



REGIONE DEL VENETO



PROVINCIA DI VERONA



Valeggio sul Mincio



Titolo progetto:

Impianto per il fabbisogno regionale di smaltimento rifiuti contenenti amianto da realizzare nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR), località Ca' Baldassarre

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

02_R05

Nome documento:

**RELAZIONE TECNICA RELATIVA AL PROGETTO DI
COMPATIBILITA' IDRAULICA**

Richiedente:

Progeco Ambiente S.P.A.
Via Ca' Vecchia 9, San Martino
Buon Albergo (VR)

Coordinamento:

Progeco Ambiente S.P.A.
Via della Ferrovia 13,
Gavardo (BS)

PROGETTO

Ing.
Massimo Di Martino

STUDIO SPECIALISTICO

Ing.
Remo Bordini



S.I.A. e V.Inc.A.

Dott.
Marco Stevanin

Dott.
Marco Abordi

Abbestos Specialist Managment: Ing. Remo Bordini

Data documento:
Novembre 2023

Revisione:
Rev. 00

Nome file:
02_R05_Compat_Idr.pdf

Scala:

Sommario

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE DELL'INIZIATIVA	5
3	INQUADRAMENTO DEL SITO	6
	Ambito territoriale interessato	6
	Piano Regolatore Comunale (PRC) del comune di Valeggio sul Mincio	7
	Piano degli Interventi	7
	Piano di Assetto del Territorio	9
	Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC) della Regione Veneto	14
	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della provincia di Verona	17
	Piano Regionale di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Veneto	23
	Piano Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Fissero Tartaro Canal Bianco e del fiume Po (PAI)	29
	Piano di Gestione Rischio Alluvioni del bacino del fiume Po (PGRA)	31
4	GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN FASE GESTIONALE	32
	Dimensionamento opere e reti idriche	34
	1.1.1. Acque di prima pioggia	34
	4.1.1. Acque di seconda pioggia	36
	4.1.1. Dimensionamento rete di raccolta acque meteoriche piazzali e viabilità asfaltati	40
	5.1.1. Dimensionamento rete delle acque dei pluviali	42
5	VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA IN FASE DI GESTIONE	47
	Generalità sui criteri di dimensionamento	47
	6.1.1. Analisi della normativa	47
	Coefficienti di deflusso	49
	Tempo di corrivazione	50
	Altezza di precipitazione	51
	Volume e portata di pioggia	54
	Pozzi perdenti	55

Relazione tecnica di compatibilità idraulica

Tabella riepilogativa	57
6 GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE A RIPRISTINO AMBIENTALE AVVENUTO	59
Dimensionamento rete delle acque meteoriche provenienti dalla copertura della discarica	62
7.1.1. Metodo CN	62
8.1.1. Calcolo portata canalette	65
9.1.1. Dimensionamento canalette	70
7 VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA A RIPRISTINO	73
Bacino a ripristino	73
Zona asfaltata	75
8 CONCLUSIONI	77

1 PREMESSA

Il presente elaborato è relativo alla verifica della compatibilità idraulica del sistema di gestione delle acque meteoriche inerenti il progetto di costruzione ed esercizio di un impianto di smaltimento (D1) per rifiuti Rifiuti Contenenti Amianto (RCA) nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR); ditta titolare Progeco Ambiente S.p.A..

Questo studio viene redatto in ottemperanza alla deliberazione n. 1322 del 10 maggio 2006 della Giunta Regionale Veneta "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici", aggiornato con delibera n. 1841 del 19 giugno 2007 della Giunta Regionale Veneta "Modalità operative e indicazione tecniche".

Per tutto il territorio regionale del Veneto la DGR n. 2948 del 6 ottobre 2009, prevede uno specifico Studio di Compatibilità Idraulica per tutti i nuovi strumenti urbanistici (o varianti) che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico della rete idrografica connessa.

La gestione delle acque meteoriche non contaminate, per quanto concerne il volume eccedente il riutilizzo in impianto, ne prevede l'infiltrazione nel sottosuolo mediante pozzi perdenti (scarico S1); saranno infiltrate nel sottosuolo anche le acque reflue degli uffici, previa depurazione in vasca Imhoff (dimensionata nella Relazione Tecnica di progetto) (scarico S2).

La presente relazione comprende:

- descrizione della soluzione progettuale di compatibilità idraulica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico, costituenti il sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico nel ricettore o di disperdimento nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;
- calcolo delle precipitazioni di progetto;
- calcoli del processo di infiltrazione e di laminazione.

In allegato alla presente relazione i seguenti elaborati grafici di progetto:

- Tav.I01 "Planimetria progetto opere di invarianza idraulica in fase di gestione";
- Tav.I02 "Planimetria verifica opere di invarianza idraulica a ripristino avvenuto".

2 DESCRIZIONE DELL'INIZIATIVA

Il progetto prevede la gestione delle acque meteoriche ricadenti sull'impianto di smaltimento rifiuti destinato ad accogliere rifiuti contenenti amianto (RCA) per un quantitativo pari a 940.000 mc corrispondenti ad una potenzialità di circa 90.000 t/anno.

Il tempo previsto per il riempimento complessivo della discarica è pari a 8 anni e 8 mesi, a cui si aggiungono gli anni in cui verrà eseguito il ripristino ambientale di ciascun lotto, coerentemente alla normativa vigente. Il ripristino ambientale verrà eseguito per singolo lotto alla chiusura dello stesso.

La progettazione della morfologia dell'intero insediamento deriva dal progetto di ripristino ambientale, ai sensi del quale è previsto il ripristino a verde dell'area, con la conformità finale di una collina che sia in sintonia con le prerogative naturalistiche, ambientali e paesaggistiche rilevate nel territorio circostante.

Nella relazione in oggetto saranno prese in considerazione le due fasi principali della vita della discarica:

- fase gestionale, in cui si gestiscono le acque meteoriche ricadenti sulle superfici asfaltate e sulle coperture degli edifici;
- fase di ripristino ambientale, in cui si aggiunge il contributo delle acque meteoriche provenienti dalla copertura finale della discarica.

3 INQUADRAMENTO DEL SITO

Ambito territoriale interessato

La discarica oggetto del presente studio è localizzata nella porzione orientale del comune di Valeggio sul Mincio (VR), in Località Ca' Baldassarre.

Il capoluogo di provincia più vicino all'impianto è, appunto, Verona, a circa 15 km verso nord-est, il comune si trova a confine con la Regione Lombardia.

Come si può notare dalla mappa, il sito oggetto di intervento è ubicato al confine con il Comune di Villafranca di Verona e dista 2,5 Km dal centro abitato in direzione est.



Figura 3.1: Inquadramento territoriale dell'attività in oggetto [Fonte: T.E.R.R.A. S.r.l.]

Di seguito ingrandimento dell'area in cui verrà ubicato l'impianto.



Figura 3.2: Estratto Google Earth sedime impianto di progetto

Piano Regolatore Comunale (PRC) del comune di Valeggio sul Mincio

La pianificazione comunale è articolata attraverso il **PRC - Piano Regolatore Comunale**, datato 12/05/2017, è costituito da disposizioni strutturali contenute nel **PAT - Piano di Assetto del Territorio** e da disposizioni operative contenute nel **PI - Piano degli Interventi**.

Piano degli Interventi

Il PI - Piano degli Interventi, di esclusiva competenza comunale, disciplina gli interventi di organizzazione e trasformazione del territorio da realizzare nell'arco temporale di cinque anni in conformità alle indicazioni del PAT, coordinandosi con il bilancio pluriennale comunale e con il programma triennale delle opere pubbliche.

Il Piano, così come definito dall'articolo 17 della legge regionale 11 del 2004 di riforma urbanistica, è lo strumento operativo che deve rapportarsi con il bilancio pluriennale comunale, con il programma triennale delle opere pubbliche e con gli altri strumenti comunali settoriali previsti da leggi statali e regionali.

Il PI si attua attraverso interventi diretti o per mezzo di piani urbanistici attuativi (PUA), accordi pubblico/privato e programmi complessi. Il Piano vigente è il 3° PI, approvato nel 2021.

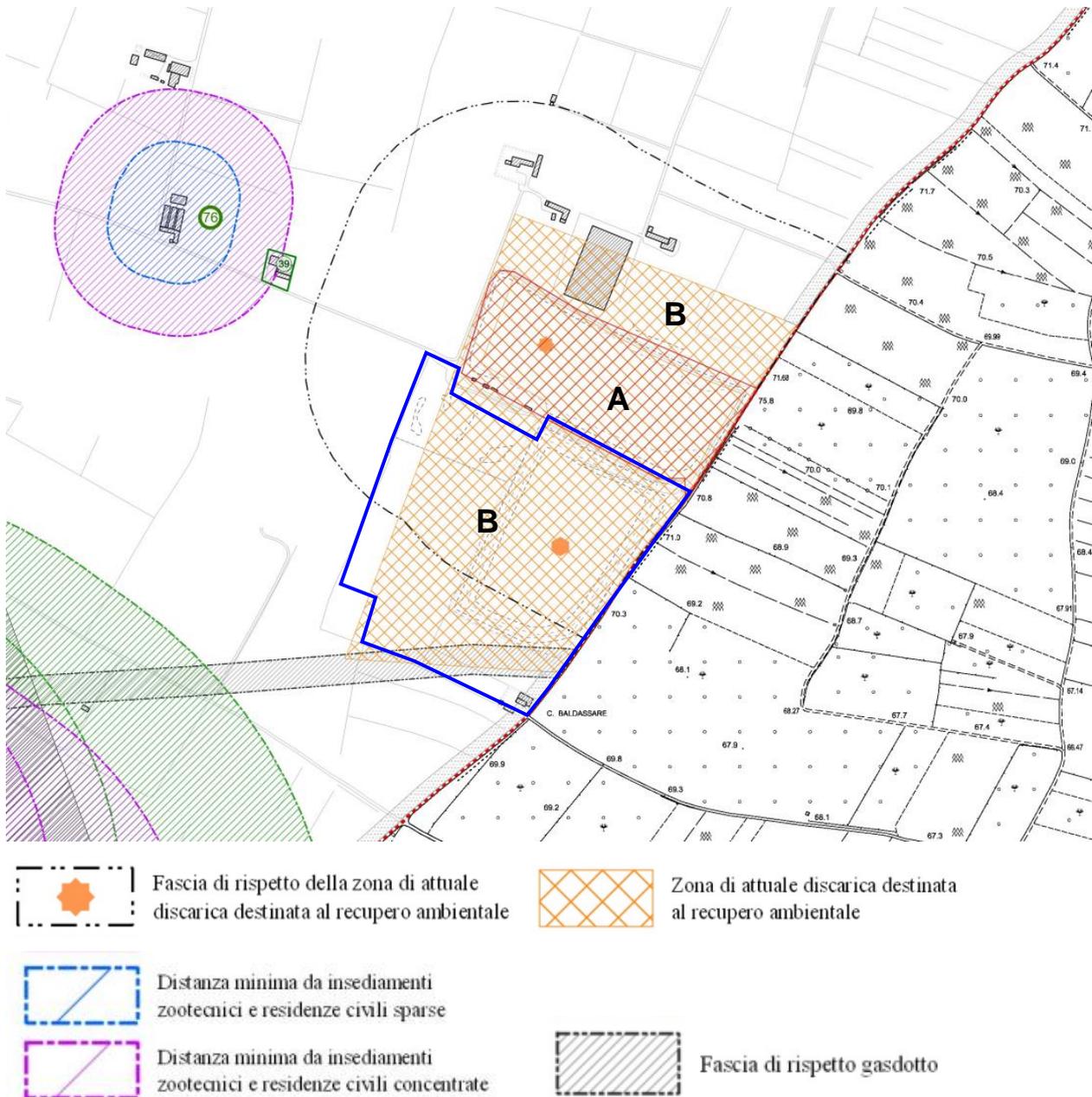


Figura 3.3: Estratto mappa e legenda "Zonizzazione intero territorio comunale" della tavola 1.D [Fonte P.I. di Valeggio sul Mincio, 2019]

Nella figura precedente si osserva come il sito in esame ricada all'interno di una zona di attuale discarica destinata al recupero ambientale (vedi perimetro verde). A tal riguardo si riporta di seguito l'articolo 67 delle NTO del PI del Comune di Valeggio sul Mincio:

“ART. 67. ZONA DI ATTUALE DISCARICA DESTINATA AL RECUPERO AMBIENTALE

Discarica destinata al recupero ambientale.

Trattasi di area risultante da cave dismesse nella quale vi è operante una discarica di carattere regionale, ambito A, e delle relative aree di pertinenza, ambito B.

Relazione tecnica di compatibilità idraulica

La sistemazione di tale ambito dovrà avvenire nel rispetto del progetto generale approvato dalla Regione Veneto.

In tale ambito oltre agli interventi previsti dal progetto generale di discarica, è ammessa la realizzazione di tutte le infrastrutture di servizio direttamente pertinenti alla discarica stessa.

Alla scadenza dell'arco temporale di validità della discarica, tutte le infrastrutture dovranno essere rimosse e l'area dovrà essere sistemata secondo le previsioni progettuali originarie.

In mancanza delle quali, dovrà essere predisposto un idoneo progetto di sistemazione e riqualificazione ambientale, non ammettendo alcuna edificazione.

Nell'ambito della discarica indicato con la lettera "B", fatti salvi eventuali divieti e/o prescrizioni poste dall'Ente competente sovraordinato, è ammesso l'utilizzo degli edifici esistenti per destinazioni di tipo produttivo o similari, da assoggettare ad atto abilitativo convenzionato al fine di garantire l'interesse pubblico, la dotazione di standard e il più idoneo utilizzo del sito. Vista la particolare delicatezza dell'ambito, l'Amministrazione Comunale si riserva la facoltà di non consentire lavorazioni/attività ritenute non idonee a sua discrezione.

Fermo restando che la discarica ricade in Z.T.O. E viene istituita una fascia di rispetto assoluto, con vincolo di inedificabilità di mt. 250 dal perimetro dell'area della discarica, così come previsto dall'art. 32, lettera b) della L.R. 3/2000."

In relazione alle previsioni degli strumenti urbanistici, il Procedimento – data la definizione di pubblica utilità, urgenza e indefettibilità dei lavori – fa automaticamente variante urbanistica.

Piano di Assetto del Territorio

Il PAT - Piano di Assetto del Territorio determina le scelte strategiche di assetto e di sviluppo del territorio comunale. In data 05/11/2013 è stata pubblicata sul B.U.R. n. 94 la deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 1846 del 15/10/2013 con la quale è stata ratificata, ai sensi dell'art. 15, comma 6 della L.R. 11/2004, l'approvazione del PAT, la cui efficacia decorre dal giorno 21/11/2013.

Nella figura seguente viene riportato un estratto della Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale del PAT del Comune di Valeggio sul Mincio.

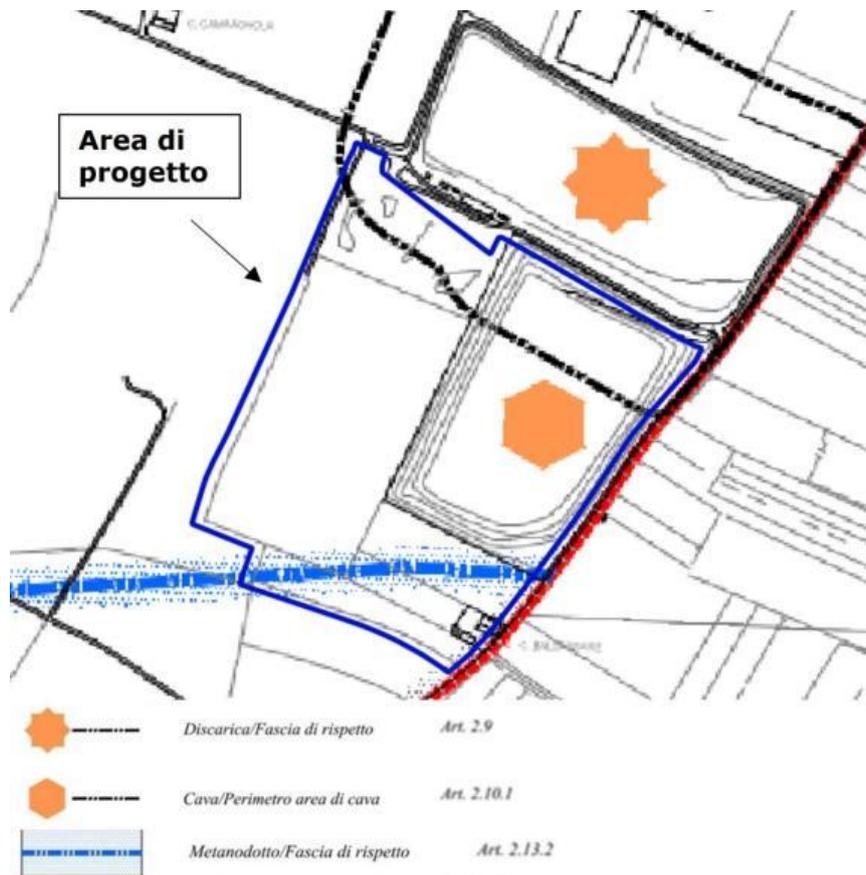


Figura 3.4: Estratto “Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale”, P.A.T. del Comune di Valeggio sul Mincio, 2013

Dalla sua analisi si evidenzia la presenza di un metanodotto nella porzione sud del sito oggetto di intervento.

Per quanto concerne la regolamentazione e la disciplina delle aree interessate dalla presenza di metanodotti, si riporta di seguito l'articolo 2.13.2 delle NTA del PAT del Comune di Valeggio sul Mincio:

Metanodotto/Fascia di rispetto art. 2.13.2

“Lungo i tracciati dei metanodotti la fascia di rispetto da osservarsi dipende dalla pressione di esercizio, dal diametro della condotta, dalla natura del terreno di posa e dal tipo di manufatto esistente.

Per il territorio del comune di Valeggio sul Mincio, la fascia di rispetto da osservarsi nella edificazione varia da un minimo di m 20 per i metanodotti esistenti, ad un massimo di m 40 per i tracciati di progetto. La distanza si calcola per lato a partire dall'asse della condotta, misurata ortogonalmente allo stesso.”

Considerando quanto previsto dalla norma, il progetto rispetterà quanto previsto per la fascia di rispetto del metanodotto (20 m).

Nella figura seguente il sito è identificato come cava. In realtà, come già precisato, a differenza di quanto ivi riportato, il sito in questione non risulta più identificabile come cava, visto il sopravvenuto decreto di estinzione della cava Gabbia.

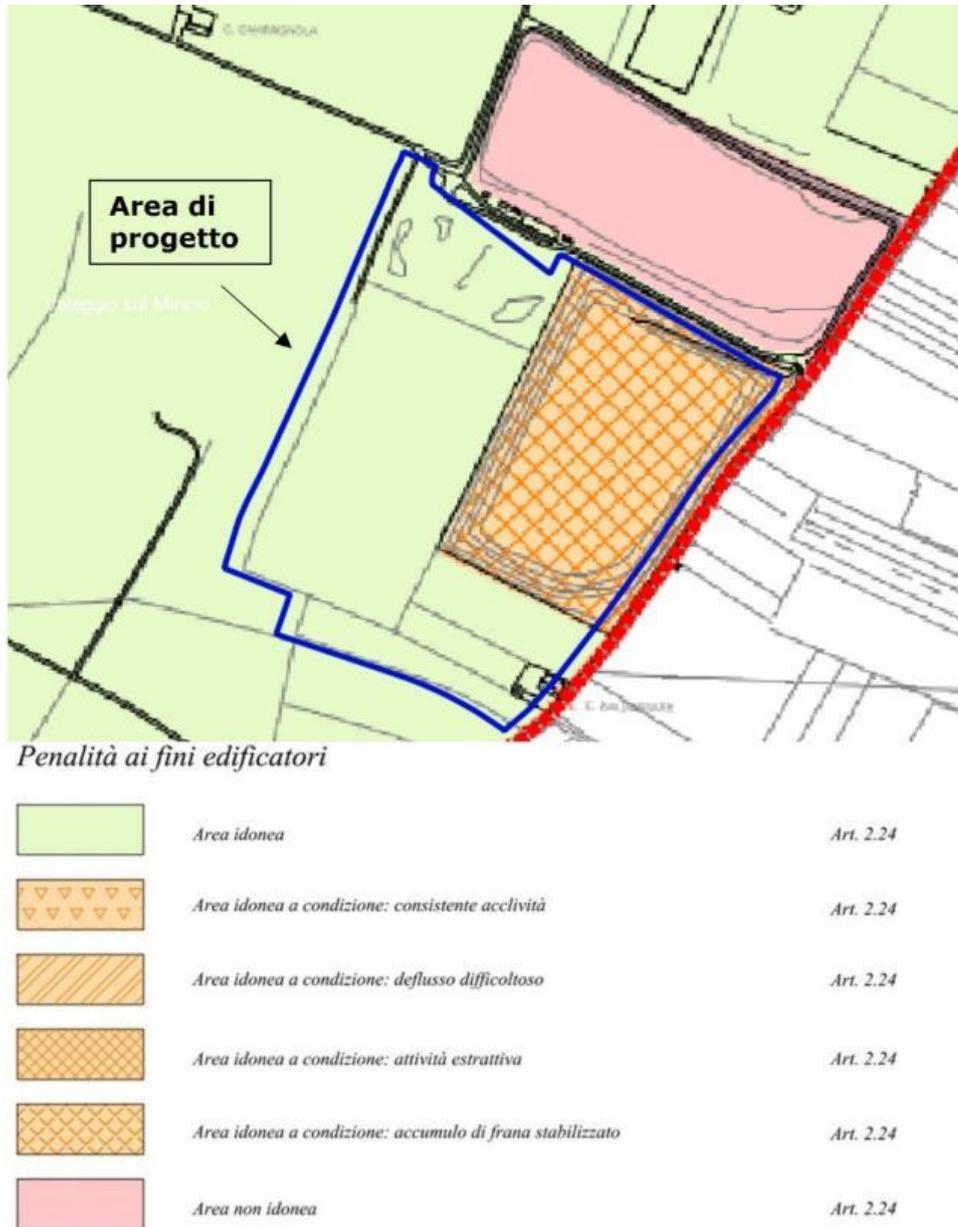


Figura 3.5: Estratto “Carta delle fragilità”, P.A.T. del Comune di Valeggio sul Mincio, 2012

Dall’analisi della figura precedente, la zona di intervento è ubicata all’interno dell’area classificata come idonea a condizione per la presenza di attività estrattiva. A tal riguardo si riporta di seguito l’articolo 2.24 delle NTA del PAT del Comune di Valeggio sul Mincio:

“Nelle aree idonee sotto condizione gli interventi possono essere autorizzati sulla base di puntuali indagini di approfondimento specifico, valutate dal Comune, finalizzate a definire la fattibilità

dell'opera, le modalità esecutive per la realizzazione e per la sicurezza dell'edificio e delle infrastrutture adiacenti. In particolare:

- per le aree con problematiche idrauliche dovute al ristagno idrico e deflusso difficoltoso devono essere dimensionati sistemi di drenaggio superficiale, come riportato nella Valutazione di Compatibilità Idraulica allegato al P.A.T.;*
- per le aree di cava attiva l'edificabilità è limitata da specifiche norme di settore; per le aree di cava dismesse le condizioni geologiche di fattibilità edificatoria e infrastrutturale dovranno essere verificate in funzione delle condizioni di stabilità del fondo e delle pareti con particolare riguardo ai terreni o materiali utilizzati per la ricomposizione ambientale;*
- per le aree di cava attiva, abbandonata o dimessa l'edificabilità è limitata da specifiche norme di settore;*
- per le aree di versante a rilevante pendenza anche in riferimento alle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche, gli interventi edificatori specie se prevedano sbancamenti e riporti, devono essere approfonditamente verificati in funzione delle possibili interazioni con le condizioni di stabilità locale e globale del versante ed eventualmente previsti eventuali opere di consolidamento;*
- per le aree con la presenza di corpi di frana non più attivi, anche in riferimento alle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche, gli interventi edificatori specie se prevedano sbancamenti e riporti, devono essere approfonditamente verificati in funzione delle possibili interazioni con le condizioni di stabilità locale e globale del versante.”*

Si può quindi affermare come non emergano vincoli che precludano la realizzazione del progetto in questione, ma si dovranno tenere in considerazione accorgimenti specifici. Infatti, dall'analisi delle norme tecniche attuative del PAT del Comune di Valeggio sul Mincio emerge che l'edificabilità non è vietata bensì limitata da specifiche norme di settore e sarà necessario prestare particolare riguardo sia alle condizioni di stabilità del fondo e delle pareti sia ai terreni o materiali utilizzati per la ricomposizione ambientale.

