

# Comune di Nonantola

## Provincia di Modena

### RELAZIONE IDRAULICA



Oggetto:

RELAZIONE IDRAULICA INERENTE AL PUA DELLA  
VARIANTE PRG 2020 DI VIA PROVINCIALE EST,  
COMPARTO C2.Z – ZONA SPORTIVA, COMUNE DI  
NONANTOLA (MO)



Giugno 2021

Rif. 622/21



**GEO GROUP s.r.l.** P.IVA 02981500362  
Sede Legale: Via C. Costa, 182 - 41123 Modena  
Uffici: Via Per Modena, 12 - 41051 Castelnuovo R. (MO)  
Tel. 059/3967169 Fax. 059/5960176  
info@geogroupmodena.it - www.geogroupmodena.it



---

## Sommario

1. PREMESSA .....	2
2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, IDROGRAFICO E LITOLOGICO DELL'AREA.....	3
2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI DI CARATTERE IDRAULICO .....	11
3. VALUTAZIONE DELLE MISURE DI RIDUZIONE DELLA VULNERABILITA' .....	22
3.1. RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO, A LIVELLO DI CONSORZIO .....	23
3.2. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE DEL RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA "RSP" .....	24
3.3. CALCOLO DEL VOLUME DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE (V) .....	26
3.4. PORTATA MEDIA ANNUA NATURALE .....	26
3.5. CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA.....	27
3.6. STIMA DEL LIVELLO DI PIENA IN CORRISPONDENZA DELL'AREA D'INTERESSE .....	30
4. VALUTAZIONE DELLE MISURE VOLTE AL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA.....	34
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	40

---

## 1. PREMESSA

Su incarico della proprietà ed in accordo con il tecnico progettista, nel mese di Gennaio 2020 è stato eseguito il presente studio idraulico a supporto della progettazione del PUA della variante specifica PRG 2020 di via Provinciale Est, comparto C2.Z “ZONA SPORTIVA”, nel comune di Nonantola (MO) (*figure 1.1 e 1.2*).

2

Scopo del lavoro è stato quello di verificare, da un punto di vista idraulico, la fattibilità dell'intervento in progetto.

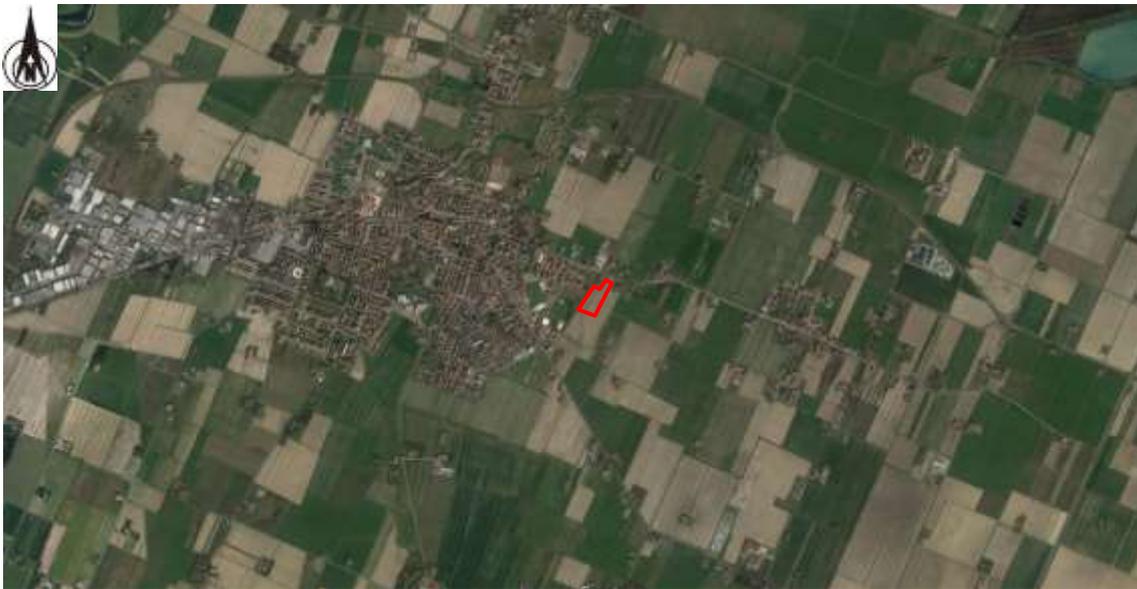


Fig. 1.1 – Ubicazione su scala generale dell'area d'interesse – tratta da Google Earth.



Fig. 1.2 – Ubicazione su scala di dettaglio dell'area d'interesse – tratta da Google Earth.

La presente relazione è stata eseguita in conformità a quanto prescritto dalla Delibera Regionale **GPG/2016/1405 del 01/08/2016 "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni con particolare riguardo alla pianificazione di emergenza, territoriale ed urbanistica, ai sensi dell'art. 58 dell'Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 dell'Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del "Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta)", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po, con deliberazione n. 5 del 17/12/2015"**.

L'ubicazione dell'area di interesse è inquadrata nella CTR 202\_SO "Nonantola" ed è illustrata nella "Carta corografica in scala 1:25.000", nella CTR 202090 "Nonantola" nella "Carta topografica in scala 1:10.000" e nella "Carta topografica in scala 1:5.000".

---

## **2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO, IDROGRAFICO E LITOLOGICO DELL'AREA**

---

L'area d'interesse è ubicata nell'immediata periferia nord rispetto al nucleo abitativo centrale del Comune di Nonantola (MO) e ricade ad una quota topografica di circa **24.5 m s.l.m.**

Come visibile nella successiva **figura 2.1**, l'area di interesse risulta individuata all'interno dell'Unità di **Paesaggio 9 - Media pianura di Nonantola e Nord di Castelfranco Emilia**.

È caratterizzata dalla presenza del dosso principale parallelo al fiume Panaro, su cui si trova l'abitato di Nonantola e da vari dossi di ordine secondario con andamento parallelo.

Gli elementi particolari di caratterizzazione del paesaggio sono variamente determinati e si possono individuare nella persistenza delle tracce riconoscibili della struttura centuriata, la viabilità principale poderale e interpoderale, i canali di scolo disposti lungo gli assi principali della centuriazione, i tabernacoli agli incroci degli assi, le case coloniche, le piantate e i relitti di filari di antico impianto orientati secondo la centuriazione.

La vegetazione spontanea è limitata a elementi isolati (alberi, siepi, ecc.) ubicati prevalentemente in corrispondenza dei limiti dei campi e lungo le strade poderali. Alcuni interventi di ripristino ambientale sono stati effettuati con creazione di un rimboschimento e zona umida nella località Manzolino, che si presenta di notevole interesse dal punto di vista ambientale. La zona umida risulta particolarmente interessante per la fauna ornitica di passo e stanziale. All'interno della U.P. è presente una particolare tipologia di paesaggio agrario di impianto storico, costituita dalla partecipazione di Nonantola. Si tratta di un ambito del territorio provinciale che presenta i caratteri riconoscibili della singolare formazione storica costituita dalla Partecipanza. Essa si distingue per la gestione dei terreni storicamente di tipo comunitario (appunto dei "partecipanti"), analogamente alle vicine aree bolognesi. L'area è ben riconoscibile per la maglia poderale nettamente distinta dal territorio circostante. Negli ultimi anni sono stati effettuati interventi di rimboschimento, utilizzando specie tipiche dei boschi planiziali e specie pioniere (come salici) e interventi di recupero ambientale con realizzazione anche di una zona umida. Ciò ha contribuito ad aumentare l'interesse naturalistico dell'area. Tra le principali emergenze geomorfologiche si possono citare

all'interno del territorio dell'Unità di Paesaggio gli ambiti interessati dal Parco di Villa Sorra e dai Mulini del Dolo (fontanazzi), ubicati nel territorio del Comune di Castelfranco Emilia.

Il sistema insediativo principale è costituito dai centri urbani di Nonantola e Castelfranco Emilia (in parte ricadenti nell'adiacente U.P.15) e da alcuni centri frazionali minori quali le Casette, Redù, La Grande, Golfiera, gravitanti attorno a Nonantola e Panzano, Gaggio e Manzolino ubicati nell'ambito meridionale. L'insediamento rurale è di tipo sparso e consistente ed è caratterizzato dalla presenza diffusa di ville di interesse storico-architettonico (Villa Rossi, Villa Sorra, Villa Beccadella, ecc.). La viabilità storica è a maglie regolari e interessa tutto il territorio.

La Rete idrografica principale e minore è costituita dai canali principali (Canal Torbido, dall'andamento sinuoso e irregolare, e Canale Dolo), secondari (Canale di S.Giovanni e Canal Chiaro) e dai fossati di bonifica.

La maglia poderale presenta caratteri di forte regolarità geometrica. Il paesaggio rurale prevalente è influenzato dalla presenza di strutture edilizie di servizio all'agricoltura quali ricovero/attrezzi e magazzini di primo stoccaggio, che presentano un certo impatto ambientale. L'orientamento produttivo ha un indirizzo prevalente di tipo frutti-viticolo caratterizzato dalla presenza sia di vigneti di tipo tradizionale, sia di impianti per la raccolta meccanica. Sono presenti inoltre colture frutticole, costituite dalle specie arboree più importanti, con prevalenza del pero.

Il territorio della U.P. è principalmente interessato da zone di tutela dell'impianto storico della centuriazione (art. 41B). Sono inoltre presenti ambiti di tutela dei caratteri ambientali dei corsi d'acqua (art. 9), dossi (art. 23A), sistema della viabilità storica (art. 44A), alcuni ambiti di rilevante consistenza archeologica (41A) e il sistema dei terreni interessati dalla Partecipanza di Nonantola (art. 43A).

Per quanto riguarda la litologia di superficie, la consultazione del sito interattivo "**CARG - Emilia Romagna**" ha permesso di individuare il sito di interesse entro:

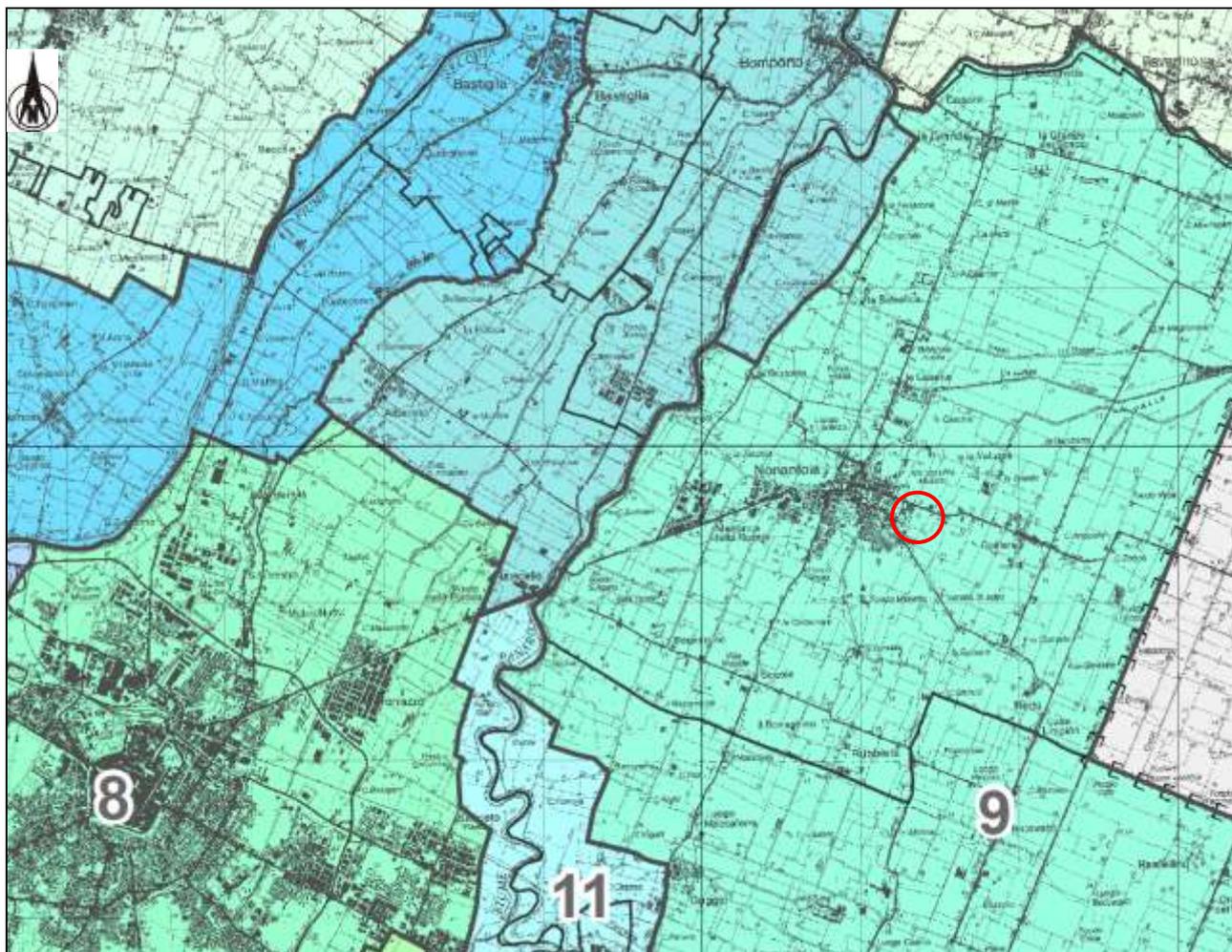
### **AES8a - Unità ' di Modena**

Depositi ghiaiosi passanti a sabbie e limi di terrazzo alluvionale. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. Unità definita dalla presenza di un suolo a bassissimo grado di alterazione, con profilo. Potente meno di 100 cm, calcareo, grigio-giallastro o bruno grigiastro. Nella pianura ricopre resti archeologici di età romana del VI secolo d.C. Potenza massima di alcuni metri (< 10 m).

Come illustrato nelle immagini che seguono, dal punto di vista idraulico l'area d'interesse è gestita dal Consorzio della Bonifica di Burana (**fig. 2.3**) e appartiene alla cosiddetta area di bonifica "Destra Panaro" (**fig. 2.4**).

L'area d'interesse ricade inoltre in un'area di pertinenza del Bacino delle "Acque Alte" che scolano, mediante il Canale Diversivo di Burana, nel Fiume Panaro, in località S. Bianca.

Localmente i bacini superficiali principali sono suddivisi in microbacini che, tramite una fitta rete di fossi e scoli convogliano i deflussi idrici, relativi alle acque che non si infiltrano nel sottosuolo, nei collettori principali che solcano il territorio.



**Fig. 2.1** – Individuazione dell'area oggetto di studio all'interno della "Carta delle unità di Paesaggio" tratta dal PTCIP della Provincia di Modena.



