

**Comune di Cadelbosco di Sopra**  
Reggio Emilia ( RE )

**Società Agricola Biopig Italia s.s. di Cascone Luigi e C.**  
sede : Via Marzabotto 01 - Località Nogara ( VR )

**Progetto per la ristrutturazione con ripristino della potenzialità  
di allevamento e contestuale variante al PdC n. 20/010 del  
15.02.2021 del centro zootecnico ubicato in Via Liuzzi, 9  
a Cadelbosco di Sopra (RE)**

Allegato

Aprile 2021

F

01

oggetto

RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

**Il Progettista**

Negrini geom. Stefano

**Il Richiedente**

Società Agricola BIOPIG ITALIA s.s.  
di Cascone Luigi & C.

**Il Direttore Lavori**

Negrini geom. Stefano



Società Agricola  
**BIOPIG ITALIA**  
di Cascone Luigi & C. s.s.

**I Relatori**

Negrini geom. Stefano - Martini geom. Isacco - Franzini geom. Andrea  
dott. agr. Gino Benincà - dott. agr. Pierluigi Martorana -  
dott. p.a. Giacomo De Franceschi

**Con la collaborazione di:**

Geostudio, Studio Perissinotto,  
Peroni geom. Moreno.



**STUDIO TECNICO NEGRINI**  
di  
Negrini Geom. Stefano  
Via Fellini n° 3 - 37054 - Nogara - ( Vr )  
Tel : 0442-50530 ----- E-Mail : frkne.negrini@gmail.com  
C.F. : NGR SFN 62E15 F918 I -----P.Iva : 0180219 023 9



**STUDIO BENINCA' - Associazione tra Professionisti**  
Via Serena, 1 - 37036 San Martino Buon Albergo (VR)  
Tel : 0458799229- Fax : 0458780829  
pec: tecnico@pec.studiobeninca.it email: info@studiobeninca.it

**PROGETTO PER LA RISTRUTTURAZIONE  
CON RIPRISTINO DELLA POTENZIALITÀ DI ALLEVAMENTO  
E CONTESTUALE VARIANTE AL P.D.C. N. 20/010 DEL 15.02.2021  
DEL CENTRO ZOOTECNICO UBICATO IN VIA LIUZZI, 9  
A CADELBOSCO DI SOPRA (RE)**



ELABORATO	RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA D.G.R. N. 1300/2016					
COMMITTENTE	SOCIETA' AGRICOLA BIOPIG ITALIA S.S. DI CASCONI LUIGI & C.					
TECNICO/I INCARICATO/I	Dott.ssa Ing. Alessia Canteri		Dott. Geol. Alberto Cò			
						
			<b>Alberto Cò - Ilaria Merci</b> Geologi - Tecnici Ambientali infocogeologi@gmail.com via g.camuzzoni, 1 - 37138 verona p.iva 04383630235			
0			Merci	Canteri	Cò	19/04/21
REV	Descrizione		elaborato	verificato	approvato	data
CODICE	GS	621	NUM. ELABORATO – F01		File: F01 - Relazione di Invarianza Idraulica.docx	



## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3	DESCRIZIONE PROGETTO.....	5
4	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLISTICO.....	8
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....	12
5.1	inquadramento geologico e geomorfologico.....	12
5.2	inquadramento idrogeologico e idrografico.....	16
6	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO.....	22
6.1	trasformazioni delle superfici in termini di impermeabilizzazione.....	22
6.2	analisi idrologica.....	24
6.3	determinazione delle misure per l'invarianza idraulica.....	24
7	MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO.....	27
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.....	28



Codice di Rif.: GS621

Verona, 19 aprile 2021

## 1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la ristrutturazione con ripristino della massima potenzialità del centro zootecnico sito in Via Liuzzi n. 9 di Cadelbosco di Sopra e la contestuale variante al P.d.C. n. 20/010 del 15.02.2021, è stato redatto il presente studio finalizzato a dimostrare l'ammissibilità degli interventi in progetto in relazione all'assetto idraulico dell'area, verificando le possibili interazioni e interferenze e prospettando soluzioni atte a garantire il corretto regime idraulico.

Una volta fornita la descrizione delle caratteristiche attuali dei luoghi interessati dal progetto, il presente studio sarà volto a valutare le modifiche introdotte dall'intervento progettuale previsto, verificandone l'ammissibilità e proponendo delle eventuali misure compensative secondo il principio dell'invarianza idraulica, allo scopo cioè di smaltire le acque meteoriche di dilavamento senza alterare il regime idraulico del territorio coinvolto.

Va detto come l'intervento in esame rappresenti la fase finale a completamento di un più ampio progetto finalizzato a modificare ed adeguare l'intero complesso alle migliori tecniche disponibili sotto il profilo ambientale e del benessere degli animali.

Nel redigere il presente studio si è quindi potuto far riferimento a quanto riscontrato nel corso delle indagini condotte *in situ* nell'ambito della presente e delle precedenti fasi progettuali, descritte con maggior dettaglio negli specifici elaborati.



## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento ed alle successive raccomandazioni:

LEGGE 31/07/2002 N. 179 - <i>Disposizioni in materia ambientale.</i>
D.G.R. 14/02/2005 N. 286 Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art. 39, d. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152)
DELIBERAZIONE 21/12/2005 N. 40 <i>Piano di Tutela delle Acque</i>
D.LGS. 03/04/2006 N. 152 E S.M.I. - <i>Norme in materia ambientale.</i>
D.G.R. 18/12/2006 N. 1860 Linee guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286+ del 14/02/2005
D.G.R. 01/08/2016 N. 1300 <i>Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell'art. 58 elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del progetto di variante al PAI e al PAI Delta adottato dal comitato istituzionale Autorità di Bacino del Fiume Po con Deliberazioni n. 5/2015</i>



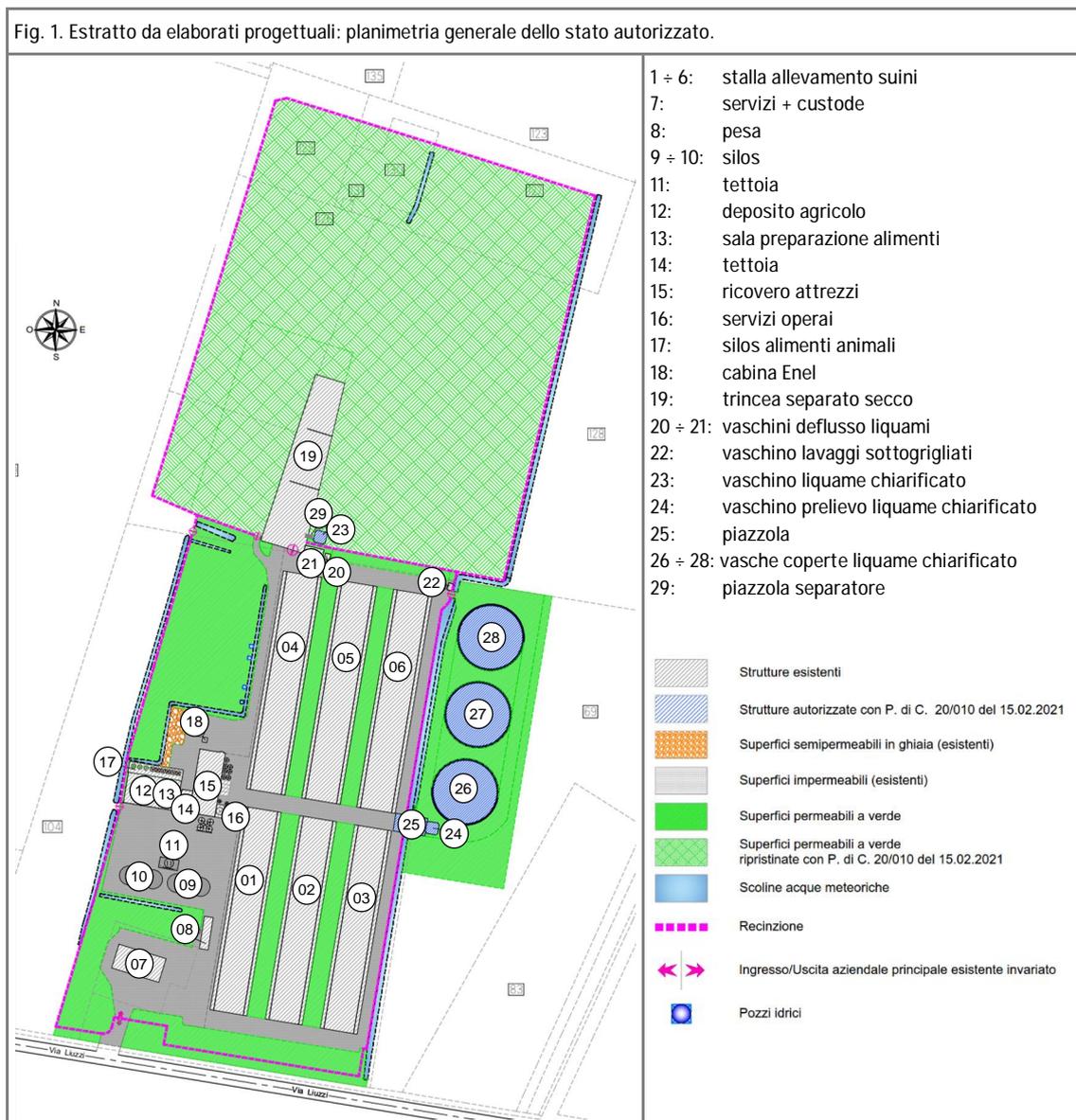
### 3 DESCRIZIONE PROGETTO

Come già anticipato in premessa, il progetto in esame prevede di ricondurre il centro zootecnico alla massima potenzialità consentita dalle strutture di allevamento esistenti. Quanto in esame si pone come fase conclusiva di una serie di interventi oggetto di precedenti fasi progettuali, ossia sinteticamente:

- sistema di alimentazione: sostituzione completa degli impianti utilizzati per la preparazione della razione, adeguamento delle linee di distribuzione ed installazione di nuovi silos per lo stoccaggio dei prodotti alimentari;
- stoccaggio dei reflui: dismissione e chiusura dei lagoni precedentemente utilizzati per lo stoccaggio dei liquami e loro sostituzione mediante edificazione di tre vasche cilindriche, in cemento armato impermeabilizzato, chiuse con una copertura galleggiante in polietilene espanso.