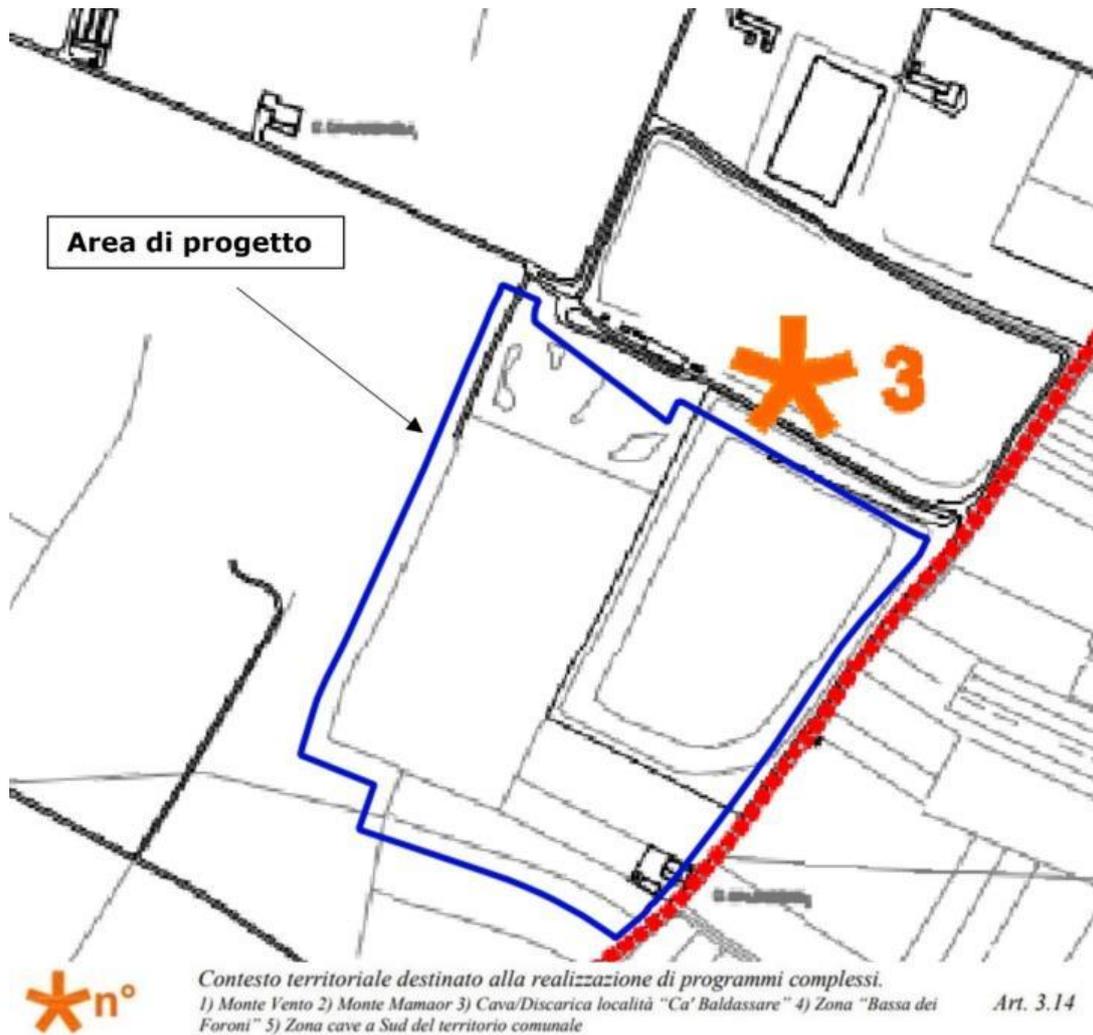


Figura 3.6: Estratto "Carta delle trasformabilità", P.A.T. del Comune di Valeggio sul Mincio, 2012

Come si nota nella figura precedente, il sito risulta inserito in un particolare contesto territoriale destinato alla realizzazione di programmi complessi.

Nella fattispecie, si tratta della Cava/Discarica località "Ca' Baldassarre".

Secondo l'articolo 3.14 delle NTA del PAT, "Tale ambito si presta alla realizzazione di:

- *ricomposizione ambientale;*
- *destinazioni compatibili con lo stato dei luoghi"*

Il progetto in questione prevede, a fine coltivazione, la realizzazione di un intervento di ricomposizione ambientale dell'intero sito, mediante collocazione di una piantagione di alberi da gelso, nonché la realizzazione di una fascia boscata perimetrale.

Nei confronti delle previsioni degli strumenti urbanistici comunali, il procedimento attivato fa variante automatica.

Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC) della Regione Veneto

Il Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC) rappresenta lo strumento regionale di governo del territorio.

Ai sensi dell'art. 24 della L.R. 11/04, "il piano territoriale regionale di coordinamento, in coerenza con il programma regionale di sviluppo (PRS), indica gli obiettivi e le linee principali di organizzazione e di assetto del territorio regionale, nonché le strategie e le azioni volte alla loro realizzazione".

Il PTRC approvato con Delibera di Consiglio Regionale n.62 del 30 giugno 2020 non ha la valenza di piano paesaggistico ai sensi del D.Lgs 42/2004.

Si riportano di seguito gli stralci delle tavole pertinenti per l'area oggetto di intervento.

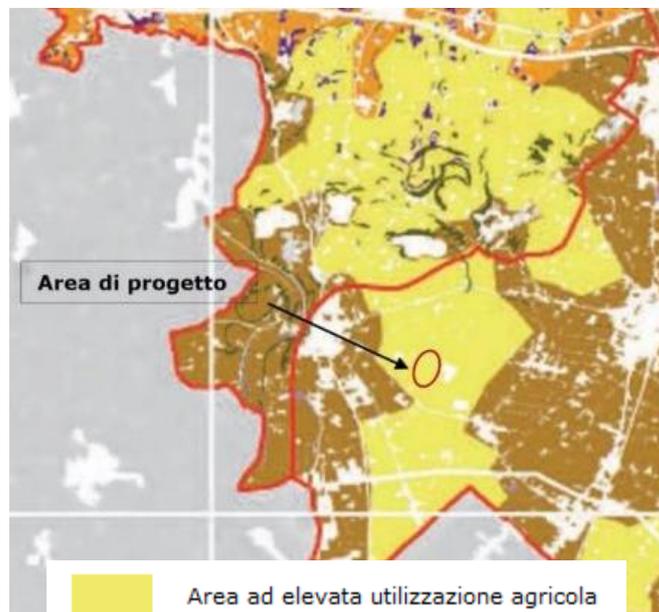


Figura 3.7: Estratto Tavola 01a - Uso del suolo terra, PTRC Regione Veneto, 2020

Dall'analisi della figura precedente è evidente come il sito oggetto di intervento ricada all'interno di un'area ad elevata utilizzazione agricola.

Dall'analisi della normativa inerente l'area di intervento, non si rinvengono condizioni ostative o preclusioni specifiche alla realizzazione dell'opera.

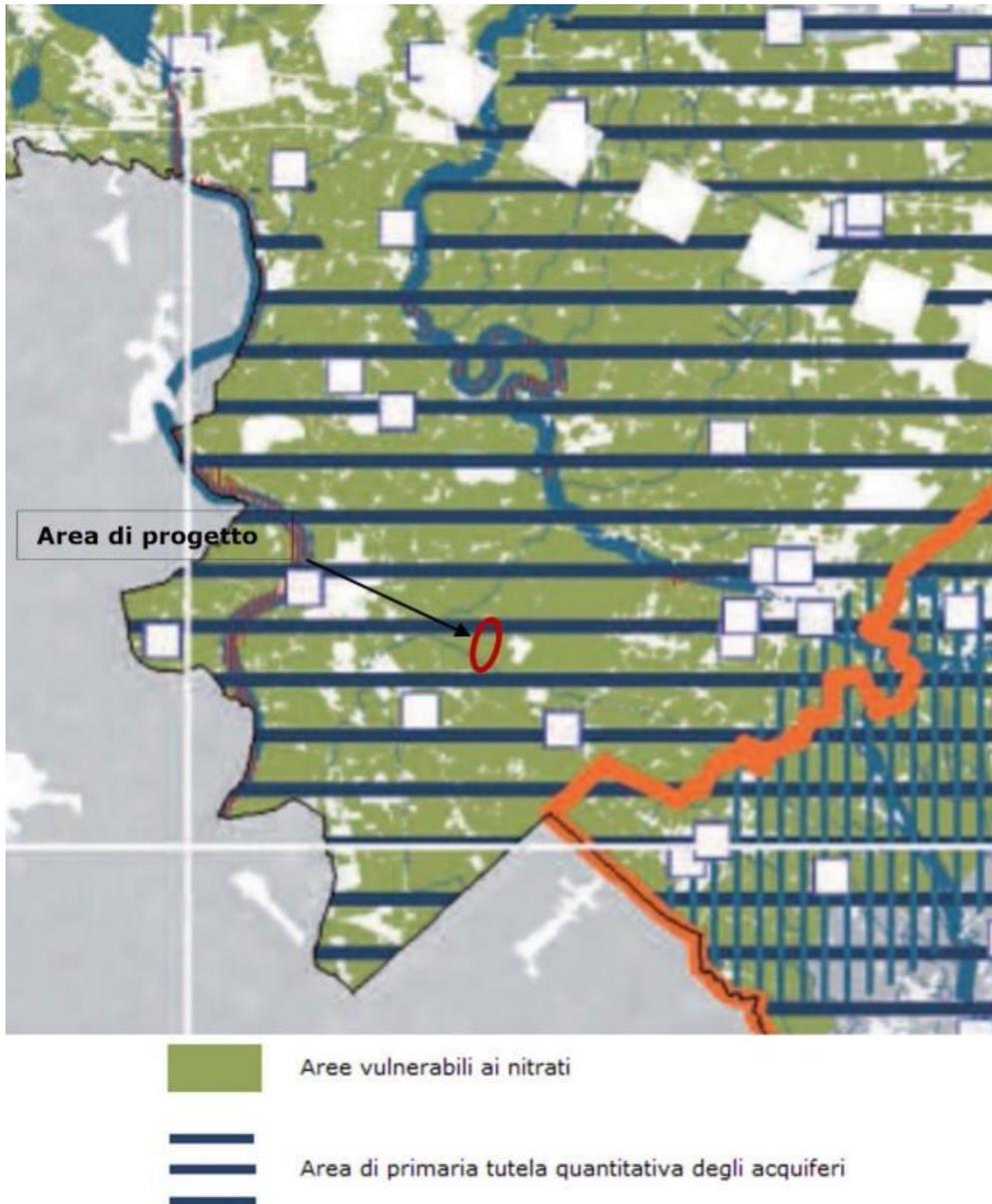


Figura 3.8: Estratto tavola 01b - Uso di suolo acqua, PTRC Regione Veneto, 2020

Dalla precedente si può osservare come il progetto in questione sia ubicato in un'area classificabile sia come "area vulnerabile ai nitrati" sia come "area di primaria tutela quantitativa degli acquiferi".

Si segnala che, in relazione a tali tematiche, il presente Piano non fornisce specifiche NTA.



Figura 3.9: Estratto tavola 01 c - "Uso del suolo idrogeologia rischio sismico", P.T.R.C., 2020

Dall'analisi della figura precedente si nota come il sito oggetto di intervento ricada in "superficie irrigua". Analogamente a quanto sopra, il Piano non fornisce specifiche NTA a riguardo. Non si rileva pertanto alcun vincolo precludente l'opera in questione.

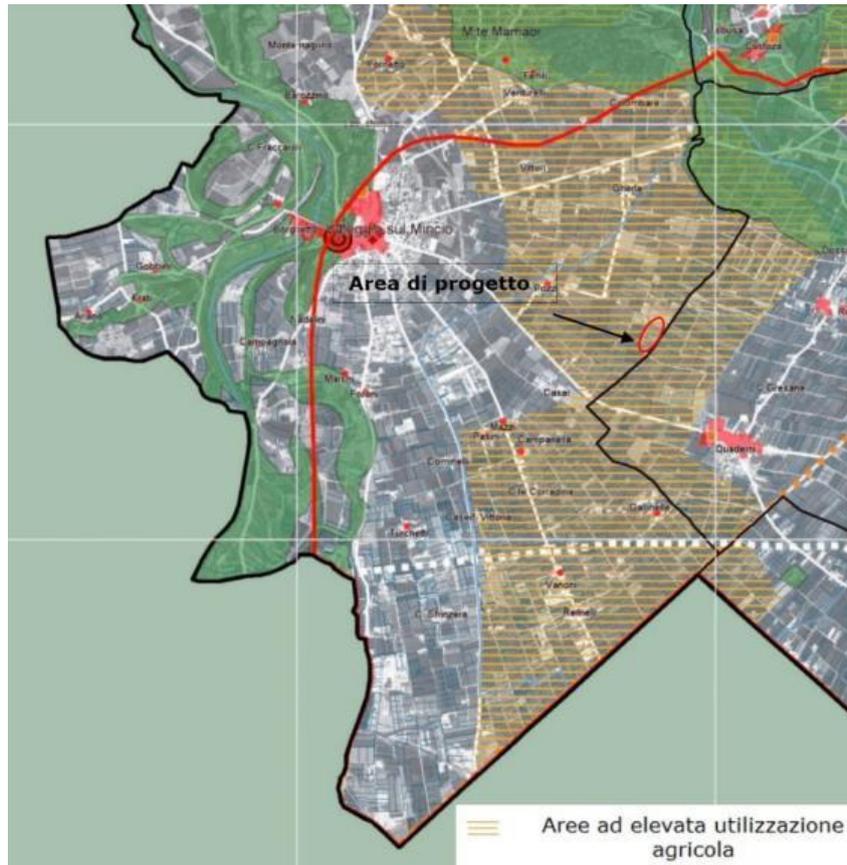


Figura 3.10: Estratto tavola 09 - "Sistema del territorio rurale e della rete ecologica - Alta Pianura Veronese", P.T.R.C., 2020

Osservando la figura precedente si evidenzia l'area di intervento non si inserisca in nessun elemento della rete ecologica e si ribadisce come il sito si trovi in un'area ad elevata utilizzazione agricola. A tal riguardo si rimanda all'articolo 10 delle NTA già riportato sopra per l'analisi della tavola 01a - "Uso del suolo terra".

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della provincia di Verona

Il PTCP è uno strumento di pianificazione di area vasta, a livello intermedio tra i piani regionali e quelli comunali.

La legge regionale di governo del territorio e del paesaggio (L.R. 11/2004) definisce puntualmente il PTCP come lo strumento di pianificazione che "delinea gli obiettivi e gli elementi fondamentali dell'assetto del territorio provinciale in coerenza con gli indirizzi per lo sviluppo socio-economico provinciale con riguardo alle prevalenti vocazioni, alle sue caratteristiche geologiche, geomorfologiche paesaggistiche ed ambientali."

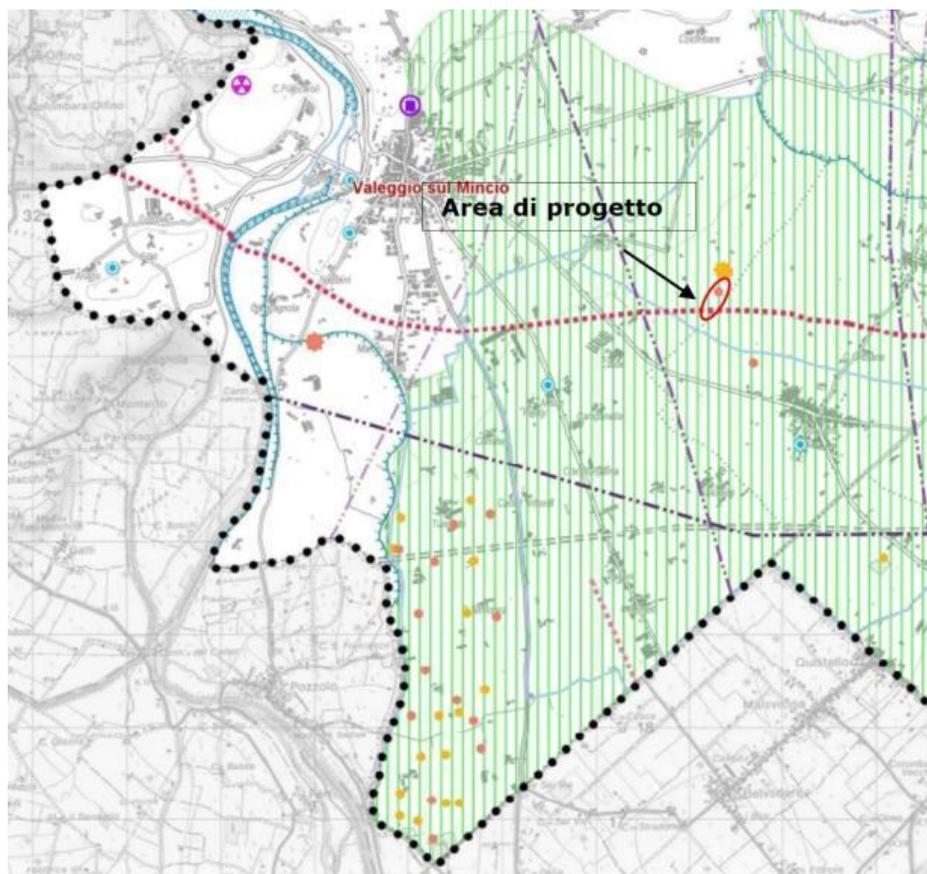
Il PTCP della Provincia di Verona è stato approvato con deliberazione di Giunta Regionale n. 236 del 3 marzo 2015; a partire dal 4 marzo 2015 le competenze in materia urbanistica sono state quindi trasferite dalla Regione alla Provincia.

Relazione tecnica di compatibilità idraulica

La deliberazione regionale è stata pubblicata sul Bollettino Ufficiale Regionale n. 26 del 17 marzo 2015 e il Piano è quindi divenuto efficace in data 1° aprile 2015.

Si riportano di seguito gli stralci delle tavole pertinenti l'area di progetto.

Analizzando la "Carta delle fragilità" del PTCP si può osservare come il sito oggetto di intervento ricada in un'area di ricarica degli acquiferi.



Relazione tecnica di compatibilità idraulica

FRAGILITA' AMBIENTALE	
	Fascia di ricarica degli acquiferi (N.T.A.: Art. 21 - 22 - 24 - 40 - 41)
	Fascia delle risorgive (N.T.A.: Art. 21 - 22 - 25 - 40 - 41)
	Sito a rischio di incidente rilevante (N.T.A.: Art. 21 - 22 - 26 - 39 - 40 - 41)
	Sito inquinato (N.T.A.: Art. 21 - 22 - 27)
	Discarica attiva (N.T.A.: Art. 21 - 22 - 28)
	Discarica cessata (N.T.A.: Art. 21 - 22 - 28)
	Cava attiva (N.T.A.: Art. 21 - 22 - 29)
	Cava estinta (N.T.A.: Art. 21 - 22 - 29)

Figura 3.11: Estratto tavola 2b "Carta delle fragilità", P.T.C.P. della Provincia di Verona, 2015

In ottica di salvaguardia di tali specifiche aree, l'articolo 22 delle NTA del PTCP individua e definisce quali aree di fragilità ambientale la fascia di ricarica degli acquiferi e, una volta sancita l'esigenza di esplicita tutela, conferma la necessità di particolari misure atte alla preservazione della risorsa idrica.

L'articolo 24 dello stesso documento, riportato di seguito, disciplina in maniera specifica e dettagliata le misure previste:

Art. 24 – Fascia di ricarica degli acquiferi

1. I Comuni il cui territorio ricade nell'ambito della fascia di ricarica degli acquiferi individuata nella Tav 2 "Carta delle Fragilità" del PTCP, in sede di redazione dei piani regolatori comunali di cui alla L.R. 11/2004 recepiscono le direttive messe in atto dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto e dovranno dotarsi di norme a tutela della risorsa idrica, del risparmio e del riciclo idrico e della prevenzione dall'inquinamento finalizzate in particolare a:

- a. contenere l'urbanizzazione e le superfici impermeabilizzate così da mantenere quanto più inalterata l'estensione delle aree di ricarica;
- b. utilizzare le cave esistenti nell'alta pianura come bacino artificiale per la ricarica degli acquiferi;
- c. prevedere la realizzazione di reti di fognatura separata anche per gli insediamenti industriali;
- d. individuare le superfici sottratte all'uso agricolo che possono essere rinaturalizzate ripristinando così le naturali vie di deflusso;
- e. tutelare i sistemi irrigui a scorrimento esistenti;
- f. prevedere reti di approvvigionamento idrico separate nelle zone ad elevata densità produttiva;
- g. predisporre indagini idrogeologiche ed ambientali dettagliate per la localizzazione di insediamenti industriali che trattano materiali tossico-nocivi.

In ottemperanza alle disposizioni dell'articolo 24, dunque, sarà necessario assoggettare le acque reflue connesse all'attività svolta ad uno smaltimento compatibile con le caratteristiche ambientali dell'area e contenere le superfici impermeabilizzate in modo da mantenere il più possibile inalterata l'estensione delle aree di ricarica.

Il progetto in questione risulta coerente con tali disposizioni, infatti, il percolato sarà stoccato in una vasca apposita e inviato a trattamento fuori sito presso impianto idoneo.

Le acque di prima pioggia del piazzale posto in ingresso all'area saranno opportunamente trattate tramite sedimentazione e disoleatura e successivamente impiegate per la bagnatura degli infrastrati della discarica.