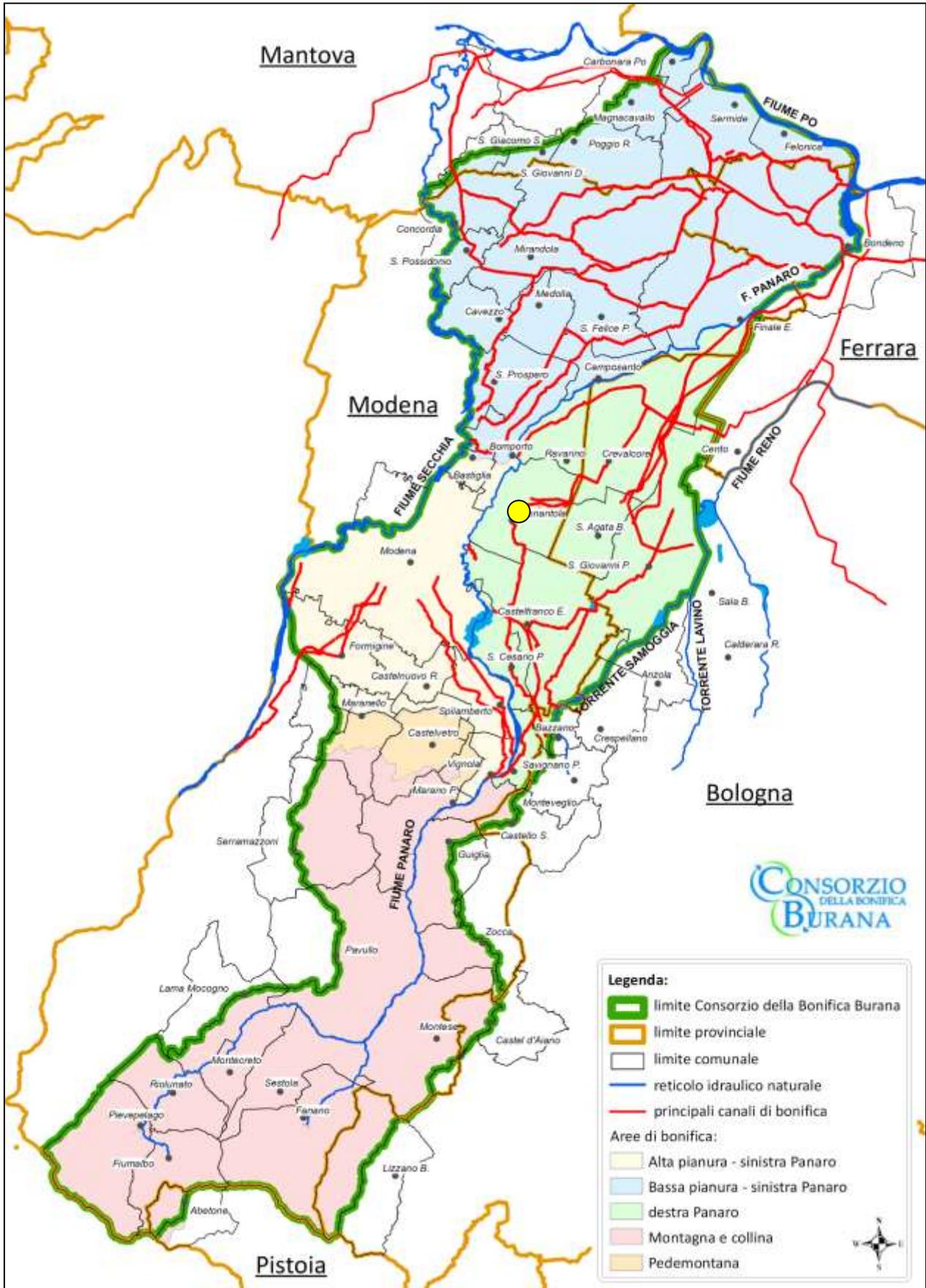


Fig. 2.4 – Carta delle Aree di Bonifica gestite dal Consorzio di Bonifica di Burana. Il cerchio giallo indica l'ubicazione dell'area d'interesse

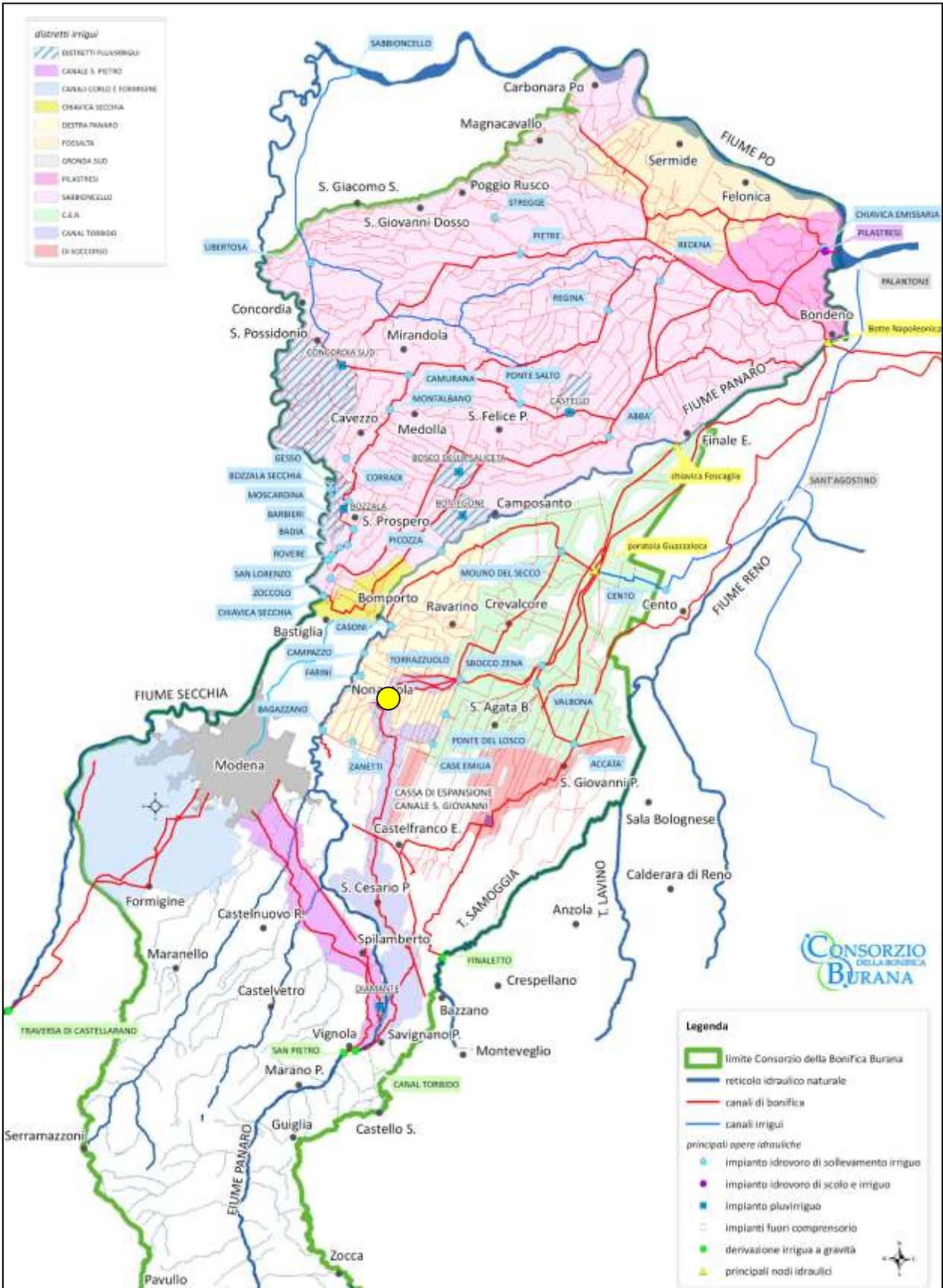
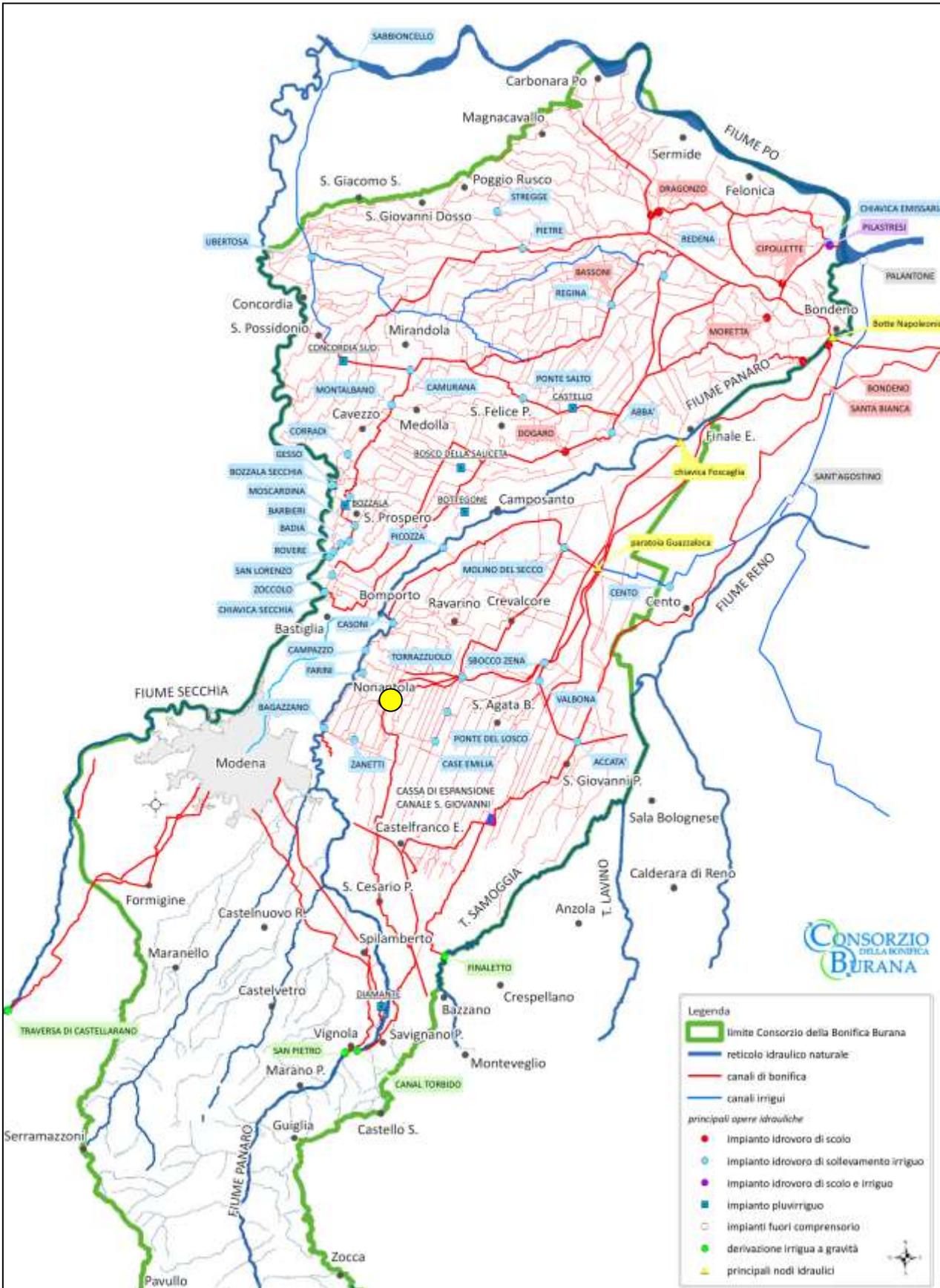


Fig. 2.5 – Carta dei Distretti Irrigui gestiti dal Consorzio di Bonifica di Burana. Il cerchio giallo indica l'ubicazione dell'area d'interesse



**Fig. 2.6** – Carta delle principali opere idrauliche presenti nel territorio del Consorzio di Bonifica di Burana Più nel dettaglio, Gli elementi caratterizzanti il reticolo idrografico sono stati rappresentati nella carta della “Idrografia” superficiale (**Fig. 2.7**, tratta dal QC per il PSC del Comune di Nonantola),

nella quale vengono indicati i tracciati dei corsi d'acqua, distinti a seconda degli usi in "irriguo, scolo e promiscuo". Nella carta sono stati inoltre riportati i sottobacini idrografici relativi a ciascun corso d'acqua presente sul territorio comunale, forniti dal Consorzio della Bonifica Burana-Leo-Scoltenna-Panaro.

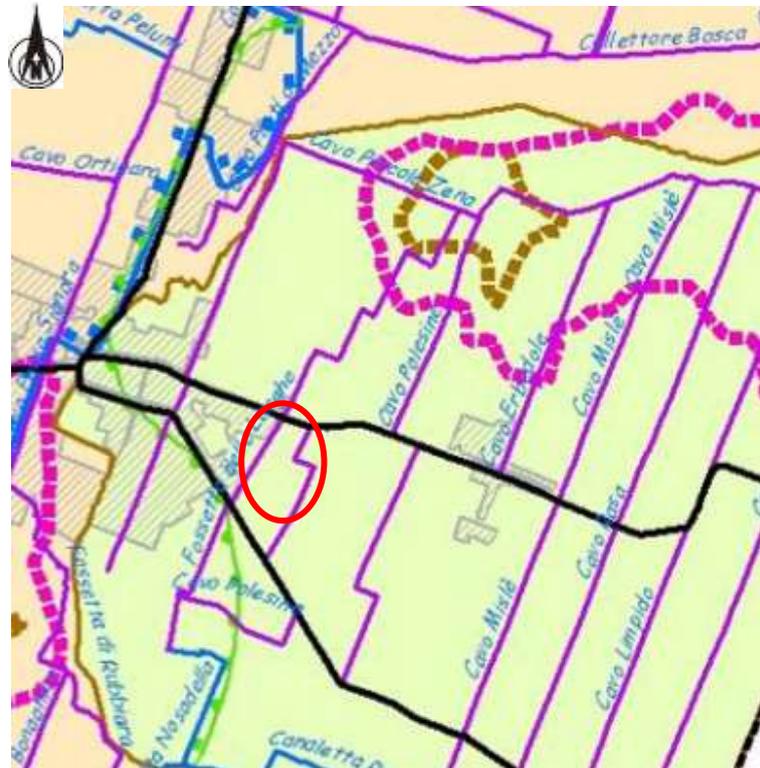


Fig. 2.7 – Carta idrografica, tratta dal QC per il PSC del Comune di Nonantola

Con riferimento alla carta della Idrografia riportata in **figura 2.7**, si osserva che l'attuale conformazione dell'assetto idrografico superficiale è costituita da un sistema di assi drenanti orientati prevalentemente in senso SO-NE e secondariamente est-ovest, nel quale i collettori superficiali più importanti sono costituiti dal Collettore Bosca e dal Collettore Sorgo, in direzione ovest-est e da una serie di fossi minori, in direzione SO-NE.

L'area d'interesse ricade in una zona **allagata il 4-5/09/1966**.