A seguito degli interventi di cui sopra la configurazione del centro zootecnico in esame, nel seguito richiamata come "stato autorizzato", risulterà essere quella riportata nella figura seguente.

Fig. 1. Estratto da elaborati progettuali: planimetria generale dello stato autorizzato.





Pur rimandando agli elaborati progettuali per maggior dettaglio, con riferimento all'estratto planimetrico riportato in Fig. 2 alla pagina seguente, l'intervento in esame prevede quanto segue:

- stabulazione degli animali: sostituzione dei grigliati (su tre dei sei capannoni); sostituzione delle finestre (tutti i capannoni); sostituzione dei portoni di ingresso (tutti i capannoni);
- asportazione dei liquami dalle stalle: ristrutturazione del sistema esistente di asportazione dei liquami dai sottogrigliati mediante ricircolo della frazione chiarificata del liquame;
- trattamento dei liquami: separazione del liquame mediante separatore a compressione elicoidale; abbattimento dell'azoto mediante trattamento di nitrificazione-denitrificazione del chiarificato;
- stoccaggio dei reflui: edificazione di ulteriori tre vasche di stoccaggio dotate di copertura galleggiante in polietilene espanso; ristrutturazione della platea di stoccaggio della frazione solida prodotta dal separatore;
- strutture accessorie: ristrutturazione e cambio d'uso dell'attuale mangimificio aziendale; ristrutturazione interna del fabbricato adibito a servizi e abitazione del custode; ristrutturazione del locale servizi per il personale; realizzazione di un'area di manovra; pozzi per l'approvvigionamento idrico;
- biosicurezza: realizzazione di una recinzione interna per l'isolamento delle strutture di stabulazione (zona pulita); realizzazione di un'area di stoccaggio dei rifiuti e delle carcasse degli animali morti; realizzazione di una piazzola di disinfezione dei mezzi in transito in allevamento;
- altre strutture: ristrutturazione della recinzione esistente del centro zootecnico; realizzazione di un bacino di laminazione per la raccolta delle acque meteoriche; piantumazione dell'ambito di intervento.

Per quanto di specifico interesse in merito alle tematiche trattate nel presente elaborato e con riferimento alla già citata Fig. 2 di cui alla pagina seguente, il progetto in esame prevede quali opere principali la realizzazione di:

N. INTERVENTO	DESCRIZIONE
33 ÷ 34	<b>VASCHE SCOPERTE NITRO/DENITRO</b> Impianto di nitrificazione-denitrificazione costituito da due vasche cilindriche di diametro interno pari a 22 m, altezza interna di 6,0 m per un volume utile di 2.279,64 m <sup>3</sup> cd. Tali vasche fonderanno ad una quota di -2,4 m da "quota ± 0,00 di progetto".
38	<b>VASCHINO MULTIFUNZIONE LIQUAME CHIARIFICATO</b> Di dimensioni interne pari a 5,40 x 5,40 m ed altezza pari a 4,75 m, per un volume utile di 109.35 m <sup>3</sup> , tale manufatto risulterà interrato e fondante a - 4,9 m da "quota ± 0,00 di progetto".
35 ÷ 37	<b>VASCHE COPERTE DI STOCCAGGIO LIQUAME CHIARIFICATO</b> Caratterizzate da forma cilindrica con diametro interno di 35,5 m ed altezza di 6,0 m per un volume utile di 5.345 m <sup>3</sup> cd., tali vasche fonderanno ad una profondità di - 2,35 m da "quota ± 0,00 di progetto" e saranno dotate di copertura galleggiante.
41	<b>BACINO DI LAMINAZIONE ACQUE METEORICHE</b> Invaso con pianta di fondo di forma rettangolare di dimensioni 5,3 x 92,0 m, profondità rispetto al piano campagna di 1,5 m e sponde modellate con 45° di inclinazione.



Fig. 2. Estratto da elaborati progettuali: planimetria generale dello stato di progetto.



Le opere di cui sopra troveranno posto in corrispondenza dell'area verde posta a Nord dei capannoni solo una volta portata a termine la dismissione dei lagoni che, autorizzata nell'ambito della precedente fase progettuale con P.d.C. n. 20/010 del 15.02.2021, non ha ancora avuto compimento al momento della redazione del presente elaborato.

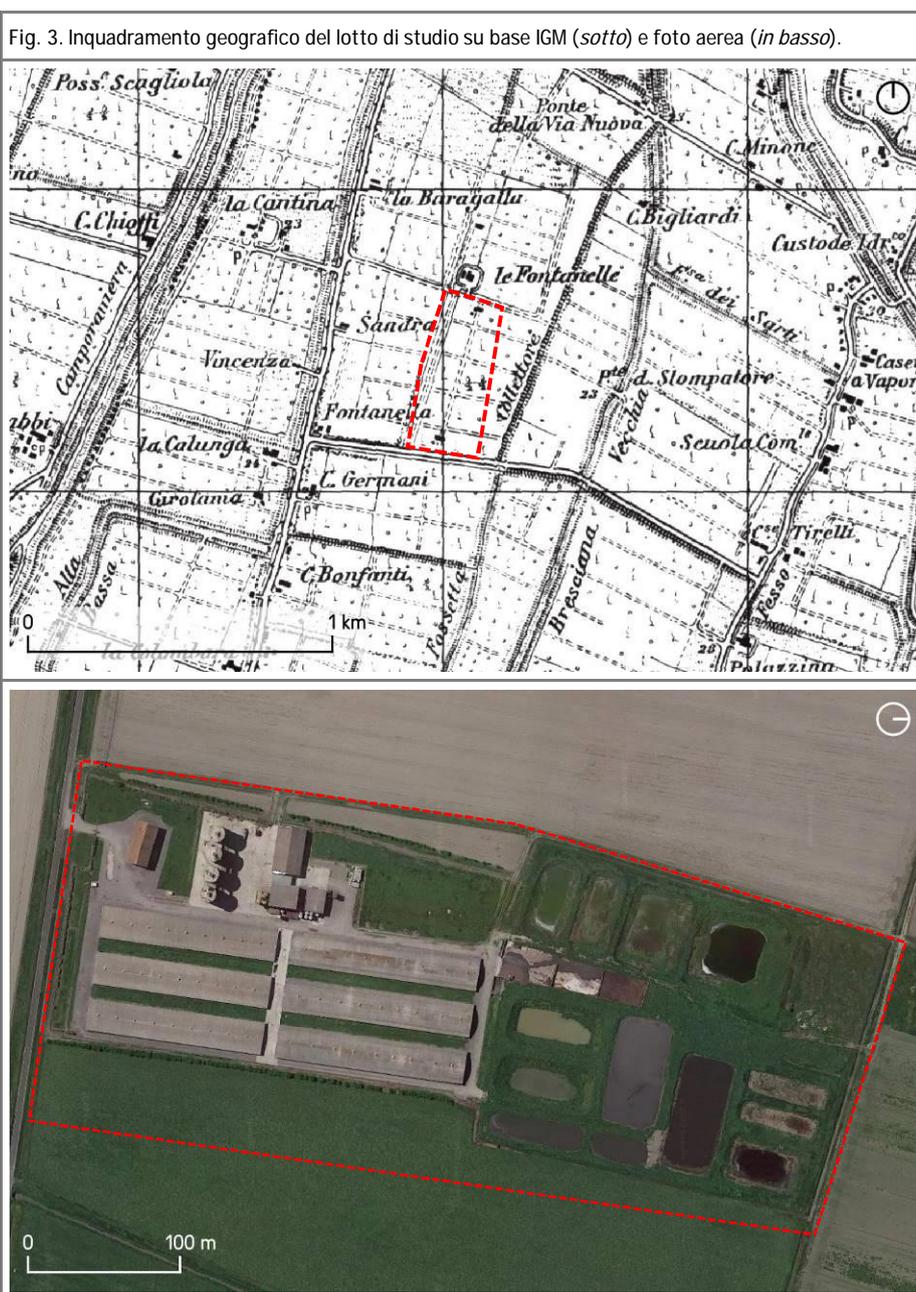
Conseguentemente a ciò, si ritiene di sottolineare come foto ed immagini aeree riportate nel seguito, relative alla campagna indagini eseguita propedeuticamente al presente studio, raffigurino una condizione non corrispondente a quella dello stato autorizzato, ma precedente alla prevista fase di demolizione dei lagoni.

Per maggior dettaglio in merito agli interventi previsti si rimanda alle tavole di progetto.



## 4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLISTICO

Il sito in esame si colloca nella porzione centro settentrionale del territorio comunale di Cadelbosco di Sopra, ad una distanza di 6 km ca. dal centro abitato, più precisamente in Via Liuzzi nei pressi di località Le Fontanelle. Inserito in un contesto prevalentemente agricolo, l'intervento in esame interesserà in varia maniera l'intero centro zootecnico (v. figura seguente).



