250	83,57	20,06	209,26	35,04	62,60	146,66	2.068,21	330,38

STUDIO TECNICO CONTE & PEGORER – VIA SIOA ANDRIANA DEL VESCOVO, 7 – 31100 TREVISO

\\0111-pcl\volume I temporaneo\Fornaci del sile - Discarica Musestre - cod. 1048 - APRILE 1997\Ver_01 - Marzo 2010\Relazioni\A3 - RELAZIONE COMP IDRAULICA.doc

255	83,88	19,74	205,93	34,80	62,60	143,33	2.062,23	329,43
260	84,20	19,43	202,72	34,56	62,60	140,12	2.056,06	328,44
265	84,50	19,13	199,62	34,32	62,60	137,02	2.049,71	327,43
270	84,81	18,85	196,62	34,08	62,60	134,02	2.043,18	326,39
275	85,10	18,57	193,73	33,84	62,60	131,13	2.036,47	325,32
280	85,40	18,30	190,92	33,61	62,60	128,32	2.029,60	324,22
285	85,69	18,04	188,21	33,37	62,60	125,61	2.022,57	323,09
290	85,97	17,79	185,58	33,13	62,60	122,98	2.015,39	321,95
295	86,25	17,54	183,03	32,90	62,60	120,43	2.008,05	320,77
300	86,53	17,31	180,56	32,66	62,60	117,96	2.000,57	319,58
305	86,80	17,08	178,16	32,43	62,60	115,56	1.992,94	318,36
310	87,07	16,85	175,83	32,20	62,60	113,23	1.985,17	317,12
315	87,34	16,64	173,57	31,97	62,60	110,97	1.977,28	315,86
320	87,60	16,43	171,37	31,74	62,60	108,77	1.969,25	314,58
325	87,86	16,22	169,24	31,51	62,60	106,64	1.961,09	313,27
330	88,12	16,02	167,16	31,28	62,60	104,56	1.952,81	311,95
335	88,37	15,83	165,14	31,05	62,60	102,54	1.944,41	310,61
340	88,62	15,64	163,17	30,82	62,60	100,57	1.935,90	309,25
345	88,87	15,46	161,26	30,59	62,60	98,66	1.927,27	307,87
350	89,12	15,28	159,39	30,36	62,60	96,79	1.918,53	306,47
355	89,36	15,10	157,57	30,14	62,60	94,97	1.909,68	305,06
360	89,60	14,93	155,80	29,91	62,60	93,20	1.900,73	303,63
365	89,83	14,77	154,07	29,68	62,60	91,47	1.891,67	302,18
370	90,07	14,61	152,38	29,46	62,60	89,78	1.882,51	300,72
375	90,30	14,45	150,74	29,24	62,60	88,14	1.873,26	299,24
380	90,53	14,29	149,13	29,01	62,60	86,53	1.863,91	297,75
385	90,75	14,14	147,56	28,79	62,60	84,96	1.854,47	296,24
390	90,98	14,00	146,03	28,57	62,60	83,43	1.844,94	294,72
395	91,20	13,85	144,53	28,34	62,60	81,93	1.835,32	293,18
400	91,42	13,71	143,07	28,12	62,60	80,47	1.825,61	291,63

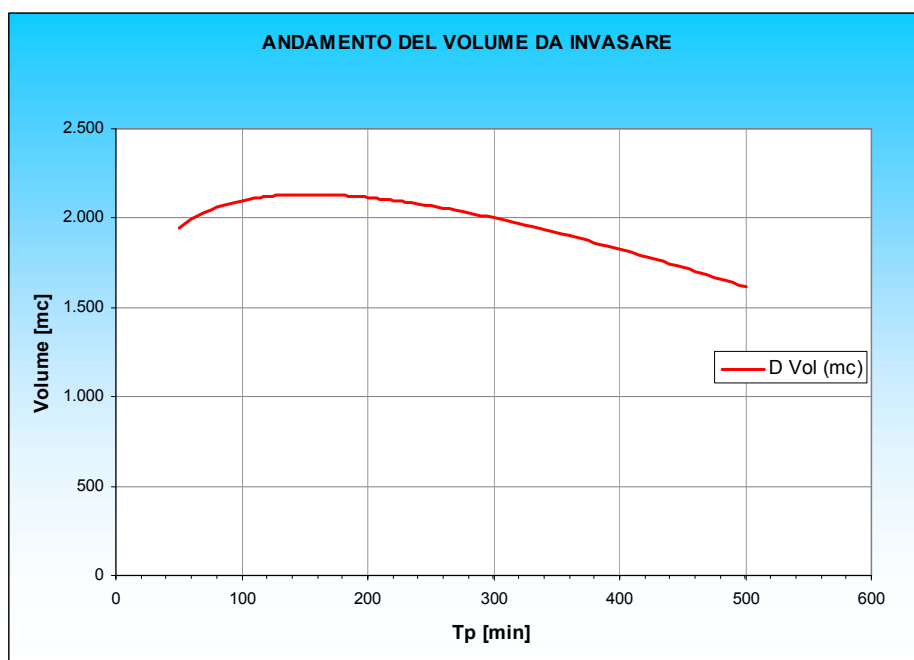


Grafico 4: Andamento del volume da invasare in funzione del tempo di precipitazione

Al valore di volume specifico di 341 m³/ha, va detratto il valore di 50 m³/ha corrispondente al valore del volume dei piccoli invasi, costituiti dalle caditoie, dai pozzetti di ispezione, dalla lama d'acqua sulla superficie impermeabile.

Si ottiene quindi un valore di 291 m³/ha che, moltiplicato per una superficie scolante di 6,26 ha, determina un volume di 1.822 m³ complessivi.

VOL MAX METODO CINEMATICO	VOL. SPECIF.	VOL. SPECIF. PICCOLI INVASI	VOL. SPECIF. DI CALCOLO	SUPERFICIE SCOLANTE	VOL. MINIMO DI INVASO
m ³	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	ha	m ³
2.133,11	340,75	50,00	290,75	6,26	1.820,11

Tabella 5: Determinazione del volume minimo da invasare determinato con il metodo cinematico

Il volume di invaso di riferimento per il calcolo dei volumi di invaso sarà pari quindi a 1.971 m³ complessivi, ovvero il valore più elevato, e quindi a favore di sicurezza.

6.7 CARATTERISTICHE DEI BACINI DI ACCUMULO

I volumi di invaso deputati all'accumulo temporaneo delle portate di piena ed alla restituzione verso la rete di scolo superficiale durante la fase di esaurimento dell'evento meteorico, consistono in:

1. tratti di canaletta perimetrale alla scarica realizzata in ghiaia opportunamente confinati e delimitata per consentire il massimo volume utile d'invaso (0,50 m³/m);
2. dreno filtrante collocato all'interno dell'argine perimetrale avente la funzione di agevolare lo sgrondo delle acque nel suolo e di accumulo temporaneo;
3. fossati di progetto collegati e non alla rete idrografica limitrofa con funzione di troppo pieno e di invaso temporaneo.
4. bacino di accumulo realizzato tramite depressione di una parte dell'area destinata ad area verde.

A monte del collegamento del fossato in progetto con la rete di scolo superficiale, ai fini di un corretto funzionamento deve essere previsto un manufatto di controllo/modulazione di portate: detto manufatto modula la portata in uscita tramite una bocca tarata dimensionata sul valore del coefficiente idrometrico liberamente defluente ed una soglia sfiorante di sicurezza, su cui viene ricavata la bocca tarata stessa (10 l/s,ha).

Detta soglia non appena la portata generata dall'evento meteorico di riferimento eccede la portata liberamente defluente verso la rete recettrice consente l'accumulo delle acque a monte di essa ed il riempimento degli invasi diffusi ubicati a monte del manufatto di controllo.

Il tempo di riempimento degli invasi di laminazione dipende sia dalla pendenza longitudinale della rete di raccolta delle acque meteoriche collegate agli invasi sia dalla vicinanza rispetto al manufatto di controllo delle portate.

Il volume precedentemente calcolato rappresenta il volume minimo da realizzare per garantire l'invarianza idraulica ovvero la conservazione della portata defluente verso la rete di scolo superficiale rispetto a valori antecedenti alla costruzione della discarica.

Nel seguito si illustrano le principali caratteristiche geometriche dei bacini di accumulo per la verifica della capacità di invaso.

6.7.1 Canaletta perimetrale

Su tutta l'area di discarica sono stati individuati 26 bacini le cui acque meteoriche confluiscono su altrettanti tratti di canaletta perimetrale la cui lunghezza è pari a circa 50-60 m.

La suddivisione della canaletta in più bacini indipendente consente di sfruttare al massimo il volume disponibile.

La canaletta presenta una sezione minima con base inferiore 50 cm, base maggiore 150 cm e angolo di inclinazione delle sponde di 45°.

La sezione minima della canaletta è pertanto di $A = (0,5+1,5) \times 0,5/2 = 0,50 \text{ m}^2$.

La lunghezza complessiva è di 1.340 m e pertanto il volume invasabile minimo è di:

$$V_{\text{can}} = A \times L = 0,50 \times 1.340 = \mathbf{670 \text{ m}^3}$$

6.7.2 Dreno al di sotto della canaletta

Al di sotto della canaletta perimetrale, per tutta la sua lunghezza, e all'interno dell'argine perimetrale, è prevista la realizzazione di un sistema di drenaggio in materiale ghiaioso

con la funzione di favorire il convogliamento nel suolo delle acque meteoriche e di accumulo temporaneo delle acque stesse.

Il dreno presenta una sezione trapezia con le seguenti caratteristiche:

- base maggiore: 5,0 m
- base inferiore: 1,4 m
- altezza: 1,8 m
- porosità n del materiale: 0,20
- lunghezza $L = 1.340$ m.

La sezione risulta pari a $S = (5,0+1,4) \times 1,8 / 2 = 5,76$ m².

Il volume complessivo è $V = S \times L = 5,76 \times 1.340 = 7.718$ m³.

Il volume utile e $V_{dr} = n \times V = 0,20 \times 7.718 = 1.543$ m³.

6.7.3 Fossato/bacino di accumulo a nord V1

A nord della discarica è prevista la realizzazione di un fossato avente la funzione di raccogliere le acque meteoriche provenienti dai bacini denominati 11, 12 e 13. Il fossato è infatti collegato con la canaletta perimetrale ai piedi dello strato di ricopertura della discarica.

Il bacino V1 presenta una sezione trapezia con le seguenti caratteristiche:

- base maggiore: 2,0 m
- base inferiore: 0,5 m
- altezza utile di invaso: 0,43 m
- inclinazione delle sponde 30°
- lunghezza $L = 144$ m.