**GEO GROUP SRL - Geologia e Ambiente - [www.geogroupmodena.it](http://www.geogroupmodena.it)**

SEDE: Via Cesare Costa n° 182 - 41123 Modena. Tel. 059/82.83.67

UFFICI: Via Per Modena n° 12 - 41051 Castelnuovo Rangone (Mo).

Tel. 059/39.67.169, e\_mail: [info@geogroupmodena.it](mailto:info@geogroupmodena.it)

## 2.1 Riferimenti normativi di carattere idraulico

Dalla consultazione del **PTCP della Provincia di Modena** ed in particolare della **Tavola 2\_3\_01 "Rischio idraulico"** l'area ricade in corrispondenza dell'ambito **A3 "Aree depresse ad elevata criticità idraulica - aree a rapido scorrimento ed elevata criticità idraulica"**.

Il sito rientra dunque entro il limite delle aree soggette a **criticità idraulica** (Art. 11 PTCP 2009) come si evidenzia nella sottostante **figura 2.1.1**.

11



Aree a differente pericolosità e/o criticità idraulica	
	A1 - Aree ad elevata pericolosità idraulica (Art.11)
	A2 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 metro (Art.11)
	A3 - Aree depresse ad elevata criticità idraulica aree a rapido scorrimento ad elevata criticità idraulica (Art.11)
	A4 - Aree a media criticità idraulica con bassa capacità di scorrimento (Art. 11)
	Aree golenali naturali ed artificiali
	Paleodossi di accertato interesse (Art.23A, comma 2, lettera a)
	Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art.10)
	Fasce di espansione inondabili (Art.9, comma 2, lettera a)
	Limite delle aree soggette a criticità idraulica (Art.11)

**Fig. 2.1.1** – Estratto dalla Tavola 2\_3\_01 del PTCP della Provincia di Modena "Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica"

Sono state poi consultate le **"Mappe della Pericolosità e del Rischio Alluvioni (Det. 3757/2011 e DGR 1244/2014)"** del **PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni)** con particolare riferimento sia al **Reticolo Principale e Secondario montano (RP\_RSCM)** sia al **Reticolo Secondario di pianura (RSP)**.

Relativamente al **RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA** l'area studiata ricade entro lo scenario di pericolosità "P2 - M: Alluvioni poco frequenti, media probabilità". In relazione al rischio, il sito ricade nella classe di Rischio R1 "Rischio moderato o nullo" (**figure 2.1.2 e 2.1.3**).

Per quanto concerne il **RETICOLO PRINCIPALE E SECONDARIO MONTANO** si può osservare come il sito di interesse rientri nell'ambito di pericolosità "P1 – “Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi”". In relazione al rischio il sito ricade invece nella classe di Rischio R1 "Rischio moderato o nullo" (**figure 2.1.4 e 2.1.5**).

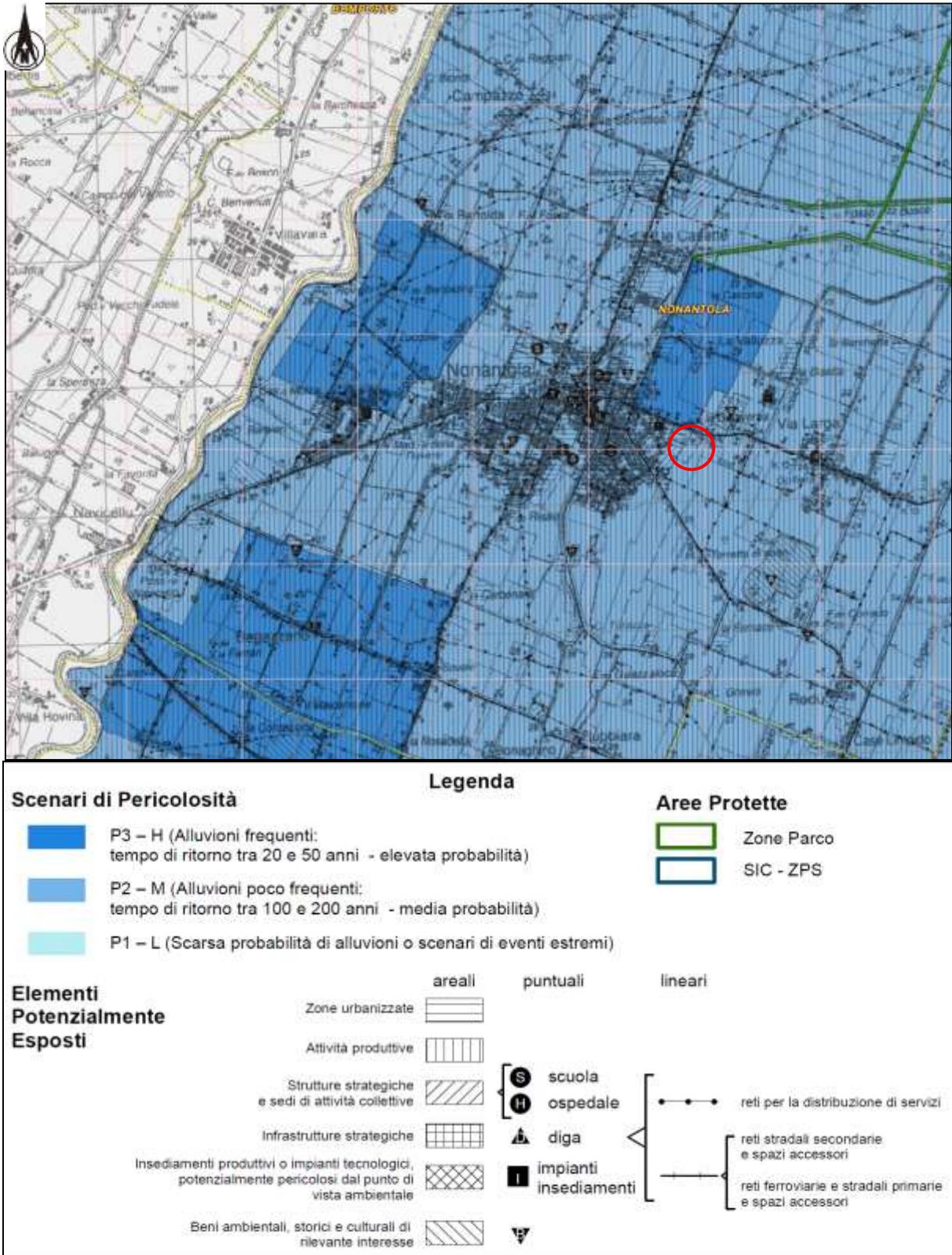


Fig. 2.1.2 – Estratto dalla Mappa della Pericolosità Alluvioni (Det. 3757/2011 e DGR 1244/2014) in riferimento al Reticolo Secondario di pianura.

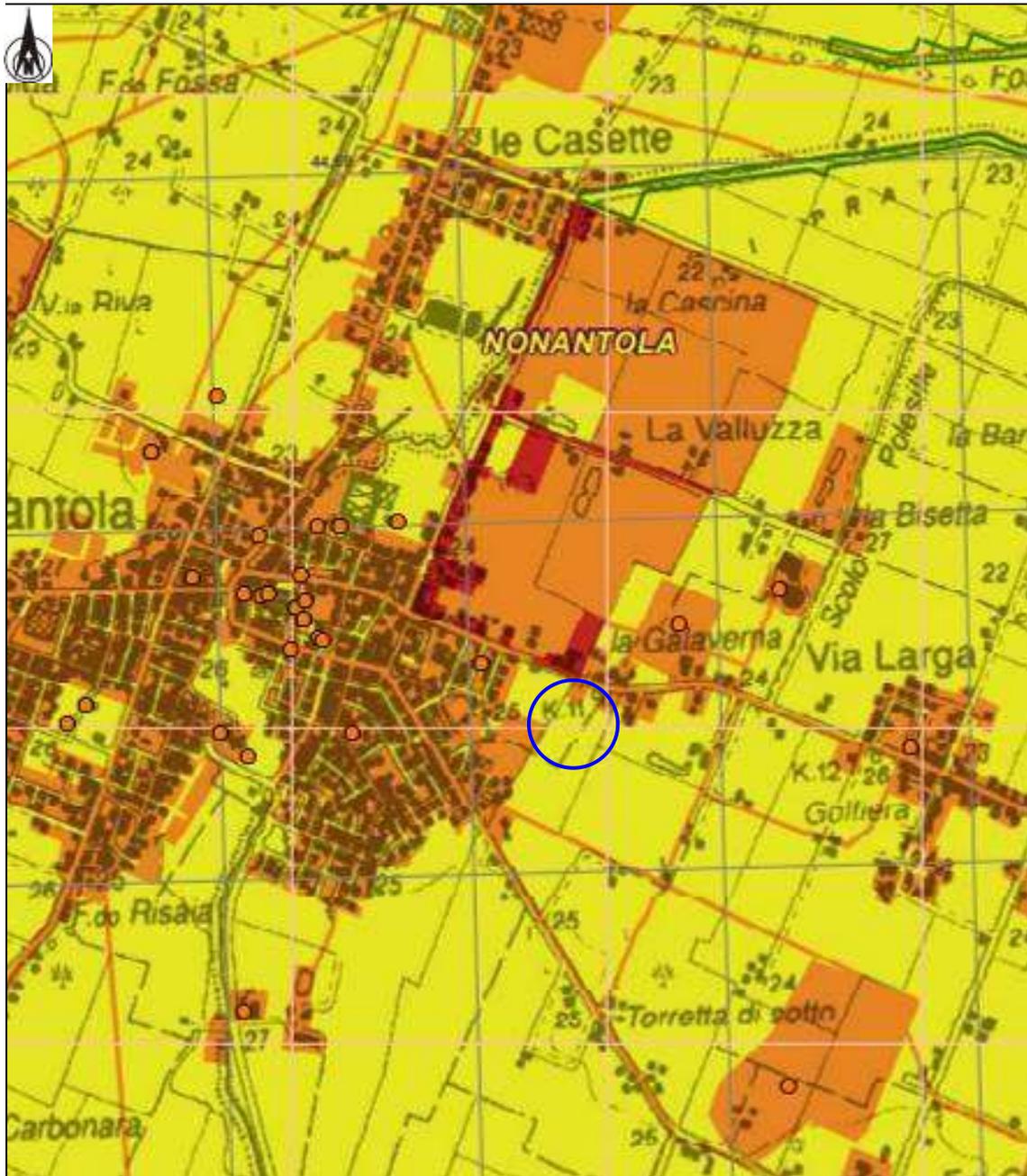


Fig. 2.1.3 – Estratto dalla Mappa del Rischio Alluvioni (Det. 3757/2011 e DGR 1244/2014) in riferimento al Reticolo Secondario di pianura.

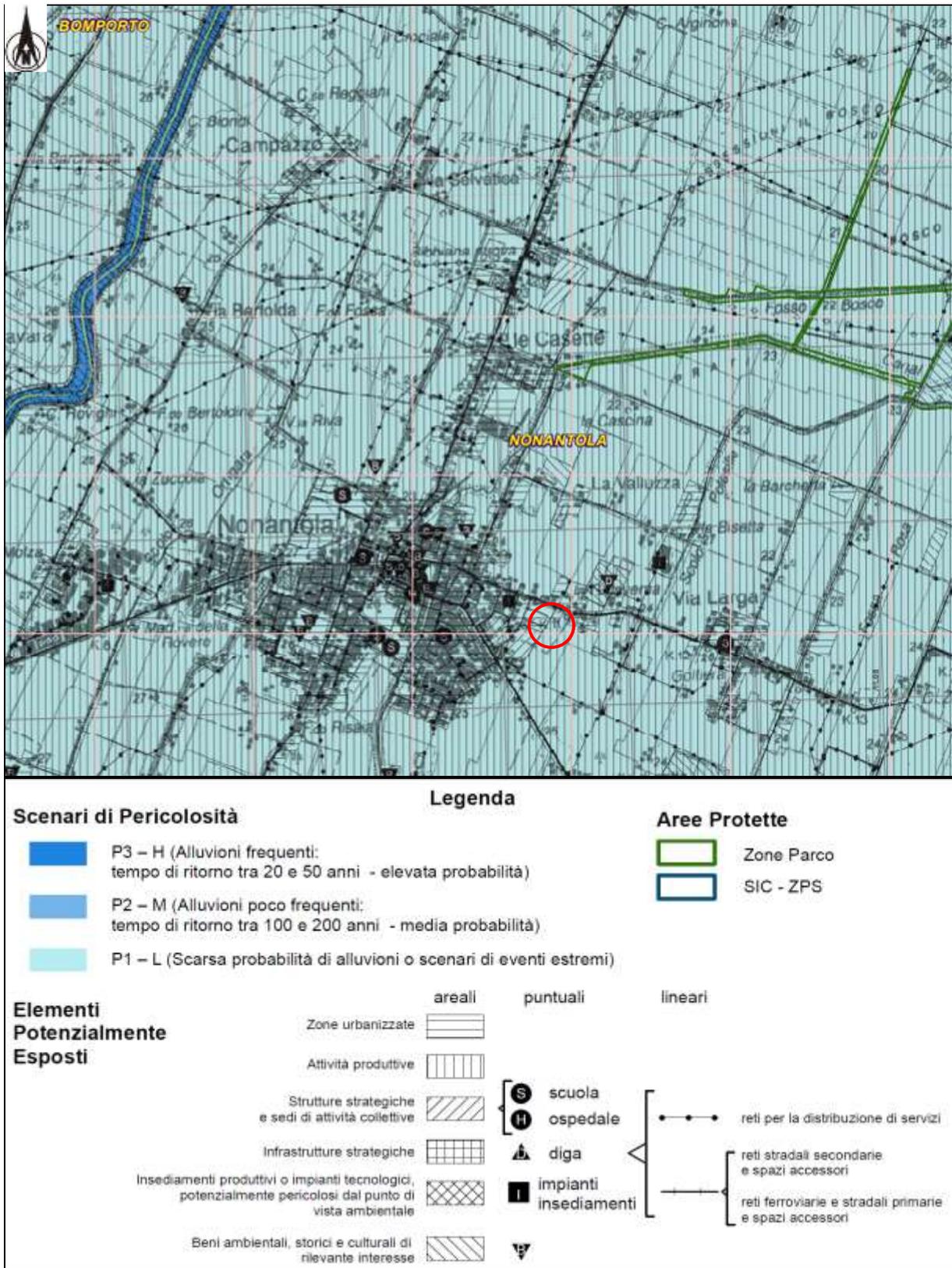


Fig. 2.1.4 – Estratto dalla Mappa della Pericolosità Alluvioni (Det. 3757/2011 e DGR 1244/2014) in riferimento al Reticolo principale e secondario montano.