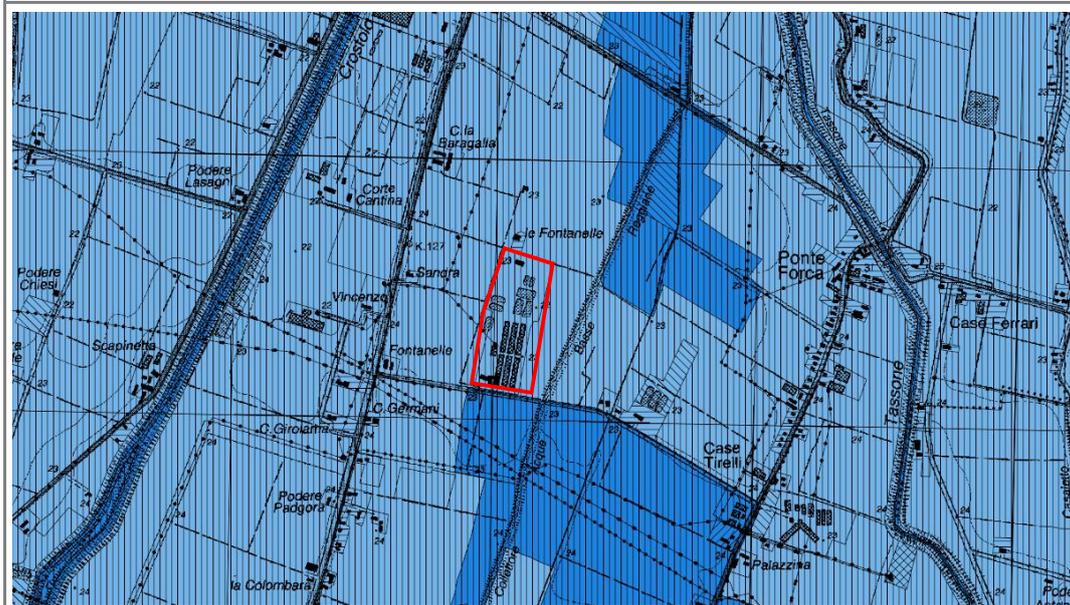
Per quanto riguarda la cartografia generale di riferimento, il territorio considerato ricade nel Foglio 182 SE tavoletta "Castelnovo di Sotto" dell'IGM alla scala 1:25.000 e negli Elementi n. 182161 ("Casaletto") e n. 182162 ("Ponte della Forca") della Carta Tecnica Regionale dell'Emilia - Romagna.



Per quanto concerne le tematiche analizzate nel presente studio, si fa presente innanzitutto come il sito di studio ricada all'interno della fascia fluviale C definita dal P.A.I. come "area di inondazione per piena catastrofica".

L'analisi degli elaborati cartografici (v. estratto nella figura seguente) redatti dall'Autorità di Bacino del fiume Po nell'ambito del "Piano di Gestione del rischio da Alluvioni" (P.G.R.A.), variante n. 3 approvata il 3 Marzo 2016 predisposta ai sensi dell'art.6 della Direttiva 2007/60/CE recepita con D.Lgs.49/2010 indica come il sito di studio ricada nell'ambito a pericolosità "P2 - M (alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)" legato al Reticolo Secondario di Pianura (RSP), ovvero l'insieme dei corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio - bassa pianura padana.

Fig. 4. Estratto dalla "Mappa della pericolosità – Reticolo Secondario di Pianura (RSP)" del P.G.R.A. (da applicazione web-gis della Regione Emilia-Romagna) con indicata in rosso l'area in esame.



■ P2 - M (alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)

▨ Elementi potenzialmente esposti: attività produttive

A tal proposito, il Par. 5.2 della D.G.R. 1300/2016 indica come "[...] nelle aree perimetrate a pericolosità P3 e P2 dell'ambito Reticolo Secondario di Pianura, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti, si deve garantire l'applicazione:

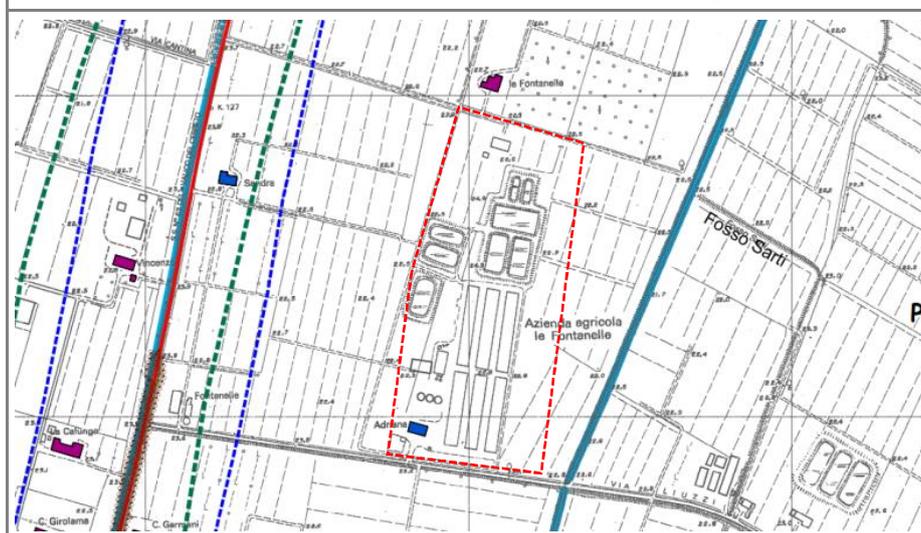
- di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
- di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio."

"[...] La documentazione tecnica di supporto alla procedura abilitativa deve comprendere una valutazione che consenta di definire gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità idrauliche rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione."



L'analisi del Piano Strutturale Comunale del Comune di Cadelbosco di Sopra (Delibera del Consiglio Comunale n. 35/2019), delle tavole e delle "norme tecniche di attuazione" ad esso allegate ha evidenziato quanto segue.

Fig. 5. Estratto dalla "TAV PS2a -Carta delle tutele ambientali, storico-culturali e dei vincoli sovraordinati" del P.S.C. (TAV. PS2), con indicata in rosso l'area d'interesse progettuale.



AMBITI, ZONE ED ELEMENTI DI TUTELA NATURALE E AMBIENTALE

 TR1a - Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua

AMBITI SOGGETTI A TUTELA PAESAGGISTICA AI SENSI DELL'ART.142 DEL D.Lgs. 42/2004

 Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti nell'elenco delle acque pubbliche e relative fasce laterali di 150 m (52,53,63,73,78)

AMBITI INTERESSATI DA RISCHI NATURALI: Reticolo Principale di Pianura e di Fondovalle (PTCP 2016)

 Fascia C

 P2 - M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità (è interessato tutto il territorio comunale)

Il Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) recepisce la delimitazione delle fasce fluviali indicata "Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale" di Reggio Emilia, entro le quali si applicano le norme di tutela del "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (P.A.I.) del Bacino del Fiume Po.

Il sito in esame ricade nello specifico nella fascia fluviale C definita come "Area di inondazione per piena catastrofica". Come indicato al comma 4 dall'art. 53 delle Norme di Attuazione: "Nella fascia C il PSC persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del PAI/PTCP. Il POC dovrà garantire che la progettazione urbanistica degli ambiti di nuovo insediamento e da riqualificare, sia tale da non impedire il deflusso di eventuali acque esondate e/o la formazione di zone endoreiche. Nella fascia C gli interventi di nuova edificazione di rilevante interesse pubblico e gli interventi sul patrimonio edilizio esistente di rilevante interesse pubblico sono assoggettati alle seguenti disposizioni:

- rispettare quote altimetriche di sicurezza ed in particolare una quota minima del pavimento del piano terra almeno pari a 0,50 m dal piano di campagna naturale; - continua -



- segue -

- *si esclude la realizzazione di interrati e seminterrati, mentre si ammettono tali interventi in situazioni in cui siano applicabili presidi idraulici, sia statici che dinamici, che garantiscono la loro non allagabilità.*

*Gli interventi consentiti dal PSC, dal RUE e dal POC debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti."*

Per quanto riguarda l'ambito *"Area di pericolosità P2 -Reticolo Secondario di Pianura"* l'art. 53 bis delle succitate Norme di Attuazione indica come il P.S.C. recepisca la delimitazione delle aree potenzialmente allagabili afferenti al reticolo secondario di pianura e prescrive che, ai sensi dell'art. 68Bis delle norme del PTCP vigente, gli interventi all'interno degli ambiti di cui al comma precedente sono soggetti alle misure di cui alla D.G.R. 1300/2016.

Per quanto riguarda il *"Regolamento Urbanistico Edilizio"* recepisce la delimitazione delle fasce fluviali individuate dal P.T.C.P. e rimanda alle norme di tutela del P.A.I. vigente.

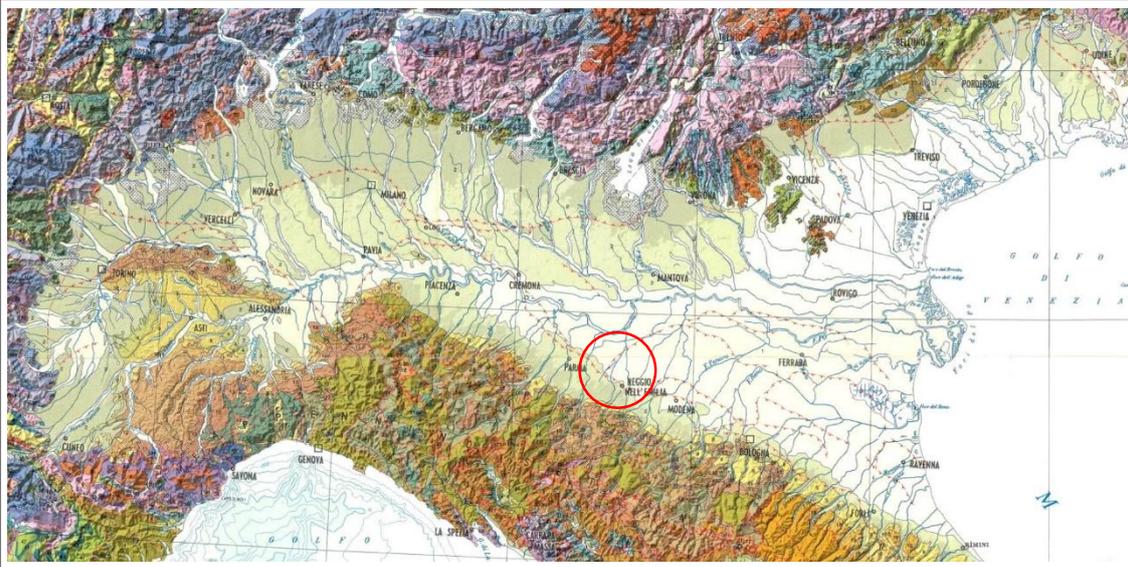


## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

### 5.1 inquadramento geologico e geomorfologico

Dal punto di vista geologico generale l'area d'interesse ricade nel contesto omogeneo della Media – Bassa Pianura Padana Appenninica che costituisce l'espressione geologica più superficiale del Bacino Padano, un bacino sedimentario la cui genesi, nel settore di interesse, è legata allo sviluppo della catena appenninica.