La sezione risulta pari a $S = (2,0+0,5) \times 0,43 / 2 = 0,54$ m².

Il volume complessivo è $V = S \times L = 0,54 \times 144 = 77,4$ m³.

Sul fondo del fossato sarà realizzato un dreno in ghiaia e ciottolame di spessore di circa 100 cm con funzione di dispersione nel suolo delle acque accumulate.

6.7.4 Fossato/bacino di accumulo a sud V2

A sud della discarica è prevista la realizzazione di un fossato avente la funzione di raccogliere le acque meteoriche provenienti dai bacini denominati 1, 2 e 3. Il fossato è infatti collegato con la canaletta perimetrale ai piedi dello strato di ricopertura della discarica.

Il bacino V2 presenta una sezione trapezia con le seguenti caratteristiche:

- sezione iniziale - base maggiore: 2,0 m
- sezione iniziale - base inferiore: 0,5 m
- sezione finale - base maggiore: 3,74 m
- sezione finale - base inferiore: 0,5 m
- altezza utile di invaso: 0,43 m
- inclinazione delle sponde 30°
- lunghezza L = 210 m.

La sezione risulta pari a $S = (2,0+0,5) \times 0,43 / 2 = 0,54 \text{ m}^2$.

Il volume complessivo è $V = S \times L = 0,54 \times 210 = \mathbf{112,9 \text{ m}^3}$.

6.7.5 Fossato/bacino di accumulo a sud V3

A sud della discarica è prevista la realizzazione di un fossato avente la funzione di raccogliere le acque meteoriche provenienti dai bacini denominati 24, 25 e 26 . Il fossato è infatti collegato con la canaletta perimetrale ai piedi dello strato di ricopertura della discarica.

Il bacino V3 presenta una sezione trapezia con le seguenti caratteristiche:

- sezione iniziale - base maggiore: 2,0 m
- sezione iniziale - base inferiore: 0,5 m
- sezione finale - base maggiore: 3,50 m
- sezione finale - base inferiore: 0,5 m
- altezza utile di invaso media: 0,215 m
- inclinazione delle sponde 30°
- lunghezza L = 124 m.

La sezione risulta pari a $S = [(2,0+0,5) \times 0,43 / 2] / 2 = 0,27 \text{ m}^2$.

Il volume complessivo è $V = S \times L = 0,27 \times 124 = \mathbf{33,5 \text{ m}^3}$.

6.7.6 Fossato/bacino di accumulo a sud V4

A sud della discarica è prevista la realizzazione di un fossato avente la funzione di raccogliere le acque meteoriche provenienti dai bacini V2 e V3. Il fossato è altresì collegato con il bacino di invaso V5.

Il bacino V4 presenta una sezione trapezia con le seguenti caratteristiche:

- base maggiore: 2,0 m

- base inferiore: 0,5 m
- altezza utile di vaso: 0,43 m
- inclinazione delle sponde 30°
- lunghezza L = 40 m.

La sezione risulta pari a $S = (2,0+0,5) \times 0,43 / 2 = 0,54 \text{ m}^2$.

Il volume complessivo è $V = S \times L = 0,54 \times 144 = 21,5 \text{ m}^3$.

Al termine del fossato. Prima del collegamento con la rete idrografica locale è previsto l'inserimento del manufatto regolatore di portata.

6.7.7 Fossato/bacino di accumulo a sud V5

A sud della discarica è prevista la realizzazione di un bacino-laghetto avente la funzione di raccogliere le acque meteoriche provenienti dai bacini V2 e V3. Il bacino è stato ricavato tramite la depressione di un'area con destinazione a verde.

Il bacino V5 presenta una sezione pressoché circolare con le seguenti caratteristiche:

- area di base (fondo bacino) : 723 m^2
- altezza utile di vaso: c.a. 0,43 m
- inclinazione delle sponde 30°

Il volume complessivo è $V = \text{area di base} \times h = 723 \times 0,43 = 311 \text{ m}^3$.

Il valore ricavato è cautelativo in quanto non si è considerata l'inclinazione delle sponde.

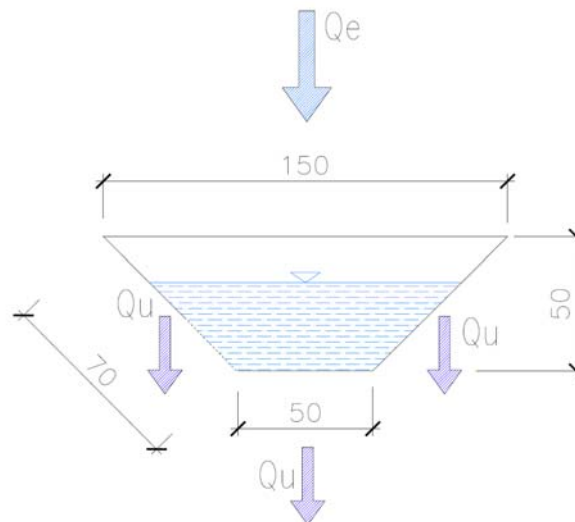
6.7.8 Volume di vaso disponibile

L'intero sistema è in grado di fornire un volume utile di vaso pari a:

$V_{\text{tot}} = V_{\text{can}} + V_{\text{dr}} + V1 + V2 + V3 + V4 + V5 = 670 + 1.543 + 77 + 113 + 33,5 + 21,5 + 311 = 2.469 \text{ m}^3$, ampiamente sufficiente a soddisfare l'invaso minimo richiesto per la compatibilità idraulica (pari a 1.971 m^3).

6.8 VERIFICA DELLA CAPACITÀ DRENANTE DELLA CANALETTA PERIMETRALE

La canaletta perimetrale in materiale ghiaioso ha la funzione di invasare le acque meteoriche provenienti dalla copertura della discarica e di favorire l'infiltrazione delle acque stesse verso il sistema di drenaggio sottostante e quindi nel suolo.



La canaletta presenta le seguenti caratteristiche:

- base maggiore: 1,5 m
- base inferiore: 0,5 m
- altezza: 0,5 m
- permeabilità k del materiale (ghiaia pulita): 10^{-3} m/s

Per la verifica si considera una porzione di canaletta 'a servizio' dell'area di bacino individuata come area 18 (si è scelta quest'area in quanto è una delle maggiori).

- lunghezza $L = 73$ m
- Area sottesa $S_{18} = 4.800$ m²

La sezione risulta pari a $S = (1,5+0,5) \times 0,5 / 2 = 0,50$ m².

Il volume complessivo è $V = S \times L = 0,50 \times 73 = 36,50$ m³.

La portata che fluisce dal fondo e dalle pareti della canaletta in contemporanea all'evento piovoso è:

$$Q_u = \text{Perimetro bagnato} \times K \times L = 1,50 \times 10^{-3} \times 73 = 0,1095 \text{ m}^3/\text{s} = 109,5 \text{ l/s}$$

Corrispondenti a 228,125 l/s,ha

La portata entrante nel sistema Q_e è determinata dall'evento piovoso.

Per la determinazione del volume massimo si applica il metodo cinematico precedentemente descritto al paragrafo 6.4. il tempo di corrivazione del bacino S_{18} è stimato in 5 minuti e l'equazione pluviometrica impiegata è quella relativa agli scrosci.

Nella tabella sottostante è riportato il calcolo del volume massimo da invasare nel tratto di canaletta considerato.

VALUTAZIONE DELLA PORTATA E DEL VOLUME IN RELAZIONE ALLE PRECIPITAZIONI DI DURATA INFERIORE ALL'ORA

Superficie scolante (mq)	coeff. permeabilità ϕ	parametri curva possibilità pluviometrica $h=at^n$		Qu	tc	VOL MAX
		a	n	l/s ha	min	m ³
4.800	0,6	80,33	0,574	228,13	5,00	11,09

tp (min)	h (mm)	j (mm/h)	Qe (l/s)	t' (min)	Qu (l/s)	ΔQ (l/s)	ΔVol (mc)
5	19,29	231,54	185,2289	2,04	109,50	75,73	9,29
6	21,42	214,23	171,3869	1,81	109,50	61,89	10,42
7	23,41	200,62	160,49	1,59	109,50	50,99	10,98
8	25,27	189,52	151,62	1,39	109,50	42,12	11,09
9	27,04	180,25	144,20	1,20	109,50	34,70	10,83
10	28,72	172,34	137,87	1,03	109,50	28,37	10,26
11	30,34	165,48	132,38	0,86	109,50	22,88	9,43
12	31,89	159,46	127,57	0,71	109,50	18,07	8,36
13	33,39	154,11	123,29	0,56	109,50	13,79	7,08
14	34,84	149,32	119,46	0,42	109,50	9,96	5,63
15	36,25	145,00	116,00	0,28	109,50	6,50	4,01
16	37,62	141,07	112,85	0,15	109,50	3,35	2,24
17	38,95	137,47	109,98	0,02	109,50	0,48	0,34
18	40,25	134,16	107,33	-0,10	109,50	-2,17	-1,68
19	41,52	131,11	104,89	-0,22	109,50	-4,61	-3,81
20	42,76	128,27	102,62	-0,34	109,50	-6,88	-6,05

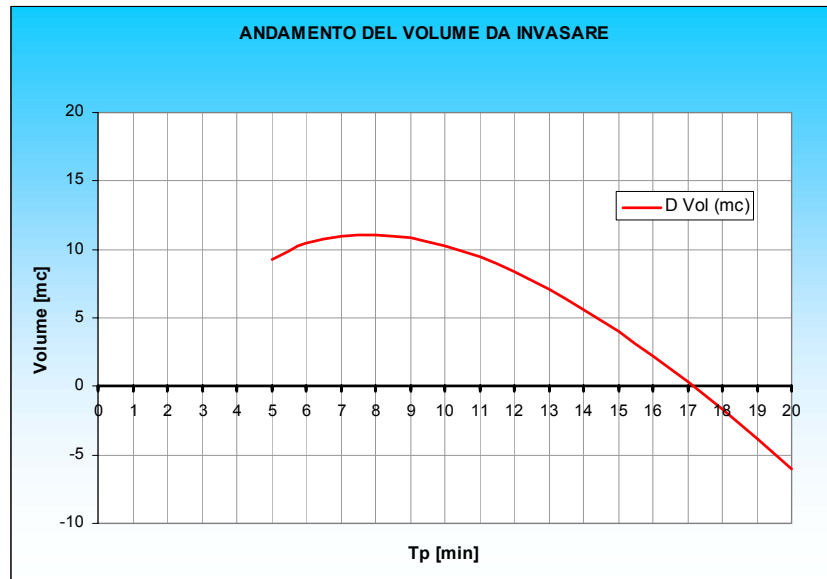


Grafico 5: Andamento del volume da invasare in funzione del tempo di precipitazione

Dal calcolo emerge che il volume da invasare nella canaletta risulta pari a 11 m³, inferiore al volume disponibile pari a 36,5 m³.