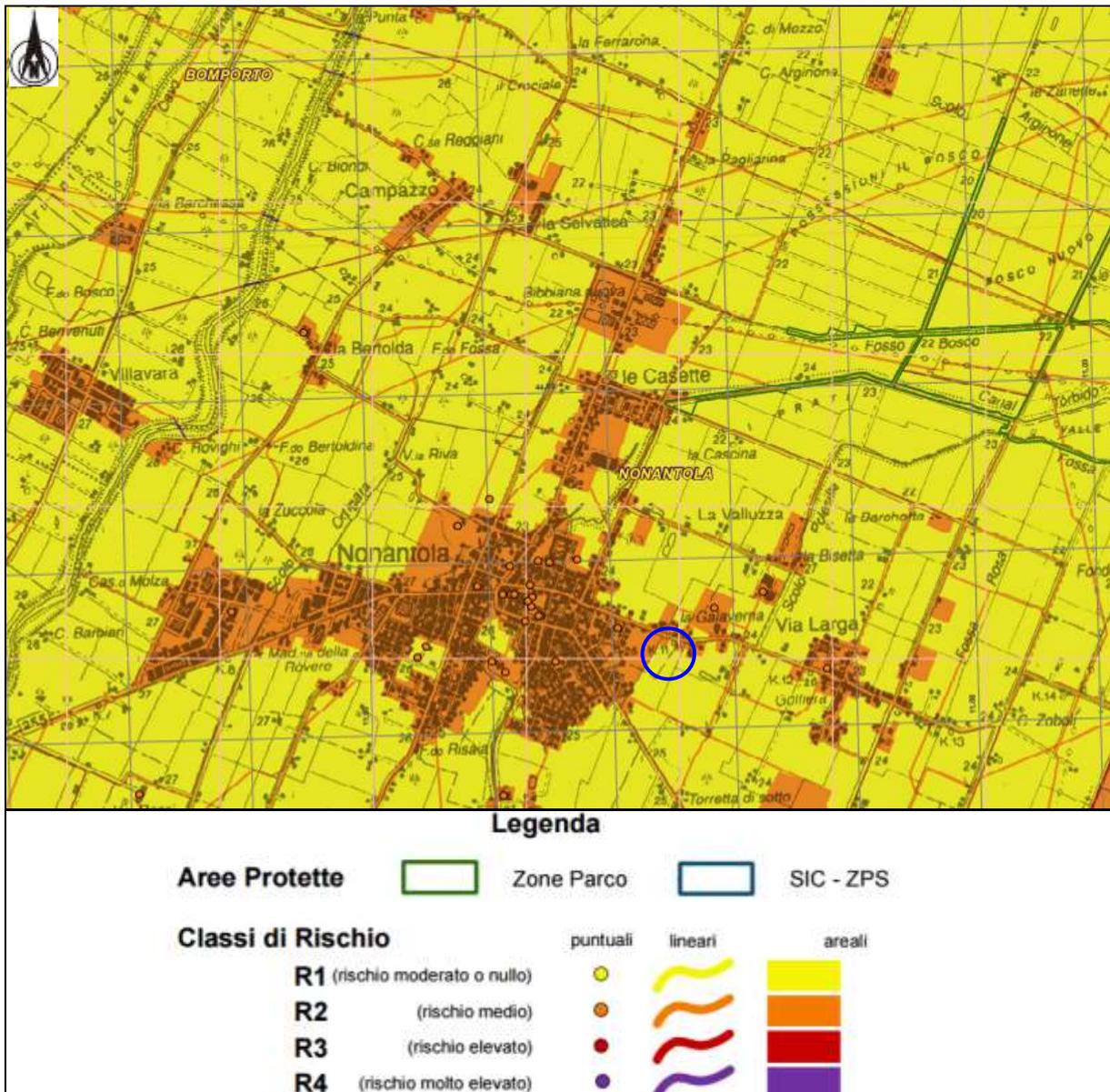


Fig. 2.1.5 – Estratto dalla Mappa del Rischio Alluvioni (Det. 3757/2011 e DGR 1244/2014) in riferimento al Reticolo principale e secondario montano.

È stata infine consultata la cartografia interattiva messa a disposizione dal sito del Comune di Nonantola (MO) come visibile nelle sottostanti **figure 2.1.6 e 2.1.7**. Dalla consultazione dell'Aggiornamento alla Variante specifica al PRG 1/2019, approvata con DCC n.16 del 27/02/2020 si evince come l'area di interesse rientri in una "Zona residenziale di espansione C2" e "Zone di attrezzature di pubblico servizio".

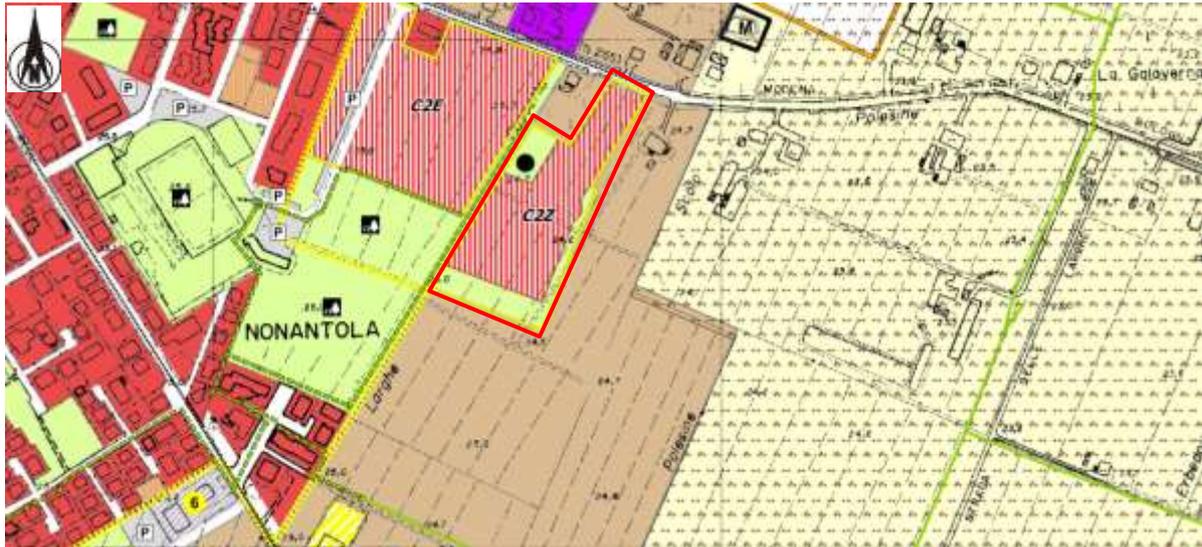


Fig. 2.1.7 – Estratto degli elaborati cartografici interattivi messi a disposizione dal sito del Comune di Nonantola alla sezione PRG. Di seguito si riporta la relativa legenda

Zone omogenee a destinazione prevalentemente residenziale	
	Zone omogenee di tipo A, art. 19, art. 21
	Zone residenziali B1, art. 19, art. 22 soggette a POU, art. 19, art. 22, scheda 1 Rif. art. 22, scheda n. 1
	Zone residenziali B2, art. 19, art. 22 soggette a POU, art. 19, art. 22 Rif. art. 22, scheda n. 2
	Zone residenziali B3, art. 19, art. 22
	Zone residenziali B4, art. 19, art. 22 soggette a POU, art. 19, art. 22 Rif. art. 22, scheda n. 4
	Zone residenziali B5, art. 19, art. 22 Rif. art. 22
	Zone residenziali B6, art. 19, art. 22
	Zone residenziali B7, art. 19, art. 22
	<b>Zone residenziali di espansione C2, art. 19, art. 23</b> Rif. art. 23, allegato alla Scheda n. 2
	Zone residenziali di espansione C3, art. 19, art. 23
	Distributori di carburante dismessi, art. 32 quater

Attrezzature e spazi collettivi	
	Zone per attrezzature pubbliche di servizio
	Verde pubblico attrezzato
	Attrezzature civili, sociali e comuni
	Attrezzature religiose
	Attrezzature scolastiche
	Caserma Carabinieri
	Area di cessione extrastandard
	Parcheggi pubblici
	Zone di rispetto cimiteriale, art. 12.16
	Fermata attrezzata del TPL

Sulla base di quanto indicato nel PTCP della Provincia di Modena, l'area d'interesse ricade in corrispondenza dell'ambito **A3 "Aree depresse ad elevata criticità idraulica - aree a rapido scorrimento ed elevata criticità idraulica"**.

Si riporta dunque nel seguito l'Art. 11 di riferimento.

**ART. 11 del PTCP - Sostenibilità degli insediamenti rispetto alla criticità idraulica del territorio**

1. (D) Ferme restando le norme di cui agli articoli 9 e 10 del presente Piano, ai fini dell'applicazione delle direttive e degli indirizzi di cui ai seguenti commi si definiscono i seguenti ambiti in riferimento alla suddivisione del territorio di pianura in aree a differente pericolosità e/o criticità idraulica, riportate nella Carta n. 2.3 del presente Piano:

**A1. aree ad elevata pericolosità idraulica** rispetto alla piena cinquantennale corrispondenti alle fasce di rispetto individuate in base alle diverse altezze arginali; in tale area un'onda di piena disalveata compromette gravemente il sistema insediativo, produttivo e infrastrutturale interessato;

**A2. aree depresse ad elevata criticità idraulica di tipo A**, con possibilità di permanenza dell'acqua a livelli maggiori di 1 m.; tali aree si trovano in comparti morfologici allagabili e sono caratterizzate da condizioni altimetriche e di drenaggio particolarmente critiche;

**A3. aree depresse ad elevata criticità idraulica di tipo B**, situate in comparti morfologici allagabili, ma caratterizzate da condizioni altimetriche meno critiche della classe precedente, aree caratterizzate da scorrimento rapido e buona capacità di smaltimento, ad elevata criticità idraulica poiché situate in comparti allagabili;

**A4. aree depresse a media criticità idraulica con bassa capacità di smaltimento** situate in comparti non immediatamente raggiungibili dall'acqua, ma caratterizzate da condizioni altimetriche che ne determinano la difficoltà di drenaggio e tempi lunghi di permanenza.

I **Piani Strutturali Comunali** possono eventualmente pervenire ad ulteriori specificazioni solo qualora derivanti da studi e approfondimenti di maggior dettaglio, i quali in tal caso sostituiscono le delimitazioni della Carta n. 2.3 "Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica" del presente Piano.

2. (D) All'interno dell'ambito **A1** di cui al precedente punto i Comuni in sede di adeguamento dei rispettivi strumenti urbanistici:

- procedono ad una verifica del livello di pericolosità idraulica e vulnerabilità in rapporto al sistema insediativo presente e di progetto;
- definiscono in relazione al livello di pericolosità e vulnerabilità individuato di cui al punto a. gli utilizzi ammissibili e le limitazioni relative agli interventi edilizi ed urbanistici con particolare riferimento alle zone di nuova urbanizzazione;
- definiscono con elaborati adeguati le misure di controllo in atto o da adottare al fine di rendere compatibili gli interventi di trasformazione del suolo e delle destinazioni d'uso previste;
- procedono alla verifica di cui alla lettera a. anche per le aree di cui al comma 3, art. 9 del PTCP - attuazione del PTPR.

3. (D) Negli **ambiti A1 e A2** di cui al precedente comma 1 i Comuni attraverso i **Regolamenti Urbanistico-Edilizi** definiscono norme edilizie atte a diminuire la pericolosità per le persone che risiedono negli edifici di tali aree quali: la presenza di scale interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani, la limitazione di vani interrati quali garage o taverne, ecc..

4. (D) Negli **ambiti A1, A2 e A3** i Comuni attivano una puntuale pianificazione dell'emergenza finalizzata alla limitazione del rischio per la popolazione residente.

5. (D) Negli **ambiti A2, A3, A4**, con particolare riferimento alle aree interessate da rilevanti nuovi insediamenti produttivi, gli strumenti urbanistici comunali indicano gli interventi tecnici da adottare sia per ridurre l'effetto della impermeabilizzazione delle superfici nei confronti dell'incremento dei tempi di corrivazione dei deflussi idrici superficiali sia per mantenere una ottimale capacità di smaltimento del reticolo di scolo legato al sistema della rete dei canali di bonifica. Deve essere previsto il drenaggio totale delle acque meteoriche con il sistema duale, cioè un sistema minore, costituito dai collettori fognari destinati allo smaltimento delle acque nere e di parte di quelle bianche, e un sistema maggiore, costituito dalle vie di acque superficiali (anche vasche volano, taratura delle bocche delle caditoie, estensione delle aree verdi) che si formano in occasione di precipitazioni più intense di quelle compatibili con la rete fognaria.

Nell'**Appendice 1** della Relazione di Piano viene fornito un metodo per il calcolo dell'incremento teorico di superficie impermeabilizzabile date le caratteristiche del bacino di scolo.

6. (I) Negli **ambiti A1, A2, A3, A4** gli strumenti urbanistici comunali si dotano di uno studio idrologico-idraulico che definisca gli ambiti soggetti ad inondazioni per tempi di ritorno prefissati e che permettano di verificare il grado di pericolosità e di criticità individuato nel presente Piano esaminando un tratto di corso d'acqua significativo che abbia riferimento con l'area di intervento.

Lo studio deve inoltre verificare gli eventuali fenomeni di ristagno per le diverse aree di intervento.

Nelle **aree soggette ad inondazione** per piene con tempi di ritorno prefissati e **soggette a fenomeni di ristagno** gli strumenti urbanistici comunali o i loro strumenti attuativi individuano gli interventi necessari a riportare ad un livello accettabile il rischio di inondazione e il rischio di ristagno. Essi devono essere compatibili con la situazione idraulica dell'ambito territorialmente adiacente alle zone di intervento.

7. (I) Nella **Carta 2.3 "Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica"** del presente Piano viene rappresentato il limite delle **aree soggette a criticità idraulica**, per il quale la riduzione delle condizioni di rischio generate da eventi a bassa probabilità di inondazione e l'obiettivo di garantire un grado di sicurezza accettabile alla popolazione è affidato alla predisposizione di programmi di prevenzione e protezione civile ai sensi della L. 225/1992 e s.m.i. Tali programmi e i piani di emergenza per la difesa della popolazione e del territorio investono anche i territori di cui agli articoli 9, 10 del presente Piano.

8. (D) Nei territori che ricadono all'interno del limite delle **aree soggette a criticità idraulica**, di cui al comma 7, il Comune nell'ambito della elaborazione del PSC dispone l'adozione di misure volte alla prevenzione del rischio idraulico ed alla corretta gestione del ciclo idrico. In particolare sulla base di un bilancio relativo alla sostenibilità delle trasformazioni urbanistiche e infrastrutturali sul sistema idrico esistente, entro ambiti territoriali definiti dal Piano, il Comune prevede:

- per i nuovi insediamenti e le infrastrutture - l'applicazione del principio di invarianza idraulica (o udometrica) attraverso la realizzazione di un volume di invaso atto alla laminazione delle piene ed idonei dispositivi di limitazione delle portate in uscita o l'adozione di soluzioni alternative di pari efficacia per il raggiungimento delle finalità sopra richiamate;
- per gli interventi di recupero e riqualificazione di aree urbane l'applicazione del principio di attenuazione idraulica attraverso la riduzione della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa, attraverso una serie di interventi urbanistici, edilizi, e infrastrutturali in grado di ridurre la portata scaricata al recapito rispetto alla situazione preesistente.