Fig. 6. Estratto fuori scala dalla "Carta Geologica d'Italia" in scala originaria 1:250.000 con indicazione in rosso dell'ambito di studio.



L'evoluzione dell'Appennino può essere schematizzata a partire dalla progressiva chiusura dell'Oceano Ligure – Piemontese (Cretaceo ÷ Eocene medio) ed alla conseguente fase continentale caratterizzata da un regime collisionale tra la placca europea e la placca adriatica. In particolare, le intense spinte deformative che hanno coinvolto l'Appennino Settentrionale durante il Miocene superiore hanno contribuito in maniera sostanziale all'attuale assetto tettonico, causando l'avanzamento in direzione Sud delle falde appenniniche ed il conseguente sviluppo di un bacino di avanfossa antistante (l'odierno Bacino Padano).

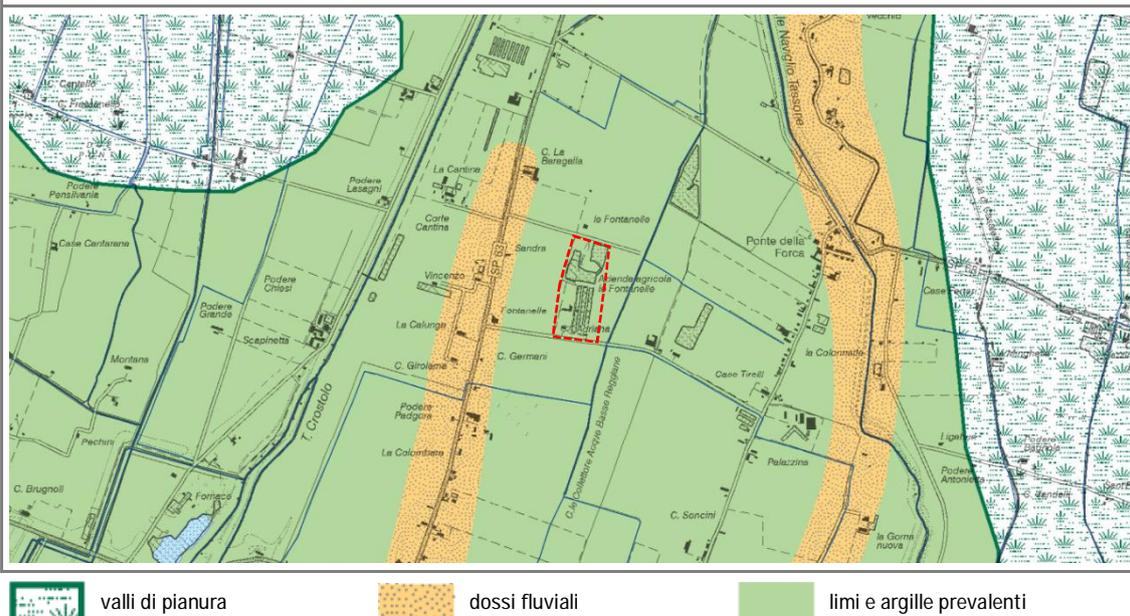
A partire dal Pliocene si registra la presenza di un ambiente marino profondo a sedimentazione pelitica e torbiditica che cessa a partire dal Pleistocene medio per via del progressivo insediamento di un ambiente continentale, in risposta alle ultime fasi di innalzamento della catena appenninica. La testimonianza geologica di questo cambiamento nel regime sedimentario è determinata dalla superficie di *unconformity* che tronca al tetto i depositi marini quaternari e sui quali si sono depositati, in contatto erosivo, i sedimenti alluvionali del Supersistema Emiliano – Romagnolo.

Dal punto di vista geomorfologico, l'andamento attuale risulta legato all'azione modellatrice del Fiume Po e, nella porzione di territorio in esame, dei principali elementi fluviali appenninici (Fiume Enza e Torrente Crostolo).



Ubicato ad una quota altimetrica di riferimento compresa tra 22 e 24 m. s. l. m., il sito in esame ricade in un ambito morfologico pianeggiante blandamente degradante in direzione Nord. Benché la morfologia originaria dei luoghi sia in parte mascherata da passati interventi antropici di miglioria fondiaria, è possibile collocare il sito di interesse progettuale in corrispondenza di un'area depressa interposta a due dossi fluviali riconducibili a canali estinti nell'ambito del Torrente Crostolo (v. figura seguente).

Fig. 7. Estratto dalla "Carta degli elementi fisico – geomorfologici" (P.T.C.P. Provincia di Reggio Emilia - Quadro conoscitivo – Allegato 6 – tavola 1 – 182 SE) con indicato in rosso il sito d'intervento.



Alla scala del rilievo sito specifico va detto come allo stato autorizzato, l'area ove sorgono gli edifici produttivi risulta rilevata rispetto quota piano campagna circostante, mentre l'area interessata dalla dismissione dei lagoni (porzione Nord dell'ambito di progetto) presenterà invece quota altimetrica corrispondente a quella dei terreni limitrofi.

Per un inquadramento stratigrafico dell'area in esame si fa riferimento al Foglio n. 182 - "Guastalla" della "Carta Geologica d'Italia" (v. Fig. 8 di cui alla pagina seguente). La successione stratigrafica dell'ambito in esame può essere ricondotta al ciclo sedimentario dell'ultimo postglaciale, formalizzato nel Supersistema Emiliano – Romagnolo. Esso è stato inoltre suddiviso in due successioni separate da una superficie di discontinuità stratigrafica: Sintema Emiliano – Romagnolo Inferiore (AEI) e del Sintema Emiliano – Romagnolo Superiore (AES).

Rappresentato da sedimenti di piana alluvionale dei fiumi appenninici (tra cui secondariamente anche il torrente Crostolo) interdigitati verso Nord con i depositi di piana a meandri del Fiume Po, il Sintema Emiliano – Romagnolo Superiore (AES) risulta a sua volta suddiviso in ulteriori subsintemi dati dalla sovrapposizione di cicli deposizionali di spessore pluridecamentrico, ciascuno composto da una porzione basale fine ed una porzione sommitale grossolana.



Fig. 8. Estratto fuori scala dal Foglio n. 182 "Guastalla" della Carta Geologica d'Italia (Rosselli et al., 2008). In rosso evidenziato il sito in esame.



SUCCESSIONE NEOGENICO – QUATERNARIA DEL MARGINE APPENNINICO PADANO

 **Subsistema di Ravenna (AES8):** comprende in prevalenza limi, limi sabbiosi e limi argillosi; in subordine ghiaie e ghiaie sabbiose. Ambiente alluvionale. Potenza massima di circa 20 m. (*Olocene*)

 **Unità di Modena (AES8a):** costituisce la parte sommitale del subsistema di Ravenna. È costituita da depositi grossolani, ghiaiosi, presso le aste fluviali e da depositi fini nelle aree distali. Potenza massima di 5 o 6 metri. (*post VI secolo d.C.*)

AMBITO DEPOSIZIONALE: PIANA ALLUVIONALE DEI FIUMI APPENNINICI

 **Alternanze di sabbie, limi di argine, canale e rotta fluviale:** generalmente gli strati sono organizzati in sequenze con gradazione positiva. Formano corpi rilevati con geometria nastriforme e spessore di qualche metro.

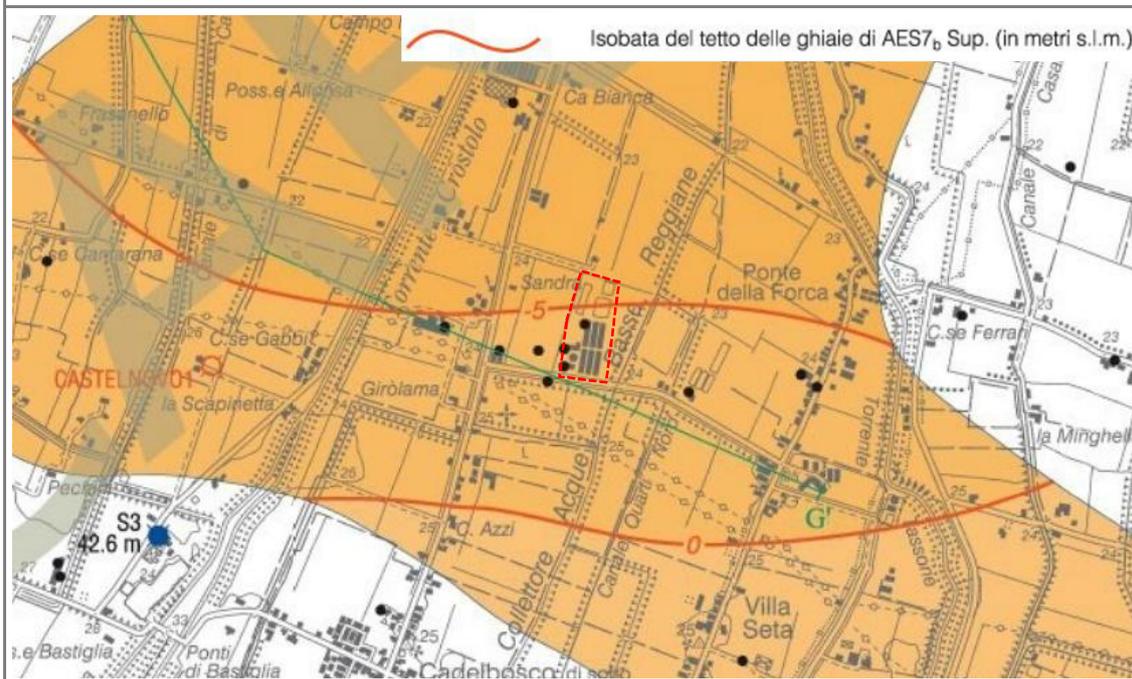
 **Argille e limi di piana inondabile:** presentano stratificazione non definibile in quanto sono spesso bioturbati. Lo spessore è modesto, non superando i 2-3 metri in superficie. In AES8a formano corpi di geometria allungata nelle aree depresse interposte ai depositi di argine.