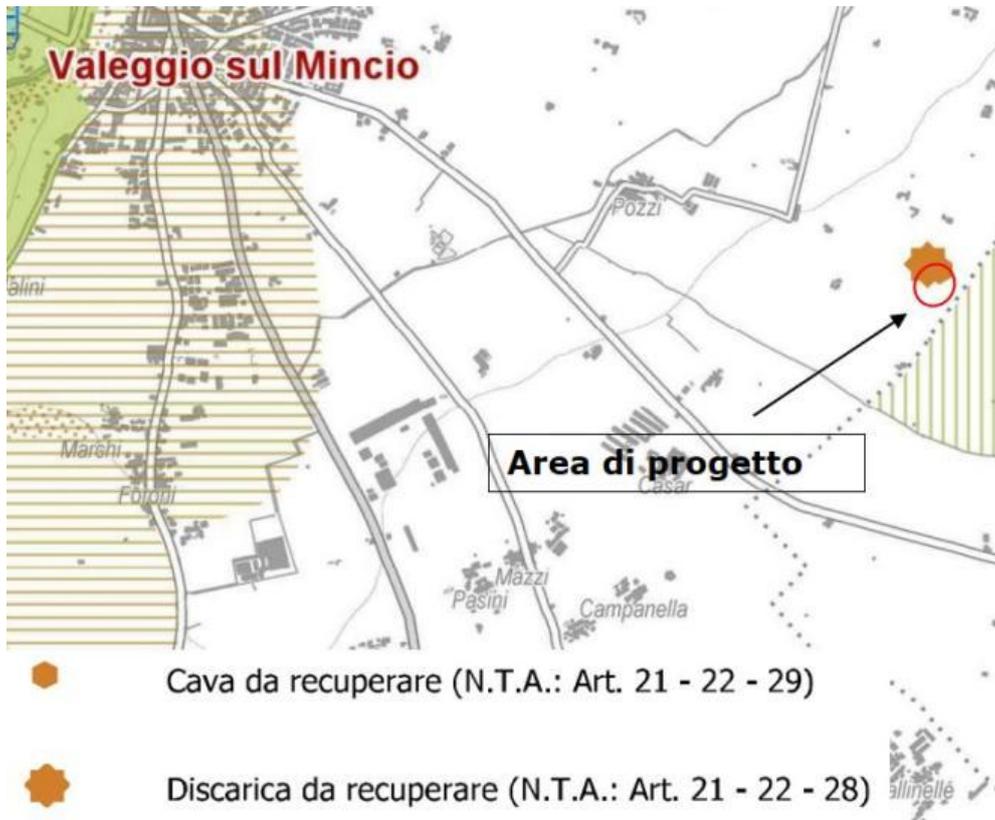


Figura 3.12: Estratto tavola 3b "Sistema ambientale", P.T.C.P. della Provincia di Verona, 2015

Dall'analisi della figura precedente non si riscontrano vincoli precludenti l'opera in progetto. Si precisa inoltre che, a differenza di quanto ivi riportato, il sito in questione non risulta più identificabile come cava da recuperare, visto il sopravvenuto decreto di estinzione dell'ex cava Gabbia, ivi presente (Decreto Regione Veneto n. 208 del 30/10/2013).

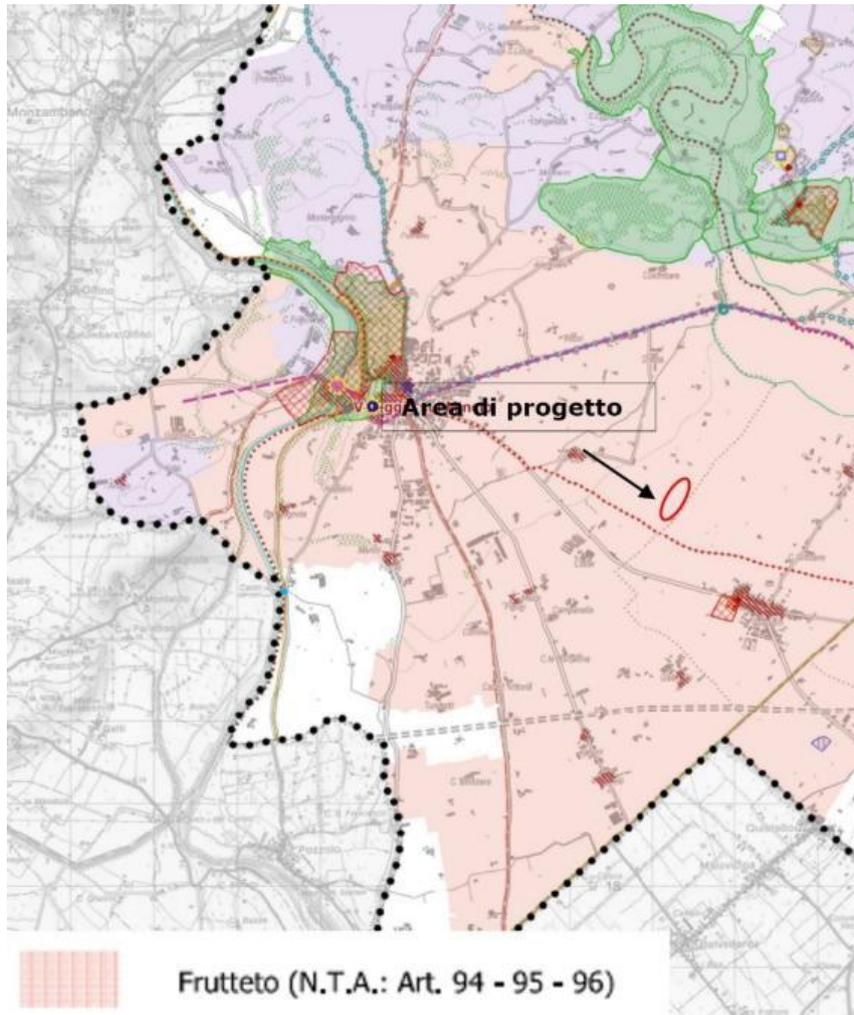


Figura 3.13: Estratto tavola 5b "Sistema del paesaggio", P.T.C.P. della Provincia di Verona, 2015

Come si può notare dalla figura precedente, il sito di interesse ricade in un'area caratterizzata dalla presenza di frutteti. In proposito l'articolo 96 delle NTA del PTCP così cita:

Art. 96 - Attuazione

1. I Comuni nella formazione dei piani regolatori comunali di cui alla L.R. 11/2004 rilevano le caratteristiche paesaggistiche specifiche del territorio da sottoporre a tutela e provvedono a regolare i diversi fattori della pianificazione in armonia con i seguenti indirizzi:

- a. verificano la perimetrazione degli ambiti paesaggistici predisponendo giustificate modifiche;
- b. integrano e completano attraverso analisi puntuali l'individuazione di fattori costitutivi già elencati e li valorizzano;
- c. ricercano soluzioni volte alla tutela del paesaggio anche attraverso l'incentivazione al miglior utilizzo degli elementi storici da conservare e ripristinare ad usi coerenti con la vita moderna;
- d. prevedono la conservazione dei coni ottici e visuali e li recuperano laddove sia possibile;
- e. mantengono la completa visibilità degli elementi salienti del paesaggio in modo particolare lungo le infrastrutture di rango sovracomunale;
- f. privilegiano la conservazione il recupero e la valorizzazione della connessione visuale degli attributi del paesaggio indicati al precedente articolo dal PTCP;
- g. individuano gli ambiti tipologici urbani e rurali caratterizzati da morfologie e tipologie storiche e ne proteggono, conservano, recuperano, valorizzano le caratteristiche.

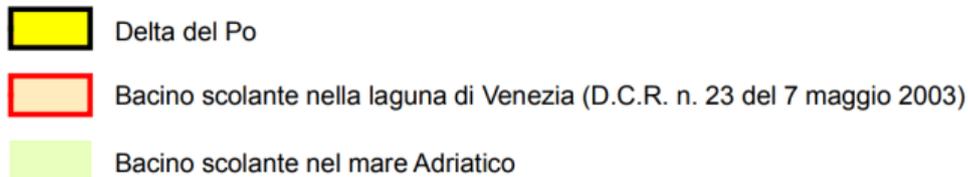
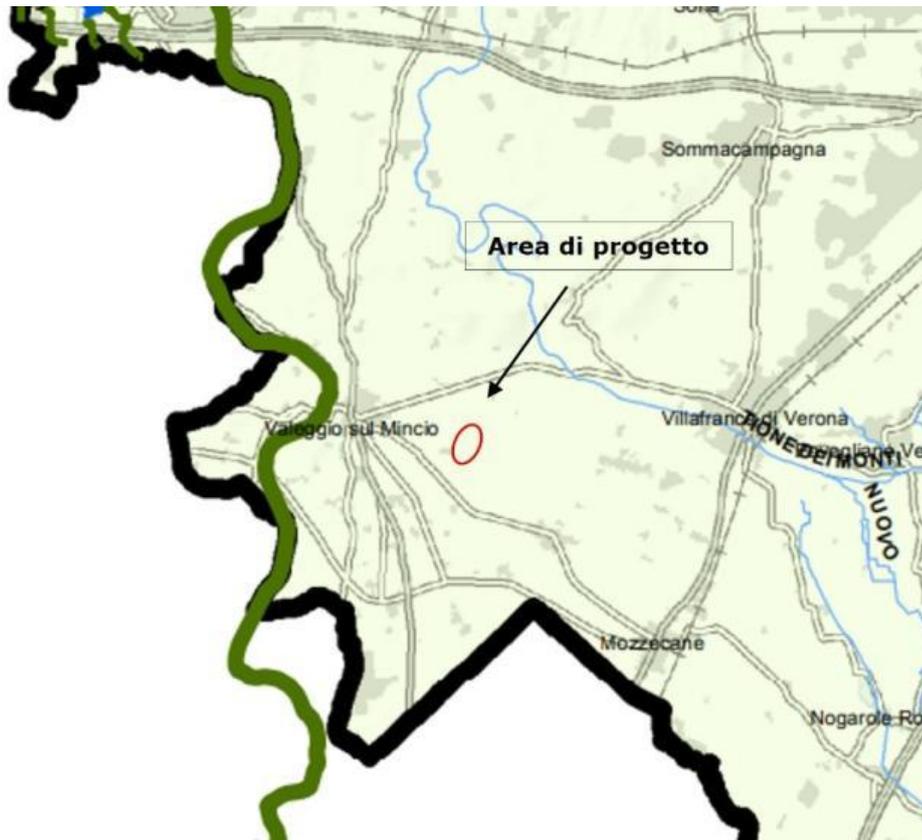
Tale vincolo non risulta quindi rilevante ai fini della realizzazione del progetto in questione. Infatti quest'ultimo dovrà prevedere, post operam, una ricomposizione ambientale che privilegi il recupero e la valorizzazione del paesaggio rispettando quindi le NTA del Piano.

Piano Regionale di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Veneto

Con deliberazione n. 4453 del 29/12/2004, integrata dalla deliberazione n. 401 dell'11/02/2005, la Giunta Regionale ha adottato il Piano di Tutela delle Acque ai sensi del D.Lgs n. 152/1999.

Il PTA proposto al Consiglio regionale per l'approvazione, costituisce la traduzione del progetto adottato e pubblicato, così come modificato a seguito delle osservazioni pervenute da parte di diversi soggetti e a seguito delle variazioni normative introdotte dal D.Lgs n. 152/2006.

Con DGR n. 2267 del 24/7/07 sono state approvate le "norme di salvaguardia" del PTA, che sono entrate in vigore dal 21/08/2007, data di pubblicazione della DGR sul BUR n.73; con DGR n. 2684 dell'11/9/07 sono state approvate alcune precisazioni su tali norme; con DGR-CR n. 94 del 24/7/07 la Giunta Regionale ha trasmesso al Consiglio Regionale che lo ha approvato con Delibera del Consiglio della Regione Veneto n. 107 del 5 novembre 2009.



Corpi idrici individuati quali aree sensibili

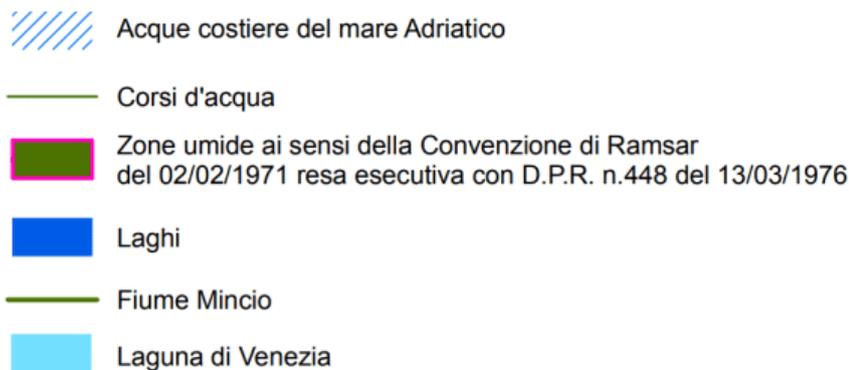


Figura 3.14: Estratto "Carta aree sensibili", PTA della Regione Veneto, 2006

Come si evince dalla figura precedente, l'area presa in considerazione per la realizzazione dell'impianto risulta essere localizzata all'esterno di aree definite sensibili.



Figura 3.15: Estratto "Carta zone omogenee di protezione dall'inquinamento", PTA, 2013

Nella figura precedente il territorio viene suddiviso e classificato in "Zone omogenee di protezione dall'inquinamento". L'area oggetto di studio è ricompresa nella "Zona di ricarica degli acquiferi".

A tal riguardo si riporta di seguito l'articolo 18 delle NTA del Piano:

"Art. 18 - Campo di applicazione e zone omogenee di protezione

1. *Le norme del presente Capo disciplinano gli scarichi delle acque reflue urbane, delle acque reflue domestiche e di quelle ad esse assimilabili, e gli scarichi di acque reflue industriali. **Disciplinano altresì le acque meteoriche di dilavamento, le acque di prima pioggia e le acque di lavaggio.***
2. *Al fine di tenere conto delle particolari caratteristiche idrografiche, idrogeologiche, geomorfologiche e insediative, il territorio regionale viene suddiviso nelle "zone omogenee di protezione", di cui al paragrafo 3.2.5 degli "Indirizzi di Piano". Le zone omogenee di protezione sono:*
 - a) *zona montana;*
 - b) **zona di ricarica degli acquiferi;**

- c) zona di pianura ad elevata densità insediativa;
- d) zona di pianura a bassa densità insediativa;
- e) zona costiera.

3. I limiti di accettabilità degli scarichi delle acque reflue urbane in acque superficiali sono stabiliti in funzione della zona omogenea nella quale gli stessi sono ubicati e della potenzialità dell'impianto di trattamento, espressa in abitanti equivalenti. I limiti da rispettare sono stabiliti nell'Allegato A, tabelle 1 e 2."

Il progetto di discarica dovrà tener conto dei limiti di emissione da rispettare previsti dalla norma in sede di scarico di acque reflue provenienti dall'attività.

Si ritiene che questo vincolo non sia ostativo alla realizzazione dell'impianto, dal momento anche che il progetto risulta essere pressoché autonomo in termini di fabbisogno idrico, come da bilanci idrici riportati nella Relazione Tecnica di progetto.

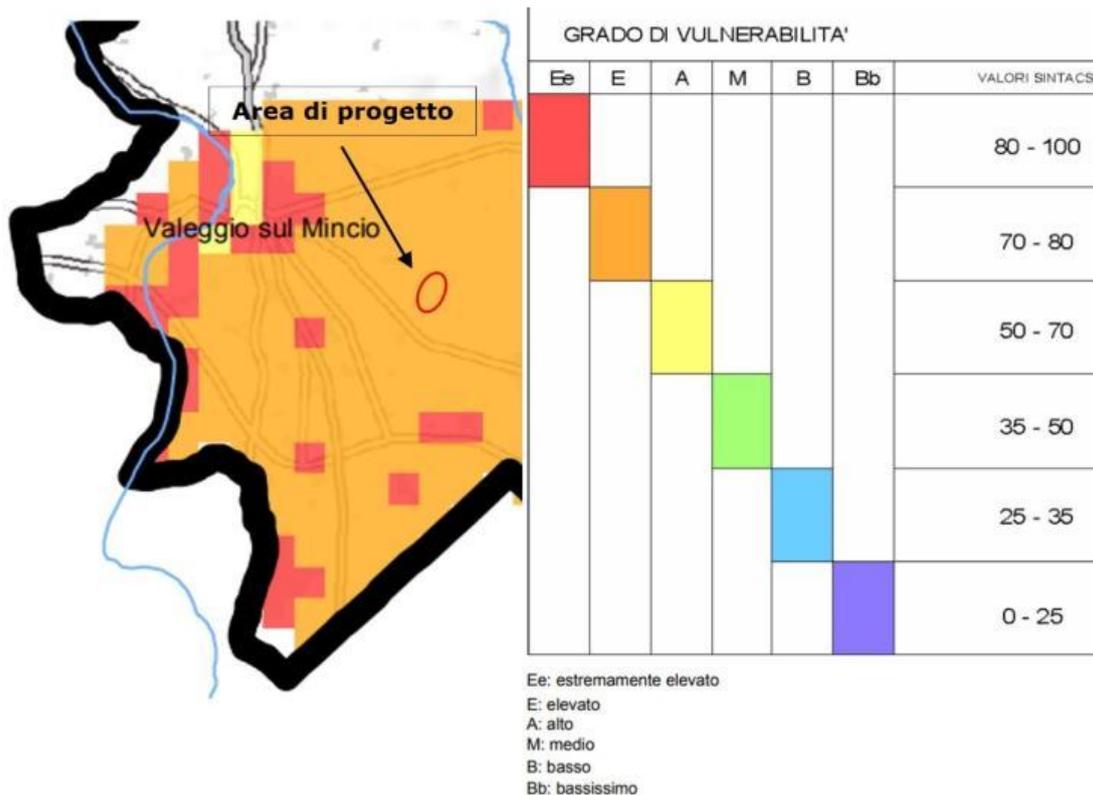


Figura 3.16: Estratto "Carta vulnerabilità intrinseca della falda freatica della pianura veneta", PTA, 2006

Prendendo in esame la tavola allegata al P.T.A. denominata "Carta della vulnerabilità intrinseca della falda freatica della pianura veneta", si può notare come l'area di progetto ricada in una zona con grado di vulnerabilità classificata come "E: elevato".

La valutazione della vulnerabilità di un acquifero consente di evidenziare le zone in cui la facilità di contaminazione delle acque sotterranee da parte di una eventuale fonte inquinante è maggiore. Nonostante tale inquadramento, si ritiene che, alla luce delle attuali conoscenze progettuali, l'opera in esame non vada ad influire negativamente sulle attuali criticità, già considerate e segnalate, inerenti il piano in esame.



Figura 3.17: Estratto "Carta zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola", P.T.A., 2021

Analizzando la tavola "Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola" allegata al PTA, si può notare come l'area in esame si collochi a cavallo tra due zone distinte.

Essa infatti risulta far parte sia della zona vulnerabile "Comuni in Provincia di Verona afferenti al bacino del Po" sia come zona vulnerabile "Alta pianura – Zona di ricarica degli acquiferi".

A tal riguardo, l'articolo 13 delle NTA del PTA esplicita che in tali zone devono essere applicati i programmi d'azione regionali, obbligatori per la tutela e il risanamento delle acque dall'inquinamento causato da nitrati di origine agricola, di recepimento del D.M. 7 aprile 2006 "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, di cui all'articolo 38 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152" e successive modificazioni e le prescrizioni contenute nel codice di buona pratica agricola.

Non si rilevano dunque, all'interno della disciplina che regola tali zone, preclusioni alla fattibilità del progetto in quanto quest'ultimo non prevede alcun utilizzo agronomico.

Si riporta per completezza l'articolo 13 delle NTA del PTA:

"Art. 13 - Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

1. *Sono designate zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola:*
 - a) *l'area dichiarata a rischio di crisi ambientale di cui all'articolo 6 della legge 28 agosto 1989, n. 305 "Programmazione triennale per la tutela dell'ambiente", costituita dal territorio della Provincia di Rovigo e dal territorio del Comune di Cavarzere, ai sensi del D.lgs. n. 152/2006;*
 - b) *il bacino scolante in laguna di Venezia, area individuata con il "Piano per la prevenzione dell'inquinamento ed il risanamento delle acque del bacino idrografico immediatamente sversante nella laguna di Venezia – Piano Direttore 2000", la cui delimitazione è stata approvata con deliberazione del Consiglio regionale n. 23 del 7 maggio 2003;*
 - c) ***le zone di alta pianura-zona di ricarica degli acquiferi individuate con deliberazione del Consiglio regionale n. 62 del 17 maggio 2006;***
 - d) *l'intero territorio dei comuni della Lessinia e dei rilievi in destra Adige, individuati in Allegato D;*
 - e) ***il territorio dei comuni della Provincia di Verona afferenti al bacino del Po, individuati in Allegato D;***
 - f) *la zona denominata "Prossimità bacino Ca'Erizzo" individuata in Allegato G.*
2. *La perimetrazione delle zone vulnerabili è riportata nell'Allegato G e l'elenco dei comuni il cui territorio ricade nelle zone c), d), e) di cui al comma precedente, è riportato nell'Allegato D.*
3. *Nelle zone vulnerabili devono essere applicati i programmi d'azione regionali, obbligatori per la tutela e il risanamento delle acque dall'inquinamento causato da nitrati di origine agricola, di recepimento del D.M. 7 aprile 2006 "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, di cui all'articolo 38 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152" e successive modificazioni e le prescrizioni contenute nel codice di buona pratica agricola.*
4. *La Giunta regionale può rivedere la designazione delle zone vulnerabili, sentita la competente autorità di bacino."*

Piano Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Fissero Tartaro Canal Bianco e del fiume Po (PAI)

L'Autorità di Bacino ha il compito di rendere compatibili ed omogenee le azioni programmatiche e gli interventi posti in essere dai vari enti (Regioni, Province, Comuni e Consorzi di Bonifica), che esercitano le proprie funzioni nell'ambito del bacino idrografico. Ciò si ottiene andando a regolare le attività antropiche in modo da non compromettere la fragilità di zone vulnerabili, prevenendo modi di utilizzo del territorio in grado di creare nuove condizioni o situazioni di rischio.

A tale scopo si è fatto riferimento al Piano Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico, stilato dall'Autorità di Bacino nazionale del Fiume Fissero Tartaro Canal Bianco e del Fiume Po, da dove si sono ricavate la perimetrazione, le norme di attuazione e le prescrizioni per le aree di pericolosità e rischio idraulico riferibili al progetto in esame.

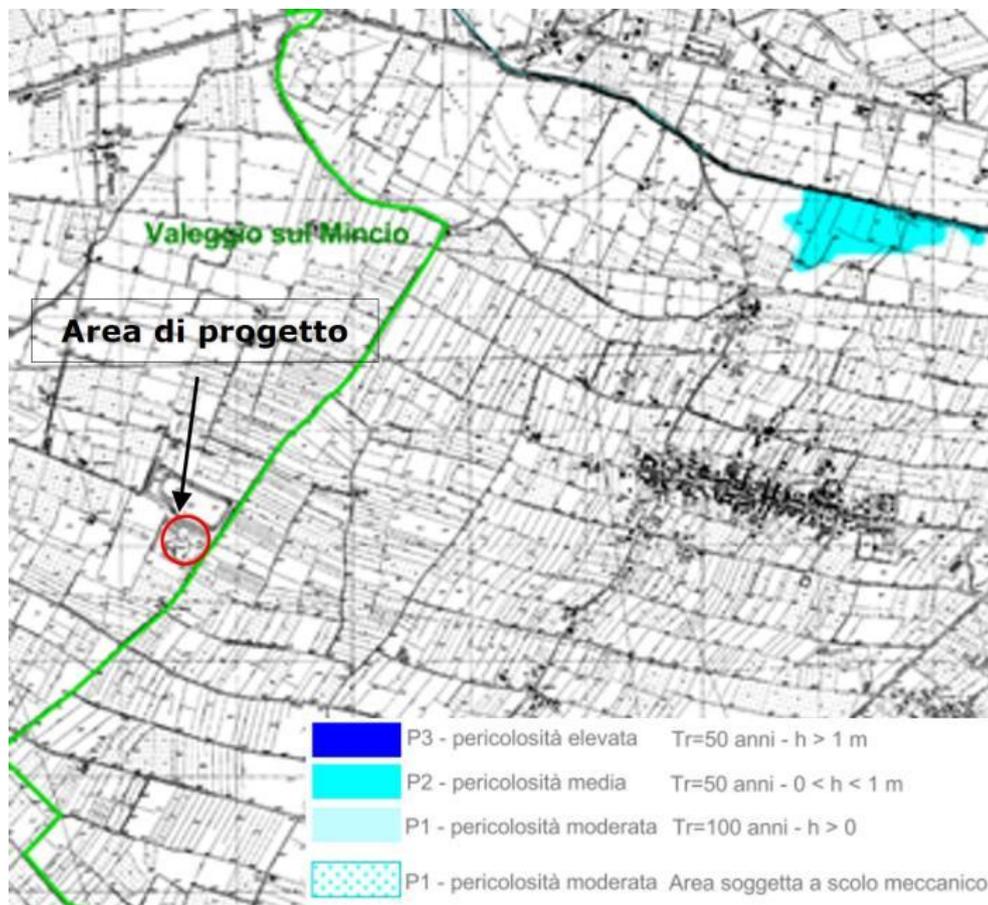


Figura 3.18: Estratto "Carta della pericolosità idraulica Tione dei Monti dell'Autorità di Bacino del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbiano", P.A.I., 2002

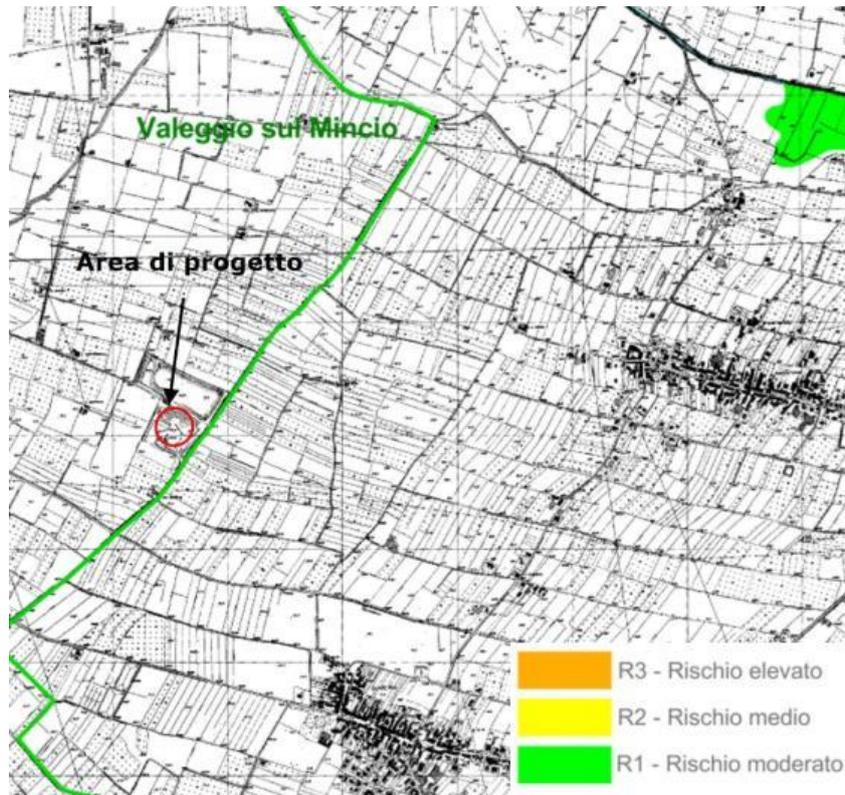


Figura 3.19: Estratto "Carta del rischio idraulico Tione dei Monti dell'Autorità di Bacino del Fiume Fissero-Tartaro-Canalbianco", P.A.I., 2002



Figura 3.20: Estratto "Carta rischio idraulico e idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po", P.A.I., 2018

L'area di progetto si colloca in un'area interessata da due distinti Piani di Assetto Idrogeologico, il PAI dell'Autorità di Bacino del fiume Fissero-Tartaro-Canalbiano, e il PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Il primo Piano riguarda nello specifico le tavole di rischio e pericolo idraulico. Dalla loro analisi si evince come l'area di ubicazione delle compagini oggetto di studio non ricada in nessun tematismo di rischio o pericolo idraulico.

Per quanto riguarda invece l'analisi del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po appare evidente come il sito sia ricompreso in un'area caratterizzata da rischio R2-moderato per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture, e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche. Non si riporta la carta della pericolosità, in quanto l'area di progetto non ricade in nessuna zona a pericolo idraulico.

Piano di Gestione Rischio Alluvioni del bacino del fiume Po (PGRA)

In data 16 dicembre 2021 la Conferenza Operativa ha espresso parere positivo sull'Aggiornamento e revisione del Piano di gestione del rischio alluvioni che è quindi pubblicato il 22 dicembre 2021, nel rispetto delle scadenze fissate dalla Direttiva 2007/60/CE.

In data 20 dicembre 2021 con Delibera 5/2021 PGRAPo, la Conferenza Istituzionale Permanente ha adottato l'aggiornamento del PGRA ai sensi degli art.65 e 66 del D.Lgs 152/2006.

Il Piano ha l'obiettivo di individuare e programmare le azioni necessarie per ridurre le conseguenze negative delle alluvioni definendo gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale. Per il distretto padano si fa riferimento al PGRA del Po (PGRA-Po).

4 GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE IN FASE GESTIONALE

La validità delle opere di compatibilità idraulica è stata verificata in due fasi, sia in fase gestionale che post ripristino ambientale. Nel dettaglio, in fase di gestione operativa della discarica, si gestiscono i seguenti contributi:

- Le acque meteoriche di dilavamento delle aree asfaltate sono convogliate, grazie ad una rete di caditoie e tubazioni, ad una vasca con funzione scolmatore che permette di separare le acque di prima pioggia (primi 5 mm di pioggia) dalle acque di seconda pioggia (successivi millimetri) aventi destini diversi. Le acque di prima pioggia vengono sottoposte a trattamento di dissabbiatura/disoleatura e successivamente inviate a serbatoio dedicato alloggiato nella vasca di contenimento dei serbatoi del percolato e, da qui, o utilizzate per usi interni al bacino di discariche o periodicamente a smaltimento presso impianti terzi. Le acque di seconda pioggia vengono invece inviate in un bacino di accumulo di capacità 3.000 mc collegato alla rete acque industriali e al sistema di irrigazione. Solo i volumi di seconda pioggia eccedenti il fabbisogno idrico interno, verranno inviati allo scarico mediante n. 19 pozzi perdenti complessivi, posti a valle del bacino di accumulo. In particolare, in fase gestionale si ha la necessità di attivare solo n.7 pozzi perdenti. Un pozzetto di campionamento, realizzato prima dell'immissione in ambiente, consente di poter campionare le acque allo scarico.
- Le acque ricadenti sulle coperture dei fabbricati (box, ufficio) sono convogliate, mediante pluviali e rete interrata, verso il bacino di accumulo da 3.000 mc e gestite come acque di seconda pioggia. Solo eccedenza verranno infiltrate nel sottosuolo mediante n.7 pozzi perdenti.
- Le acque meteoriche ricadenti sulle aree verdi dal momento che le condizioni del suolo lo consentono, non vengono canalizzate e/o scaricate delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengono dispersi sul terreno: *“non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno”*, ai sensi dell'Allegato A alla Dgr n. 2948 del 06 ottobre 2009.
- Le acque che piovono sulla vasca di contenimento serbatoi verranno invece trattate come rifiuti (percolato), mentre le acque del lavaggio ruote verranno raccolte e riutilizzate dallo stesso, in quanto trattasi di impianto a ciclo chiuso.

Si riportano di seguito un estratto della planimetria generale per l'individuazione delle aree di intervento e la tabella riepilogativa delle superfici in fase di gestione. Per ulteriori dettagli si rimanda alla tavola I01_Progetto opere di invarianza idraulica in fase gestionale.

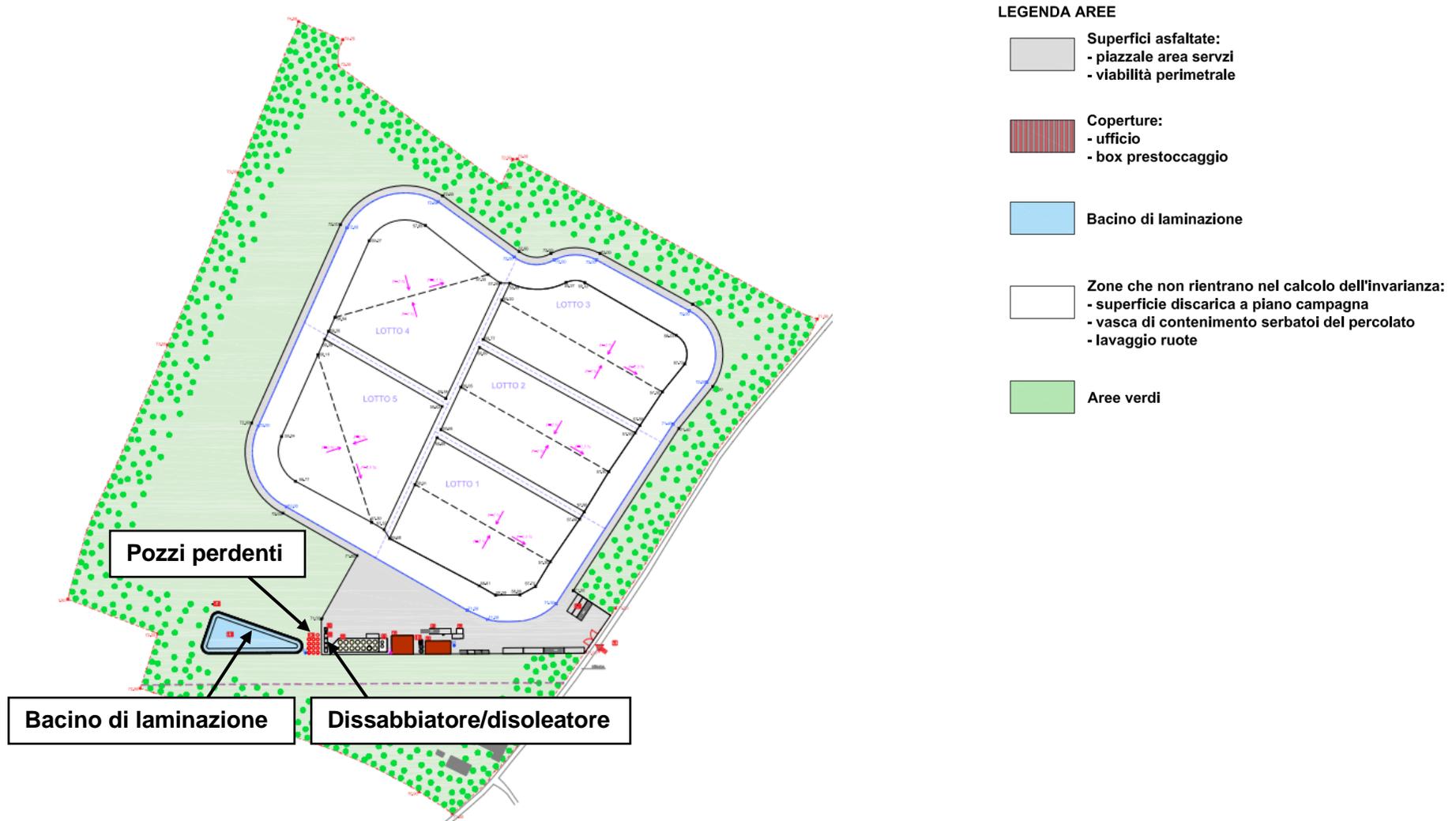


Figura 4.1: Planimetria con suddivisione delle aree di intervento in fase di gestione

Tabella 4.4.1: Suddivisione aree di intervento in fase di gestione

	Sup. totale scolante (m²)	Coeff. deflusso (-)	Sup. scolante impermeabile (m²)
SUP Piano campagna di scavo	59.228	-	-
Strada perimetrale	4.742	0,9	4.267,8
Area servizi	6.132	0,9	5.518,8
Box	191	0,9	171,9
Ufficio	157,5	0,9	141,75
Vasca invarianza	1.318	0,9	1.186,2
Lavaggio ruote	16	-	-
Vasca serbatoi	360	-	-
Area verde	77.429,5	-	-
Edifici esterni	352	-	-
TOTALE	149.926	-	-

Dimensionamento opere e reti idriche

1.1.1. Acque di prima pioggia

Con il termine “acque di prima pioggia” si intendono le acque corrispondenti ai primi cinque millimetri di precipitazione meteorica, come previsto dalle norme regionali sugli scarichi. Queste acque è previsto siano separate dalle restanti al fine di trattarle poiché dilavano le superfici impermeabili su cui cadono e quindi portano con sé inquinanti, tra i quali principalmente idrocarburi.

Con una superficie servita di circa 10.874 mq (piazze area servizi di 6.132 mq e pista perimetrale 4.742 mq), il volume delle acque di prima pioggia che si genera durante un evento piovoso è:

$$10.874 \text{ mq} \times 0,005 \text{ m} = 54,37 \text{ mc}$$

Il dimensionamento del volume di acqua di prima pioggia è stato verificato anche considerando i primi 15 min di un evento piovoso di durata oraria.

L'altezza di pioggia è stata calcolata considerando il dato di precipitazione annuale ottenuto dai siti di ARPA Veneto, relativo agli scorsi 10 anni per la stazione di Valeggio sul Mincio.

PROGECO AMBIENTE S.p.A.

Impianto per il fabbisogno regionale di smaltimento rifiuti contenenti amianto da realizzare nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR), località Ca' Baldassarre

Relazione di compatibilità idraulica

Nel dettaglio, il valore della piovosità media annuale negli ultimi 10 anni (anni 2012-2022) presso la stazione di Valeggio sul Mincio è stata stimata pari a 854 mm, mentre il valore massimo corrisponde a 1.317 mm.

PRECIPITAZIONI STAZIONE VALEGGIO SUL MINCIO											
MESE	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Gennaio	11,4	101,0	181,8	15,8	54,2	7,0	39,8	14,4	13,2	94,0	25,6
Febbraio	24,8	36,6	180	121,6	123	73,2	40,4	62,2	4,4	37,0	29,8
Marzo	0,2	199	42,2	43,0	44,8	26,8	100,8	3,6	74,8	1,4	9,0
Aprile	99,6	110,4	124,8	30,2	75,0	69,0	35,2	92,0	15,0	91,4	32
Maggio	93,2	273,6	47,4	58,6	152,6	77,6	104,8	124,8	69,8	106,6	32,2
Giugno	19,0	43,8	32,2	21,6	193,0	51,8	70,6	2,0	153,2	38,8	26,4
Luglio	15,2	10,2	257,2	15,2	29,6	66,4	69,0	11,2	61,6	72,8	31,8
Agosto	13,0	51,8	134,8	36,0	95,6	2,4	97,6	77,6	132,2	22,0	112,2
Settembre	112,4	15,8	59,6	74,8	49,4	96,4	55,4	107,6	57,6	44,8	39,4
Ottobre	154,4	102,8	33,0	124	84,8	31,2	116,0	55,8	187,6	36,2	0,6
Novembre	140,6	126,6	145,0	10,2	77,4	90,6	96,8	230,4	15,6	155,2	113,4
Dicembre	27,8	40,6	79,0	3,2	2,2	52,2	23,4	102,4	233,6	45,2	122,6
TOTALE	711,6	1.112,2	1.317	554,2	981,6	644,6	849,8	884	1.018,6	745,4	575
VALORE MEDIO	854,0 mm										
VALORE MASSIMO	1.317,0 mm										

Dai siti di ARPA Veneto, relativo agli scorsi 10 anni per la stazione di Valeggio sul Mincio è stato ottenuto anche il dato relativo al numero di giorni piovosi medio annuale (anni 2012-2022).

Nel comune di Valeggio sul Mincio il numero di giorni piovosi medio annuale è di 79 giorni/anno.

La precipitazione massima giornaliera è pari alla precipitazione massima annuale divisa per il numero di giorni piovosi all'anno.

$$\text{Precipitazione max giornaliera} = 1.317 \text{ mm/anno} / 79 \text{ giorni/anno} = 16,61 \text{ mm/giorno}$$

Ipotizzando un evento intenso di durata un'ora, si considera che tutta la pioggia sia concentrata in un'ora di precipitazione. L'altezza di precipitazione correlata ai primi 15 min di un evento piovoso di durata oraria è pari a 4,15 mm:

$$h (15 \text{ min}) = \text{prec max} \cdot \text{durata} = 16,61 \text{ mm/h} \cdot 15 \text{ min} = 4,15 \text{ mm}$$

Il volume di prima pioggia risulta inferiore a quello calcolato considerando i primi 5 mm:

$$V \text{ prima pioggia} = 10.874 \text{ mq} \cdot 0,00415 \text{ m} = 45,16 \text{ mc}$$

Relazione di compatibilità idraulica

A titolo cautelativo, per il dimensionamento, si è considerato il valore maggiore, ottenuto considerando che le acque di prima pioggia corrispondano ai primi 5 mm di pioggia.

All'interno dell'impianto in progetto è previsto un impianto di dissabbiatura/disoleatura per il trattamento di tali acque.

La vasca di rilancio, posta a monte dell'impianto di dissabbiatura/disoleatura, ha la funzione di scolmatore, permettendo di separare le acque di prima pioggia, da avviare alle successive fasi di trattamento, dalle acque di seconda pioggia pulite da avviare al bacino di accumulo descritto al paragrafo seguente. Onde evitare la fuoriuscita di oli minerali, l'uscita della condotta di scolmatura è schermata.

La prima vasca ha funzione di dissabbiatore; nel fondo vasca, mediante decantazione, si accumulano tutti i fanghi pesanti.

L'acqua passa successivamente alla seconda vasca che ha funzione di disoleatore ed è divisa internamente in due vani:

- nel primo vano per effetto fisico di gravità, vengono trattenuti in superficie circa 75-85 % degli oli minerali liberi contenuti nell'acqua assorbiti con azione immediata da speciali filtri;
- il secondo vano attrezzato di filtro a coalescenza, idoneo a catturare e trattenere oli minerali liberi residui, oli minerali in emulsione e sostanze sospese.

4.1.1. Acque di seconda pioggia

Il dimensionamento della vasca di seconda pioggia deve essere verificato nel caso di eventi intensi, utilizzando la curva di possibilità pluviometrica caratteristica della zona in esame per eventi di durata elevata e tempo di ritorno di 10 anni e incrementate di un ulteriore 30 per cento, ai sensi del D.Lgs. 36/2003 e ss.mm.ii..

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è svolta attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

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

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h = altezza di precipitazione (mm);

t = durata della precipitazione (h);

a, n = coefficienti della curva di probabilità pluviometrica.

Relazione di compatibilità idraulica

I dati relativi alle curve pluviometriche con durata <1 ora sono stati reperiti dal servizio on-line di Arpa Veneto.

In seguito i valori delle altezze di precipitazione della durata inferiore all'ora per diversi tempi di ritorno e le corrispondenti curve di probabilità pluviometrica relative al comune di Valeggio sul Mincio dove si inserisce il progetto.

Tempi di ritorno per precipitazioni con durate

5 minuti 10 minuti 15 minuti 30 minuti 45 minuti **Curve con durate inferiori all'ora**

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata <1h (espressa in ore)

Tempo di ritorno	a	n
2 anni	34.612	0.517
5 anni	47.908	0.501
10 anni	56.711	0.495
20 anni	65.155	0.491
50 anni	76.085	0.487

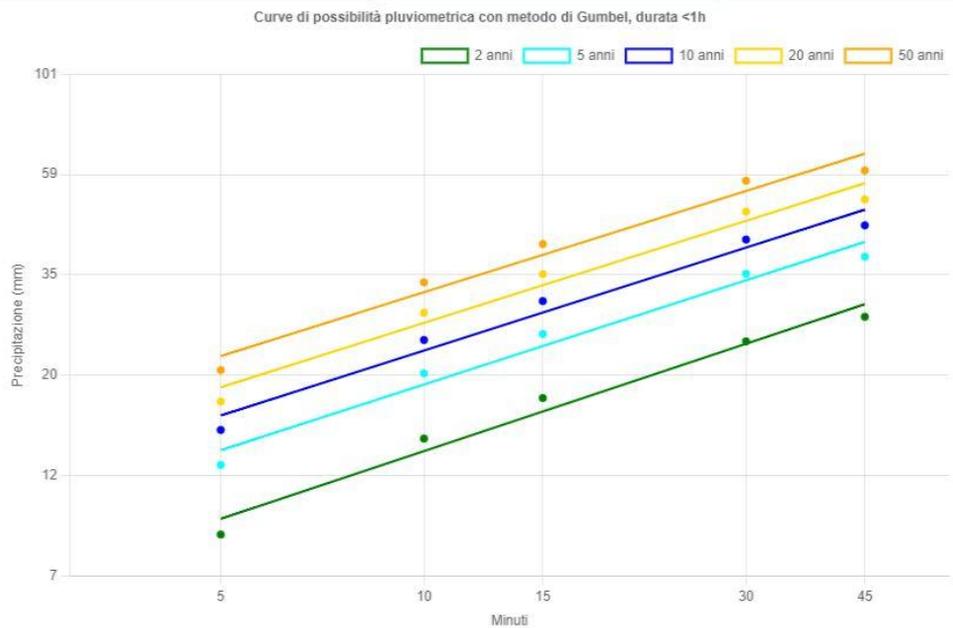


Figura 4.2: LSPP da sito ARPA Veneto – durata inferiore a 1 ora

Per il calcolo della portata al colmo che si prevede giunga alla vasca di seconda pioggia è stata assunta la curva relativa al tempo di ritorno pari a 50 anni, maggiorata del 30% (come previsto ai sensi del D. Lgs 121/2020).

Facendo riferimento al metodo di calcolo cinematico o della corrivazione, la portata al colmo è espressa dalla formula seguente:

$$Q_{max} = \gamma \cdot h/t_c \cdot S$$

dove:

S = superficie di scolo;

h = precipitazione intensa, data dalla curva di probabilità pluviometrica prescelta;

t_c = tempo di corrivazione, rappresentato dal tempo necessario affinché una goccia di pioggia caduto nel punto più lontano dell'area di scolo riesca a raggiungere la sezione di chiusura;

Relazione di compatibilità idraulica

γ = coefficiente di deflusso, pari a 0,9 per superfici impermeabili, ai sensi della Dgr n.2948 del 06 ottobre 2009.

Il calcolo è stato svolto assumendo che il tempo di precipitazione sia pari al tempo di corrivazione, che rappresenta la condizione più gravosa.

Il tempo di corrivazione è stato calcolato come media di due diverse formule reperite in letteratura: la formula di Giandotti e la formula di Ventura.

- Giandotti $t_c = [4x(S/100)^{0,5} + 1,5xL/1000] / [0,8x(Lxi)^{0,5}]$
- Ventura $t_c = 0,053x(S/100x1/i)^{0,5}$

dove:

S = superficie del bacino in ettari;

L = massima distanza da cui provengono le acque;

i = pendenza media della tubazione, pari a 1%.

L'acqua meteorica raccolta nella vasca di seconda pioggia è quella ricadente su una superficie di 11.222,50 mq, costituita da area servizi (6.132 mq), strada perimetrale (4.742 mq), coperture dei fabbricati (box 191 mq e ufficio 157,50 mq).

Si considera il percorso di lunghezza massima che effettua la goccia di acqua meteorica piovuta nel punto più lontano dal pozzetto di raccolta, in questo caso di 460 m.

Il tempo di corrivazione, calcolato come media delle formule di Giandotti di Ventura, risulta pari a 22,93 min.

La portata al colmo risulta:

$$Q_{colmo} = 1,3 \cdot \gamma \cdot h / t_c \cdot S = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 47,63 \text{ mm} / 22,93 \text{ min} \cdot 11.222,50 \text{ mq} = 1.636,43 \text{ mc/h} = 454,56 \text{ l/s}$$

Il volume lordo di acqua di seconda pioggia risulta:

$$V_{\text{lordo seconda pioggia}} = 1.636,43 \text{ mc/h} \cdot 22,93 \text{ min} = 625,34 \text{ mc}$$

Il volume che deve essere contenuto all'interno della vasca di seconda pioggia è pari alla differenza tra il volume di seconda pioggia e di prima pioggia calcolato nel paragrafo precedente, ed è quindi pari a:

$$V_{\text{seconda pioggia}} = 625,34 \text{ mc} - 54,37 \text{ mc} = \mathbf{570,97 \text{ mc}}$$

Relazione di compatibilità idraulica

Si prevede di raccogliere le acque di seconda pioggia in **un bacino di accumulo con una capacità utile di circa 3000 mc**, maggiore del volume richiesto da calcoli, quindi conforme alle esigenze.

Il dimensionamento del bacino di accumulo deve essere verificato nel caso di eventi intensi, utilizzando la curva di possibilità pluviometrica caratteristica della zona in esame per eventi di durata elevata e tempo di ritorno di 10 anni e incrementati di un ulteriore 30 per cento, ai sensi del D.Lgs. 36/2003 e ss.mm.ii.

I dati relativi alle curve pluviometriche con durata 1-24 ore sono stati reperiti dal servizio on-line di Arpa Veneto.

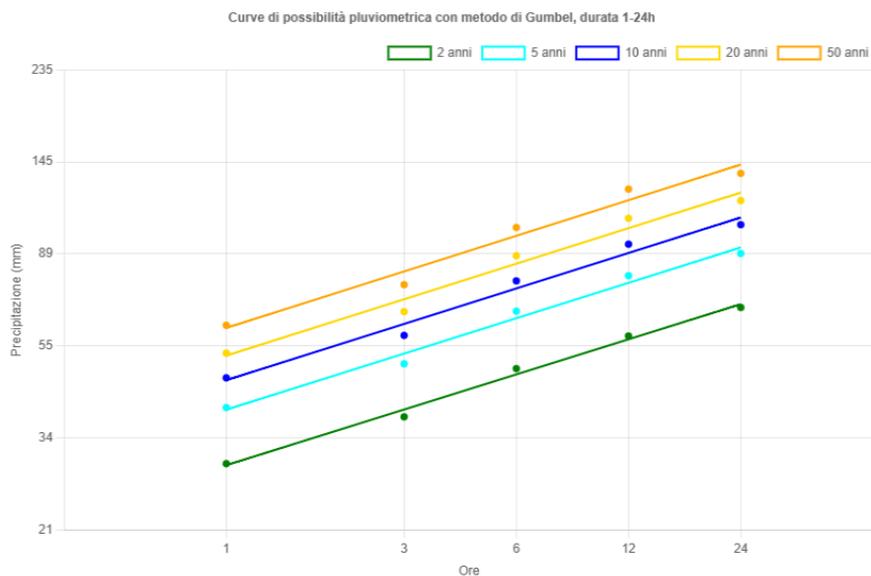
In seguito i valori delle altezze di precipitazione della durata inferiore all'ora per diversi tempi di ritorno e le corrispondenti curve di probabilità pluviometrica relative al comune di Valeggio sul Mincio dove si inserisce il progetto.

Tempi di ritorno per precipitazioni con durate

1 ora 3 ore 6 ore 12 ore 24 ore **Curve con durate da 1 a 24 ore**

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata 1-24h (espressa in ore)

Tempo di ritorno	a	n
2 anni	29.515	0.266
5 anni	39.5	0.268
10 anni	46.111	0.268
20 anni	52.451	0.269
50 anni	60.657	0.27



Dalla tabella precedente che identifica le curve di possibilità climatica per la zona di Valeggio sul Mincio, si deduce un valore di altezza di pioggia relativo al tempo di ritorno 10 anni e durata 2 ore pari a:

$$h = 46,111 (2h)^{0,268} = 55,52 \text{ mm}$$

La portata derivante dalla superficie scolante complessiva sarà pari a:

$$Q_{\max} = 1,3 \cdot \gamma \cdot h / t_c \cdot S = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 55,52 \text{ mm} / 2 \text{ h} \cdot 11.222,50 \text{ mq} = 364,52 \text{ mc/h} = 101,26 \text{ l/s}$$

Il volume di acqua che dovrà essere raccolto nel bacino di accumulo risulta:

$$V_{\text{seconda pioggia}} = (364,52 \text{ mc/h} \cdot 2 \text{ h}) - 54,37 \text{ mc} = \mathbf{674,68 \text{ mc}}$$

Il dimensionamento del bacino di accumulo con una capacità utile di circa 3.000 mc è verificato.

4.1.1. Dimensionamento rete di raccolta acque meteoriche piazzali e viabilità asfaltati

Il dimensionamento della rete in progetto delle acque meteoriche di ruscellamento delle aree asfaltate è stato svolto sulla base delle precipitazioni intense di breve durata e tempo di ritorno pari a 10 anni. Tale calcolo è stato eseguito facendo riferimento esclusivamente alla canaletta nel punto di convogliamento a cui giunge la portata maggiore, in modo tale da essere a favore di sicurezza.

Prima di procedere al calcolo della portata massima al colmo, è stata determinata l'equazione relativa alla linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP) per il territorio di Valeggio sul Mincio, come stimata in precedenza.

Per il calcolo della portata al colmo che si prevede giunga alla rete di drenaggio dell'acqua meteorica, sono stati costruiti gli ietogrammi triangolare e Chicago. E' stata poi calcolata la portata al colmo corrispondente al valore di picco dello ietogramma.

Si è considerato un coefficiente di deflusso pari a 0,9, come indicato nella Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009 per le superfici impermeabili.

Il calcolo è stato svolto assumendo che il tempo di precipitazione sia pari al tempo di corrivazione, che rappresenta la condizione più gravosa.

Il tempo di corrivazione è stato calcolato come media di due diverse formule reperite in letteratura: la formula di Giandotti, e la formula di Ventura.

- Giandotti

$$t_c = [4x(S/100)^{0,5} + 1,5xL/1000] / [0,8x(Lxi)^{0,5}]$$

- Ventura

$$t_c = 0,053x(S/100x1/i)^{0,5}$$

dove:

S = superficie del bacino in ettari;

L = massima distanza da cui provengono le acque;

i = pendenza media della tubazione.

Relazione di compatibilità idraulica

Come descritto precedentemente, la superficie servita è di 10.874 mq, pari alla somma di area servizi (6.132 mq) e strada perimetrale (4.742 mq) e la lunghezza massima del percorso che effettuano le acque nella rete di raccolta è pari a 460 m.

Per questa applicazione sono stati considerati gli ietogrammi di pioggia di tipo Chicago con posizione del picco 0,4 e di tipo triangolare, in forma discreta, cioè suddividendo la durata complessiva in intervalli di tempo finiti di $\Delta t=5$ minuti all'interno dei quali l'intensità di precipitazione è ipotizzata costante.

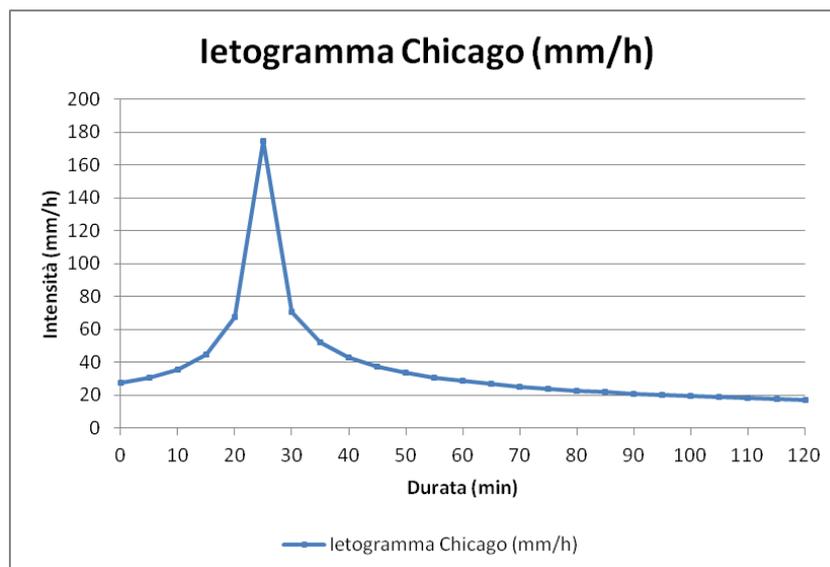
Anche in questo caso il calcolo è stato svolto assumendo che il tempo di precipitazione sia pari al tempo di corrivazione, che rappresenta la condizione più gravosa. Il tempo di corrivazione risulta pari a 22,76 min.

A seguire si riportano i valori di picco dello ietogramma triangolare e di tipo Chicago, per il dimensionamento della rete di raccolta è stato considerato il valore di picco maggiore, in questo caso pari al picco dello istogramma Chicago.

La portata è calcolata con la seguente formula:

$$Q_{colmo} = i_{max} \cdot A$$

	i_{max} (mm/h)	Q_{colmo} (m ³ /s)
ietogramma triangolare	162,63	0,442
ietogramma Chicago	174,44	0,474



Nel caso in esame si ottiene la seguente portata di progetto massima al colmo:

Relazione di compatibilità idraulica

$$Q_{colmo} = \underline{0,474 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Al fine di eseguire il dimensionamento idraulico dei collettori delle acque meteoriche è stata utilizzata la *formula di Chezy* per il calcolo della portata di una condotta a pelo libero con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

k_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler Strickler, considerato pari a $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ poiché trattasi di tubi in PVC;

A = area bagnata in mq;

R = raggio idraulico in m;

i = pendenza della tubazione corrispondente allo 1,5%.

Si è ipotizzata la percentuale di riempimento della condotta pari al 94% (per le sezioni circolari il valore massimo della portata si ha per un'altezza idrica pari a $0,94 \cdot D$).

Considerando una tubazione di diametro pari a 500 mm, si ottiene una portata della condotta corrispondente a $0,496 \text{ m}^3/\text{s}$, tenendo conto del diametro interno.

Da tale verifica si evince che il **diametro** massimo dei tubi ipotizzato, pari a **500 mm**, è sufficiente a smaltire la portata massima che si potrebbe avere nell'area asfaltata in progetto, pari a $0,474 \text{ m}^3/\text{s}$.

A seguire si esegue il calcolo della velocità che l'acqua avrebbe nel tubo con il diametro ipotizzato per la verifica del diametro scelto:

$$Q_{max} = (\pi D^2/4) v$$

da cui si ottiene una velocità di $2,92 \text{ m/s}$, la quale risulta accettabile.

5.1.1. Dimensionamento rete delle acque dei pluviali

Al fine di eseguire il dimensionamento della rete in progetto delle acque dei pluviali è stato utilizzato il medesimo procedimento di calcolo utilizzato per i collettori delle acque meteoriche di ruscellamento delle aree asfaltate.

Considerando che la rete di raccolta delle acque dei pluviali è unica e raccoglie le acque che ricadono su tutte le coperture dell'area servizi, si è scelto di eseguire il dimensionamento della

Relazione di compatibilità idraulica

tubazione nel punto in cui giunge il quantitativo di acqua maggiore (ottenuto dalla somma della portata di acqua proveniente da tutti i pluviali).

Per il calcolo della portata al colmo sono stati costruiti gli ietogrammi triangolare e Chicago. E' stata poi calcolata la portata al colmo corrispondente al valore di picco dello ietogramma.

Si è considerato un coefficiente di deflusso pari a 0,9.

Il calcolo è stato svolto assumendo che il tempo di precipitazione sia pari al tempo di corrivazione, calcolato come media tra la formula di Giandotti e la formula di Ventura, pari a 5,63 min.

- Giandotti $tc = [4 \times (S/100)^{0,5} + 1,5 \times L/1000] / [0,8 \times (L \times i)^{0,5}]$

- Ventura $tc = 0,053 \times (S/100 \times L/i)^{0,5}$

dove:

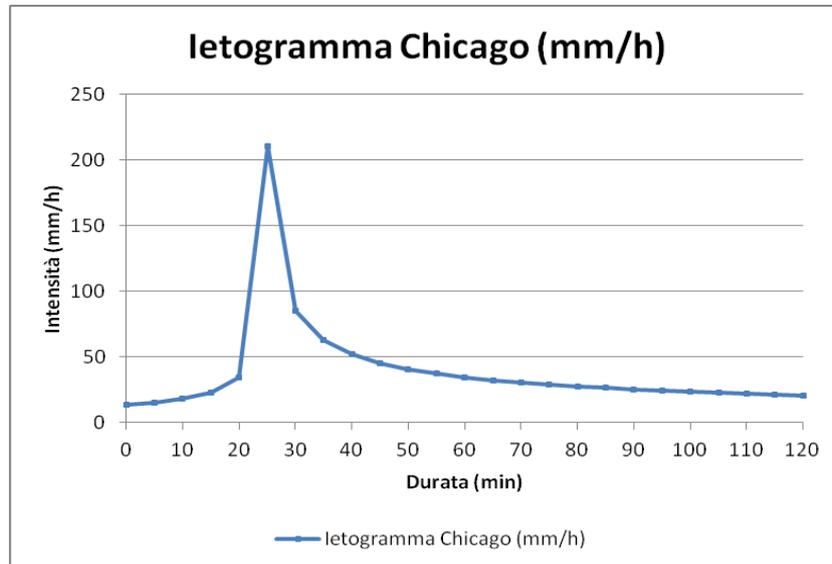
S = superficie delle coperture degli edifici dell'area servizi (box, ufficio) = 440 mq;

L = massima distanza da cui provengono le acque = 100 m;

i = pendenza media della tubazione, pari a 1,5%.

A seguire si riportano i valori di picco dello ietogramma triangolare e di tipo Chicago, per il dimensionamento della rete di raccolta delle acque meteoriche dei pluviali è stato considerato il valore di picco dello ietogramma Chicago.

	<i>i max (mm/h)</i>	<i>Q colmo (m³/s)</i>
letogramma triangolare	111,59	0,010
letogramma Chicago	210,64	0,018



Nel caso in esame si ottiene la seguente portata di progetto massima al colmo:

$$Q_{colmo} = \underline{0,018 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Al fine di eseguire il dimensionamento idraulico delle tubazioni è stata utilizzata la *formula di Chezy* per il calcolo della portata di una condotta a pelo libero con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

$$Q = k_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

k_s = coefficiente di scabrezza di Gauckler Strickler;

A = area bagnata in mq;

R = raggio idraulico in m;

i = pendenza.

Nel caso in esame si sono ipotizzati i seguenti dati:

- il diametro interno del canale pari a 160 mm;
- la percentuale di riempimento della condotta pari al 94%;
- la pendenza del canale corrispondente allo 1,5%,
- il coefficiente di scabrezza di Gauckler Strickler pari a 90 m^{1/3}/s poiché trattasi di tubi in PVC.

Relazione di compatibilità idraulica

Con tali dati di calcolo si ottiene una portata della condotta corrispondente a 0,022 m³/s, tenendo conto del diametro interno.

Da tale verifica si evince che il **diámetro** massimo dei tubi ipotizzato, pari a **160 mm**, è sufficiente a smaltire la portata massima proveniente dai pluviali degli edifici dell'area servizi, pari a 0,018 m³/s.

A seguire si esegue il calcolo della velocità che l'acqua avrebbe nel tubo con il diametro ipotizzato, per la verifica del diametro scelto:

$$Q_{max} = (\pi D^2/4) v$$

da cui si ottiene una velocità adeguata di 1,41 m/s.

-  Linea scarichi acque meteoriche da superfici asfaltate
-  Caditoie acque meteoriche
-  Acque pluviali
-  Caditoie acque meteoriche
-  Linea acque dal dissabbiatore/disoleatore al bacino di laminazione
-  Linea acque dal bacino di laminazione ai pozzi perdenti
-  Pozzi perdenti

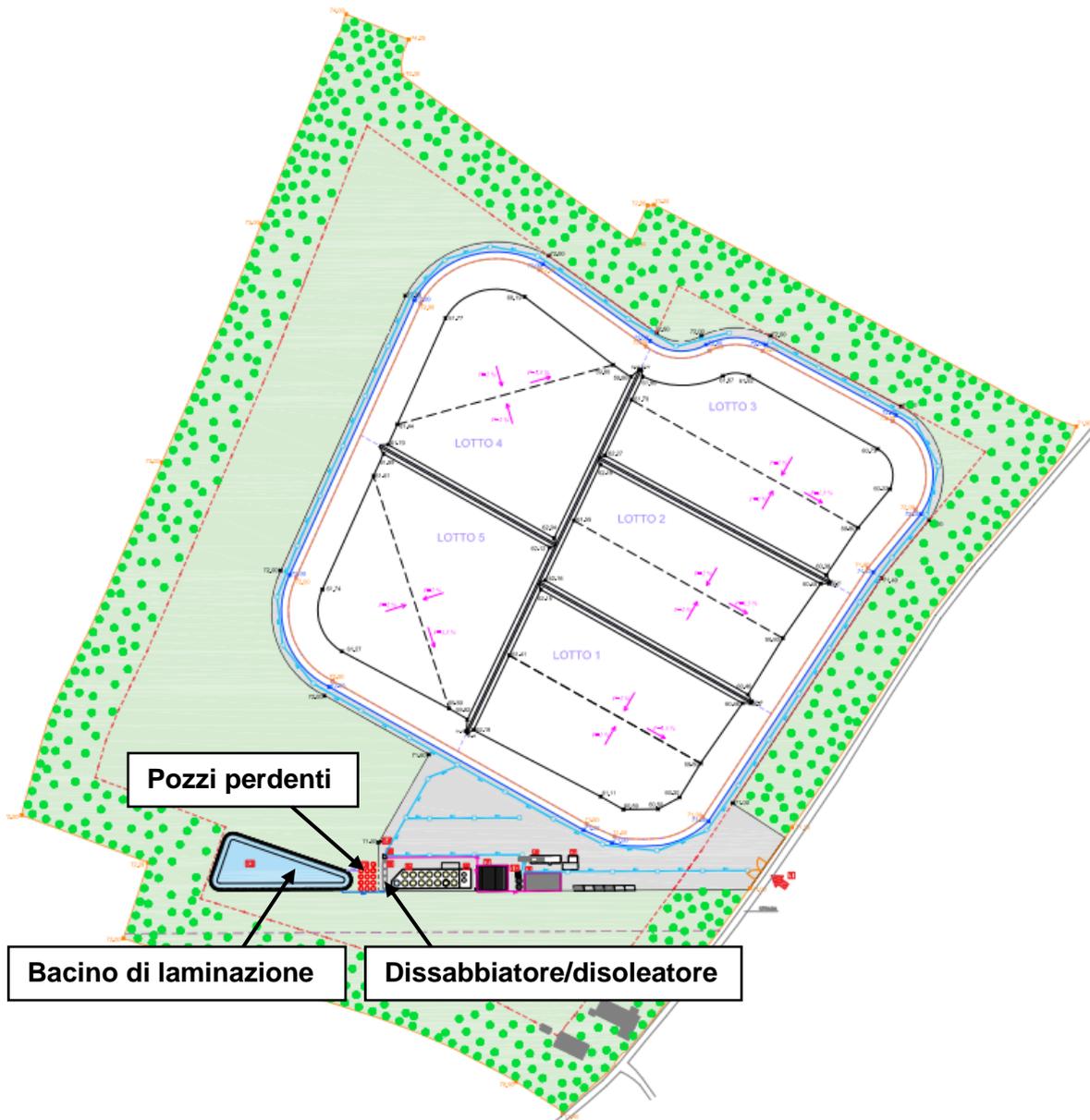


Figura 4.3: Planimetria reti e opere di invarianza idraulica in fase gestionale

5 VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA IN FASE DI GESTIONE

Generalità sui criteri di dimensionamento

La verifica di compatibilità idraulica ha lo scopo di valutare l'impatto dell'intervento sull'esistente assetto idraulico ed idrogeologico. Si parla dunque di invarianza idraulica ed idrologica.

L'invarianza idraulica è il principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione. L'invarianza idrologica, invece, è il principio in base al quale sia le portate che i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

Per la determinazione della componente di ruscellamento superficiale in bacini scolanti di limitata estensione verrà adottato il metodo cinematico o razionale, il quale ipotizza che l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione sia un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e , pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, calcolata tramite la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso. Con tale ipotesi si assume che l'effetto di trasformazione afflussi – deflussi sia trascurabile.

Le misure compensative consistono sostanzialmente nella individuazione e progettazione di volumi di laminazione e modalità di gestione e smaltimento degli stessi in modo che l'area interessata da intervento di trasformazione del suolo non modifichi la propria risposta idrologico-idraulica in termini di portata generata.

6.1.1. Analisi della normativa

La Dgr n. 2948 presenta una classificazione degli interventi che consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano diverse considerazioni in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella.

Classe di Intervento	Definizione	Criterio
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha	0
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0,1 e 1 ha	1
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$	2
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$	3

Per il **criterio 0**: la norma consente di produrre una asseverazione nella quale viene dichiarata l'ininfluenza degli effetti ai fini idraulici ed idrologici nel territorio interessato.

Per il **criterio 1**: oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro. Il metodo di studio proposto per il calcolo dei volumi compensativi è il metodo dell'invaso.

Per il **criterio 2**: andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione. Il metodo di studio proposto per il calcolo dei volumi compensativi è il metodo delle sole piogge.

Il **criterio 3**: presuppone uno studio idrologico ed idraulico dedicato e a livello di bacino sentiti preventivamente i responsabili dei Consorzi di Bonifica e del Genio Civile. In particolare dovrà essere indagato come varia la portata di piena ed il volume di piena in funzione della durata della precipitazione e dovranno farsi delle accurate ipotesi idrologiche per la trasformazione degli afflussi in deflussi. La propagazione della piena lungo i corsi d'acqua o lungo i condotti dovrà essere studiata per le condizioni di moto vario con modelli che simulano la propagazione.

La norma (allegato A al Dgr n.2948 del 6 ottobre 2009) afferma che *"le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata.*

Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti

Relazione di compatibilità idraulica

dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura.”

Nel nostro caso, in quanto l'ubicazione dell'impianto in progetto è nella pianura veronese, verrà considerato un tempo di ritorno di 200 anni.

Per quanto riguarda le aree verdi comprese all'interno del perimetro dell'impianto, la norma dichiara che *“qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengano dispersi sul terreno, non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno.”*

Gli interventi previsti per la mitigazione del rischio terranno conto delle indicazioni recepite presso gli enti idraulicamente competenti e delle “Modalità operative e indicazioni tecniche” di cui all'allegato A della D.G.R. Veneto n. 2948/09.

Coefficienti di deflusso

Nella progettazione degli interventi di invarianza idraulica ed idrologica è necessario analizzare i processi di interscambio che esistono tra la superficie del suolo e il sistema idrico sotterraneo, tra i quali il processo di infiltrazione, valutando che la falda superficiale sia a quota sufficientemente inferiore al piano campagna. In particolare si deve tener conto della qualità delle acque meteoriche di cui si prevede l'infiltrazione, la stabilità dei versanti o del sottosuolo nonché la possibile interferenza con le fondazioni e i piani interrati degli edifici esistenti.

Nel calcolo del processo di infiltrazione devono essere adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità, che tengano conto dei volumi di laminazione necessari durante i transitori di pioggia intensa e della portata possibile di infiltrazione al di fuori delle piogge, per valutare il tempo di svuotamento delle strutture di infiltrazione nel sottosuolo.

In accordo con la Dgr n.2948 del 6 ottobre 2009, i coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a:

- 0,1 per le aree agricole,
- 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi),
- 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)

- 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....).

L'area in progetto è attualmente caratterizzata dalla presenza un'ex cava di inerti, estinta con Decreto Regione Veneto n. 208 del 30/10/2013, e presenta pertanto una morfologia a fossa, secondo una forma all'incirca rettangolare.

Ai fini della valutazione della compatibilità idraulica si considera realistico un coefficiente di deflusso pari a $\phi = 0,2$. Attualmente tutto il ruscellamento superficiale prodotto nell'area viene infiltrato direttamente nel terreno.

Rispetto allo stato attuale per l'area oggetto del progetto è prevista l'impermeabilizzazione di una parte di suolo, con una significativa variazione di permeabilità.

In accordo con le indicazioni operative alla Dgr n.2948 del 6 ottobre 2009, si è assunto un coefficiente di deflusso pari a $\phi = 0,9$ per le superfici impermeabili (viabilità, piazzali, coperture).

Tempo di corrivazione

La formula per le condizioni idrauliche ante intervento che si è scelto di applicare per il calcolo del tempo di ritorno è la formula di Ventura, in quanto sfrutta si adatta al meglio alla scala di bacino, chiedendo in input la superficie del bacino espressa in ha e fornendo in output "il tempo, espresso in giorni, che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino".

$$t_c = 0,315 \cdot (S/100)^{0,5} = 0,315 \cdot (11.286,45 / 100)^{0,5} = 48,19 \text{ min}$$

Il tempo di ritorno per le condizioni idrauliche post intervento è stato ottenuto come media tra quello calcolato con la formula empirica e quelli calcolati con le formule di letteratura che tengono conto dei principali aspetti geomorfologici del bacino (Giandotti, Ventura, Pasini e Kirpich):

Autore	Formula	Risultati
Giandotti	$t_c = [4x(S/100)^{0,5} + 1,5xL/1000] / [0,8x(Lxi)^{0,5}]$	38,99 min
Ventura	$t_c = 0,053x(S/100x1/i)^{0,5}$	8,11 min
Pasini	$t_c = 0,0045xi^{0,5} x(S/100xL/100)^{1/3}$	11,22 min
Kirpich	$t_c = 0,000325xL^{0,77} xi^{-0,385}$	12,89 min
Formula empirica	$t_c = t_e + t_r = t_e + L_{max}/v = 3 \text{ min} + L_{max}/0,5 \text{ m/s}$	19,00 min

Il tempo di ritorno post intervento è pari a **20,53 min**.

Altezza di precipitazione

Gli interventi di laminazione e infiltrazione delle acque pluviali, ai sensi della normativa vigente, devono essere dimensionati assumendo i seguenti valori di tempo di ritorno:

- T = 50 anni, da adottare per il dimensionamento delle opere di laminazione ed infiltrazione;
- T = 100 anni, da adottare per la verifica del grado di sicurezza delle opere nei territori di collina e montagna;
- T = 200 anni, da adottare per la verifica del grado di sicurezza delle opere nei territori di pianura.

Al fine di determinare le precipitazioni di progetto, si ricavano i parametri caratteristici delle curve di probabilità pluviometrica, stimati da ARPA Veneto per tutte le località del territorio regionale.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è svolta attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

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

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h = altezza di precipitazione (mm);

t = durata della precipitazione (h);

a, n = coefficienti della curva di probabilità pluviometrica.

I dati relativi alle curve pluviometriche reperiti dal servizio on-line di Arpa Veneto presentano i parametri a ed n per tempi di ritorno di 2, 5, 10, 20 e 50 anni. Si sono ricavati tali parametri per il tempo di ritorno di 200 anni attraverso l'interpolazione.

Tabella 5.1: parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata < 1h

Tempo di ritorno (anni)	a	n
2	34,612	0,517
5	47,908	0,501
10	56,711	0,495
20	65,155	0,491
50	76,085	0,487
200	94,5	0,471

Relazione di compatibilità idraulica

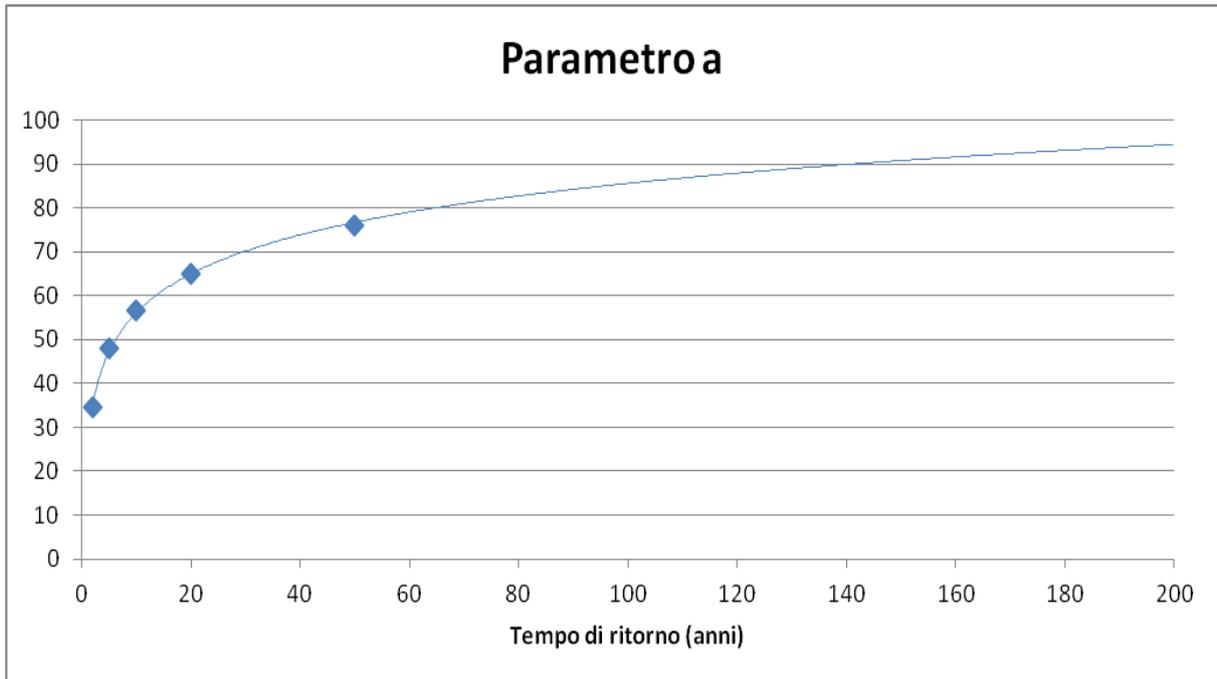


Figura 5.1: interpolazione parametro a per diversi tempi di ritorno

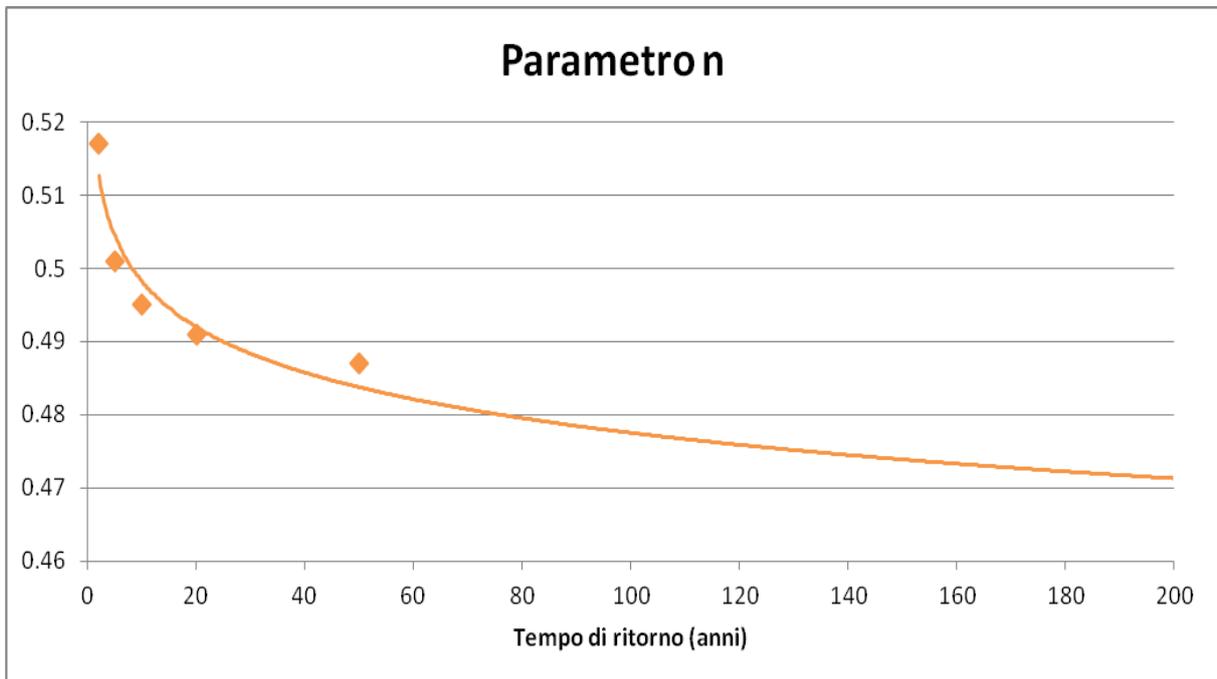


Figura 5.2: interpolazione parametro n per diversi tempi di ritorno

Tabella 5.2: parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata > 1h

Tempo di ritorno (anni)	a	n
2	29,515	0,266
5	39,5	0,268
10	46,111	0,268
20	52,451	0,269
50	60,657	0,27
200	74,5	0,272

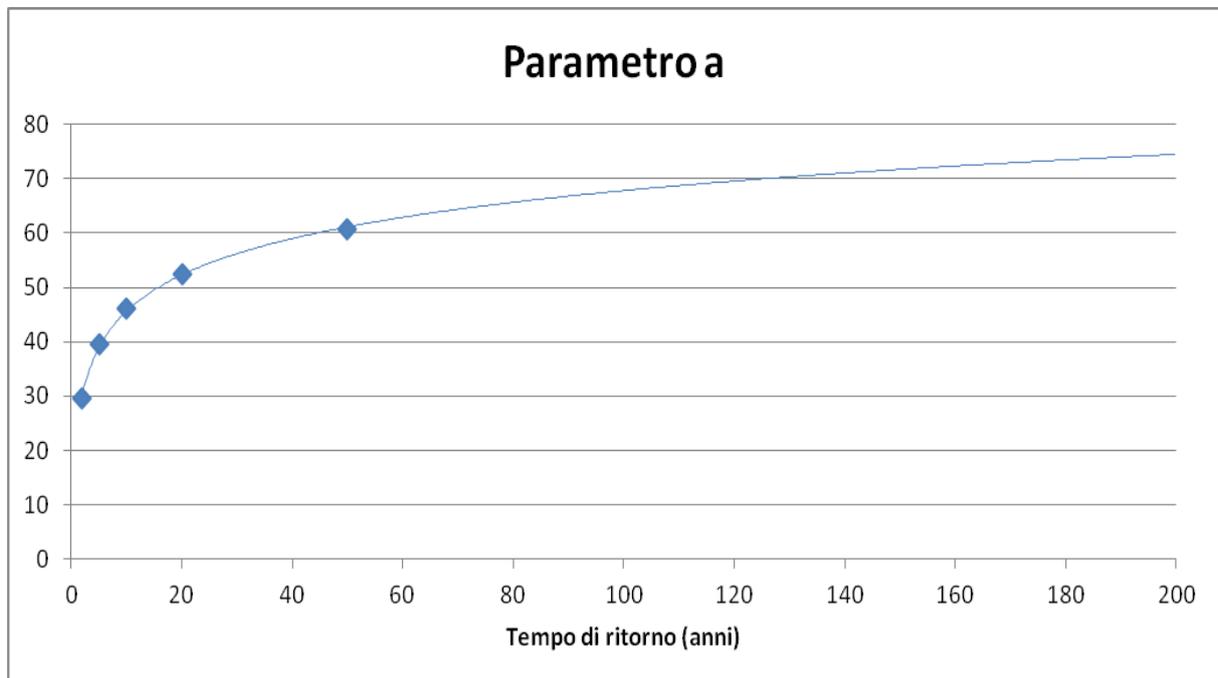


Figura 5.3: interpolazione parametro a per diversi tempi di ritorno

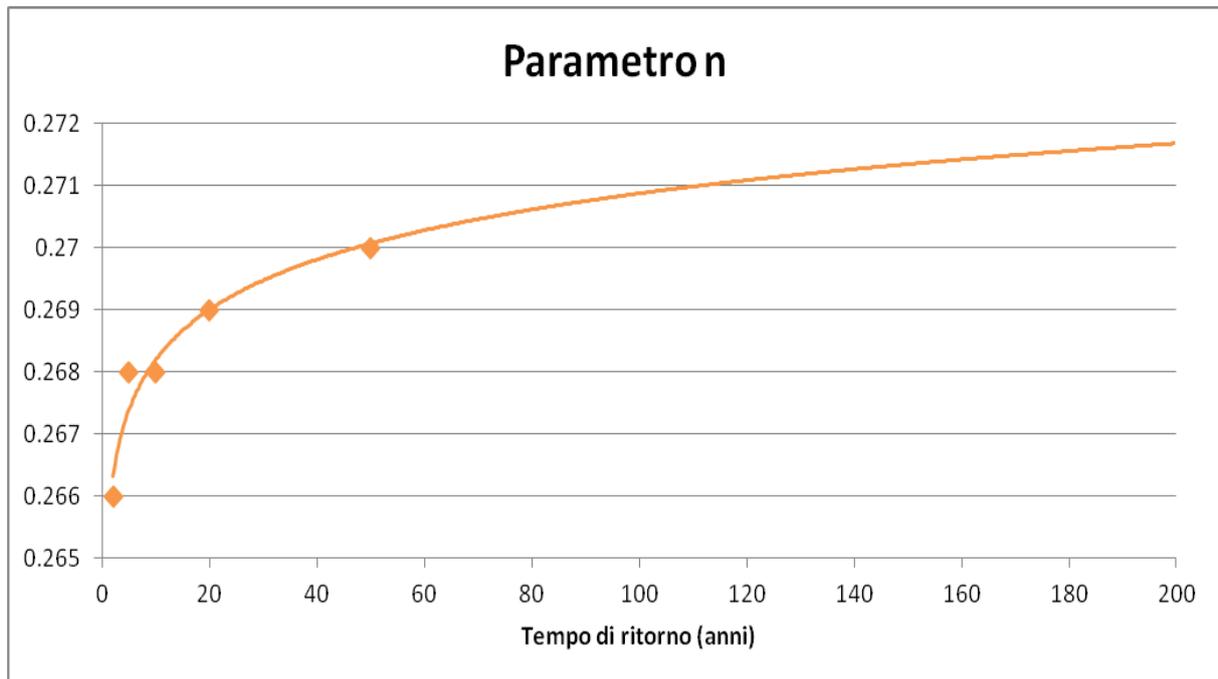


Figura 5.4: interpolazione parametro n per diversi tempi di ritorno

Volume e portata di pioggia

Nel dimensionamento di qualunque opera idraulica è necessario determinare la portata e i volumi di piena di progetto. La portata viene determinata a mezzo di formulazioni matematiche o modelli che simulano la trasformazione della pioggia al suolo.

Il volume V si ottiene dalla seguente formula:

$$V = S \cdot \phi \cdot h$$

dove:

S = superficie del bacino;

ϕ = coefficiente di afflusso;

h = altezza di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione t_c .

La portata Q è il volume V di un fluido che passa attraverso una sezione in un'unità di tempo t.

$$Q = V / t_c$$

Condizione ante intervento:

- $V_{ante} = 11.286,45 \text{ mq} \cdot 0,2 \cdot 68,38 \text{ mm} = \mathbf{154,36 \text{ mc}}$
- $Q_{ante} = 154,36 \text{ mc} / 48,19 \text{ min} = \mathbf{53,39 \text{ l/s}}$

Condizione post intervento:

- $V_{post} = 11.286,45 \text{ mq} \cdot 0,9 \cdot 45,13 \text{ mm} = 458,38 \text{ mc}$
- $Q_{post} = 458,38 \text{ mc} / 20,53 \text{ min} = 372,20 \text{ l/s}$

Pozzi perdenti

La Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009 afferma che *“in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10^{-3} m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione.”*

Come valore di permeabilità è stato scelto un valore medio di $K=5,41 \cdot 10^{-4}$ m/s, derivate da prove in situ (slug-test sui piezometri: $K=5,02 \cdot 10^{-4}$ m/s e prove di permeabilità eseguite su pozzetti superficiali: $K=5,8 \cdot 10^{-4}$ m/s).

Il dimensionamento dei pozzi perdenti va eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema con la capacità di infiltrazione del terreno, considerando la capacità di immagazzinamento dell'opera.

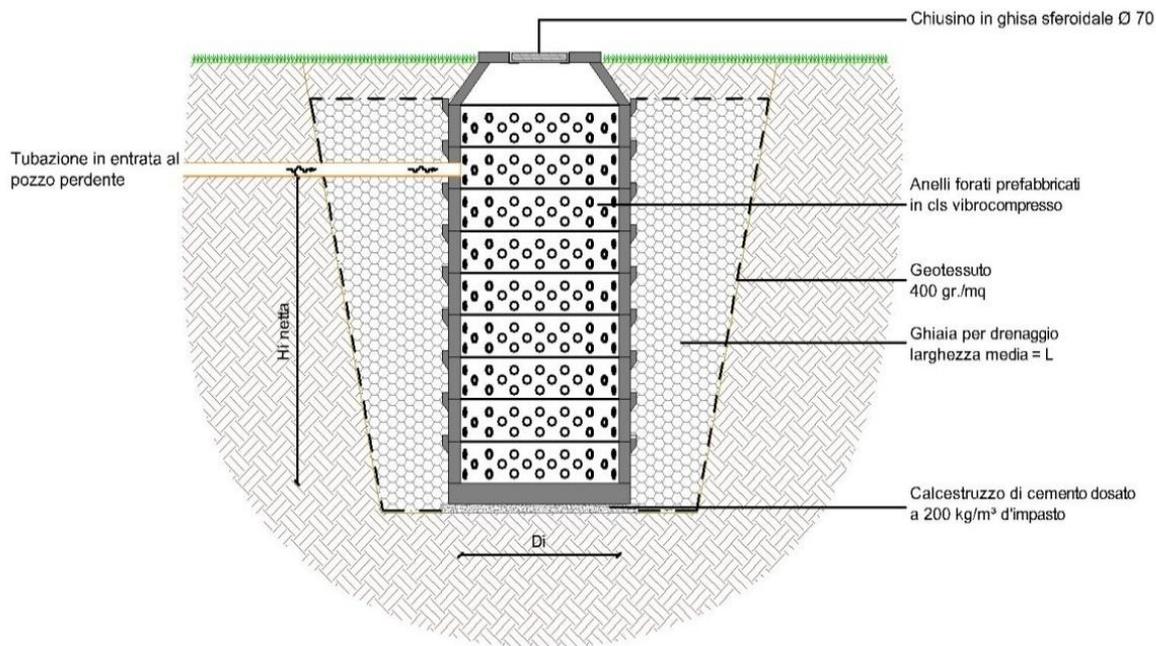


Figura 5.5: schema del pozzo perdente

Il pozzo drenante in progetto presenta un diametro di 200 cm e un'altezza utile di invaso di 5 m.

Caratteristiche pozzi perdenti	
Diametro pozzo	2,00 m
Altezza porzione drenante	5,00 m
Volume interno del pozzo = $\pi \cdot D^2/4 \cdot H$	15,71 m
Porosità strato di ghiaia perimetrale	0,3
Spessore ghiaia su fondo e laterale	0,50 m
V' = Volume disponibile su strato ghiaioso	5,89 mc
Volume complessivo = V + V'	21,60 mc

La portata può essere stimata con la seguente relazione:

$$Q = C \cdot K \cdot r_o \cdot H$$

dove:

K coefficiente di permeabilità del terreno (in m/s);

r_o raggio del pozzo (in m);

H carico idraulico rispetto alla base del pozzo (in m);

$C = 2p \cdot H/r_o \ln(R/r_o)$ dove $R/r_o = 3,828 ((1 + H/r_o) \cdot 0,5 - 1)$

Assumendo un coefficiente di permeabilità pari a $K=5,41 \cdot 10^{-4}$ m/s (valore ricavato dalla relazione geologica, decurtato del 25%), l'andamento delle portate disperse in funzione del carico idraulico H per un pozzo viene riportato nel seguente grafico.

H [m]	R/r	C	Q [l/s]
2	2,802	12,195	13,20
3	3,828	14,042	22,79
4	4,732	16,170	34,99
5	5,549	18,334	49,59
6	6,300	20,483	66,49
7	6,999	22,604	85,60
8	7,656	24,694	106,88
9	8,277	26,756	130,27

La portata media per un pozzo avente un carico idraulico pari a $H = 5$ m, è pari a **49,59 l/s**.

Tabella riepilogativa

L'acqua meteorica che deve essere gestita dalle opere di compensazione idraulica è quella ricadente su una **superficie di 11.286,45 mq**, costituita da area servizi (6.132 mq), strada perimetrale (4.742 mq), coperture dei fabbricati (box 191 mq e ufficio 157,50 mq) e bacino di laminazione (1.318 mq).

	Ante intervento	Post intervento	Differenza	
Coefficiente di deflusso	0,2	0,9	-	
t_c	48,19 min	20,53 min	-	
T = 50 anni	Altezza di pioggia	68,38 mm	45,13 mm	-
	Volume di pioggia	154,36 mc	458,38 mc	-
	Portata di deflusso	53,39 l/s	372,20 l/s	318,82 l/s
T = 200 anni	Altezza di pioggia	85,23 mm	57,02 mm	-
	Volume di pioggia	192,39 mc	579,18 mc	-
	Portata di deflusso	66,54 l/s	470,29 l/s	403,75 l/s

- Secondo quanto imposto dalla Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009, si devono smaltire il 75% degli aumenti di portata rispetto alle condizioni ante intervento, considerando un tempo di ritorno di 200 anni in pianura.

Il 75% dell'aumento di portata con T = 200 anni è pari al 75% di 403,75 l/s, cioè **302,81 l/s**.

Un pozzo perdente di diametro pari a 2 m e altezza utile di 5 m, dimensionato nel capitolo precedente, è in grado di smaltire una portata di circa 45 l/s. Si prevede quindi di installare **n.7 pozzi perdenti**, in modo da smaltire l'aumento di portata causato dall'aumento di impermeabilizzazione causato dal progetto.

- In accordo con la Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009, le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata, facendo riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Il 50% dell'aumento di portata con T = 50 anni è pari al 50% di 184,92 l/s, a cui corrisponde un volume pari a:

$$V (50\% \Delta Q) = 50\% \Delta Q \cdot t_c = 318,82 \text{ l/s} \cdot 60 \text{ min} = \mathbf{76,52 \text{ mc.}}$$

Relazione di compatibilità idraulica

Un pozzo perdente di diametro pari a 2 m e altezza utile di 5 m, dimensionato nel capitolo precedente, è in grado di laminare 21,60 mc di acqua. Si prevede l'utilizzo di n.7 pozzi perdenti, per un volume totale di 151,19 mc.

La rete di raccolta acque meteoriche (diametro medio 200 mm, lunghezza totale 1.200 m) è in grado di laminare un volume di acqua pari a 28,27 mc.

Inoltre si deve eseguire la verifica che il tempo di svuotamento sia inferiore a 48 ore, come di seguito esplicitato.

$$t_{\text{svuotamento}} = V_{\text{laminazione}} / Q_{\text{infiltrata}} = 179,46 \text{ mc} / 315 \text{ l/s} = 0,57 \text{ h}$$

In particolare si ottiene che il **tempo di svuotamento** dato dal rapporto tra il volume di laminazione totale (151,19 mc laminati dai n.7 pozzi perdenti e 28,27 mc laminati nelle tubazioni) e la portata infiltrata (315 l/s infiltrati dai n.7 pozzi perdenti) è pari a **0,57 ore**.

6 GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE A RIPRISTINO AMBIENTALE AVVENUTO

La validità delle opere di compatibilità idraulica è stata verificata anche nella fase di ripristino ambientale, costituita dai seguenti contributi:

- Le acque di ruscellamento, che si generano ad avvenuto ripristino, scorrono lungo i fianchi della discarica per effetto della pendenza creata, vengono raccolte da canalette poste lungo le scarpate ed infine recapitate nel bacino di accumulo di capacità 3.000 mc che ha la funzione di ridurre le portate di punta scaricate, per mezzo dell'accumulo temporaneo delle acque. Il bacino di accumulo alimenta la rete acque industriali ed il sistema di irrigazione, già realizzati in fase di gestione operativa come riserva delle acque di seconda pioggia da destinare agli usi interni. Le acque di ruscellamento invasate possono quindi essere recuperate per gli utilizzi interni; gli eventuali volumi eccedenti i consumi interni vengono smaltiti al suolo mediante i n.19 pozzi perdenti complessivi posti a valle del bacino di accumulo. In particolare, si ha la necessità di attivare n.13 pozzi perdenti per la gestione delle acque di ruscellamento generate ad avvenuto ripristino e n.6 pozzi perdenti per la gestione delle acque di seconda pioggia dell'area servizi.
- La viabilità perimetrale sarà smantellata; le acque meteoriche di dilavamento dell'area servizi sono convogliate, grazie ad una rete di caditoie e tubazioni, alla vasca con funzione scolmatore che permette di separare le acque di prima pioggia dalle acque di seconda pioggia aventi destini diversi. Le acque di seconda pioggia vengono invasate nel bacino di accumulo di capacità 3.000 mc collegato alla rete acque industriali ed al sistema di irrigazione. Solo i volumi di seconda pioggia eccedenti il fabbisogno idrico interno vengono inviati allo scarico mediante pozzi perdenti posti a valle del bacino di accumulo. Un pozzetto di campionamento, realizzato prima dell'immissione in ambiente, consente di poter campionare le acque allo scarico.
- Le acque ricadenti sulla copertura dell'ufficio (il box sarà smantellato) sono convogliate, mediante pluviali e rete interrata, verso il bacino di accumulo da 3.000 mc e gestite come acque di seconda pioggia.
- Le acque meteoriche ricadenti sulle aree verdi dal momento che le condizioni del suolo lo consentono, non vengono canalizzate e/o scaricate delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengono dispersi sul terreno: *“non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle*

Relazione di compatibilità idraulica

portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno”, ai sensi dell’Allegato A alla Dgr n. 2948 del 06 ottobre 2009.

- Le acque che piovono sulla vasca di contenimento serbatoi verranno invece trattate come rifiuti.

Si riportano di seguito un estratto della planimetria generale per l’individuazione delle aree di intervento e la tabella riepilogativa delle superfici in fase di gestione.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla tavola I02_Progetto opere di invarianza idraulica a ripristino.

Tabella 4.6.1: Suddivisione aree di intervento a ripristino ambientale avvenuto

	Sup. totale scolante (m²)	Coeff. deflusso (-)	Sup. scolante impermeabile (m²)
Ripristino ambientale	63.969	0,3	19.190,7
Area servizi	6.339	0,9	5.705,1
Ufficio	157,5	0,9	141,75
Vasca invarianza	1.318	0,9	1.186,2
Vasca serbatoi	360	-	-
Area verde	77.430,5	-	-
Edifici esterni	352	-	-
TOTALE	149.926	-	-

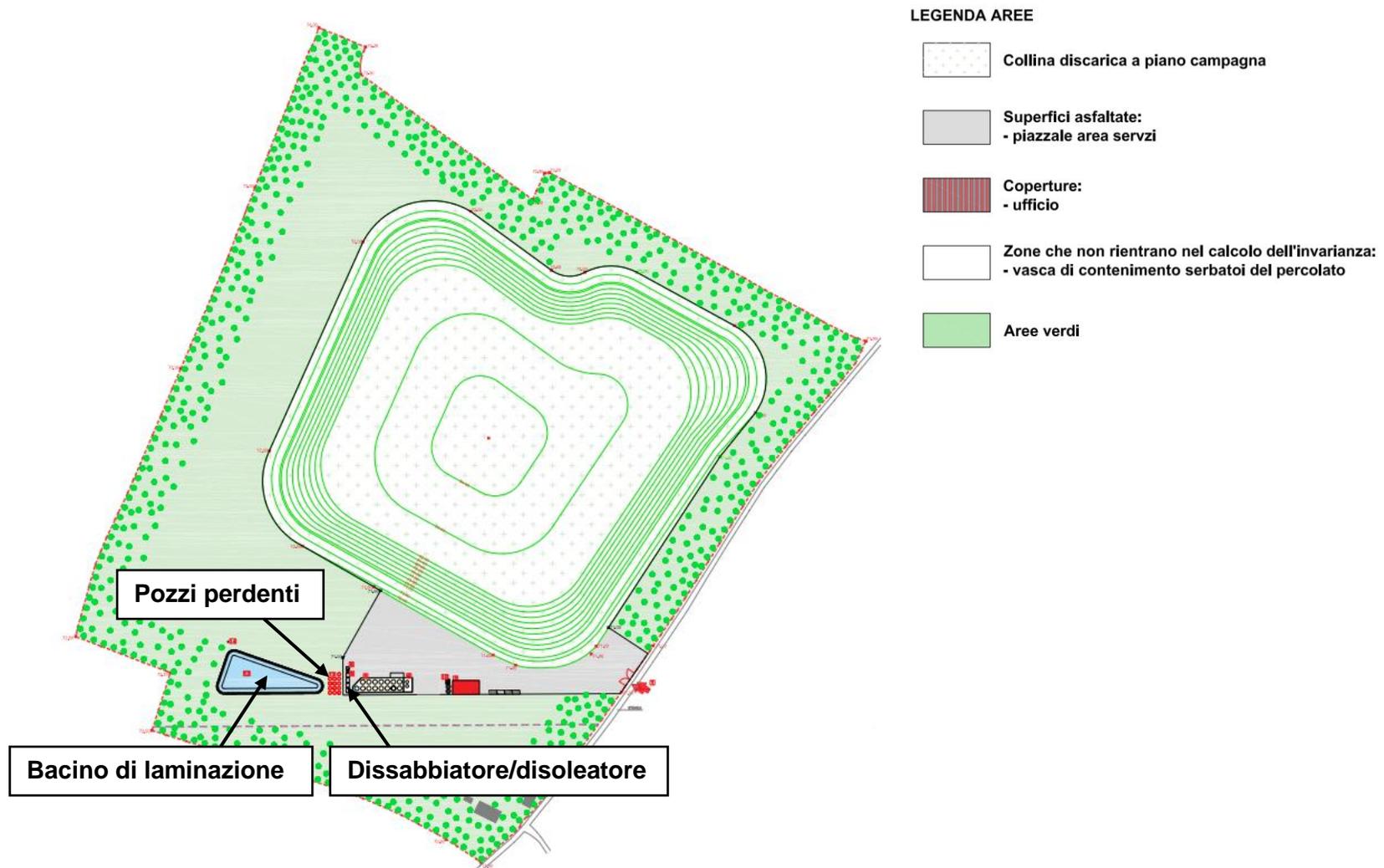


Figura 6.1: Planimetria con suddivisione delle aree di intervento a ripristino ambientale avvenuto

Dimensionamento rete delle acque meteoriche provenienti dalla copertura della discarica

L'acqua piovana caduta ai bordi della discarica non va ad interessare la stessa, in quanto è prevista la realizzazione di un apposito sistema di drenaggio atto ad intercettare le acque meteoriche, costituito da canalette realizzate modellando il terreno. La configurazione della discarica, a giacimento esaurito, consentirà un deflusso totalmente naturale delle acque meteoriche provenienti dalla sommità della vasca stessa.

L'acqua meteorica che cadrà sulla sommità della discarica a ripristino ambientale avvenuto scorrerà lungo i fianchi per effetto della pendenza creata e verrà raccolta da canalette poste lungo le scarpate.

L'acqua raccolta, essendo ricadente sulle superfici di chiusura già impermeabilizzate, non potrà nel modo più assoluto venire a contatto con la massa di rifiuti. Pertanto sarà trattata come acqua meteorica ricadente su superfici non inquinate e verrà recapitata nelle vasche di irrigazione per il recupero interno tramite irrigazione. Le acque in eccesso saranno smaltite nel sottosuolo tramite un sistema di subirrigazione.

Al fine del dimensionamento della rete di raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla superficie di chiusura della discarica si tiene conto di due componenti:

- la frazione di pioggia che viene raccolta dalle canalette poste lungo i fianchi della discarica;
- la frazione di pioggia che si infila nello strato drenante della copertura.

Come rappresentato nella tavola planimetrica, la rete in progetto prevede che l'acqua piovana confluisca, mediante canalette di drenaggio aventi pendenza dello 0,5%, ai pozzetti di raccolta e di ispezione e da qui venga inviata alla vasca di seconda pioggia, dalla quale sarà inviata ai pozzi perdenti per essere dispersa nel terreno tramite subirrigazione al termine dell'evento meteorico.

7.1.1. Metodo CN

In accordo con la Dgr. 2948 del 6 ottobre 2009, si fa riferimento al metodo elaborato nel 1947 ed adottato dall'*United States Department of Agriculture - Soil Conservation Service* (U.S.D.A. - S.C.S.).

Il metodo SCS-CN è basato sull'equazione:

$$R = (P - Ia)^2 / (P - Ia + S)$$

Dove:

R = ruscellamento superficiale o pioggia netta P_{netta} ;

P = precipitazioni valore critico per piogge di 1 ora = $a \cdot 1^n$ con T=50 anni: P = 60,657 mm;

la = $c \cdot S$ = perdite iniziali quali accumulo superficiale, acqua intercettata dalla vegetazione, infiltrazione superficiale prima del ruscellamento;

c = coefficiente generalmente pari a 0,20;

S = $S_0 \cdot (100/CN - 1)$ = capacità massima di immagazzinamento idrico del terreno nei suoi strati più superficiali;

S_0 = fattore di scala, che dipende dall'unità di misura adottata e che per valori di P misurati in mm, è pari a 254 mm;

CN = fattore decrescente della permeabilità, compreso tra 0 e 100 e legato:

1. alla tipologia litologica del suolo;
2. all'uso del suolo;
3. al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato.

L'SCS ha classificato i tipi di suolo in quattro gruppi.

<i>Tipo idrologico di suolo</i>	<i>Descrizione</i>
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Figura 6.2: Classificazione dei tipi idrologici di suolo secondo il metodo SCS-CN

L'intervento in progetto prevede in copertura uno strato di terreno vegetale, classificabile come **terreno di tipo C**.

I valori del parametro CN con riferimento al tipo di copertura (uso del suolo) sono riportati nella tabella seguente:

Valori del parametro CN (adimensionale)	← Tipo idrologico Suolo →			
	A	B	C	D
↓ Tipologia di Uso del Territorio				
Coltivazioni, in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
Coltivazioni, in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
Terreno da pascolo: cattive condizioni	68	79	86	89
buone condizioni	39	61	74	80
Boschi, in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
Boschi e foreste, in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
Spazi aperti con manto erboso superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
Zone industriali (area impermeabile 72%)	81	88	91	93
Zone commerciali e industriali (area imperm. 85%)	89	92	94	95
Zone residenziali, lotti fino a 500 m ² (area imperm. 65%)	77	85	90	92
Zone residenziali, lotti di 500÷1000 m ² (area imperm. 38%)	61	75	83	87
Zone residenziali, lotti di 1000÷1500 m ² (area imperm. 30%)	57	72	81	86
Zone residenziali, lotti di 1500÷2000 m ² (area imperm. 25%)	54	70	80	85
Zone residenziali, lotti di 2000÷5000 m ² (area imperm. 20%)	51	68	79	84
Zone residenziali, lotti di 5000÷10000 m ² (area imperm. 12%)	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade,	98	98	98	98
Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
Strade con letto in ghiaia	76	85	89	91
Strade battute in terra	72	82	87	89

Figura 6.3: Valori caratteristici del parametro CN

Il terreno di ricopertura della discarica, è dedicata a prato stabile e per una classificazione del terreno di tipo "C", come detto, si ottiene un valore di CN pari a:

$$CN(II) = 74 \text{ mm}$$

Per quanto riguarda l'influenza dello stato di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico, l'SCS individua tre classi, AMC I, AMC II e AMC III, caratterizzate da differenti condizioni iniziali (AMC = *Antecedent Moisture Condition*) a seconda del valore assunto dall'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento meteorico.

L'attribuzione della classe AMC si basa sui criteri riportati nella tabella sotto.

Classe AMC	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	< 12.7 mm	<35.5 mm
II	12.7-28.0 mm	35.5-53.3 mm
III	>28.0 mm	>53.3 mm

Figura 6.4: Valori della classe AMC

I valori nella precedente tabella si riferiscono ad una condizione media di umidità del terreno all'inizio della precipitazione (classe II). Il CN così individuato può essere adattato a diverse condizioni di umidità attraverso le seguenti formule di conversione:

$$CN(I) = CN(II) / [2,3 - 0,013 CN(II)]$$

$$CN(III) = CN(II) / [0,43 + 0,0057 CN(II)]$$

Nel caso in esame il valore CN(II) può ritenersi valido anche considerando le condizioni di umidità del terreno.

Con un valore CN=74, il parametro S risulta pari a 89,24 mm e *la* risulta pari a 17,85 mm.

$$R = (60,657 - 17,85)^2 / (60,657 - 17,85 + 89,24) = 13,88 \text{ mm}$$

La percentuale di ruscellamento, cioè il coefficiente di deflusso, è pari al rapporto R/P = 0,23%.

Si è scelto un **coefficiente di deflusso ϕ cautelativo pari a 0,5**.

8.1.1. Calcolo portata canalette

Nella figura seguente si evidenzia la suddivisione del bacino in settori, ciascuno suddiviso in due sotto-settori. Il deflusso delle acque meteoriche avverrà in maniera totalmente naturale, tramite un apposito sistema di drenaggio costituito da canalette realizzate modellando il terreno. L'acqua meteorica ricadente su ciascuna delle superfici evidenziate, sfruttando le pendenze esistenti e ottenute dalla modellazione dei rifiuti, verrà convogliata al pozzetto di raccolta, dal quale vengono inviate al bacino di accumulo. Le acque di ruscellamento invase possono quindi essere recuperate per gli utilizzi interni; gli eventuali volumi eccedenti i consumi interni vengono smaltiti al suolo mediante i pozzi perdenti posti a valle del bacino di accumulo.

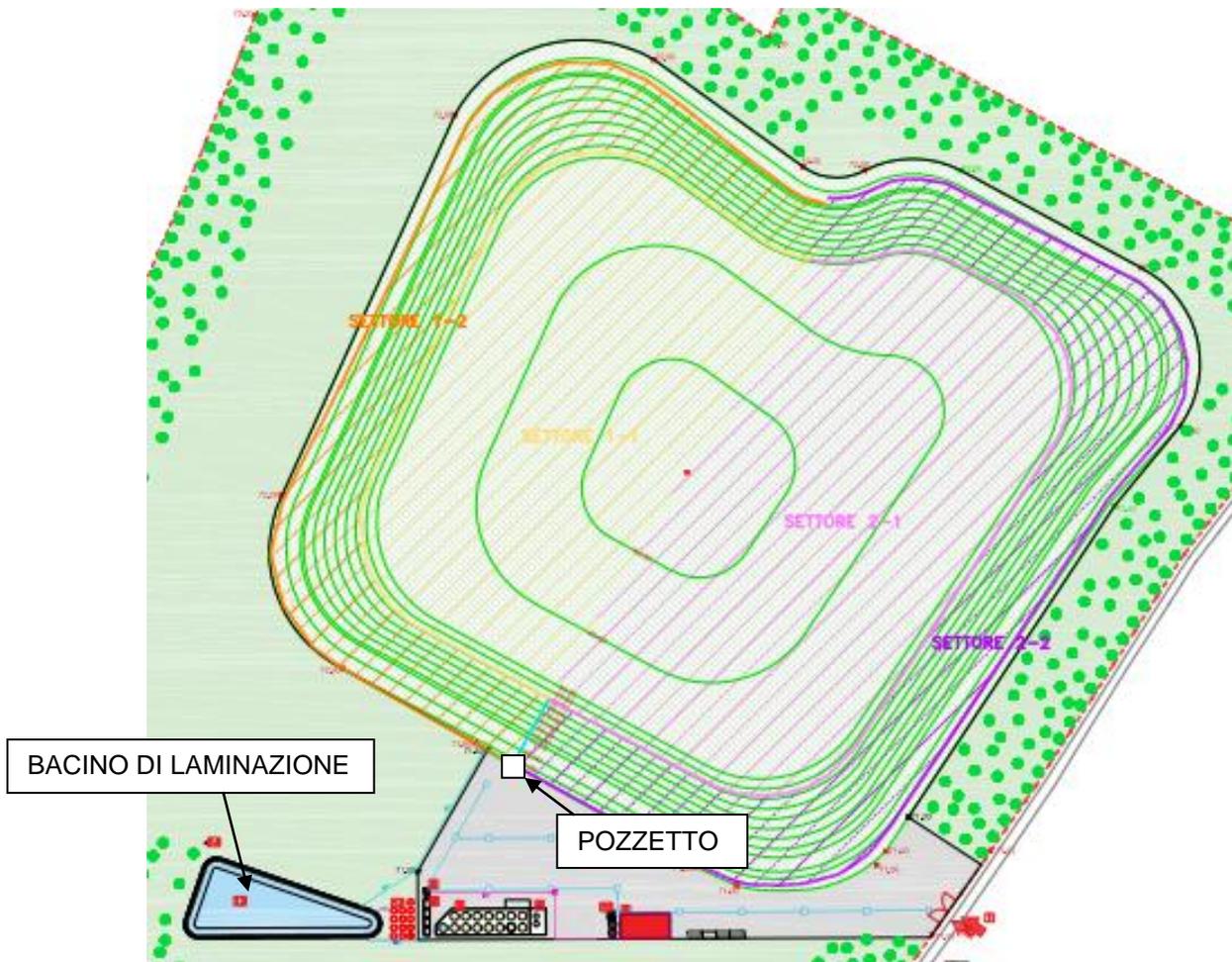


Figura 6.5: Canalette di raccolta acque meteoriche

Il dimensionamento della rete in progetto di gestione delle acque meteoriche di ruscellamento dalla copertura della discarica è stato svolto sulla base delle precipitazioni intense di breve durata e tempo di ritorno pari a 50 anni. Tale calcolo è stato eseguito per ognuna delle canalette di progetto perché in ognuna scorre una portata differente, che dipende dal tempo di corrivazione del sotto-bacino sotteso dalla canaletta.

Per ognuna delle canalette si è determinata l'equazione relativa alla linea segnalatrice di probabilità pluviometrica, la cui espressione utilizzata in Italia è del tipo esponenziale monomia:

$$h = a t^n$$

in cui:

h = altezza di precipitazione (mm);

t = durata corrispondente (h);

a, n = parametri caratteristici di una determinata stazione pluviografica che dipendono dal tempo di ritorno.

Relazione di compatibilità idraulica

I dati relativi ai parametri a e n delle curve pluviometriche con tempo di ritorno 50 anni e durata inferiore all'ora, sono stati reperiti dal servizio on-line di Arpa Veneto, come descritto precedentemente, e sono rispettivamente pari a 76,085 e 0,487.

Per determinare la portata al colmo si utilizza il metodo del calcolo cinematico o della corrivazione. Tale metodo considera significativi i soli processi di traslazione dell'acqua nel bacino, basandosi sulla conoscenza del tempo di corrivazione del bacino, il quale è definito come "il tempo necessario ad una particella di acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino lungo il percorso idraulicamente più lungo".

Il modello di corrivazione si basa sulle seguenti ipotesi:

- la formazione della piena è dovuta esclusivamente ad un trasferimento di massa liquida;
- ogni goccia d'acqua si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso che dipende esclusivamente dal luogo in cui è caduta;
- la velocità delle gocce d'acqua non è influenzata dalla presenza di altre gocce;
- la portata alla sezione di chiusura è ottenuta sommando tra loro le portate elementari, provenienti dalla diverse parti del bacino, che si presentano al medesimo istante alla sezione di chiusura.

La portata al colmo è espressa dalla formula seguente:

$$Q_{max} = \phi \cdot h/t_c \cdot S$$

dove:

S = superficie di scolo;

h = precipitazione intensa e di breve durata, data dalla curva di probabilità pluviometrica prescelta;

t_c = tempo di corrivazione, rappresentato dal tempo necessario affinché una goccia di pioggia caduto nel punto più lontano dell'area di scolo riesca a raggiungere la sezione di chiusura;

ϕ = coefficiente di deflusso.

Il calcolo è stato svolto in riferimento alle seguenti assunzioni:

- durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione, che rappresenta la condizione più gravosa;
- coefficiente di deflusso γ pari a 0,5, ottenuto precedentemente attraverso il metodo CN.

PROGECO AMBIENTE S.p.A.

Impianto per il fabbisogno regionale di smaltimento rifiuti contenenti amianto da realizzare nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR), località Ca' Baldassarre

Relazione di compatibilità idraulica

Il tempo di corrivazione t_c utilizzato ai fini del progetto è stato ottenuto dalla media dei valori di t_c calcolati con le principali formule di letteratura:

Turazza	$t_c=1,085x(S/100)^{0,5}$
Ventura*	$t_c=0,315x(S/100)^{0,5}$
Giandotti	$t_c=[4x(S/100)^{0,5}+1,5xL/1000]/[0,8x(Lxi)^{0,5}]$
Pasini	$t_c=0,0045xi^{0,5}x(S/100xL/100)^{1/3}$
Ongaro	$t_c=0,18x(S/100xL/100)^{1/3}$
Kirpich	$t_c=0,000325xL^{0,77}xi^{-0,385}$
J. Schaaake	$t_c=(1,4xL^{0,24})/((100xi)^{0,16}x60x\phi^{0,26})$
Ventura	$t_c=0,053x(S/100x1/i)^{0,5}$

Per poter calcolare il valore del volume di acqua massimo in arrivo, è necessario conoscere la durata critica cioè la durata che massimizza la differenza tra il volume entrante nel sistema e quello uscente. Il volume è pari alla portata massima per la durata critica.

La durata critica risulta pari a **1 ora**. I risultati sono riassunti nella seguente tabella.

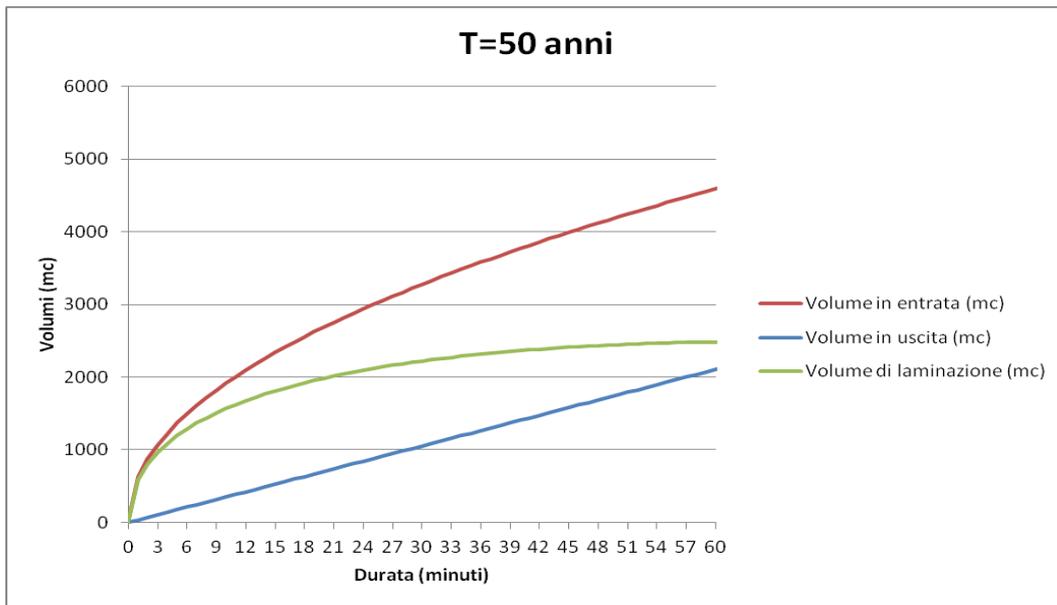
Durata (minuti)	Durata (ore)	Altezza di pioggia (mm)	Intensità di pioggia (mm/h)	Volume in uscita (mc)	Volume in entrata (mc)	Volume di laminazione (mc)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,017	10,360	621,571	35,100	625,010	589,910
2	0,033	14,519	435,574	70,200	875,969	805,769
3	0,050	17,689	353,775	105,300	1067,198	961,898
4	0,067	20,349	305,235	140,400	1227,695	1087,295
5	0,083	22,685	272,219	175,500	1368,628	1193,128
6	0,100	24,791	247,913	210,600	1495,708	1285,108
7	0,117	26,724	229,063	245,700	1612,315	1366,615
8	0,133	28,520	213,897	280,800	1720,648	1439,848
9	0,150	30,203	201,356	315,900	1822,230	1506,330
10	0,167	31,794	190,761	351,000	1918,170	1567,170
11	0,183	33,304	181,659	386,100	2009,303	1623,203
12	0,200	34,746	173,728	421,200	2096,276	1675,076
13	0,217	36,127	166,739	456,300	2179,604	1723,304
14	0,233	37,454	160,519	491,400	2259,704	1768,304
15	0,250	38,734	154,937	526,500	2336,918	1810,418
16	0,267	39,971	149,892	561,600	2411,535	1849,935
17	0,283	41,169	145,302	596,700	2483,795	1887,095
18	0,300	42,331	141,103	631,800	2553,905	1922,105
19	0,317	43,460	137,243	666,900	2622,045	1955,145
20	0,333	44,560	133,679	702,000	2688,368	1986,368
21	0,350	45,631	130,374	737,100	2753,011	2015,911

PROGECO AMBIENTE S.p.A.

Impianto per il fabbisogno regionale di smaltimento rifiuti contenenti amianto da realizzare nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR), località Ca' Baldassarre

Relazione di compatibilità idraulica

Durata (minuti)	Durata (ore)	Altezza di pioggia (mm)	Intensità di pioggia (mm/h)	Volume in uscita (mc)	Volume in entrata (mc)	Volume di laminazione (mc)
22	0,367	46,677	127,300	772,200	2816,093	2043,893
23	0,383	47,698	124,430	807,300	2877,720	2070,420
24	0,400	48,697	121,743	842,400	2937,988	2095,588
25	0,417	49,675	119,220	877,500	2996,980	2119,480
26	0,433	50,633	116,845	912,600	3054,774	2142,174
27	0,450	51,572	114,604	947,700	3111,439	2163,739
28	0,467	52,493	112,486	982,800	3167,037	2184,237
29	0,483	53,398	110,479	1017,900	3221,625	2203,725
30	0,500	54,287	108,574	1053,000	3275,255	2222,255
31	0,517	55,161	106,763	1088,100	3327,977	2239,877
32	0,533	56,021	105,039	1123,200	3379,832	2256,632
33	0,550	56,866	103,393	1158,300	3430,863	2272,563
34	0,567	57,699	101,822	1193,400	3481,107	2287,707
35	0,583	58,519	100,319	1228,500	3530,598	2302,098
36	0,600	59,328	98,880	1263,600	3579,369	2315,769
37	0,617	60,125	97,500	1298,700	3627,449	2328,749
38	0,633	60,911	96,175	1333,800	3674,868	2341,068
39	0,650	61,686	94,902	1368,900	3721,650	2352,750
40	0,667	62,451	93,677	1404,000	3767,822	2363,822
41	0,683	63,207	92,498	1439,100	3813,404	2374,304
42	0,700	63,953	91,362	1474,200	3858,420	2384,220
43	0,717	64,690	90,265	1509,300	3902,889	2393,589
44	0,733	65,419	89,207	1544,400	3946,831	2402,431
45	0,750	66,138	88,185	1579,500	3990,264	2410,764
46	0,767	66,850	87,196	1614,600	4033,204	2418,604
47	0,783	67,554	86,239	1649,700	4075,668	2425,968
48	0,800	68,250	85,313	1684,800	4117,670	2432,870
49	0,817	68,939	84,415	1719,900	4159,227	2439,327
50	0,833	69,621	83,545	1755,000	4200,350	2445,350
51	0,850	70,295	82,700	1790,100	4241,054	2450,954
52	0,867	70,963	81,881	1825,200	4281,350	2456,150
53	0,883	71,625	81,084	1860,300	4321,251	2460,951
54	0,900	72,280	80,311	1895,400	4360,767	2465,367
55	0,917	72,928	79,558	1930,500	4399,909	2469,409
56	0,933	73,571	78,826	1965,600	4438,689	2473,089
57	0,950	74,208	78,114	2000,700	4477,114	2476,414
58	0,967	74,839	77,420	2035,800	4515,195	2479,395
59	0,983	75,465	76,744	2070,900	4552,941	2482,041
60	1,000	76,085	76,085	2106,000	4590,360	2484,360



Si riporta la tabella riassuntiva con i tempi di corrivazione e la determinazione della portata al colmo per ogni canaletta e del volume di acqua corrispondente (pari alla Q_{max} per il tempo di corrivazione):

Tabella 6.2: riepilogo valori di tempo di corrivazione, portata al colmo e volume di pioggia per ogni canaletta

BACINO OVEST	S [mq]	t _c [min]	h [mm]	Q _{max} [l/s]	Q _{max} in arrivo [l/s]	V _{pioggia} [mc]	V _{pioggia} in arrivo [l/s]
SETTORE 1-1	17.656	15,65	39,54	371,76	1.587,38	1.338,32	5.714,56
SETTORE 1-2	10.143	5,46	23,67	366,70		1.320,12	
SETTORE 2-1	20.017	16,33	40,37	412,43		1.484,75	
SETTORE 2-2	12.516	5,85	24,49	436,49		1.571,37	

9.1.1. Dimensionamento canalette

Il dimensionamento delle canalette consiste nella determinazione, assegnata la Q da convogliare, della pendenza e delle caratteristiche geometriche della sezione trasversale.

Dal momento che si tratta di un problema idraulicamente indeterminato, per effettuare il dimensionamento delle canalette di raccolta delle acque meteoriche, si utilizza un procedimento iterativo fino a giungere alla verifica della seguente condizione:

$$Q_{deflusso} \geq Q_{colmo}$$

La Q_{deflusso}, cioè la portata massima ammissibile, si determina mediante la formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

$$Q(h) = A(h) \cdot \chi \cdot \sqrt{R(h) \cdot j}$$

in cui:

h = altezza di moto uniforme della corrente rispetto al fondo;

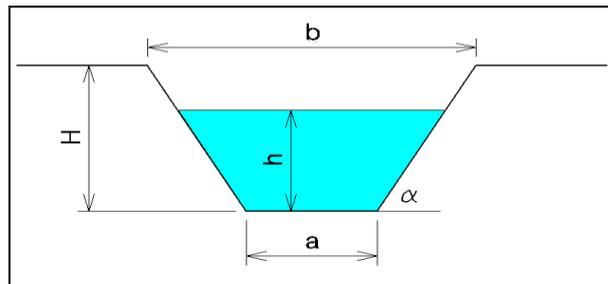
$R(h)$ = raggio idraulico, definito come il rapporto tra l'area della sezione trasversale della corrente, detta area bagnata $A(h)$, e il perimetro bagnato $P(h)$ della corrente;

χ = coefficiente di resistenza, espresso secondo la relazione di Gauckler Strickler:

$$\chi = K_s \cdot R(h)^{1/6}$$

j = cadente piezometrica che rappresenta le dissipazioni energetiche per unità di lunghezza, che nel caso di moto uniforme è pari alla pendenza.

Si considerano canalette con sezione trapezoidale, come riportato di seguito:



in cui:

H = altezza [m];

a = base minore [m];

b = base maggiore [m];

h = tirante idraulico [m];

α = inclinazione della scarpata.

Si è scelto di dimensionare la canaletta in cui scorre la portata maggiore pari a 436,49 l/s, e tutte le altre canalette avranno le stesse dimensioni, a favore di sicurezza.

Sono stati scelti i seguenti valori, con i quali si ricavano velocità e portata.

Caratteristiche sezioni canalette	
Altezza H	1,00 m
Base minore a	0,30 m
Base maggiore b	1,00 m
Tirante $h = H * 0,75$	0,75 m
Pendenza i	0,5 %
Coeff. di scabrosità di Strickler Ks	40 m ^{1/3} /s
Dati sezione risultanti	
Perimetro bagnato P	1,889 m
Area bagnata A	0,4219 m ²
Raggio idraulico A/P	0,223 m

Figura 6.6: Dati relativi alle caratteristiche della sezione trapezoidale

Imponendo che il moto avvenga secondo il moto uniforme, cioè che la corrente sia caratterizzata da traiettorie rettilinee e parallele con valori costanti nel tempo e nello spazio, si ottiene una portata pari a 0,439 m³/s, come riportato nella tabella seguente:

Risultati canalette	
χ	31,16
Velocità nella condotta v	1,04 m/s
Portata di deflusso Q	0,439 m ³ /s

Figura 6.7: Dati risultati canaletta

Tale portata di deflusso risulta scorrere con velocità almeno pari a 0,75 m/s - velocità minima per evitare la crescita di vegetazione che comporterebbe la diminuzione della capacità di trasporto del canale – ed, inoltre, sono superiori alla portata di colmo relativa; quindi la relazione tale per cui

$$Q_{\text{deflusso}} (439,20 \text{ l/s}) \geq Q_{\text{colmo}} (436,49 \text{ l/s})$$

risulta verificata.

7 VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA A RIPRISTINO

La verifica della compatibilità idraulica è stata effettuata seguendo il procedimento descritto nel capitolo precedente, anche nella configurazione di impianto a ripristino ambientale avvenuto.

La norma (allegato A al Dgr n.2948 del 6 ottobre 2009) afferma che *“le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata.*

Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura.”

Tale verifica è stata ne eseguita tenendo conto separatamente della superficie della collina a verde e, a parte, dell'area servizi così come da nuova configurazione in fase post-operativa.

Bacino a ripristino

L'acqua meteorica che deve essere gestita dalle opere di compensazione idraulica è quella raccolta dalle canalette dimensionate nel capitolo precedente, ricadente su una **superficie totale di 60.332 mq.**

	Ante intervento	Post intervento	Differenza	
Coefficiente di deflusso	0,2	0,5	-	
t _c	111,42 min	38,94 min	-	
Durata critica	-	60,00 min	-	
T = 50 anni	Altezza di pioggia	102,85 mm	61,64 mm	-
	Volume di pioggia	1.241,02 mc	1.859,47 mc	-
	Portata di deflusso	185,64 l/s	795,83 l/s	610,19 l/s
T = 200 anni	Altezza di pioggia	126,48 mm	77,09 mm	
	Volume di pioggia	1.526,20 mc	2.325,56 mc	
	Portata di deflusso	228,30 l/s	995,31 l/s	767,01 l/s

Relazione di compatibilità idraulica

- Secondo quanto imposto dalla Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009, si devono smaltire il 75% degli aumenti di portata rispetto alle condizioni ante intervento, considerando un tempo di ritorno di 200 anni in pianura.

Il 75% dell'aumento di portata con $T = 200$ anni è pari al 75% di 767,01 l/s, cioè **575,25 l/s**.

Un pozzo perdente di diametro pari a 2 m e altezza utile di 5 m, dimensionato nel capitolo precedente, è in grado di smaltire una portata di circa 45 l/s. Sono necessari **n.13 pozzi perdenti** per smaltire l'aumento di portata causato dall'aumento di impermeabilizzazione della collina a ripristino avvenuto.

- In accordo con la Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009, le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata, facendo riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Il 50% dell'aumento di portata con $T = 50$ anni è pari al 50% di 610,19 l/s, a cui corrisponde un volume pari a:

$$V(50\% \Delta Q) = 50\% \Delta Q \cdot t_c = 305,09 \text{ l/s} \cdot 60,00 \text{ min} = \mathbf{1.098,34 \text{ mc}}$$

Un pozzo perdente di diametro pari a 2 m e altezza utile di 5 m, dimensionato nel capitolo precedente, è in grado di laminare 21,60 mc di acqua; i n.13 pozzi perdenti previsti sono in grado di laminare un volume di 280,78 mc.

Le canalette dimensionate nel capitolo precedente, con lunghezza totale di 1.677 m, sono in grado di laminare un volume di 613,15 mc.

Inoltre è disponibile il bacino di accumulo di 3000 mc (di cui sono necessari per la verifica della compatibilità idraulica solamente 205 mc).

Le canalette e i pozzi sono sufficienti a garantire la compatibilità idraulica.

Inoltre è stato verificato che il tempo di svuotamento sia inferiore a 48 ore, come di seguito esplicitato.

$$t_{\text{svuotamento}} = V_{\text{laminazione}} / Q_{\text{infiltrata}} = 1.098,93 \text{ mc} / 585 \text{ l/s} = 1,88 \text{ h}$$

In particolare si ottiene che il **tempo di svuotamento** dato dal rapporto tra il volume di laminazione totale (613,15 mc laminati dai n.13 pozzi perdenti, 613,15 mc laminati nelle canalette e 205 mc laminati nel bacino di accumulo) e la portata infiltrata (585 l/s infiltrati dai n.13 pozzi perdenti) è pari a **1,88 ore**.

Zona asfaltata

L'acqua meteorica che deve essere gestita dalle opere di compensazione idraulica dell'area servizi in fase di ripristino ambientale avvenuto è quella ricadente su una **superficie di 7.814,50 mq**, costituita da piazzale (6.339 mq), copertura ufficio (157,50 mq) e superficie del bacino di accumulo (1.318 mq).

	Ante intervento	Post intervento	Differenza	
Coefficiente di deflusso	0,2	0,9	-	
t_c	40,10 min	14,74 min	-	
T = 50 anni	Altezza di pioggia	62,53 mm	38,41 mm	-
	Volume di pioggia	97,72 mc	270,14 mc	-
	Portata di deflusso	40,62 l/s	305,39 l/s	264,77 l/s
T = 200 anni	Altezza di pioggia	78,16 mm	48,79 mm	
	Volume di pioggia	122,16 mc	343,14 mc	
	Portata di deflusso	50,78 l/s	387,91 l/s	337,14 l/s

- Secondo quanto imposto dalla Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009, si devono smaltire il 75% degli aumenti di portata rispetto alle condizioni ante intervento, considerando un tempo di ritorno di 200 anni in pianura.

Il 75% dell'aumento di portata con T = 200 anni è pari al 75% di 337,14 l/s, cioè **252,85 l/s**.

Un pozzo perdente di diametro pari a 2 m e altezza utile di 5 m, dimensionato nel capitolo precedente, è in grado di smaltire una portata di circa 45 l/s. Si prevede di mantenere in funzione **n.6 pozzi perdenti** di quelli installati in fase gestionale.

- In accordo con la Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009, le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata, facendo riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Il 50% dell'aumento di portata con T = 50 anni è pari al 50% di 264,77 l/s, a cui corrisponde un volume pari a:

$$V (50\% \Delta Q) = 50\% \Delta Q \cdot d_c = 132,38 \text{ l/s} \cdot 4,00 \text{ min} = \mathbf{31,77 \text{ mc}}$$

Un pozzo perdente di diametro pari a 2 m e altezza utile di 5 m, dimensionato nel capitolo precedente, è in grado di laminare 21,60 mc di acqua; i n.6 pozzi perdenti previsti sono in grado di laminare un volume di 129,59 mc.

Relazione di compatibilità idraulica

La rete di raccolta acque meteoriche (diametro medio 200 mm, lunghezza totale 300 m) è in grado di laminare un volume di acqua pari a 7,00 mc.

Le tubazioni e i pozzi sono sufficienti a garantire la compatibilità idraulica.

Inoltre è stato verificato che il tempo di svuotamento sia inferiore a 48 ore, come di seguito esplicitato.

$$t_{\text{svuotamento}} = V_{\text{laminazione}} / Q_{\text{infiltrata}} = 136,59 \text{ mc} / 270 \text{ l/s} = 0,51 \text{ h}$$

In particolare si ottiene che il **tempo di svuotamento** dato dal rapporto tra il volume di laminazione totale (129,59 mc laminati dai n.6 pozzi perdenti, 7 mc laminati nelle tubazioni) e la portata infiltrata (270 l/s infiltrati dai n.6 pozzi perdenti) è pari a **0,51 ore**.

8 CONCLUSIONI

La presente relazione è predisposta al fine di eseguire la verifica della compatibilità idraulica del sistema di gestione delle acque meteoriche inerenti il progetto relativo alla costruzione ed esercizio di un impianto di smaltimento (D1) per rifiuti Rifiuti Contenenti Amianto (RCA) nel Comune di Valeggio sul Mincio (VR); ditta titolare Progeco Ambiente S.p.A..

Il sito non è a pericolosità idraulica, come risulta dalla documentazione cartografica degli Enti preposti.

Sulla base delle trasformazioni previste si è valutata l'entità delle variazioni sulla permeabilità dei terreni e sul deflusso delle acque meteoriche e si sono definite adeguate misure di compensazione.

In particolare le acque di prima pioggia vengono sottoposte a trattamento di dissabbiatura/disoleatura e successivamente inviate a serbatoio dedicato alloggiato nella vasca di contenimento dei serbatoi del percolato e, da qui, o utilizzate per usi interni al bacino di discariche o periodicamente a smaltimento presso impianti terzi.

Le acque di seconda pioggia vengono invece inviate in un bacino di accumulo di capacità 3.000 mc collegato alla rete acque industriali e al sistema di irrigazione. Solo i volumi di seconda pioggia eccedenti il fabbisogno idrico interno, verranno inviati allo scarico mediante n. 19 pozzi perdenti complessivi, posti a valle del bacino di accumulo. In particolare, in fase gestionale si ha la necessità di attivare solo n.7 pozzi perdenti. In fase di avvenuto ripristino si ha la necessità di attivare n.6 pozzi perdenti per la gestione delle acque di seconda pioggia dell'area servizi e n.13 pozzi perdenti per la gestione delle acque di ruscellamento generate ad avvenuto ripristino. Un pozzetto di campionamento, realizzato prima dell'immissione in ambiente, consente di poter campionare le acque allo scarico.

Le verifiche hanno mostrato che le opere sono compatibili con i criteri e i metodi stabiliti dalla normativa per il rispetto della compatibilità idraulica.