9. (I) Per la gestione del rischio idraulico attraverso l'applicazione dei **principi di invarianza e attenuazione idraulica**, di cui al comma precedente, il Comune può procedere sulla base della metodologia riportata a titolo esemplificativo nell'Appendice 1 della Relazione di Piano. In fase di prima applicazione si individua come parametro di riferimento per l'invarianza idraulica a cui i Comuni possono attenersi il valore di 300-500 mc/ha di volume di laminazione per ogni ettaro impermeabilizzato. Per i Comuni che ricadono nell'ambito di competenza dell'Autorità di Bacino del Reno i sistemi di applicazione del principio di invarianza idraulica possono essere anche previsti negli strumenti urbanistici come interventi complessivi elaborati d'intesa con l'Autorità idraulica competente. Le caratteristiche funzionali di tali sistemi sono stabilite dall'Autorità idraulica competente con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione.

10.(I) Nel **territorio rurale di pianura**, che ricade all'interno del suddetto limite delle **aree soggette a criticità idraulica**, l'adozione di nuovi sistemi di drenaggio superficiale che riducano sensibilmente il volume specifico d'invaso, modificando quindi i regimi idraulici, è subordinata all'attuazione di interventi finalizzati

**GEO GROUP SRL - Geologia e Ambiente - [www.geogroupmodena.it](http://www.geogroupmodena.it)**

SEDE: Via Cesare Costa n° 182 - 41123 Modena. Tel. 059/82.83.67

UFFICIO: Via Per Modena n° 12 - 41051 Castelnuovo Rangone (Mo).

Tel. 059/39.67.169, e\_mail: [info@geogroupmodena.it](mailto:info@geogroupmodena.it)

all'invarianza idraulica, consistenti nella realizzazione

di un volume d'invaso compensativo, il cui calcolo sia fornito sulla base di un'ideale documentazione.

11.(I) Per gli interventi nel territorio rurale di cui al precedente comma, l'Autorità idraulica responsabile dello scolo di quel bacino esercitano l'attività di controllo e la Provincia interviene anche attraverso accordi territoriali per coordinare la gestione di tali attività.

12.(D) **Nella Carta 2.3 "Rischio idraulico: carta della pericolosità e criticità idraulica"** sono rappresentate le infrastrutture per la sicurezza idraulica del territorio [...]. Tali infrastrutture sono da considerarsi strategiche e quindi prioritarie ai fini della sicurezza e della prevenzione del rischio idraulico nel territorio provinciale.

La pianificazione comunale ha evidenziato come l'area di interesse rientri tra le zone omogenee e funzionali **"Zona agricola di rispetto ai centri abitati E.3.2.a"**.

Per quanto attiene questa classificazione, il PRG rimanda all'Art. 25, di seguito riportato.

#### **Art.25 - Zone territoriali omogenee di tipo E**

1. Sono così definite le parti del territorio destinate ad usi agricoli e silvo-pastorali.

2. Il P.R.G. suddivide il territorio agricolo nelle seguenti sottozone:

E.1)- ZONE AGRICOLE NORMALI: parti del territorio destinate alla conferma e sviluppo delle potenzialità produttive senza che si rendano necessarie particolari misure di tutela ambientale. Corrispondono agli ambiti territoriali extraurbani non inclusi fra le zone di seguito elencate.

E.2)- ZONE AGRICOLE DI TUTELA GENERALIZZATA: parti del territorio per le quali emergono esigenze di cautela nei confronti della nuova edificazione, che devono essere preventivamente considerate. Sono individuate graficamente nelle tavole di progetto.

E.3)- ZONE AGRICOLE DI TUTELA SPECIFICA: parti del territorio che in relazione a specifiche condizioni geomorfologiche o ambientali, presentano particolari controindicazioni e pertanto idonei provvedimenti rispetto a nuovi interventi edificatori. Si distinguono in:

E.3.1)- ZONE DI TUTELA DEI CARATTERI AMBIENTALI DI BACINI E CORSI D'ACQUA: costituite dalle fasce ed ambiti di rispetto ai principali corpi idrici e si suddividono in:

- E.3.1a fasce di espansione inondabili
- E.3.1b zone fasce di tutela ordinaria.

Sono individuate e descritte all'art. 12 punto 3) delle presenti Norme.

E.3.2)- ZONE DI RISPETTO ALLE AREE URBANE: costituite dagli ambiti limitrofi alle aree urbanizzate e alle nuove previsioni urbanistiche, per le quali occorre garantire un corretto rapporto fra funzioni agricole e funzioni urbane. Sono individuate con apposita simbologia nelle tavole di progetto e si distinguono in:

- E.3.2a zone di rispetto ai centri abitati
- E.3.2b campagna-parco.

E.3.3)- ZONE AGRICOLE DI VALORE PAESAGGISTICO-AMBIENTALE E DI INTERESSE STORICO-TESTIMONIALE: caratterizzate da condizioni ambientali meritevoli di particolare tutela e nelle quali sono auspicabili interventi, anche sperimentali, di riqualificazione paesaggistica dell'ambiente rurale.

E.3.4)- ZONE AGRICOLE DI RISPETTO A BENI CULTURALI: corrispondenti ad ambiti di pertinenza e di rispetto agli edifici, complessi ed altri elementi individuati, per caratteri architettonici, tipologici e storici, come beni culturali. Sono indicate con apposita simbologia nelle tavole di progetto.

E.3.6)- FASCE DI RISPETTO ALLA VIABILITA': corrispondenti alle zone di rispetto fissate dal Codice della strada e relativo Regolamento di attuazione e successive modifiche, in base alla classificazione delle strade ai sensi del successivo art. 32.

3. Le zone agricole sopra descritte possono, in alcune situazioni, sovrapporsi fra loro ovvero possono essere interessate da elementi e vincoli di tutela descritti al precedente art. 12. In questo caso gli interventi consentiti in base agli articoli successivi dovranno avvenire secondo il criterio dell'applicazione della norma più restrittiva

L'area di interesse risulta appartenere sia al "Reticolo Principale e Secondario montano" (**RP\_RSCM**) sia al "Reticolo Secondario di Pianura" (**RSP**).

In relazione alle caratteristiche di pericolosità e rischio descritte nel paragrafo precedente, nelle aree perimetrare 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 (come nel nostro caso), si deve garantire l'applicazione:

21

- di misure di **riduzione della vulnerabilità** dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana: a tal fine la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione; è da evitare le realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione; è necessario favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione). Questo aspetto verrà trattato al **Capitolo 3** della presente relazione;
- 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. Questo aspetto verrà trattato al **Capitolo 4** della presente relazione.

### 3. VALUTAZIONE DELLE MISURE DI RIDUZIONE DELLA VULNERABILITA'

L'area d'interesse ricade in destra idrografica del Fiume Panaro, in una zona ricca di canali principali (*Canale Torbido, Collettore Bosca, Collettore Sorgo*) e scoli secondari (Cavo Prato di mezzo, Cavo Fossetta delle Larghe, Cavo Canalino di Bagazzano, Cavo S. Lorenzo, Fossetta delle Larghe), tutti afferenti al Consorzio della Bonifica di Burana.

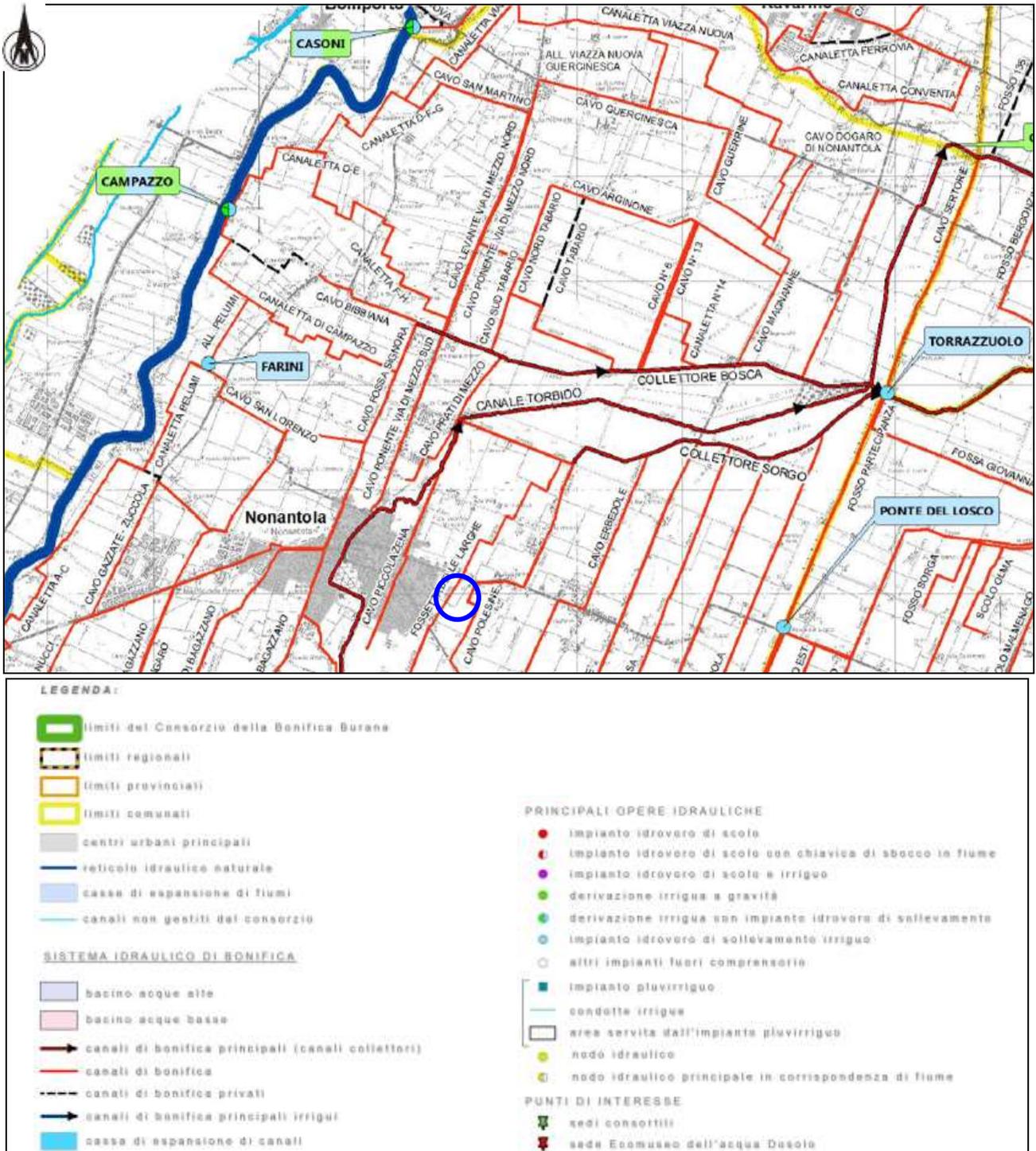


Fig. 3.1 – Inquadramento idrografico e ubicazione dell'area d'interesse (cerchiata in blu).

### 3.1. Riduzione del rischio idraulico, a livello di Consorzio

Ai fini della riduzione del rischio idraulico, il Consorzio, consapevole dell'importanza di dover controllare e monitorare in tempo reale i livelli idrometrici transitanti nella propria rete idraulica, dispone di una rete di telecontrollo dei dati idrometrici e pluviometrici (costituita attualmente da 67 stazioni di telerilevamento dislocate nei punti idraulicamente nevralgici del proprio comprensorio) per controllare e gestire le piene interne (**Figura 3.1.1**).

Gli idrometri presenti nelle stazioni sono prevalentemente ad ultrasuoni e sono situati nei punti nevralgici da idrometri lineari a lettura diretta facenti parte della infrastruttura idraulica, così da permettere al personale consortile dislocato sul territorio di controllare visivamente tali strumentazioni durante le necessarie manovre di regolazione idraulica.

Le centrali di elaborazione e controllo sono ubicate nella sede centrale consortile di Modena ed in quelle periferiche di Mirandola, Bondeno e San Giovanni Persiceto.

Il sistema informatico consente sia di "comandare" in remoto il funzionamento degli impianti sia di verificare le quote idrometriche e pluviometriche anche mediante l'utilizzo di smartphone e tablet (tramite sistemi WEB).

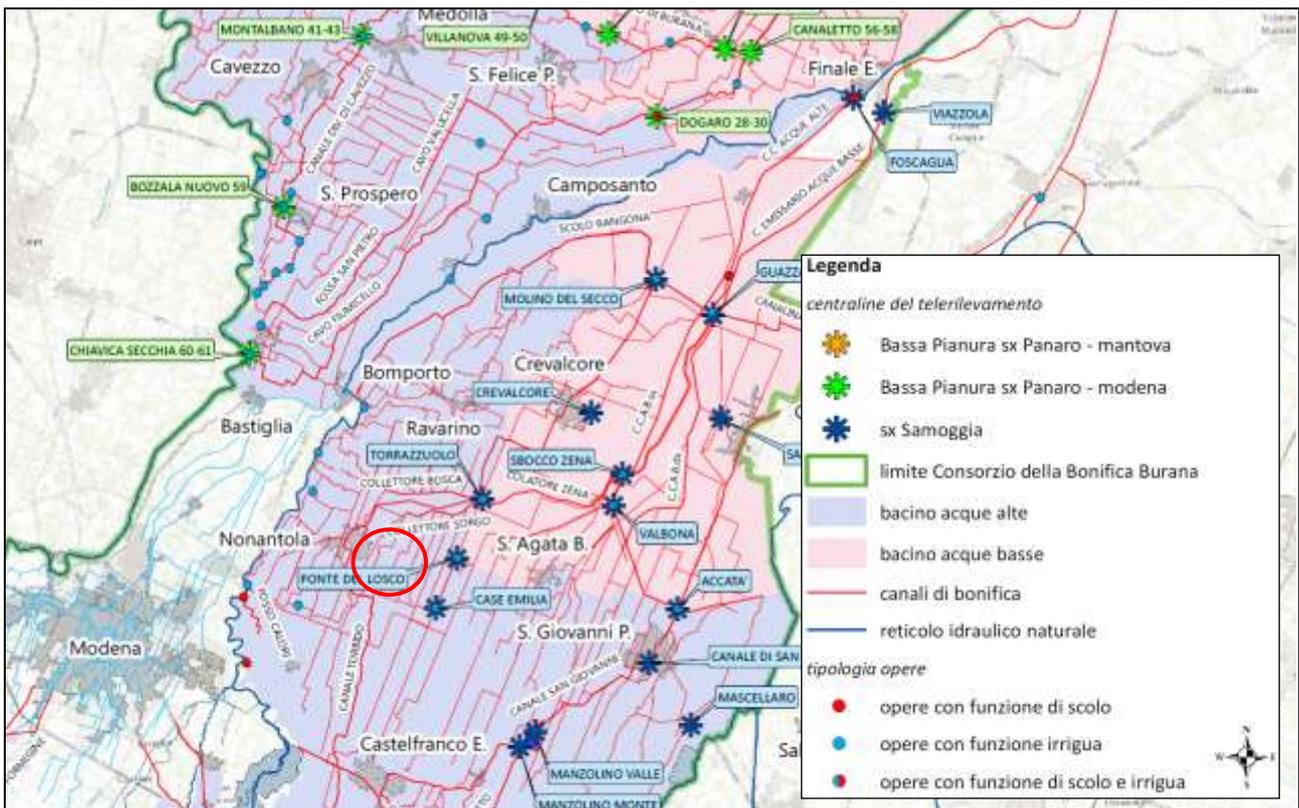


Fig. 3.1.1 – Dislocazione stazioni di telerilevamento nel territorio della bonifica di Burana.