Con specifico riferimento all'estratto cartografico riportato nella figura di cui sopra, il primo sottosuolo della porzione di territorio in cui ricade il sito d'intervento risulta caratterizzato dalla presenza di depositi di piana alluvionale dei fiumi appenninici, riferibili al Subsistema di Ravenna (AES8) e costituiti in prevalenza da argille e argille limose con stratificazione non definibile nelle aree distali (ambito di piana inondabile, come nel caso del sito d'intervento) e secondariamente da sabbie e sabbie ghiaiose in prossimità delle aste fluviali. A tal proposito, in relazione a quanto precedentemente descritto, va inoltre detto come il Subsistema di Ravenna si presenti incompleto e costituito della sola porzione basale a composizione prevalentemente fine per uno spessore di 20 m ca. dal piano campagna.

Per completezza in merito all'inquadramento generale dell'area ove ricade il sito di studio si riporta in Fig. 9 alla pagina seguente un estratto dalla "Carta di Sottosuolo" allegata al già citato Foglio n. 182 "Guastalla".



Fig. 9. Estratto fuori scala dalla "Carta di Sottosuolo" riferita al Foglio n. 182 "Guastalla" della Carta Geologica d'Italia con indicata in verde la traccia della sezione "G-G'" riportata in Fig. 10 alla pagina seguente ed in rosso l'ubicazione del sito di studio.



Con riferimento alle Fig. 9 e 10 (di cui alla pagina seguente) è possibile evidenziare quanto segue:

- il primo sottosuolo risulta caratterizzato da depositi prevalentemente fini (argille e limi di piana alluvionale) per profondità plurimetrica rispetto al piano campagna;
- il tetto delle ghiaie (intese come "ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa o, più raramente, argillosa, in strati di spessi a molto spessi, generalmente amalgamanti, passanti a sabbie medie e grossolane, ben cementate, localmente alternate a limi sabbiosi") riferibili al Subsistema di Villa Verucchio (AES7), si pone ad una quota assoluta di - 5 m ca. s.l.m., corrispondente pertanto ad una profondità superiore a 25 m dal piano campagna locale.

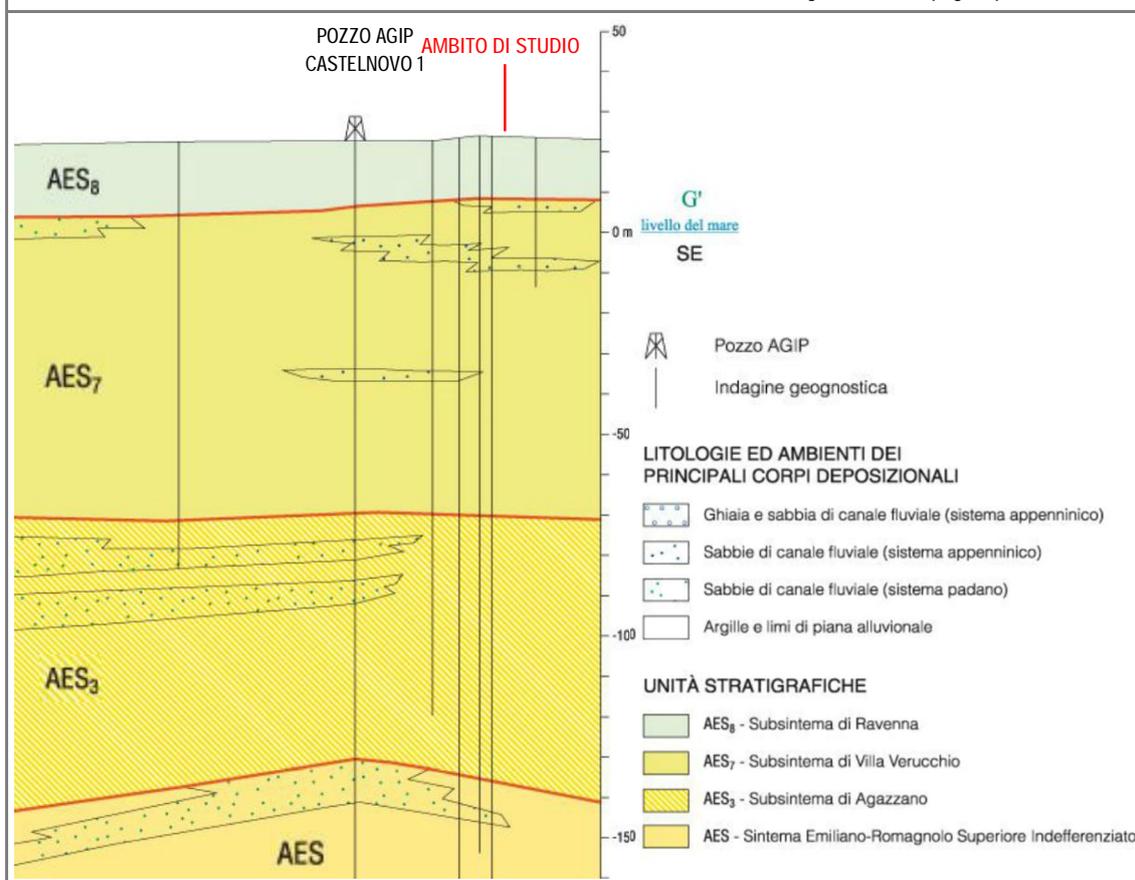
La consultazione dei dati resi disponibili dal "Servizio geologico, sismico e dei suoli" regionale tramite *web-gis* e nello specifico delle stratigrafie relative a pozzi presenti nelle dirette vicinanze dell'area d'intervento, conferma altresì la presenza di un primo sottosuolo rappresentato da sedimenti fini (prevalentemente argillosi e limosi) di spessore plurimetrico.

Coerentemente con quanto riportato in bibliografia, la campagna indagini (cfr. Par. 5.4) effettuata in corrispondenza dell'area interessata dalla futura messa in opera delle vasche coperte e dell'impianto nitro/denitro ha messo in luce la presenza di depositi a granulometria fine dotati di continuità laterale e spessore quantomeno plurimetrico, mentre orizzonti sabbioso – limosi dotati di spessore plurimetrico si riscontrano con una certa continuità laterale a partire da una quota minima di 13 m ca. da p.c. dello stato autorizzato (22 m ca. s.l.m.).

- Da un punto di vista geologico e geomorfologico in corrispondenza del sito d'interesse progettuale ed in un ragionevole intorno non sono riscontrabili evidenze che indichino situazioni di criticità, né sussistono fenomeni di dissesto in atto o quiescenti. L'intervento in progetto non comporterà significative modifiche alla morfologia tali da incidere sulla stabilità globale e locale dei luoghi.



Fig. 10. Sezione "G-G" estratta dalla "Carta di Sottosuolo" riferita al Foglio n. 182 "Guastalla" della Carta Geologica d'Italia con indicata in rosso l'ubicazione del sito di studio. Per la traccia della sezione si rimanda alla Fig. 9 di cui alla pagina precedente.



## 5.2 inquadramento idrogeologico e idrografico

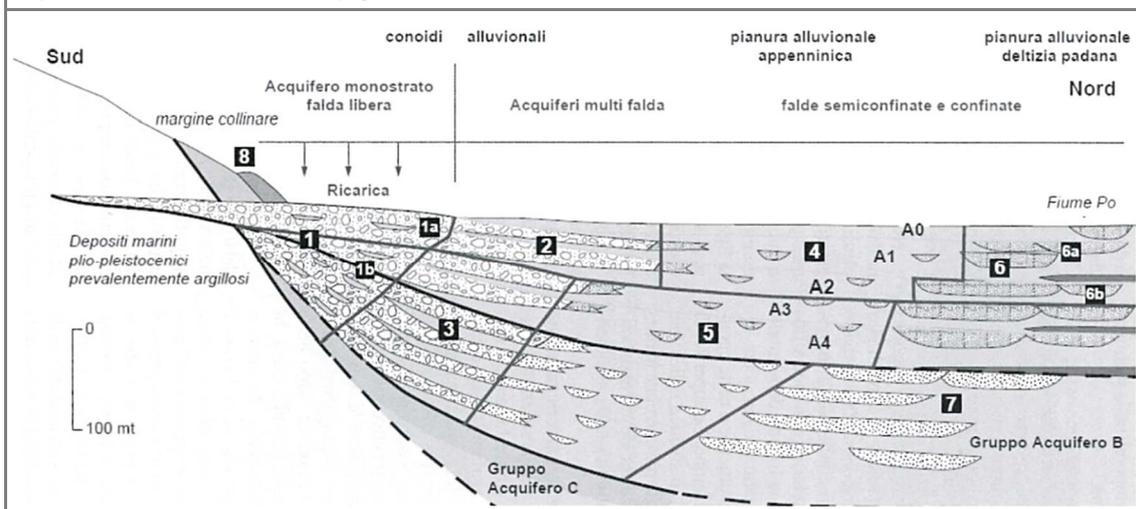
L'area in esame appartiene al Bacino Idrogeologico Padano, potente corpo idrogeologico di estensione regionale compreso tra le catene alpine ed appenniniche ed esteso fino alla Costa Adriatica.