Pertanto la canaletta è in grado di gestire lo scarico delle acque meteoriche all'interno del suolo.

6.9 VERIFICA DELL'INFILTRAZIONE NELLO STRATO DI COPERTURA FINALE

Nelle ipotesi di verifica e calcolo precedentemente adottate il coefficiente di deflusso dell'area trasformata è stato assunto pari a $\varphi=0,60$.

Con tale ipotesi si ritiene che il 40% della precipitazione è trattenuto dallo strato di copertura superiore della discarica e successivamente inviato alla canaletta laterale attraverso la filtrazione dei due strati (terreno vegetale e strato drenante), in tempi successivi all'evento piovoso.

Nel seguito si verifica la capacità drenante dello strato di ricopertura al fine di assicurare il corretto funzionamento del sistema di gestione delle acque meteoriche.

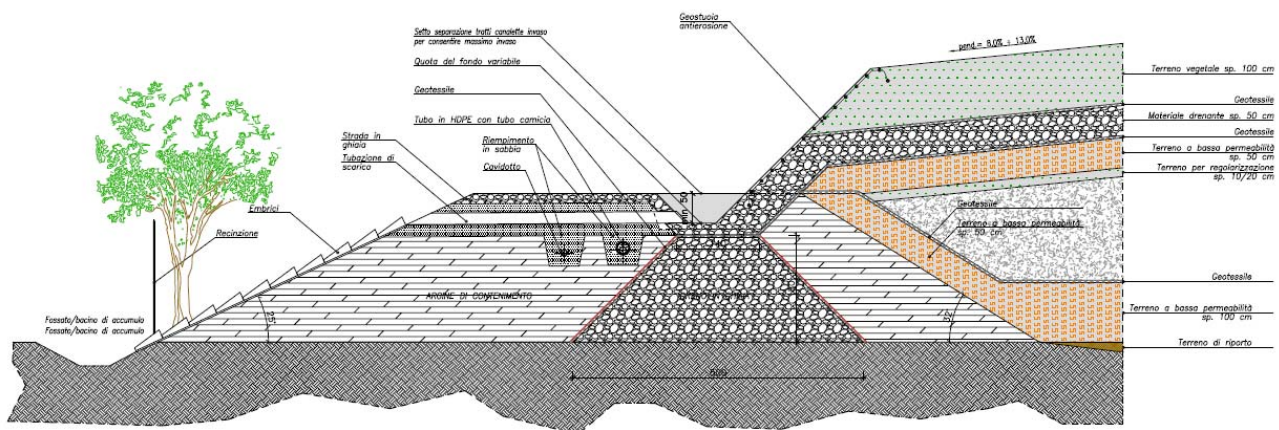


Figura 1: Schema della scarpa, dell'argine perimetrale e della ricopertura finale della discarica

Strato di terreno vegetale

- Spessore: 1 m
- $K_t = 5 \times 10^{-5}$ m/s
- Pendenza media $i = 5,31\%$
- portata smaltita per filtrazione laterale = $Q_{ut} = v \times A = K_t \times i \times A = 5 \times 10^{-5} \times 0,053 \times 1,0 \times 1,0 \times 1.000 = 0,00265$ l/(s m)
- lunghezza bordo strato = 1.340 m
- portata complessiva $Q_{ut} = 0,00265 \times 1.340 = 3,55$ l/s

- volume invasabile nei pori del terreno = $V_t = \text{Sup} \times h \times n_t = 62.600 \times 1,0 \times 0,15 = 9.390 \text{ m}^3$;

Strato drenante in materiale ghiaioso

- Spessore: 0,5 m
- $K_t = 10^{-4} \text{ m/s}$
- Pendenza media $i = 5,31\%$
- portata smaltita per filtrazione laterale = $Q_{ut} = v \times A = K_t \times i \times A = 10^{-4} \times 0,053 \times 0,5 \times 1,0 \times 1.000 = 0,00265 \text{ l/(s m)}$
- lunghezza bordo strato = 1.340 m
- portata complessiva $Q_{ut} = 0,00265 \times 1.340 = 3,55 \text{ l/s}$
- volume invasabile nei pori del terreno = $V_t = \text{Sup} \times h \times n_t = 62.600 \times 0,5 \times 0,20 = 6.260 \text{ m}^3$.

La portata convogliata verso la canaletta perimetrale dallo strato di copertura, lungo tutto il perimetro, è pari a:

$Q_{ut} = 3,55 \text{ l/s} + 3,55 \text{ l/s} = 7,10 \text{ l/s}$, corrispondente a $1,13 \text{ l/s,ha}$

Dal calcolo riportato nella tabella seguente si è determinato, col metodo dell'equazione dei serbatoi, il volume massimo che viene ad essere accumulato all'interno degli strati di copertura permeabili della discarica e che sarà allontanato per evapotraspirazione e per scorrimento all'interno degli strati sino alla canaletta perimetrale in ghiaia. Si è considerata una componente di precipitazione profonda pari al 40% della totale.

VALUTAZIONE DELLA PORTATA E DEL VOLUME IN RELAZIONE ALLE PRECIPITAZIONI DI DURATA COMPRESA TRA UN'ORA E 24 ORE

Superficie scolante (mq)	coeff. permeabilità ϕ	parametri curva possibilità pluviometrica $h=at^n$		Qu l/s ha	VOL MAX	VOL. SPECIF.
		a	n		m^3	m^3/ha
62.600	0,4	63,63	0,191	1,13	2.313,30	369,54

tp (min)	h (mm)	j (mm/h)	Q (l/s)	Vol Pr (mc)	Q SF (l/s)	Vol SF (mc)	Δ Vol (mc)	Vol specifico (mc/ha)
300	86,53	0,00	0,00	0,00	7,10			
360	89,60	14,93	103,87	2.243,48	7,10	153,33	2.090,15	333,89
420	92,27	13,18	91,69	2.310,52	7,10	178,89	2.131,63	340,52
480	94,66	11,83	82,30	2.370,21	7,10	204,45	2.165,76	345,97
540	96,81	10,76	74,82	2.424,13	7,10	230,00	2.194,13	350,50
600	98,78	9,88	68,71	2.473,41	7,10	255,56	2.217,85	354,29
660	100,59	9,14	63,61	2.518,85	7,10	281,11	2.237,74	357,47
720	102,28	8,52	59,28	2.561,06	7,10	306,67	2.254,39	360,13
780	103,85	7,99	55,57	2.600,52	7,10	332,23	2.268,29	362,35

STUDIO TECNICO CONTE & PEGORER – VIA SIOA ANDRIANA DEL VESCOVO, 7 – 31100 TREVISO

\\0111-pc\volume I temporaneo\Fornaci del sile - Discarica Musestre - cod. 1048 - APRILE 1997\Ver_01 - Marzo 2010\Relazioni\A3 - RELAZIONE COMP IDRAULICA.doc

840	105,33	7,52	52,33	2.637,59	7,10	357,78	2.279,80	364,19
900	106,73	7,12	49,49	2.672,57	7,10	383,34	2.289,24	365,69
960	108,06	6,75	46,97	2.705,72	7,10	408,89	2.296,83	366,91
1020	109,31	6,43	44,73	2.737,23	7,10	434,45	2.302,79	367,86
1080	110,51	6,14	42,70	2.767,28	7,10	460,00	2.307,28	368,57
1140	111,66	5,88	40,88	2.796,01	7,10	485,56	2.310,45	369,08
1200	112,76	5,64	39,22	2.823,53	7,10	511,12	2.312,42	369,40
1260	113,82	5,42	37,70	2.849,97	7,10	536,67	2.313,30	369,54
1320	114,83	5,22	36,31	2.875,40	7,10	562,23	2.313,18	369,52
1380	115,81	5,04	35,02	2.899,92	7,10	587,78	2.312,14	369,35
1440	116,76	4,86	33,84	2.923,59	7,10	613,34	2.310,25	369,05
1500	117,67	4,71	32,74	2.946,48	7,10	638,90	2.307,58	368,62
1560	118,56	4,56	31,72	2.968,63	7,10	664,45	2.304,18	368,08
1620	119,41	4,42	30,76	2.990,11	7,10	690,01	2.300,10	367,43
1680	120,25	4,29	29,87	3.010,95	7,10	715,56	2.295,39	366,68
1740	121,05	4,17	29,03	3.031,20	7,10	741,12	2.290,08	365,83
1800	121,84	4,06	28,25	3.050,89	7,10	766,67	2.284,21	364,89
1860	122,61	3,96	27,51	3.070,06	7,10	792,23	2.277,83	363,87
1920	123,35	3,85	26,81	3.088,73	7,10	817,79	2.270,94	362,77
1980	124,08	3,76	26,15	3.106,94	7,10	843,34	2.263,59	361,60
2040	124,79	3,67	25,53	3.124,70	7,10	868,90	2.255,80	360,35
2100	125,48	3,59	24,94	3.142,05	7,10	894,45	2.247,60	359,04
2160	126,16	3,50	24,38	3.159,00	7,10	920,01	2.238,99	357,67
2220	126,82	3,43	23,84	3.175,58	7,10	945,57	2.230,01	356,23
2280	127,47	3,35	23,33	3.191,79	7,10	971,12	2.220,67	354,74
2340	128,10	3,28	22,85	3.207,67	7,10	996,68	2.210,99	353,19
2400	128,72	3,22	22,38	3.223,22	7,10	1.022,23	2.200,99	351,60
2460	129,33	3,15	21,94	3.238,46	7,10	1.047,79	2.190,67	349,95
2520	129,93	3,09	21,52	3.253,40	7,10	1.073,34	2.180,05	348,25
2580	130,51	3,04	21,11	3.268,05	7,10	1.098,90	2.169,15	346,51
2640	131,09	2,98	20,72	3.282,43	7,10	1.124,46	2.157,98	344,72
2700	131,65	2,93	20,35	3.296,55	7,10	1.150,01	2.146,54	342,90
2760	132,21	2,87	19,99	3.310,42	7,10	1.175,57	2.134,85	341,03
2820	132,75	2,82	19,65	3.324,05	7,10	1.201,12	2.122,92	339,12
2880	133,28	2,78	19,31	3.337,44	7,10	1.226,68	2.110,76	337,18
2940	133,81	2,73	18,99	3.350,61	7,10	1.252,24	2.098,37	335,20
3000	134,33	2,69	18,69	3.363,56	7,10	1.277,79	2.085,77	333,19
	altezza di precipitazione	intensità di pioggia	portata evento piovoso	volume evento piovoso	portata scaricata	volume scaricato nel tempo tc	delta volume da invasare	volume specifico di invaso per ettaro

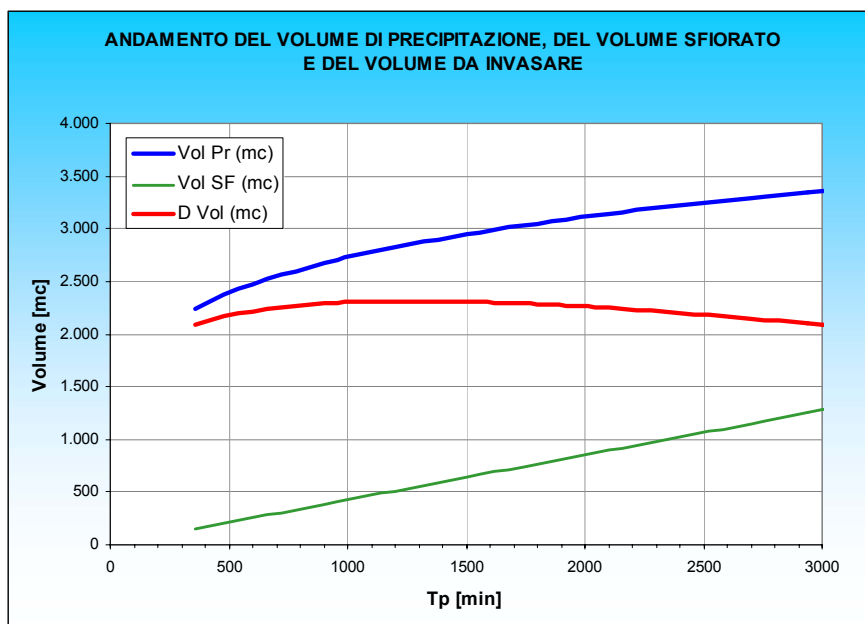


Grafico 6: Andamento del volume di pioggia, del volume scaricato e del volume da invasare in funzione del tempo di precipitazione

Il volume massimo è stimato in circa 2.320 m³.

Il volume disponibile all'interno dei pori è pari a $V_p = 9.390 + 6.260 = 15.650 \text{ m}^3$ ampiamente sufficiente a garantire l'accumulo.

Si può ragionevolmente ritenere che circa il 30% del volume calcolato possa essere allontanato per evapotraspirazione e che il volume effettivamente da smaltire per filtrazione nella canaletta drenate sia pari a:

$$V_f = V - 0,30 \times V = 2.320 - 0,30 \times 2.320 = 1.624 \text{ m}^3$$

Il tempo di smaltimento del volume risulta di:

$$t = \text{Volume/portata} = 1.624 \times 1000 / 7,10 / 3.600 = 63,54 \text{ ore} = 2,65 \text{ giorni}$$

6.10 DIMENSIONAMENTO DEL MANUFATTO DI CONTROLLO DELLE PORTATE

La bocca tarata dovrà essere dimensionata per un valore di portata pari a:

$$Q_{\text{uscite}} = 10 \text{ l/s,ha} \times 6,26 \text{ ha} = 62,6 \text{ l/s} = 0,0626 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Assumendo una soglia sfiorante di altezza 60 cm e quindi un tirante idrometrico accumulato a monte di essa pari a circa 45 cm, utilizzando le formule della luce sotto battente si ottiene quanto riassunto nella tabella sottostante:

$$Q = c_q \cdot A \cdot \sqrt{2gH}$$

Battente massimo H	0,45 m
Diametro foro	0,210 m
A = area foro	0,035 m ²
coeff. medio deflusso c _q	0,61 coefficiente medio contrazione vena liquida

Portata scaricata **0,06257 m³/s**
62,57 l/s

battente idraulico H [m]	Portata [l/s]
0,000	0,00
0,050	20,87
0,100	29,51
0,150	36,14
0,200	41,73
0,250	46,66
0,300	51,11
0,350	55,21
0,400	59,02
0,450	62,60
0,500	65,99

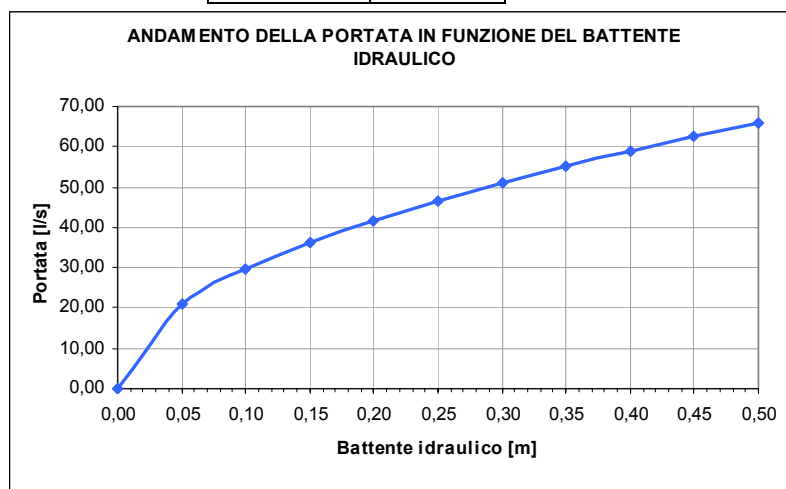


Grafico 7: Andamento della portata scaricata dalla bocca a battente in funzione del battente idraulico

Dal calcolo è stato determinato un diametro del foro di scarico pari a 21 cm.

Si prevede di utilizzare un foro rettangolare di pari area, avente dimensioni 18,5 cm x 18,5 cm.

La soglia sfiorante dovrà consentire lo svasso superficiale della portata di piena in condizioni di sicurezza in caso di completa ostruzione della bocca tarata.

La portata piena per tempo di ritorno pari a 50 anni come precedentemente indicato risulta pari a 470 l/s.

Fissata una soglia di larghezza pari a 150 cm, si deve trovare il carico idraulico h_0 al di sopra della stessa.

Utilizzando le formule per le luci a stramazzo, utilizzando un c_q pari a 0,41, la portata sfiorante è determinata come segue:

$$Q = c_q \cdot L \cdot h_0 \cdot \sqrt{2gh_0}$$

Larghezza stramazzo	1,5 m
Carico su soglia h_0	0,503 m
altezza petto stramazzo	0,6 m
c_q	0,41
Portata da scaricare	0,971 m ³ /s 971 l/s

Carico idraulico h_0 [m]	Portata [l/s]
0,000	0,00
0,050	30,46
0,100	86,14
0,150	158,26
0,200	243,65
0,250	340,51
0,300	447,62
0,350	564,06
0,400	689,15
0,450	822,32
0,500	963,12
0,503	971,00

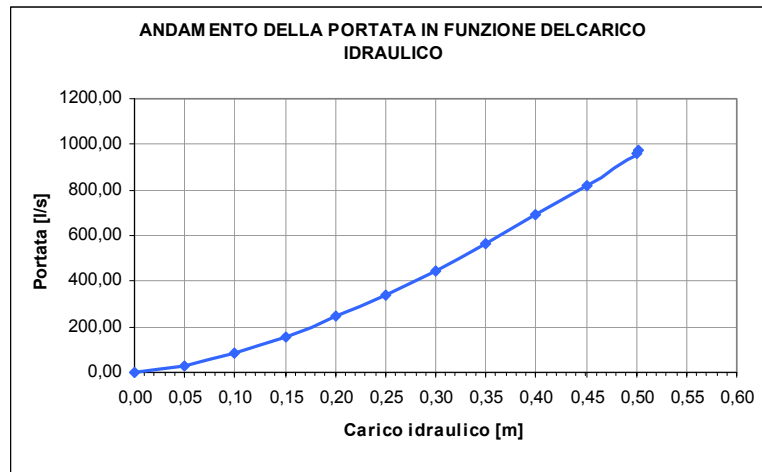


Grafico 8: Andamento della portata scaricata dallo stramazzo in parete sottile in funzione del carico idraulico

Con l'applicazione della formula precedente si trova un valore di h_0 pari a circa 50 cm.

Sulla scorta delle considerazioni precedenti il manufatto di controllo potrà avere dimensioni interne pari a 150 cm x 150 cm x 150 cm.

7 CONCLUSIONI

Nelle presente relazione è stata illustrata la soluzione adottata per lo smaltimento delle acque meteoriche nella situazione conclusiva del progetto di discarica di rifiuti inerti che sarà realizzato in comune di Roncade (TV).

Si è valutato che le nuove previsioni non modifichino l'esistente livello di rischio idraulico e non pregiudichino la possibilità di riduzione di tale livello.

È noto che il progetto di trasformazione dell'uso del suolo provoca una variazione di permeabilità superficiale che necessita della previsione delle misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico, secondo il principio dell'*"invarianza idraulica"*.

Lo studio è stato finalizzato al rispetto del predetto principi ed in particolare le opere idrauliche previste per la gestione delle acque meteoriche consistono in:

- una canaletta perimetrale al bacino di discarica di larghezza 1,50 m e profondità circa 0,50 m;
- un dreno in ghiaia in grado di assicurare un volume di invaso e di consentire lo scarico nel suolo delle acque meteoriche;
- vari fossati perimetrali posti alla base dell'argine di contenimento esistenti e di nuova realizzazione di larghezza e profondità minima 2,00 m x 0,50 m;
- un bacino di espansione, che diventerà laghetto ornamentale nella futura area verde, per la laminazione delle portate in uscita delle acque provenienti da una porzione di discarica.

Dall'analisi emerge che il sistema di gestione delle acque meteoriche dell'area in esame è in grado di limitare il deflusso diretto delle acque stesse verso i canali della rete idrografica locale; infatti è previsto l'accumulo e il successivo drenaggio al suolo delle acque meteoriche.

Si ritiene che i fossati e gli invasi in progetto, identificati come V1, V2, V3, V4 e V5, saranno interessati dalla presenza di acqua solo in casi eccezionali e per i normali eventi pluviometrici non saranno oggetto di invaso.

Si può ragionevolmente concludere che il sistema di smaltimento delle acque meteoriche previsto è in grado di garantire il principio dell'invarianza idraulica.