### 3.2. Caratteristiche idrografiche del Reticolo Secondario di Pianura "RSP"

Per quanto concerne lo studio idraulico a supporto dell'esecuzione delle opere inerenti alla progettazione del PUA della variante PRG 1/2019 di via Provinciale Est nel comune di Nonantola (MO), ci si è concentrati sul **Cavo Fossetta delle Larghe** che corre lungo il lato ovest del lotto in questione. In **figura 3.2.2** si evidenzia la geometria dei bacini imbriferi dei canali di scolo adiacenti all'area di interesse.

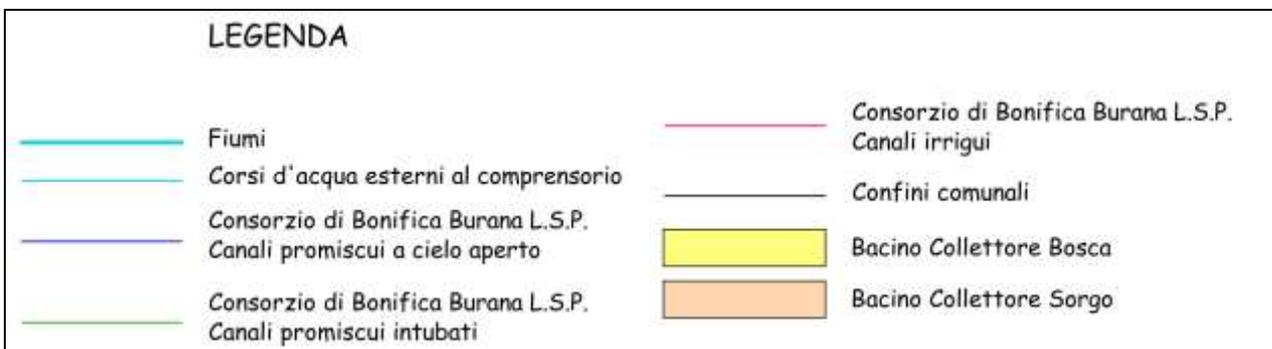
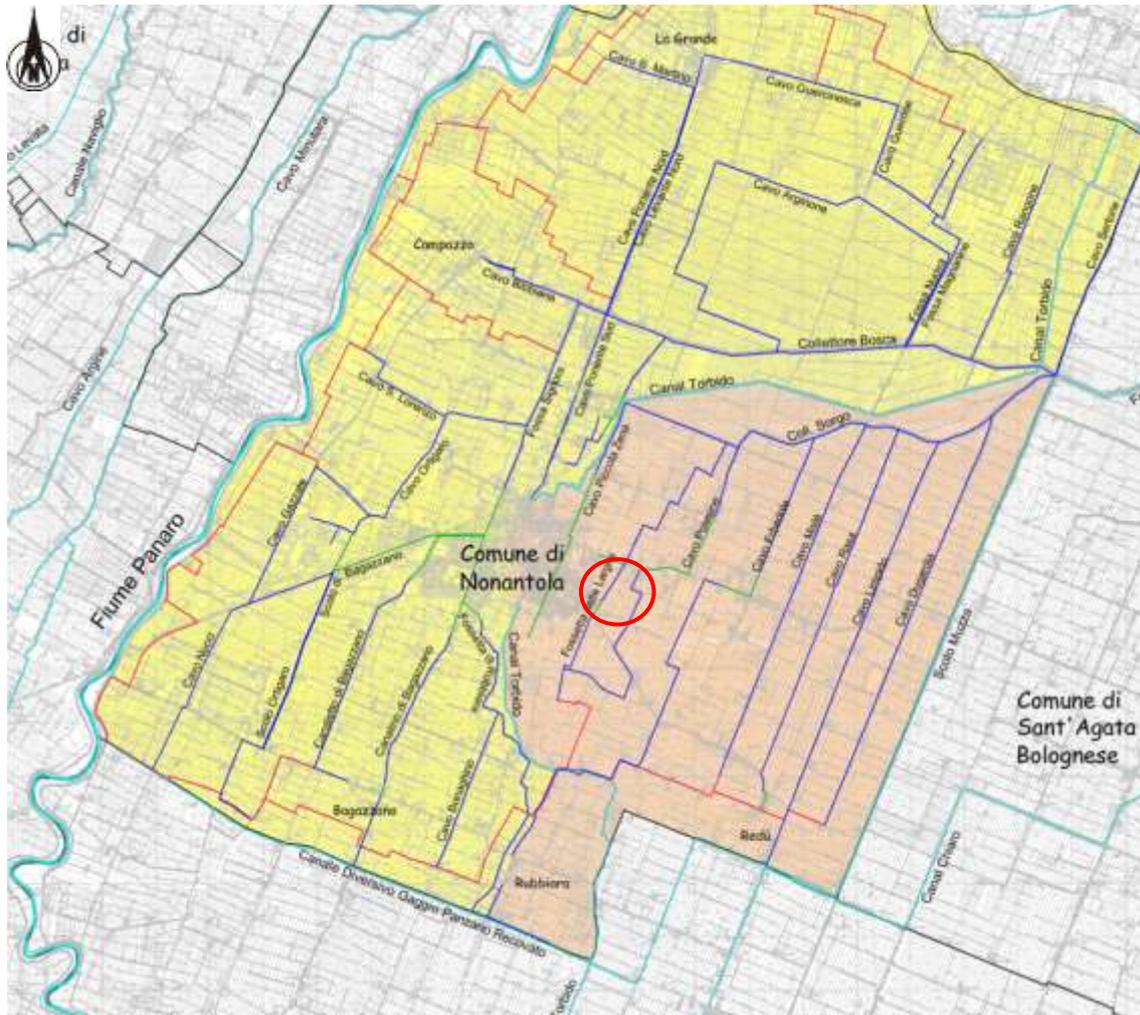


Fig. 3.2.1 – Inquadramento idrografico e ubicazione dell'area d'interesse (cerchiata in rosso).

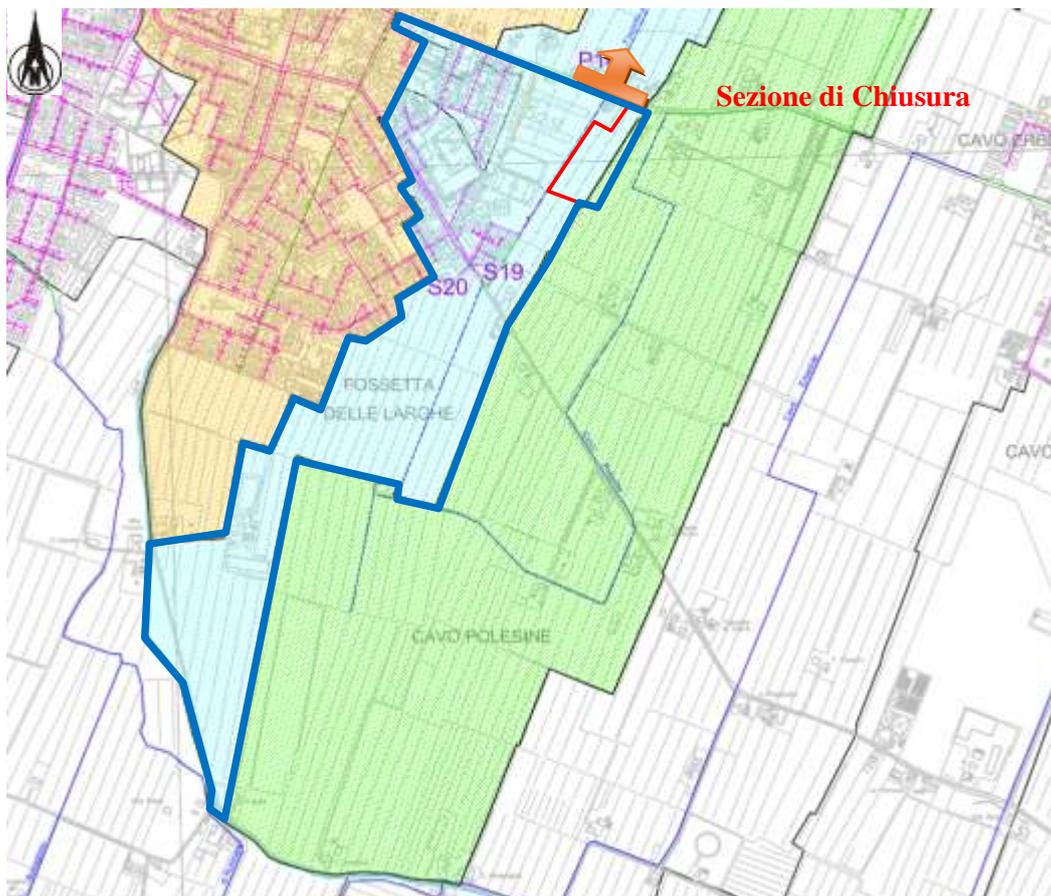
Si tratta di un corso d'acqua ad uso promiscuo che ha origine presso la sponda destra del fiume Panaro, nella parte Nord dell'abitato di Nonantola, ed ha andamento prevalentemente da Sud verso Nord, dove si immette nel Collettore Sorgo.

Si può notare che essa è divisa longitudinalmente dal "confine" tra bacino afferente alla Fossetta delle Larghe e il bacino afferente al Cavo Polesine. L'intera area soggetta a variante del PRG è stata considerata scolante sul Cavo Fossetta delle Larghe sia per motivi cautelativi sia per il fatto che il progetto di edificazione attuale è compreso interamente nel bacino del Cavo Fossetta delle Larghe.

In seguito a tali considerazioni, il bacino considerato, in corrispondenza della sezione di chiusura, presenta una superficie complessiva pari a  $S = 0.616 \text{ km}^2$ . Nella seguente tabella vengono esposte le principali caratteristiche fisiche del bacino chiuso alla sezione corrispondente al lotto in oggetto:

- Superficie:  $0.616 \text{ km}^2$
- Lunghezza asta principale fino alla sezione di chiusura: 1.084 km
- Quota massima del bacino: 26.5 m s.l.m.
- Quota alla sezione di chiusura considerata: 24.5 m s.l.m.

È riportato di seguito il bacino imbrifero considerato, sotteso alla sezione di chiusura (**fig. 3.2.2**).



**Fig. 3.2.2** – Bacino imbrifero considerato scolante nel Cavo Fossetta delle Larghe (in Blu) e relativa sezione di chiusura tratto dalla Tavola R3.1 dello Studio di Compatibilità Idraulica – Quadro Conoscitivo del PSC del Comune di Nonantola. (In rosso il perimetro dell'area considerata)

**GEO GROUP SRL - Geologia e Ambiente - [www.geogroupmodena.it](http://www.geogroupmodena.it)**

SEDE: Via Cesare Costa n° 182 - 41123 Modena. Tel. 059/82.83.67

UFFICIO: Via Per Modena n° 12 - 41051 Castelnuovo Rangone (Mo).

Tel. 059/39.67.169, e\_mail: [info@geogroupmodena.it](mailto:info@geogroupmodena.it)

### 3.3. Calcolo del Volume delle precipitazioni medie annue (V)

Nella zona in esame, il clima è caratterizzato da precipitazioni prevalenti nei mesi primaverili e in quelli autunnali, e da un periodo siccitoso estivo. La temperatura è rigida nei mesi invernali mentre nei mesi estivi è elevata ed è spesso associata ad un'alta umidità dell'aria.

Tale andamento di precipitazioni e di temperatura ricorda sia i climi continentali dell'Europa centrale, caratterizzati da forti escursioni termiche, che quelli delle regioni mediterranee.

Dalla consultazione degli Annali Idrologici, a cura dell'**Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente (ARPA - Regione Emilia Romagna) - Servizio Idrometeorologico**, ed in riferimento alle stazioni pluviometriche di Modena (35 m s.l.m.), Anzola nell'Emilia (40 m s.l.m.), Spilamberto (69 m s.l.m.), Formigine (80 m s.l.m.) e Carpi (28 m s.l.m.), il valore della precipitazione media annua può essere assunto pari a **P = 787 mm/anno**.

Il **volume V delle precipitazioni** sul bacino considerato (di superficie  $S = 0.591 \text{ km}^2 = 590614 \text{ m}^2$ ), risulta dunque:

$$V = 464'813 \text{ m}^3/\text{anno}$$

### 3.4. Portata media annua naturale

Per calcolare la portata media annuale naturale  $Q_m$  è necessario definire il **coefficiente di deflusso  $c_d$**  del corso d'acqua relativo al bacino sotteso.

Per quanto riguarda il bacino considerato, l'area è caratterizzata dai seguenti coefficienti di deflusso:

Tipologia superficie	$\phi$
Verde su suolo profondo, prati, orti, superfici agricole	0,10-0,15
Terreno incolto, sterrato non compattato	0,20-0,30
Superfici in ghiaia sciolta – parcheggi drenanti	0,30-0,50
Pavimentazioni in macadam	0,35-0,50
Superfici sterrate compatte	0,50-0,60
Coperture tetti	0,85-1,00
Pavimentazioni in asfalto o cls	0,85-1,00

In linea generale per bacini di piccola e media estensione, come in questo caso, è opportuno fare riferimento all'uso del suolo e alla litologia, assegnando ad ogni tipologia/combinazione di tali parametri il valore più appropriato del coefficiente di deflusso valutando attraverso la media ponderata sull'area il coefficiente di deflusso globale.

		<i>Tipo di suolo</i>		
		<i>Terreno leggero</i>	<i>Terreno di medio impasto</i>	<i>Terreno compatto</i>
<i>Vegetazione e pendenza</i>				
<b>Boschi</b>	< 10 %	0,13	0,18	0,25
	> 10 %	0,16	0,21	0,36
<b>Pascoli</b>	< 10 %	0,16	0,16	0,22
	> 10 %	0,22	0,42	0,62
<b>Colture agrarie</b>	< 10 %	0,40	0,60	0,70
	> 10 %	0,52	0,72	0,82

Nel caso in esame, trattandosi di un bacino poco edificato e con buona copertura vegetale, è stato ottenuto il seguente valore di **coefficiente di deflusso medio ponderato**:

$$C_{d \text{ med}} = 0.50$$

Risulta di conseguenza che la **portata media annuale Qm** nel punto di chiusura del bacino (ovvero nel punto più a valle) vale:

$$Q_m = c_d \cdot V/T = 0.50 \cdot 464'813 / 31'536'000 = 0.0073 \text{ m}^3/\text{s} = 7.32 \text{ l/s}$$

essendo T = 31'536'000 s il tempo annuale.