La suddivisione stratigrafica precedentemente descritta (cfr. Par. 5.1) trova corrispondenza anche da un punto di vista idrogeologico. Al Sistema Emiliano - Romagnolo Superiore (EAS) corrisponde il Gruppo Acquifero "A" e, parallelamente, l'ulteriore suddivisione in subsistemi si rispecchia nella suddivisione del Gruppo Acquifero in Complessi Acquiferi di ordine inferiore. Un complesso acquifero corrisponde ad un'unità idrostratigrafica, corrispettivo di una sequenza deposizionale definita da un livello acquitardo di base ben identificabile e continuo.

Il sito in esame ricade nello specifico nell'ambito generale della Media Pianura della piana alluvionale appenninica ove è possibile distinguere, limitatamente alla porzione di territorio in cui ricade anche il sito d'interesse progettuale, l'assetto idrostratigrafico riportato a seguire.



Fig. 11. Sezione schematica del sottosuolo della pianura dell'Emilia – Romagna estratta da “Esperienza e prospettive nel monitoraggio delle acque sotterranee – il contributo dell'Emilia – Romagna”. Si evidenziano i complessi acquiferi (solo per il gruppo acquifero A) e la distribuzione dei corpi grossolani al loro interno.



1. COMPLESSO ACQUIFERO “A0” - unità litostratigrafica *AES8*: complesso a litologia variabile costituito da depositi argillosi e limosi, ai quali s’intercalano strati lenticolari sabbiosi e sabbioso – ghiaiosi, riferibile all’ultimo ciclo sedimentario del Sintema Emiliano – Romagnolo Superiore. Costituita da un acquifero complesso, ospita due distinte riserve idriche:
  - nei primi metri di profondità dal piano campagna si riscontra la presenza di una falda freatica superficiale, ad alimentazione prevalentemente meteorica per infiltrazione attraverso la zona vadosa. Presenta livelli statici molto variabili, fortemente influenzati dall’andamento delle precipitazioni, ma generalmente compresi tra -1,0 e -2,0 m ca. di profondità dal p.c. con valori minimi fino a -4,0 m ca. Scarsa o nulla la connessione idraulica con i corsi d’acqua e con le falde sottostanti, giacché i potenti depositi argillosi presenti contribuiscono ad isolare la circolazione idrica superficiale da quella profonda;
  - per profondità comprese tra -10 e -15 m ca. da p.c. e fino alla base di *AES8* sono presenti orizzonti sabbiosi dotati di buona continuità laterale e spessore metrico (generalmente tra 2 e 3 m ca.) ospitati all’interno delle litologie argillo – limose predominanti, mentre l’orizzonte acquifero a maggior grado di continuità laterale (spessore di 2/4 m) si riscontra -15/18 m p.c. Tali orizzonti hanno una trasmissività comunque mediocre, dovuta alla scarsa frazione ghiaiosa al loro interno ed al loro limitato spessore.
2. COMPLESSO ACQUIFERO “A1” - unità litostratigrafica *AES7* (non affiorante nell’area di studio): affini ai livelli acquiferi sovrastanti, i corpi sabbiosi di maggior interesse idrogeologico si rinvennero tra -25 e -30 m da p.c. e tra -45 e -50 m da p.c. e risultano intercalati ad una sequenza prevalentemente limoso – argillosa, dotata di uno spessore complessivo di 60 m. Appare pertanto costituita da acquiferi confinati o artesiani alimentati prevalentemente da apporti distali dovuti agli acquiferi delle conoidi di alta pianura.

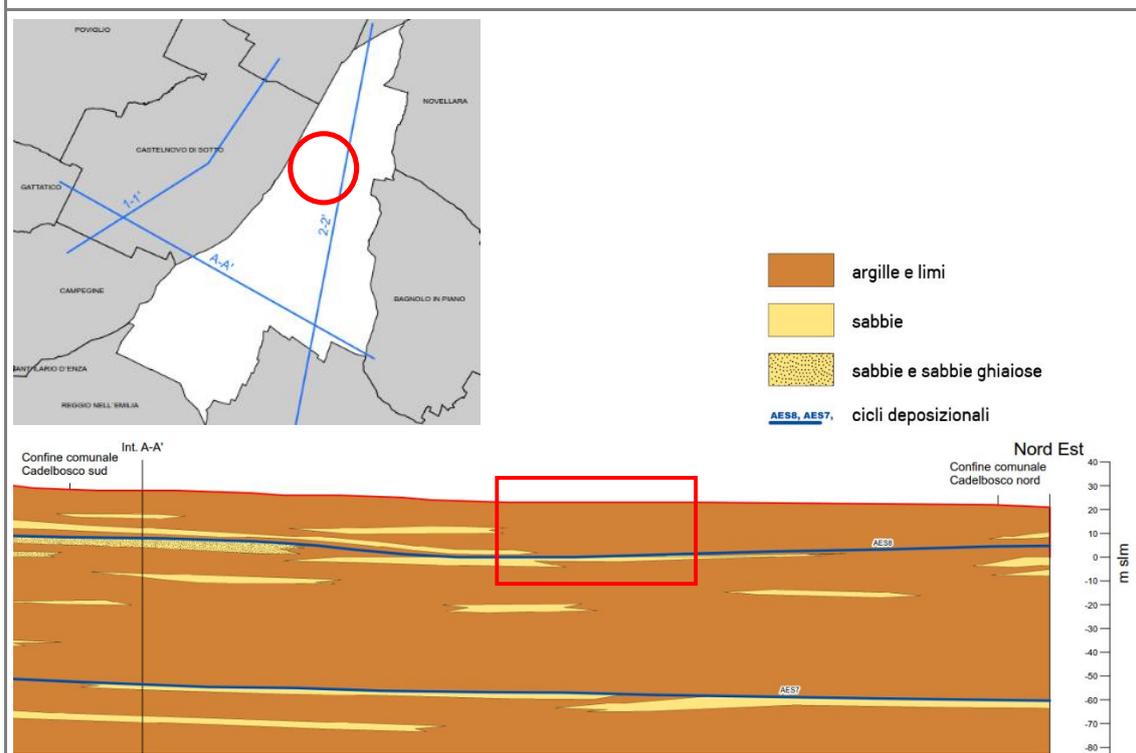
Il modello idrogeologico dell’area ove ricade il sito di studio è stato inoltre ricostruito facendo riferimento alle sezioni geologiche e alle colonne litostratigrafiche di perforazioni per pozzi eseguite nei dintorni dell’area in esame (fonte: *web-gis* del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna).



Con riferimento alla sezione geologia 2-2' allegata alla "Microzonazione Sismica di 1° livello" del Comune di Cadelbosco di Sopra (v. figura seguente), è possibile definire il seguente assetto di dettaglio per il sito di studio:

- 0 ÷ - 15 m da p.c.: acquitardo a composizione argillosa con secondarie argille limose e limi argillosi, presenti locali orizzonti lentiformi a composizione sabbiosa e sabbioso limosa, presenti locali nonché rari orizzonti acquiferi lentiformi a composizione sabbioso – limosa di spessore metrico e ad alimentazione meteorica intercettati a partire da una profondità superiore a 5 m da p.c.;
- 15 ÷ - 20 m da p.c.: acquifero dotato di buona continuità laterale a composizione sabbioso- limosa.

Fig. 12. Estratto dalla Sezione 2-2' allegata alla "Microzonazione sismica di 1° livello" con indicata in rosso l'ubicazione del sito di studio.



Tutto ciò premesso e sebbene in corrispondenza del sito di studio i riscontri cartografici (v. Fig. 13 alla pagina seguente) indichino una soggiacenza media della falda freatica di - 1,5 ÷ - 2,0 metri da p.c. rappresentativa dei periodi di submassimo di ricarica dell'acquifero freatico più superficiale, in termini idrogeologici le indagini condotte *in situ* nella presente fase di studio (cfr. Cap. 5.4) confermano quanto già emerso dalle indagini pregresse eseguite nell'area di proprietà. Risulta di particolare significatività sottolineare come le misure condotte nei fori delle prove penetrometriche eseguite nell'ambito di una precedente fase progettuale (progetto per la dismissione dei lagoni esistenti) e spinte sino a 7,0 m ca. da "quota arginatura" non abbiano dato riscontro di presenza d'acqua, mentre tutte le prove spinte sino alla profondità di 20,0 m ca. dal p.c. abbiano intercettato per quote superiori a 14,0 m da "quota arginatura" orizzonti sabbiosi/sabbioso – limosi acquiferi dotati di un certo grado di risalienza.

→ Alla luce dei modelli geologico ed idrogeologico locali ricostruiti, si ritiene che la falda acquifera *stricto sensu* si attesti ad una profondità tale da non interferire in alcun modo con i sistemi portanti delle opere in progetto.