La portata annuale media naturale Qm = 7.32 l/s è quella presente nel bacino considerato, alla sezione di chiusura considerata.

La **portata specifica media annua q<sub>medA</sub> per km<sup>2</sup>** vale:

$$q_{\text{medA}} = Q_m/S = (7.32 \text{ l/s}) / (0.591 \text{ km}^2) = 12.39 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$$

### 3.5. Calcolo della portata di massima piena

La verifica idraulica è stata svolta seguendo la letteratura tecnica di Settore e le indicazioni dell'autorità di bacino del Fiume Po contenute nel **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del fiume Po** (Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6ter).

La portata di piena Q<sub>C</sub> di progetto è stata desunta dalle "Indicazioni per il calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni" riportate nelle norme di attuazione.

Secondo il metodo razionale della corrivazione citato dalla normativa, la portata può essere calcolata come:

$$Q_C = 0.278 c i A$$

Dove:

Q<sub>C</sub> = portata al colmo in m<sup>3</sup>/s,

c = coefficiente di deflusso adimensionale = 0.50

$i$  = intensità di pioggia in mm/h

$A$  = superficie del bacino in  $\text{km}^2 = 0.591 \text{ km}^2$

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino,
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno  $T$  di quello dell'intensità di pioggia,
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del *tempo di corrivazione*  $t_c$ . Il tempo di corrivazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione forse migliore è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

28

### **Tempo di corrivazione $t_c$**

---

Il tempo di corrivazione del bacino è normalmente calcolato con formule empiriche; tra esse molto usata è quella di *Giandotti (1934, 1937)*:

$$t_c = (4 (A)^{0,5} + 1,5 L) / (0,8 (H_m - H_0)^{0,5}) \quad (\text{ore})$$

dove:

$L$  = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (km) = 1.084 km

$H_m$  = altitudine media del bacino (m s.l.m.)  $(26.5 + 24.5) / 2 = 25.5$  m s.l.m.

$H_0$  = altitudine della sezione di chiusura (m s.l.m.) = 24.5 m s.l.m.

$H_m - H_0 = 1.0$  m

$A$  = superficie del bacino in  $\text{km}^2 = 0.591 \text{ km}^2$

da cui:

$$t_c = (4 (0.591)^{0,5} + 1,5 \cdot 1.084 / (0,8 \cdot (1.0)^{0,5}) = \mathbf{8.31 \text{ ore} = 29'910 \text{ sec}}$$

A tale tempo di corrivazione corrisponde una velocità media di deflusso sul bacino a monte del lotto d'interesse:

$$V_m = L / t_c = 1084 \text{ m} / 29'910 \text{ sec} = \mathbf{0.004 \text{ m/s}}$$

### **Curva di probabilità pluviometrica**

---

La curva di probabilità pluviometrica, con tempo di ritorno di 100 anni, nella sua forma generale è la seguente:

$$h = a t^n$$

con

$h$  = altezza della pioggia in millimetri;

$t$  = durata di pioggia in ore;

**GEO GROUP SRL - Geologia e Ambiente - [www.geogroupmodena.it](http://www.geogroupmodena.it)**

SEDE: Via Cesare Costa n° 182 - 41123 Modena. Tel. 059/82.83.67

UFFICIO: Via Per Modena n° 12 - 41051 Castelnuovo Rangone (Mo).

Tel. 059/39.67.169, e\_mail: [info@geogroupmodena.it](mailto:info@geogroupmodena.it)

a (mm/h) n (adimensionale);

I coefficienti a e n sono ricavabili dalla **Griglia di discretizzazione delle Piogge Intense: (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)** da cui la cella significativa di calcolo risulta la **FZ128**:

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
FZ128	663000,00000	4945000,00000	46,09	0,259	59,88	0,254	65,73	0,251	73,52	0,250

Si può così calcolare l'altezza critica di pioggia per un tempo di ritorno di 100 anni:

Tempo di ritorno	Altezza di pioggia h(tc) (mm)
Tr=100 anni	$h_{c(100)} = 59,88 \cdot 8,31^{0,254} = 102,53 \text{ mm}$

Adottando il coefficiente di deflusso medio ponderato calcolato **C=0.50** si può determinare la portata al colmo Qc relativa ai tempi di ritorno considerati:

$$Q_c = 0,278 \cdot C \cdot A \cdot i = 0,278 \cdot C \cdot A \cdot h(tc)/tc$$

Tempo di ritorno	Portata al colmo Qc (m³/sec)
Tr=100 anni	$Q_{c(100)} = 0,278 \cdot 0,50 \cdot 0,591 \cdot 102,53 / 8,31 = 1,01 \text{ m}^3/\text{sec}$

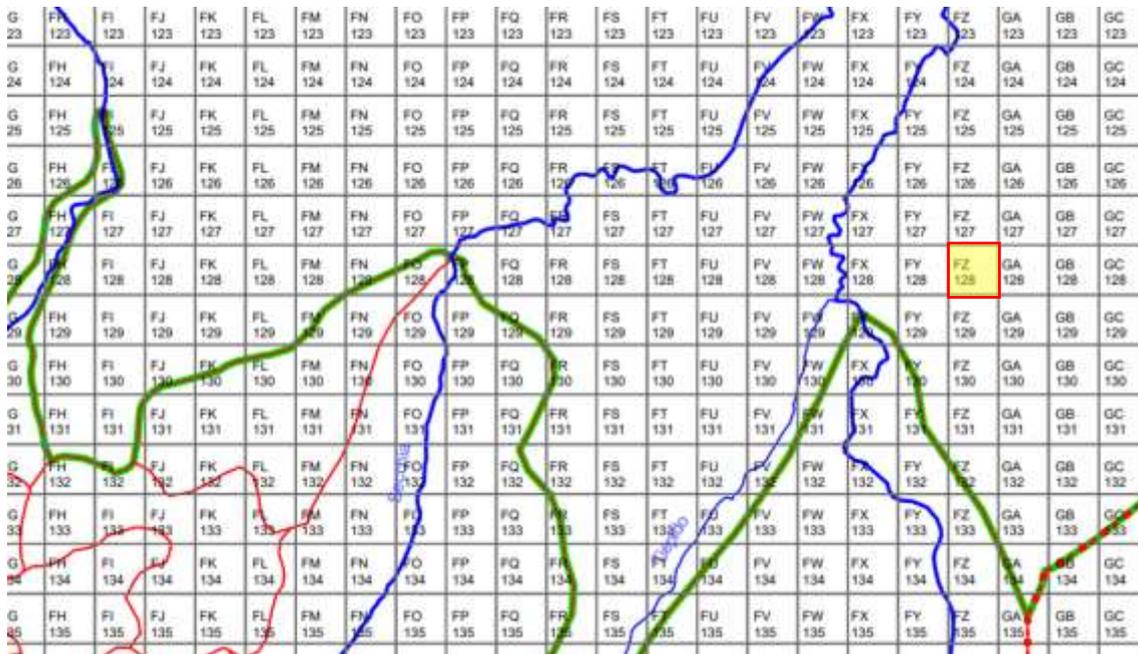


Fig. 3.5.1 – Ubicazione della cella FZ128.

### 3.6. Stima del livello di piena in corrispondenza dell'area d'interesse

Si è provveduto nel seguito a verificare che la sezione del Cavo Fossetta delle Larghe, presso la sezione di chiusura considerata, sia in grado di far defluire l'intera portata di piena, stimata pari a:

$$Q_{c(100)} = 1.01 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

La portata transitante in una sezione si calcola con la formula:

$$Q = v \cdot \omega$$

in cui:

v = velocità media;

$\omega$  = sezione idraulica.

Il valore della velocità media (v) dipende da diversi fattori:

- Pendenza longitudinale del canale (i).
- Raggio idraulico (R).
- Scabrezza delle pareti ( $\beta$ ).

Si devono innanzitutto definire l'area ( $\omega$ ) e il contorno bagnato (C). Queste due grandezze sono legate dal Raggio idraulico medio:  $R = \omega/C$

Le relazioni che legano assieme la velocità media alla sezione trasversale sono varie diverse.

Nel nostro caso abbiamo utilizzato la **Formula di Gauckler-Strickler**:

$$Q = K_{STR} \cdot R^{2/3} \cdot \omega \cdot i^{1/2}$$

dove:

**R** = raggio idraulico

**i** = pendenza del canale; nel nostro caso **i = 0,001**

**Kstr** = coefficiente di scabrezza, compreso tra 30 e 40 (si veda **tabella 3.5.I**). Nel nostro caso è stato utilizzato il valore cautelativo di **Kstr = 40**.

Valori dell'indice di scabrezza di Gauckler-Strickler	
Natura delle pareti	$k_s$ ( $m^{1/3}/s$ )
<b>Corsi d'acqua naturali</b>	
piccoli corsi d'acqua di pianura, puliti, diritti e senza ristagni d'acqua	30-40
piccoli corsi d'acqua di pianura, puliti, sinuosi e senza ristagni d'acqua	22-30
tratti lenti con erbacce e stagni profondi	13-20
tratti molto erbosi con stagni profondi, ostacolati da alberi e macchie	7-13
fiumi di montagna, con fondo in ghiaia, ciottoli e pochi massi e lati ripidi	20-33
fiumi di montagna, con fondo in ciottoli e grossi massi, lati ripidi	14-25
<b>Golene</b>	
con erba	20-40
con aree coltivate	20-50
con sottobosco	14-29
con molti alberi	8-13
<b>Grandi fiumi (larghezza in superficie maggiore di 30 m)</b>	
sezione regolare, senza massi o vegetazione	17-40
sezione irregolare	10-29

**Tabella 3.5.I** – Coefficienti di scabrezza di Gauckler-Strickler

In corrispondenza della sezione di chiusura, posta a valle del lotto, l'allontanamento delle acque meteoriche da parte del Cavo Fossetta delle Larghe, avviene con sezione trapezoidale come illustrato in **figura 3.6.1**.



**Fig. 3.6.1** – Sezione del Cavo Fossetta delle Larghe in corrispondenza della chiusura del bacino considerato (misure in metri)

In corrispondenza di tale **sezione Z** si ha:

$\omega$  = area della sezione (S), approssimata per difetto a favore di sicurezza, risulta  $\omega = 3.15 \text{ m}^2$

C = contorno bagnato, considerando la sezione completamente bagnata, si ha  $C = 4.8 \text{ m}$

R = raggio idraulico, considerando la sezione completamente bagnata, risulta  $R = 3.15/4.8 = 0.66$

i = pendenza del canale che in moto permanente coincide con la cadente piezometrica: nel nostro caso  $i = 0.001$ .

Kstr = coefficiente di scabrezza, compreso tra 30 e 40 (si veda **tabella 3.5.I**). Nel nostro caso è stato utilizzato il valore cautelativo di  $Kstr = 40$ .

Facendo gli opportuni calcoli ne deriva che **le sezioni utili considerate** sono in grado di far defluire una portata:

$$Q_{\text{Sez}} = 2.89 \text{ m}^3/\text{sec}$$

**Sulla base delle verifiche effettuate, ne consegue che la sezione considerata permette il deflusso della portata critica centennale  $Q_{c(100)} = 1.01 \text{ m}^3/\text{sec}$ .**

Sulla base delle verifiche effettuate, in riferimento al **Reticolo Secondario di Pianura**, non si riscontrano dunque problematiche particolari dal punto di vista idraulico.

Tuttavia, ogni intervento di sopraelevazione di tale piano di calpestio, sarà migliorativa e consigliata.

Si consigliano inoltre i seguenti accorgimenti al fine di ridurre la vulnerabilità degli edifici in progetto ai sensi dell'Art.5.2 "Disposizioni specifiche" dalla Delibera Regionale **GPG/2016/1405 del 01/08/2016**:

**GEO GROUP SRL - Geologia e Ambiente - [www.geogroupmodena.it](http://www.geogroupmodena.it)**

SEDE: Via Cesare Costa n° 182 - 41123 Modena. Tel. 059/82.83.67

UFFICIO: Via Per Modena n° 12 - 41051 Castelnuovo Rangone (Mo).

Tel. 059/39.67.169, e\_mail: [info@geogroupmodena.it](mailto:info@geogroupmodena.it)

**Art 5.2 Reticolo Secondario di Pianura (RSP) – Delibera Regionale GPG/2016/1405 del 01/08/2016**

In relazione alle caratteristiche di pericolosità e rischio descritte nel paragrafo precedente, 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.

Le successive indicazioni operative vanno considerate per il rilascio dei titoli edilizi relativi ai seguenti interventi edilizi definiti ai sensi delle vigenti leggi:

- a) ristrutturazione edilizia;
- b) interventi di nuova costruzione;
- c) mutamento di destinazione d'uso con opere.

Nelle aree urbanizzabili/urbanizzate e da riqualificare soggette a POC/PUA ubicate nelle aree P3 e P2, nell'ambito della procedura di VALSAT di cui alla L.R. 20/2000 e s.m.i., la documentazione tecnica di supporto ai Piani operativi/attuativi deve comprendere uno studio idraulico adeguato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali.

Nell'ambito dei procedimenti inerenti richiesta/rilascio di permesso di costruire e/o segnalazione certificata di inizio attività, si riportano di seguito, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, demandando alle Amministrazioni Comunali la verifica del rispetto delle presenti indicazioni in sede di rilascio del titolo edilizio.

Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture:

a.1. la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;

a.2. è da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:

- le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;
- vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;
- gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto anche in caso di allagamento;
- le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;
- le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc);
- siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.

Si precisa che in tali locali sono consentiti unicamente usi accessori alla funzione principale.

a.3. favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti. 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.

#### 4. VALUTAZIONE DELLE MISURE VOLTE AL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Nel presente capitolo si intende verificare il rispetto del principio di invarianza idraulica per l'intervento in progetto.

Come precedentemente accennato, l'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un comparto residenziale composto da viabilità interna carrabile, zone verdi pubbliche e di pertinenza dei singoli edifici. Si propone di seguito in **figura 4.1** la planimetria del progetto di edificazione.



Fig. 4.1 – Planimetria del progetto

**1617.EG.PR**  
**Proposta Urbanistica**  
**Proprietà BORSARI**

Aggiornamento al 06 Marzo 2019  
**DATI DIMENSIONALI**

Zona Omogenea C - Sottozona C.2

Proprietà	St	St	SU	H	SF	Sp	Parcheggi	
	Proprietà	Comparto PUA	Abitazioni	Altezza Massima	Superfici Lotti	Superficie Permeabile	U1	U2
	mq	mq	A/B	mt	mq	mq	Lotti 20mq U1 Lotti 20mq U2	
Proprietà BORSARI	61.098	17.072	30	3.197	9.50	9.883	48	58
<b>Totale</b>	<b>61.098</b>	<b>17.072</b>	<b>30</b>	<b>3.197</b>	<b>9.50</b>	<b>9.883</b>	<b>48</b>	<b>58</b>

St - COMPARTO URBANISTICO	mq	17.072
di cui		
Superfici Fondiarie	mq	9.883
Area di Cessione	mq	7.189
Urbanizzazione Primaria	U1	4.273
Urbanizzazione Secondaria	U2	2.966
It - Indice territoriale	mq/mq	0.19
St - EXTRA COMPARTO		
Verde di cessione	mq	4.244

AREE DI CESSIONE TOTALI	mq	11.433
Cessioni di comparto	mq	7.189
Cessioni extra comparto	mq	4.244

Proprietà BORSARI	RIPARTIZIONE SU / STANDARD PRIVATO					
	SF	SC	FUNZIONE	N° PIANI	N° ALLOGGI	PARCHeggi PERTINENZIALI
	mq	mq		Fonti Terna		A-1, 11, 17a del PRG L.F. p.a. Abitazione
A	570	190	8.1	2	1	2
B	570	190	8.1	2	1	2
C	614	190	8.1	2	1	2
D	797	190	8.1	2	1	2
E	1.040	617	8.1	3	6	9
F	970	380	8.1	3	4	6
G	1.430	550	8.1	3	6	9
H	1.760	530	8.1	3	6	9
I	970	380	8.1	3	4	6
L - Area comune ai lotti F-G-H-I	1.062					
<b>TOTALE GENERALE</b>	<b>9.883</b>	<b>3.197</b>			<b>30</b>	<b>45</b>

**1617.EG.PR**  
**Proposta Urbanistica**  
**Proprietà BORSARI**

Aggiornamento al 06 Marzo 2019  
**DATI VOLUME LAMINAZIONE**

	Area	Permeabilità	Area Permeabile	Area Impermeabilizzata
St - COMPARTO URBANISTICO	mq	17.072	%	8.108
Superfici Fondiarie Edificate	mq	8.821	40%	3.528
L - Area comune ai lotti F-G-H-I (Autobloccanti)	mq	1.062	30%	319
Verde di Cessione - U2	mq	1.662	100%	1.662
Verde di Cessione - U1	mq	660	100%	660
Parcheggi - U1 / U2 (Autobloccanti)	mq	2.785	60%	1.671
Ciclabili e Pedonali (Autobloccanti)	mq	602	20%	120
Strade (Asfalto drenante)	mq	1.480	10%	148

Fig. 4.2 – Tabella dei dati dimensionali di progetto dell'area

Su indicazione del **Consorzio della Bonifica di Burana**, nel presente documento, si effettua una stima di massima sul volume da invasare considerando **700 mc per ogni ettaro di area impermeabilizzata**.

Si procede quindi considerando la superficie Sp indicata in Figura 4.2 e, per differenza con l'area totale del comparto PUA St si ottiene l'area impermeabilizzata pari a 8'964 mq.

Il volume di invaso è quindi:

$$W = w * \text{Superficie impermeabile (ha)} = 700 \text{ mc/ha} * 0.8964 \text{ ha} = 627 \text{ mc}$$

Ulteriori indicazioni sono state date sulla portata di scarico in Cavo recettore, si tratta di una portata di 5 l/s per ettaro di superficie impermeabile.

A valle della vasca di laminazione dovrà essere quindi prevista una bocca tarata che immetta nel recapito a cielo aperto una portata di 4.48 l/s.

## **CALCOLO DEL VOLUME DI INVARIANZA STIMATO SECONDO LE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DEL PTCP DELLA PROVINCIA MODENA**

36

La procedura di verifica per l'applicazione dei principi di gestione del rischio idraulico sul territorio si applica seguendo lo schema operativo riportato di seguito.

Nel caso di aree inedificate assoggettate a Piano Urbanistico Attuativo, permesso di costruire convenzionato e nuove costruzioni a intervento diretto, a seconda dell'estensione dell'intervento in progetto e delle condizioni di criticità idraulica del bacino in cui si opera, si definiscono diverse modalità operative:

**c1:** applicabilità:  $St^* = 0,5 \div 2$  ha., bacini non critici; (\*) *nel caso dell'intervento diretto il parametro di riferimento è costituito dalla Superficie Fondiaria e non dalla Superficie territoriale;*

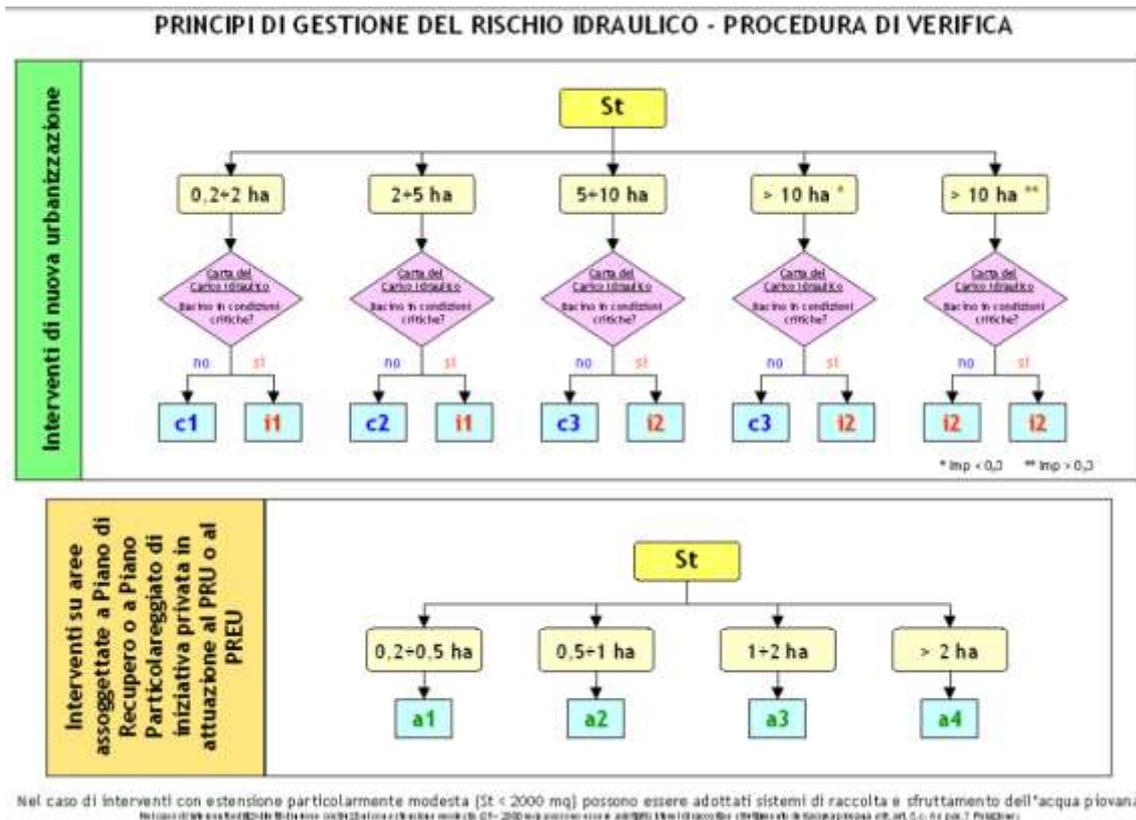
**c2:** applicabilità:  $St = 2 \div 5$  ha., bacini non critici;

**c3:** applicabilità:  $St = 5 \div 10$  ha., bacini non critici;  $St \geq 10$  ha.,  $Imp (*) \leq 0.3$ , bacini non critici; (\*) *frazione dell'area totale da ritenersi impermeabile;*

**i1:** applicabilità:  $St^* = 0,5 \div 5$  ha, bacini critici; (\*) *nel caso dell'intervento diretto il parametro di riferimento è costituito dalla Superficie Fondiaria e non dalla Superficie territoriale;*

**i2:** applicabilità:  $St \geq 10$  ha.,  $Imp \geq 0.3$ , bacini non critici;  $St \geq 5$  ha., bacini critici;

Richiesta di presentazione di uno studio di maggiore dettaglio per aree assoggettate a Piano Urbanistico Attuativo in attuazione del PRU e del PREU.



Il caso in esame rientra, dalla consultazione delle carte del PTCP di criticità idraulica, come **A3 "Aree depresse ad elevata criticità idraulica - aree a rapido scorrimento ed elevata criticità idraulica"** con una superficie fondiaria  $St^* = 0,5 \div 2 \text{ ha}$ , si tratta quindi della casistica **i1**.

Il **volume minimo da invasare W** dovuto ad un'urbanizzazione totale di un ettaro di territorio agricolo si ricava applicando la *formula dei "Bacini Romagnoli"*:

$$w = w^{\circ} (\Phi / \Phi^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 \cdot I - w^{\circ} \cdot P^*$$

- essendo
- $w^{\circ} = 50 \text{ mc/ha}$ ,
  - $\Phi$  = coefficiente di deflusso **dopo** la trasformazione,
  - $\Phi^{\circ}$  = coefficiente di deflusso **prima** della trasformazione,
  - $n = 0,48$  (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta plausibile da numerosi studi sperimentali citati in letteratura – si veda ad es. Paoletti, 1996),
  - $I$  = percentuale di terreno impermeabile dopo la trasformazione o percentuale di area che viene trasformata,
  - $P$  = percentuale di terreno permeabile dopo la trasformazione o percentuale di area che rimane invariata.
- ( $I + P = 100\%$ )

Il volume così ricavato  $w$  è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento, a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso  $\Phi$  e  $\Phi^\circ$  si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\Phi^\circ = 0.9 \text{ Imp}^\circ + 0.2 \text{ Per}^\circ$$

$$\Phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

dove: **Imp** e **Per** sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati con l'apice  $^\circ$ ) o dopo (se non c'è l'apice  $^\circ$ ).

In linea generale, si dovrà ritenere permeabile ogni superficie non rivestita con pavimentazioni di alcun genere, mentre per pavimentazioni dal carattere semipermeabile si dovrà valutare caso per caso in sede di concessione edilizia anche sulla base delle specifiche tecnologiche dei prodotti impiegati.

E' da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I.

La quota **P** dell'area in trasformazione è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti, dalla trasformazione.

Verranno di seguito analizzate le condizioni dell'area prima dell'intervento e dopo la trasformazione, quindi analizzati i parametri necessari alla procedura di calcolo dei volumi di invarianza idraulica.

Si procede dunque ad applicare la formula dei "Bacini Romagnoli"  $w = w^\circ (\Phi / \Phi^\circ) 1 / (1-n) - 15 I - w^\circ P$  ai fini di valutare il volume minimo da invasare a seguito della trasformazione dell'area.

Il volume minimo di invaso **W** per il rispetto dell'invarianza idraulica è stato calcolato/verificato sulla base dei seguenti dati:

VOLUME DI INVARIANZA		
SUPERFICIE FONDIARIA LOTTO	17072	mq
ANTE - OPERAM		
Superficie permeabile esistente	17072	mq
Per $^\circ$	1	
Imp $^\circ$ +Per $^\circ$	1	
Superficie impermeabile esistente	0	mq
Imp $^\circ$	0	

POST OPERAM		
Superficie Permeabile di Progetto	8108.4	mq
Per	0.47	
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	8963.6	mq
Imp	0.53	
Imp+Per	1	
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA		
Superficie Trasformata/Livellata	17072	mq
I	1.00	
Superficie agricola inalterata	0	mq
P	0.00	
I+P	1	

- Esponente della curva di possibilità climatica **n = 0.48**;
- $w^\circ = 50 \text{ mc/ha}$

**Calcolo del coefficiente di deflusso esistente:**

$$\Phi^\circ = 0.9 \text{ Imp}^\circ + 0.2 \text{ Per}^\circ = 0.9 \cdot 0 + 0.2 \cdot 1 = \mathbf{0.20}$$

**Calcolo del coefficiente di deflusso di progetto:**

$$\Phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per} = 0.9 \cdot 0.53 + 0.2 \cdot 0.47 = \mathbf{0.57}$$

**Calcolo del volume minimo di invaso:**

$$w = w^\circ (\Phi / \Phi^\circ)^{1/(1-n)} - 15 I - w^\circ P$$

$$w = 50 (0.57/0.20)^{1.923} - 15 \cdot 1 - 50 \cdot 0$$

**w = 357 mc/ha (volume specifico per ettaro di superficie)**

Il volume così ricavato **w** è espresso in **mc/ha** e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (in questo caso **S = 17'072 mq = 1.7072 ha**), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata, dunque:

$$W = w * \text{Superficie fondiaria (ha)}$$

$$\mathbf{W = 357 \text{ mc/ha} \cdot 1.7072 \text{ ha} = 609 \text{ mc}}$$

## 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Su incarico della proprietà ed in accordo con il tecnico progettista, nel mese di Febbraio 2019 è stato eseguito il presente studio idraulico a supporto della progettazione del PUA della variante PRG 1/2019 di via Provinciale Est nel comune di Nonantola (MO).

Sono state poi consultate le **"Mappe della Pericolosità e del Rischio Alluvioni (Det. 3757/2011 e DGR 1244/2014)"** del **PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni)** con particolare riferimento sia al *Reticolo Principale e Secondario montano (RP\_RSCM)* sia al *Reticolo Secondario di pianura (RSP)*.

Relativamente al **RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA** l'area studiata ricade entro lo scenario di pericolosità **"P2 - M: Alluvioni poco frequenti, media probabilità"**. In relazione al rischio, il sito ricade nella classe di Rischio R1 **"Rischio moderato o nullo"**.

Per quanto concerne il **RETICOLO PRINCIPALE E SECONDARIO MONTANO** si può osservare come il sito di interesse rientri nell'ambito di pericolosità **"P1 – "Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi"**. In relazione al rischio il sito ricade invece nella classe di Rischio R1 **"Rischio moderato o nullo"**.

Le verifiche idrauliche sono state condotte prendendo in considerazione il corso d'acqua **Cavo Fossetta delle Larghe**, ubicato al confine occidentale rispetto all'area in oggetto. Queste ultime hanno dimostrato come la sezione utile considerata per tale corso d'acqua ( **$Q_{Sez} = 2.89 \text{ m}^3/\text{sec}$** ) consenta il deflusso della portata di piena centennale ( **$Q_{c100} = 1.01 \text{ m}^3/\text{sec}$** ) garantendo le necessarie condizioni di sicurezza.

Le 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, l'intervento in progetto prevede una significativa impermeabilizzazione dell'area rispetto allo stato attuale da cui consegue un computo di volume di invaso per l'invarianza idraulica pari a  **$W = 627 \text{ m}^3$**  che, secondo le indicazioni del Consorzio della Bonifica di Burana, dovrà essere smaltito tramite una bocca tarata che immetta nel recapito a cielo aperto una portata di  **$5 \text{ l/s} \cdot \text{ha} = 4.48 \text{ l/s}$** .

A disposizione per ulteriori chiarimenti, cogliamo l'occasione di porgere distinti saluti.

Modena, 09 Luglio 2021

GEO GROUP SRL

Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