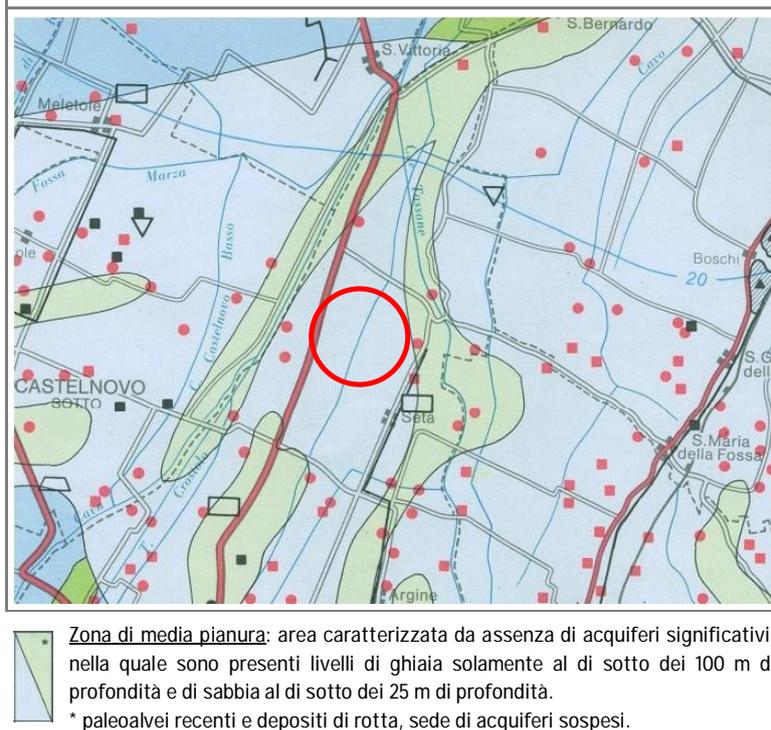


Fig. 13. Estratto dalla "Carta della soggiacenza della falda" (Microzonazione Sismica del Comune di Cadelbosco di Sopra. In rosso è indicata l'ubicazione del sito di studio.



In termini di vulnerabilità idrogeologica intrinseca, intesa come la predisposizione naturale del territorio ad essere più o meno suscettibile nei confronti di agenti inquinanti liquidi che possono essere dispersi o immessi nel sottosuolo, si è fatto riferimento alla "Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale della pianura emiliana delle province di Parma, Reggio Emilia e Modena" (v. figura seguente), si osserva come l'area in esame ricada in una zona a grado di vulnerabilità molto basso.

Fig. 14. Estratto dalla "Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale della pianura emiliana delle province di Parma, Reggio Emilia e Modena" (Cattini et al., 1993). In rosso è indicato il sito di interesse progettuale.





Benché la campagna indagini condotta *in situ* (cfr. "All. D01 -Relazione geologica e relazione geotecnica") abbia evidenziato la presenza di orizzonti sabbioso - limosi nonché schiettamente sabbiosi a partire da profondità minori (rispettivamente 13 m ca. e 15 m ca. da p.c.) rispetto quanto ipotizzato nell'estratto cartografico di Fig. 14 alla pagina precedente, il dato di vulnerabilità appare comunque attendibile. La falda freatica risulta confinata ed i corsi d'acqua idraulicamente indifferenti rispetto agli acquiferi confinati giacché il primo dei quali a ricoprire un certo interesse idrogeologico e sfruttato dalla quasi totalità dei pozzi presenti in zona, si collochi ad una profondità di 25 ÷ 35 metri ca. di profondità nonché isolato da terreni prevalentemente argillosi e caratterizzati da bassissima permeabilità.

Dal punto di vista idrografico, la porzione di territorio in esame risulta caratterizzata da una rete idrica superficiale complessa, costituita da corsi d'acqua naturali e dai canali del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale. Come riportato nella figura seguente, i principali assi drenanti mostrano orientazione prevalente NE – SO e direttrice prevalente di flusso verso Nord Est: trattasi nello specifico dei Torrenti Crostolo e Tassone nonché del Collettore Acque Basse Reggiane. L'area in esame inoltre è ubicata in destra idrografica del Fiume Po, situato ad una distanza di circa 10 km in direzione Nord Ovest.

Fig. 15. Estratto da Google Earth con indicazione degli elementi idrografici principali naturali e artificiali (in azzurro) e del territorio entro cui si inserisce il sito di studio (in rosso).



- Il sito d'intervento non s'inserisce entro vallecicole o zone di concentrazione privilegiata delle acque meteoriche sebbene ricada, con specifico riferimento al reticolo secondario di pianura, in ambito a pericolosità idraulica media. Pur in assenza di riscontri diretti, è ragionevole ritenere che in concomitanza con eventi meteorici di significativa durata, la composizione prevalentemente fine dei terreni costituenti il sottosuolo in corrispondenza del sito di studio possa ostacolare le dinamiche d'infiltrazione facilitando in tal modo la formazione di locali e transitorie situazioni caratterizzate da difficoltà di drenaggio superficiale o soggette a ristagno idrico.

Nella Fig. 16 di cui alla pagina seguente si riporta per maggior dettaglio un estratto planimetrico dal *web-gis* del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale con indicazione dell'ubicazione degli elementi del reticolo consortile rispetto al centro zootecnico.



Fig. 16. Estratto da web-gis del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale raffigurante con maggior dettaglio la rete dei canali a gestione consortile.





## 6 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO

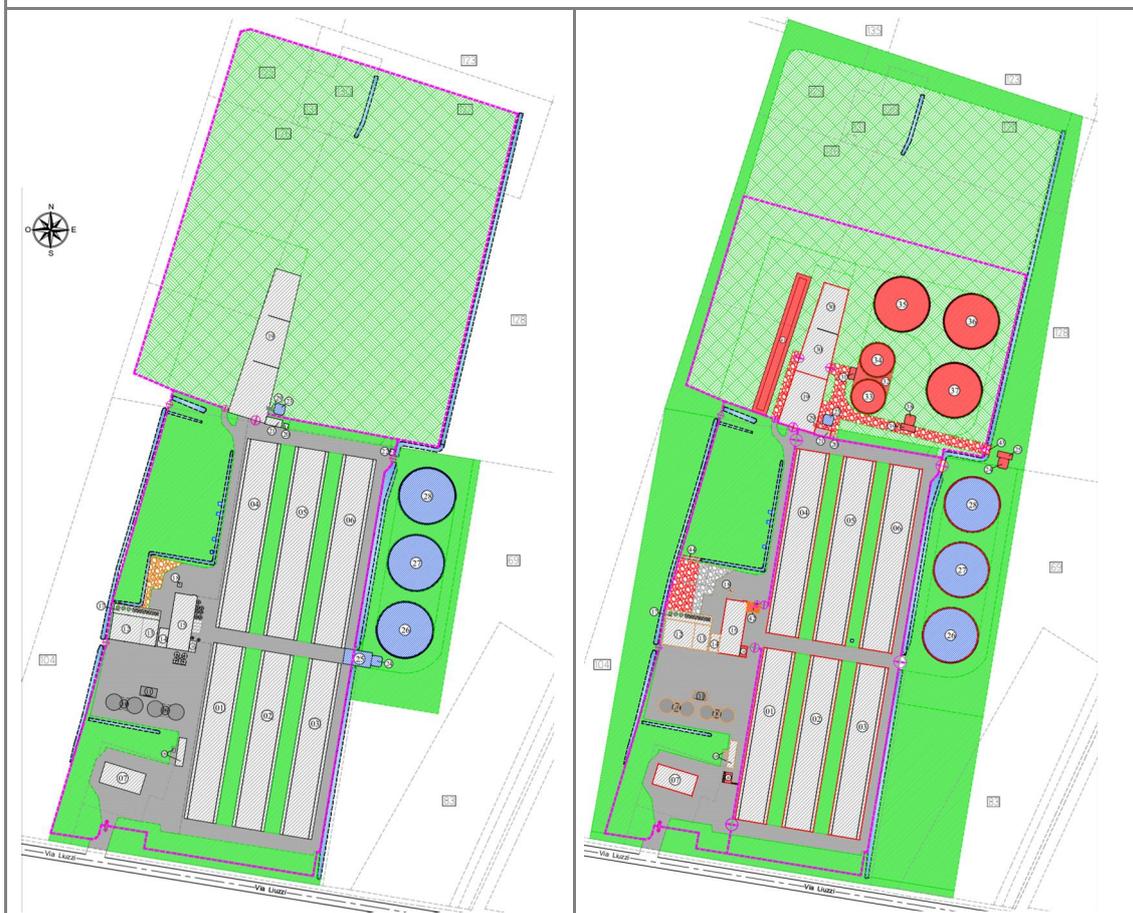
La valutazione degli effetti dell'intervento sull'area di progetto riguarda prima di tutto la trasformazione dell'uso del suolo da essa attuata. Nel seguito verranno quindi analizzate le variazioni in termini di impermeabilizzazione delle superfici e di criticità idraulica del territorio.

### 6.1 trasformazioni delle superfici in termini di impermeabilizzazione

L'intervento in progetto (cfr. Cap. 3) interesserà l'intero centro zootecnico per una superficie complessiva di estensione pari a 129.684,2 m<sup>2</sup>. Con riferimento agli estratti planimetrici riportati nella figura seguente è possibile schematizzare le modifiche apportate in termini di impermeabilizzazione rispetto allo stato autorizzato come indicato nella tabella seguente:

TIPOLOGIA DI SUPERFICIE	STATO AUTORIZZATO	STATO DI PROGETTO
<i>impermeabile</i>	42.816,8 m <sup>2</sup>	52.164,2 m <sup>2</sup>
<i>semipermeabile</i>	310,0 m <sup>2</sup>	2.520,0 m <sup>2</sup>
<i>permeabile</i>	86.557,5 m <sup>2</sup>	75.000,0 m <sup>2</sup>
<b>TOTALE</b>	<b>129.684,2 m<sup>2</sup></b>	<b>129.684,2 m<sup>2</sup></b>

Fig. 17. Confronto tra la planimetria generale dello stato autorizzato (a sx) e di quello di progetto (a dx).





Dall'analisi di quanto esposto nella tabella di cui alla pagina precedente è possibile evidenziare come, allo stato di progetto, si avrà un incremento pari al 7% in termini di superfici impermeabili e prossimo al 2% in termini di superfici semipermeabili.

Detto ciò, con riferimento alla numerazione già riportata nel Cap. 3 vengono di seguito elencate le opere in progetto considerate in fase di calcolo per la definizione del volume compensativo, descrivendone le caratteristiche principali in relazione alle finalità del presente studio:

N. INTERVENTO	DESCRIZIONE	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
17	SILOS ALIMENTI ANIMALI platea esistente rappresentante la fondazione dei <i>silos</i>	190
19	TRINCEA SEPARATO SECCO in corrispondenza di tale area si prevede la realizzazione di una tettoia di copertura con relativa rete di raccolta delle acque meteoriche	930
23	VASCHINO LIQUAME CHIARIFICATO già esistente, è stato ricompreso nel presente progetto in quanto di fatto afferente alla rete di nuova realizzazione	45
29	PIAZZOLA SEPARATORE risulterà solo in parte (3 m <sup>2</sup> ca.) esterna rispetto alla tettoia di cui al punto precedente	8
30	AREA MANOVRA già impermeabilizzata, sarà oggetto di ristrutturazione nell'ambito del presente progetto	1.164
31	VANO TECNICO NITRO/DENITRO presenterà una copertura con relativa raccolta delle acque di origine meteorica	32
32	PIAZZOLA NITRO/DENITRO area impermeabilizzata compresa tra le due vasche nitro/denitro di nuova realizzazione	151
38	VASCHINO MULTIFUNZIONE LIQUAME CHIARIFICATO struttura interrata dotata di copertura di protezione	45
39	PIAZZOLA superficie di manovra impermeabilizzata funzionale al vaschino n. 38	40
-	PIAZZOLE ED AREE DI TRANSITO A STABILIZZATO comprendono l'ampliamento del piazzale in prossimità dei <i>silos</i> nonché la viabilità di nuova realizzazione nella zona	2.150

Con riferimento alle restanti superfici impermeabili si specificano di seguito le motivazioni per cui non sono state considerate afferenti alla rete di gestione delle acque meteoriche in progetto è pertanto non considerate in fase di calcolo:

- 20 e 21 – vaschini deflusso liquami: già esistenti, saranno dotati da progetto di una nuova copertura senza alterare i valori di impermeabilizzazione. Vista l'ubicazione di tali strutture, nonché le ridotte superfici coinvolte, si prevede di recapitare le acque meteoriche derivanti dalle suddette coperture entro la rete esistente che serve tale zona;
- 35 ÷ 37 – vasche coperte liquame chiarificato: l'acqua raccolta dalle coperture verrà convogliata nell'impianto di gestione dei liquami;
- 33 ÷ 34 – vasche scoperte nitro/denitro: le acque meteoriche ricadenti entro tali vasche entreranno direttamente nell'impianto di gestione dei liquami.



Rimandando al paragrafo seguente circa le valutazioni effettuate al fine di determinare il volume di laminazione si specifica come, per quanto riguarda le restanti superfici comprese nell'area in esame, la porzione edificata risulti già dotata di una rete di gestione delle acque meteoriche recapitante entro i fossati privati, mentre le aree a verde non necessiteranno di ulteriori misure compensative in quanto si ritiene che deflusso ed infiltrazione delle acque meteoriche in tali aree avverranno in modo naturale.

## 6.2 analisi idrologica

Per la caratterizzazione idrologica dell'area si fa di norma riferimento alle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche della zona di studio per diverse durate di precipitazione per eventi con un determinato tempo di ritorno  $T_r$ . I dati pluviometrici che definiscono il legame tra l'altezza di pioggia  $h$  e la durata di precipitazione  $t$  si esprimono in genere attraverso una curva di possibilità pluviometrica (CPP) monomia in forma:

$$h = a t^n$$

$h$  = altezza di pioggia (mm)

$a, n$  = coefficienti

$t$  = durata della precipitazione (ore)

Nello specifico, nell'ambito del reticolo idrografico del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, si è fatto riferimento ad uno studio del prof. A. Marinelli sui canali consortili che riporta i parametri della CPP in funzione dell'ambito di pianura e del tempo di ritorno scelto.

Tempo di ritorno $T$	Alta pianura		Media pianura		Bassa pianura	
	$a$	$n$	$a$	$n$	$a$	$n$
25	51.44	0.21	58.93	0.23	69.09	0.17
50	57.50	0.21	66.21	0.23	78.16	0.16
100	63.50	0.21	73.44	0.23	87.16	0.16

Per un ambito di "Media pianura" ed un tempo di ritorno  $T_r$  di 50 anni la curva assume la seguente espressione:

$$h = 66,21 t^{0,23}$$

## 6.3 determinazione delle misure per l'invarianza idraulica

Le misure per garantire l'invarianza idraulica del bacino prevedono sostanzialmente due meccanismi di controllo "naturale" delle piene:

- l'infiltrazione delle piogge nel suolo;
- la laminazione dei deflussi prima di raggiungere la sezione di chiusura.

Il criterio adottato prevede la compensazione del primo meccanismo mediante il potenziamento del secondo ovvero la predisposizione di volumi di invaso che garantiscano che la portata di deflusso rimanga costante. Nel caso specifico, sarà realizzato nella porzione ovest dell'area di intervento un bacino di laminazione adeguatamente dimensionato. Per una minima parte dei deflussi sarà previsto il recapito verso il fossato che scorre in direzione sud-nord al limite est del lotto di proprietà.



Per il calcolo del volume di laminazione viene adottato il "Metodo delle sole piogge" che si basa sulle seguenti assunzioni:

- l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa nell'invaso di laminazione, data la limitata estensione del bacino scolante, coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- l'onda uscente è caratterizzata da una portata costante (laminazione ottimale) e commisurata al limite ammissibile allo scarico definito secondo indicazioni del competente Consorzio.

Sulla base di tali ipotesi semplificate il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento del bacino è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Per l'individuazione col Metodo delle sole piogge dell'evento critico  $D_w$  [ore] e del corrispondente volume critico  $W_0$  [m<sup>3</sup>] di laminazione si utilizzano le seguenti espressioni:

$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$
$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

dove

- $Q_{u,lim}$  è la portata costante commisurata al limite massimo di portata scaricabile  $Q_{u,lim} = S \cdot u_{lim}$
- $S$  è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso
- $\varphi$  è il coefficiente di deflusso del bacino
- $a$  e  $n$  sono i coefficienti della CPP

Nel caso di studio, il calcolo è stato condotto sia per le superfici afferenti al bacino di laminazione sia per quelle che recapiteranno nel fossato presente sul limite est del lotto. La massima portata di scarico è stata assunta, sulla base di indicazioni bibliografiche del Consorzio, pari a 20 l/s ha mentre cautelativamente si è assunto  $\varphi = 1,0$  per le superfici impermeabili e  $\varphi = 0,7$  per le superfici semipermeabili. Le superfici scolanti afferenti al bacino, per un totale di 3.985 m<sup>2</sup>, sono distinte come segue:

N.	DESCRIZIONE	$\varphi$	S
17	Silos alimenti animali	1,0	190 m <sup>2</sup>
19	Trincea separato secco (copertura)	1,0	930 m <sup>2</sup>
29	Piazzola separatore	1,0	8 m <sup>2</sup>
30	Area manovra	1,0	1.164 m <sup>2</sup>
31	Vano tecnico Nitro/Denitro (copertura)	1,0	32 m <sup>2</sup>
32	Piazzale Nitro/Denitro	1,0	151 m <sup>2</sup>
-	Massicciata stradale zona silos ad ovest (n.17)	0,7	550 m <sup>2</sup>
-	Massicciata stradale verso bacino	0,7	960 m <sup>2</sup>



Le superfici scolanti afferenti al fossato sul lato est, per un totale di 770 m<sup>2</sup>, sono distinte come segue:

N.	DESCRIZIONE	$\varphi$	S
23	Vaschino liquame chiarificato	1,0	45 m <sup>2</sup>
38	Vaschino multifunzione liquame chiarificato	1,0	45 m <sup>2</sup>
39	Piazzola	1,0	40 m <sup>2</sup>
-	Massicciata stradale verso fossato est	0,7	640 m <sup>2</sup>

L'influenza delle singole superfici S<sub>i</sub> in funzione della specifica destinazione d'uso viene computata attraverso una media ponderata dei coefficienti di deflusso  $\varphi_i$ :

$$\bar{\varphi} = \sum_i \varphi_i S_i / S_{tot}$$

Considerando le superfici di progetto precedentemente indicate, i calcoli per determinare il coefficiente di deflusso medio ponderato portano ad un valore rispettivamente pari a 0,89 per le superfici del bacino e pari a 0,75 per le superfici del fossato.

In tali ipotesi il calcolo porta ai seguenti valori:

#### BACINO

- evento critico D<sub>w</sub> = 2,28 ore
- volume specifico w<sub>0</sub> = 548 m<sup>3</sup>/ha
- volume critico W<sub>0</sub> = 220 m<sup>3</sup>

#### FOSSATO

- evento critico D<sub>w</sub> = 1,82 ore
- volume specifico w<sub>0</sub> = 439 m<sup>3</sup>/ha
- volume critico W<sub>0</sub> = 34 m<sup>3</sup>





## BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.)
BECCIU G. – PAOLETTI A. Fondamenti di costruzioni idrauliche - UTET (2011)
CASTANY G. Idrogeologia. Principi e metodi – Dario Flaccovio Editore (1985)
CATTINI ET AL. Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale della pianura emiliana delle province di Parma, Reggio Emilia e Modena (1993)
COMUNE DI CADELBOSCO DI SOPRA Piano Strutturale Comunale, Regolamento Urbanistico Edilizio, Microzonazione Sismica
FARINA M., MARCACCIO M., ZAVATTI A. Esperienze e prospettive nel monitoraggio delle acque sotterranee. Il contributo dell'Emilia Romagna (2015)
I.S.P.R.A. - ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 - Foglio n. 182 "Guastalla"
I.S.P.R.A. - ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE Carta Geologica d'Italia in scala 1:250.000
PROVINCIA DI REGGIO EMILIA P.T.C.P. – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale