

Comune di NONANTOLA



Sindaco
Federica Nannetti

Progettista PUG
Arch. Carla Ferrari

UT Comune di Nonantola
Gianluigi Masetti, Responsabile Ufficio di Piano e RUP
Elena Mariotti e Silvia Preti

QUADRO CONOSCITIVO

SISTEMA AMBIENTALE:
STRUTTURA FISICA DEL TERRITORIO E RISORSE IDRICHE

RELAZIONE

a cura di
Dott. Geol. Valeriano Franchi

Dott. Geol. Stefania Asti - Dott. Geol. Alessandro Ghinoi - Dott. Geol. Giorgia Campana
elaborazioni cartografiche: Ivan Passuti

COMUNE DI NONANTOLA

QUADRO CONOSCITIVO del P.U.G.

SISTEMA AMBIENTALE

STRUTTURA FISICA DEL TERRITORIO E RISORSE IDRICHE

Relazione

Responsabile

Dott. Geol. Valeriano Franchi

Collaboratori

Dott.ssa Geol. Stefania Asti

Dott.ssa Geol. Giorgia Campana

Luglio 2022
(Agg. Giugno 2023)

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO	3
2.1 GEOLOGIA.....	3
2.1.1 Assetto stratigrafico della pianura	6
2.1.2 Geologia del territorio comunale	8
2.2 ASPETTI GEOMORFOLOGICI	10
2.3 Altimetria – Microrilievo su base topografica.....	13
2.4 SUBSIDENZA.....	15
2.5 SISMICITÀ.....	19
2.5.1 Sismicità del territorio comunale	19
2.5.2 Caratteristiche sismotettoniche	22
2.5.3 Classificazione sismica del territorio comunale.....	26
2.5.4 Studi di Microzonazione sismica del territorio comunale	27
2.5.4.1 La Microzonazione sismica di I livello	27
2.5.4.2 La Microzonazione sismica di II e III livello	28
2.5.5 Condizione Limite per l'emergenza	30
2.5.6 Rischio sismico di base del territorio urbanizzato	31
2.5.6.1 Zone omogenee per effetti locali – Pericolosità sismica	32
2.5.6.2 Vulnerabilità sismica	33
2.5.6.3 Esposizione al rischio del territorio edificato	41
2.5.6.4 Rischio sismico di base del territorio edificato – aree omogenee per rischio sismico	47
3. RISORSE IDRICHE – acque superficiali	50
3.1 IL FIUME PANARO	50
3.2 IL RETICOLO IDROGRAFICO SECONDARIO DI PIANURA.....	52
3.3 LO STATO DELLE ACQUE SUPERFICIALI	58
3.4 LE CRITICITÀ IDRAULICHE	62
3.5 IL RISCHIO IDRAULICO	69
3.5.1 La pericolosità idraulica.....	69
3.5.1.1 Le Mappe del PGRA	70
3.5.1.2 Il PTCP della Provincia di Modena	73
3.5.1.3 Studi recenti sul fiume Panaro.	74
3.5.1.4 Lo studio idraulico condotto dall'Università di Parma (2020)	75
3.5.1.5 La carta della pericolosità idraulica del territorio comunale	78
3.5.2 La vulnerabilità idraulica del territorio urbanizzato	88
3.5.3 Il Rischio idraulico del territorio urbanizzato.....	90
3.6 IL SISTEMA FOGNARIO E DEPURATIVO	92
3.6.1 Il sistema fognario – stato di fatto	92
3.6.2 Gli agglomerati e il reticolo fognario	92
3.6.3 Il sistema di scolo delle acque meteoriche - Il reticolo di bonifica e la rete fognaria	96
3.7 Il sistema fognario – elementi di criticità.....	99
3.8 Sistema depurativo.....	100
3.9 ACQUE SOTTERRANEE.....	103
3.9.1 Struttura idrogeologica locale	105
3.9.2 Lo stato delle risorse idriche sotterranee	109
3.10 RISORSA IDRICA - CENTRI DI PERICOLO POTENZIALE	114
3.11 LA RESILIENZA SPECIFICA DEL TERRITORIO URBANIZZATO AGLI ALLAGAMENTI	116
3.11.1 Fattori che concorrono a determinare la resilienza specifica agli allagamenti del Territorio Urbanizzato	117
3.11.2 Strategie territoriali per perseguire l'incremento della resilienza specifica agli allagamenti del Territorio Urbanizzato	120
3.11.2.1 Azioni per ridurre la pericolosità rispetto agli allagamenti	121
3.11.2.2 Azioni per ridurre la vulnerabilità dell'edificato rispetto agli allagamenti	130

1. PREMESSA

La presente Relazione costituisce il Quadro Conoscitivo di riferimento per l'indagine dell'assetto fisico e della risorsa idrica del territorio comunale a supporto del PUG del territorio comunale di Nonantola.

In linea con le disposizioni della L.R. 24/2017, nella formazione del presente Quadro Conoscitivo sono stati analizzati e recepiti i dati ambientali resi disponibili dalla Regione Emilia Romagna attraverso la Piattaforma MinERva, il sito del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, il sito di ARPAE e dalla Provincia di Modena.

L'indagine si è pertanto sviluppata attraverso la raccolta della documentazione bibliografica esistente, la consultazione della cartografia disponibile ed ha poi avuto una fase di verifica sul campo, che ha permesso di completare il quadro delle conoscenze di seguito esposte; i dati raccolti sono stati organizzati, elaborati e rappresentati nelle diverse cartografie, oltre che corretti e implementati, laddove necessario, per quegli aspetti di competenza del presente studio.

Obiettivo del presente studio è stato pertanto quello di definire le caratteristiche geologiche, morfologiche, sismiche, idrografiche, idrauliche ed idrogeologiche del territorio comunale di Nonantola, che consentano di individuare elementi di fragilità o valenza ambientale, per gli aspetti di competenza, che possano concorrere alla definizione delle scelte strategiche del PUG.

2. ASSETTO FISICO DEL TERRITORIO

Il presente capitolo riguarda l'assetto del territorio, inteso come la sua struttura geologica, il suo aspetto geomorfologico, fatto di peculiarità e tratti unici, il comportamento sismico del suo sottosuolo.

Il territorio comunale di Nonantola si sviluppa nella media pianura modenese, in un settore deposizionalmente influenzato dalle alluvioni del fiume Panaro; si estende su una superficie di circa 55 Km² con geometria sub rettangolare allungata in direzione sud ovest – nord, delimitato verso ovest dal tracciato del fiume Panaro.

2.1 GEOLOGIA

I contenuti del presente capitolo sono in parte tratti dalla Relazione Tecnica a supporto degli Studi di Microzonazione Sismica del Comune di Nonantola redatta nel Maggio 2014 a cura dello Studio Geologico CENTROGEO, opportunamente implementati ed aggiornati sulla base delle più recenti pubblicazioni in materia.

Dal punto di vista geologico il territorio comunale appartiene al bacino subsidente Pliocenico Quaternario della Pianura Padana formato da un'ampia e profonda depressione a stile compressivo, costituita da sedimenti di età Mesozoica, Terziaria e Quaternaria.

Nell'ambito del suddetto bacino, i terreni olocenici, di origine alluvionale, poggiano sul sottostante Pleistocene continentale e/o marino, strutturalmente caratterizzato da elementi ormai sufficientemente definiti in letteratura; la base delle formazioni plioceniche si rinviene tra 200 e 6.000 m di profondità e lo spessore medio delle formazioni quaternarie è di circa 1.000 m.

Le conoscenze dell'assetto geologico strutturale del Bacino Padano derivano dalle prospezioni geofisiche eseguite da AGIP ENI e dalle indagini ed elaborazioni effettuate dal *Servizio Geologico Sismico e dei Suoli* Regione Emilia Romagna sviluppate nel contesto del Progetto CARG.

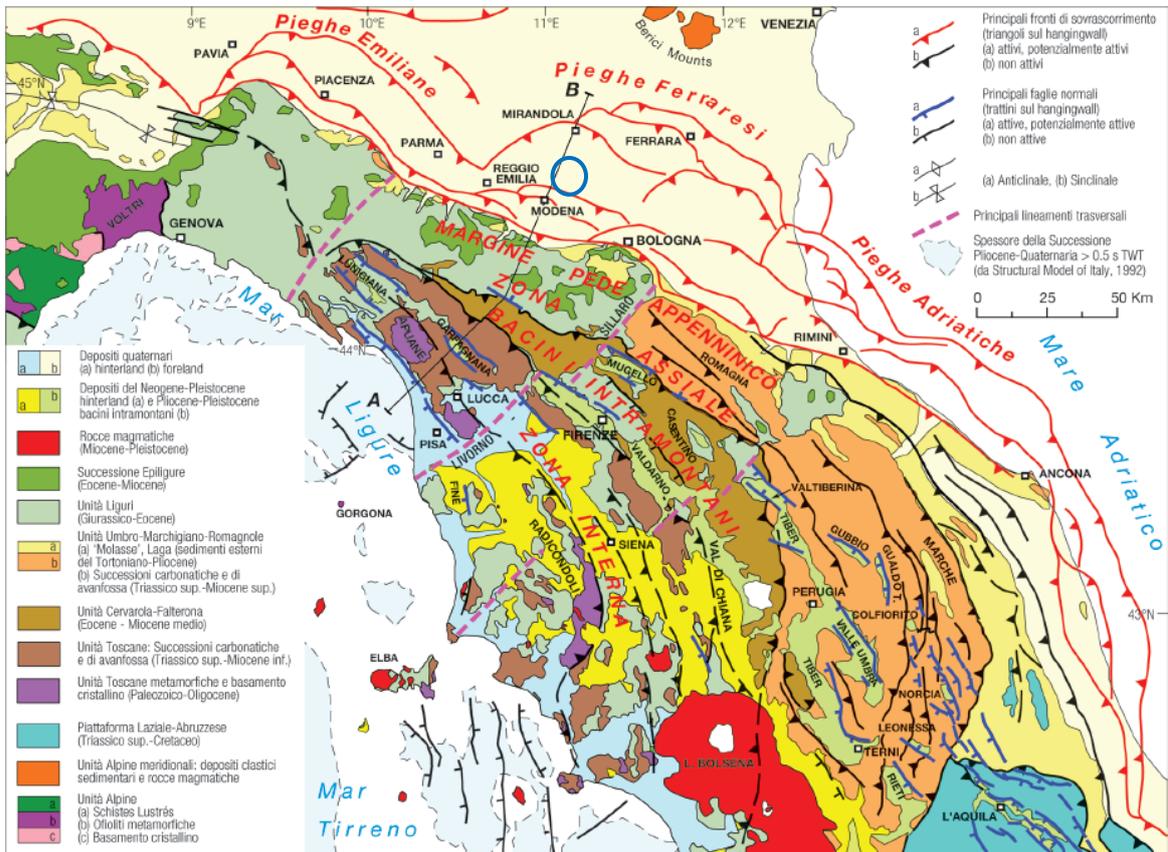
Le indagini condotte indicano una suddivisione, dal punto di vista litostratigrafico, in un complesso inferiore ed uno superiore;

- il primo caratterizzato da formazioni pre-pleistoceniche, sostanzialmente costituite da sedimenti in facies marina;
- il secondo, a sua volta diviso in una litozona inferiore ed una superiore:
 - la litozona inferiore è formata da depositi marini (Om) di età pleistocenica, che sono sovrastati da sequenze marine marginali e da depositi messi in posto dalle alluvioni dei fiumi alpino appenninici e dal Po del Pleistocene superiore – Olocene, a loro volta suddivisi in due cicli, dei quali quello inferiore AEI è costituito dai materiali depositatisi tra 800.000 e 400/450.000 anni b.p.;
 - la litozona superiore AES si è sedimentato da 400/450.000 anni b.p. all'attuale.

Questi complessi formano un'ampia struttura sinclinalica, complicata in numerose pieghe e dislocazioni tettoniche con direttrici prevalentemente appenniniche, conseguite alle fasi Mio-plioceniche (Zona Piacentino Lombarda) e Plioceniche Inferiori (zona Emiliano Romagnola), che hanno determinato una struttura a carattere compressivo.

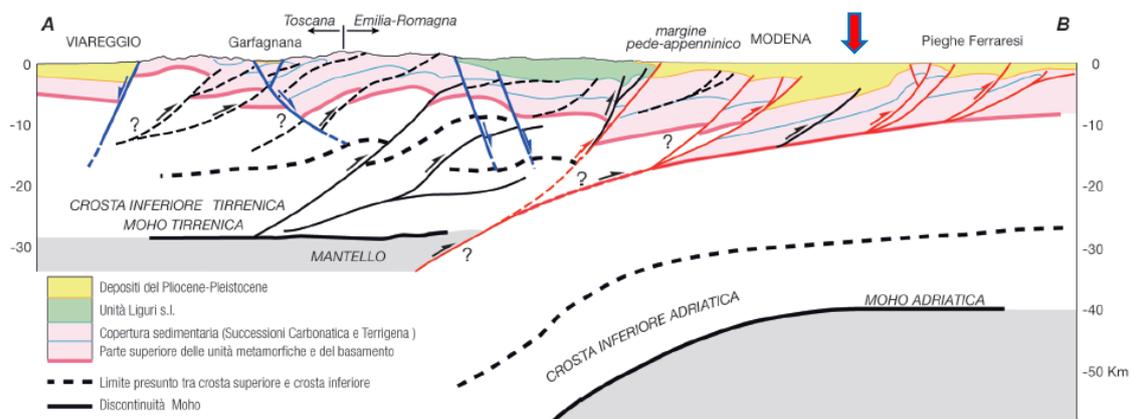
Quest'area costituisce il vero fronte appenninico dato dai fronti degli accavallamenti delle Pieghe Emiliane e Ferraresi sulla piattaforma padano-veneta, che è attualmente localizzato circa in corrispondenza del fiume Po (Img. 2.1.1 e 2.1.2).

Img. 2.1.1 – Schema tettonico dell’Appennino settentrionale e della Pianura Padana (fonte: Note illustrative della Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna ed aree limitrofe, a cura di Martelli et al., 2016). Il cerchio azzurro identifica il territorio comunale di Nonantola.



In modo più specifico, il territorio comunale di Nonantola si colloca poco a sud della fascia dei fronti sepolti padani e adriatici (Img. 2.1.1), subito a monte della zona delle “Pieghe Ferraresi”.

Img. 2.1.2 – Sezione geologica dal Mar Ligure al Po, la cui traccia è riportata in Figura 3 (fonte: Note illustrative della Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna ed aree limitrofe, a cura di Martelli et al., 2016). La freccia rossa identifica il territorio comunale di Nonantola.



L’assetto geostrutturale della base del Pliocene nel sottosuolo del territorio di Bastiglia – Nonantola – Crevalcore – Sorbara – Limidi – Soliera è caratterizzato dalla zona di transizione tra le pieghe del margine appenninico padano denominate Pieghe Romagnole e quella delle Pieghe Ferraresi, alle quali è interconnessa la depressione sinforme, con asse orientato ovest – est, che

si immerge in verso orientale, estesa circa tra Soliera – Bastiglia – S. Agata Bolognese – S. Giovanni in Persiceto.

Tali strutture sono interessate da numerose dislocazioni tettoniche a direttrice appenninica ancora oggi attive, che separano l'area collinare, in lento sollevamento, da quella pianiziale, in regime subsidente.

Le Pieghe Romagnole, 3.0 ÷ 5.0 km a sud dell'allineamento Campogalliano – Nonantola – S. Giovanni in Persiceto, costituiscono assetti strutturali positivi, sovrascorsi sul fianco settentrionale ed embriciate in direttrice settentrionale, che hanno determinato l'innalzamento della base del Pliocene a -3.0 ÷ -2.0 km dal piano campagna. Il substrato pre-pliocenico, procedendo verso nord, si approfondisce rapidamente sino a giungere a -7.5 ÷ 8.5 km dal p.c. in corrispondenza dell'asse della sinclinale Soliera – Bastiglia – Crevalcore – S. Giovanni in Persiceto – Argelato - Sabbiuino. In direzione settentrionale il substrato pre-pliocenico, mediante una sequenza di faglie inverse e sovrascorrimenti, disposti ad embrici, 12.0 ÷ 16.0 km a nord dell'allineamento S. Agata Bolognese – Soliera, passa alla Regione delle Pieghe Ferraresi, caratterizzate dall'arco più interno dell'omonima Dorsale, dove le isobate del pre-pliocene salgono a 1.0 ÷ 2.0 km dal p.c. giungendo alla massima culminazione assiale in prossimità di Novi di Modena, località Cavone, dove il tetto delle Unità Pre-plioceniche si rinviene circa a -220 ÷ -300 m dal p.c. ed il tetto del pliocene a circa -70/-90-120 m pc.

I movimenti tettonici che hanno interessato questa regione risultano essersi verificati anche in tempi recenti, denunciando un'attività neotettonica (*C.N.R.: Progetto Finalizzato Geodinamica, Sottoprogetto Neotettonica 1987*), confermata anche dalle migrazioni verso ovest dei fiumi che hanno attraversato tale area e sulle quali hanno probabilmente influito i movimenti della Dorsale Ferrarese, soprattutto per il Po.

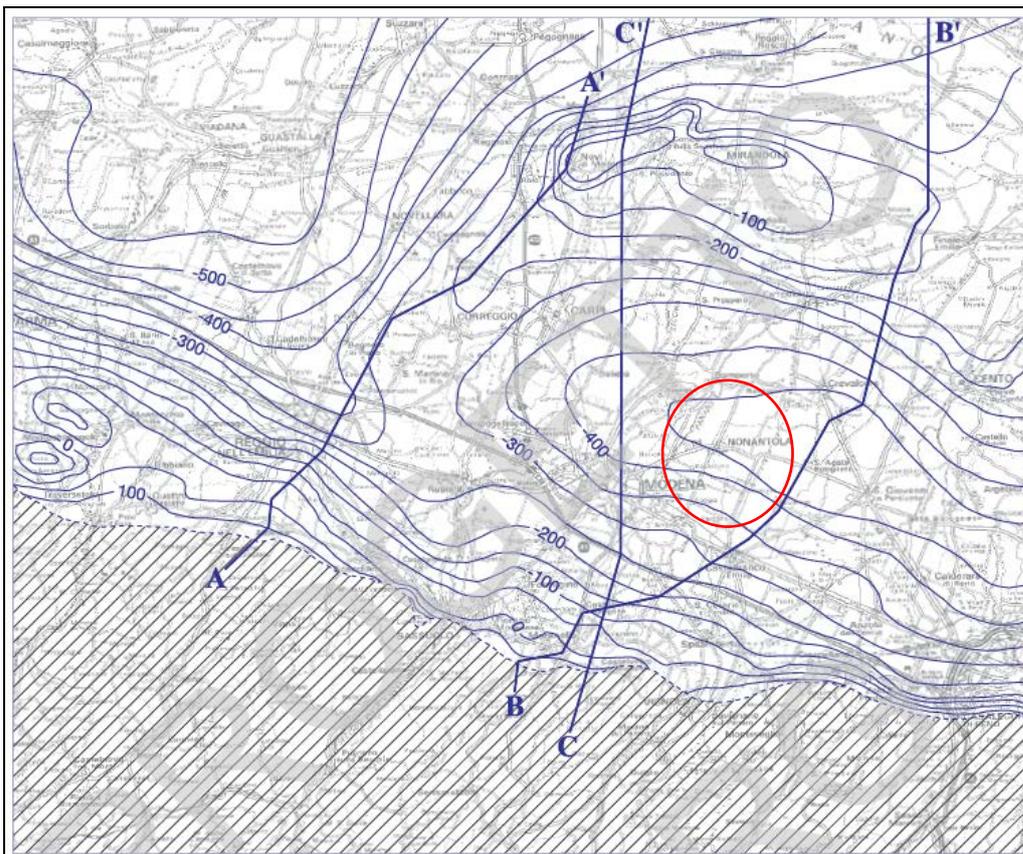
Le principali faglie neotettoniche, individuate nel contesto del progetto suddetto, non evidenziano la presenza di ripercussioni in superficie e dislocazioni attive in prossimità dell'area sede del territorio di Nonantola. Nel sottosuolo di quest'ultimo, in base ai dati AGIP e R.E.R., il tetto del Quaternario Marino (Qm. CARG ER) si rileva a -450 m dal p.c. ed appartiene ad una depressione sinforme. Tale struttura è coperta da sedimenti di piana fluvio-deltizia di ambiente marino marginale ed in parte di piana alluvionale e di conoide distale, seguiti, verso l'alto stratigrafico, da alluvionali formate da livelli sabbiosi più o meno continui, soventemente lentiformi, intercalati a sequenze prevalentemente limoso argillose.

Tali sequenze appartenenti al Sintema Emiliano – Romagnolo, nel sottosuolo dell'area in cui si trova Nonantola, non evidenziano la significativa presenza di deformazioni correlate ad azioni tettoniche, come invece si osserva nelle zone poste a circa 20 – 25 Km ad ovest (Correggio – Bagnolo – Novellara).

L'interfaccia acque dolci - acque salmastre è generalmente rinvenibile, tra Nonantola, Sorbara e Soliera, tra -450/-500 m e -600/-650 m dal piano campagna.

La serie litostratigrafica è ascrivibile alla fascia della Media Pianura Padana costituita dagli apporti distali dei fiumi appenninici; tale successione ricalca l'assetto strutturale del substrato pre-pliocenico attenuandolo.

Img. 2.1.3 – Profondità (in m s.l.m.) del limite basale dei sedimenti quaternari continentali (da RER & Eni Agip, 1998 con modifiche)



2.1.1 Assetto stratigrafico della pianura

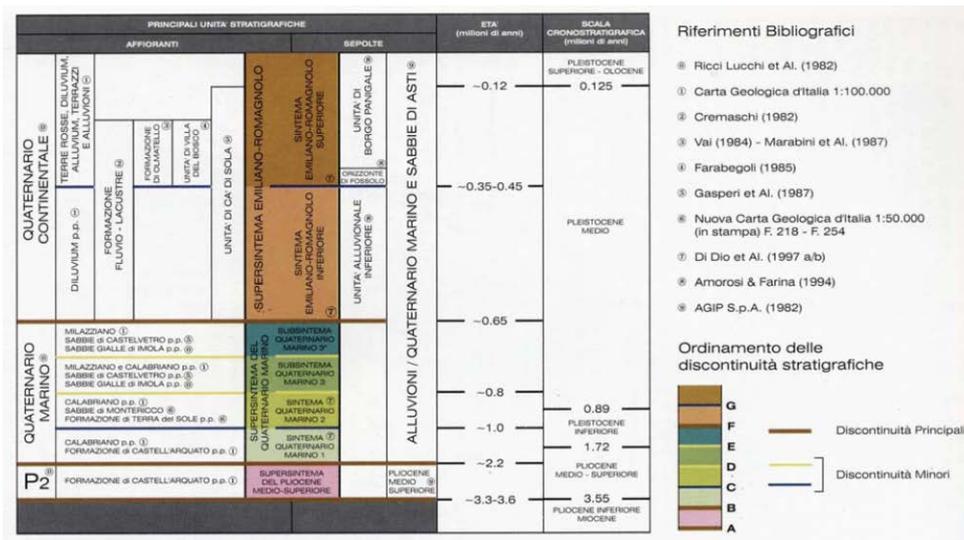
Per la ricostruzione stratigrafica del sottosuolo della pianura modenese si è fatto riferimento ai dati della Regione Emilia Romagna - Agip [1998] e di Amorosi e Farina [1994], Amorosi e Farina [1995], Elmi et al. [1984], Farina et al. [2001b]. Tali lavori sono stati eseguiti essenzialmente tramite correlazione su base litologica e geometrica di dati stratigrafici relativi a sondaggi esistenti e perforazioni a scopo principalmente idropotabile.

Secondo quanto proposto da Regione Emilia Romagna - Agip, 1998, vengono distinte 3 sequenze deposizionali, denominate supersintemi secondo la terminologia U.B.S.U¹ (Img. 2.1.4):

- 1) Supersintema del Pliocene medio-superiore;
- 2) Supersintema del Quaternario Marino (che in realtà incomincia già dal Pliocene superiore), a sua volta suddiviso in quattro subsintemi;
- 3) Supersintema Emiliano Romagnolo suddiviso in inferiore e superiore.

¹ UBSU - Unità a Limiti Inconformi (Unconformity-bounded Stratigraphic Units): corpo roccioso delimitato alla base e alla sommità da superfici di discontinuità specificatamente designate, significative e dimostrabili, aventi preferibilmente estensione regionale o interregionale. I criteri diagnostici utilizzati per stabilire e riconoscere queste unità stratigrafiche sono le due discontinuità che le delimitano. Le unità a limiti inconformi possono includere poche o molte altre unità stratigrafiche (litostratigrafiche, biostratigrafiche, magnetostratigrafiche, cronostatigrafiche, ecc...) sia in successione verticale che laterale.

Img. 2.1.4 – Inquadramento geologico-stratigrafico dell'Emilia-Romagna

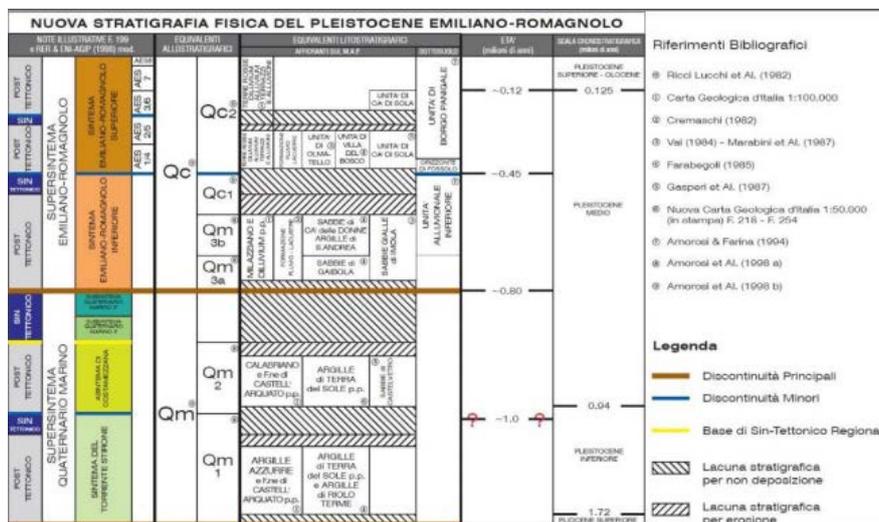


Queste tre Sequenze deposizionali corrispondono ai cicli trasgressivo-regressivi P2, Qm, e Qc cartografati in affioramento da Ricci Lucchi et Al. (1982) e costituiscono la risposta sedimentaria ad altrettante fasi tettoniche regionali.

Con specifico riferimento ai depositi quaternari e, in particolare, a quelli del Pleistocene medio-superiore, essi rappresentano degli accumuli disposti, alla scala del bacino, in ampie ondulazioni, con geometrie lenticolari anche assai pronunciate, facilmente interpretabili come colmamento delle depressioni residue del sistema bacinale pliocenico precedente; la loro distribuzione simmetrica rispetto agli alti strutturali confinati e l'assenza di apprezzabili e significative geometrie cuneiformi documentano il forte rallentamento o l'interruzione dell'attività traslativa durante questo periodo, salvo eccezioni isolate (ad esempio, settori modenese e bolognese) (Castellarin et al., 1985).

Il riconoscimento di una superficie di discontinuità regionale (Ricci Lucchi et al., 1982) documentata dall'Emilia alle Marche (Colalongo et al., 1979; Cantalamessa et al., 1986; Ori, 1993) ha permesso di suddividere (Ambrosetti & Carraro, 1980; Allason et al., 1981; Ricci Lucchi et al., 1982) il complesso dei depositi quaternari dell'Italia settentrionale in due cicli sedimentari nettamente distinti: ciclo del Quaternario Marino (Qm) e ciclo del Quaternario Continentale (Qc) (cfr. Img. 2.1.5).

Img. 2.1.5 – Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano - Romagnola (AGIP - RER - ENI, 1998).



Il ciclo Qm (Quaternario marino) è caratterizzato da prevalente granulometria fine, notevole continuità di sedimentazione, assenza di fenomeni di terrazzamento ed è dominato da depositi marini; presenta spessori variabili da 50 a 1200 m, base in continuità sui depositi pliocenici e tetto marcato da un'evidente superficie di *inconformità* sui cui poggiano depositi alluvionali appartenenti al ciclo Qc. All'interno del Supersistema Quaternario Marino si riconoscono quattro subsistemi.

Il Quaternario continentale (Qc) presenta uno spessore massimo di circa 800 m e viene suddiviso, secondo la definizione proposta da Regione Emilia Romagna - Agip, 1998, in due unità a contenuto grossolano, definite Ciclo A [Unità Alluvionale superiore di Amorosi e Farina, 1994] e Ciclo B [Unità Alluvionale Inferiore di Amorosi e Farina, 1994], dello spessore di circa 100-150 m, separate da corpi a deposizione francamente argillosa. In posizione sottostante è presente un ciclo C, riconosciuto recentemente a scala regionale, che può essere assimilato alla parte terminale del Quaternario marino Qm, e ne rappresenta l'espressione basale.

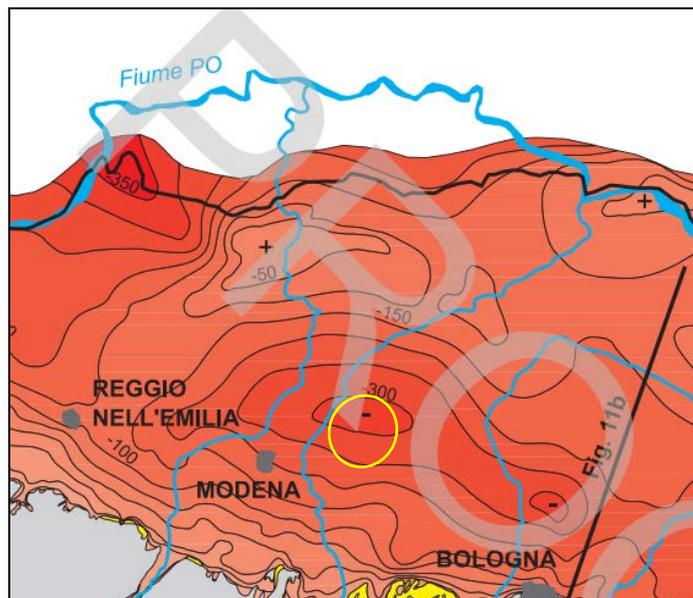
Come è osservabile dai profili sismici, questo prisma sedimentario che ricopre i depositi torbiditici di mare profondo, presenta due direzioni prevalenti di progradazione: la prima assiale rispetto al Bacino Padano, est-vergente, legata alla migrazione dei paleo-delta del Po; la seconda trasversale, SE- vergente, originata dai sistemi deltizi ad alimentazione alpina. E' possibile inoltre identificarvi facies sedimentarie di scarpata, piattaforma esterna, litorale, deltizia/lagunare e fluviale (Regione Lombardia & ENI Divisione AGIP, 2002).

Nell'ambito della successione quaternaria continentale, le unità attraversate sono costituite, dal punto di vista litologico, essenzialmente da ghiaie e, subordinatamente, da peliti, più scarse appaiono le sabbie.

2.1.2 Geologia del territorio comunale

La successione sedimentaria continentale che contraddistingue i depositi più superficiali dell'area in studio, appartiene come detto al supersistema Emiliano-Romagnolo (ciclo Quaternario continentale Qc secondo Ricci Lucchi et alii, 1982) di età olocenico-pleistocenica, che costituisce la parte sommitale del ciclo sedimentario trasgressivo-regressivo della successione post-evaporitica del margine padano-adriatico. Il supersistema è ripartito in due successioni sovrapposte di rango inferiore, il sistema Emiliano-Romagnolo inferiore (AEI) e il sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) (Di Dio et alii, 1997a, b), separati da una superficie di discontinuità stratigrafica. Nell'area d'indagine la base del sistema Emiliano-Romagnolo Superiore si colloca a profondità comprese tra i 250 - 300 m (Img. 2.1.6); l'andamento irregolare con la presenza di culminazioni e depressioni è testimonianza di un'attività tettonica recente.

Img. 2.1.6 – Isobate della base del Sistema Emiliano-Romagnolo superiore (fonte: Progetto CARG Foglio 181 Parma Nord).



Nel territorio comunale sono presenti solamente i terreni appartenenti al sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), qui costituiti da depositi di piana alluvionale dei fiumi appenninici e depositi della piana a meandri del fiume Po; in particolare nell'area in studio, dei diversi subsistemi in cui risulta essere suddiviso il sistema AES, affiora solamente il termine superiore, ovvero il subsistema di Ravenna (AES₈), che risulta a sua volta suddiviso in unità di rango stratigrafico inferiore, qui rappresentate dall'Unità di Modena (AES_{8a}).

- **Subsistema di Ravenna (AES₈)** (Pleistocene sup. – Olocene; post circa 20.000 anni b.p.):

L'unità in contesti di piana inondabile è costituita da limi, limi sabbiosi e limi argillosi, aventi spessore massimo inferiore ai 20 m. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1.0 m ed i suoli presentano gli orizzonti superficiali completamente o parzialmente decarbonatati. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sul Subsistema di Villa Verucchio. Al tetto l'unità presenta spesso un suolo parzialmente decarbonatato non molto sviluppato di colore giallo-bruno.

- **Unità di Modena (AES_{8a})** (Olocene; post IV-VII sec. d.C.):

L'unità è costituita da una successione sedimentaria la cui deposizione è inquadrabile nell'ambito degli eventi alluvionali che hanno caratterizzato gli ultimi 1.500 anni di storia evolutiva (post IV-VII sec. d.C.). Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri ed è costituita da argille e limi, in contesti di piana inondabile. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (poche decine di cm). Al tetto l'unità presenta localmente un suolo calcareo poco sviluppato di colore grigio-giallastro.

Nella parte meridionale e centro-orientale predominano terreni del Subsistema di Ravenna, mentre nella parte occidentale e settentrionale, quelli dell'Unità di Modena.

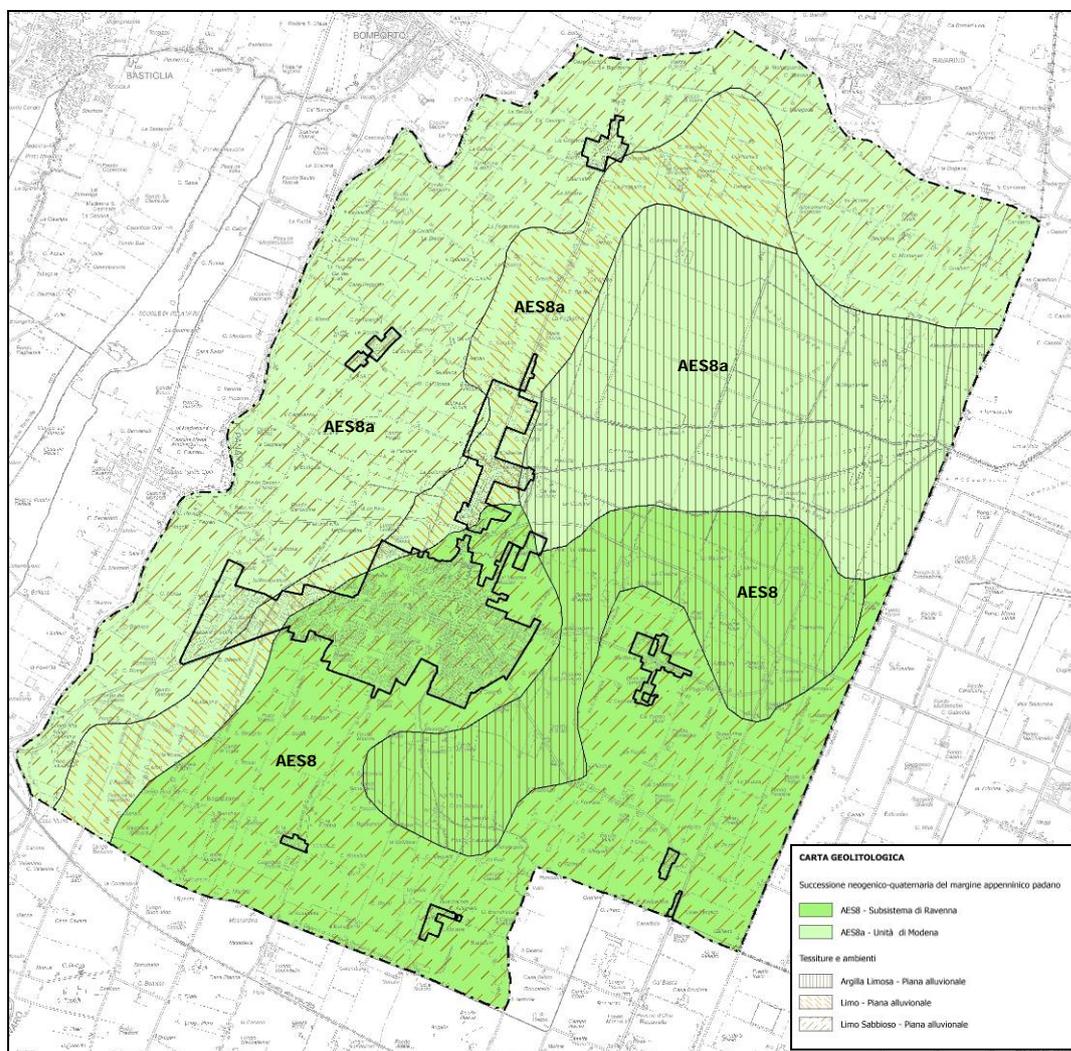
La litologia superficiale del territorio comunale è contraddistinta da depositi a granulometria variabile: le argille limose caratterizzano la parte centro-orientale a morfologia più depressa, i limi caratterizzano una stratta fascia da nord a sud nella parte centro-occidentale del territorio, mentre i limi sabbiosi, che sono la litologia prevalente, caratterizzano sia la zona più prossima all'alveo del fiume Panaro, che quella al confine settentrionale, in corrispondenza del dosso di Ravarino, che quella meridionale, interessando la quasi totalità dei centri abitati.

Nella Tav. 1 "Geomorfologia" è stata rappresentata, come inserto, la "Carta Geolitologica" riportata anche nell'immagine seguente, per la cui stesura si è fatto riferimento alla

documentazione prodotta dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna.

Le unità affioranti nel territorio comunale sono state distinte facendo riferimento alla "Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna", risultato di revisioni ed aggiornamenti effettuati dal Servizio Geologico a partire dal 2003, sia sulle coperture quaternarie che sul substrato geologico.

Img. 2.1.7 – Carta Geolitologica



Nella cartografia sono state distinte le Unità geologiche, che come detto per il territorio comunale sono riconducibili unicamente al Subsistema di Ravenna e all'Unità di Modena; sono inoltre state rappresentate le litologie affioranti che caratterizzano gli strati più superficiali, distinte in relazione all'ambiente deposizionale, qui essenzialmente di piana alluvionale.

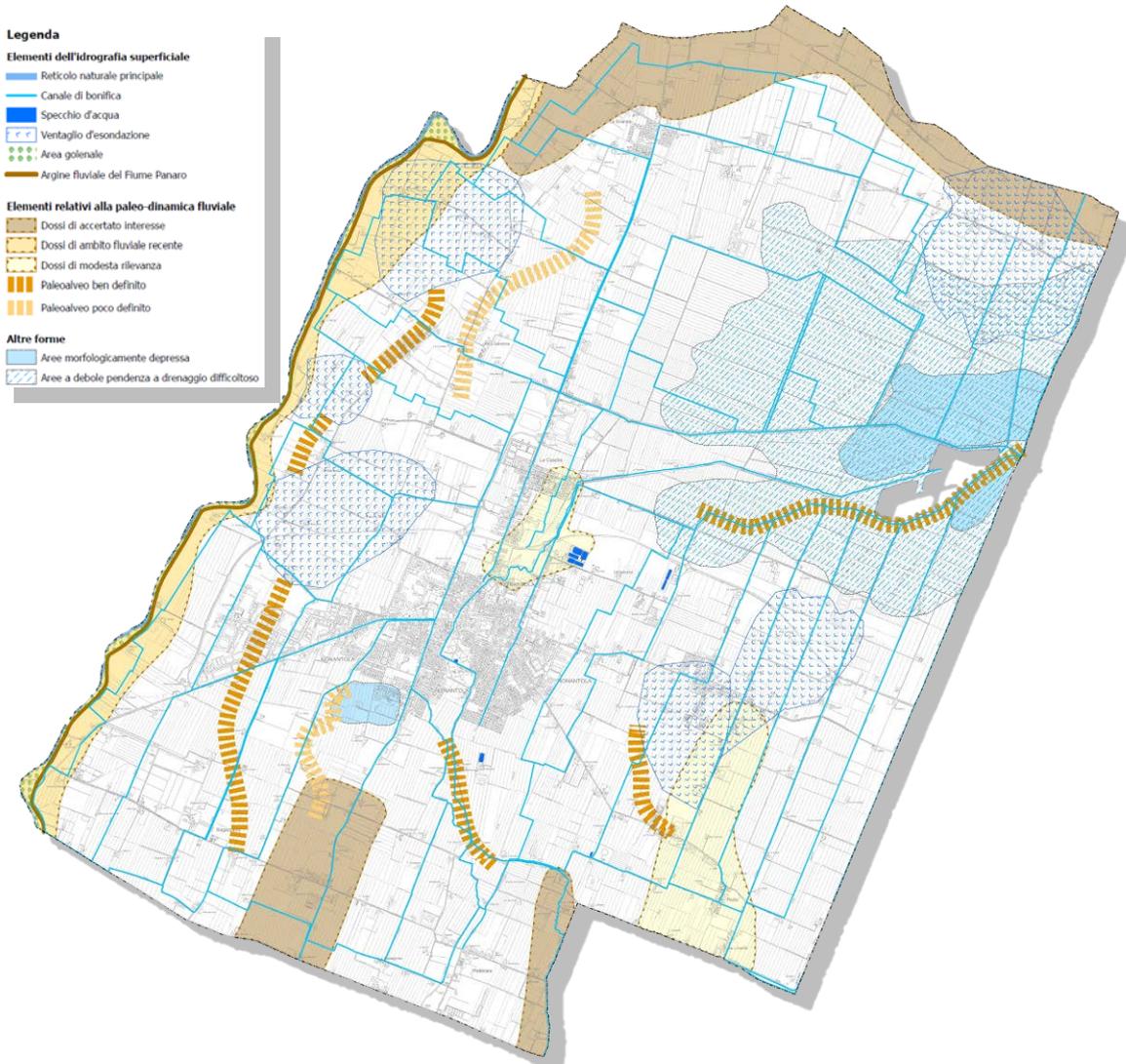
2.2 ASPETTI GEOMORFOLOGICI

La caratterizzazione geomorfologia del territorio del Comune di Nonantola è stata eseguita sulla base della documentazione bibliografica esistente, che colloca il territorio in un quadro di riferimento a scala provinciale, dove gli elementi principali caratterizzanti la morfologia, sono rappresentati dalle forme e dai depositi fluviali.

I contenuti emersi sono stati verificati con la cartografia aerea e attraverso l'analisi delle curve di livello (equidistanza 1.0 m), ricostruite tramite l'interpolazione grafica dei punti quotati del terreno naturale (si veda il paragrafo successivo "Altimetria – Microrilievo su base topografica").

Tutte le forme del paesaggio riconosciute sul territorio in esame sono state rappresentate nell'Elaborato Tav. 1 "Geomorfologia".

Img. 2.2.1 – Tav. 1 - Geomorfologia



L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di forme lineari rilevate, dette "dossi", corrispondenti ad alvei antichi od attuali pensili sulla pianura circostante e da zone morfologicamente depresse all'interno delle quali l'acqua tenderebbe a ristagnare, se non allontanata dai canali di bonifica. I dossi e i paleodossi sono di forma generalmente allungata e sinuosa, poco rilevanti e dolcemente raccordanti alle superfici adiacenti.

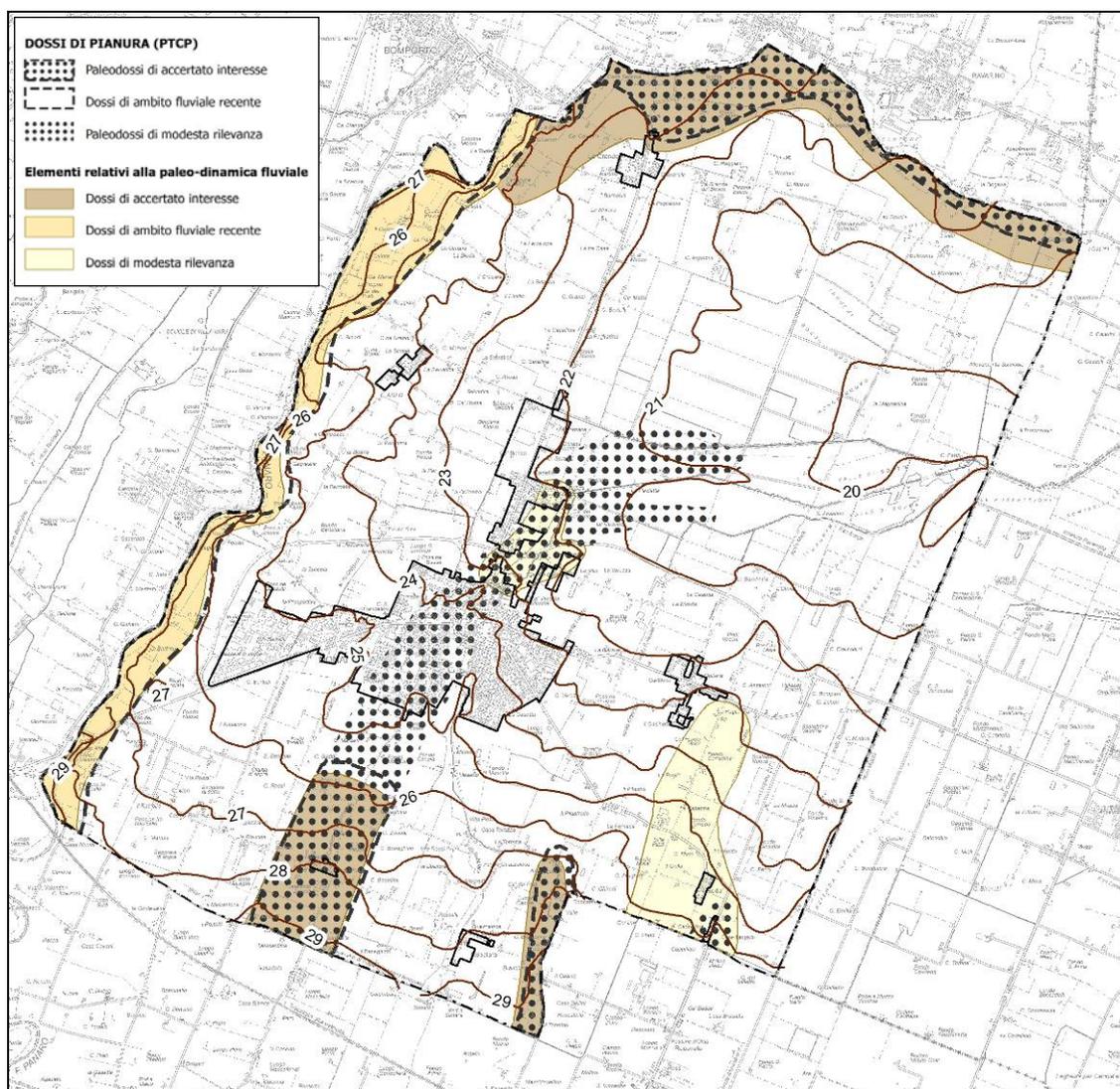
Con particolare riferimento alla cartografia prodotta, si riconoscono dossi di diverso rango:

- **Dossi di accertato interesse:** due di essi, si sviluppano nella parte meridionale del territorio, l'altro al confine settentrionale: quelli a sud rappresentano la parte termianle di morfostrutture con sviluppo principale a monte del territorio comunale, sono individuabili l'uno all'estremità orientale in corrispondenza dell'ingresso, in territorio nonantolano, del tracciato del Canal Torbido, l'altro in corrispondenza dell'insediamento più recente di Bagazzano; la terza morfostruttura, che presenta per altro le dimensioni maggiori, si sviluppa lungo tutto il confine settentrionale, con direzione approssimativamente E-O e costituisce parte del "Dosso di Ravarino" che si sviluppa anche nell'adiacente comune;
- **Dossi di ambito fluviale recente:** è il dosso che si sviluppa con andamento da sud verso nord in adiacenza all'alveo del fiume Panaro;
- **Dossi di modesta rilevanza:** si tratta di modeste strutture riconoscibili ad est dell'abitato delle Casette e lungo l'allineamento Redù – Via Larga.

Lo sviluppo planoaltimetrico dei dossi qui proposti, differisce a luoghi da quello proposto dal PTCP di Modena; le differenze sono da ricondurre al maggiore dettaglio dello studio qui sviluppato, alle nuove possibili valutazioni offerte dal modello digitale del terreno messo a disposizione ed alle conoscenze offerte dallo studio sulla geomorfologia della pianura modenese eseguito dalla Dott.sa Giusti (2001)² richiamato nel paragrafo successivo.

Si riporta nell'immagine seguente il confronto tra la perimetrazione dei dossi del PTCP di Modena (Tav. 1.1 – Tutela delle risorse paesistiche e storico culturali) e quella effettuata nell'ambito del presente QC, sovrapposti alle curva di livello.

Img. 2.2.2 – Confronto dossi PTCP/QC-PUG



Dall'osservazione dell'immagine si vede come la difformità maggiore riguardi la struttura di paleodosso di modesta rilevanza che il PTCP segnala nella parte centrale del territorio comunale, come continuazione del paleodosso di accertato interesse presente nella zona meridionale; la forma del paleodosso di modesta rilevanza non risulta ad oggi più riconoscibile (cfr. curve di livello), risultando completamente obliterata dagli interventi di urbanizzazione del capoluogo. Si può riconoscere una forma di modesta rilevanza nella parte est di Casette, di dimensioni però più contenute rispetto a quando individuato dalla cartografia provinciale, mentre dalla lettura delle curve di livello il paleodosso segnalato dal PTCP non risulta leggibile

² Geomorfologia della pianura modenese e studio d'impatto ambientale del tracciato ferroviario ad alta velocità nel territorio di Castelfranco Emilia

nella propaggine terminale, zona che è interessata dalla presenza del fosso Bosca e Canal Torbido, con arginature artificiali rilevate rispetto al p.d.c. circostante.

Dalle analisi condotte dall'Università di Modena e dal presente QC, risulterebbero invece di dimensioni maggiori, sia la struttura di dosso presente al confine nord (Dosso di Ravarino), indicato come "dosso di accertato interesse" che quella del "dosso di modesta rilevanza" presente nella parte sud-est del territorio comunale, che dall'analisi qui condotta mostra avere uno sviluppo più esteso verso nord, interessando l'abitato di Redù fino a lambire quello di Via Larga.

Oltre alle zone morfologicamente rilevate definite dai dossi, il territorio comunale risulta caratterizzato da alcune aree a morfologia depressa, contraddistinte da quote del terreno più basse rispetto a quelle delle zone circostanti e da un bassissimo gradiente topografico che conferiscono alle aree una forma a catino; all'interno di tali aree il deflusso idrico risulta maggiormente difficoltoso e l'acqua tenderebbe a ristagnare, se non venisse allontanata dai canali di bonifica.

Queste aree, identificabili come depressioni d'intercanale, sono da ricondurre ai fenomeni di esondazione dei torrenti appenninici e, specie nelle zone di vera e propria conca, sono state sede di paludi ed acquitrini fino alla avvenuta bonifica; esse occupano ampie zone di pianura e rappresentano zone critiche a drenaggio difficoltoso a maggior rischio idraulico, non solo in caso di esondazione, ma anche nel caso di eventi pluviometrici di eccezionale durata e/o intensità, che possono mettere in crisi la rete scolante o produrre ristagni di acqua, favoriti anche dalla scarsa permeabilità della litologia di superficie.

Nel territorio comunale è riconoscibile un'area morfologicamente depressa nella parte meridionale del capoluogo, tra la Via Colombo e la Via Olaf Palme ed una, di maggiori dimensioni, in corrispondenza dell'area di riequilibrio ecologico Torrazzuolo, contraddistinta anche dalla presenza di un vaso naturale; in quest'area del territorio comunale, caratterizzata da basse pendenze, è stata perimetrata anche un'"Area a debole pendenza a drenaggio difficoltoso".

Altre tracce paleoidrografiche sono rappresentate dai "paleovalvei a livello della pianura": si tratta di forme lineari sinuose, alla stessa quota del piano campagna circostante, che si rinvencono principalmente nella media pianura con direzione analoga a quella dei dossi. Visibili principalmente attraverso l'analisi delle fotografie aeree, consentono, insieme ai dossi, di ricostruire l'evoluzione nel tempo dell'idrografia.

Nella cartografia sono stati riportati anche i ventagli d'esondazione ascrivibili ad episodi di esondazione del Panaro, da ricondurre ad eventi localizzati avvenuti in occasione di più importanti eventi alluvionali o di corsi d'acqua minori. È stata inoltre riportata l'arginatura del Panaro ed individuata l'area golenale.

2.3 Altimetria – Microrilievo su base topografica

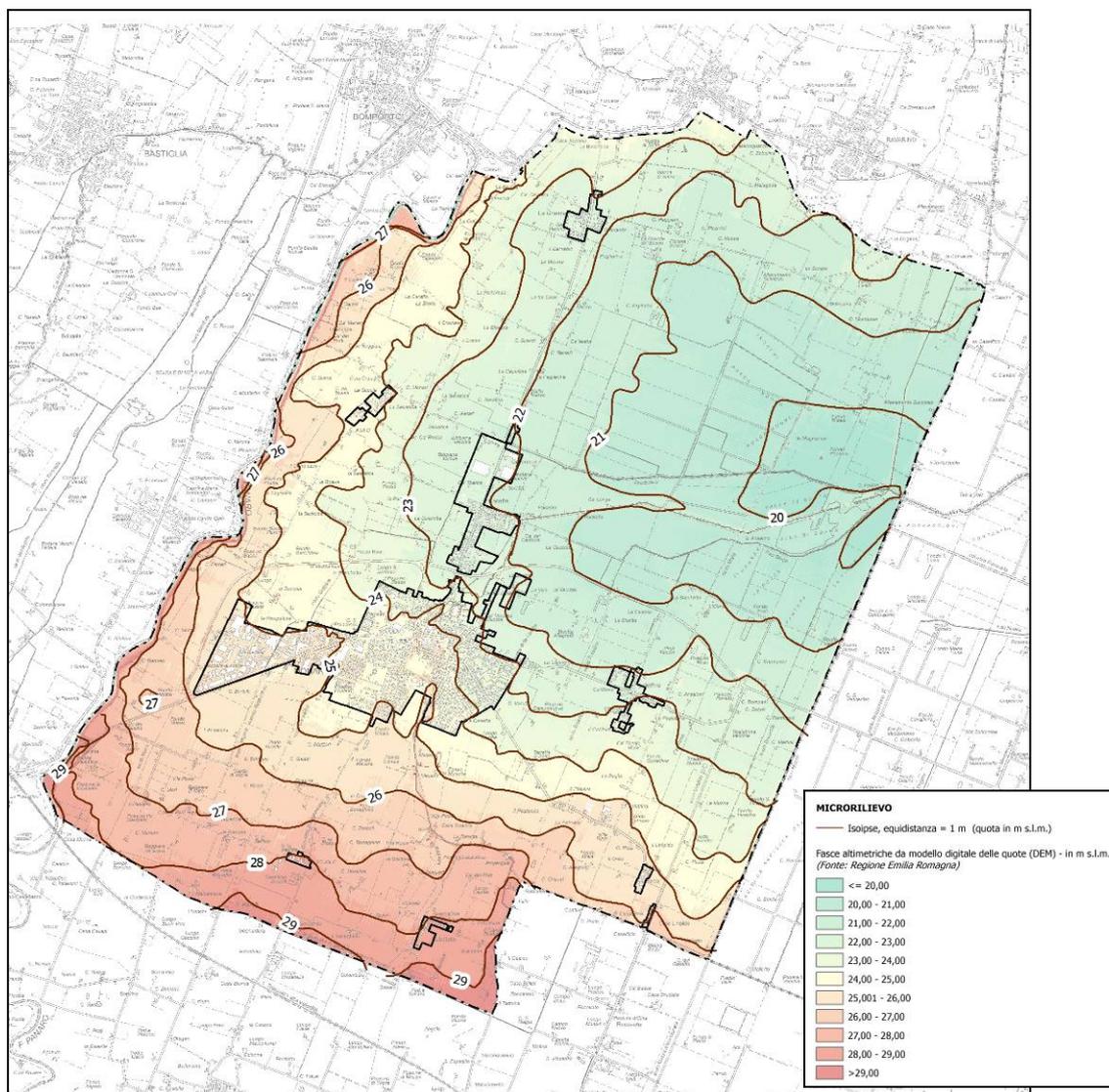
Per l'area in esame, grazie ai punti quotati resi disponibili dalla Regione Emilia Romagna - Servizio Sistemi Informativi Geografici, è stato possibile realizzare una ricostruzione altimetrica con buona accuratezza; l'elaborato prodotto, che rappresenta in modo tridimensionale la morfologia dell'intero territorio comunale, è stato riportato come inserto nella Tav. 1 "Geomorfologia", oltre che nell'immagine seguente.

I punti quotati, da cui derivano queste elaborazioni, sono quelli utilizzati dall'Università di Parma per la redazione dello studio relativo alla Valutazione del rischio di allagamento del territorio del Comune di Nonantola e gentilmente messi a disposizione; si rimanda allo studio suddetto per le informazioni relative ai dati topografici utilizzati e resi disponibili, che rappresentano quelli più recenti esistenti per il territorio comunale.

Nel metodo di elaborazione scelto per la ricostruzione tridimensionale, i punti quotati rappresentano i nodi di una maglia a celle triangolari non sovrapposte che soddisfa il criterio geometrico di Delaunay: ogni circonferenza che racchiude un triangolo non contiene altri nodi se non quelli che compongono il triangolo stesso. Il risultato è un modello tridimensionale denominato TIN (Triangular Irregular Network) che, insieme al dato morfologico, permette di visualizzare anche quello altimetrico attraverso una classificazione cromatica delle fasce altitudinali; nella tavola tale classificazione è stata eseguita utilizzando fasce altimetriche di 1.0

m. Alle fasce di quota più elevate sono state assegnate tonalità dal rosso scuro, via via più chiaro per le fasce intermedie e tonalità verdi per le fasce più basse.

Img. 2.3.1 – Carta dell'altimetria - Microrilievo su base topografica



Il territorio del comune di Nonantola è altimetricamente compreso tra le quote minime di 20.0 m nella parte nord-orientale e valori massimi di circa 29 m s.l.m. nella zona meridionale, con quote che mediamente si aggirano tra i 25.0 – 28.0 m s.l.m., collocando il territorio nella fascia di media pianura.

Analizzando l'andamento delle curve di livello si osserva che i terreni hanno altimetria mediamente compresa circa tra 25 e 28 m s.l.m. ad eccezione della fascia occidentale adiacente al F. Panaro, nella quale gli interventi antropici per la messa in sicurezza idraulica del territorio, hanno costruito un rilevato arginale con altezze comprese tra 34 e 35 m s.l.m.; fa inoltre eccezione il settore nord orientale caratterizzato da un'area valliva di pianura con quote comprese tra 20 e 23 m s.l.m.

L'assetto topografico declina in direzione sud-nord fino all'altezza di Strada Valluzza - Strada San Lorenzo Secchia - Via Borsara, zona alla quale appartiene il capoluogo, mentre la clivometria è orientata ovest – est a nord delle suddette viabilità.

I nuclei abitati di Bagazzano e Rubbiara hanno quote mediamente pari a 28 – 28.5 m s.l.m., il centro abitato di Nonantola, si attesta su quote dai 26 m s.l.m. nella parte occidentale e a circa 23 m s.l.m. in corrispondenza della parte nord (Via San Lorenzo – Via San Luigi) a sud del tracciato della tangenziale; l'abitato delle Casette, a sviluppo prevalente nord-sud, ha quote tra i

22 e i 22.5 m s.l.m., come anche La Grande, il Campazzo si attesta intorno tra i 24 e 25 m s.l.m., mentre nell'abitato di Via Larga le quote variano tra i 22 e i 23.5 m s.l.m. Le quote più basse si registrano in corrispondenza dell'area di riequilibrio ecologico Torrazzuolo.

2.4 SUBSIDENZA

Per la stesura del presente paragrafo si è fatto interamente riferimento ai lavori realizzati da ARPAE Emilia-Romagna in tema di subsidenza e consultabili al sito <https://servizigis.arpae.it/Html5Viewer/index.html?viewer=Geoportal.Geoportal>, a cui si rimanda per tutti gli approfondimenti tematici; come si osserva dalle immagini seguenti il territorio comunale è interessato da due linee di livellazione e da diversi caposaldi.

La subsidenza indica il progressivo abbassamento del terreno dovuto a cause naturali ed artificiali; il fenomeno di subsidenza naturale è caratterizzato sia dal costipamento provocato dal peso dei carichi sovrastanti sui sedimenti incoerenti (limo, argilla e torba), che dal movimento del substrato roccioso. Il fenomeno di subsidenza artificiale è imputabile all'azione dell'uomo, in relazione all'estrazione di acqua dal sottosuolo, allo sfruttamento dei livelli contenenti idrocarburi, alla bonifica di valli e di terreni paludosi, all'alterazione, spesso dovuta ad inquinamento, delle caratteristiche chimiche delle acque sotterranee. Gli effetti di un abbondante emungimento idrico si estendono a tutto il sistema di acquiferi ed acquitardi, essendo l'acqua presente in tutti i mezzi permeabili; il fenomeno assume ritmi lenti, con effetti notevolmente ritardati nel tempo, a differenza invece degli effetti di abbassamento pressoché immediato che si registra nei terreni "serbatoio" per effetto dell'estrazione di idrocarburi dal sottosuolo, sia liquidi che gassosi.

I terreni a granulometria più grossolana risentono in misura inferiore dell'azione del costipamento rispetto a quelli fini.

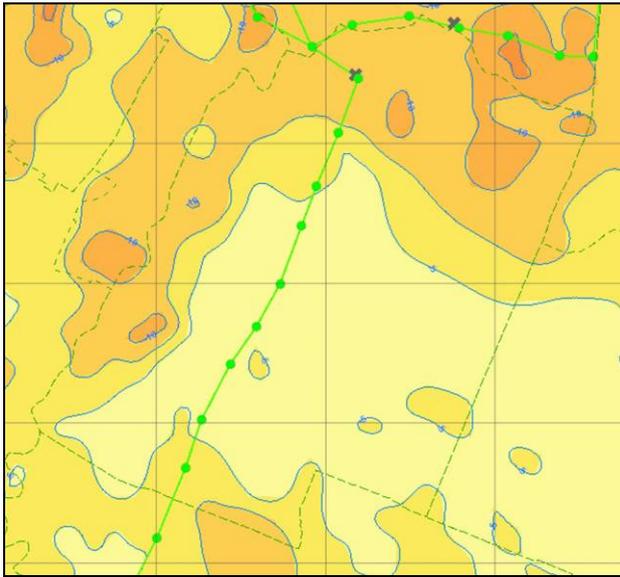
La pianura emiliano-romagnola è soggetta ad un fenomeno di subsidenza naturale la cui velocità, variabile a seconda delle zone, è valutata intorno ad alcuni mm/anno. A tale fenomeno, legato a cause geologiche, si è sommata, a partire dagli anni '50 del secolo scorso, una subsidenza di origine antropica - determinata soprattutto da eccessivi prelievi di fluidi dal sottosuolo - i cui valori sono, generalmente, molto più elevati rispetto a quelli attribuibili alla subsidenza naturale.

Il fenomeno si è manifestato con danni al patrimonio artistico-monumentale, perdita di efficienza delle infrastrutture idrauliche, erosione accelerata della fascia costiera e aumento della propensione all'erosione sia dei territori costieri che interni. Al fine di indagare le cause e l'entità del fenomeno, Arpa, su incarico della Regione e in collaborazione con il Dicam (Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e dei materiali) della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, ha progettato e istituito nel 1997-98 una rete regionale di monitoraggio della subsidenza, costituita da una rete di livellazione geometrica di alta precisione con oltre 2300 capisaldi e da una rete di circa 60 punti Gps (le monografie dei capisaldi di livellazione e dei punti Gps sono consultabili e scaricabili dal portale cartografico di ARPAE).

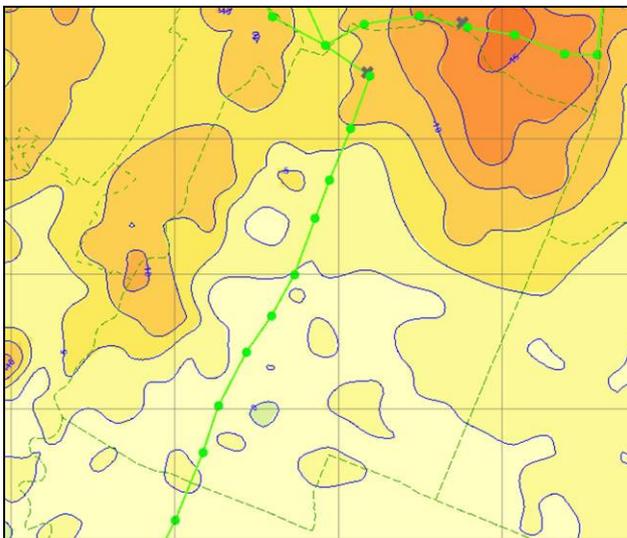
Nel corso del tempo sono stati prodotti diversi rilievi, a partire dal primo del 1999 a cui hanno fatto seguito quelli del 2002, del 2005-2007, 2011-2012 ed infine, il rilievo più recente reso disponibile da ARPAE, quello del 2016-2017.

Analizzando le cartografie prodotte da ARPAE si evidenzia che per il territorio comunale, i valori massimi di subsidenza sono stati registrati nel periodo 2002-2006 con valori di abbassamento che nella parte settentrionale del territorio andavano oltre i 12 mm/anno. Nel periodo successivo (2006 - 2011) si registrava una tendenza generale ad un rallentamento dei valori registrati e la zona settentrionale rimaneva quella con maggior grado di abbassamento (8 - 10 mm/anno).

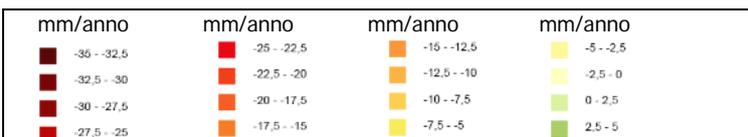
Img. 2.4.1 – Carta delle velocità di movimento verticale del suolo periodo 1992 – 2000, 2002 – 2006, 2006 - 2011 (fonte: ARPAE Emilia Romagna)

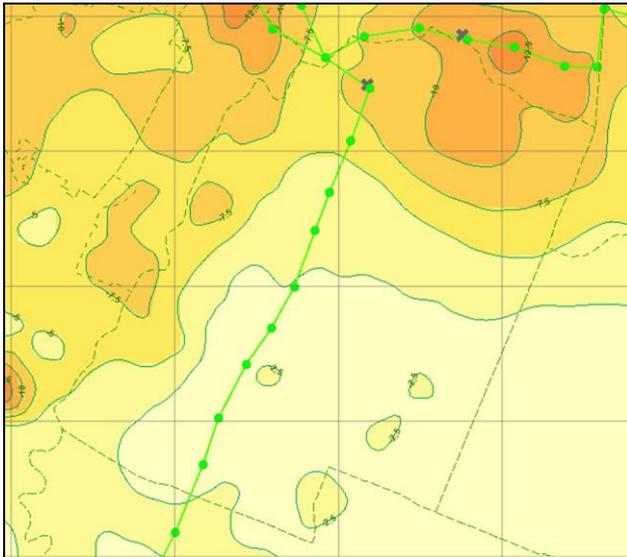


Isocinetiche 1992 – 2002



Isocinetiche 2002 - 2006



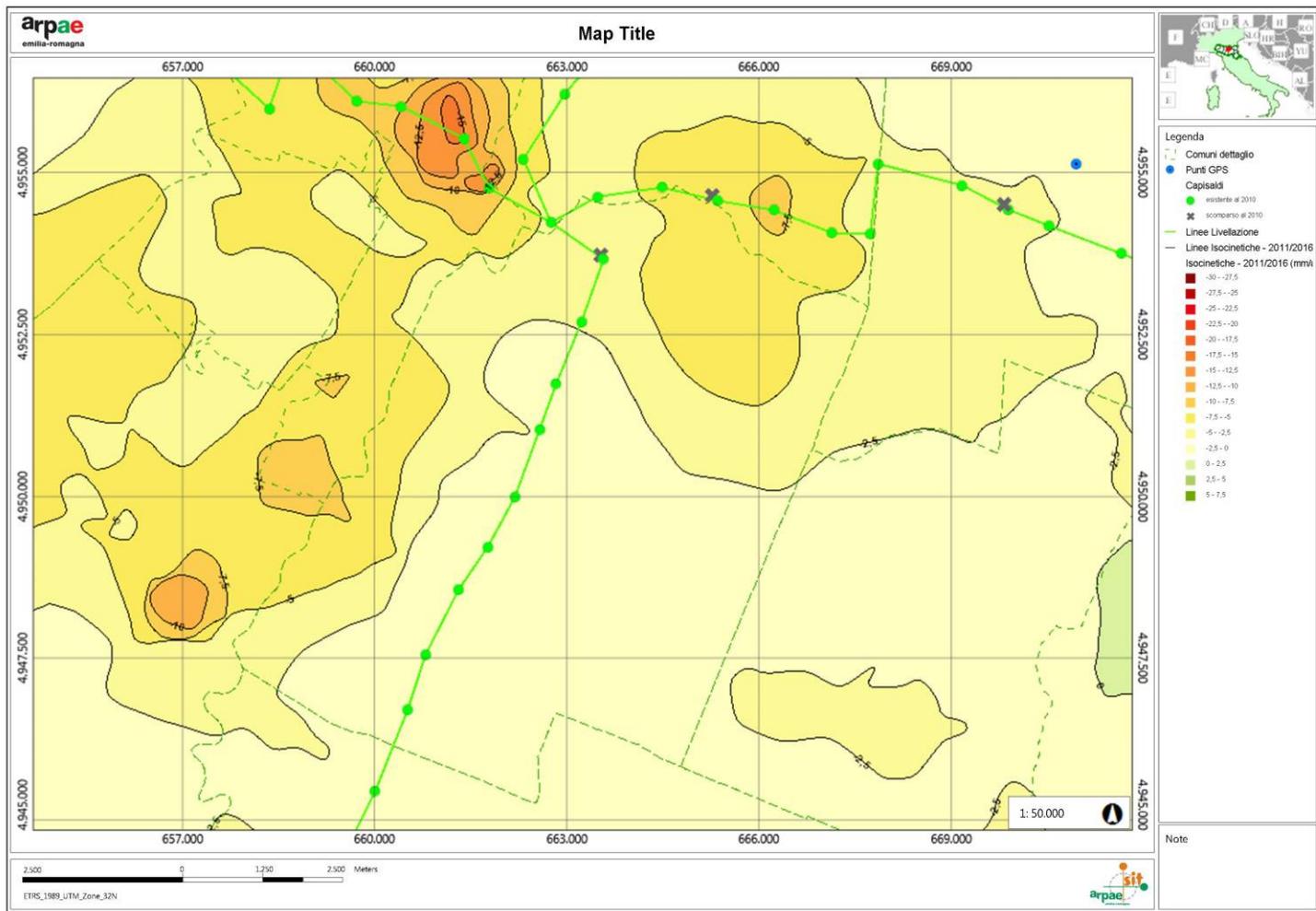


Isocinetiche 2006 - 2011



Dagli studi di più recenti effettuati da ARPAE e resi disponibili sul sito dell'agenzia, emerge come per il periodo 2011-2016 su buona parte del territorio comunale si abbia un sostanziale equilibrio con velocità di movimento verticale del suolo, con valori compresi tra 0.0 e 2.5 mm/anno, e valori tra 2.5 e massimi di 5.0 mm/anno nella fascia occidentale e settentrionale, con un sostanziale miglioramento rispetto sia al periodo 1992-2000 che al periodo 2002-2011.

Img. 2.4.2 – Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2011-2016 (fonte: ARPAE Emilia Romagna)



2.5 SISMICITÀ

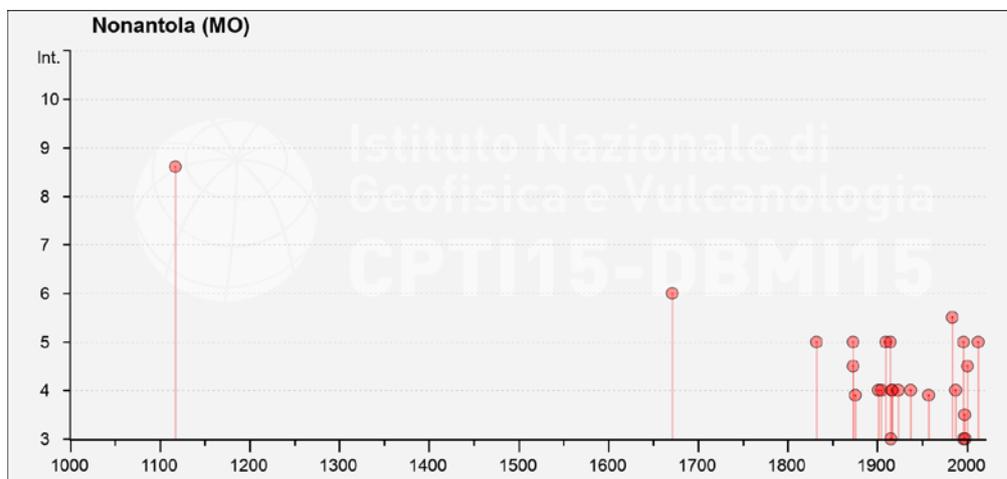
La sismicità di un territorio è strettamente connessa al contesto tettonico-strutturale nel quale è inserito, ovvero alla presenza di strutture geologicamente "attive". Alla base di ogni stima della pericolosità sismica di un territorio vi è quindi l'indispensabile conoscenza della sua storia sismica (cioè di tutte le informazioni sui terremoti avvenuti nel passato) e della geologia strutturale locale, fattori strettamente connessi tra loro.

2.5.1 Sismicità del territorio comunale

La storia sismica del comune di Nonantola è stata dedotta dal database DBMI15 utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) aggiornato al 2014, nel quale sono riportate le osservazioni macrosismiche relative all'abitato.

Nelle tabelle seguenti sono riassunti gli eventi di maggior intensità in cui viene indicato, per ciascun evento, oltre alla stessa intensità, l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi), l'ora (Ho), il minuto (Mi) ed, eventualmente, il secondo (Se), in cui si è verificato, la denominazione dell'area epicentrale, il relativo numero di dati di intensità macrosismica (NMDP), l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io) e la magnitudo momento (Mw).

Img. 2.5.1 – Grafico degli eventi sismici verificatisi i corrispondenza dell'abitato di Nonantola reperiti dall'archivio DBMI11, consultabile al sito internet <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>



Tab. 2.5.1- Massimi eventi sismici verificatisi i corrispondenza dell'abitato di Nonantola

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
HD	1117	01	03	15	15		Veronese	55	9	6.52
6	1671	06	20	10			Modenese-Reggiano	8	7	5.27
5	1832	03	13	03	30		Reggiano	97	7-8	5.51
5	1873	05	16	19	35		Reggiano	15	6-7	5.01
4-5	1873	06	29	03	58		Alpago Cansiglio	197	9-10	6.29
F	1875	03	17	23	51		Costa romagnola	144	8	5.74
NF	1898	01	16	13	10		Romagna settentrionale	110	6	4.59
4	1901	10	30	14	49	58	Garda occidentale	289	7-8	5.44
4	1904	02	25	18	47	50	Reggiano	62	6	4.81
NF	1904	11	17	05	02		Pistoiese	204	7	5.10
5	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
NF	1909	08	25	00	22		Crete Senesi	259	7-8	5.34
5	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
3	1915	01	13	06	52	43	Marsica	1041	11	7.08
4	1916	05	17	12	50		Riminese	132	8	5.82
4	1916	08	16	07	06	14	Riminese	257	8	5.82
4	1923	06	28	15	12		Modenese	22	6	5.04
2	1931	06	10	17	02		Modenese	14	4	4.59
4	1937	12	10	18	04		Frignana	28	6	5.30
F	1957	08	27	11	54		Appennino modenese	58	5	4.73
NF	1965	11	09	15	35		Appennino reggiano	32	5	4.17
NF	1967	04	03	16	36	18	Reggiano	45	5	4.44
5-6	1983	11	09	16	29	52	Parmense	850	6-7	5.04
2-3	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
4	1987	05	08	11	10	2	Bassa modenese	24	6	4.44
NF	1988	03	15	12	03	1	Reggiano	160	6	4.57
5	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38
2	1996	10	26	04	56	0	Pianura emiliana	63	5-6	3.94
3	1996	12	16	09	09	5	Pianura emiliana	115	5-6	4.06
3-4	1997	05	12	22	13	0	Pianura emiliana	56	4-5	3.68
3	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
4-5	2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	2002	06	08	20	13	7	Frignana	115	4	4.23
NF	2002	06	18	22	23	0	Frignana	186	4	4.30
5	2012	05	29	07	00	0	Pianura emiliana	87	7-8	5.90

Legenda: **Int.** - Intensità al sito (MCS); **Io** - Intensità epicentrale (MCS); **Mw** - Magnitudo momento (epicentrale); **NMDP** - Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto.

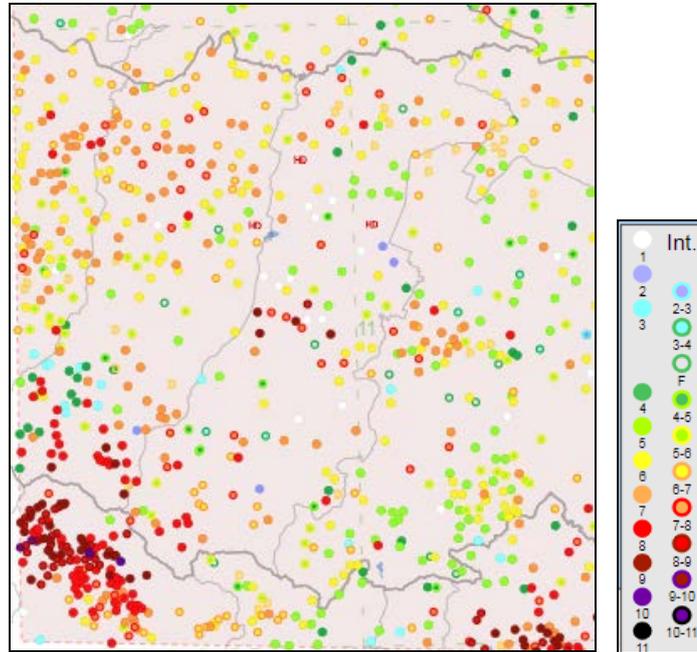
Dalle tabelle e dai grafici sopra esposti si desume che la storia sismica di Nonantola e del suo intorno ha una discreta testimonianza ed estensione temporale (il primo evento riportato risale al 1117); il territorio di Nonantola è stato soggetto a terremoti di intensità massima del VII grado della scala MCS corrispondente a magnitudo stimate in $M = 5.5 \div 5.6 \div 5.9$; l'evento sismico più recente è quello che ha interessato la bassa pianura modenese il 20-29 maggio 2012.

In occasione dei sismi che hanno colpito il territorio emiliano il 20 e 29 maggio 2012, l'area di Nonantola ha subito effetti inferiori al V° grado MCS e non è stato inserito nei comuni appartenenti al cratere sismico. (Fonte: "Rilievo Macrosismico MCS Speditivo" - Rapporto Finale - Protezione Civile - Giugno 2012). Le mappe di scuotimento INGV (<http://shakemap.rm.ingv.it/shake>) per gli eventi sismici del 20, 29 maggio e 3 giugno 2012, indicano che l'evento più gravoso per le strutture

site sul territorio comunale è risultato essere quello del 29 maggio 07.00.03 (GMT) ML=5.8. I valori di PGA misurati durante gli eventi sismici sono risultati inferiori a quelli della PGA di progetto della griglia INGV e della tab. 2 dell'allegato 4 DAL 112/2007.

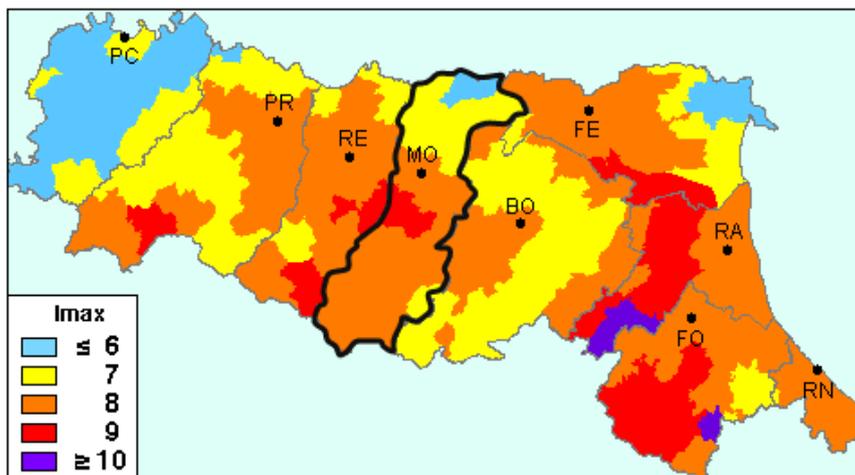
La maggior parte delle suddette massime intensità sismiche sono state prodotte da eventi di elevata intensità a piccola distanza, mentre i contributi di sismi ad elevata intensità e distanti contribuiscono in maniera meno importante. Gli epicentri sismici verificatisi nel territorio in analisi hanno origine, per la percentuale maggiore, nei primi 15 km del sottosuolo evidenziando la prevalenza di un'attività sismogenetica di tipo superficiale o crostale.

Img. 2.5.2 - Distribuzione delle intensità macrosismiche di alcuni eventi nella storia della Provincia di Modena e aree limitrofe (catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 v3.0)



Con riferimento al lavoro prodotto dal Dipartimento della Protezione Civile, "Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani", determinate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA, basato in misura prevalente su valori realmente osservati, ma che contiene delle correzioni, per quelle località ove queste si siano rese necessarie, il territorio di Nonantola è stato soggetto a terremoti di intensità massima pari al VII grado della scala MCS.

Img. 2.5.3 - Massime intensità macrosismiche registrate nella Provincia di Modena



2.5.2 Caratteristiche sismotettoniche

I contenuti di seguito riportati fanno in parte riferimento agli studi di Microzonazione Sismica del territorio comunale, cui si rimanda per una trattazione complessiva; i dati sono stati opportunamente implementati ed aggiornati sulla base delle più recenti pubblicazioni in materia.

La Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna alla scala 1:250.000, pubblicata nel 2004, oltre alla definizione della pericolosità sismica locale e all'individuazione di strutture potenzialmente sismogenetiche, offre anche un quadro delle relazioni fra attività tettonica attuale e rischi naturali. In detto lavoro, infatti, l'analisi comparata della sismicità e delle strutture attive, evidenti per la loro espressione sia morfologica che geologica, unitamente ad una riconsiderazione dei dati disponibili sui movimenti verticali del suolo (sollevamento dei terrazzi alluvionali, subsidenza, evoluzione del reticolo idrografico) e alla ricostruzione delle isobate delle due principali e più recenti superfici di discontinuità del sottosuolo (rispettivamente 450.000 anni, base del SERS, e 10.000 anni, base dell'Olocene), ha permesso di ottenere un quadro neotettonico e sismotettonico ben definito del territorio indagato.

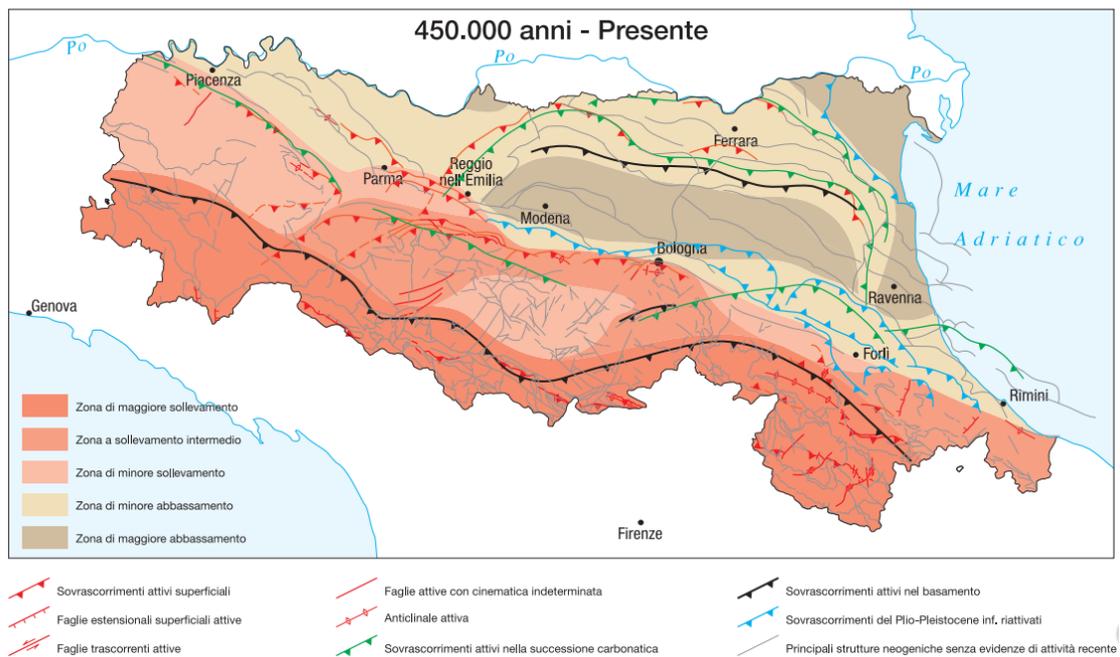
Esaminando l'immagine seguente, che può essere considerata lo schema di sintesi sull'attività neotettonica in Emilia Romagna, emerge che le zone a maggiore sollevamento, con tassi >1 mm/anno, sono individuabili nella parte alta della catena, corrispondente al settore a monte del principale raddoppio crostale, a conferma dell'attività di questa struttura.

L'area a sollevamento intermedio, con tassi mediamente ≥ 1 mm/anno, corrisponde al settore immediatamente retrostante la struttura superficiale del margine che da Bologna si estende verso NW fino alla valle del Taro.

Le aree a minore sollevamento (<1 mm/anno) si collocano immediatamente a valle della struttura crostale.

Anche in pianura le zone di minore abbassamento, con tassi <1 mm/anno, corrispondono alle aree maggiormente interessate dalle strutture attive. Le strutture di questo settore sono sepolte e non mostrano, generalmente, evidenze in superficie.

Img. 2.5.4 - Schema di sintesi sull'attività neotettonica in Emilia-Romagna



La sismicità legata alle strutture superficiali, con ipocentri mediamente ad una profondità inferiore a 15 km, risulta molto diffusa in catena e più localizzata in pianura, soprattutto in corrispondenza della dorsale ferrarese.

La sismicità crostale, con ipocentri mediamente compresi tra 15 e 35 km, mostra una distribuzione simile a quella più superficiale ma con una densità inferiore. Anche in questo caso i meccanismi focali risultano compressivi e trascorrenti con direzioni di compressione sia NW-SE che NE-SW ed i meccanismi distensivi sono rari e ben localizzati.

La sismicità più profonda, con ipocentri oltre i 35 km, fino ad oltre 50 km, è sempre diffusa nel settore di catena e in corrispondenza del margine appenninico-padano e decisamente minore in pianura. I meccanismi focali calcolati sono in accordo con quanto riscontrato nei livelli strutturali superiori.

Risulta così un modello geodinamico attivo in cui le strutture superficiali della copertura, quelle crostali nonché quelle del mantello, sebbene tra loro distinte, sono tutte coerenti e inquadrabili in un sistema transpressivo, che rispetto alle zone esterne dell'avampaese padano, relativamente stabili, assume il significato di un sistema di ordine inferiore all'interno di una zona di trascorrenza destra.

A seguito degli eventi sismici avvenuti in regione dopo il 2004, la Regione Emilia Romagna ha ritenuto opportuno procedere all'aggiornamento della carta sismotettonica pubblicata nel 2004: le reti sismiche sono state implementate, la Pianura Padana e l'Appennino settentrionale sono stati, infatti, interessati da varie sequenze sismiche e sono stati condotti nuovi studi. Ciò ha permesso di acquisire una considerevole quantità di nuovi dati e caratterizzare meglio le strutture tettoniche; l'estensione degli studi ad un'area più ampia del territorio regionale si è resa necessaria in quanto alcuni processi e fenomeni naturali che avvengono fuori regione, possono comunque influenzare l'evoluzione e la sicurezza del territorio e le attività in Emilia-Romagna.

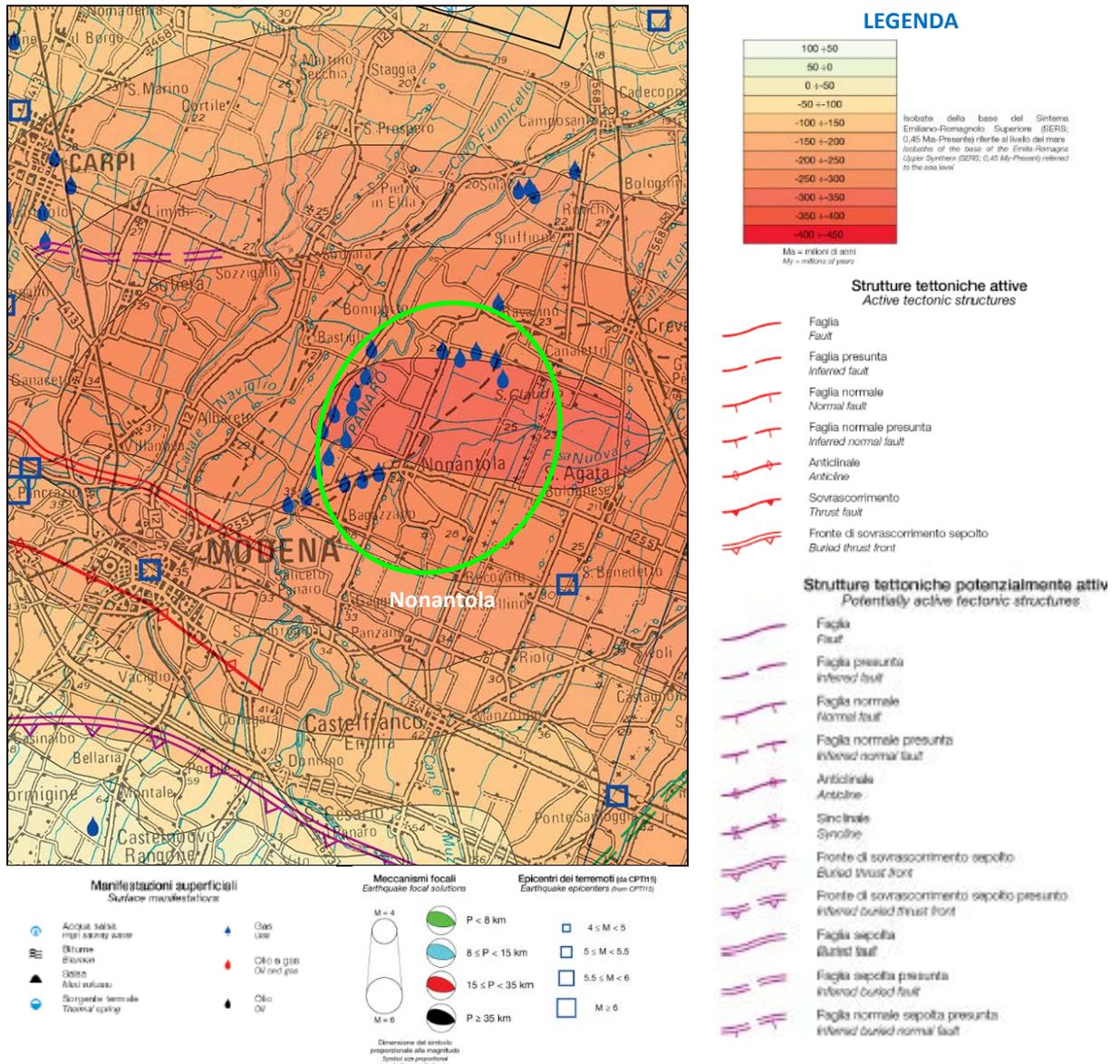
Si riporta, di seguito, uno stralcio della Carta Sismotettonica 2016 della Regione Emilia-Romagna comprendente il Comune di Nonantola, in cui si può osservare come la parte sud-orientale del territorio comunale si sviluppi a cavallo di un fronte di sovrascorrimento sepolto presunto.

Nell'area in studio, a circa 20 -24 km a nord ovest di Nonantola (nord di Soliera – Bastiglia), le linee attive sono rappresentate rispettivamente dal Fronte di Accavallamento della Successione Carbonatica Meso–Cenozoica e dallo sovrascorrimento che delimita l'ala settentrionale della Dorsale Ferrarese, entrambi orientati ovest nord ovest – est sud est, circa da Fabbrico – Novi di Modena e successivamente ovest – est da quest'ultima a Mirandola - Poggio Renatico. A sud delle sopra citate linee, circa 10 Km a nord di Soliera – Bastiglia, è individuata la presenza del Fronte di Accavallamento del Basamento.

Nel territorio in analisi la sismicità è principalmente correlata all'attività delle faglie delle Pieghe Ferraresi, i processi deformativi che interessano dette strutture sono prevalentemente superficiali, entro i primi 15 Km del sottosuolo, connessi in percentuale predominante a meccanismi focali compressivi e trascorrenti, in percentuale relativa inferiore alle deformazioni compressive delle strutture medio profonde (15 - 25 Km) e profonde (oltre 35 Km).

Alle fasi compressive che hanno generato le sopra descritte strutture è correlata l'attività sismogenetica, prevalentemente di tipo superficiale, con profondità generalmente < 15 km dal piano campagna, che principalmente interessa il territorio in oggetto come evidenziano gli epicentri sismici con $M = 5.9 - 5.8$ di Finale Emilia e Mirandola con ipocentri a 6 ed a 10 km di profondità.

Img. 2.5.5 - Estratto della Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna e aree limitrofe (scala originale 1:250.000)



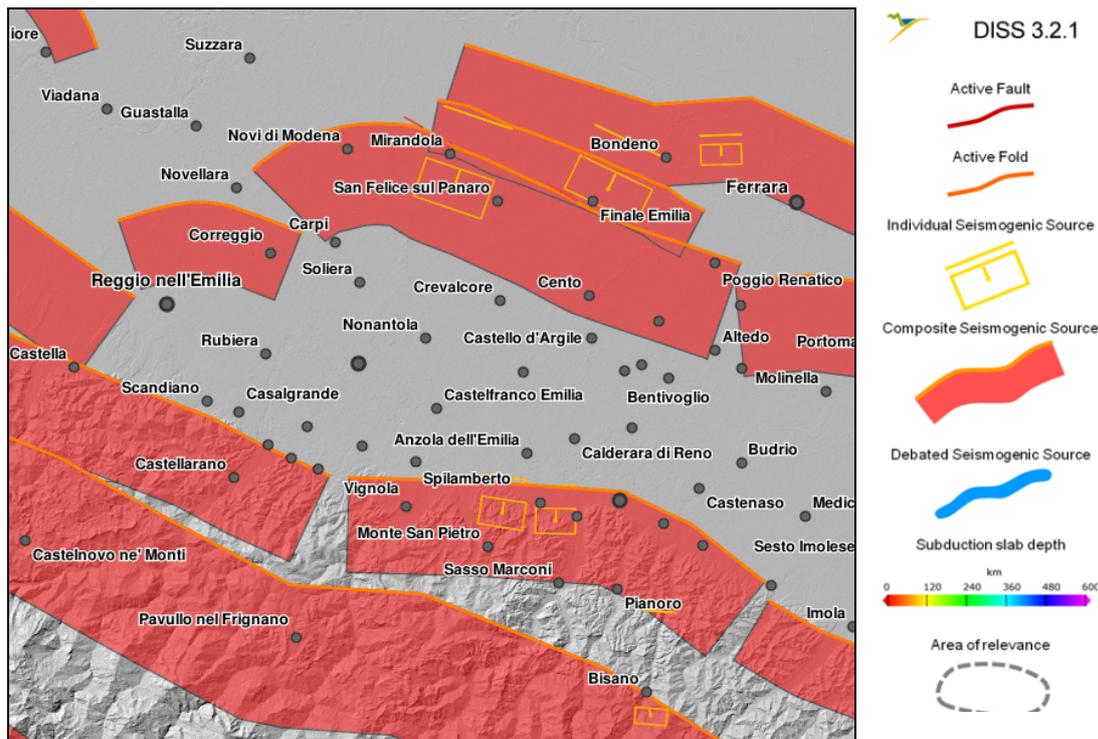
Un elenco delle sorgenti sismogenetiche e delle faglie potenzialmente attive e capaci è contenuto nel DISS 3.2.1, il database delle sorgenti sismogenetiche italiane, potenzialmente in grado di generare sismi con magnitudo superiore a M 5.5 nell'area Italiana¹.

Con riferimento all'immagine seguente, le sorgenti sismogenetiche più significative al contorno dell'area in studio sono:

- ITCS051 - Carpi-Poggio Renatico, con magnitudo massima attesa Mw= 6.0
- ITCS049 - Campegine-Correggio, con una magnitudo massima attesa Mw= 5.5;
- ITCS 103 - Finale Emilia-Mirabello, con una magnitudo massima attesa Mw= 6.1;
- ITCS046 - Langhirano-Sassuolo, con una magnitudo massima attesa Mw= 5.9.

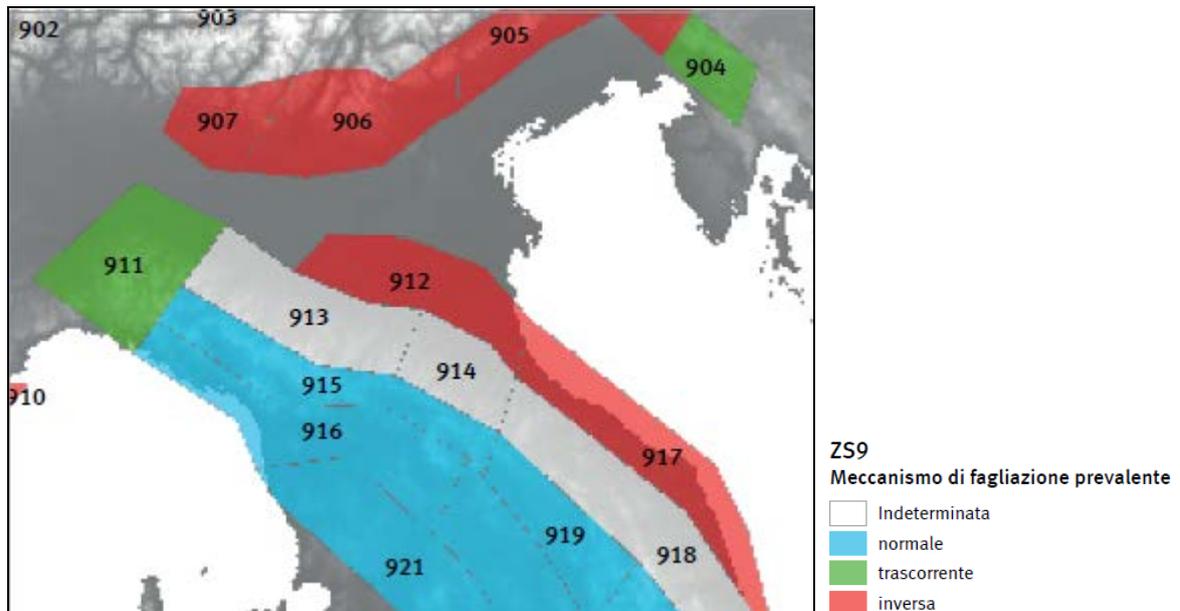
Allo scopo di associare la sismicità dell'area con i meccanismi responsabili dell'innescio dei terremoti, si è fatto riferimento alla Zonazione Sismogenetica ZS9 (a cura del gruppo di lavoro coordinato da C. Meletti e G. Valensise, 2004). Tale lavoro, che sostituisce la precedente zonazione ZS4, suddivide il territorio nazionale in fasce contraddistinte da caratteristiche sismotettoniche omogenee. Esso risulta estremamente importante per gli studi di pianificazione territoriale e, in particolare, nelle valutazioni di pericolosità sismica.

Img. 2.5.6 - Ubicazione delle sorgenti sismogenetiche del DISS 3.2.1



A corredo degli studi di zonizzazione sono stati raccolti e analizzati quasi 2.500 terremoti, degli ultimi 1.000 anni, con intensità epicentrale maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4. Come evidenziato nell'immagine seguente il territorio comunale di Nonantola ricade nella zona 912 macroarea di dominio della Dorsale Ferrarese e ad una distanza di circa 6 km dal bordo settentrionale della zona sismogenetica 913, dominio delle Pieghe Pedepenniniche sia Emiliane che Romagnole.

Img. 2.5.7 - Stralcio della Zonazione sismogenetica ZS9 (Aggiornamento 2017-Martelli et alii)



La prima di dette fasce rappresenta la porzione più esterna della zona in compressione dell'arco appenninico ed è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le fonti storiche suggeriscono una ripetuta attivazione nel corso dell'Olocene.

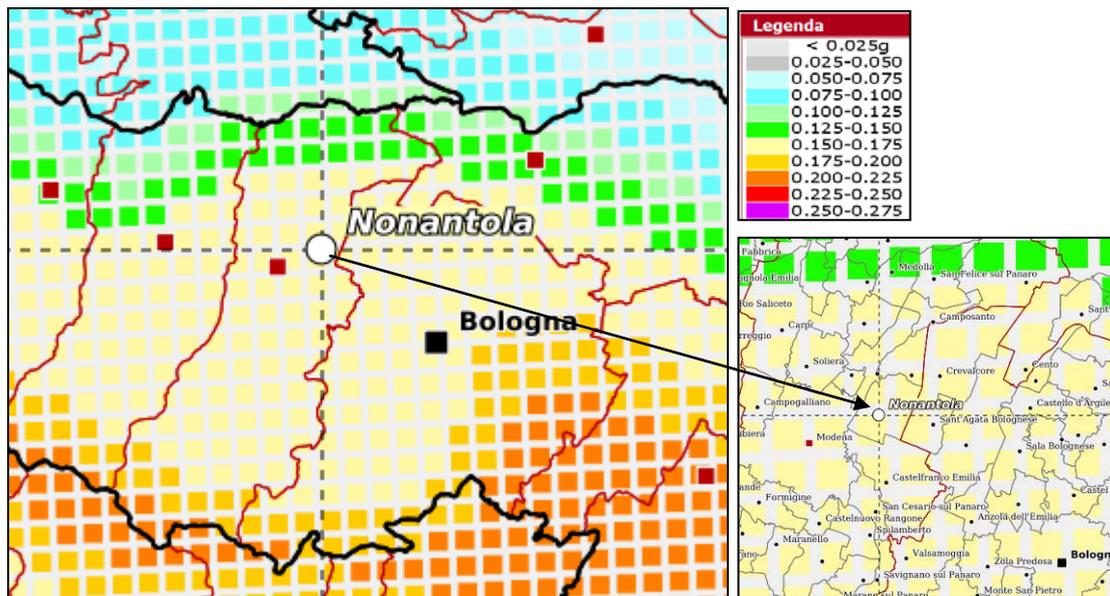
2.5.3 Classificazione sismica del territorio comunale

Di seguito sono riportati i risultati degli studi più recenti relativi alla pericolosità e al rischio sismico eseguiti dal Servizio Sismico Nazionale (SSN) e indirizzati alla redazione della nuova classificazione sismica del territorio nazionale.

La costruzione della carta della pericolosità sismica è avvenuta attraverso l'utilizzo dei parametri MCS (intensità macrosismica) e PGA (che rappresenta l'accelerazione attesa al suolo, parametro utilizzato storicamente per questo genere di valutazioni e utilizzato come dato progettuale).

Di seguito si riporta la mappa di pericolosità sismica nazionale con i valori di PGA con una probabilità di superamento del 10% in un periodo di 50 anni (con un periodo di ritorno di 475 anni), e la loro frequenza di occorrenza annua. Questi parametri evidenziano le aree ove si possono verificare sismi di elevata intensità e dunque quelle in cui si rileva una maggiore pericolosità. Considerando un tempo di ritorno di 475 anni, il Comune di Nonantola presenta un'accelerazione attesa al suolo (PGA) compresa tra 0,075 e 0,100 g.

Img. 2.5.8 – PGA (g) con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni), valori riportati ai capoluoghi comunali (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)



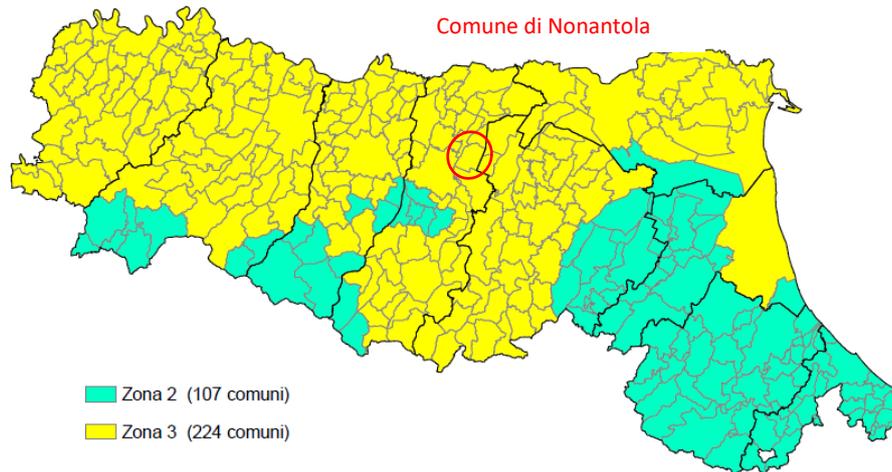
La classificazione sismica dei comuni su tutto il territorio nazionale è stata definita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, utilizzando e aggiornando la precedente proposta nel 1998. La suddivisione è articolata in 4 zone: le prime 3 corrispondono alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), contemplati nella Legge 64/74, mentre la zona 4 è di nuova introduzione.

Ciascuna zona è contraddistinta da un diverso valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, eliminando di fatto la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche: in questo modo, ad ogni area del territorio nazionale viene attribuito un differente livello di pericolosità sismica.

La classificazione sismica costituisce un riferimento tecnico-amministrativo per graduare l'attività di controllo dei progetti e la priorità delle azioni e misure di prevenzione e mitigazione del rischio sismico; la Regione Emilia Romagna con Delibera 1164 del 23/07/2018 ha approvato l'aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei Comuni dell'Emilia-Romagna, disposta con propria deliberazione n. 1435 del 2003.

Il Comune di Nonantola è classificato in **Zona 3** con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresa tra un minimo di $ag/g=0,05$ e un massimo di $ag/g=0,15$ e accelerazione sismica orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a $ag/g=0,15$. Tali valori di accelerazione sono relativi al bed rock, ovvero a formazioni litoidi o terreni omogenei molto rigidi.

Img. 2.5.9 - Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia-Romagna 2018



Nella Classificazione sismica aggiornata al 2018, il territorio comunale di Nonantola non ha subito riclassificazioni rispetto alla precedente del 2003.

Si specifica che la classificazione sismica non interferisce con la determinazione dell'azione sismica, necessaria per la progettazione e la realizzazione degli interventi di prevenzione del rischio sismico. L'azione sismica è definita, per ogni sito, dai parametri di pericolosità sismica previsti dalle norme tecniche per le costruzioni NTC 2018, superando, quindi, la differenza tra valori di accelerazione previsti dagli studi di pericolosità sismica a scala nazionale e valori previsti dalla normativa antisismica per un suolo di riferimento.

2.5.4 Studi di Microzonazione sismica del territorio comunale

Con l'obiettivo di ridurre il rischio sismico, in adempimento agli obblighi della normativa nazionale, la Regione Emilia-Romagna, con Deliberazione dell'Assemblea legislativa n. 112 del 2 maggio 2007, ha approvato l'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica". L'atto di indirizzo è stato successivamente aggiornato con Del. G.R. n° 2193/2015 e con Del. G.R. n. 630/2019 (aggiornata alla Del. G.R. 476/2021, integrata con D.G.R. n. 564/2021).

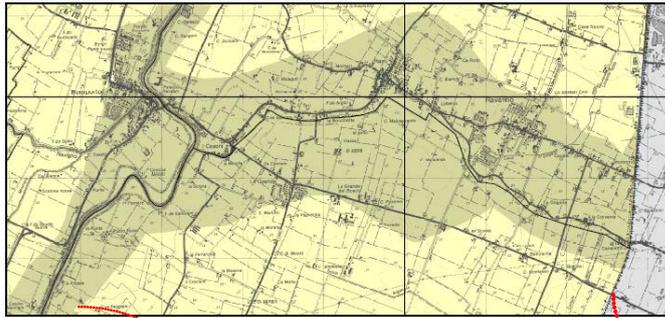
2.5.4.1 La Microzonazione sismica di I livello

La Microzonazione sismica di I livello operata dal PTCP 2009 della Provincia di Modena, approvato con delibera di C.P. con delibera n.46 del 18 marzo 2009, è stata elaborata in accordo con gli Indirizzi regionali e nazionali disponibili in materia di riduzione del rischio sismico (L. 741/1981, D.M. 14/01/2008, L.R. 35/1984 e s.m.i., L.R. 20/2000, L.R. 31/2002, DAL. RER. 112/2007), predisponendo, nel Q.C. del PTCP, una cartografia di analisi degli scenari di pericolosità sismica locale e un elaborato cartografico di Piano all'interno delle Carte della sicurezza del territorio, unitamente alla definizione di specifici indirizzi a sostegno della Pianificazione Comunale.

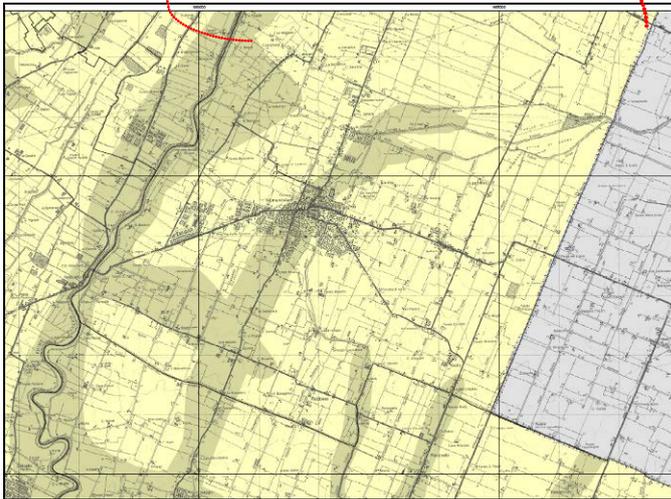
Gli elaborati cartografici sono costituiti da:

- *Carta del Rischio sismico: carta delle aree suscettibili di effetti locali* (cfr. Img. 2.5.10): rappresentazione delle aree soggette ad effetti locali ed indicazione dei livelli di approfondimento di indagine da attuarsi nelle successive fasi di pianificazione comunale, in scala 1:25.000; tale elaborato ha l'obiettivo di perseguire la riduzione del rischio sismico e di agevolare gli adempimenti dei Comuni, con specifico riguardo alla valutazione della compatibilità delle trasformazioni urbanistiche con gli scenari di pericolosità sismica locale. Il territorio comunale è ricompreso nelle Tav. 2.2a2 e 2.2a5.

Img. 2.5.10 - Estratto delle Tav.2.2 Carta Provinciale delle Aree Suscettibili di Effetti Locali (PTCP Modena)



7	Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione <small>litoloq.</small> valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi. <small>microzonazione sismica</small> approfondimenti di II livello.
8	Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti <small>litoloq.</small> valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi. <small>microzonazione sismica</small> sono ritenuti sufficienti approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e sono richiesti approfondimenti di III livello per la stima degli eventuali cedimenti.
9	Area potenzialmente non soggetta ad effetti locali <small>litoloq.</small> indagini per caratterizzare V_{su} , in caso V_{su} maggiore uguale di 800 m/s non è richiesta nessuna ulteriore indagine. In caso V_{su} minore di 800 m/s è richiesta la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico. <small>microzonazione sismica</small> non richiesta nel primo caso, nel secondo caso approfondimenti di II livello.
10	Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche topografiche <small>litoloq.</small> indagini per caratterizzare V_{su} e valutazione del coefficiente di amplificazione topografico, in caso V_{su} maggiore uguale di 800 m/s è sufficiente la sola valutazione del coefficiente di amplificazione topografico, in caso V_{su} minore di 800 m/s occorre valutare anche il coefficiente di amplificazione litologico. <small>microzonazione sismica</small> valutazione degli effetti della topografia, con particolare attenzione nelle aree prossime ai bordi di scarpata, negli arenili immediatamente superiori ai sentini soggetti ad amplificazione topografica, nelle zone con accentuato contrasto di pendenza, in caso V_{su} minore di 800 m/s valutazione anche del coefficiente di amplificazione litologico.



2.5.4.2 La Microzonazione sismica di II e III livello

Il Comune di Nonantola sta predisponendo l'adeguamento dello Studio di Microzonazione sismica vigente (2014) alla Del.GR 630/2019 della RER (agg. alla Del. G.R. 476/2021, integrata con D.G.R. n. 564/2021).

Lo studio di Microzonazione Sismica (MZS) del Comune di Nonantola è stato redatto nel 2014 a cura dello Studio Geologico Centrogeo, ed è stato validato dalla Regione Emilia Romagna in data 20/04/2016; tale studio è stato condotto secondo le indicazioni ed i criteri previsti dalla Delibera Assemblea Legislativa R.E.R. n° 112 del 02-05-2007 e con riferimento alla Delibera di Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n. 1032/2012 (DGR 1051/2011), "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" del Dipartimento Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e P.A. (Gruppo di lavoro MS, 2008). L'analisi di microzonazione sismica è stata realizzata con il contributo di cui all'OPCM 4007/2012 ed è stata sviluppata in coordinamento con il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, Dr. Luca Martelli, Dr. Raffaele Pignone, della Regione Emilia Romagna, con l'Ufficio S.I.T. della Provincia di Modena, Arch. Antonella Manicardi del Settore Urbanistica Provincia di Modena.

Le rilevazioni in sito ed elaborazioni sono state effettuate da Dr. A. Arbizzi, M. Mazzetti, Dr. Stefano Gilli, Dr. G.P. Mazzetti, dello studio Centrogeo Survey Snc, Correggio, Reggio Emilia. Le elaborazioni GIS sono state eseguite da Geom. Corrado Ugoletti, Studio Associato Benaglia, Reggio Emilia.

La determinazione della pericolosità sismica dell'area del Comune di Nonantola è stata sviluppata mediante la realizzazione della carta di **approfondimento sismico di I livello**, per l'individuazione degli ambiti suscettibili di effetti locali in caso di sollecitazione sismica e della carta di **approfondimento sismico di III livello**, per la definizione dei Fattori di Amplificazione correlati allo scuotimento sismico atteso al suolo, sulla base delle indicazioni contenute nelle sopracitate DGR 1051/2011, DAL 112/2007 e "I.C.M.S." del Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e P.A. (Gruppo di lavoro MS, 2008).

Le disamine sono state sviluppate in base a rilevamenti ed indagini direttamente effettuati dal gruppo di lavoro, che hanno integrato ed approfondito quelle precedentemente eseguite nel contesto degli studi per il PTCP di Modena, relativamente alla cartografia per la riduzione del rischio sismico Carta delle Aree Suscettibili di Effetti Locali.

Nell'ambito del presente studio si è provveduto pertanto ad acquisire gli studi già esistenti prodotti da altri professionisti; la documentazione completa è consultabile all'indirizzo web <https://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/pnsrs/index.jsp?id=36027> mentre gli elaborati vengono assunti integralmente dal presente studio. In particolare lo studio di microzonazione sismica per il Comune di Nonantola, si compone dei seguenti elaborati:

- Relazione tecnica
- Tav. 1.1- Carta delle Indagini Pregresse e Nuove
- Tav. 1.2 - Carta Geologico Tecnica
- Tav. 1.2.2 - Carta Sezioni Geologiche
- Tav. 1.3 - Carta Isopieze Primo Acquifero
- Tav. 1.4 - Carta Soggiacenza Primo Acquifero
- Tav. 1.5 - Carta Tetto delle Sabbie e del Substrato a Comportamento Rigido
- Tav. 1.6 - Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)
- Tav. 1.7 - Carta delle Frequenze Naturali dei Terreni
- Tav. 2.1 - Carta delle Indagini Nuove
- Tav. 2.2 - Carta delle Velocità Onde di Taglio Vs nei Primi 30 m p.c. (Vs30)
- Tav. 3.1 - Carta di Microzonazione sismica Livello 3 - FA
- Tav. 3.2 - Carta di Microzonazione sismica Livello 3 - FV
- Tav. 3.3 - Carta di Microzonazione sismica Livello 3 - FA PGA
- Tav. 3.4 - Carta di Microzonazione sismica Livello 3 - FA IS $0,1 < T < 0,5$ sec
- Tav. 3.5 - Carta di Microzonazione sismica Livello 3 - FA IS $0,5 < T < 1,0$ sec
- Tav. 3.6 - Carta di Microzonazione sismica Livello 3 - FA IS $0,1 < T < 0,3$ sec
- Tav. 3.7 - Carta di Microzonazione sismica Livello 3 - FA IS $0,3 < T < 0,5$ sec
- Tav. 3.8 - Carta di Microzonazione sismica Livello 3 - FA IS $1,0 < T < 2,0$ sec
- Indagini geognostiche e geofisiche
- Norme sismiche

Le elaborazioni sono state redatte sull'intero territorio comunale insediato/consolidato, comprese le porzioni suscettibili di nuova edificazione e delle reti infrastrutturali principali, come indicato sullo strumento urbanistico generale allora vigente.

Degli elaborati prodotti si riportano sinteticamente di seguito i risultati della *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)* (elaborato 1.6) e delle *Carte di Microzonazione sismica Livello 3* (elaborati da 3.1 a 3.8) rimandando agli originali per la trattazione completa.

Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) (elaborato 1.6)

Lo studio individua e delimita le zone a comportamento equivalente in occasione di sollecitazione sismica, definendo per ogni area il livello di approfondimento da effettuarsi in funzione di pericolosità sismica che compete a ciascuna di esse; la carta delle MOPS costituisce pertanto una zonazione di primo livello di tipo avanzato.

Sul territorio comunale di Nonantola sono state individuate:

- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali per caratteristiche litostratigrafiche (distinte in Zona 1 e Zona 2)
- Zone suscettibili di instabilità: comprendono aree potenzialmente suscettibili di amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche e a rischio di liquefazione e/o a cedimenti differenziali.

Carta di Microzonazione sismica Livello 3 - FA PGA (elaborato 3.3)

La microzonazione suddivide il territorio comunale in zone a diversa pericolosità sismica locale: individua aree dove in occasione di terremoti possano verificarsi effetti locali e stima quantitativamente la risposta sismica locale dei depositi e delle morfologie presenti nell'area di indagine.

Ad ognuna delle microzone individuate sono assegnati i valori dei Fattori di Amplificazione (F.A.), in funzione di tali elaborazioni sono stati visualizzati nelle specifiche tavole i valori dei fattori di

amplificazione F_a , F_v , $F_A.PGA$, $F_A.IS$, attinenti alle microzone individuate: la definizione dell'amplificazione del moto sismico tra bedrock sismico e superficie per ognuna delle zone identificate dai modelli precedentemente illustrati, è stata effettuata sia con la determinazione del rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) che mediante la determinazione dell'intensità di Housner (o intensità dello spettro di risposta) SI/SI_0 .

La *Carta dei fattori di amplificazione PGA/PGA_0* , elaborata per l'intero territorio comunale, evidenzia le seguenti situazioni:

- I valori massimi rilevati, si concentrano nel **settore meridionale orientale** del territorio comunale, zone a sud di La Sabatina e ad est di F.do Misie e area compresa tra Strada Tracozza – Strada Ampergola, Strada Mavora – Strada Imperiale est – Strada Confine. Analoghi valori di massimo contraddistinguono le **aree settentrionali** a nord di La Grande e di via Magnanine. In questi settori i valori medi rappresentati corrispondono ad $FA\ PGA = 1.9 - 2.0$.
- La parte di territorio che costituisce la **fascia centrale – centro settentrionale** alla quale appartiene la parte del capoluogo ad est di Fosso della Signora/ via di Mezzo – via delle Rimembranze / via Grieco – via P. Mascagni / via Mavora, è contraddistinta da valori di $FA\ PGA = 1.7 \div 1.8$.
- I minimi relativi $FA\ PGA\ 1.5 \div 1.6$ caratterizzano la **fascia sud occidentale** del territorio tra Strada Imperiale – via Mavora – Strada S. Lorenzo – P.sne Bassa – F. Panaro ed il **settore occidentale** più a nord tra via di Mezzo – Strada Ferrarona – F. Panaro – Strada Selvatica. Analoghi valori contraddistinguono il settore orientale centrale tra SS Modena – Bologna (N256) – Cavo Muzza – Fossa Sorga – Strada Erbedole.

Nello studio di Microzonazione sono state inoltre elaborate le *Carte dei Fattori di amplificazione di Intensità di Housner* nei periodi compresi tra: $0,1-0,3s$; $0,1-0,5s$; $0,3-0,5s$; $0,5-1s$; $1,0-2,0s$, in ragione delle tipologie edificatorie prevalentemente presenti nel territorio comunale ed a quelle che in funzione delle indicazioni delle normative urbanistiche, sono prevedibili nella percentuale maggiore.

Si rimanda allo studio specifico per la consultazione e la descrizione delle singole cartografie.

2.5.5 Condizione Limite per l'emergenza

Lo Studio della Condizione Limite per l'emergenza del Comune di Nonantola è stato redatto nel 2014 a firma del Dott. Gian Pietro Mazzetti, in collaborazione con l'Ing. Antonella Munari dell'U.T.C. del comune di Nonantola e validato dalla Regione Emilia Romagna in data 20/04/2016.

Nella presente relazione si è pertanto provveduto ad acquisire gli studi di CLE già esistenti prodotti dal Comune di Nonantola; la documentazione completa è consultabile all'indirizzo web <https://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/pnsrs/index.jsp?id=36027> mentre gli elaborati vengono assunti integralmente dal presente studio.

In particolare le "Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza" si compongono dei seguenti elaborati:

- Indice_036027
- Relazione tecnica
- Analisi della Condizione limite per l'Emergenza (CLE) – sviluppo scala 1:10.000
- Analisi della Condizione limite per l'Emergenza (CLE) – sviluppo scala 1:2.000 (8 elaborati)
- Schede Unità Strutturali
- Schede Infrastrutture di Accessibilità/Connessione
- Schede Aree di Emergenza
- Schede Aggregato Strutturale
- Schede Edificio Strategico

La CLE individua le funzioni necessarie al sistema di gestione dell'emergenza a seguito di un sisma, affinché l'insediamento urbano conservi l'operatività della maggior parte delle funzioni strategiche e ne sia garantita l'accessibilità e la connessione con il contesto territoriale. A tal fine negli elaborati sono stati identificati gli **edifici strategici (ES)**, le **aree di emergenza (AE)** suddivise in aree di ricovero e aree di ammassamento, necessarie a garantire le funzioni strategiche e quindi le viabilità di collegamento; sono state inoltre individuati i tracciati di connessione tra i suddetti elementi e tra

detto sistema di relazioni ed il contesto di accessibilità territoriale, sviluppando un'analisi comparata con il piano di protezione civile comunale e quella sovracomunale. In tale contesto è stata esaminata la capacità di risposta agli eventi sismici in funzione delle possibilità di utilizzazione delle componenti e del sistema gestione nel suo complesso: il rapporto con il sistema territoriale (connessione) e rispetto al contesto (accessibilità), distribuzione delle funzioni strategiche nell'intero territorio comunale.

L'analisi è stata integrata in diverse parti edificate, con particolare attenzione per il centro storico, poiché rappresenta il contesto di maggiore vulnerabilità, con l'individuazione degli edifici ritenuti fondamentali della gestione dell'emergenza.

Infine, sono stati individuati gli **edifici o gli aggregati interferenti** sulla viabilità o rispetto alle aree di emergenza, considerati tali se ricadono nella condizione $H > L$ o, per le aree, $H > d$; ossia l'altezza (H) sia maggiore della distanza tra l'aggregato e il limite opposto della strada (L) o rispetto al limite più vicino dell'area (d).

Di seguito si riportano sinteticamente i risultati emersi e riportati nelle cartografie e nelle schede, rimandando allo studio di CLE vigente per la trattazione completa.

➤ **Edifici Strategici (ES):**

- Magazzini Comunali
- Scuola Media Dante Alighieri, Via Ruggiero Greco
- Palestra Scuola Media Dante Alighieri, Via Ruggiero Greco

➤ **Area di Emergenza:**

Ammassamento

- Zona Isola Ecologica - Capoluogo
- Parcheggio Via L. da Vinci - Zona industriale Capoluogo
- Parcheggio Via Copernico - Zona industriale Capoluogo
- Parcheggio – Località Casette

Ricovero

- Parcheggio a nord della COOP Nonantola - Capoluogo
- Parcheggio a est del Parco della Pace - Capoluogo
- Parcheggio a ovest del Parco della Pace - Capoluogo
- Strutture polisportiva Nonantola - Capoluogo
- Parcheggio e edificio - Località Casette
- Parco – Località La Grande
- Parco – Loc. Via larga

➤ **Infrastrutture di connessione:** vengono individuati 36 tratti stradali

➤ **Infrastrutture di accessibilità:** vengono individuate 9 infrastrutture

➤ **Aggregato strutturale interferente (AS) – n. 7**

➤ **Unità strutturale interferente (US) – n. 41** di cui 20 facenti parte di aggregati strutturali e 21 costituite da unità strutturali interferenti isolate.

2.5.6 Rischio sismico di base del territorio urbanizzato

La L.R. 24/2017, al comma 2 dell'Art. 22 stabilisce che "*I quadri conoscitivi del PUG, contengono le analisi della pericolosità sismica locale, l'analisi della condizione limite per l'emergenza (CLE) e la microzonazione sismica del territorio, che consentono ai medesimi strumenti di pianificazione di fornire specifici indirizzi e prescrizioni per le parti del territorio che risultano maggiormente esposte a pericolosità sismica*".

Come già descritto nei paragrafi precedenti, il territorio comunale di Nonantola si è dotato nel 2014 dello Studio di Microzonazione Sismica di III livello a cura dello Studio Geologico Centrogeo e di Analisi della Condizione limite dell'Emergenza (CLE) a cura del Dott. Mezzetti, a cui si rimanda per gli approfondimenti specifici.

Gli studi di microzonazione sismica indagano le condizioni di pericolosità territoriale connesse alla sismicità del territorio, senza tuttavia fornire utili informazioni relativamente alla sicurezza sismica dell'edificato, tema introdotto dalla L.R. 24/2017, quale elemento di novità nella pianificazione.

Nell'ambito della redazione del presente QC a supporto del PUG si è pertanto ritenuto utile predisporre una **CARTA DEL RISCHIO SISMICO DI BASE DEL TERRITORIO URBANIZZATO**, nella quale venissero definite aree omogenee per rischio sismico, al fine di riconoscere le situazioni di maggior criticità che necessitano di misure per il miglioramento della sicurezza sismica. Va infatti ricordato che buona parte degli edifici esistenti, anche se realizzati in conformità alle leggi vigenti all'epoca della loro costruzione, potrebbero oggi non rispondere ai criteri di sicurezza previsti dalla normativa sismica attualmente vigente, essendo intervenute, nel corso degli anni, modifiche alla classificazione sismica del territorio, sulla base delle nuove conoscenze ed esperienze.

Il Rischio sismico è determinato da una combinazione della pericolosità, della vulnerabilità e dell'esposizione ed è la misura dei danni che, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione, ci si può attendere in un determinato intervallo di tempo ed è pertanto definito da:

Rischio = Pericolosità x Vulnerabilità x Esposizione

Per la definizione della carta del **RISCHIO SISMICO di base** sono state quindi sovrapposte tre distinte carte relative alla pericolosità sismica, vulnerabilità ed esposizione

- ⇒ **PERICOLOSITÀ** sismica: esprime la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, in un dato luogo, si verifichi un evento sismico con assegnate caratteristiche; per il territorio comunale è stata definita a partire dagli Studi di Microzonazione sismica realizzati nel 2014;
- ⇒ **VULNERABILITÀ** del costruito: valuta la propensione degli edifici a subire danni al verificarsi di un evento sismico;
- ⇒ **ESPOSIZIONE**, che definisce una valutazione in termini di coinvolgimento socio/economico delle conseguenze dell'evento sismico.

2.5.6.1 Zone omogenee per effetti locali – Pericolosità sismica

La Pericolosità sismica locale viene definita nell'ambito degli studi di Microzonazione sismica, che per il comune di Nonantola sono stati condotti con approfondimento di III° Livello (cfr. paragrafo 1.3.4.2).

L'elaborato "**Zone omogenee per effetti locali – pericolosità sismica**" (elaborato Tav. 2) di seguito chiamato "Carta di Pericolosità sismica", è stato ricavato dalla "Tav. 3.3 - Carta di Microzonazione sismica Livello 3 – FA PGA" della Microzonazione sismica vigente; l'elaborato prodotto ha riguardato tutto il territorio comunale, in analogia alla Tav. 3.3 della MZS.

Il Territorio di Nonantola indagato dagli studi di microzonazione sismica, risulta essere suddiviso nelle seguenti "microzone omogenee in prospettiva sismica" precedentemente descritte:

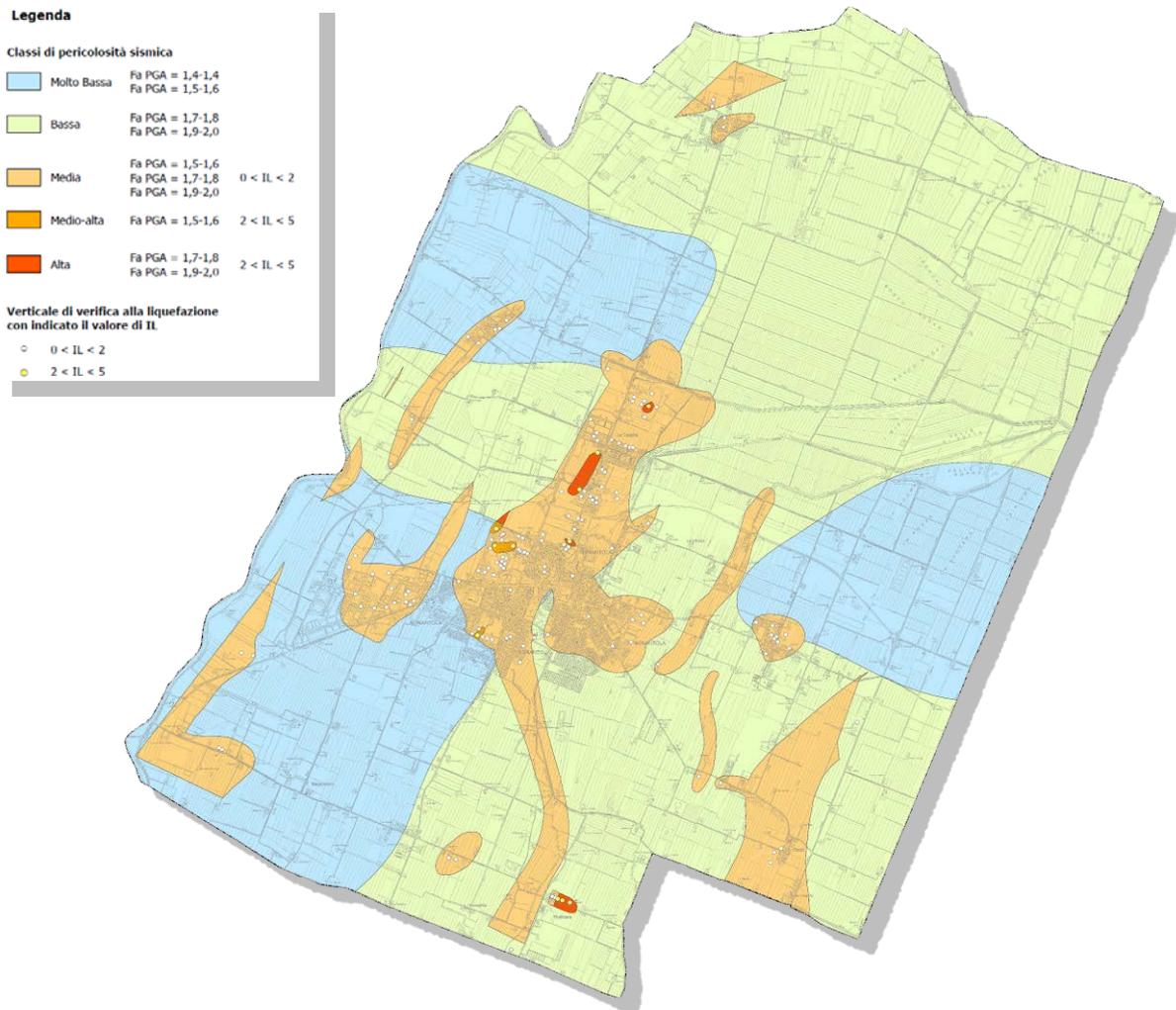
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali per caratteristiche litostratigrafiche
- zone suscettibili di instabilità, potenzialmente suscettibili di amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche e a rischio di liquefazione e/o a cedimenti differenziali.

Sulla base dei diversi effetti attesi sono quindi state individuate cinque classi di pericolosità, che hanno permesso di suddividere il territorio in "zone omogenee per effetti locali": in particolare sono state distinte aree a:

- Pericolosità **Molto Bassa**: sono le aree stabili, suscettibili di amplificazioni locali per caratteristiche litostratigrafiche in cui si hanno i valori più bassi di FA.PGA (1.3 - 1.4);
- Pericolosità **Bassa**: sono le aree stabili, suscettibili di amplificazioni locali per caratteristiche litostratigrafiche in cui si hanno valori di FA.PGA = 1.5 - 1.6;
- Pericolosità **Media**: sono aree suscettibili di instabilità in cui la FA.PGA può avere valori di 1.5-1.6 o 1.7-1.8 o 1.9-2.0 e nelle quali possono occorrere fenomeni di liquefazione; si ha un valore dell'Indice di liquefazione $IL < 2.0$;
- Pericolosità **Medio-Alta**: sono aree suscettibili di instabilità in cui la FA. PGA assume valori di 1.5-1.6 e nelle quali possono occorrere fenomeni di liquefazione; si ha un valore di Indice di liquefazione $2.0 < IL < 5.0$;
- Pericolosità **Alta**: sono aree suscettibili di instabilità in cui la FA. PGA può avere valori di 1.7-1.8 o 1.9-2.0 e nelle quali possono occorrere fenomeni di liquefazione; si ha un valore di Indice di liquefazione uguale a quello della classe precedente $2.0 < IL < 5.0$.

Risulta caratterizzata da pericolosità sismica Alta, la zona ovest della S.P. 14 tra la Via Berlinguer a Sud e la Via Giorgina a nord a Casette ed inoltre, aree di limitate estensioni poste a nord della Via San Lorenzo nel capoluogo e la zona est di Rubbiara; la pericolosità sismica Medio-Alta viene segnalata in alcune aree del capoluogo, che risulta invece avere, per la maggior parte, una pericolosità sismica Media e secondariamente Bassa o Molto Bassa. Le frazioni di Via Larga, Redù, Campazzo e buona parte di La Grande presentano una pericolosità sismica Media, Bagazzano invece da Bassa a Molto Bassa.

Img. 2.5.11 – Tav. 2 - Zone omogenee per effetti locali – pericolosità sismica



2.5.6.2 Vulnerabilità sismica

Se con la microzonazione sismica si ottengono informazioni sulla propagazione e sull'amplificazione delle onde sismiche al suolo, con la definizione della Vulnerabilità sismica, entra in gioco il costruito; ma se da un lato la metodologia da utilizzare negli studi di microzonazione sismica è ormai sufficientemente collaudata, soprattutto nella Regione Emilia Romagna, l'analisi della vulnerabilità dei tessuti urbani, è materia abbastanza nuova e in via di sperimentazione.

Per la definizione della vulnerabilità del patrimonio edilizio del comune di Nonantola, si è potuto disporre dello studio condotto dal dipartimento di Architettura della Università di Bologna "Quadro conoscitivo del nuovo Piano Urbanistico Generale del Comune di Nonantola - Analisi dettagliata del Territorio Urbanizzato - Relazione di sintesi-Aggiornamento Luglio 2020³" in cui, è stata valutata la vulnerabilità sismica di edifici campione, operando poi un processo di scalatura per proiettare le informazioni alla scala urbana.

³ Responsabile: Prof.ssa Simona Tondelli; Gruppo di lavoro (analisi sul patrimonio costruito e vulnerabilità sismica): Prof. Claudio Mazzotti, Ing. Lidia Battaglia

La metodologia adottata nello studio suddetto per l'analisi sui singoli edifici, si è basata sull'applicazione del metodo RE.SIS.TO. (Resistenza Sismica Totale, metodologia speditiva per la valutazione della vulnerabilità sismica), sviluppato congiuntamente dal DICAM dell'Università di Bologna, dalla Provincia di Bologna e da Telematica Informatica, integrata con ulteriori informazioni alla scala di comparto urbano; la metodologia impiegata rappresenta un ottimo strumento per arrivare a stimare in maniera speditiva la vulnerabilità sismica di edifici residenziali in calcestruzzo armato e muratura, mostrando invece limitazioni nelle valutazioni sul patrimonio edilizio produttivo, che non è stato pertanto valutato dallo studio.

Al fine di poter avere un dato di vulnerabilità che considerasse anche il patrimonio edilizio produttivo, non potendo disporre dei parametri strutturali necessari all'impiego delle metodologie sperimentali più comunemente utilizzate⁴, in parallelo con la metodologia di UNIBO, si è scelto di adottare un approccio semplificato che considera come elemento di valutazione della vulnerabilità la **periodizzazione storica del patrimonio edilizio in relazione all'evoluzione normativa antisismica**.

Di seguito si illustreranno le due differenti metodologie ed i risultati conseguiti, dal cui confronto è stato anche possibile trarre alcune utili considerazioni riguardanti l'opportunità di utilizzo della periodizzazione storica dell'edificato come metodologia speditiva per definire la vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio esistente, quando non siano disponibili studi specifici appositamente dedicati, come nel caso del Comune di Nonantola.

A. Vulnerabilità sismica con il metodo RE.SI.STO.

Lo studio condotto da UNIBO¹, si è occupato preliminarmente di una serie di analisi conoscitive riguardanti l'evoluzione storica del costruito e lo sviluppo negli anni delle principali tipologie costruttive, in termini di tipologia edilizia, caratteristiche costruttive e altezze prevalenti; l'analisi condotta ha riguardato solo gli edifici ordinari residenziali, mentre l'edilizia specialistica e industriale non è stata considerata.

Il processo conoscitivo ha portato alla definizione di **areali omogenei**, caratterizzati principalmente in base all'evoluzione storica del capoluogo e delle frazioni; tale suddivisione ha permesso di individuare le **tipologie strutturali** prevalenti e rappresentative degli edifici presenti in ciascuno degli areali omogenei. Attraverso sopralluoghi in sito e alla collaborazione dei tecnici dell'UTC, sono stati individuati 21 edifici campione, suddivisi negli areali omogenei individuati in funzione della loro rappresentatività all'interno di quell'areale e su di essi è stata effettuata un'analisi maggiormente approfondita delle caratteristiche tipologico-strutturali, anche attraverso la consultazione, laddove disponibile, delle pratiche edilizie.

Con specifico riferimento all'indagine svolta sono state individuate le seguenti aree omogenee:

- AREA CS - CENTRO STORICO
- AREA 1 - PRIMA ESPANSIONE RESIDENZIALE
- AREA 2A - SECONDA ESPANSIONE RESIDENZIALE
- AREA 2B - SECONDA ESPANSIONE RESIDENZIALE CON MOLTI INSERIMENTI E SOSTITUZIONI
- AREA 3 - TERZA ESPANSIONE PREVAL. RESIDENZIALE
- AREA 4 - QUARTA ESPANSIONE PREVAL. RESIDENZIALE
- AREA 5 - QUINTA ESPANSIONE PREVAL. RESIDENZIALE

L'indagine ha portato alla definizione delle caratteristiche geometriche e strutturali degli edifici campione permettendo quindi l'applicazione del metodo speditivo RE.SIS.TO. per effettuare un'analisi di vulnerabilità sismica semplificata degli stessi.

La metodologia RE.SI.STO impiegata, individua cinque classi di resistenza che vengono associate agli edifici in esame in base al calcolo di un indice di vulnerabilità:

$$I_v = PGAC/PGAD$$

⁴ Ad esempio: *Metodologia di analisi utilizzata dal Dipartimento di Protezione Civile* (Dolce et al. 2000, Dolce et al. 2013) elaborata sulla base della scala Macrosismica EMS-98 (European Macroseismic Scale, Grunthal 1992, 1998); *Linee guida per la classificazione sismica degli edifici introdotte dal D.M. 58/2017* o modelli per la valutazione dell'esposizione a scala territoriale sulla base delle caratteristiche tipologico-strutturali degli edifici; studi pilota, come, ad esempio, quello elaborato nell'ambito della redazione del "PRG della sismicità" del Comune di Faenza. Tutte richiedono una serie minima di parametri, quali: Tipologie edilizie, Epoca di costruzione, Numero di piani fuori terra, Regolarità strutturale, Tipologie strutture verticali, Tipologia degli orizzontamenti.

dove: PGA_c è l'accelerazione al suolo di collasso dell'edificio in esame;
 PGA_d è l'accelerazione al suolo di domanda per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita, calcolata in accordo alle Norme tecniche delle costruzioni (NTC 2018).

Img. 2.5.12 – Classi di resistenze RE.SIS.TO



PGA_c / PGA_d	Classe di Resistenza
0% - 25%	V
25% - 50%	IV
50% - 75%	III
75% - 100%	II
> 100%	I

Si rimanda allo studio condotto da UNIBO, costituente parte del QC del PUG, per la spiegazione completa della Metodologia RE.SI.STO. applicata al territorio comunale.

L'elaborazione ha portato al riconoscimento, nel Territorio urbanizzato di Nonantola, di tre classi di resistenza, con esclusione delle classi I e V classe (cfr. Img. 2.5.13).

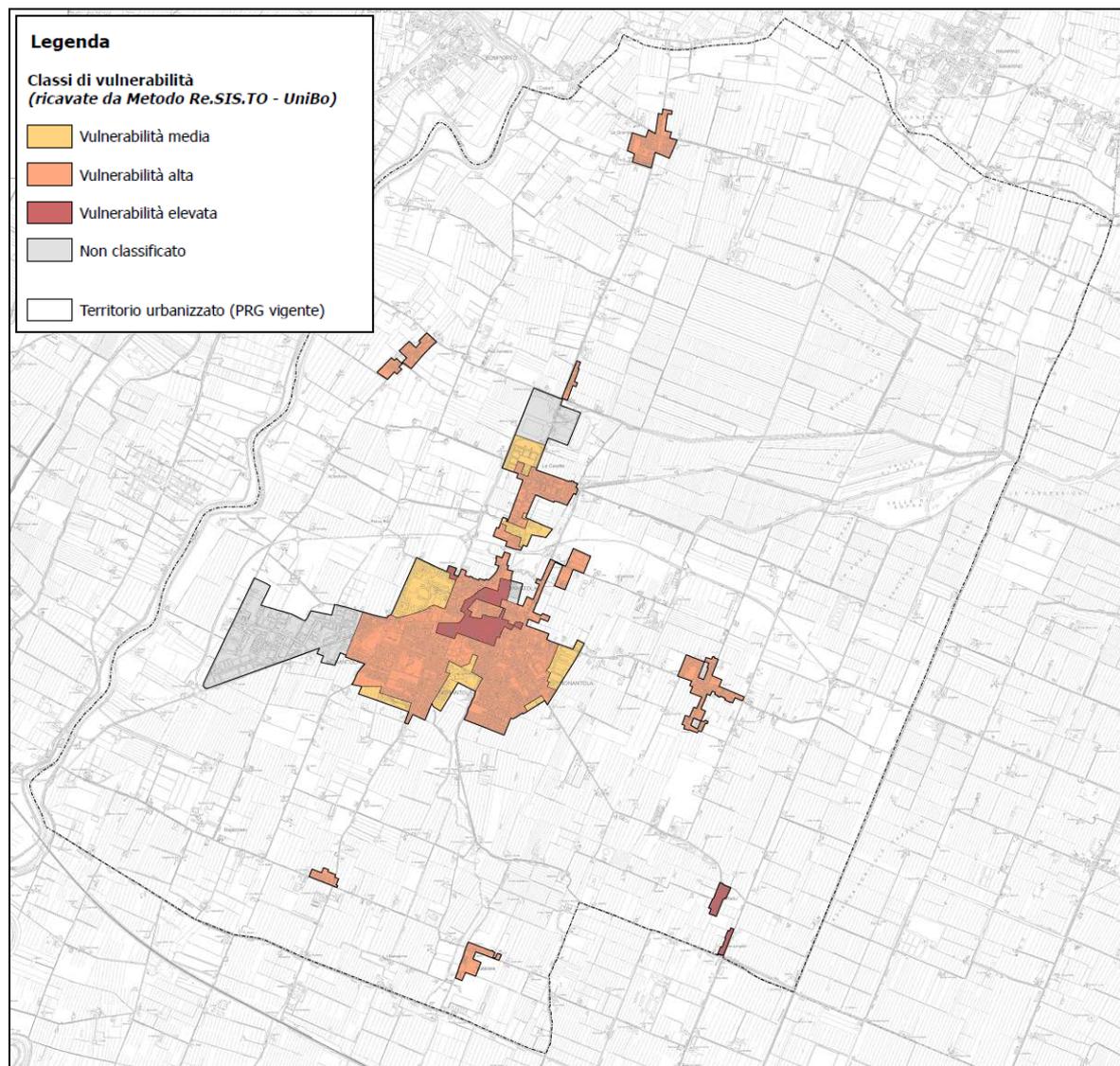
Img. 2.5.13 – Analisi della Vulnerabilità sismica sul patrimonio edilizio



Sulla base della definizione delle classi di resistenza con metodo RE.SI.STO., nell'ambito del presente studio, è stato redatto l'elaborato Tav. 3 "Vulnerabilità sismica del Territorio Urbanizzato" in cui è stata associata a ciascuna classe di resistenza la Vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio; in base alle classi presenti, sono stati definiti areali a vulnerabilità media, alta ed elevata.

CLASSI DI RESISTENZA (Re.SIS.TO)	VULNERABILITA' SISMICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO
II	VULNERABILITA' MEDIA
III	VULNERABILITA' ALTA
IV	VULNERABILITA' ELEVATA

Img. 2.5.14 – Tav. 3 – Vulnerabilità sismica del Territorio Urbanizzato



I risultati ottenuti hanno mostrato come quasi tutto il territorio urbanizzato di Nonantola e delle frazioni limitrofe ricada in classe di vulnerabilità Alta con resistenza III, quindi con fattore Iv compreso tra il 50% e il 75% (classe III). L'edificato storico del capoluogo e la frazione Redù/Case Limpido presentano una vulnerabilità elevata (classe IV), ricadendo in classe di resistenza IV, coerentemente alle aspettative in quanto queste due zone sono le più datate del centro urbanizzato di Nonantola. Infine, si riconosce un solo ambito del capoluogo in cui l'indice di vulnerabilità è prossimo all'unità, in

quanto costituita tendenzialmente da edifici in calcestruzzo armato di recente costruzione e che quindi presentano una vulnerabilità sismica media e pertanto più ridotta.

B. Periodizzazione storica ai fini sismici del territorio urbanizzato

L'applicazione della metodologia RE.SI.STO impiegata per la definizione delle classi di vulnerabilità sopra descritta, non ha riguardato l'edilizia specialistica e industriale; l'ambito produttivo del capoluogo e l'area produttiva di Casette non risultano pertanto comprese nell'elaborato Tav. 3.

Al fine tuttavia di poter disporre di una cartografia della vulnerabilità sismica che prendesse in considerazione anche gli edifici esclusi, che costituiscono elementi vulnerabili del territorio comunale, si è quindi scelto di affiancare alla prima cartografia, un secondo elaborato di approccio metodologico più speditivo, basato sulla datazione storica dell'edificato, ricognizione sempre condotta nell'ambito dello studio sul patrimonio edilizio effettuato dall'Università di Bologna.

In particolare, quale elemento di definizione del grado di vulnerabilità si è scelto di utilizzare la periodizzazione storica del patrimonio edilizio in relazione all'evoluzione normativa antisismica; la valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificato del territorio comunale si è basata quindi sulla comparazione tra i livelli prestazionali sismici richiesti all'originaria costruzione e quelli previsti dalla normativa attualmente vigente, evidenziando i gap che correlano il periodo di costruzione con il livello prestazionale relativo, in base al quadro normativo di riferimento. In sostanza quindi la vulnerabilità dell'edificato è stata considerata tanto maggiore quanto più l'epoca di costruzione si allontana dalla data di assunzione dell'attuale normativa sismica.

Con specifico riferimento al territorio di Nonantola, l'anno di prima classificazione sismica è il 2003⁵; in precedenza il Comune non era mai stato classificato come sismico e non ci sono state successive variazioni di classe dalla prima classificazione ad oggi.

Pertanto per il territorio comunale il primo riferimento normativo di tipo sismico che ha imposto l'obbligatorietà di adottare norme sismiche nella progettazione degli edifici, è stato il D.M. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC 2005), che seppur vigenti dal 2005 sono state oggetto di una serie di proroghe, fino all'entrata in vigore del DM 14/01/2008 il 13/2/2008.

Pertanto si può cautelativamente assumere il 2008 come anno "spartiacque" in base a cui distinguere gli edifici sicuramente realizzati secondo normative sismiche riconducibili a quelle oggi vigenti, da quelli non adeguati all'attuale livello normativo; nel periodo 2003 – 2008, ad esclusione di edifici pubblici o edifici strategici, era data ancora "facoltà" al singolo progettista di scegliere le norme tecniche da adottare nella progettazione di nuovi edifici (NTC 2005 o normativa precedente sulla medesima materia); pertanto, non essendo il Comune di Nonantola classificato come sismico prima di tale data, non si avrebbe la certezza che gli edifici costruiti durante questo periodo rispondano a criteri di adeguatezza sismica rispetto alle NTC vigenti.

Si precisa che non disponendo di dati sull'edificato successivi al 2018 si è ritenuto più significativo considerare come normativa sismica di riferimento il D.M. 14 Gennaio 2008 "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" (NTC 2008) e non l'odierno D.M. 17/01/2018 (Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni); d'altra parte si può ragionevolmente ritenere che gli edifici realizzati dal 2008 in poi sono stati progettati secondo Norme Tecniche costruttive adeguate rispetto a quelle oggi vigenti.

Nella classificazione del patrimonio edilizio del T.U. per epoca di costruzione condotta da UNIBO, la datazione degli edifici, rappresentata dall'anno di inserimento dell'immobile nel Nuovo Catasto Edilizio Urbano (NCEU), è stata definita sulla base dei livelli informativi sul consumo di suolo, in relazione all'evoluzione storica del territorio urbanizzato e alle previsioni di espansione dei piani previgenti, integrando opportunamente i dati mancanti con le informazioni acquisite nell'ambito degli approfondimenti di tipo sismico ed energetico e con il supporto dell'UTC comunale, oltre che con analisi di maggior dettaglio fatte anche sul campo. L'analisi storica ha restituito una suddivisione del T.U. in riferimento alle seguenti datazioni:

- ante 1945,
- tra 1945 e il 1970,
- tra il 1971 e il 1986,
- tra il 1987 e il 1991,
- tra il 1992 e il 2002
- tra il 2003 e il 2008,
- post 2009.

⁵ Allegato A - CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DELL'EMILIA-ROMAGNA (<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/sismica/la-classificazione-sismica/la-classificazione-sismica>)

Nel territorio urbanizzato sono stati quindi individuati nove "Areali urbani omogenei" in base alle caratteristiche prevalenti di omogeneità rispetto a epoca costruttiva, ma anche tipologia edilizia e funzionale, numero di piani, caratteristiche costruttive.

Per la redazione della Carta della "Periodizzazione storica a fini sismici del territorio urbanizzato – Vulnerabilità sismica" inserita nell'elaborato Tav. 3 "Vulnerabilità sismica del Territorio Urbanizzato" e riportata nell'immagine seguente, rispetto alle epoche costruttive individuate dallo studio UNIBO e agli areali omogenei individuati, si è operata una semplificazione, accorpando le tre epoche 1971-1986, 1987-1991, 1992-2002.

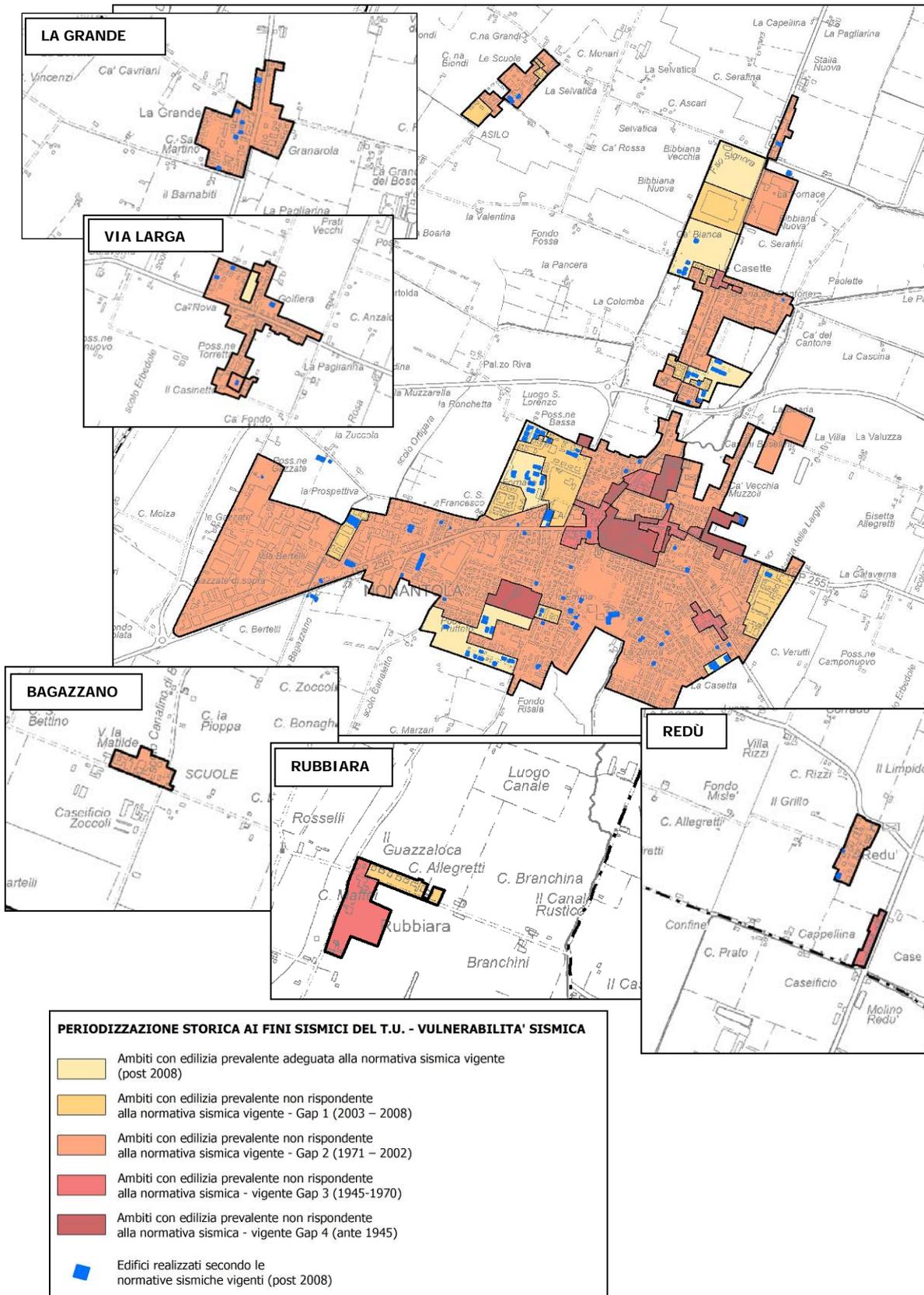
Si è quindi suddiviso il Territorio Urbanizzato classificando i tessuti urbani edificati nei seguenti periodi: ante 1945, tra 1945 e il 1970, tra il 1971 e il 2002, tra il 2003 e il 2008 e post 2009; all'interno di quest'ultima classe sono state inserite anche quelle aree che alla data di elaborazione della cartografia, pur essendo comprese nel territorio urbanizzato non erano ancora state interessate dalla presenza di edifici, valutando che qualsiasi futuro intervento dovesse interessare tali aree, risulterà comunque certamente adeguato dal punto di vista sismico rispetto alla normativa vigente.

A ciascuno dei periodi individuati, è stato assegnato un livello di obsolescenza della prestazione antisismica degli edifici in funzione dell'evoluzione normativa; in tal modo nella Carta sono state individuate aree omogenee con edilizia prevalente adeguata alla normativa sismica vigente perché realizzata successivamente all'entrata in vigore della normativa di riferimento (NTC 2005, NTC 2008 e successive NTC 2018) e aree omogenee con edilizia prevalente non adeguata alla normativa sismica vigente, per le quali sono stati distinti tre gap prestazionali.

Nell'elaborato sono quindi state distinti i seguenti ambiti omogenei:

- Ambiti con edilizia prevalente rispondente alla normativa sismica vigente (post 2008)
- Ambiti con edilizia prevalente non rispondente alla normativa sismica vigente Gap 1 (2003 – 2008)
- Ambiti con edilizia prevalente non rispondente alla normativa sismica vigente Gap 2 (1971 – 2002)
- Ambiti con edilizia prevalente non rispondente alla normativa sismica vigente Gap 3 (1945-1970)
- Ambiti con edilizia prevalente non rispondente alla normativa sismica vigente Gap 4 (ante 1945)

Img. 2.5.15 - Periodizzazione storica ai fini sismici del territorio edificato – Vulnerabilità sismica



Tale classificazione non tiene naturalmente conto di eventuali interventi di ristrutturazione o ampliamento sismicamente adeguati che siano intervenuti sul singolo fabbricato successivamente al 2008, né di eventuali interventi di miglioramento o adeguamento sismico eseguiti.

Nell'elaborato sono stati individuati puntualmente anche gli edifici che, pur ricadendo in ambiti con edilizia prevalente non adeguata, sono invece stati realizzati dopo il 2008 e quindi con progettazione conforma alle normative sismiche vigenti.

Nell'ambito delle indagini per la formazione della Carta della vulnerabilità sismica, con il contributo dell'U.T.C. sono stati censiti anche gli edifici pubblici che risultano adeguati dal punto di vista sismico o perché realizzati in epoche successive all'entrata in vigore delle NTC o perché soggetti ad una verifica della vulnerabilità sismica, che ha dato esito positivo o che ha condotto ad interventi di riduzione della stessa.

Si riporta nel seguito elenco degli edifici, secondo le indicazioni dell'UTC.

	DATA REALIZZAZIONE	DATA DI ESECUZIONE VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA	INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLA VULNERABILITA' SISMICA	INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO /ADEGUAMENTO SISMICO
Nido d'infanzia Piccolo Principe	2015			
Magazzino Comunale (V. Valluzza)*	2009			
Scuola media D. Alighieri*	1986	dicembre 2013	/	/
Palestra Scuola media D. Alighieri*	1986	dicembre 2013	/	/
Scuola elementare F.lli Cervi	1938 – 1995**	ottobre 2012	giugno 2013	/
Palazzo Salimbeni (ex sede comunale)	periodo XII sec (porzione Nord), fine '700 (facciata), '800 (porzione Est)			in previsione (2021)

* Edificio strategico (da CLE)

** Ristrutturazione e ampliamento

Gli ambiti omogenei che presentano edilizia prevalente adeguata sono, come supponibile, un numero ridotto e coincidenti con le aree di più recente espansione residenziale, ubicate nella parte meridionale del centro abitato di Nonantola oltre che nel quartiere San Francesco e nella località Casette.

Il resto del patrimonio edilizio non risulta adeguato rispetto alla normativa sismica attualmente vigente, a meno di puntuali interventi di adeguamento, non rilevabili dal presente studio.

La classificazione ottenuta definisce la Vulnerabilità del costruito all'interno del Territorio Urbanizzato di Nonantola riferita in prima istanza al dato relativo al periodo di costruzione degli edifici, con le semplificazioni suddette.

Dal confronto con l'elaborazione relativa alla vulnerabilità ottenuta con il metodo RE.SI.STO, emerge che gli ambiti con Vulnerabilità elevata (Classe IV RE.SI.STO), corrispondenti al nucleo storico di Nonantola, Rubbiara e Redù, sono quelli a cui è stato attribuito un Gap normativo 3 e 4; la maggior parte del territorio urbanizzato, comprese quasi tutte le frazioni, hanno un'epoca di costruzione compresa tra il 1971 e il 2002 a cui la metodologia RE.SI.STO associa una vulnerabilità Alta (classe III) e a cui corrisponde un Gap normativo 2; infine viene associata una vulnerabilità media (classe II RE.SI.STO) sia agli ambiti con edilizia prevalente costruita tra il 2002 – 2008 che a quelli edificati successivamente, gli unici che invece con il metodo della periodizzazione vengono considerati adeguati e che pertanto si ritiene dovrebbero essere considerati a vulnerabilità bassa.

2.5.6.3 Esposizione al rischio del territorio edificato

Per la definizione del rischio sismico è stato necessario definire anche un terzo parametro che riguarda l'esposizione urbana, definita come l'analisi della distribuzione e concentrazione della popolazione e dei beni esposti.

La "densità di popolazione" è stata definita sulla base dei dati relativi agli abitanti residenti per frazione al 2018 desunti dal SIT dell'U.T.C., che sono stati rapportati all'estensione delle singole sezioni di censimento ricadenti nel T.U. Si ipotizza che tutti gli abitanti risiedano entro il perimetro individuato e non siano conteggiati residenti in case sparse all'esterno del T.U.

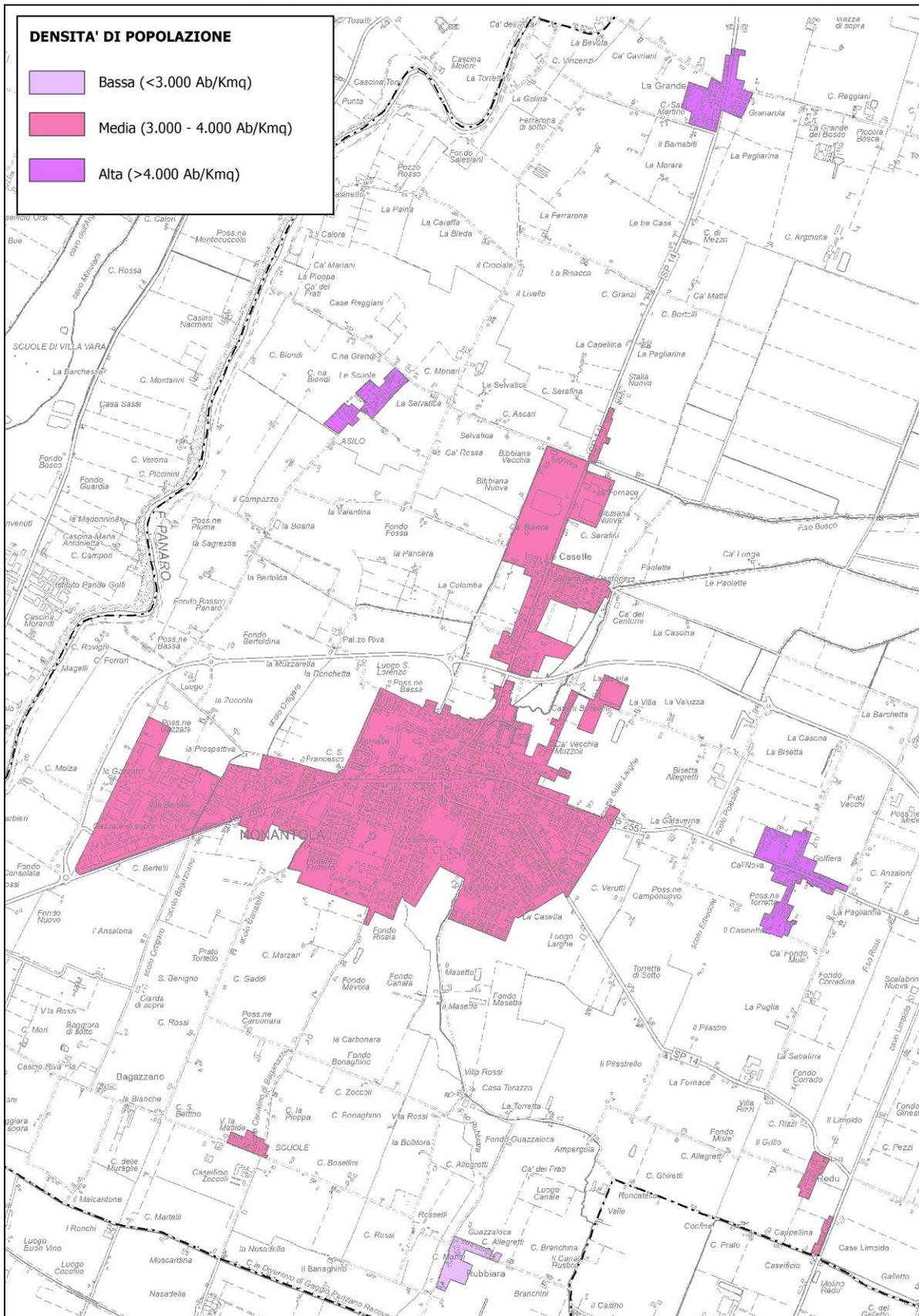
La densità della popolazione all'interno dei singoli ambiti urbanizzati varia tra poco più di 2.000 ab/kmq a poco meno di 6.000 ab/Kmq, con una maggior rappresentatività tra 3.000 e 4.000 ab/Kmq; sul territorio comunale i singoli ambiti urbanizzati sono risultati classificati a:

- Densità bassa < 3.000 ab/km², che caratterizza la frazioni di Rubbiara;
- Densità media 3.000 – 4.000 ab/km², riconoscibile in corrispondenza del capoluogo di Nonantola e delle frazioni di Casette, Bagazzano e Redù;
- Densità alta > 4.000 ab/km², nelle frazioni di Campazzo, La Grande, Via Larga.

Si sottolinea che il valore della densità di popolazione è rapportato all'estensione della frazione e non è riferito al territorio comunale e che il valore basso, medio, alto ha un carattere relativo per la presente elaborazione.

Si riporta nell'immagine seguente la classificazione del T.U per densità di abitanti.

Img. 2.5.16 – Densità della popolazione



Per la definizione della **densità edilizia** è stato utilizzato il dato proposto dall'UNIBO nelle proprie elaborazioni relativo al parametro Ut - indice di utilizzazione territoriale, che può essere ritenuto sufficientemente rappresentativo della densità edilizia effettiva, seppur non prenda in considerazione nella propria definizione gli indici definiti dagli strumenti urbanistici vigenti e passati.

Sono state identificate 3 classi di densità dell'edificato, che esprime l'estensione dell'edificato per l'areale o per la somma di areali di riferimento:

- Classe 1: densità edilizia bassa ($UT^6 < 0.30$) nelle frazioni di Rubbiara, una porzione di La Grande e di Casette e alcune porzioni del capoluogo di Nonantola;
- Classe 2: densità edilizia media ($0,31 < UT < 0.50$) nelle frazioni di Via Larga, Campazzo e Redù;
- Classe 2: densità edilizia alta ($UT < 0.51$) nel centro storico del capoluogo.

Si riporta nell'immagine 2.5.17 la classificazione relativa alla densità dell'edificato.

Dall'incrocio delle due cartografie ottenute è stata elaborata la **Carta dell'esposizione** riportata nell'immagine 2.5.18.

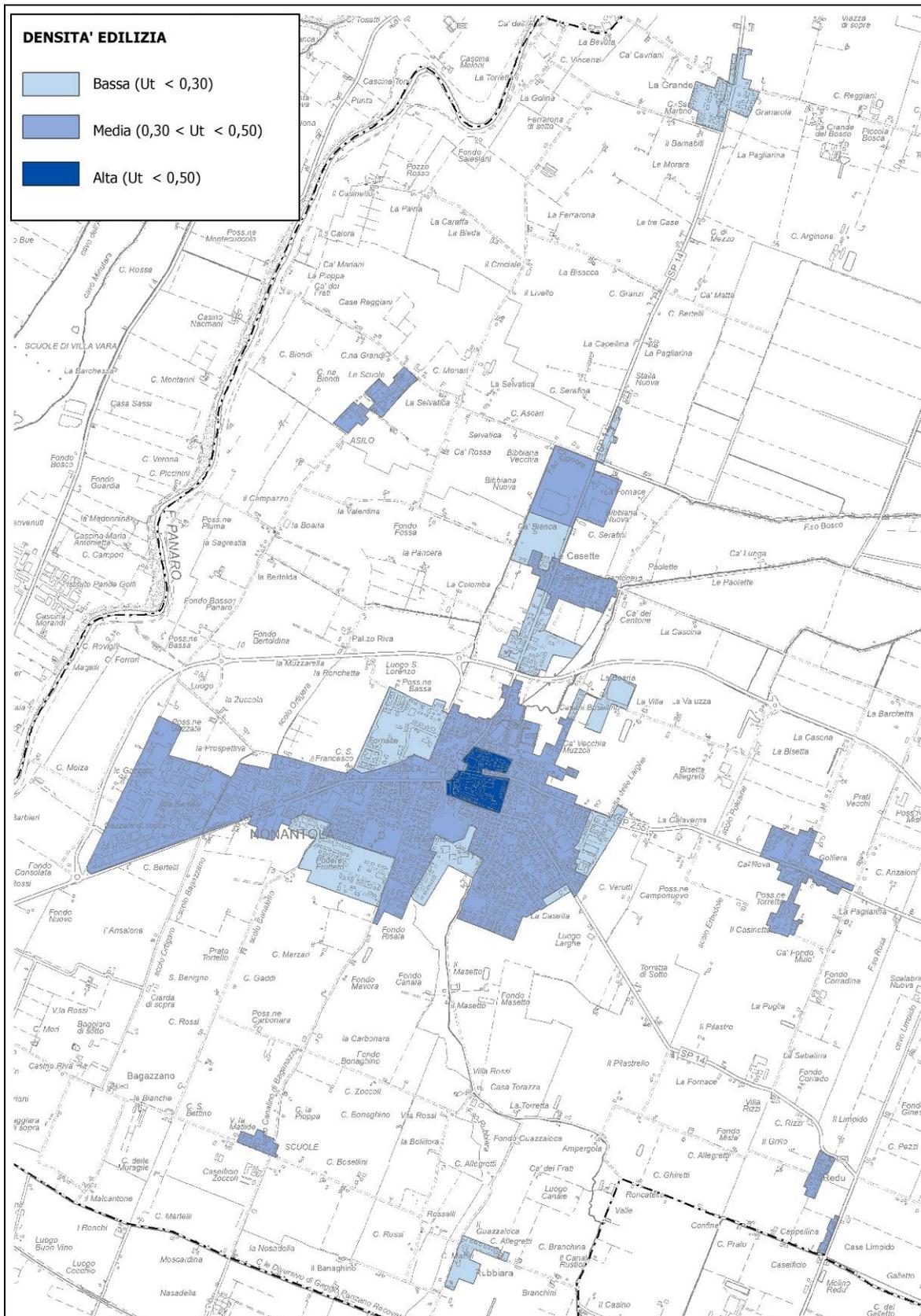
Nella carta sono state distinte quattro classi di esposizione relativa progressivamente crescente, dalla classe 1 (esposizione bassa), classe 2 (esposizione media) e classe 3 (esposizione alta), fino alla classe 4 (esposizione elevata); in particolare le classi sono state definite sulla base della seguente griglia:

DENSITA' DI POPOLAZIONE	DENSITA' EDILIZIA		
	UT < 0.30	0.30 < UT > 0.50	UT > 0.50
< 3000 ab/km ²	Esposizione bassa	<i>Non presente</i>	<i>Non presente</i>
3000 – 4000 ab/km ²	Esposizione media	Esposizione alta	Esposizione elevata
> 4000 ab/km ²	Esposizione alta	Esposizione elevata	<i>Non presente</i>
AREA PRODUTTIVA	<i>Non presente</i>	Esposizione elevata	<i>Non presente</i>

Si precisa che le classi di esposizione ottenute sono relative al territorio comunale e come tali devono essere interpretate.

⁶ UT = Indice di Utilizzazione Territoriale

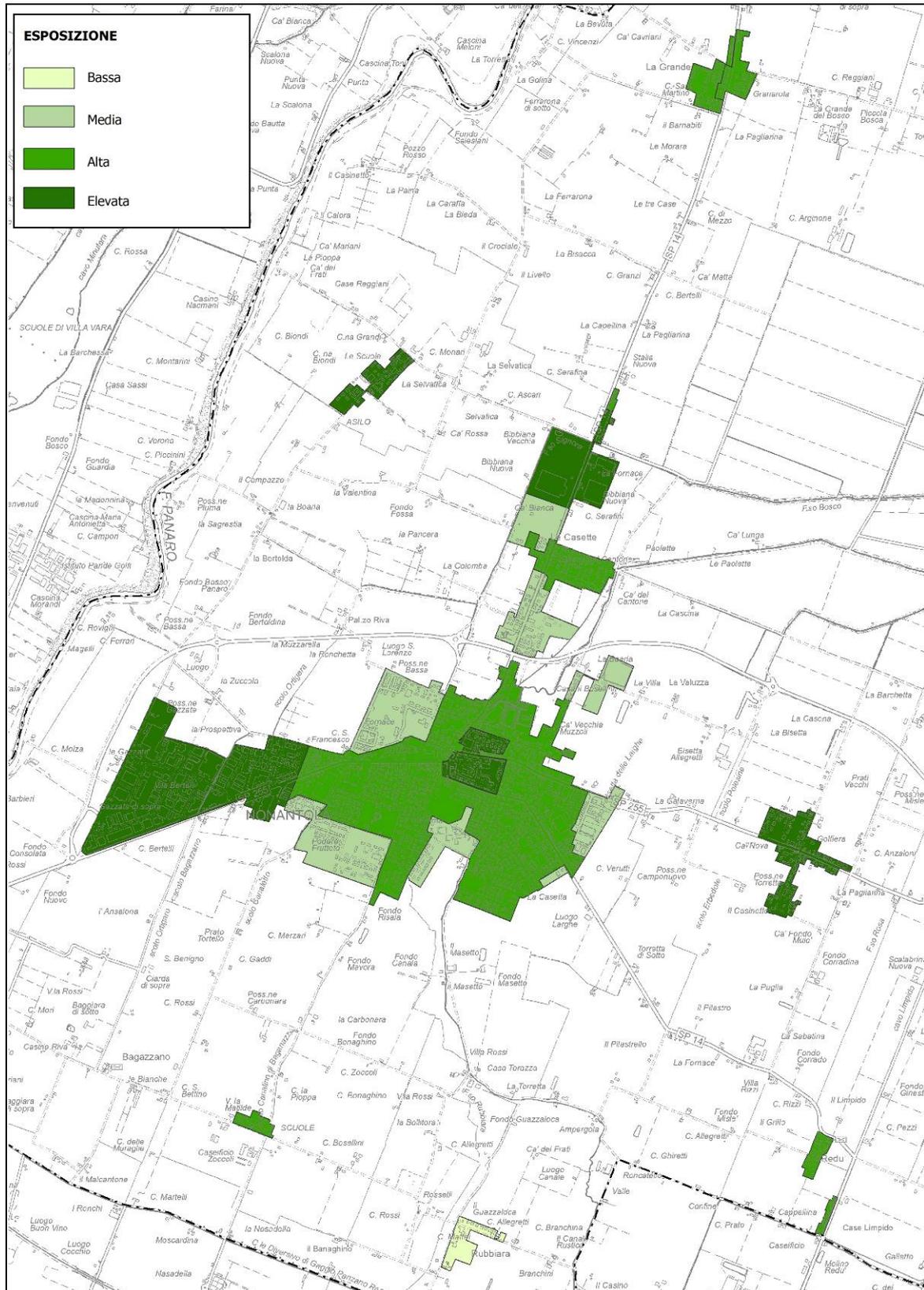
Img. 2.5.17 – Densità dell'edificato



Hanno esposizione elevata, le frazioni di Campazzo e Via Larga e nel capoluogo, la zona industriale e il centro storico; nel capoluogo le zone ad esposizione minore sono invece quelle di più recente realizzazione poste nella zona sud, nel quartiere San Francesco e in località Casette, tutte

caratterizzate da valori di esposizione media, mentre solo la frazione di Rubbiara ha un'esposizione bassa.

Img. 2.5.18 – Carta dell'esposizione ai fini sismici del territorio edificato

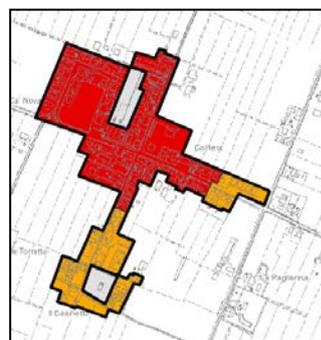
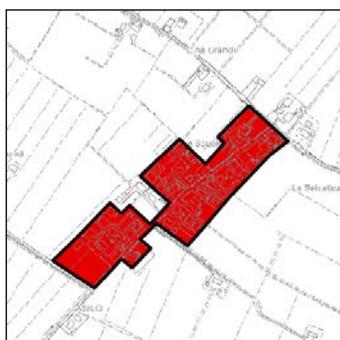
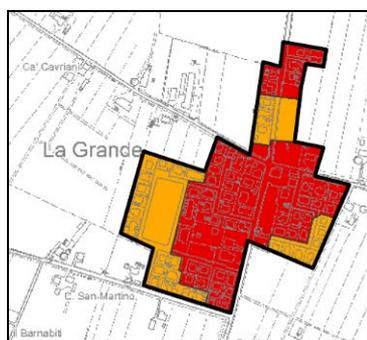
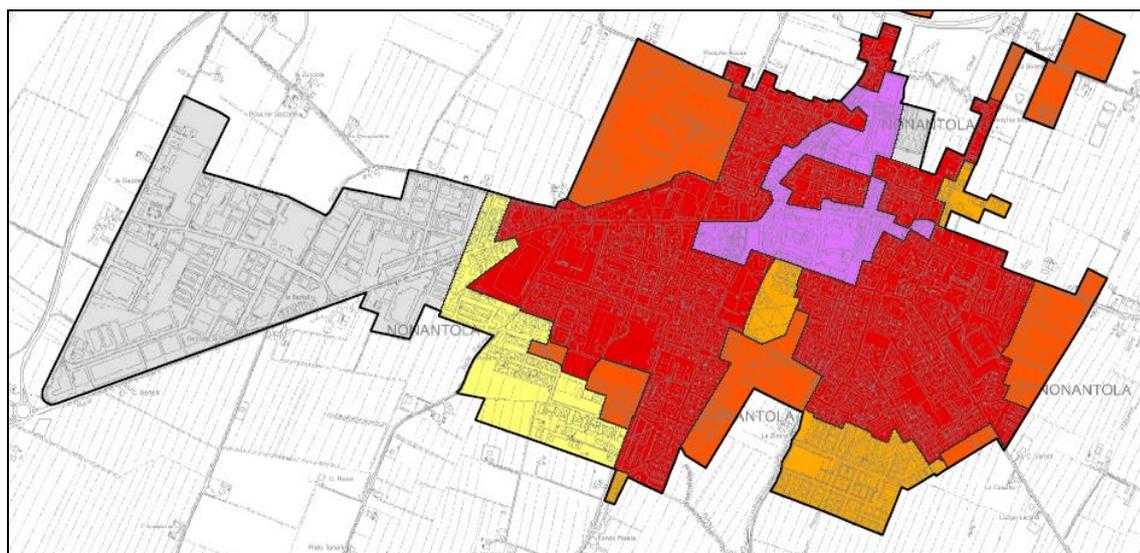


2.5.6.4 Rischio sismico di base del territorio edificato – aree omogenee per rischio sismico

Dall'incrocio dei dati degli elaborati "Carta delle zone omogenee per effetti locali – pericolosità sismica del Territorio Urbanizzato", "Vulnerabilità sismica del territorio urbanizzato" ricavata utilizzando il metodo RE.SI.STO e "Carta dell'esposizione", è stata ottenuta, attraverso una discretizzazione della matrice d'incrocio, la "Carta del Rischio sismico di base del territorio urbanizzato – aree omogenee per rischio sismico" (Tav. 4) in cui le aree del territorio urbanizzato sono state distinte in zone omogenee suddivise nelle seguenti 5 classi di rischio sismico:

- Basso
- Medio
- Medio Alto
- Alto
- Elevato

Img. 2.5.19 – Estratti QC.6/T4 "Rischio sismico di base del Territorio Urbanizzato – Aree omogenee per rischio sismico"



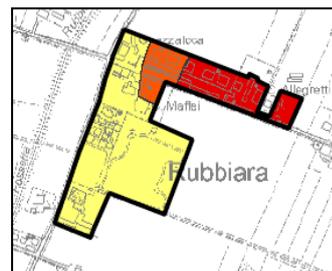
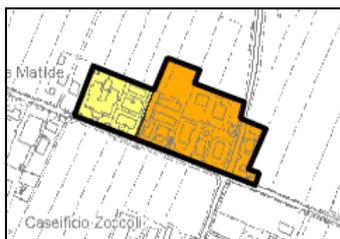
Legenda

Classi di rischio
(ricavate usando la Vulnerabilità da Metodo Re.SI.STO - UniBo)

-  Rischio basso
-  Rischio medio
-  Rischio medio-alto
-  Rischio alto
-  Rischio elevato

 Non classificato

 Territorio urbanizzato (PRG vigente)





Con la metodologia adottata non viene definito il rischio sismico nelle zone produttive poiché l'elaborazione della vulnerabilità sismica fatta da UniBO con metodo RE.SI.STO, non prevedeva la definizione della Vulnerabilità in queste parti del territorio.

Le aree con classe di rischio sismico **Elevato** comprendono le zone omogenee ricadenti in aree a Pericolosità sismica da Medio ad Alta, ovvero contraddistinte da presenza di zone instabili potenzialmente suscettibili di amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche e a rischio di liquefazione e/o a cedimenti differenziali, con vulnerabilità da Alta ad Elevata ed esposizione da Media ad Elevata; aree a rischio sismico Elevato sono individuate a Redù e Case Limpido, in una parte di Casette e nel centro del capoluogo.

Le aree con classe di rischio sismico **Alto** comprendono invece ambiti ricadenti in zone a Pericolosità da Media ad Alta, ovvero contraddistinte da presenza di instabilità e potenzialmente suscettibili di amplificazione per caratteristiche litostratigrafiche e a rischio di liquefazione e/o a cedimenti differenziali, ma con vulnerabilità ed esposizione inferiori rispetto alla classe Elevata; rientrano in questa classe ampie porzioni del territorio urbanizzato del capoluogo, buona parte delle frazioni di Via Larga e La Grande, la frazione del Campazzo, la parte orientale dell'abitato di Rubbiara.

Le aree con rischio sismico più basso (classi bassa e media) sono a Bagazzano, alcune parti delle frazioni di Rubbiara, Via Larga e La Grande e la parte meridionale del capoluogo.

Come detto nel precedente paragrafo 2.5.6.2, la valutazione della vulnerabilità sismica attraverso il metodo RE.SI.STO impiegato da UNIBO ha escluso dalle elaborazioni gli edifici produttivi; analogamente a quanto fatto per la Vulnerabilità, al fine di poter disporre di una cartografia del rischio sismico che prendesse in considerazione anche gli edifici esclusi dalla precedente elaborazione, è stata elaborata una ulteriore Carta del rischio sismico di base del TU, per la quale, come carta della Vulnerabilità, è stata utilizzata la carta della "Periodizzazione storica ai fini sismici del TU". La cartografia prodotta dall'incrocio della "Carta delle zone omogenee per effetti locali – pericolosità sismica del Territorio Urbanizzato", della "Vulnerabilità sismica del territorio urbanizzato" ricavata utilizzando il metodo della periodizzazione storica ai fini sismici del territorio urbanizzato e della "Carta dell'esposizione", ha portato alla suddivisione del TU nelle seguenti 5 classi di rischio sismico, confrontabili con quelle ottenute con il metodo RE.SI.STO:

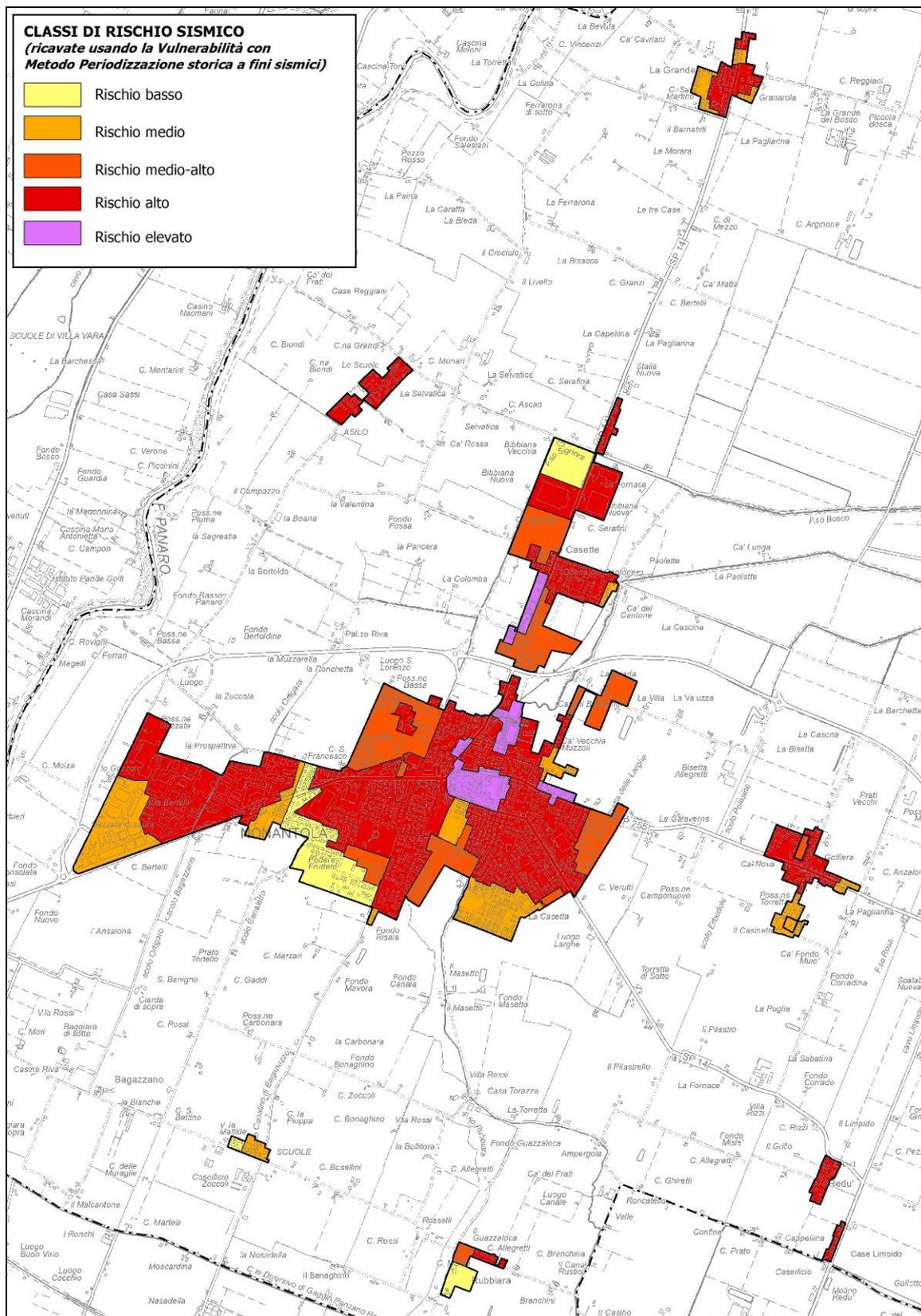
- Basso
- Medio
- Medio Alto
- Alto
- Elevato

La cartografia, riportata come inserto nell'elaborato Tav. 4, è riprodotta nell'immagine seguente.

Dal confronto tra le due cartografie si evidenzia come il rischio sia lo stesso per buona parte delle aree indagate e solo per alcune zone, l'impiego del metodo RE.SI.STO, risulta essere più cautelativo, assegnando una classe di rischio maggiore; è il caso ad esempio dell'abitato di Redù o di alcune zone del centro di Nonantola a cui viene attribuita una classe di rischio Elevata con metodo RE.SI.STO. e Alta nell'altro caso.

Al di là pertanto di alcune lievi difformità, si evidenzia come, anche l'impiego di una metodologia semplificata per la valutazione della Vulnerabilità sismica, consenta comunque di ottenere risultati del tutto simili a quelli che si ottengono impiegando, nella definizione del rischio, un metodo di valutazione della vulnerabilità basato su dati strutturali.

Img. 2.5.20 – Estratti QC.6/T4 “Rischio sismico di base del Territorio Urbanizzato – Aree omogenee per rischio sismico”



3. RISORSE IDRICHE – ACQUE SUPERFICIALI

Gli elementi del reticolo idrografico superficiale sono stati rappresentati nell'elaborato **Tav. 5 Reticolo idrografico** nel quale, oltre al tracciato del fiume Panaro e dei corsi d'acqua della rete consortile, vengono riportati i bacini di scolo principali, le arginature fluviali, le aree interessate da alluvioni e i punti corrispondenti alle rotte fluviali del Panaro che hanno interessato il territorio comunale.

3.1 IL FIUME PANARO

Il territorio comunale di Nonantola rientra all'interno del bacino idrografico del fiume Panaro, che delimita il confine occidentale del comune, per una lunghezza di circa 9,5 Km; il corso d'acqua ha origine alla confluenza tra i torrenti Scoltenna e Leo nell'Appennino Tosco-Emiliano.

Il bacino idrografico del fiume Panaro ha una superficie complessiva di 1.775 km² ed interessa, oltre alla provincia di Modena, anche quelle di Bologna, Pistoia, Ferrara e Mantova; il bacino di monte, chiuso alla traversa fluviale in ingresso alla cassa di espansione posta in località Sant'Anna a S. Cesario sul Panaro (subito a valle del ponte dell'autostrada A1), ha un'estensione di circa 800 km². A differenza di altri corsi d'acqua, per i quali in corrispondenza dell'inizio del tratto arginato si chiude il vero e proprio bacino di alimentazione, il fiume Panaro riceve invece un certo numero di affluenti, quasi tutti collocati in sinistra idraulica: a valle della Cassa di espansione riceve le acque del torrente Tiepido, che si immette poco a valle dell'attraversamento della SS9 (Via Emilia), più a nord, riceve i contributi del Canale Naviglio (comune di Bomporto), del Diversivo di Burana, del Collettore di Acque Alte e del Canale Emissario del Collettore delle Acque Basse (questi ultimi collettori ad uso plurimo in sinistra e destra orografica del Panaro).

Dall'altezza della via Emilia e proseguendo verso nord nel suo percorso di pianura, l'alveo del Panaro assume l'aspetto di un tipico alveo delle pianure alluvionali soggette ad inondazioni durante le piene maggiori, caratterizzato dalla presenza di meandri, pensile sia per cause naturali (sopralluvionamenti) che per la presenza di un sistema arginale pressoché continuo, costruito a partire dal XV secolo, che connotano l'alveo del corso d'acqua lungo il tratto di quasi 68 km a valle della cassa d'espansione, a partire dalla confluenza con il torrente Tiepido e fino al raccordo con le arginature maestre del fiume Po. Tra la cassa d'espansione e la confluenza col Tiepido, il fiume risulta arginato in destra a valle dell'immissione del diversivo Muzza, mentre in sinistra il contenimento delle piene dovrebbe essere garantito dall'arginatura sinistra del Tiepido a partire dal ponte della Via Emilia in località Fossalta; di fatto, tra i due corsi d'acqua è presente un'area "polmone" di espansione delle piene, delimitata da scarpate naturali e rilevati stradali.

In generale, il fiume Panaro non presenta aree golenali significative, se non nei primi 8 km a valle della cassa d'espansione e negli ultimi 5 km prima dell'immissione in Po.

Tra il ponte del Navicello e la foce, l'alveo è caratterizzato da un andamento prevalentemente rettilineo con curvature poco accentuate; localmente si osserva una marcata sinuosità. La larghezza è pressoché costante per effetto dell'elevato grado di artificializzazione dell'alveo stesso, costretto tra arginature continue generalmente in frodo, con tracciato planimetrico sostanzialmente stabile; solamente nel tratto terminale, dove le arginature risultano maggiormente distanziate, il corso d'acqua è interessato attualmente da apprezzabili fenomeni di erosione spondale e ha subito un lieve incremento di sinuosità con accentuazione della curvatura di alcune anse. È verosimile che al fenomeno di erosione spondale si accompagni un approfondimento del profilo di fondo, in relazione all'analogo fenomeno che nell'ultimo trentennio ha interessato il Po nella zona di confluenza.

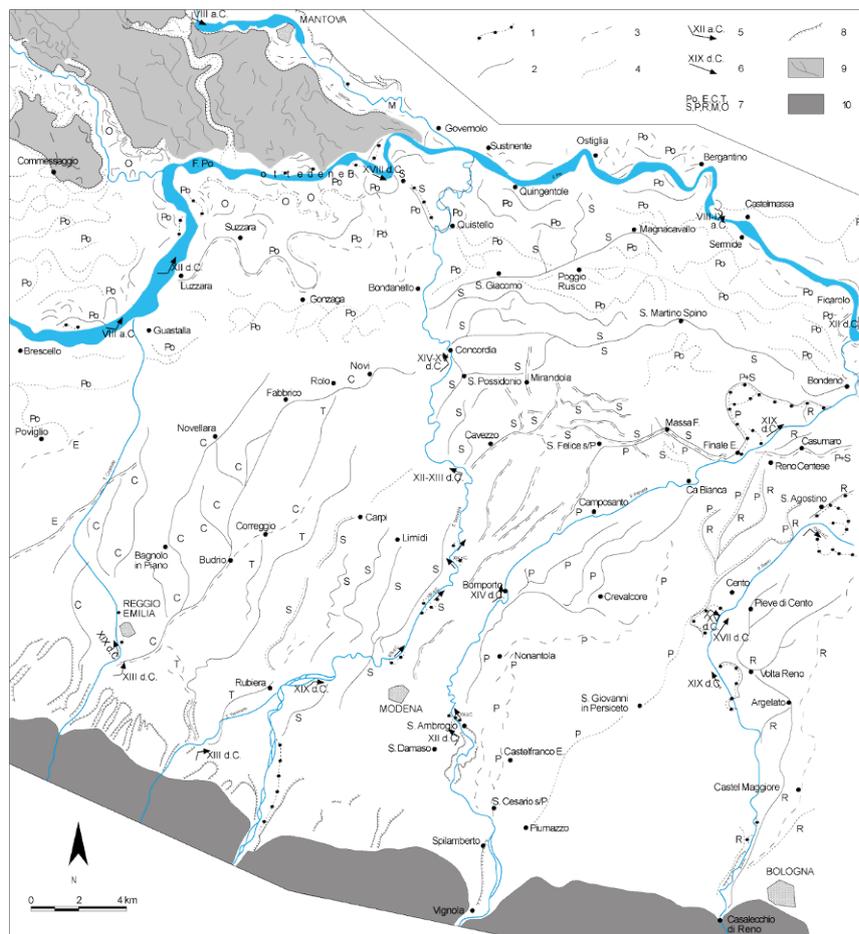
Durante l'età del bronzo il fiume Panaro scorreva nel suo tratto più meridionale, secondo la direttrice Piumazzo-Manzolino-S. Giovanni in Persiceto e nel suo tratto più a valle, prima di confluire in Secchia a Finale Emilia, corrispondeva agli alvei del centese che saranno occupati dal fiume Reno a partire dal XII secolo d.C. In età romana, il corso d'acqua scorreva presumibilmente, nel tratto più a monte, lungo la direttrice S. Cesario-Nonantola, ad est dell'attuale alveo, per poi svilupparsi nelle valli di Crevalcore e confluire in Secchia nella zona di Finale Emilia.

Nell'alto medioevo il fiume tende ad avvicinarsi, nel tratto di monte, al corso attuale, mentre tra Crevalcore e Finale Emilia occupa l'alveo dell'attuale Scolo Panarazzo, alveo che rimarrà attivo fino al XII secolo d.C. Nel basso medioevo viene infine immesso nel corso attuale e, praticamente, da S. Ambrogio fino a Bomporto non ci sono state altre variazioni di rilievo; da Bomporto il fiume fletteva

invece verso est e, con uno o più corsi, arrivava nelle valli a nord di Crevalcore, quindi a finale Emilia ed infine a Bondeno, seguendo il "Ramo della Lunga".

È intorno al 1347 (o poco più tardi, secondo alcune testimonianze) che il corso d'acqua ha assunto l'attuale configurazione.

Img. 3.1.1 – Evoluzione della rete fluviale tra Mantova e Modena⁷



Legenda: 1) idrografia abbandonata di età moderna, 2) idrografia abbandonata di età medioevale, 3) idrografia abbandonata di età romana, 4) idrografia abbandonata di età del bronzo, 5) principale deviazione fluviale e indicazione della sua età, 6) principale taglio di meandro e indicazione della sua età, 7) indicazione di dominio fluviale: Po = Po, E = Enza, C = Crostolo, T = Tresinaro, S = Secchia, P = Panaro, M = Mincio, O = Oglio, 8) principale scarpata fluviale, 9) depositi fluvio-glaciali e fluviali tardo pleistocenici con tracce di paleoalvei, 10) formazioni pre-quadernarie del margine appenninico.

A partire dal 1800 si registra una tendenza sempre più accentuata ad intervenire, in modo sempre più massiccio, sulla morfologia fluviale, tendenza che si accentuerà in modo sostanziale nel secolo scorso (1900), con il completamento delle grandi bonifiche di pianura, che sottraggono ai fiumi estese aree normalmente invase dalle acque tracimanti nei periodi di piena e con l'intensificarsi sempre maggiore, a partire dagli anni '50, delle escavazioni in alveo, prima, e nelle aree di competenza fluviale, poi.

Da un punto di vista morfologico, va rilevata, a partire dagli anni '60, una tendenza per il fiume Panaro, comune anche per altri fiumi del territorio regionale, a modificare sostanzialmente il proprio equilibrio idraulico, in relazione ai numerosi interventi di trasformazione, quasi esclusivamente di natura antropica, che sono stati eseguiti.

Storicamente il Panaro era utilizzato fin dal XIII secolo per i traffici fluviali da Modena al Po, e il centro di Finale (oggi Finale Emilia) era il principale scalo, oltre che il centro urbano di maggiore consistenza. Bomporto era scalo fluviale alla confluenza del Naviglio nel Panaro; delle antiche strutture portuali rimangono in parte le banchine in muratura e la chiusa per regolare il livello delle acque.

Lungo il Panaro, nel tratto da Nonantola/Bomporto a Camposanto, affacciati verso l'acqua si dispongono pregevoli complessi edilizi, costituiti da dimore di campagna con torri colombaie, oratori, ghiacciaie, che ripropongono strutture a corte aperta.

⁷ PANIZZA, M., CASTALDINI, D., PELLEGRINI, M., GIUSTI, C. & PIACENTINI, D. (2004) – Matrici geo-ambientali e sviluppo insediativo: un'ipotesi di ricerca – in Mazzeri, C. (a cura di): Per un Atlante Storico Ambientale Urbano, Edizioni APM, 31-51 pp.

Spiccano nel paesaggio i viali di accesso a pioppi e i vasti parchi; di costruzione compresa tra il XVII e il XIX sec., appartenevano a nobili famiglie modenesi e bolognesi, richiamate sia dalla navigabilità del corso d'acqua, sia dalle più favorevoli condizioni dei terreni.

La cassa d'espansione, sita in località Sant'Anna (MO) e in funzione dagli anni Ottanta, fa parte del sistema strutturale di difesa del territorio di pianura dagli eventi di piena del fiume Panaro. È costituita da un manufatto regolatore, che funge da sbarramento del corso d'acqua, e da un sistema di arginature maestre che sottendono un invaso in linea; è inoltre presente uno sfioratore laterale che permette il riempimento di un invaso sussidiario, separato dall'invaso principale tramite un argine interno secondario. Il manufatto principale, realizzato in calcestruzzo, è dotato di 5 luci di fondo con paratoie regolabili e di 4 scarichi di fondo laterali di servizio, nonché di uno sfioratore di superficie. L'invaso fuori linea si attiva solo per quote idriche di poco inferiori a quelle dello sfioratore del manufatto principale. Complessivamente, il volume idrico immagazzinabile nella cassa all'altezza della quota di sfioro è di circa 27 milioni di m³, di cui circa 22.7 nell'invaso in linea e 4.3 nell'invaso fuori linea.

Si veda il successivo paragrafo 3.4 per gli aspetti di criticità idraulica connessi al fiume Panaro.

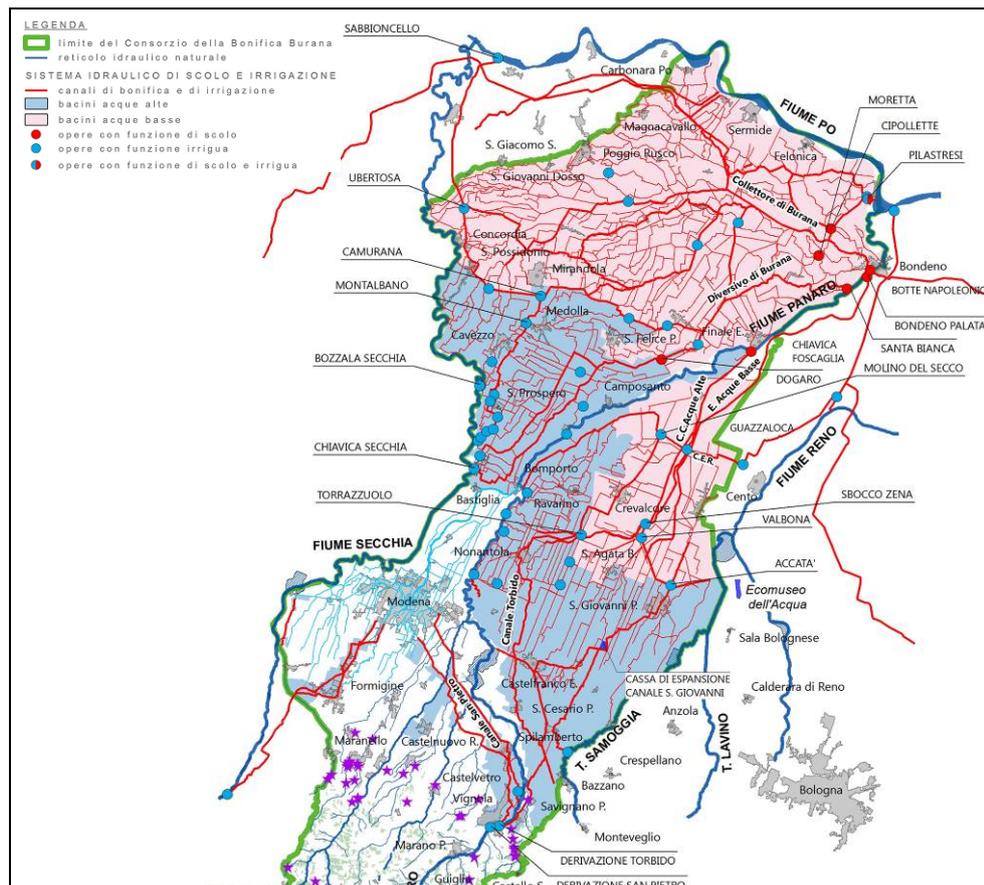
3.2 IL RETICOLO IDROGRAFICO SECONDARIO DI PIANURA

Il resto della rete idrica superficiale è costituito in prevalenza da canali ad uso promiscuo, ovvero adibiti contemporaneamente alle funzioni di scolo/bonifica delle campagne e adduzione dell'acqua a fini irrigui, in gestione al Consorzio di Bonifica Burana; il territorio comunale è servito da 327 Km di canali ed è compreso nel Bacino delle Acque Alte in destra idraulica del fiume Panaro.

I corsi d'acqua appartenenti al Bacino delle Acque Alte in destra idraulica del Panaro, afferiscono a due collettori principali, il Collettore Bosca ed il Collettore Sorgo, i quali, seguendo una direttrice Ovest-Est confluiscono poi, al Torrazzuolo, nel Collettore Zena, il quale, attraversando il territorio di Sant'Agata Bolognese, si immette nel Canale Collettore delle Acque Alte (Sbocco Zena) presso Crevalcore. Quest'ultimo, proseguendo il suo corso, va a recapitare le acque in Panaro attraverso la Chiavica Fosaglia in comune di Finale Emilia.

Il sottobacino del Collettore Bosca, interessa la parte occidentale del territorio (poco meno del 68% del territorio comunale, per un'estensione di circa 37.6 Km²), caratterizzata da una pendenza nord-sud; il recapito nel collettore avviene per mezzo di una rete che attraversa il centro storico, aree produttivo/industriali ed aree meno urbanizzate e ne fanno parte il Cavo Nucci, Cavo Ortigaro, Canaletta di Bagazzano, Cavo Gazzate-Zuccola, Cavo Fossa Signora, Cavo Fossa Nuova, ecc. (cfr. tabella a seguire).

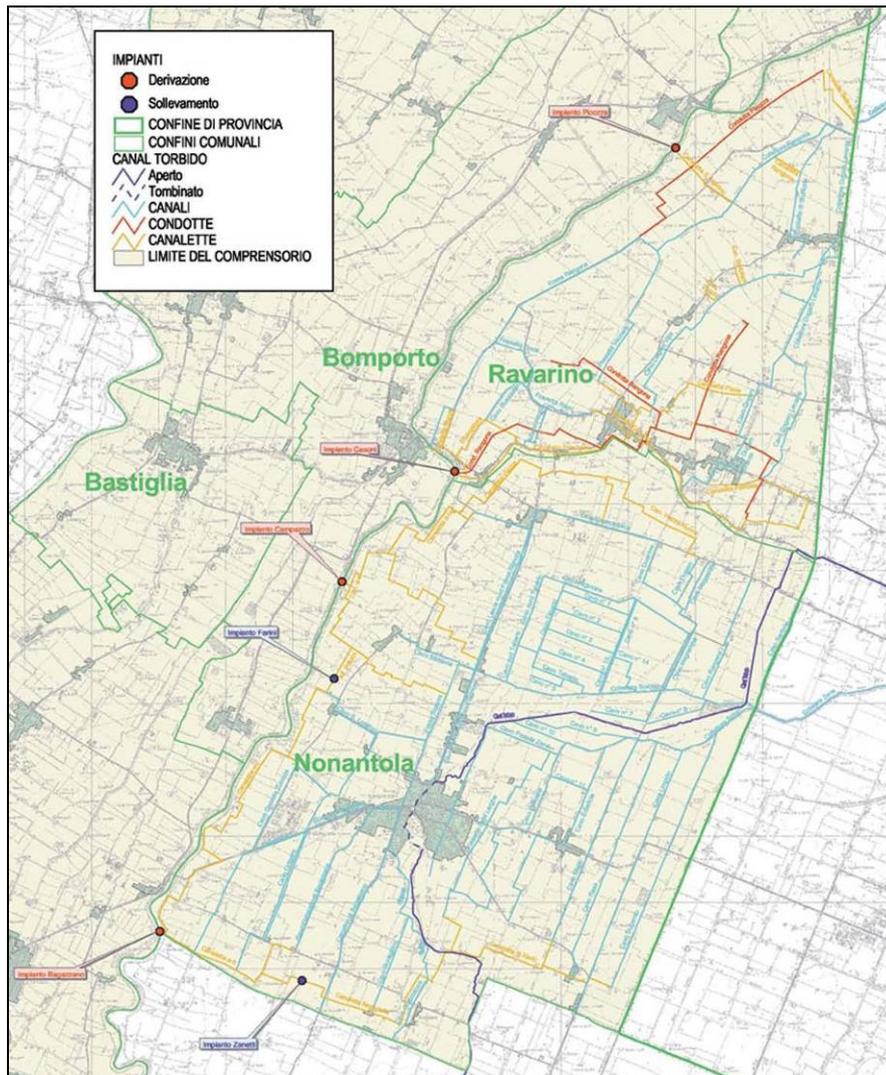
Img. 3.2.1 – Reticolo di Bonifica in gestione al Consorzio di Burana



Il bacino del Collettore Sorgo, occupa tutta la parte est del territorio (con un'estensione di circa 17 Km², coprendo circa il 32% del comune), caratterizzata da una pendenza di scolo sud-nord; l'area è drenata attraverso una rete di canali (piccola Zena, Fossetta delle Larghe, Cavo Polesine, Cavo Erbedole, Cavo Mislè, ecc), alcuni dei quali attraversano il centro storico, altri invece, territori meno urbanizzati. Nel centro, fra queste due reti si sviluppa il percorso del Canal Torbido, a scorrimento in trincea nei territori comunali a sud del centro storico e progressivamente pensile rispetto alle campagne circostanti nella parte a nord.

Il Canal Torbido, è canale ad uso irriguo che trova la sua origine in destra del fiume Panaro in Comune di Savignano s/P e scorre per 47 km attraverso i territori di Savignano sul Panaro, Bazzano, S. Cesario sul Panaro, Castelfranco Emilia, Nonantola, Ravarino e Crevalcore, per poi immettersi nella Fossa Rangona ed alimentare il Canale Collettore Acque Alte. Nel tratto finale entro il territorio comunale, il Canal Torbido scorre nei terreni compresi fra il Collettore Sorgo ed il Collettore Bosca; entrambi questi due corsi d'acqua scorrono invece a nord del centro storico di Nonantola e della tangenziale.

Img. 3.2.2 – Comprensorio di Bonifica della Burana



Oggi il Canal Torbido, la Fossa Bosca e il collettore Sorga, ossatura storica del sistema idrico di Nonantola, dopo aver attraversato i terreni della Partecipanza, si incontrano nell'area di Riequilibrio Ecologico "Il Torrazzuolo"; quest'area, situata in confine fra il Comune di Nonantola e quello di Sant'Agata Bolognese, oltre ad avere un'importanza naturalistica, costituisce un importante nodo idraulico: le acque di scolo provenienti dal territorio nonantolano tramite i collettori Bosca e Sorgo si immettono qui nella Fossa Zena e transita da qui anche il Canal Torbido durante il proprio percorso da Savignano sul Panaro fino a Crevalcore.

Inoltre, il Torrazzuolo è una tappa importante per l'acqua irrigua proveniente dal Canale Emiliano Romagnolo che da Ponte Guazzaloca in Comune di Crevalcore, tramite sbarramenti e sollevamenti lungo il Canale Collettore delle Acque Alte e il Torbido, viene trasportata verso monte, fino quasi a Castelfranco Emilia utilizzando anche un tratto del canale Muzza abbandonato. Dall'Impianto Torrazzuolo, infatti, l'acqua può essere convogliata verso il Canal Torbido, andando a servire il comprensorio delle Acque Basse in destra Panaro, oppure all'interno del canale Muzza Abbandonata, che si snoda per circa 5 km lungo il confine tra i Comuni di Nonantola (MO) e Sant'Agata Bolognese (BO), per servire la porzione di comprensorio delle Acque Alte in Destra Panaro, afferente alla destra idraulica del canale Muzza Abbandonata.

Il Torrazzuolo è infine un punto importante anche sotto il profilo storico-culturale-ambientale in quanto è situato fra i territori delle Partecipanze Agrarie di Sant'Agata Bolognese e di Nonantola; entrambe queste importanti e storiche realtà agricole hanno realizzato significativi interventi di valorizzazione ambientale costituendo boschi, siepi, zone umide.

Img. 3.2.3 – Il nodo idraulico del Torrazzuolo



Nella tabella seguente si riporta un elenco dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di bonifica distinti per bacino, specificando per ognuno la lunghezza complessiva compresa entro il territorio comunale e la funzione prevalente.

NOME	USO	LUNGHEZZA (m)
BACINO COLLETTORE BOSCA		
ALLACCIANTE PELUMI	irriguo	947,6
CANALE TORBIDO	irriguo	2432
CANALETTA A-B	irriguo	3104,8
CANALETTA A-C	irriguo	4542,1
CANALETTA ALLACCIANTE FOSSA SIGNORA NORD - TABARIO NORD	promiscuo	467,6
CANALETTA CANALETTA A-C - CAVO GAZZATE ZUCCOLA	irriguo	108,6
CANALETTA COLLEGAMENTO IMPIANTO CAMPAZZO - CANALETTE	promiscuo	32,3
CANALETTA D-E	irriguo	2748,5
CANALETTA D-F-G	irriguo	3216,9
CANALETTA DI CAMPAZZO	irriguo	1983
CANALETTA F-H	irriguo	1545,7
CANALETTA GUIZZARDI	promiscuo	1667,6
CANALETTA N° 14	promiscuo	874
CANALETTA NOSADELLA	irriguo	2856
CANALETTA PELLERANO	promiscuo	276,9
CANALETTA PELUMI	irriguo	1096,3
CANALETTA PICCININI	promiscuo	1131,6
CANALETTA VIAZZA	irriguo	4004,7
CANALETTA VIAZZA NUOVA	irriguo	2342,9
CAVO ARGINONE	promiscuo	2424,8
CAVO BIBBIANA	promiscuo	1088,9
CAVO BONAGHINO	promiscuo	1540,8
CAVO CANALETTO DI BAGAZZANO	promiscuo	2936
CAVO CANALINO DI BAGAZZANO	promiscuo	2691,5
CAVO DI BAGAZZANO	promiscuo	3255,8
CAVO DOGARO DI NONANTOLA	promiscuo	822,2
CAVO FOSSA NUOVA	promiscuo	1129,1
CAVO FOSSA SIGNORA	promiscuo	3696
CAVO GAZZATE - ZUCCOLA	promiscuo	2105
CAVO GUERCINESCA	promiscuo	1865,7
CAVO GUERRINE	promiscuo	1374,9
CAVO LEVANTE VIA DI MEZZO NORD FOSSA SIGNORA	promiscuo	2583,2
CAVO MAGNANINE	promiscuo	1446
CAVO N° 13	promiscuo	1511,8

Comune di Nonantola
 Quadro Conoscitivo del PUG
 Struttura fisica del territorio e risorse idriche

CAVO N° 6	promiscuo	1529,6
CAVO NORD TABARIO	promiscuo	1109,9
CAVO NUCCI	promiscuo	2681,5
CAVO ORTIGARO	promiscuo	5209,5
CAVO PONENTE VIA DI MEZZO NORD FOSSA SIGNORA	promiscuo	2270,6
CAVO PONENTE VIA DI MEZZO SUD FOSSA SIGNORA	promiscuo	1851
CAVO PRATI DI MEZZO	promiscuo	1563,3
CAVO RANGONA	promiscuo	2001
CAVO SAN LORENZO	promiscuo	1114,4
CAVO SAN MARTINO	promiscuo	866,4
CAVO SERTORIE	promiscuo	1674,6
CAVO SUD TABARIO	promiscuo	565,1
CAVO TABARIO	promiscuo	1478
COLATORE ZENA	promiscuo	2,9
COLETTORE BOSCA	promiscuo	3886,1
FOSETTA DI RUBBIARA	promiscuo	2617,9
BACINO COLETTORE SORGA		
CANALE CHIARO DI VALBONA	promiscuo	479,4
CANALE TORBIDO	irriguo	11024,9
CANALETTA REDU'	irriguo	3360,2
CAVO DUGAROLA	promiscuo	4123,7
CAVO ERBEDOLE	promiscuo	3780,5
CAVO GUAZZALOCA	promiscuo	423,3
CAVO LIMPIDO	promiscuo	4141,6
CAVO MISLE'	promiscuo	3696,4
CAVO PICCOLA ZENA	promiscuo	3521,2
CAVO POLESINE	promiscuo	4305,2
CAVO RASA	promiscuo	3832,7
COLETTORE SORGO	promiscuo	3323,8
DIVERSIVO GAGGIO-PANZANO	promiscuo	726,4
FOSETTA DELLE LARGHE	promiscuo	3047,1
SCOLO MUZZA ABBANDONATA	promiscuo	4221,3

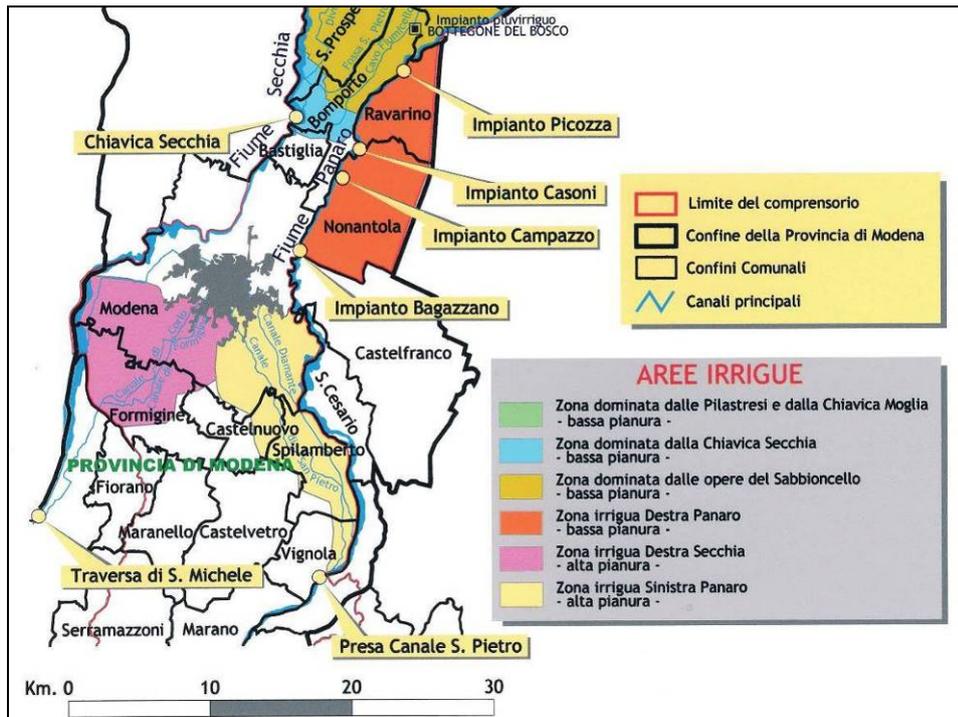
La maggior parte dei corsi d'acqua presenti sul territorio hanno funzione plurima e vengono utilizzati, oltre che per lo scolo, anche per usi irrigui; in particolare le aree del territorio comunale fanno capo al sistema d'irrigazione in destra Panaro, dove si hanno tre impianti di derivazione dal fiume Panaro: l'impianto di derivazione Casoni, posto nella parte settentrionale del territorio, l'impianto Campazzo e l'impianto Bagazzano, posto nell'angolo sud-occidentale.

Sotto il profilo dell'approvvigionamento idrico per l'agricoltura e l'ambiente, il territorio nonantolano può usufruire, seppur con le dovute limitazioni:

- di acqua del Canal Torbido proveniente sempre più in quantità modeste dal Panaro a Savignano sul Panaro, ma frequentemente integrata da acqua proveniente dal Canale Emiliano Romagnolo, grazie al sollevamento del "Torrazzuolo";
- di acqua del Panaro a Nonantola, prelevata grazie agli impianti Bagazzano e Campazzo e rilanciata nella capillare rete di canali grazie agli impianti Zanetti e Farini;
- delle acque di pioggia trattenute nel sistema grazie ad opportune manovre idrauliche che ne evitano l'allontanamento.

La presa Bagazzano ed il Canal Torbido servono la maggior parte del territorio comunale, in particolare i settori meridionale e centro-orientale, attraverso le canalette A-B, Nosadella, Redù ecc.; la presa Campazzo serve la rimanente porzione nord-occidentale attraverso le canalette D-E, D-F-G, Viazza ecc.

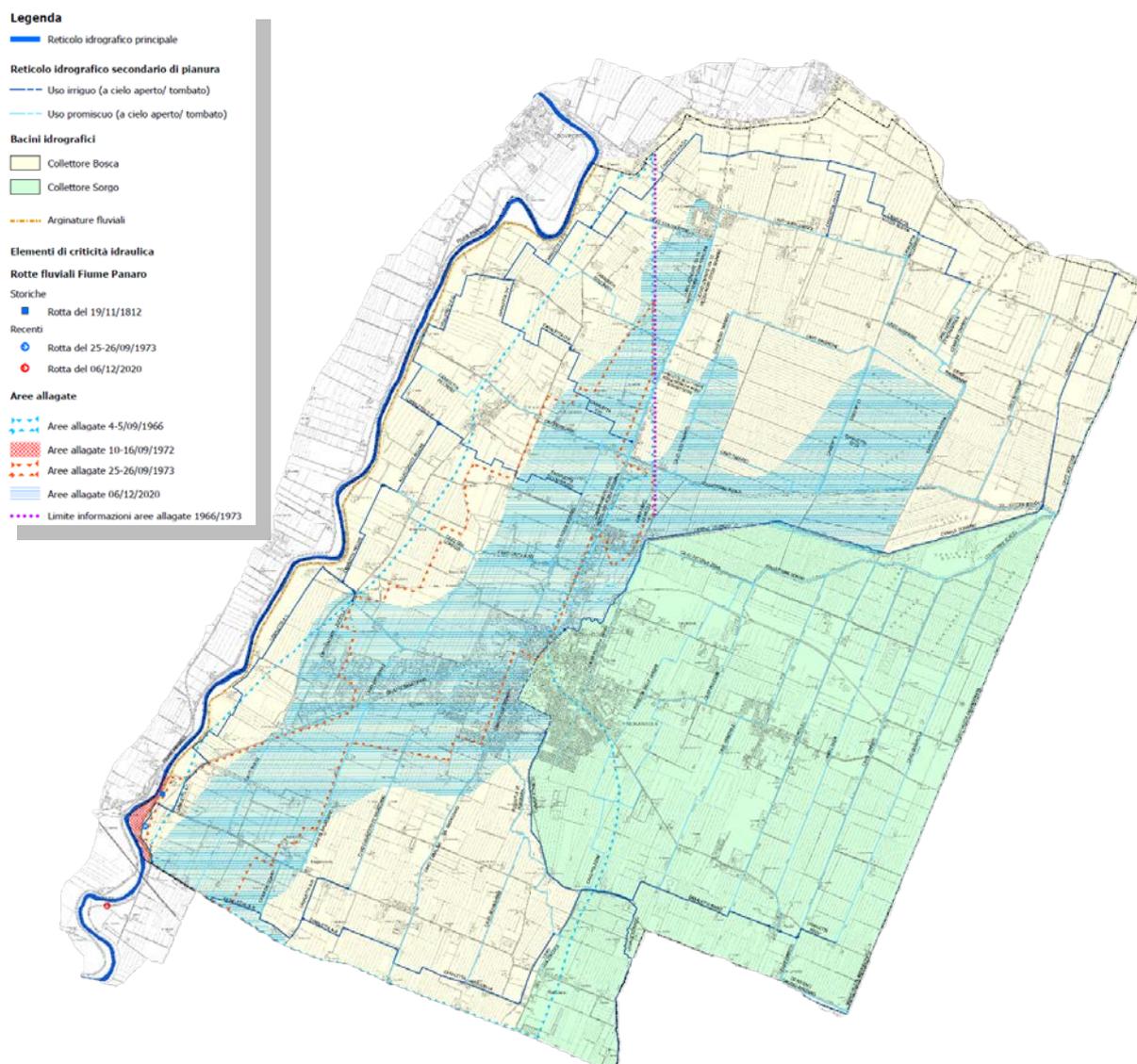
Img. 3.2.4 – Aree irrigue e impianti



In seguito agli eventi siccitosi che interessano con frequenza sempre crescente i territori di pianura, negli ultimi anni sono stati predisposti interventi sempre più cospicui per l'attivazione di forme di approvvigionamento alternative al fiume Panaro; all'inizio degli anni 2000 è stato realizzato l'adeguamento dell'assetto idraulico dell'Impianto irriguo Torrazzuolo, al fine di consentire il rilancio verso monte della risorsa proveniente dal Canale Emiliano Romagnolo (CER), che a sua volta raccoglie e veicola le acque del Cavo Napoleonico, provenienti dal fiume Po. Sono attualmente in fase di completamento da parte del Consorzio di Bonifica Burana, interventi di riqualificazione del sistema irriguo di media pianura, che per il territorio comunale prevedono interventi sul canale Diversivo di Gaggio-Panzano, vettore idraulico che si estende lungo il confine dei Comuni di Castelnuovo Emilia e Nonantola (MO) per una lunghezza di circa 8 km, oltre al completamento del sistema di distribuzione delle acque del CER. Obiettivo del Consorzio di Bonifica è infatti quello di rilanciare la risorsa idrica ulteriormente verso la porzione di comprensorio a monte, portandola fino in prossimità dell'argine destro del fiume Panaro, sfruttando l'alveo del canale Diversivo di Gaggio-Panzano (proseguimento verso monte del canale Muzza Abbandonata), riuscendo in tal modo ad approvvigionare con acqua proveniente dal CER il territorio di Nonantola, attualmente servito, per la maggior parte, dalle acque del fiume Panaro, prelevate dall'impianto Bagazzano. A tale scopo è stata prevista la realizzazione nel canale Diversivo di Gaggio-Panzano di due nuovi impianti di sollevamento della risorsa idrica denominati Principe e Redù, dotati ciascuno di n. 2 pompe con portata di 400 l/s ciascuna oltre alla realizzazione, in prossimità della Località Bagazzano, di una condotta interrata che collega il canale Diversivo Gaggio-Panzano all'esistente Canaletta A-B, per consentire l'adduzione delle acque irrigue al territorio del Comune di Nonantola.

Gli interventi comporteranno peraltro la trasformazione dell'assetto idrico del Canale Diversivo di Gaggio-Panzano, corso d'acqua ad oggi utilizzato unicamente per lo scolo delle acque di pioggia, che verrà invece trasformato in canale ad uso promiscuo con una modifica radicale nell'assetto morfologico dello stesso.

Img. 3.2.5 – Tav. 5 Reticolo idrografico



3.3 LO STATO DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Per un esame della qualità delle acque superficiali del territorio sono stati consultati i report più recenti in materia forniti da Arpa Emilia Romagna.

Nel Report Arpa "Valutazione dello stato delle acque superficiali fluviali" (2014 - 2019) sulla qualità delle acque superficiali della Regione, le stazioni di riferimento sono quella di Ponticello S. Ambrogio a monte di Nonantola e quella di Bondeno a valle; chiaramente i valori dei descrittori, restituiscono un quadro di qualità delle acque del corso d'acqua principale, cui non solo il Comune di Nonantola contribuisce.

Lo **stato qualitativo chimico-fisico**, rappresentato dall'Indice **LIMeco**, è "elevato" per la stazione di Ponticello S. Ambrogio sia nel periodo 2014-2016 che nel periodo 2017 -2019, mentre risultava "sufficiente" per la stazione di Bondeno negli stessi intervalli di tempo.

Tab. 3.3.1 – Valori dell’Indice LIMeco 2014-16 e 2017-19 nelle stazioni di riferimento

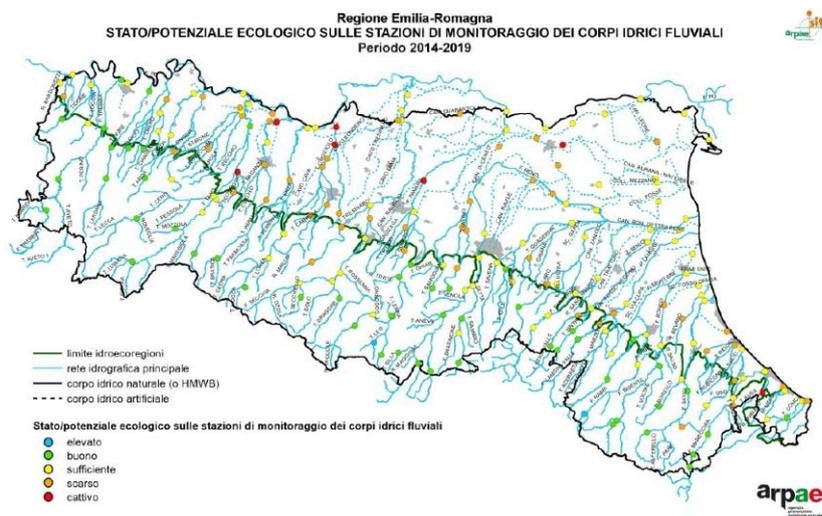
Codice	Asta	Toponimo	LIMeco 2014	LIMeco 2015	LIMeco 2016	LIMeco medio 2014-16	LIMeco 2017	LIMeco 2018	LIMeco 2019	LIMeco medio 2017-19	
01221100	F. PANARO	Ponticello S. Ambrogio	0.82	0.63	0.77	0.74	0.84	0.68	0.77	0.76	
01221230	T. TIEPIDO	T. Tiepido a Portile	0.73	0.69	0.73	0.72	0.77	0.68	0.77	0.74	
01221450	CAN. NAVIGLIO	Darsena Bomportq	0.13	0.04	0.06	0.08	0.10	0.09	0.06	0.08	
01221600	F. PANARO	Ponte Bondeno	0.49	0.39	0.44	0.44	0.38	0.45	0.38	0.40	
			Elevato ≥0,66	Buono ≥0,50	Sufficiente ≥0,33	Scarso ≥0,17	Cattivo < 0,17				

Lo **stato ecologico** che era “sufficiente” nel periodo 2014-2016 per entrambe le stazioni è rimasto invariato anche per il triennio 2017 - 2019.

Tab. 3.3.2 – Valutazione dello Stato Ecologico delle stazioni di riferimento delle acque superficiali fluviali per il triennio 2017 – 2019 (D. Lgs.172/2015)

ANAGRAFICHE				ELEMENTI CHIMICI A SUPPORTO		ELEMENTI BIOLOGICI EQR medio 2014-16			STATO ECOLOGICO 2014-16
Codice	Asta	Toponimo	Caratteri	LIMeco 2014-16	Inquin. specifici Tab 1/B	MACRO BENTHOS STAR_ICMI	DIATOMEI ICMI	MACROFITE IBMR	
01221100	F. Panaro	Ponticello S. Ambrogio	6 SS 3 F-10-R	0.74	ELEVATO	0.598	0.485	0.85	SUFFICIENTE
01221230	T. Tiepido	T. Tiepido a Portile	6 IN 7 D-10-P	0.72	ELEVATO	0.505	0.756	0.71	SUFFICIENTE
01221450	Can. Naviglio	Darsena Bomporto	6IA3-R	0.08	BUONO				CATTIVO
01221600	F. Panaro	Ponte Bondeno	6 SS 4 D-10-R-fm	0.44	BUONO				SUFFICIENTE

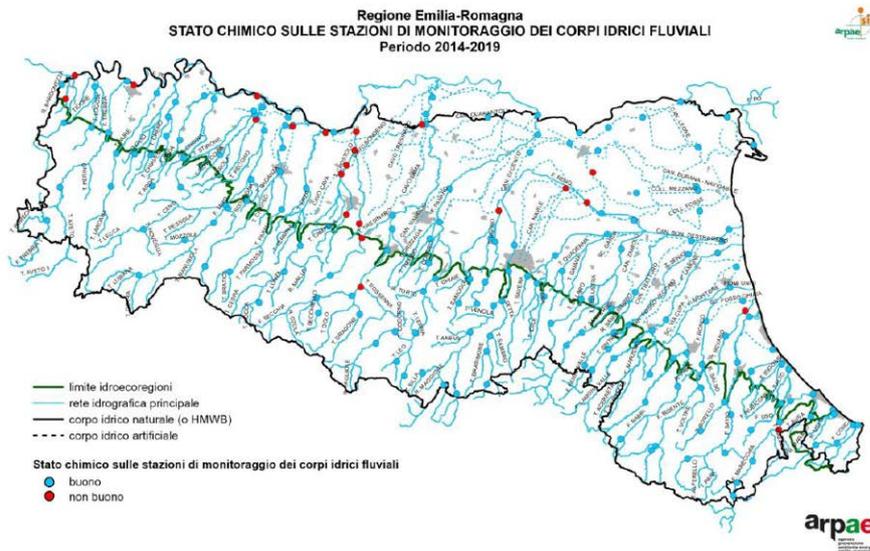
ANAGRAFICHE				ELEMENTI CHIMICI A SUPPORTO		ELEMENTI BIOLOGICI EQR medio 2017-19			STATO ECOLOGICO 2017-19
Codice	Asta	Toponimo	Caratteri	LIMeco 2017-19	Inquin. specifici Tab 1/B	MACRO BENTHOS STAR_ICMI	DIATOMEI ICMI	MACROFITE IBMR	
01221100	F. Panaro	Ponticello S. Ambrogio	6 SS 3 F-10-R	0.76	ELEVATO	0.722	0.550	0.90	SUFFICIENTE
01221230	T. Tiepido	T. Tiepido a Portile	6 IN 7 D-10-P	0.74	ELEVATO	0.429	0.987	0.795	SCARSO
01221450	Can. Naviglio	Darsena Bomporto	6IA3-R	0.08	BUONO				CATTIVO
01221600	F. Panaro	Ponte Bondeno	6 SS 4 D-10-R-fm	0.40	SUFFICIENTE				SUFFICIENTE



Per quanto riguarda lo stato chimico, nel triennio 2017 – 2019 è risultato “Buono” per entrambe le stazioni di riferimento, confermando lo stato raggiunto già nel triennio precedente.

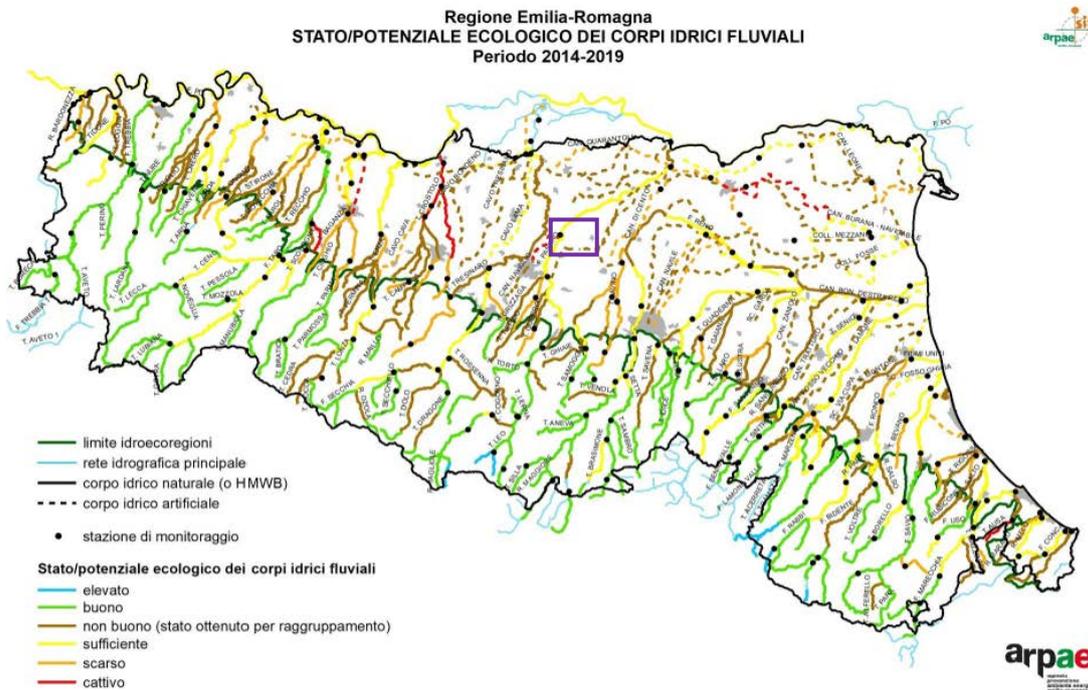
Tab. 3.3.3 – Valutazione dello Stato Chimico delle stazioni di riferimento delle acque superficiali fluviali per il triennio 2017 – 2019 (D. Lgs.172/15)

Codice	Asta	Toponimo	Profilo analitico	STATO CHIMICO 2017	STATO CHIMICO 2018	STATO CHIMICO 2019	STATO CHIMICO 2017-2019 (con nuove sostanze aggiunte)
01221100	F. Panaro	Ponticello S. Ambrogio	1+2	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
01221230	T. Tiepido	T. Tiepido a Portile	1+2	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
01221450	Can. Naviglio	Darsena Bomporto	1+2	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
01221600	F. Panaro	Ponte Bondeno	1+2+3	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO

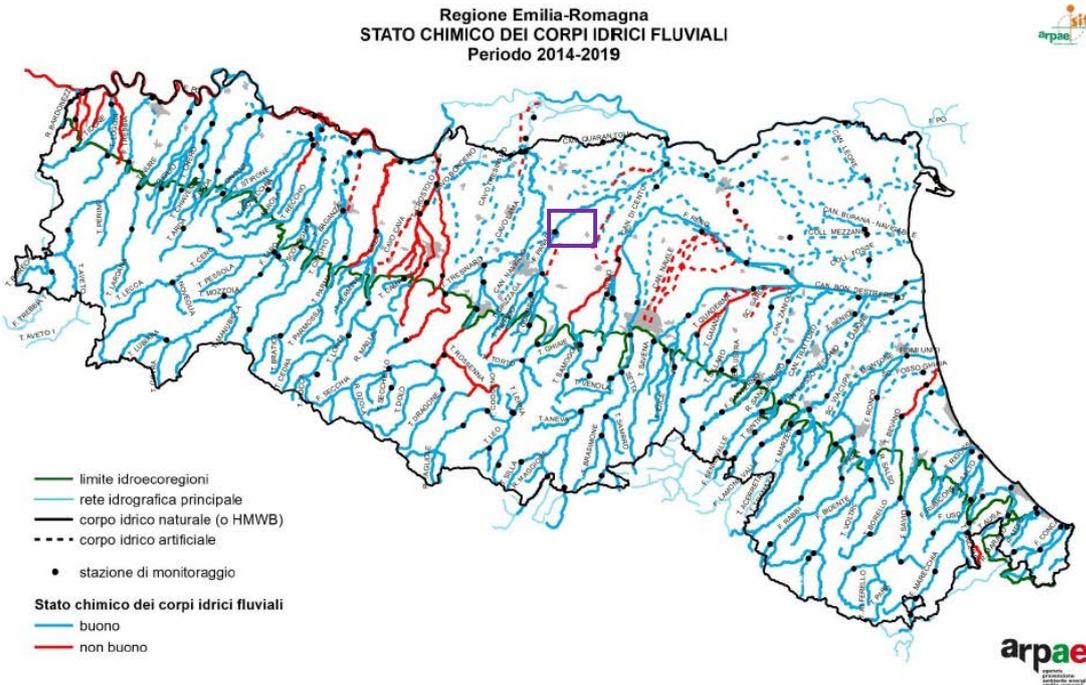


Nel Report regionale è infine riportata la Classificazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico dei corpi idrici fluviali regionali per Sessennio 2014-19, sintetizzata nell'immagine seguente, nella quale con il rettangolo viola è individuato l'area del territorio comunale di Nonantola.

Img. 3.3.1 – Distribuzione territoriale della valutazione dello Stato Ecologico dei corpi idrici fluviali (2014-2019)



Img. 3.3.2 – Distribuzione territoriale della valutazione dello Stato chimico dei corpi idrici fluviali (2014-2019)



Nel 2020 è intervenuta una revisione del sistema di monitoraggio, e il monitoraggio della stazione di monte "ponte ciclabile a San Donnino" (01221070) è stato sospeso, mentre per quella di valle di Ponte Bondeno (01221600), permane uno stato di qualità chimico-fisico "Sufficiente", con la presenza di diversi elementi chimici specifici che superano le soglie limite consentite per legge e uno stato chimico "Buono".

Codice	Asta fluviale e toponimo	LIMeco 2020	Impatto chimico presente			
			COD	Azoto totale	Fosforo totale	E.coli
1221600	Panaro a Ponte Bondeno	0,34	COD	N TOT	P TOT	E.coli

Confronto tra valore LIMeco e indicatori specifici di impatto chimico e microbiologico

Codice	Asta fluviale e toponimo	STATO CHIMICO 2020	Sostanze che determinano superamento degli SQA	Sostanze nuova introd. superamento degli SQA	Sostanze con MA>LOQ strumentale
01221600	Panaro a Ponte Bondeno	BUONO		PFOS	Nichel, PFOS

Valutazione dello Stato Chimico delle stazioni della rete regionale delle acque superficiali fluviali nel 2020 (D. Lgs.172/15)

Nel documento "AGGIORNAMENTO CORPI IDRICI, RETI DI MONITORAGGIO E CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE DEGLI OBIETTIVI" (Allegato 10), facente parte del "contributo della Regione Emilia-Romagna ai fini dell'aggiornamento del quadro conoscitivo di riferimento per il riesame dei Piani di Gestione Distrettuali 2021-2027", sono stati ridefiniti i nuovi CI (corpi idrici) fluviali DQA "presidiati" dall'Emilia-Romagna (monitoraggio, classificazione e reporting); con riferimento al territorio comunale di Nonantola viene confermato Corpo idrico di riferimento il fiume Panaro ed aggiunto il Collettore Bosco-Zena (IT080122170400001_2_3ER), corso d'acqua artificiale in gestione al Consorzio di Bonifica, che interessa, nella sua parte finale il sito Rete Natura 2000 del ZSC-ZPS Torrazzuolo.

Non ci sono stazioni di monitoraggio sul fiume Panaro che ricadano nel territorio di Nonantola, mentre la stazione sul collettore Bosco-Zena (01221480) è posta in località Torrazzuolo in confine con il comune di Sant'Agata Bolognese.

Per quanto riguarda lo stato chimico e lo stato ecologico dei due corpi idrici identificati ai fini della Direttiva 2000/60/CE, nel periodo 2014-2019, il fiume Panaro presentava uno stato chimico buono ed uno stato ecologico sufficiente, il collettore Bosco-Zena uno stato chimico non buono e stato ecologico scarso.

Si rimanda al sito <https://www.arpae.it/it/notizie/pubblicati-i-report-2014-19-sulla-qualita-delle-acque-in-emilia-romagna> per la consultazione completa dei dati riportati, al link: <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/acque/temi/piani%20di%20gestione> per i dati aggiornati relativi alla classificazione dei corpi idrici ed alla rete di monitoraggio, rivista con Deliberazione della Giunta Regionale 2293/2021 e al sito di ARPAE <https://servizi-gis.arpae.it/Html5Viewer/index.html?locale=it-IT&viewer&viewer=Geoportal.Geoportal> per la consultazione cartografica.

3.4 LE CRITICITÀ IDRAULICHE

Per la stesura del presente capitolo si è fatto riferimento, tra gli altri, ai contenuti dello studio “Valutazione del rischio di allagamento del territorio del Comune di Nonantola” condotto dall’università di Parma nel giugno 2020 a supporto della stesura del QC⁸, alla “Relazione di dettaglio” prodotta dalla Commissione tecnico-scientifica per la valutazione delle cause all’origine della rotta arginale lungo il fiume Panaro in località Gaggio di Castelfranco Emilia e al contributo fornito per il presente QC dal Consorzio di Bonifica Burana, per le condizioni di criticità del reticolo idrografico in gestione.

Il confine occidentale di Nonantola è segnato dal tracciato del fiume Panaro e come tale il territorio comunale risulta potenzialmente inondabile in conseguenza a tracimazioni e/o rotte arginali, poiché le quote del terreno, variabili tra circa 20 e 30 m s.l.m., sono in generale soggiacenti a quelle delle sommità arginali del Panaro stesso, che raggiungono invece quote comprese tra 30 e 35 m s.l.m. nel tratto ricadente nel territorio comunale, e fino a oltre 37 m s.l.m. nel tratto a monte.

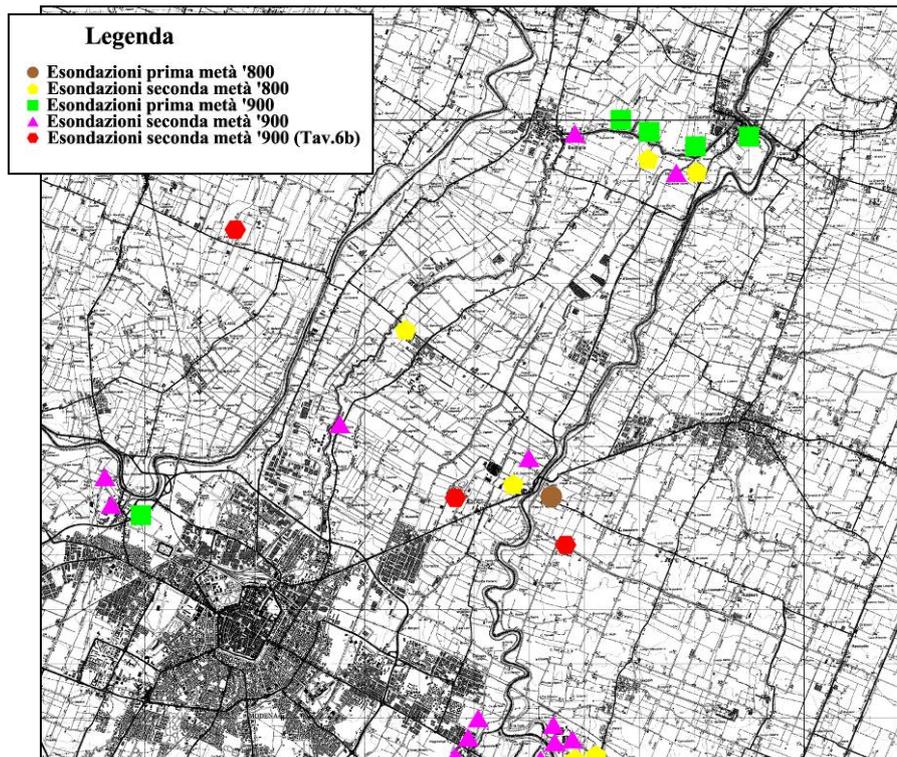
Nel corso dei secoli il territorio di Nonantola è stato soggetto a diversi eventi alluvionali dovuti a rotte del fiume Panaro; nell’elaborato **Tav. 5 Idrografia superficiale** sono state individuate al riguardo sia le rotte fluviali che le aree allagate in occasione dei principali eventi che hanno coinvolto il territorio comunale⁹.

Come si evidenzia anche nell’immagine seguente, le rotte, i sormonti e gli allagamenti conseguenti dell’asta valliva del Panaro sono stati molteplici nel corso dei secoli e anche in tempi relativamente recenti, tra Sant’Ambrogio e Nonantola, sono occorsi diversi casi di brecce o sormonti arginali.

⁸ “Valutazione del rischio di allagamento del territorio del Comune di Nonantola” a cura di Università di Parma, Dipartimento di Ingegneria e Architettura, responsabile scientifico Prof. P. Mignosa, Gruppo di lavoro: Ing. Renato Vacondio, Ing. Susanna Dazzi.

⁹ PER UN ATLANTE STORICO AMBIENTALE URBANO a cura di Catia Mazzeri, Comune di Modena - Ufficio Ricerche e Documentazioni sulla Storia Urbana (2004).

Img. 3.4.1 – Mappa ed elenco alluvioni tra Modena e Bomporto nei secoli XIX° E XX° (Panizza et al., 2004)



In particolare sono segnalati, a più riprese, eventi alluvionali per il Fiume Panaro a partire dalla prima metà del 1800, ma anche nella seconda metà del secolo scorso, il territorio comunale è stato colpito da eventi alluvionali legati a tracimazioni e rotte arginali sul fiume Panaro.

Durante l'evento del **4-5 novembre 1966** si verificarono diverse rotte arginali sia sul fiume Secchia che sul fiume Panaro; in particolare si ruppe l'argine destro del Panaro in corrispondenza della chiavica Nonantolana, allagando una superficie di 9.400 ha ricadenti in vari comuni, compreso quello di Nonantola.

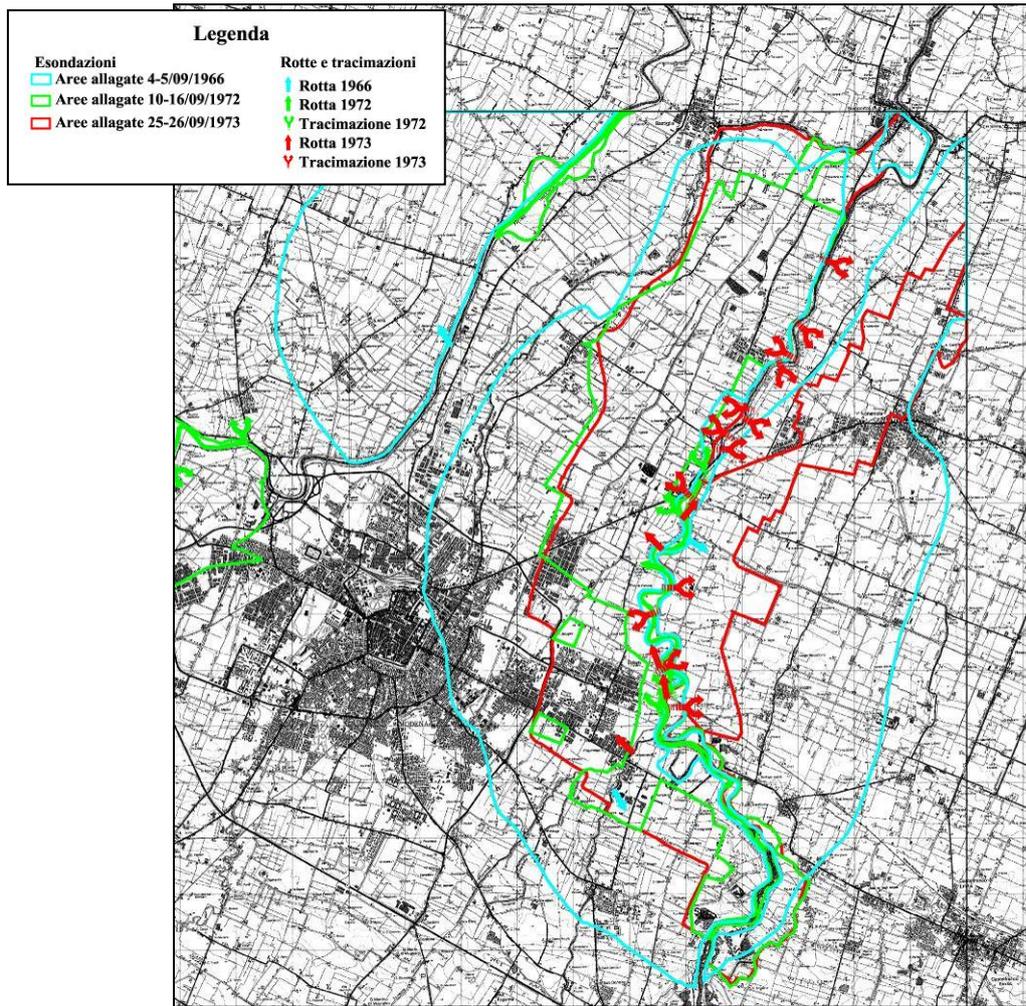


Alluvione del 4-5 novembre 1966, Cavo Fossa Signora (Archivio Consorzio della Bonifica Burana).

Il **16 settembre 1972** l'argine del Panaro si ruppe in località Navicello, in sinistra, provocando una breccia di 75 metri di lunghezza e in destra per una lunghezza di qualche decina di metri.

Durante l'evento del **25-26 settembre 1973** si verificarono numerose rotte arginali e tracimazioni, tra cui una rotta in destra Panaro in corrispondenza del ponte ferroviario, per una lunghezza di 40 m. La superficie allagata fu di 6.000 ha e ancora una volta fu interessato, oltre a numerosi altri, il territorio del Comune di Nonantola.

Img. 3.4.2 – Carta delle aree allagate nella seconda metà del secolo scorso e dei punti di rotta-tracimazione: eventi del 1966, 1972 e 1973.



Successivamente alla realizzazione della cassa d'espansione di S. Cesario, non si sono più verificate breccie lungo le arginature del Panaro fino all'evento del dicembre 2020; meritano tuttavia menzione due eventi recenti, che hanno interessato tratti arginali in prossimità dell'ultima breccia.

Durante la piena del **19 gennaio 2014** (la stessa che ha provocato la rotta arginale sul fiume Secchia in località ponte dell'Uccellino), si è verificato un fenomeno erosivo concentrato, potenzialmente molto pericoloso, che ha innescato un principio di collasso dell'argine destro in corrispondenza di Via Tronco nel Comune di Castelfranco Emilia (MO), poco a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria dell'Alta Velocità; il collasso arginale è stato bloccato grazie ad un tempestivo intervento di riparazione da parte dell'Autorità idraulica, che ha in tal modo scongiurato il rischio di alluvione nei territori circostanti. Dal momento che il cedimento si è manifestato non a seguito di sormonto arginale, l'innescò è riconducibile a fenomeni di erosione interna, favorito dalla presenza di una tana di animali fossori, come ricostruito da Orlandini et al. (2015), la cui presenza risultava già evidente in una immagine satellitare del 30/3/2012.

Nel **febbraio 2019** è stato invece segnalato un fontanazzo, localizzato in sponda idrografica destra, poco distante dal precedente evento, con un'attivazione inizialmente molto limitata; il fenomeno è stato poi successivamente riattivato in maniera significativa dalle piene di novembre 2019, caratterizzate da tre colmi successivi (AIPo, 2020). Analisi numeriche effettuate nell'ambito del progetto di sistemazione (che ha previsto la realizzazione di una banca a campagna), hanno individuato la possibile causa di innesco del fenomeno del sifonamento nella presenza di una discontinuità stratigrafica molto permeabile.

Nella mattina del **6 dicembre 2020** infine, in prossimità del transito del colmo di piena in località Gaggio di Castelfranco Emilia, nel tronco compreso tra Ponte S. Ambrogio e Ponte Navicello, si è

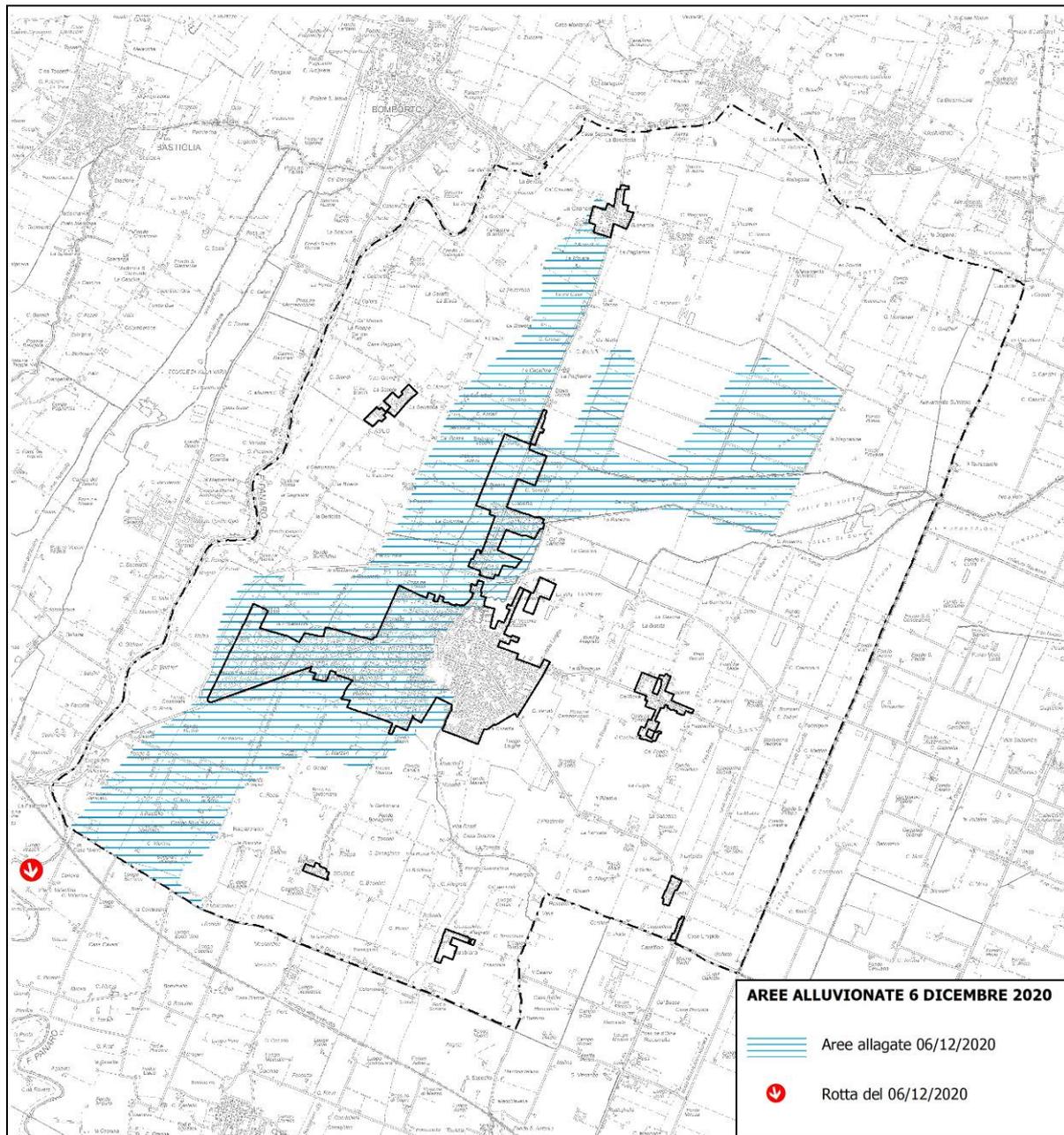
repentinamente aperta una breccia nell'argine in sponda destra, che poi si è propagata nel corso della mattinata per una lunghezza di circa 80 metri con conseguente inondazione di un'ampia porzione di territorio tra le province di Modena e Bologna; l'evento ha in particolare colpito una parte cospicua del territorio del Comune di Nonantola, interessando sia le campagne, che i centri abitati di Nonantola, Casette e parzialmente La Grande, determinando ingenti danni alla popolazione, alle attività produttive e all'agricoltura.



Secondo quanto riportato dal Rapporto d'evento prodotto da Arpae (Celano, et al., 2020), il volume di piena fuoriuscito dalla rotta è stato stimato dall'Autorità di bacino dai 7 ai 9 milioni di m³ ed ha allagato un'area di circa 15 km² in direzione nord-ovest, fino a raggiungere il centro abitato di Nonantola ed oltre, in direzione di Ravarino. L'Agenzia Interregionale per il Fiume Po (AIPo) è intervenuta realizzando la chiusura della falla con massi ciclopici nel giro di poco più di 24 ore dall'evento, mentre i lavori sono poi proseguiti per parecchi giorni, al fine di ripristinare l'impermeabilità del rilevato ricostruito e operare la relativa messa in quota con terreno di adeguate caratteristiche. Per l'ulteriore sicurezza dell'arginatura si è provveduto all'infissione di un palancoato sul lato fiume e ad un ringrosso sul lato campagna.

Nell'immagine seguente si riporta l'estensione delle aree allagate ricostruita sulla base delle indicazioni fornite dall'amministrazione comunale, di sopralluoghi appositamente eseguiti dallo scrivente, da interviste con i residenti alluvionati e dal confronto con altre ricostruzioni eseguite dal Comune di Nonantola e dal Consorzio della Bonifica; nella cartografia l'area allagata è stata riprodotta senza riportarne il limite esterno, con l'intenzione di fornire un'indicazione quanto più possibilmente precisa del territorio toccato dalle acque, ma volendo tuttavia sottolineare il grado d'incertezza insito nella ricostruzione stessa.

Img. 3.4.3 – Ricostruzione delle aree allagate dall'evento del 6 dicembre 2020.



Nella gestione dell'evento, si è rivelato di fondamentale importanza l'impiego del reticolo secondario di bonifica nella gestione del transito delle acque esondate e del loro deflusso verso valle al fine di conseguire, nel minor tempo possibile, la messa in sicurezza dei territori allagati. In particolare l'acqua è transitata nei canali di bonifica sia per gravità che grazie all'attivazione di tutti gli impianti idrovori, con pompaggi per svariati milioni di metri cubi di acqua; è stato attuato il pompaggio tramite pompe di emergenza in tre punti per scaricare le acque che interessano l'abitato di Nonantola nel canal Torbido: due motopompe carrellate sono posizionate tra Castelfranco Emilia e Nonantola ed il terzo punto è nell'importante nodo idraulico del Torrazzuolo con il funzionamento dell'impianto omonimo in scarico controllato nel Torbido.

Il Canal Torbido ha in particolare svolto un ruolo primario durante l'evento di piena; grazie alle pompe fisse e motopompe carrellate, i tecnici del consorzio hanno travasato all'interno del Canal Torbido parte delle portate di piena che stavano gravando sull'abitato di Nonantola, consentendo sia di salvaguardare dagli allagamenti una consistente porzione del centro abitato, sia di alleggerire l'apporto di acqua transitante nel Colatore Zena e quindi favorire ulteriore "richiamo" del volume esondato dalle aree allagate e velocizzando così il loro drenaggio. Il Canale Torbido essendo dotato di argini pensili,

non ha incamerato acqua dalla rotta, ma grazie all'uso di pompe il Consorzio di Burana è riuscito ad utilizzare il canale per smaltire grandi quantità.

L'acqua affluita dalla rotta è stata inoltre in parte intercettata e allontanata a sud del centro di Nonantola attraverso il colatore Gaggio Panzano, con pompaggi straordinari attraverso l'impianto Zanetti (anch'esso, come il Torrazzuolo, adibito di solito all'irrigazione estiva) che però in questo caso si è rivelato strategico.

Tutta l'acqua della rotta del Panaro, convogliata al Torrazzuolo sia per gravità che tramite pompaggi, è stata poi successivamente convogliata ai grandi collettori della bonifica: Collettore delle Acque Alte e Emissario delle Acque Basse al di fuori del territorio comunale e da qui, dopo avere attraversato i territori bolognesi, conferita nuovamente nel fiume Panaro a Bondeno con l'attivazione del Bondeno Palata.

L'elevata velocità e il grande volume d'acqua hanno saturato in breve tempo il reticolo secondario di bonifica, generando fenomeni di instabilità localizzati; il ruolo di primaria importanza svolto dal reticolo secondario nella gestione della fase alluvionale, conferma quanto sia fondamentale l'efficienza idraulica di tale reticolo, indispensabile non solo in situazioni emergenziali quali quelle della rotta occorsa al fiume Panaro, ma anche in occasione di eventi meteorici severi, che interessano sempre più frequentemente il nostro territorio.

Per quanto riguarda le **criticità** connesse al **reticolo idrografico secondario**, le informazioni desunte dallo studio della Provincia di Modena (2006¹⁰) e dallo studio sul reticolo di scolo del territorio comunale condotto nel 2009¹¹, sono state verificate, aggiornate e integrate con il contributo dei tecnici del Consorzio di Bonifica, grazie al quale è stato possibile ricostruire un quadro dettagliato delle condizioni di officiosità o criticità del reticolo di bonifica, oltre che definire un quadro aggiornato della pericolosità connessa al funzionamento del reticolo secondario di pianura (cfr. Par. 3.5.1); dalle informazioni raccolte vengono evidenziate le seguenti criticità:

Diversivo Gaggio – Panzano:

Veniva segnalato dalla Provincia di MO (2006) un tratto critico tra la Via Tronco e la Via Buonvino (Scheda 47).

N. scheda	Corso d'acqua	Sponda	Località	Descrizione
47	FOSSO CALORI – DIVERSIVO DI GAGGIO PANZANO	Dx	Tratto Via Imperiale, immissione in Panaro	L'immissione in Panaro delle acque del fosso Calori avviene mediante chiavica. Per quote del f. Panaro in piena è necessario difendere il territorio dalle acque del Panaro stesso. A tale riguardo il Consorzio ha provveduto negli ultimi anni alla manutenzione del fosso Calori nel tratto demaniale e alla messa in sicurezza della chiavica. Allagamenti di terreni lungo v. Imperiale, che interessano anche 2 case coloniche e la viabilità comunale , legati alla bassa quota geodetica di tale porzione di territorio. Come intervento risolutore occorrerebbe realizzare una piccola cassa di laminazione.

E' in corso di completamento il progetto di Consolidazione spondale e sistemazione manufatti di scarico sul canale Diversivo di Gaggio-Panzano al fine di riqualificare l'intero sistema di scolo del bacino afferente al canale, nonché consolidare definitivamente le sue sponde, evitando futuri fenomeni di degrado.

Cavo Canalino di Bagazzano:

(Da Studio Dott. Marinelli 2009) Il corso d'acqua costituisce il recapito delle acque di scolo della frazione Bagazzano. Il reticolo è segnalato già al limite di funzionamento pur non essendo state considerate, nelle simulazioni, le portate derivanti dagli apporti agricoli provenienti da monte.

Cavo Gazzate-Zuccola:

Veniva segnalato dalla Provincia di MO (2006⁹) un tratto critico lungo la Via Zuccola, compreso tra Via Gazzate e la confluenza con il cavo Ortigaro (Scheda 164).

¹⁰ *PROGRAMMA DI PREVISIONE E PREVENZIONE DI PROTEZIONE CIVILE DELLA PROVINCIA DI MODENA: "RISCHIO IDRAULICO* a cura della Regione Emilia Romagna e Provincia di Modena - Servizio pianificazione ambientale - u.o. protezione civile e difesa del suolo (dicembre 2006)

¹¹ Studio di compatibilità idraulica sulla rete di fognatura di Nonantola – Studio Marinelli (2009)

N. scheda	Corso d'acqua	Sponda	Località	Descrizione
164	CAVO GAZZATE ZUCCOLA	Dx Sx	Villaggio Artigianale zona ovest del Capoluogo	Allagamenti della rete fognaria per problemi di scolo nel canale in concomitanza di eventi meteorici eccezionali.

Cavo Ortigaro:

Veniva segnalato dalla Provincia di MO (2006⁹) un tratto critico dalla confluenza del Cavo Gazzate-Zuccola fino alla confluenza nel Cavo Fossa Signora (Scheda 163)

N. scheda	Corso d'acqua	Sponda	Località	Descrizione
163	CAVO ORTIGARO	Dx Sx	Tratto Villaggio Artigianale - Fossa Signora	Allagamenti da fognature per rigurgito del canale.

Cavo Piccola Zena:

Veniva segnalato dalla Provincia di MO (2006⁹) un tratto critico in località Casette in Destra del Canal Torbido (Scheda 161).

N. scheda	Corso d'acqua	Sponda	Località	Descrizione
161	SCOLO PICCOLA ZENA	Dx Sx	Località Le Casette, Dx Canal Torbido	Allagamenti da fognature per rigurgito del canale.

Fossetta della Larghe:

Veniva segnalato dalla Provincia di MO (2006⁹) un tratto critico tra la loc. Le Larghe e Via Valluzza (Scheda 165).

N. scheda	Corso d'acqua	Sponda	Località	Descrizione
165	FOSETTA DELLE LARGHE	Dx Sx	Tratto Le Larghe - Valluzza	Allagamenti da comparti nuovi urbanizzati ad est di Nonantola provocati dalle fognature a causa del rigurgito del canale in concomitanza di eventi meteorici eccezionali.

Cavo Fossa Signora:

Per il corso d'acqua veniva segnalato dalla Provincia di MO (2006⁹) un tratto critico dalla Via San Lorenzo fino alla Via Selvatica (tratto sud-nord) e lungo la Via Selvatica verso est fino alla Via Gatti (Scheda 162).

N. scheda	Corso d'acqua	Sponda	Località	Descrizione
162	FOSSA SIGNORA	Dx Sx	Tratto Ponte dei Gatti - zona nord Capoluogo	Tratto Ponte dei Gatti - zona nord Capoluogo

Sebbene l'attività del Consorzio di Bonifica Burana sia stata volta a conferire la massima efficienza alla rete di scolo, attraverso l'esecuzione puntuale di tutte le manutenzioni possibili, vale a dire quelle ordinarie in termini di diserbi e quelle straordinarie in termini di riprese di frane e risezionamenti per ricondurre gli alvei alla sezione di progetto, permangono le criticità evidenziate dai precedenti studi, aggravate nel corso degli anni dalla progressiva espansione urbana e dalle variazioni nelle intensità delle piogge, con eventi sempre più intensi, quindi con grandi apporti idrici per eventi di breve durata. Sono peraltro stati eseguiti diversi interventi idraulici fuori dal territorio comunale ed a valle dello stesso, tesi al miglioramento delle capacità di scolo dei due collettori Bosca e Sorgo, così da agevolare al massimo la capacità di recapito, di transito e quindi scolante su scala di bacino dei due Collettori. Si è inoltre, negli anni, promossa una sensibilizzazione di tipo idraulico al fine dell'applicazione sempre più stringente del principio di Invarianza Idraulica da applicarsi in ogni contesto e su ogni nuova realizzazione, così da consentire alla rete scolante di non risultare aggravata dall'aumento dell'impermeabilizzazione connessa ai nuovi insediamenti.

Nonostante ciò rimangono tutte le criticità da tempo riscontrate per buona parte dei corsi d'acqua su cui insiste lo scolo delle superfici urbanizzate dal centro storico alle aree produttive, oltre che su tratti di alcuni corsi d'acqua in territorio rurale.

In particolare il Consorzio di Bonifica, nel suo contributo alla definizione della pericolosità idraulica connessa al reticolo secondario, ha messo in evidenza le seguenti criticità:

- Cavo Ortigaro - severe condizioni di criticità connesse al corso d'acqua, il cui bacino di scolo, posto a valle del territorio edificato, comporta un aumento del carico idraulico nel ricevitore finale con possibili episodi di sormonto dal bacino del Cavo Ortigaro stesso a quello del Cavo Gazzate-Zuccola avente dimensioni ridotte;

- Canale Torbido - arginato e pensile a valle dell'abitato di Nonantola è interessato dalla presenza di animali roditori (nutria) che creano tane nell'argine tramite cunicoli, compromettendo l'assetto di corretta sicurezza idraulica del canale; una eventuale rottura arginale comporterebbe l'interessamento dell'area compresa tra il Collettore Sorgo (canale che riceve da monte le acque dei centri fortemente antropizzati derivanti dai bacini di scolo dei canali consortili come il Cavo Ortigaro, Cavo Fossa Signora, Cavo Prati di Mezzo), il Cavo Piccola Zena e il Collettore Bosca.
- Cavo Ponente - via di Mezzo Sud Fossa Signora: risulta fortemente sovraccaricato dal tessuto urbano ed in gran parte tombinato, presenta una criticità idraulica derivante dal rigurgito delle acque;
- bacino afferente al Collettore Bosca, con particolare riguardo per la rete afferente che attraversa porzioni di territorio interessate da espansione urbana, abitativa o produttiva (Gazzate, Casette, ecc) e quindi a titolo di esempio i vettori Ortigaro, Fossa Signora, Cavo Prati di Mezzo, ecc..

Il Consorzio di Bonifica Burana, anche a seguito dei recenti avvenimenti alluvionali di Dicembre 2020, ha ritenuto opportuno individuare come critica anche tutta la parte di territorio racchiusa fra i due collettori Bosca e Sorgo e contenente a sua volta il Canal Torbido, pensile rispetto alle campagne circostanti.

Come segnalato per altro dallo stesso consorzio di Bonifica, data la limitatezza degli spazi e le pendenze del territorio, non risulta possibile un adeguamento strutturale della rete in termini di allargamento delle sezioni, soprattutto in conseguenza del fatto che i vettori più critici risultano anche attraversare territori già urbanizzati.

3.5 IL RISCHIO IDRAULICO

Per rischio idraulico si intende la probabilità di subire conseguenze dannose a seguito dell'esondazione di un corso d'acqua, dovuta alla rottura arginale per cedimento o a sormonto delle arginature non in grado di contenere l'onda di piena.

Il Rischio idraulico R è normalmente espresso dalla relazione:

$$R = P \times V \times E$$

- ⇒ P = PERICOLOSITÀ: probabilità che un fenomeno di una fissata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo. Identifica pertanto le caratteristiche del fenomeno fisico ed è definita sulla base del tempo di ritorno oppure del rischio intrinseco;
- ⇒ V = VULNERABILITÀ: propensione di un elemento (persone, edifici, infrastrutture, attività economiche) a subire danni in conseguenza di un evento di una certa intensità. Si riferisce pertanto alle caratteristiche di uso del suolo nell'area esposta a rischio;
- ⇒ E = ESPOSIZIONE (o Valore esposto): è il numero di unità (o "valore") degli elementi esposti al pericolo in una data area e definisce una valutazione in termini di coinvolgimento socio/economico delle conseguenze dell'evento.

Al fine della definizione del Rischio idraulico relativo alle aree urbanizzate si sono pertanto analizzate le condizioni relative alla pericolosità connessa sia al reticolo idrografico principale (fiume Panaro) che a quello secondario (consorziale), la vulnerabilità e l'esposizione del territorio urbanizzato.

3.5.1 La pericolosità idraulica

L'analisi della pericolosità idraulica si configura come elemento cardine, imprescindibile e propedeutico per l'analisi del rischio idraulico.

Per giungere alla definizione della Pericolosità idraulica del territorio di Nonantola, sono stati presi a riferimento:

- Le "Mappe della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti" del PGRA dell'Autorità distrettuale di Bacino del fiume Po;
- Le cartografie relative al "Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica" Tav. 2.3 del PTCP della Provincia di Modena;

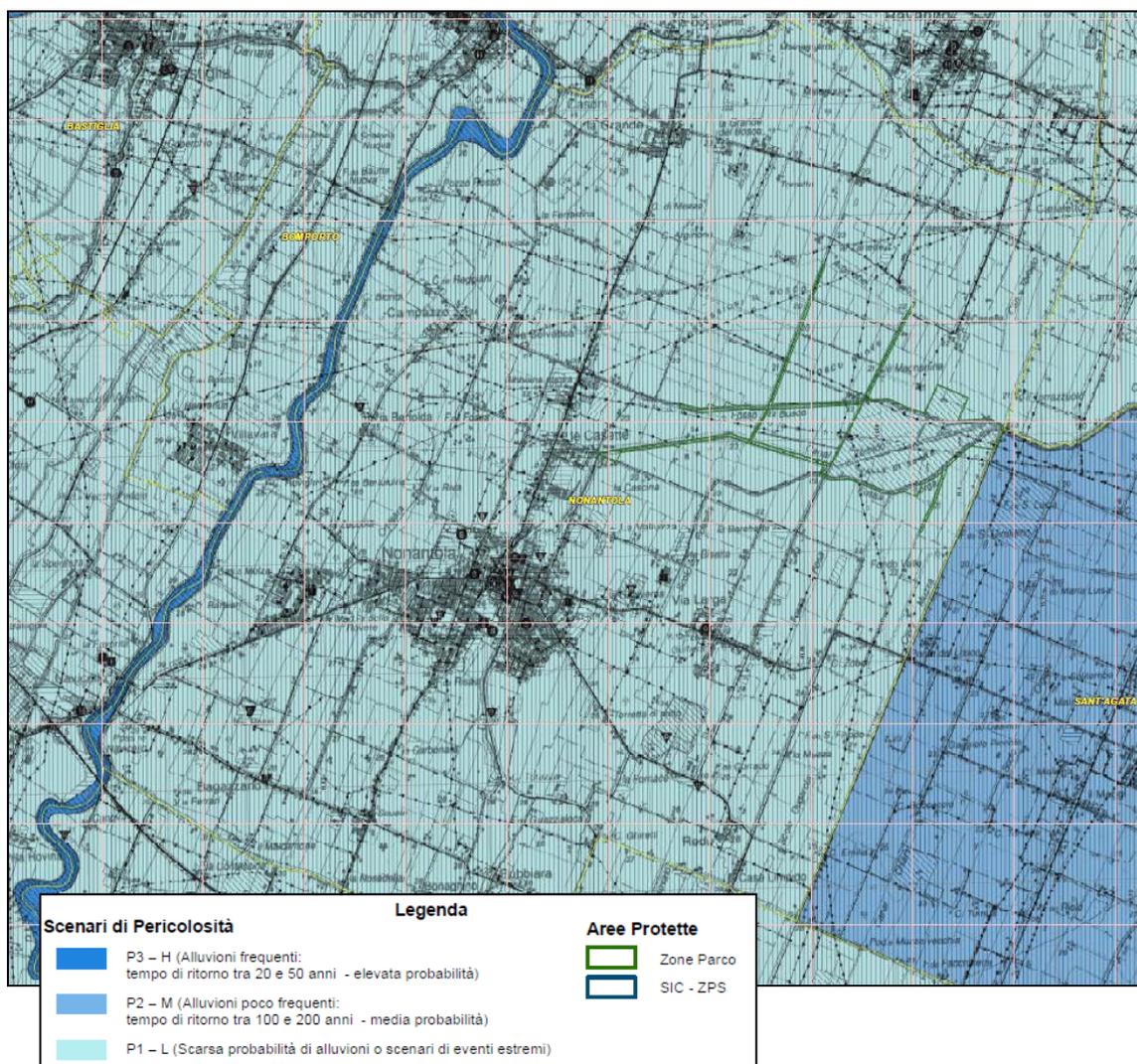
- Lo studio dell'Università di Parma "Valutazione del rischio di allagamento del territorio del Comune di Nonantola" condotto nel giugno 2020 a supporto della formazione del presente QC.

3.5.1.1 Le Mappe del PGRA

Il PGRA dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po definisce due differenti scenari di pericolosità, l'uno connesso al reticolo naturale principale e secondario e l'altro al reticolo secondario di pianura.

La Mappa di Pericolosità relativa allo scenario di riferimento: reticolo naturale principale e secondario, qui rappresentato dal fiume Panaro, ricomprende tutto il territorio comunale nello scenario di pericolosità P1 – L definito a **scarsa probabilità di alluvioni** o scenari di eventi estremi (Tr 500 anni), ad eccezione dell'area di pertinenza del corso d'acqua, che rientra invece nello scenario di pericolosità P3 – H contraddistinto da alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 10 e 20 anni – elevata probabilità (cfr. Img. 3.5.1).

Img. 3.5.1 – Estratto Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti – Ambito territoriale: Reticolo naturale principale e secondario (202 SO – Nonantola) – PGRA Autorità di bacino distrettuale del fiume Po

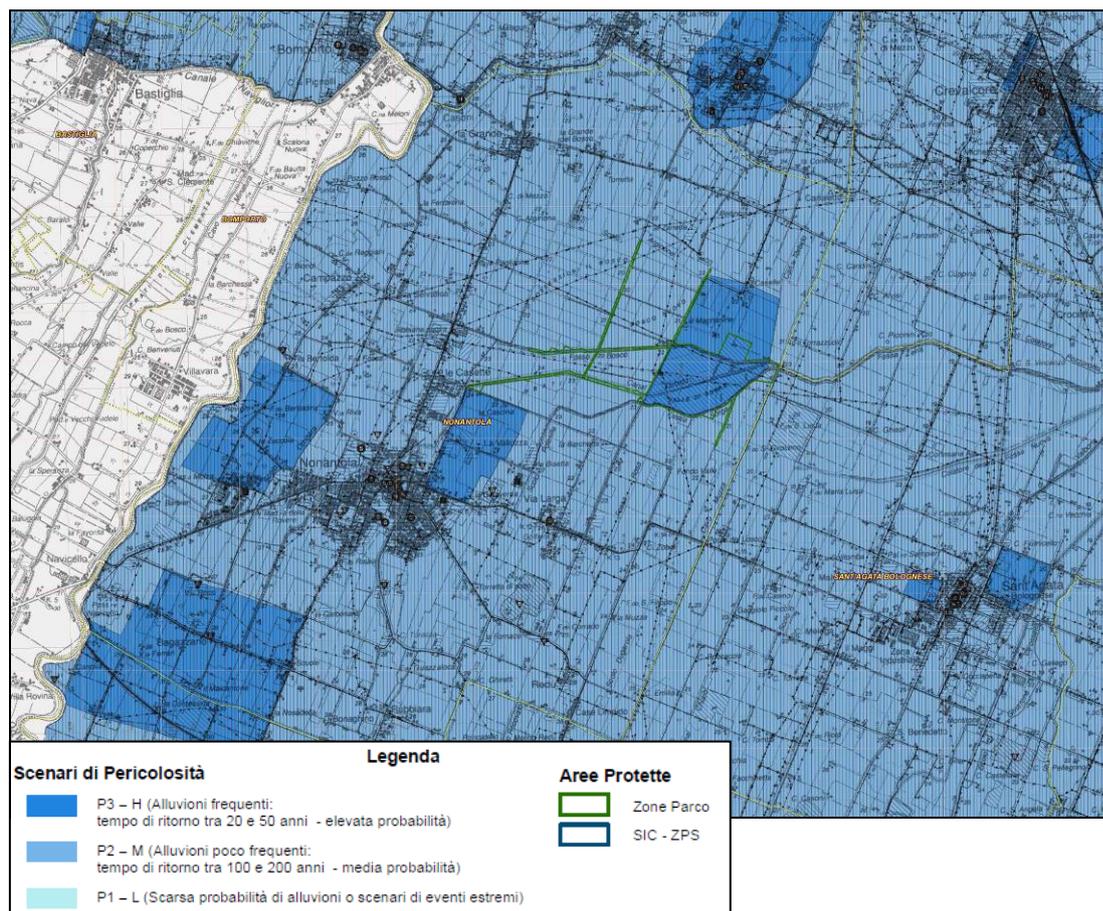


La Mappa di Pericolosità relativa allo scenario di riferimento: reticolo secondario di pianura, ricomprende tutto il territorio comunale nello scenario di pericolosità P2 – M definito a **media probabilità**, caratterizzato da alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno tra 50 e 200 anni, ad eccezione di 4 aree che vengono invece classificate a pericolosità P3 – H contraddistinto da alluvioni frequenti: tempo di ritorno fino a 50 anni – **elevata probabilità** (cfr. Img. 3.5.2).

Si ricorda, come specificato nell'elaborato "II A. Mappatura della pericolosità e valutazione del rischio"¹² e confermato nella Relazione Metodologica¹³ a supporto del II ciclo PGRA, "La perimetrazione delle aree allagabili è stata effettuata con riferimento agli scenari di media ed elevata probabilità di piena previsti dalla Direttiva. Il metodo di individuazione delle aree soggette ad alluvioni è stato di tipo **prevalentemente storico-inventariale** e si è basato sugli effetti di eventi avvenuti generalmente negli ultimi 20-30 anni in quanto ritenuti maggiormente rappresentativi delle condizioni di pericolosità connesse con l'attuale assetto del reticolo di bonifica e del territorio.

A questa tipologia di aree si aggiungono limitate zone individuate mediante modelli idrologico – idraulici e aree delimitate sulla base del giudizio esperto degli enti gestori in relazione alla incapacità, più volte riscontrata, del reticolo a far fronte ad eventi di precipitazione caratterizzati da tempi di ritorno superiori (in media) a 50 anni. Nello scenario media probabilità, le aree perimetrate possono coincidere con gran parte dei settori di pianura dei bacini idrografici."

Img. 3.5.2 – Estratto Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti – Ambito territoriale: Reticolo secondario di pianura (202 SO – Nonantola) – PGRA Autorità di bacino distrettuale del fiume Po



Nel dicembre 2019 è stato completato il primo aggiornamento¹⁴ delle mappe di pericolosità e di rischio di alluvione del PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvione); per il territorio vengono confermate le precedenti perimetrazioni, con riferimento ad uno scenario di piena del fiume Panaro con tempo di ritorno di 500 anni e al reticolo secondario di pianura con tempi di ritorno di 50-200 e fino a 50 anni.

Nel corso del 2021, contestualmente alla elaborazione del PGRA (secondo ciclo), sono stati svolti dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po importanti approfondimenti nelle APSFR distrettuali arginate, tra cui anche quella del Panaro, condotti attraverso modelli idraulici bidimensionali e simulazioni di scenari di allagamento conseguenti a processi di tracimazione e rottura arginale nel caso

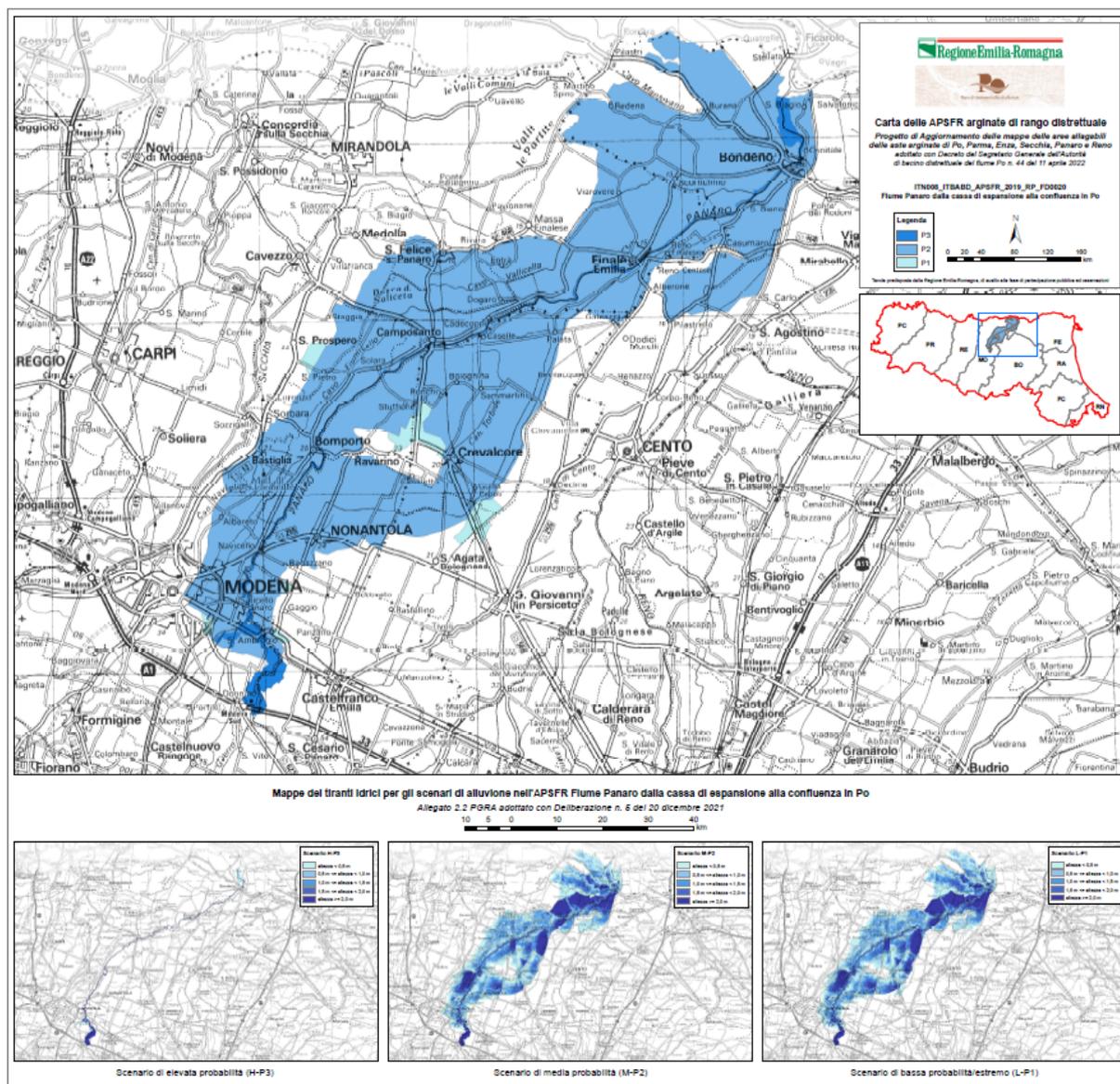
¹² Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (Art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. n. 49 del 23.02.2010) - II A. Mappatura della pericolosità e valutazione del rischio (2016)

¹³ Aggiornamento e revisione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvione redatte ai sensi dell'art. 6 del D.lgs. 49/2010 attuativo della Dir. 2007/60/CE – II ciclo di gestione (2020)

¹⁴ <https://pianoalluvioni.adbpo.it/mappe-della-pericolosita-e-del-rischio-di-alluvione/>

in cui i profili di piena non siano contenibili con franchi adeguati all'interno dei sistemi arginali; in data 11 aprile 2022, è stato pubblicato il progetto di aggiornamento delle mappe delle "Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) distrettuali arginate", la cui fase di osservazioni si è conclusa agli inizi di Luglio. Con la suddetta cartografia viene introdotta una differente classificazione del territorio comunale, che risulterebbe compreso nello scenario di pericolosità P2 – M definito a media probabilità di alluvioni (alluvioni poco frequenti Tr = 100 – 200 anni).

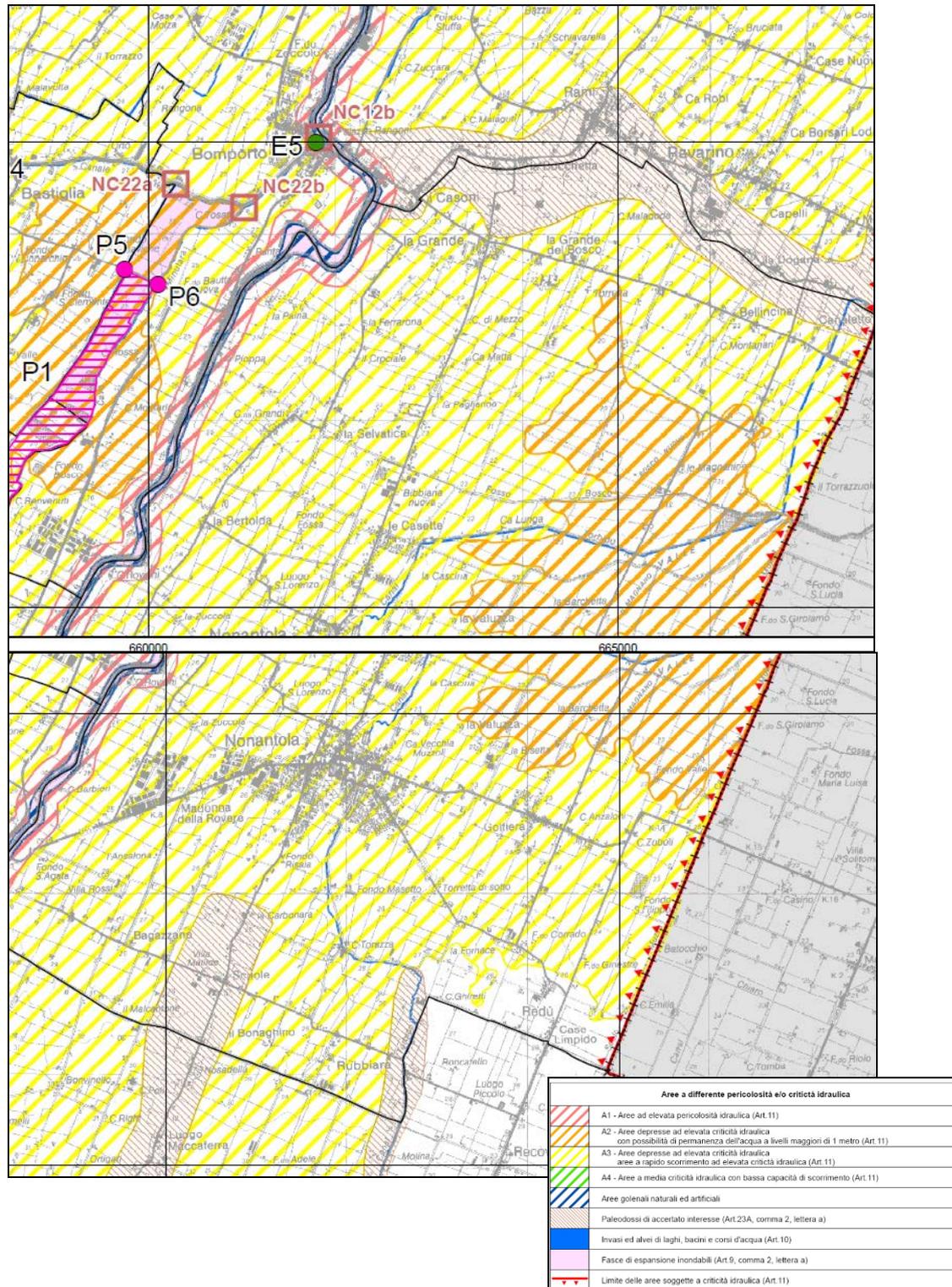
Img. 3.5.3 – da "Progetto di aggiornamento delle mappe delle aree allagabili delle aste arginate", Estratto Tav. "Carta delle APSFR arginate di rango distrettuale" (in alto) e "Mappe dei tiranti idrici per scenari di alluvione nell'APSFR Fiume Panaro dalla cassa di espansione alla confluenza in Po" – PGRA Autorità di Bacino del Fiume Po.



3.5.1.2 II PTCP della Provincia di Modena

Il PTCP della Provincia di Modena (2009) definisce nella Tav. 2.3 il "Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica".

Img. 3.5.4 – Estratto Tav. 2.3.1 e 2.3.2 - "Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica" - PTCP della Provincia di Modena



Sul territorio comunale di Nonantola sono individuate le seguenti aree a differente criticità:
 - Aree **A1** - aree ad elevata pericolosità idraulica rispetto alla piena cinquantennale, corrispondente alle fasce di rispetto, individuate in relazione alle diverse altezze arginali. In tale area un'onda di piena disalveata compromette gravemente il sistema insediativo, produttivo e infrastrutturale,

provocando danni ingenti al patrimonio insediativo ed infrastrutturale; nel PTCP l'ampiezza di tale area è definita in relazione all'altezza arginale distinguendo in particolare tre classi (altezza arginale minore di 5.0 m, tra 5.0 e 10.0 m e superiore a 10.0 m). Per il territorio comunale di Nonantola tale fascia presenta una profondità di 150 m in destra del fiume Panaro;

- Aree **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 particolarmente critiche; nel territorio comunale di Nonantola è presente un'ampia area A2 nella zona nord orientale, caratterizzata dalle quote altimetricamente più basse e interessata dai tracciati dei Collettori Sorgo e Bosca, dal Canal Torbido e dall'area del Torrazzuolo;
- Aree **A3** aree depresse ad elevata criticità idraulica situate in comparti morfologici allagabili, ma caratterizzate da condizioni altimetriche meno critiche della classe precedente, ed aree caratterizzate da scorrimento rapido e buona capacità di smaltimento ad elevata criticità idraulica poiché situate in comparti allagabili. E' compresa in quest'area quasi tutta la restante parte del territorio comunale di Nonantola. Fanno eccezione la fascia a nord, al confine con il territorio di Ravarino e due aree a sud, una in corrispondenza dell'abitato di Bagazzano e l'altra di Rubbiara, interessate dalla presenza di dossi fluviali e pertanto non ricomprese nella perimetrazione delle aree allagabili.
La porzione sud-orientale del territorio comunale in corrispondenza dell'abitato di Redù e Case Limpido non risulta infine interessata da pericolosità e criticità idraulica.

La sostenibilità degli insediamenti rispetto alla criticità idraulica del territorio viene definita dalla cartografia provinciale, individuando ambiti a diverso grado di pericolosità/criticità idraulica, sulla base della valutazione dei possibili effetti in occasione di una piena cinquantennale, in relazione alle diverse altezze arginali (Aree A1 - pericolosità idraulica), e alle situazioni morfologiche in cui, in caso di allagamento, si riscontra la possibilità di permanenza dell'acqua o comunque la bassa capacità di smaltimento (Aree A2 e A3 - criticità idraulica). In particolare, l'approccio metodologico utilizzato dal PTCP per la definizione delle aree a differente criticità idraulica, è basato su un approccio modellistico teorico per le Aree A1 e su un approccio morfologico – altimetrico per la definizione delle aree A2, A3 e A4.

Ai sensi del comma 1 dell'Art. 11 delle NTA del PTCP *"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"*.

3.5.1.3 Studi recenti sul fiume Panaro.

Successivamente all'evento di piena del gennaio 2014, sono stati avviati studi finalizzati all'analisi della sicurezza del sistema arginale del fiume Panaro e alla progettazione dell'adeguamento delle arginature stesse. Lo studio idrologico preliminare, condotto dall'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia¹⁵, ha definito gli idrogrammi di progetto con tempo di ritorno assegnato e ha mostrato che la portata smaltibile a valle della cassa d'espansione è prossima a 500 m³/s, anche se non risulta garantito il franco idraulico di sicurezza di 1 m in diverse sezioni. Successivi approfondimenti¹⁶ hanno confermato che il sistema arginale è in grado di contenere l'onda di piena con tempo di ritorno di 50 anni (colmo 525 m³/s), a meno di due criticità locali, mentre l'onda di piena con tempo di ritorno di 100 anni (colmo 650 m³/s) determina franchi negativi in alcune sezioni e franchi inferiori a 1 m in diversi tratti tra la cassa di espansione e la sezione di Camposanto. Infine, l'asta fluviale non è in grado di contenere l'idrogramma con tempo di ritorno 200 anni (colmo 875 m³/s). Il progetto di adeguamento prevede di garantire il transito dell'onda di piena cinquantennale con 1 m di franco¹².

Un altro recente studio¹⁷ è stato effettuato dal DIA su incarico dell'Agenzia per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile della Regione Emilia-Romagna. Nonostante gli idrogrammi di progetto utilizzati in tale studio fossero diversi da quelli utilizzati per la progettazione, i risultati hanno confermato che il sistema arginale non è in grado attualmente di contenere eventi di tempo superiore a 50 anni (colmo 601 m³/s, secondo il detto studio), che diventeranno circa 100 anni (colmo 655 m³/s) a franco zero

¹⁵ Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, «Relazione tecnica sulla verifica funzionale delle arginature del fiume Panaro,» 2016.

¹⁶ ETATEC et al., «Adeguamento strutturale e funzionale del sistema arginale tramite interventi di sistemazione morfologica dell'alveo, adeguamento in quota e in sagoma a valle della cassa al confine provinciale ... (MO-E-1346),» 2017.

¹⁷ Università degli Studi di Parma, «Progetto RESILIENCE - Relazione delle attività del POA 2016,» 2017.

qualora vengano completati gli interventi di rialzo e ringrosso arginale previsti dall'Agenzia Interregionale per il fiume Po (AIPo).

3.5.1.4 Lo studio idraulico condotto dall'Università di Parma (2020)

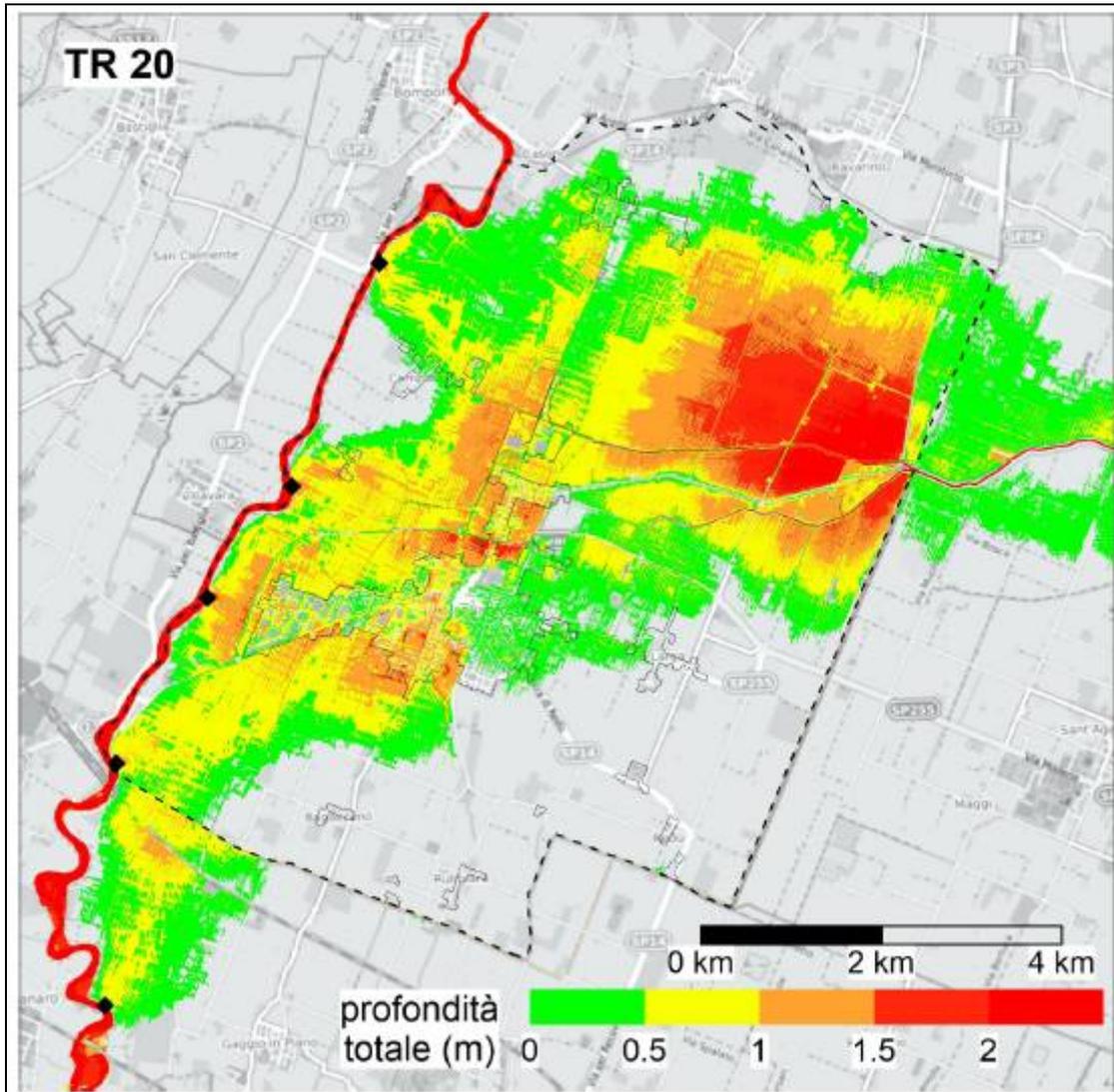
Al fine di caratterizzare la pericolosità idraulica del territorio comunale, nell'ambito della formazione del QC del PUG, l'amministrazione comunale di Nonantola ha affidato al Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura dell'Università degli Studi di Parma nel marzo 2020 l'incarico per la "Valutazione del rischio di allagamento del territorio del Comune di Nonantola" a cura di Università di Parma, Dipartimento di Ingegneria e Architettura, responsabile scientifico Prof. P. Mignosa, Gruppo di lavoro: Ing. Renato Vacondio, Ing. Susanna Dazzi (di seguito Studio idraulico).

Nello studio idraulico condotto è stata valutata, mediante modellazione numerica, la dinamica dei possibili allagamenti nel comparto in destra idraulica del fiume Panaro a seguito di ipotetiche rotte arginali che potrebbero verificarsi nel tratto compreso tra l'attraversamento della ferrovia MI-BO e il confine nord del territorio comunale, andando pertanto ad interessare il territorio del Comune di Nonantola. Al fine di esplorare un'ampia gamma di possibili scenari di allagamento, sono state effettuate simulazioni con brecce arginali di rilevante ampiezza (confrontabile comunque con i massimi valori storici in fiumi di queste dimensioni) e ubicate in 5 diverse posizioni scelte opportunamente. Ciascuna simulazione è stata ripetuta per due diversi scenari idrologici con tempi di ritorno di 20 e 200 anni. I risultati forniscono informazioni relative alla dinamica dell'allagamento conseguente al cedimento arginale, alle massime profondità e velocità idriche attese e ai tempi di arrivo dell'allagamento. Le simulazioni sono state condotte con un modello idraulico 2D accurato e con una griglia di calcolo ad alta risoluzione (2x2 m nelle aree di maggiore interesse), che permette di ottenere risultati molto dettagliati, in particolare all'interno dei centri abitati. I risultati relativi all'intero territorio indagato sono stati analizzati congiuntamente per fornire una valutazione finale sull'impatto dei potenziali allagamenti conseguenti a brecce sul Panaro sul Comune di Nonantola. A questo scopo è stata realizzata la mappa dell'inviluppo delle massime profondità totali (indice di pericolosità) ottenute dalle simulazioni delle varie brecce, per ciascuno dei due scenari idrologici considerati.

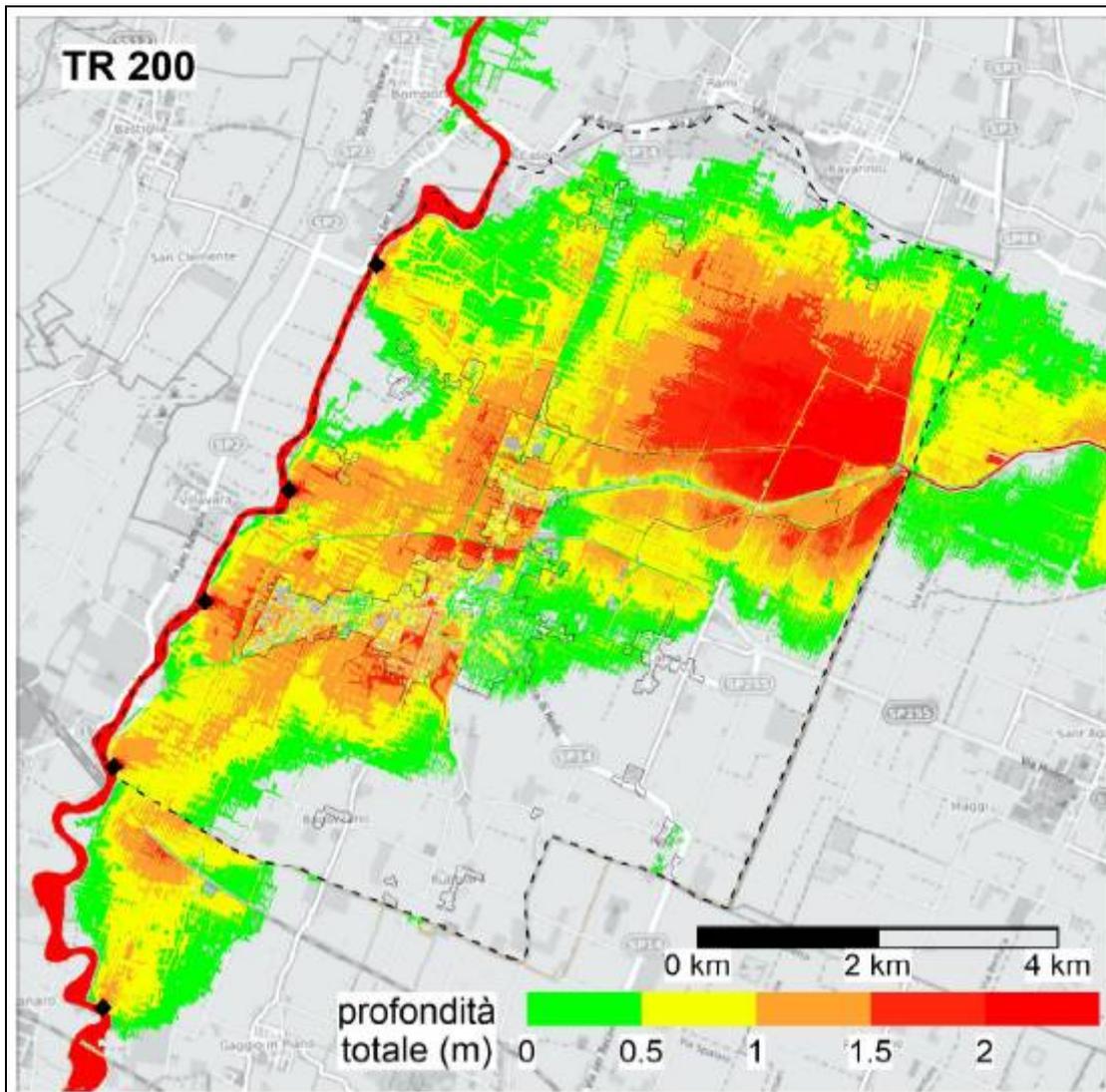
Le mappe sono rappresentate nelle Immagini seguenti, rispettivamente per gli scenari TR 20 e TR 200; quest'ultima è stata utilizzata per la realizzazione della Carta di Inviluppo dei massimi battenti idrici, riportata come inserto, nell'elaborato Tav.6 "Pericolosità Idraulica" (cfr. par. 3.5.1.5).

L'area complessivamente interessata da potenziali allagamenti è risultata essere di 3.440 ha per lo scenario TR 20 e di 3.730 ha per lo scenario TR 200, pari rispettivamente al 63% e al 68% del territorio comunale.

Img. 3.5.5 – Involuppo della massima profondità totale (pericolosità) di tutte le breccie ipotizzate per lo scenario TR 20 (Università di Parma).



Img. 3.5.6 – Inviluppo della massima profondità totale (pericolosità) di tutte le breccie ipotizzate per lo scenario TR 200 (Università di Parma).



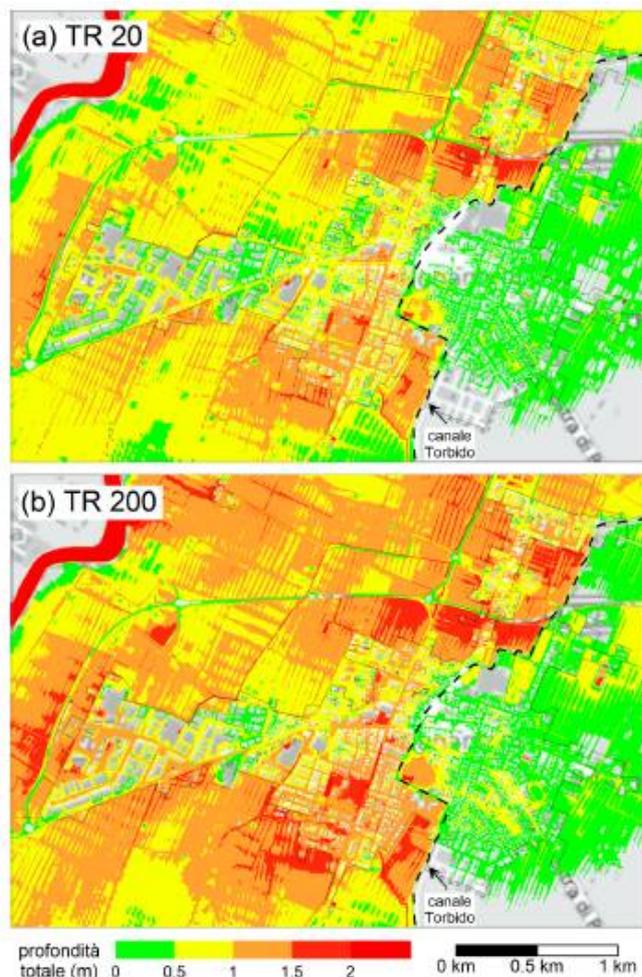
Dallo studio emerge che la porzione Sud-Est del Comune non risulta mai coinvolta dall'allagamento, poiché viene "schermata" a Sud dal rilevato della TAV. Un'altra area a basso rischio di alluvione è il dosso morfologico presente lungo il confine comunale a Nord, grazie alla sua elevazione rispetto alla campagna circostante. Per quanto riguarda invece l'area apparentemente asciutta a ridosso dell'argine destro del Panaro, compresa tra le posizioni delle Breccie 4 e 5, è importante evidenziare che tale area potrebbe essere allagata in caso di innesco di una breccia nel tratto intermedio tra le due breccie qui considerate: non è dunque lecito attribuire a tale area una bassa pericolosità. Lo stesso ragionamento è valido in generale per tutta la fascia al piede dell'arginatura destra del fiume Panaro. Chiaramente, aumentando il numero degli scenari simulati (breccie più ravvicinate) sarebbe possibile migliorare la valutazione della pericolosità in vicinanza delle arginature, mentre nel resto del territorio la mappa di inviluppo rimarrebbe sostanzialmente invariata.

L'area caratterizzata dalla pericolosità più alta è sicuramente quella delimitata a Sud dagli argini del collettore Bosca e a Est da quelli del canale Torbido: qui infatti si accumula una parte consistente del volume esondato e si riscontrano tiranti idrici elevati. L'area è ad uso prevalentemente agricolo, anche se sono presenti alcune case sparse. Inoltre, indici di pericolosità alta o altissima sono riscontrabili in tutta la parte Ovest del centro abitato di Nonantola e zone limitrofe, in sinistra idraulica del canale Torbido, mentre in destra dello stesso la pericolosità è medio-bassa.

Particolarmente elevata è la pericolosità nella porzione di territorio delimitata a Est dagli argini del canale e a Nord dalla tangenziale (2° stralcio); anche lungo alcune strade nella zona urbana Sud si riscontrano pericolosità elevate, in questo caso dovute non solo a tiranti idrici elevati, ma anche ad

elevate velocità. Si noti che le simulazioni non tengono specificatamente conto del possibile accumulo di volume idrico nei piani interrati (cantine, garage, seminterrati) e nel sistema fognario. Oltre alla zona residenziale, risulta caratterizzata da una pericolosità alta anche la zona industriale a Ovest di Nonantola ("Gazzate").

Img. 3.5.7 – Centro abitato di Nonantola: inviluppo della massima profondità totale (pericolosità) di tutte le breccie ipotizzate per lo scenario (a) TR 20 e (b) TR 200 (Università di Parma).



Per quanto riguarda gli altri principali centri abitati presenti nel territorio comunale, è possibile individuare alcune frazioni che non presentano particolari rischi in caso di alluvione: Bagazzano, Bonaghino, Case Pellegrini, Rubbiara, Ampergola, Redù, Case Limpido, La Fornace (tutte collocate nella parte Sud-Est del Comune) e Cantone (a Nord). La frazione di Via Larga è lambita dall'allagamento per alcuni scenari simulati, ma con tiranti idrici modesti (bassa pericolosità). Infine, si riscontrano pericolosità medio-alte nelle frazioni di La Bertolda, Case Ponte Fossa, Case Reggiani, Campazzo, La Selvatica, La Grande, La Grande del Bosco e Bellincina.

3.5.1.5 La carta della pericolosità idraulica del territorio comunale

Per la definizione della **Carta della pericolosità idraulica** del territorio comunale sono state elaborate due distinte cartografie, l'una relativa al reticolo idrografico principale e l'altra relativa al reticolo secondario di pianura; le due cartografie sono state incrociate ed è stata quindi definita una carta univoca di pericolosità del territorio di Nonantola.

La **Carta d'inviluppo dei massimi battenti idrici** (Tr 200 anni), riportata come inserto nell'elaborato Tav.6 "Pericolosità idraulica" e redatta a partire dall'**Inviluppo della massima profondità totale (pericolosità) di tutte le breccie ipotizzate per lo scenario TR 200**, illustra un inviluppo della pericolosità idraulica sulla base dei massimi battenti idrici raggiunti con le simulazioni condotte nello studio idraulico dell'Università di Parma; la cartografia prodotta nello studio idraulico, per sua natura molto dettagliata in termini di battenti idrici, è stata "semplificata"

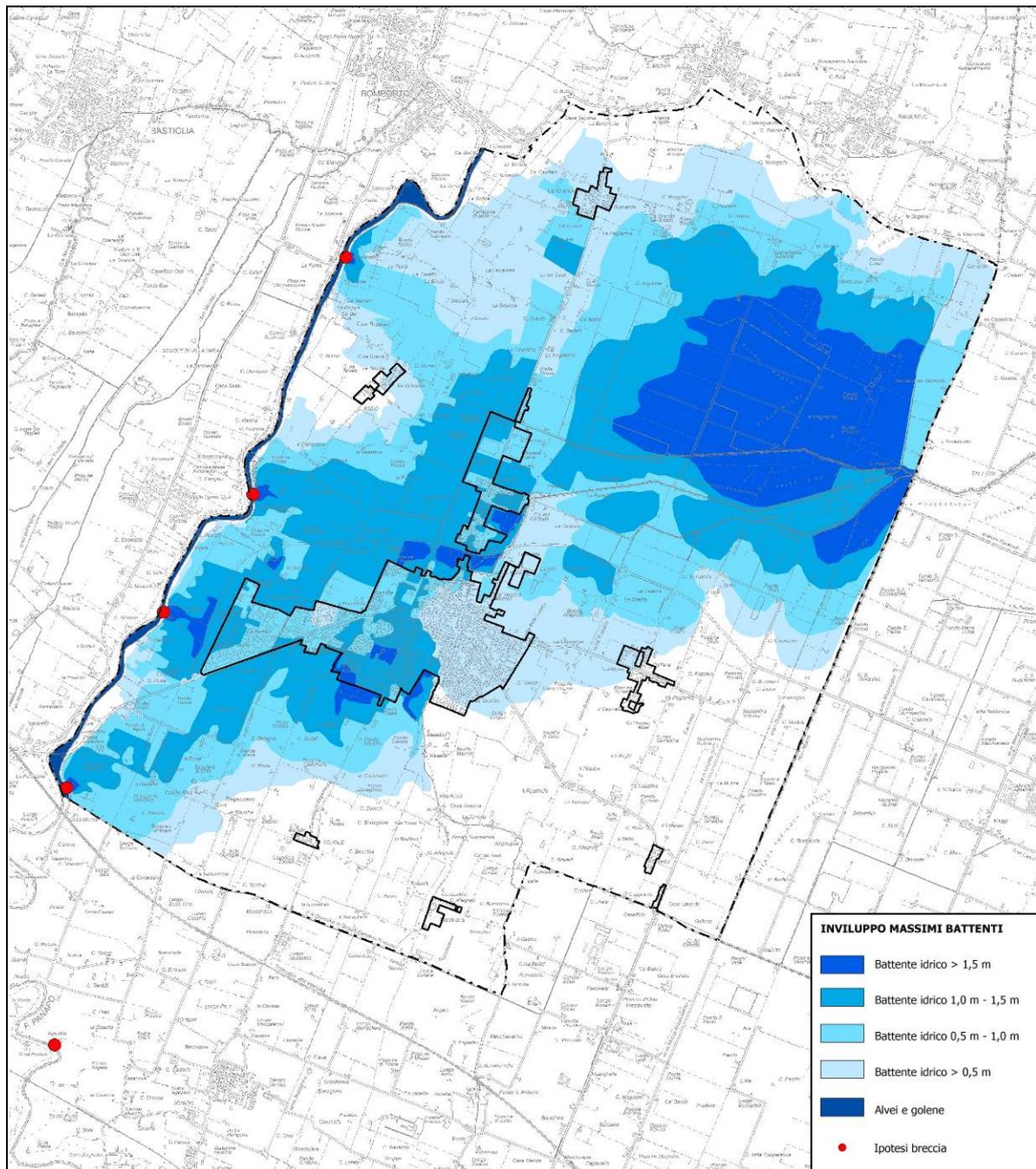
individuando classi di raggruppamento dei battenti idrici rappresentativi di un diverso grado di pericolosità idraulica:

- Battenti idrici tra 0 e 0.50 m: pericolosità idraulica che non comporta particolari danni alle persone e agli animali;
- Battenti idrici tra 0.50 e 1.00 m: costituisce una pericolosità per le persone, gli animali e le strutture;
- Battenti idrici tra 1.00 e 1.50 m: costituisce una pericolosità severa per le persone, gli animali e le strutture;
- Battenti idrici > 1,50 m: oltre tale valore la classe è indifferenziata in quanto il battente è tanto elevato da comportare rischio di incolumità fisica per le persone, gli animali e le strutture.

Tali battenti, ovviamente in relazione alla loro entità, sono da considerarsi accompagnati anche da velocità di trasferimento e spinte crescenti andando dalla classe inferiore a quella superiore.

Nella carta sono state riportati anche i punti di breccie ipotizzate dallo studio idraulico.

Img. 3.5.8 – Inviluppo dei massimi battenti idrici (Tr 200 anni)

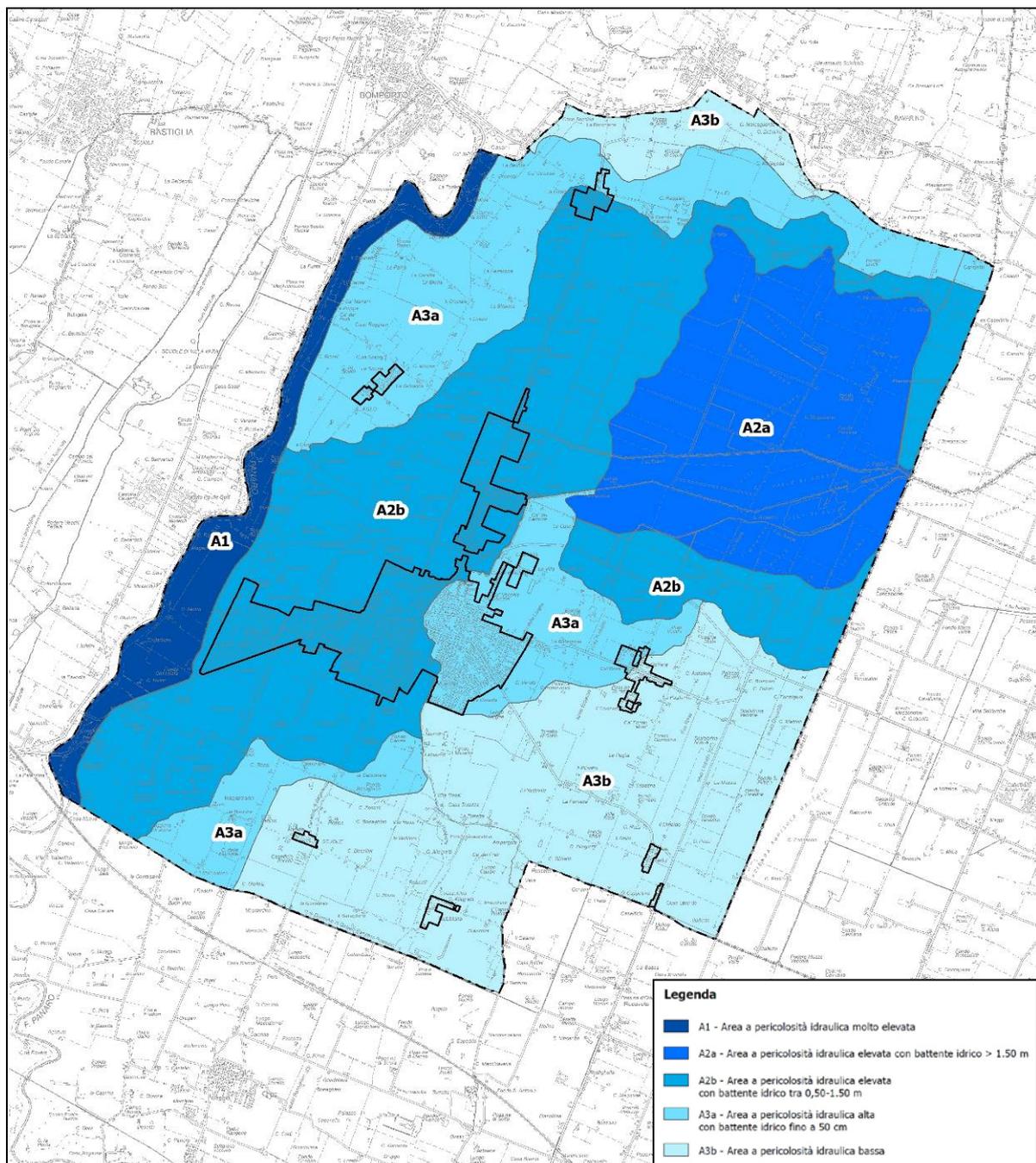


La cartografia fornisce l'indicazione della "situazione peggiore" in ciascun punto del territorio considerato, in termini di altezza idrica, che potrebbe verificarsi per scenari con TR 200 anni; per quanto riguarda le aree raggiunte dai battenti maggiori, si conferma quanto già descritto nel precedente par. 3.5.1.4.

La **carta della pericolosità idraulica del reticolo principale**, connessa cioè alla pericolosità derivante dal fiume Panaro, è stata elaborata a partire dagli scenari di pericolosità ricostruiti dalle simulazioni condotte dall'Università di Parma, in particolare dalla **Carta dei Massimi battenti idrici riferita a tempi di ritorno Tr 200 anni** (Img. 3.5.8), opportunamente interpretata per l'intero territorio comunale, tenendo conto delle considerazioni sopra riportate rispetto alle aree che non risultavano interessate da allagamenti in ragione della posizione delle brecce.

L'elaborato è stato poi confrontato con la **Mappa di pericolosità e degli elementi esposti del PGRA**, che classificando l'intero territorio comunale in classe di pericolosità P1, ad esclusione dell'area interna alle arginature del Panaro (P3), non apporta nessuna modifica alla precedente classificazione.

Img. 3.5.9 – Carta della Pericolosità del reticolo idrografico principale (fiume Panaro)

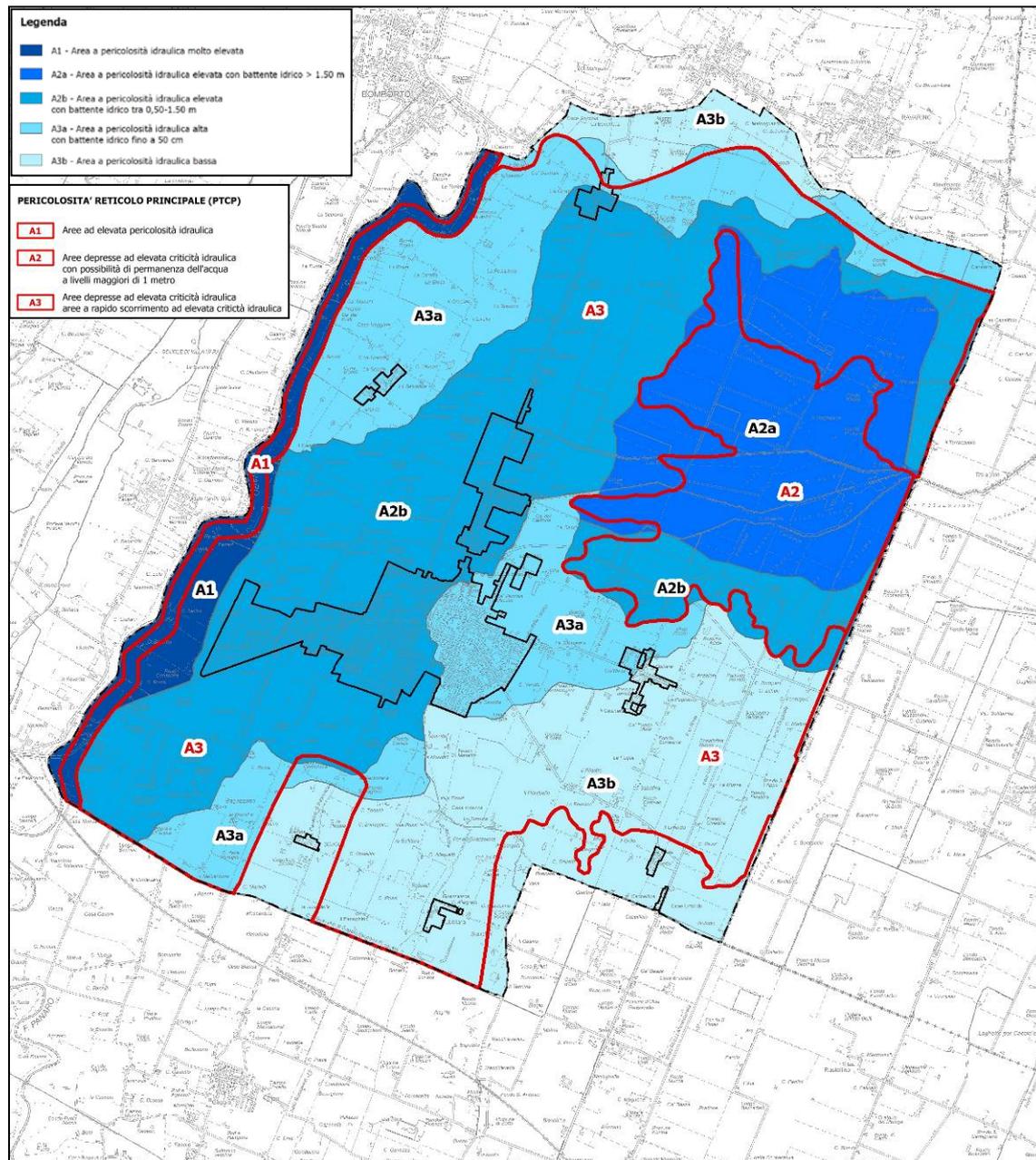


Infine l'elaborato è stato confrontato con la cartografia provinciale (Tav. 2.3 PTCP cfr. Img. 3.5.4), giungendo alla suddivisione del territorio in 5 classi a diverso grado di pericolosità.

- **AREA A1** – Area a pericolosità idraulica molto elevata: comprende la fascia adiacente al fiume Panaro, interessata dalla pericolosità più elevata sia in relazione ad una rotta che ad un sormonto arginale; rispetto alla perimetrazione del PTCP sono state introdotte alcune modifiche in relazione alla presenza di elementi di tipo morfologico-strutturale. La modifica più rilevante riguarda l'ampliamento della fascia A1 attigua alle arginature fluviali nel tratto delimitato verso est dal tracciato della S.P. 255 e da quello della tangenziale; la presenza delle due infrastrutture stradali, rilevate rispetto al terreno circostante, determina una compartimentazione delle aree poste ad ovest, che in caso di rotta fluviale che si dovesse verificare in corrispondenza di tale tratto del corso d'acqua, determinerebbe un difficile deflusso delle acque, oltre che battenti elevati.

Nell'immagine seguente si riporta un confronto tra le perimetrazioni della Tav. 2.3 del PTCP e quelle della Carta di Pericolosità del QC.

Img. 3.5.10 – Confronto perimetrazione PTCP – QC PUG

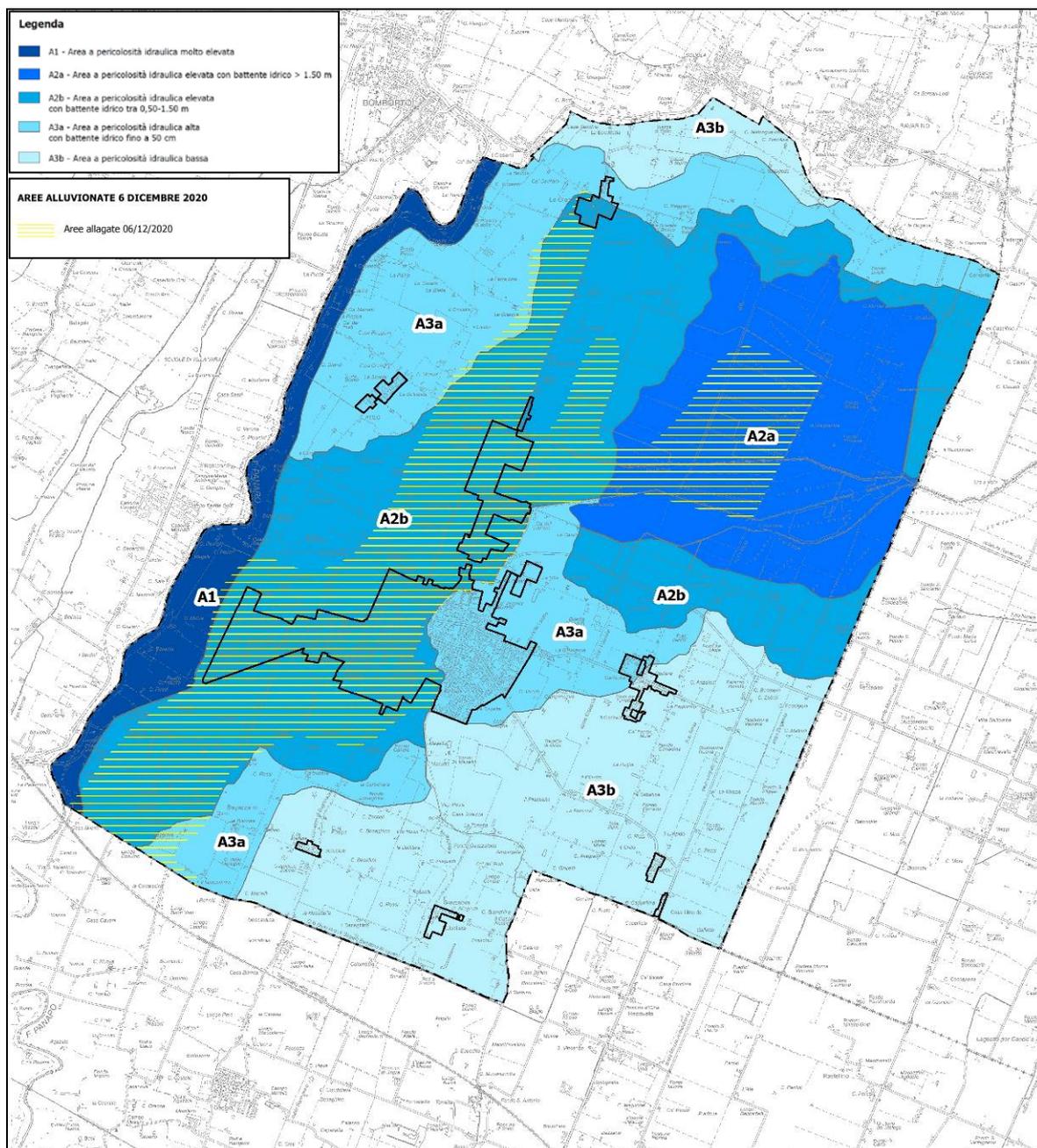


- **AREA A2a** – Aree a pericolosità idraulica elevata con battente idrico > 1.00 m: se si esclude la zona adiacente al fiume Panaro (A1), questa è l'area del territorio caratterizzata dalla pericolosità

maggiore; posta nella parte nord orientale del comune, è delimitata nella parte sud dal collettore Bosca, a nord si spinge sino a lambire la Via Guercinesca Est, mentre verso est interessa l'area dell'oasi di riequilibrio ecologico del Torrazzuolo. Questa è l'area nella quale, per la conformazione morfologica depressa e chiusa, si accumula una parte consistente del volume esondato e si riscontrano tiranti idrici elevati; in occasione della recente alluvione del 2020, l'area è stata interessata dalle acque esondate, che sono defluite sia per gravità che tramite pompaggi effettuati dal personale del Consorzio di Bonifica di Burana;

- **AREA A2b** – Aree a pericolosità idraulica elevata con battente idrico 0.5 - 1.00 m: comprende un'ampia fascia con sviluppo da sud-ovest verso nord-est, che interessa la metà occidentale dell'abitato di Nonantola, l'intero abitato di Casette e buona parte dell'abitato di La Grande; in occasione della recente alluvione, questa è stata l'area che per la maggior parte è stata raggiunta dalle acque esondate (cfr. Img. 3.5.11), con battenti idrici che hanno raggiunto, in alcune località, anche il metro di altezza;

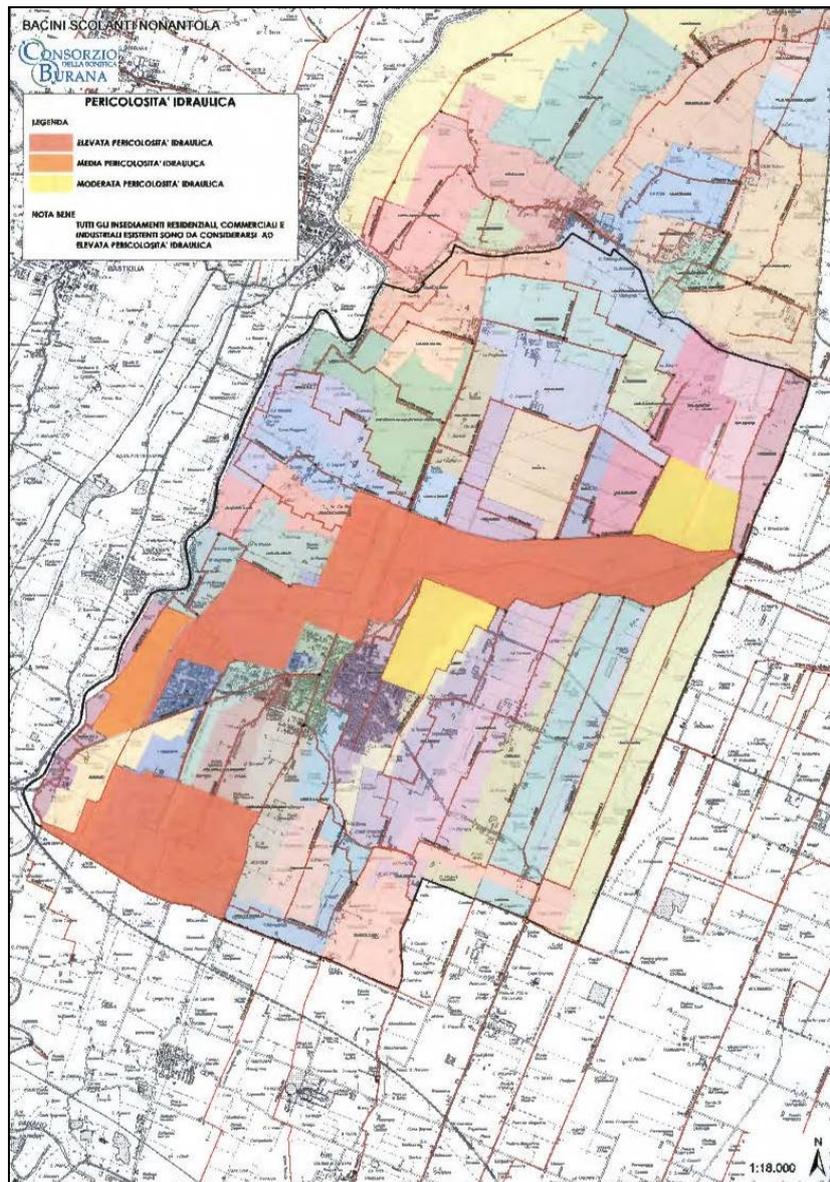
Img. 3.5.11 – Aree A2b – Confronto perimetrazione QC PUG con Aree interessate dall'esondazione del 2020



- **AREA A3a** – Aree a pericolosità idraulica alta con battente idrico < 50 cm: sono le aree nelle quali un evento alluvionale produrrebbe battenti idrici di altezze più contenute (fino a circa 50 cm circa); poste in adiacenza alle aree A2, interessano la parte orientale del capoluogo, una parte marginale di Via Larga e la frazione di Campazzo;
- **AREA A3b** – Aree a pericolosità idraulica Bassa: rappresentano le aree che negli scenari simulati non vengono raggiunte dalle acque di esondazione del Panaro; sono poste nella zona sud-orientale del territorio comunale nella quale ricadono le frazioni di Bagazzano, Rubbiara e Redù, oltre alla fascia più settentrionale del territorio comunale interessata dalla struttura di dosso di Ravarino.

La **carta della pericolosità idraulica del reticolo secondario di pianura**, è stata redatta con il supporto dei tecnici del Consorzio di Bonifica Burana¹⁸, a partire dalla “Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti – Ambito territoriale: Reticolo secondario di pianura” del PGRA; nello specifico il Consorzio di Bonifica Burana, ha fornito un esauriente contributo¹⁹ conoscitivo volto all’aggiornamento del QC, propedeutico alla redazione del PUG, con il quale sono state evidenziate le numerose criticità che interessano il reticolo di scolo in gestione sul territorio di Nonantola. Di seguito si riporta la mappa fornita in cui vengono evidenziate le aree a diverso grado di pericolosità segnalate.

Img. 3.5.12 – Bacini di Scolo e Pericolosità idraulica reticolo secondario fornita dal Consorzio di Bonifica Burana come contributo al presente studio

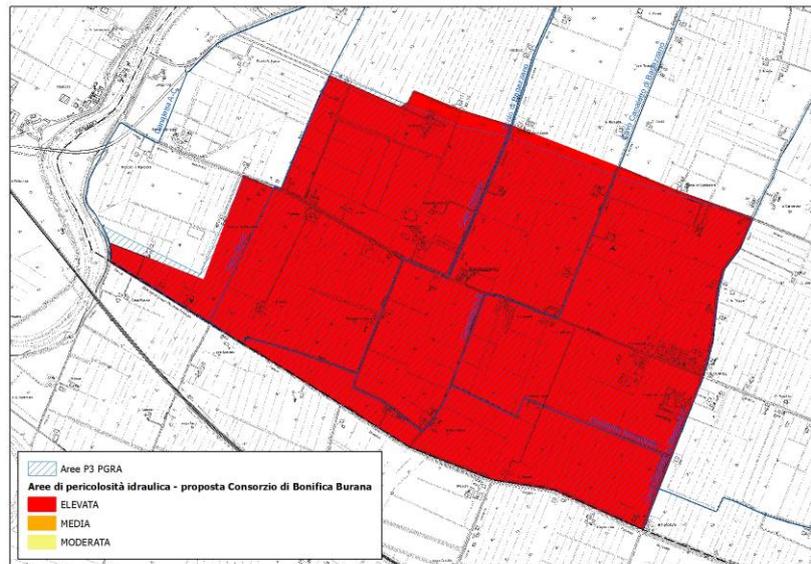


¹⁸ Settore Esercizio Manutenzione Destra Panaro – Resp: Ing. A. Simani; Tecnico Istrutt: Geom. F. Morselli

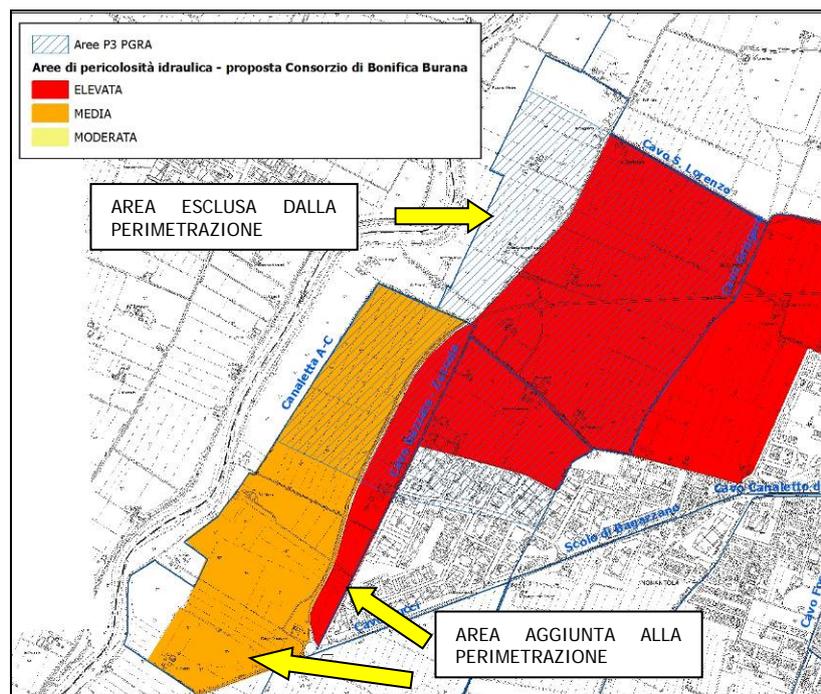
¹⁹ Prot. 07972-21 del 17/05/2021

Dal confronto tra le perimetrazioni delle Mappe del PGRA e quelle proposte dal Consorzio di Bonifica di Burana si evidenzia che:

1. è stata sostanzialmente confermata la perimetrazione dell'area a pericolosità P3 definita dal PGRA nella zona meridionale del territorio comunale;



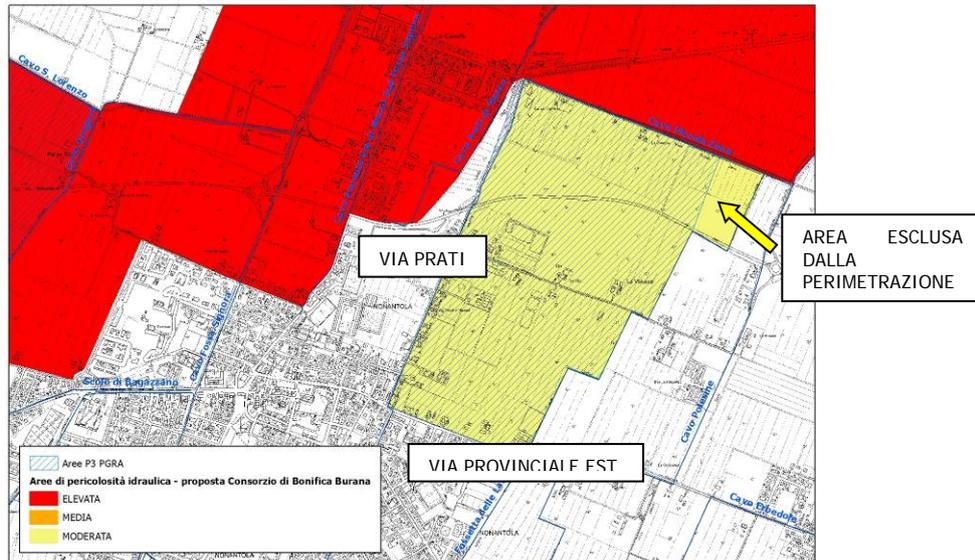
2. è stata proposta la ripерimetrazione dell'area a pericolosità P3 definita dal PGRA a nord-ovest della zona industriale di Nonantola con interessamento anche di parte della stessa; in particolare l'area originaria è stata suddivisa in due parti separate dal tracciato della tangenziale e per entrambe è stato proposto un ampliamento verso sud (parte a ovest della tangenziale) e verso nord-est (parte a est della tangenziale).



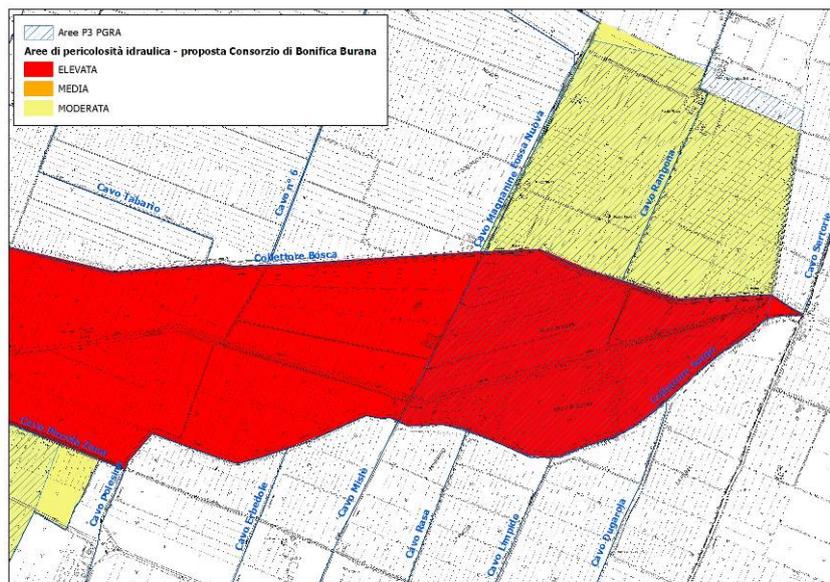
La nuova proposta inoltre assegna alle due aree differenti gradi di pericolosità: l'area ad ovest della tangenziale fino alla Canaletta A-C viene classificata con pericolosità media, mentre l'area restante viene contrassegnata con pericolosità elevata. L'ampliamento della superficie di pericolosità idraulica deriva dal posizionamento del bacino di scolo del Cavo Ortigaro a valle del costruito esistente, che va ad aumentare il carico idraulico nel ricettore finale dello stesso canale. La superficie da aggiungere viene individuata come nodo sensibile in quanto fortemente antropizzata nelle sue adiacenze e soggetta a possibile sormonto dal bacino del Cavo Ortigaro al

bacino del Cavo Gazzate-Zuccola avente dimensioni ridotte (si veda al riguardo anche immagine del punto 3). La perimetrazione proposta escluderebbe la parte di territorio urbanizzato che risulta invece perimetrata dal PGRA, oltre alla parte posta ad ovest della Via Monza – Via Gazzate.

3. è stata proposta una parziale riperimetrazione dell'area a pericolosità P3 definita dal PGRA nella zona a nord-est del capoluogo con limite occidentale sulla Via Prati e meridionale sulla Via Provinciale est; in particolare sarebbe esclusa la piccola porzione più orientale posta a nord del tracciato della tangenziale. Quest'area è stata inoltre definita dal Consorzio a modesta pericolosità.



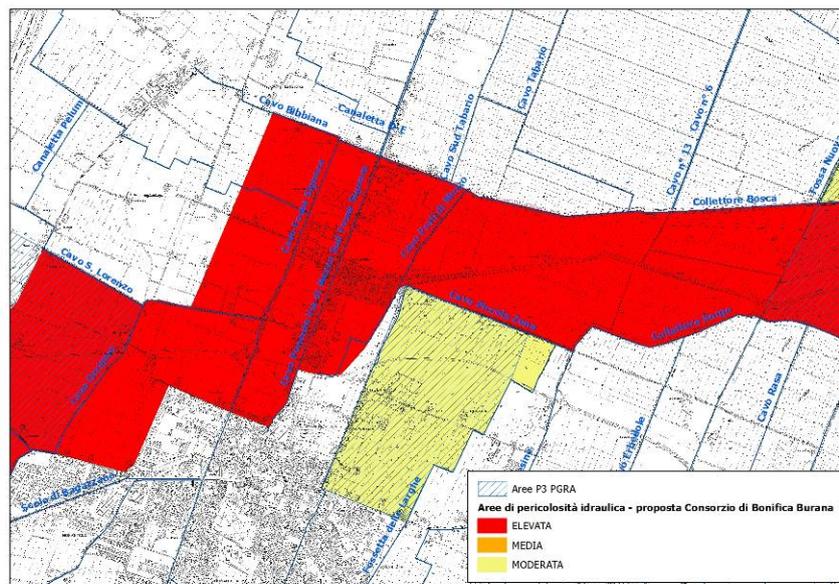
4. è stata proposta una riperimetrazione dell'area P3 individuata dal PGRA nella zona del Torrazzuolo; l'area a nord del Collettore Bosca viene classificata a moderata pericolosità idraulica, mentre l'area restante viene classificata ad elevata pericolosità idraulica.



5. viene infine proposta la perimetrazione di un'ampia area ad elevata criticità idraulica che interessa tutta la zona a nord del capoluogo, che comprende interamente l'abitato di Casette e, verso ovest l'area compresa tra il Collettore Bosca (a Nord) e il Collettore Sorgo (a sud) (si veda nell'immagine seguente tutta l'area rossa senza retinatura PGRA). L'ampliamento della superficie di pericolosità idraulica interessa i bacini di scolo del Collettore Sorgo, Cavo Piccola Zena, Collettore Bosca e Canale Torbido che scorre in mezzo ai due bacini idraulici, dalla zona ovest del territorio fino ad arrivare all'area del Torrazzuolo, nodo di fondamentale importanza per la regimentazione delle acque di scolo del territorio Nonantolano; nella parte centrale inoltre l'area

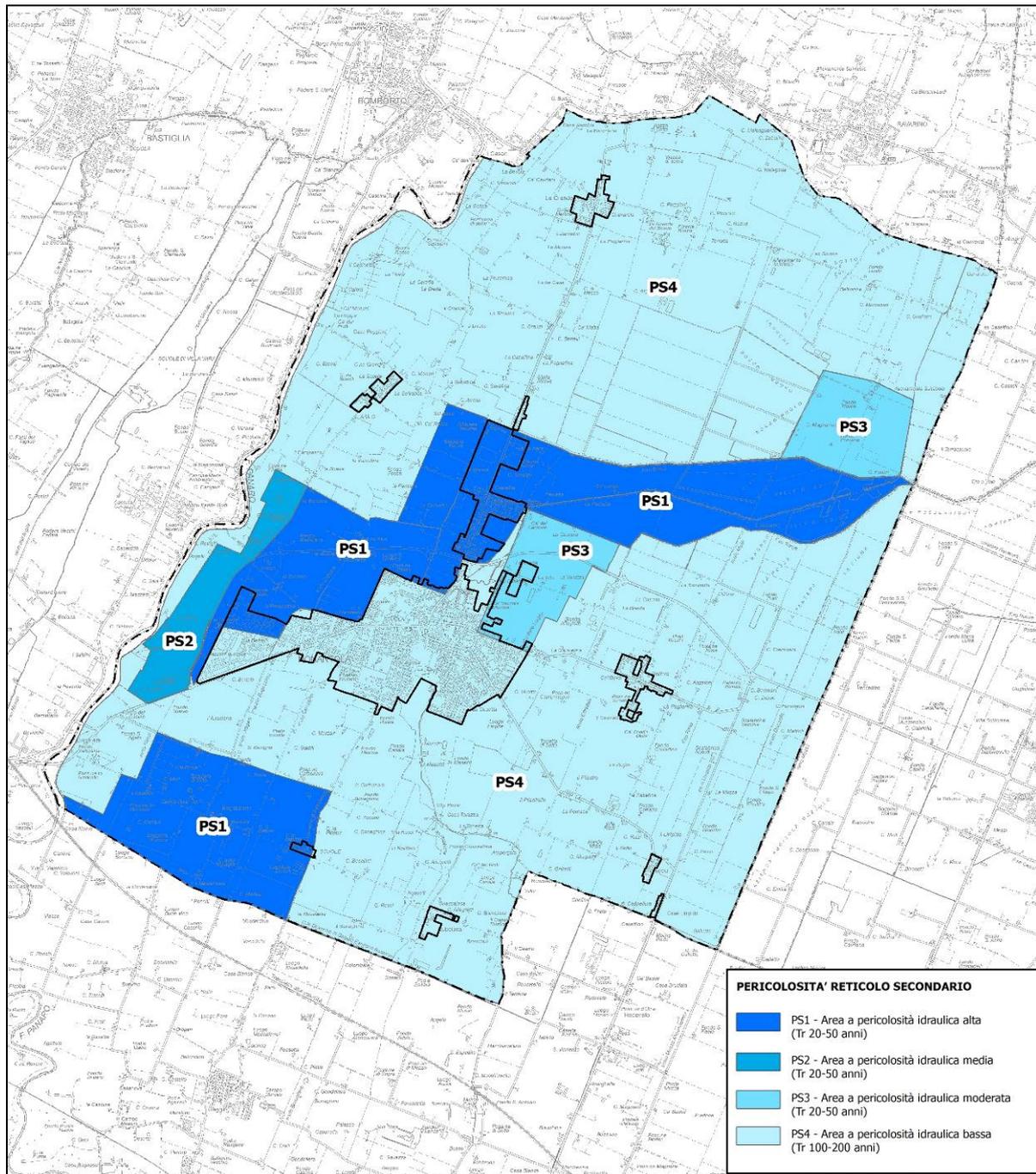
interessa il bacino di scolo del Cavo Fossa Signora, Cavo Ponente via di Mezzo Sud Fossa Signora e Cavo Prati di Mezzo. L'area di nuova perimetrazione viene classificata ad elevata pericolosità idraulica a causa della forte antropizzazione del territorio e delle criticità segnalate; in particolare con specifico riferimento ai corsi d'acqua suddetti, il Consorzio segnala che:

- il Canale Torbido arginato e pensile a valle dell'abitato di Nonantola presenta l'elevato interesse di animali roditori (nutria) che creano le loro tane nell'argine tramite cunicoli che destabilizzano l'assetto di corretta sicurezza idraulica del canale; l'eventuale rottura arginale comporterebbe l'interessamento dell'area compresa tra il Collettore Sorgo (canale che riceve da monte le acque dei centri fortemente antropizzati derivanti dai bacini di scolo dei canali consortili come il Cavo Ortigaro, Cavo Fossa Signora, Cavo Prati di Mezzo), il Cavo Piccola Zena e Collettore Bosca;
- il Cavo Piccola Zena riceve a sud tutte le acque di scolo del centro abitato storico del Comune di Nonantola;
- il Collettore Bosca arginato riceve le acque dei bacini di scolo a sud-est del territorio di Nonantola;
- il Cavo Ponente via di Mezzo Sud Fossa Signora in particolare, fortemente sovraccaricato dal tessuto urbano ed in gran parte tombinato, presenta un rischio idraulico derivante dal rigurgito delle acque.



In base alle indicazioni fornite dal Consorzio è stata redatta la **Carta della Pericolosità del reticolo secondario di pianura** del territorio comunale, riportata nell'immagine seguente oltre che nell'elaborato Tav. 6 "Pericolosità idraulica" come inserto; nella carta sono state individuate quattro aree a differente grado di pericolosità, da Alta a Bassa. Nella perimetrazione delle aree si è scelto di utilizzare i perimetri delle aree P3 della "Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti – Ambito territoriale: Reticolo secondario di pianura" del PGRA in quanto strumento di pianificazione sovraordinato vigente, anche laddove il Consorzio di Bonifica ne proponeva la riduzione, operando pertanto a favore di una maggiore cautela e sono state aggiunte tutte quelle aree di nuova individuazione proposte dal contributo del Consorzio che non venivano invece segnalate nella cartografia del PGRA come aree critiche. Per quanto riguarda il grado di pericolosità, si sono assunte le proposte formulate dal Consorzio di Bonifica, differenziando pertanto anche le aree P3 del PGRA in funzione del diverso grado di pericolosità riconosciuto dall'Ente gestore sulla base dei propri studi e valutazioni; è stata infine attribuita una pericolosità Bassa (PS4) alle aree che il PGRA classifica come P2 e che rappresentano la restante parte del territorio comunale.

Img. 3.5.13 – Carta della Pericolosità del reticolo idrografico secondario di pianura (da PGRA e contributo Consorzio di Bonifica Burana)

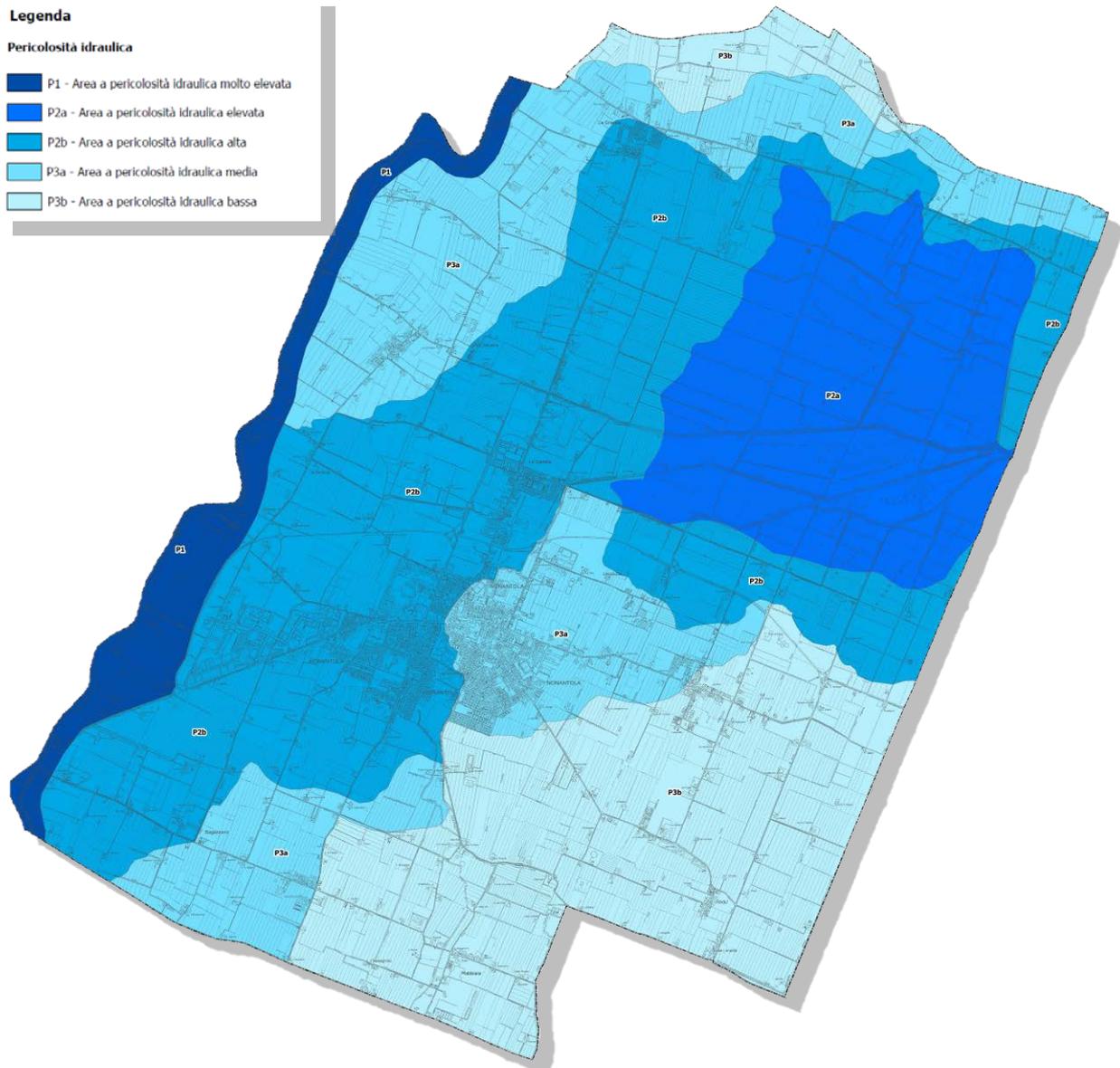


La **carta della pericolosità idraulica del territorio comunale** di Nonantola riportata nell'elaborato Tav. 6, è stata infine ottenuta dalla sovrapposizione delle due cartografie sopra descritte relative al reticolo principale (fiume Panaro) e al reticolo secondario (reticolo di bonifica); sono state individuate cinque aree a pericolosità decrescente da P1 – pericolosità Molto Elevata a P3b – pericolosità bassa (a seguire si riporta la Legenda della carta).

Le aree a pericolosità maggiore si confermano essere quelle adiacenti al tracciato del fiume Panaro, contraddistinte da un grado di pericolosità idraulica molto elevato, con le specifiche già riportate riguardo la perimetrazione dell'area compresa tra le arginature, la S.P. 255 e la Tangenziale; l'area a pericolosità elevata è invece quella posta nei pressi dell'area di riequilibrio ecologico del Torrazzuolo, interessata da basse pendenze e deflusso idrico difficoltoso.

Un'ampia parte del territorio comunale è interessato da una pericolosità idraulica alta, coinvolgendo buona parte del capoluogo, per la parte posta ad ovest del tracciato del Canal Torbido, l'abitato di Casette e di La Grande; un grado di pericolosità idraulica Medio interessa invece le frazioni di Bagazzano, in questo caso in ragione principalmente della pericolosità connessa al reticolo idrografico secondario, Campazzo, la parte occidentale di Via larga oltre che la zona est del capoluogo. Il resto del territorio è invece classificato a pericolosità idraulica Bassa, interessando per altro le frazioni di Rubbiara, Redù e parte di via Larga.

Img. 3.5.14 – Carta della Pericolosità idraulica



3.5.2 La vulnerabilità idraulica del territorio urbanizzato

La vulnerabilità idraulica del territorio urbanizzato può essere interpretata come la predisposizione di elementi a rischio ad essere danneggiati da un evento; per il territorio comunale gli elementi a rischio sono stati considerati gli edifici residenziali e la popolazione residente, gli edifici produttivi con le attrezzature e i lavoratori; sono stati considerati elementi predisponenti:

a) per gli edifici residenziali:

- la presenza di vani interrati;
- la presenza di unità abitative sviluppate al solo piano terra senza presenza di scala interna di collegamento con il piano superiore; in questa casistica rientrano sia l'edificio sviluppato al solo piano terreno (tipologia edilizia piuttosto rara sul territorio comunale), sia l'edificio sviluppato su più piani, ma nel quale la presenza di scala esterna denota la presenza di due distinte Unità abitative, di cui una con sviluppo al solo piano terreno.

b) Per gli edifici produttivi la presenza di capannoni con sviluppo al solo piano terreno senza la presenza di "zone rifugio" sopraelevate per le persone o di parti dell'edificio destinate ad uffici sviluppate su più piani collegati internamente.

Nel calcolo della vulnerabilità è stato inoltre considerato quale elemento predisponente, il grado di criticità della rete di scolo urbana, la cui officiosità contribuisce a rendere più o meno vulnerabili le diverse parti del territorio; per la definizione della criticità idraulica si è preso a riferimento lo studio condotto nell'ambito della formazione del QC a supporto del PSC nel 2009 dal Dott. Marinelli, rivisto e aggiornato sulla base degli sviluppi recenti e dal confronto con gli enti gestori.

Per l'elaborazione della carta della vulnerabilità idraulica è stato preso a riferimento il perimetro del Territorio Urbanizzato del PRG vigente e, sono stati identificati degli "Areali urbani omogenei" a partire da quelli definiti dallo studio sul patrimonio edilizio condotto da UniBO, nel quale erano stati distinti in base alle caratteristiche prevalenti di omogeneità rispetto a: epoca costruttiva, tipologia edilizia e funzionale, numero di piani, caratteristiche costruttive.

Le frazioni costituiscono tutti ambiti unici, mentre il capoluogo è stato suddiviso in 13 ambiti.

Per ciascun ambito sono stati assegnati diversi punteggi in base al grado di criticità idraulica 2009 (alto, medio, basso) e in base alla presenza di edifici vulnerabili, la cui presenza in ciascun ambito è stata valutata sia come valore percentuale rispetto al numero complessivo di edifici presenti nello stesso ambito, sia come sviluppo areale rispetto all'area di tutto l'edificato dell'ambito a cui appartengono.

Sono state definite quattro classi di vulnerabilità, dalla Bassa alla Elevata.

Img. 3.5.15 – Carta della Vulnerabilità idraulica del Territorio urbanizzato



Gli ambiti a grado di vulnerabilità maggiore sono quelli che fanno capo all'area industriale del capoluogo; nel capoluogo inoltre hanno vulnerabilità alta sia tutta l'area ad ovest della via Mavora, sia l'estremità orientale oltre a tutto l'abitato di Casette e la frazione di Rubbiara.

Hanno invece vulnerabilità Bassa le località di Campazzo, Via Larga e una limitata zona nella parte sud del capoluogo.

3.5.3 Il Rischio idraulico del territorio urbanizzato

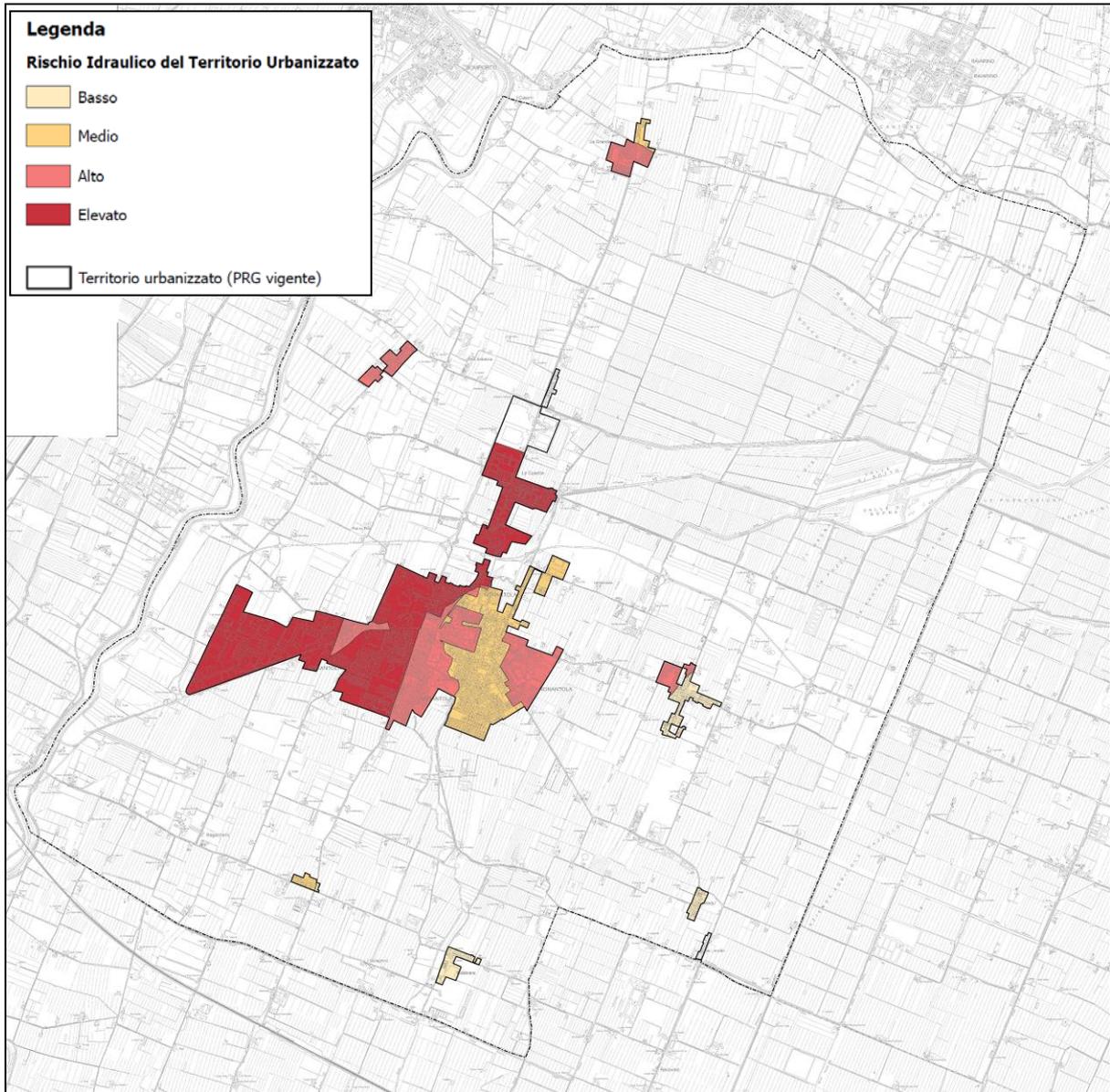
Dall'incrocio dei dati degli elaborati "Pericolosità idraulica", "Vulnerabilità idraulica del territorio urbanizzato" e "Carta dell'esposizione", è stata ottenuta, attraverso una discretizzazione della matrice d'incrocio, la "**Carta del Rischio idraulico del territorio urbanizzato**" (Tav. 7) in cui le aree del territorio urbanizzato sono state distinte in zone omogenee suddivise nelle seguenti 5 classi di rischio idraulico:

- Elevato
- Alto
- Medio
- Basso

Il centro abitato di Nonantola risulta caratterizzato da rischio idraulico Elevato e Alto in tutta la metà centro-occidentale e nell'estremità orientale, mentre nella parte centrale si ha un rischio Medio; l'abitato di Casette presenta rischio idraulico Elevato, mentre il Campazzo e La Grande hanno rischio idraulico Alto.

Le frazioni di Redù e Rubbiara e buona parte dell'abitato Via Larga presentano invece valori di rischio idraulico Bassi, mentre valori Medi si hanno a Bagazzano, in questo caso in ragione essenzialmente degli alti valori di pericolosità associati al reticolo idrografico secondario.

Img. 3.5.16 – Tav. 7 Rischio idraulico del territorio urbanizzato



3.6 IL SISTEMA FOGNARIO E DEPURATIVO

Il presente capitolo è stato redatto a partire dagli studi eseguiti nel 2009 a supporto della redazione del QC del PSC del Comune di Nonantola dallo Studio Marinelli²⁰ (sistema di scolo acque bianche) e dall'Ing. Zanoli²¹; con la collaborazione dei tecnici dell'Ente Gestore (Sorgeaqua s.r.l.) si è quindi provveduto ad una ricognizione, verifica ed aggiornamento di quanto allora emerso, in termini di caratterizzazione del sistema fognario e di criticità.

3.6.1 Il sistema fognario – stato di fatto

Lo studio condotto dall'Ing. Zanoli in accordo e in collaborazione con l'Ente Gestore del servizio, si era posto l'obiettivo di analizzare il sistema fognario depurativo esistente alla data di redazione del documento e di quello in progetto, per quanto riguardava l'estendimento, la capacità di raccolta e convogliamento presso gli impianti di depurazione della rete, nonché l'efficienza depurativa degli impianti. L'analisi aveva riguardato le acque reflue urbane prodotte negli "agglomerati" del territorio comunale, così come definiti nel Programma Attuativo della Variante al PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) approvata con D.C.P. 110/2007, escludendo la verifica di compatibilità idraulica del reticolo di allontanamento acque meteoriche demandato ad uno studio specifico. Per effettuare l'analisi del reticolo fognario erano stati raccolti e confrontati i rilievi esistenti alla data di redazione dello studio (rilievi effettuati dall'amministrazione comunale nel periodo 1998 e 1999 e i più recenti dati raccolti dall'ente Gestore Sorgeaqua s.r.l.), integrando il Quadro Conoscitivo con specifici sopralluoghi dove ritenuti non sufficienti i dati forniti. A corredo dello studio erano quindi state prodotte delle cartografie, discusse e condivise con il Gestore e come tali assunte a base conoscitiva comune, nelle quali venivano riportati tutti gli elementi strutturali significativi del sistema fognario, con particolare attenzione alla presenza e funzionalità dei manufatti scolmatori e degli impianti di sollevamento. Lo studio di compatibilità idraulica condotto dallo Studio Marinelli nel 2009, ha avuto invece l'obiettivo di sviluppare l'analisi relativa al sistema fognario delle acque bianche, al fine di verificare la capacità di smaltimento del reticolo fognario legato al sistema della rete di canali di bonifica e dare indicazione sugli interventi da adottare per ridurre gli effetti dell'impermeabilizzazione delle superfici nei confronti dell'incremento dei deflussi idrici superficiali. Lo studio aveva, nello specifico, valutato numericamente la funzionalità idraulica dei tratti finali del reticolo fognario di smaltimento delle acque bianche mettendo in luce diverse criticità.

Di seguito si riportano i risultati emersi negli studi suddetti, aggiornati attraverso un confronto con l'Ente gestore SorgeAqua con cui si è verificato o la sussistenza o la risoluzione di situazioni di criticità già segnalate o l'insorgere di nuove problematiche.

Il reticolo fognario, depurativo e di scolo è stato rappresentato nell'elaborato cartografico Tav. 8 "Reticolo fognario e depurativo".

3.6.2 Gli agglomerati e il reticolo fognario

Il territorio comunale viene suddiviso in 6 agglomerati urbani (definiti ai sensi del D. Lgs. 152/06), di cui solo quello che comprende il capoluogo, la frazione di Via Larga e parte della frazione di Casette, è classificato con A.E. totali ≥ 2.000 .

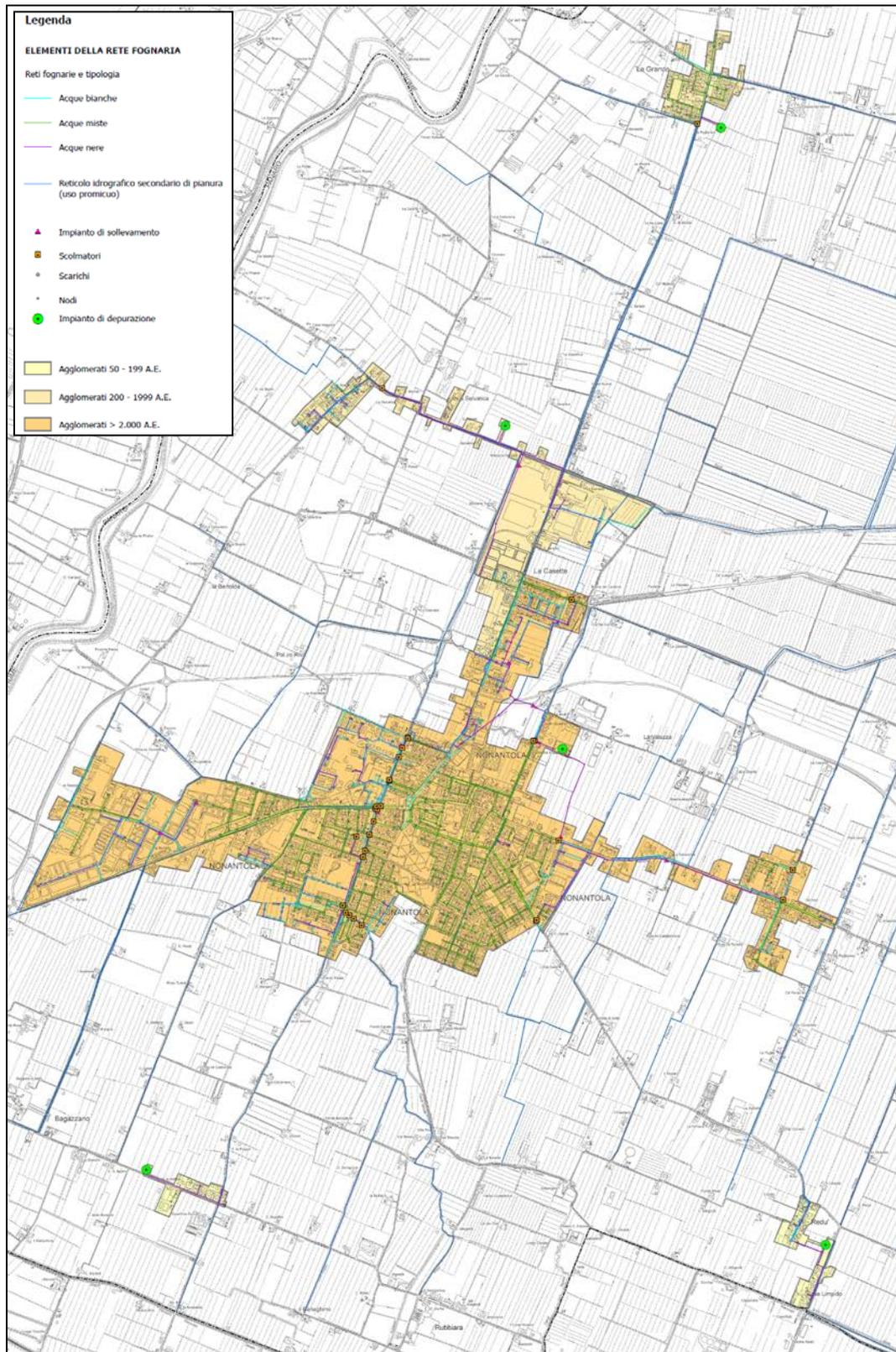
Sulla base dei dati più recenti (2020) forniti da SorgeAqua, la rete fognaria comunale si estende per circa **86.9** Km; la tipologia di fognatura più estesa sul territorio comunale è quella di tipo misto. Nella tabella seguente si riporta l'estensione della rete fognaria per agglomerato, distinta per tipologia

Denominazione Agglomerato	Classe (n. A.E. TOT)	Rete totale (km)	Rete nere (km)	Rete bianche (km)	Rete miste (km)
Nonantola	≥ 2.000	73.5	16.4	21.00	36.1
Bagazzano	50 - 199	1.25	0.72	0.5	0.03
Campazzo	200 – 1.999	5.2	3.37	1.45	0.38
Case Ponte Fossa	200 – 1.999	2.8	1.03	1.05	0.72
La Grande	200 – 1.999	2.7	0.2	0.26	2.24
Redù	50 - 199	1.42	1.0	0.42	/
Totale		86.9	22.7	24.7	39.5

²⁰ Studio di compatibilità idraulica sulla rete di fognatura di Nonantola – Studio Marinelli (2009)

²¹ Analisi del sistema fognario depurativo – Studio Tecnico Ing. Zanoli Paolo (2009)

Img. 3.6.1 – Reticolo fognario e agglomerati urbani



Il materiale più utilizzato presente nella rete fognaria per le condotte è il calcestruzzo per la rete mista e il PVC per quella nera separata.

Considerati i bassi gradienti di pendio del terreno, compresi tra lo 0,1 e lo 0,2%, le canalizzazioni fognarie sono per forza di cose a bassa pendenza, con velocità dei reflui limitata e per questo soggette al deposito di sedimenti all'interno delle tubi, che possono creare problemi di deflusso delle

acque di magra e, in caso di rete mista, di inquinamento dei corpi idrici superficiali in occasione di eventi meteorici significativi allorquando la portata di pioggia eccede quella derivata dagli scolmatori.

Sulla base dei dati forniti dall'Ente gestore, la rete fognaria comunale è inoltre dotata di **12 stazioni** di sollevamento e pompaggio che permettono il convogliamento di buona parte dei reflui fognari del Capoluogo e delle frazioni di "Casette" e "Via Larga" al depuratore centralizzato di via Prati. Rispetto allo studio del 2019 se ne conta una in più; si tratta dell'impianto di sollevamento denominato GB Logistic, realizzato nel 2017 e posto sulla linea fognaria di Casette sulla linea di collegamento a Bibbiana Vecchia.

La rete fognaria comunale conta inoltre di **30 scolmatori** (2 in più rispetto allo studio del 2009), oltre a uno scolmatore di Emergenza.

Agglomerato Capoluogo (AM00075)

L'agglomerato interessa il centro abitato del Capoluogo compresa la zona industriale di Gazzate e le frazioni di Via Larga e Casette; serve, secondo i dati del 20.10.2019, complessivi 12.428 A.E., tra residenze, attività produttive, commerciali e terziarie.

Il reticolo fognario è, per circa la metà del territorio, di tipo misto, mentre le aree di espansione più recente presentano una fognatura di tipo separato.

Il sistema fognario-depurativo fa capo attualmente ad un solo impianto di trattamento ubicato in via Prati.

La fognatura nera presenta schematicamente due linee principali che sottendono a due macrobacini distinti:

A. Un primo bacino è costituito dall'area urbanizzata in sinistra idraulica del Canal Torbido che ha come recapito naturale delle acque scolanti la Fossa Signora. Il convogliamento al depuratore avviene in questo caso a mezzo di una condotta dedicata per acque di magra alimentata da sei stazioni di sollevamento in serie. La condotta principale si sviluppa su Via Mavora, Via Fossa Signora, Via S. Lorenzo, Via S. Macario e raccoglie inoltre i reflui della zona ovest del paese e quelli provenienti da nord dalla frazione di Casette. Grazie a una stazione di sollevamento (n.6) la condotta supera il dislivello del canale pensile Canal Torbido e raggiunge da nord il depuratore Centrale di Via Prati. Sono immessi direttamente nella linea le fognature nere di alcune zone residenziali che presentano le fognature separate e in particolare il recente Comparto S. Francesco, Via S. Luigi, la zona separata di Casette, Cà Bianca e Prati. La condotta è alimentata da n. 22 manufatti scolmatori che hanno la Fossa Signora come preferenziale corpo idrico di scarico. All'interno di questo bacino è compresa anche l'area industriale, in passato individuata come bacino a se stante afferente al depuratore di Gazzate ora dismesso, che risulta ad oggi connesso con la condotta di convogliamento principale tramite il sollevamento 11 di Via Galilei (è stato realizzato un nuovo sollevamento al posto del depuratore dismesso che recapita i reflui sollevati al sollevamento di Via Galilei); solamente la zona di Via Copernico risulta servita da fognatura di tipo separato, mentre la restante da fognatura di tipo misto.

B. Un secondo bacino comprende l'area urbanizzata in destra idraulica del Canal Torbido di cui fa parte anche il centro storico; esso presenta collettori che permettono il deflusso a pendenza naturale degli scarichi verso il Cavo tombato della Piccola Zena e da qui, attraverso gli scolmatori n. 21 e n. 22 posti in Via Prati, direttamente al depuratore. Il sistema di deflusso delle acque nere è completato da una condotta per acque di magra che serve il centro abitato frazione di Via Larga e della zona sud-est del capoluogo. Questa diparte dallo scolmatore n. 23 di Via Erbedole e, percorrendo la strada Provinciale Est, all'altezza di Via Garibaldi si indirizza a nord verso il depuratore. La linea viene alimentata da n. 5 manufatti scolmatori e da n. 2 immissioni dirette di fognature nere separate (Via Larga e Via Larghe/Via Cavour). La perdita di quota è recuperata grazie a n. 3 impianti di sollevamento posti in serie sulla linea principale

La fognatura mista nell'agglomerato presenta collettori a debole pendenza (0.1-0.3%) che, tramite manufatti scolmatori di piena, indirizzano le acque derivate verso le condotte di fognatura nera destinata ad essere trattata dall'impianto di depurazione; in tempo di pioggia il manufatto riversa in un corpo idrico superficiale le portate meteoriche eccedenti le portate nere diluite.

Agglomerato La Grande (AMO0074)



L'agglomerato interessa il centro abitato La Grande principalmente residenziale, ubicato a nord del Capoluogo, dove, alla data del 31.12.2021 erano censiti 549 A.E. La rete fognaria è costituita da collettori circolari a pelo libero a gravità ed è prioritariamente di tipo misto. A valle della rete, in corrispondenza di Via San Martino è ubicato il manufatto scolmatore n. 28 che convoglia le portate nere al depuratore frazionale ovvero scarica le portate in eccesso al Cavo Ponente Ovest. L'agglomerato è ben servito anche se si segnalano alcune abitazioni periferiche su Via Guercinesca Ovest non allacciate al depuratore.

Le acque bianche recapitano nel Cavo Ponente (via di Mezzo Nord Fossa Signora) che confluisce poi nel Collettore Bosca.

Agglomerato Campazzo-Case Ponte Fossa (AMO 0240 e AMO0225)

Gli agglomerati comprendono le frazioni di Campazzo e La Selvatica, prevalentemente residenziale e Case Ponte Fossa dove, oltre alle residenze, sono presenti una zona artigianale/industriale di recente espansione e una zona produttiva agricola speciale, rispettivamente a ovest ed a est della Via di Mezzo; alla data del 31.12.2021, nella frazione Campazzo venivano censiti 581 A.E. mentre a Case Ponte Fossa erano 621; sono entrambi classificati come "agglomerato urbano tra 200 – 1999 A.E."

I due agglomerati, in passato distinti, recapitano oggi nello stesso depuratore, realizzato nel 2017 in località La Selvatica con relativo sistema fognario collegato alle diverse località e per tale motivo sono stati accorpati in un unico agglomerato.

Nella località Campazzo è presente un sistema fognario separato, risultato dalla trasformazione del sistema fognario preesistente a seguito della realizzazione del nuovo impianto depurativo; permane un breve tratto di fognatura mista.

È stato collettato l'intero nucleo della località La Selvatica, che recapita al collettore delle acque nere e da qui al depuratore.

Dal depuratore è stato infine realizzato un ramo fognario in direzione Case Ponte Fossa a cui collettano i reflui della zona industriale, mentre la parte di agglomerato "Case Ponte Fossa" posto a nord della Fossa Signora, ha ancora gli scarichi delle abitazioni che confluiscono in una fognatura realizzata da privati e posta ad est della zona edificata con scarico in un fossato di scolo agricolo. Del progetto originario che prevedeva l'allacciamento del nucleo residenziale della frazione alla condotta principale, non è al momento prevista la realizzazione.

Le acque bianche dell'agglomerato hanno come recapito il Cavo Bibbiana che confluisce poi nel Collettore Bosca.

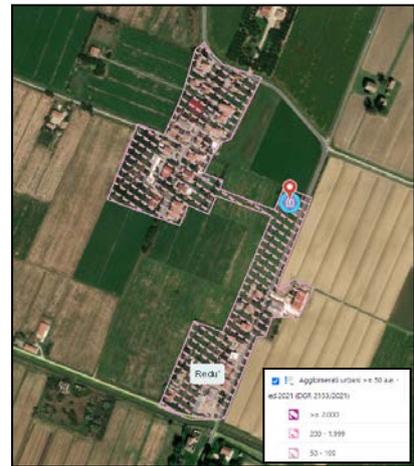


Agglomerato Redù (AMO0341)

L'area dell'agglomerato comprende la frazione di Redù e quella di Case Limpido a sud, dove alla data del 31.12.2021 venivano censiti 100 A.E.; è quindi classificato come agglomerato urbano tra 50 – 199 A.E.

La rete fognaria dell'agglomerato è configurata con collettori circolari a pelo libero a gravità ed è di tipo separato; la rete nera è costituita schematicamente da due rami provenienti dai due centri abitati che confluiscono da ovest e da sud all'impianto di depurazione posto in fregio alla Strada Provinciale n. 14 (Via per Recovato).

Le acque bianche dell'agglomerato hanno come recapito il Cavo Rasa che collette a sua volta le acque nel Collettore Sorgo.



Agglomerato Bagazzano (AMO0216)



L'area dell'agglomerato comprende la frazione di Bagazzano a sud del territorio comunale; si tratta di un'area di tipo residenziale in cui al 31.12.2021 venivano censiti 132 A.E.; è quindi classificato come "agglomerato urbano tra 50 – 199 A.E."

Il sistema fognario-depurativo si basa su una rete di tipo separato per la raccolta e il convogliamento delle portate nere ad un impianto di trattamento a basso impatto ambientale localizzato a ovest della frazione. L'impianto utilizza la tecnica della fitodepurazione ed è entrato in funzione nel 2006.

Gli scarichi dell'agglomerato risultano interamente depurati e, da quanto riferito

dall'Ente Gestore, non esistono allo stato attuale, criticità.

Le acque bianche dell'agglomerato hanno come recapito lo scolo Canalino di Bagazzano e lo scolo Canaletto di Bagazzano con recapito nel cavo Fossa Signora.

Rubbiara

L'area che comprende la frazione di Rubbiara, posta nella zona sud del territorio Comunale, **non costituisce agglomerato** secondo il D.G.R. 569/2019 e pertanto non risulta in gestione all'Ente; per la frazione gli studi precedenti stimavano un carico organico di 107 A.E., essendo presente un'attività di ristorazione con un carico inquinante di 17 A.E.

Non esiste un sistema fognario pubblico vero e proprio.

Attualmente gli scarichi sono convogliati, senza alcun trattamento, nel reticolo idrografico superficiale che è rappresentato dalla Fossetta Rubbiara confluyente nel Fosso Rubbiara e a sua volta nella Fossa Signora.

Il sistema di allontanamento dei reflui avviene nei fossi stradali a tratti tombati con collettori circolari in calcestruzzo. Sono presenti due rami in fregio a strada Risaia e in Via Chiesa di Rubbiara che convergono all'incrocio delle due strade in cui vi è lo scolo a cielo aperto. Solo la nuova zona residenziale presenta fognature di tipo separato attualmente recapitanti in acque superficiali.

Allo stadio preliminare vi è un progetto per la completa separazione delle acque nere mediante una nuova condotta dedicata che dovrebbe convogliare i reflui ad un nuovo impianto di fitodepurazione a flusso sub-superficiale della stessa tipologia di quelli già a servizio delle frazioni di Redù e Campazzo.

Al momento il depuratore non è ancora stato realizzato.

3.6.3 Il sistema di scolo delle acque meteoriche - Il reticolo di bonifica e la rete fognaria

Il territorio del comune di Nonantola ricade all'interno delle aree in gestione al Consorzio della Bonifica Burana, che opera su un vasto territorio per gestire unitariamente tutte le acque che, dalla montagna

alla pianura, confluiscono nel reticolo artificiale di un bacino che si estende dal crinale appenninico toscano-emiliano al fiume Po, racchiuso tra i fiumi Secchia e Panaro.

La rete di fognatura attuale della città di Nonantola è stata costruita attorno alle infrastrutture drenanti il territorio urbano nei secoli passati ed ha come recapiti finali il **Collettore Bosca** e il **Collettore Sorgo**, entrambi affluenti del **Collettore Zena**. In particolare le aree settentrionale, occidentale e meridionale del territorio comunale (in sinistra idraulica del Canal Torbido) sono drenate dal Collettore Bosca, attraverso la Fossa Signora, la Fossetta di Rubbiara, i Cavi Canalino e Canaletto di Bagazzano, lo Scolo di Bagazzano, il Cavo Ortigaro e la rete di canali più settentrionali. L'area orientale (in destra idraulica del Canal Torbido) ha invece come recapito finale il Collettore Sorgo, attraverso il cavo Piccola Zena, la Fossetta delle Larghe, i cavi Polesine, Erbedole, Rasa e Limpido.

Img. 3.6.2 – Bacini idrografici

Legenda

BACINO COLLETTORE SORGO

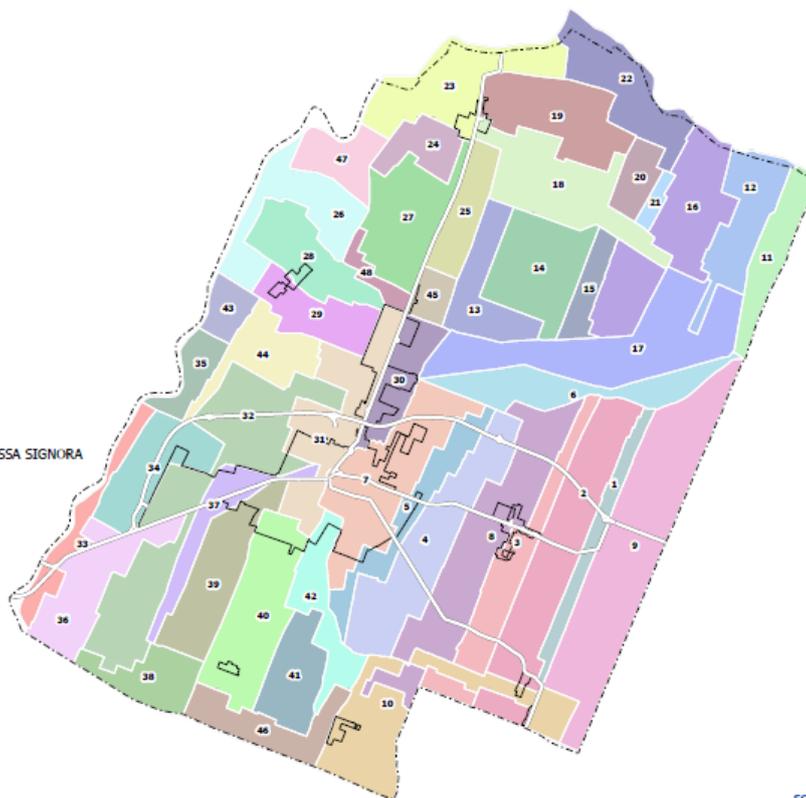
SOTTOBACINO

- 1 - CAVO LIMPIDO
- 2 - CAVO RASA
- 3 - CAVO MISLE'
- 4 - CAVO POLESINE
- 5 - FOSSETTA DELLE LARGHE
- 6 - COLLETTORE SORGO
- 7 - CAVO PICCOLA ZENA
- 8 - CAVO ERBEDOLE
- 9 - CAVO DUGAROLA
- 10 - CANALETTA DI REDU'

BACINO COLLETTORE BOSCA

SOTTOBACINO

- 11 - CAVO SERTORIE
- 12 - CAVO RANGONA
- 13 - CAVO TABARIO
- 14 - CAVO N° 6
- 15 - CAVO N° 13
- 16 - CAVO MAGNANINE
- 17 - COLLETTORE BOSCA
- 18 - CAVO ARGINONE
- 19 - CAVO GUERCINESCA
- 20 - CAVO GUERRINE
- 21 - CAVO DOGARO DI NONANTOLA
- 22 - CANALETTA VIAZZA NUOVA
- 23 - CANALETTA VIAZZA
- 24 - CAVO SAN MARTINO
- 25 - CAVO NORD TABARIO
- 26 - CANALETTA D - E
- 27 - CAVO PONENTE VIA DI MEZZO NORD FOSSA SIGNORA
- 28 - CAVO BIBBIANA
- 29 - CANALETTA DI CAMPAZZO
- 30 - CAVO PRATI DI MEZZO
- 31 - CAVO FOSSA SIGNORA
- 32 - CAVO ORTIGARO
- 33 - CANALETTA A - C
- 34 - CAVO GAZZATE ZUCCOLA
- 35 - CANALETTA PELUMI
- 36 - CAVO NUCCI
- 37 - CAVO DI BAGAZZANO
- 38 - CANALETTA A - B
- 39 - CAVO CANALETTO DI BAGAZZANO
- 40 - CAVO CANALINO DI BAGAZZANO
- 41 - CAVO BONAGHINO
- 42 - FOSSETTA DI RUBBIARA
- 43 - ALLACCIANTE PELUMI
- 44 - CAVO SAN LORENZO
- 45 - CAVO SUD TABARIO
- 46 - CANALETTA NOSADELLA
- 47 - CANALETTE D-F-G
- 48 - CANALETTA F-H



scala 1:40.000

I punti di connessione tra la rete fognaria urbana e il reticolo di scolo consorziale sono costituiti dagli scolmatori di piena posti a valle delle reti fognarie miste e punti di recapito diretti delle acque meteoriche, scarichi per le reti di acque bianche.

Gli scolmatori di piena sono quasi tutti localizzati nel capoluogo, servito in parte da rete mista, lungo le vie Mavora (con recapito nella Fossa Signora), Prati (con recapito nel cavo Piccola Zena) e Maestra di Redù (con recapito nella Fossetta delle Larghe) e sono caratterizzati dalla presenza di soglie di sfioro di altezza variabile tra 15 e 25 cm, che in tempo secco veicolano le acque nere nella rete diretta agli impianti di depurazione, mentre in tempo di pioggia le acque in eccesso vengono recapitate direttamente nella rete esterna.

In corrispondenza di urbanizzazioni più recenti, la rete fognaria è prevalentemente di tipo separato, pertanto le acque meteoriche recapitano direttamente nel reticolo di bonifica senza manufatti intermedi.

Di seguito si riportano le descrizioni dei due bacini, come desunte dallo studio idraulico del 2009 e opportunamente verificate con l'Ente Gestore.

Bacino Collettore Bosca

Il bacino del Collettore Bosca, attraverso i canali affluenti, drena l'area del territorio comunale posta a ovest del Canal Torbido, che si estende per complessivi 3.760 ha, di cui circa 251 ha di territorio urbanizzato e 3.509 ha ad uso agricolo.

L'affluente principale del Collettore Bosca è la **Fossa Signora** che costituisce il recapito di circa il 90% dell'area urbanizzata del territorio comunale. Il corso d'acqua nasce a sud del Capoluogo in prossimità dell'abitato, si sviluppa lungo le vie Mavora e Fossa Signora con sezione rettangolare 3.0x2.4 m², per poi diventare a cielo aperto a nord dell'abitato. Lungo il proprio percorso la Fossa Signora riceve le acque drenate dei suoi affluenti:

- Il **Canalino di Bagazzano**: si sviluppa prevalentemente a cielo aperto, tranne un piccolo tratto in cui attraversa la località Bagazzano (sezione DN600-DN800 in cemento) e si immette nella Fossa Signora a sud del Capoluogo.
- La **Fossetta di Rubbiara** convoglia le acque drenate nell'area agricola compresa tra le località Rubbiara e Bagazzano e le portate meteoriche provenienti dalla zona di via Respighi, attraverso quattro diversi punti di sfioro. L'ultimo tratto, a monte dell'immissione nella Fossa Signora, è intubato con una sezione quadrata 1.5x1.5 m².
- Il **Canaletto di Bagazzano** raccoglie le acque meteoriche della località Bagazzano e prosegue a cielo aperto fino all'ingresso nel centro abitato, che attraversa con sezioni di tipo DN600, DN800 e DN1000 in cemento. Dopo aver raccolto le acque miste dell'area compresa tra le vie Rebecchi, Provinciale Ovest e Mavora, convoglia le acque meteoriche verso la Fossa Signora tramite un pozzetto di sfioro.
- Lo **Scolo Bagazzano** nasce in prossimità della località omonima e si sviluppa a cielo aperto lungo via Rovere, per poi proseguire intubato in sezioni di tipo DN600, DN800 e DN1000, che raccolgono le acque miste della zona a nord di via Provinciale Ovest, e si immette, tramite pozzetto di sfioro nella Fossa Signora.
- Il **Cavo Ortigaro** nasce in prossimità del confine sud del territorio comunale e si sviluppa, quasi completamente a cielo aperto, fino all'immissione nella Fossa Signora a nord del Capoluogo. In corrispondenza della zona industriale di via Leonardo da Vinci risulta intubato con sezione DN1500. Lungo il suo percorso riceve le acque di scolo del **Cavo Nucci** e dello **Scolo Gazzate** e le acque meteoriche convogliate dalla fognatura bianca e mista a servizio della zona industriale.

L'area urbana intorno a via Rosa Luxemburg e quella posta a est di via Mavora e via Fossa Signora recapitano direttamente nella Fossa Signora attraverso diversi pozzetti di sfioro e punti di recapito diretto di acque meteoriche. A monte dei punti di sfioro la rete è caratterizzata da tubazioni di tipo DN400, DN500 e DN600 in cemento e pendenza variabili tra 0.15% e 0.3%, a servizio di aree di estensione media compresa tra 1 e 10 ha.

La parte settentrionale del Capoluogo è drenata dai Cavi Ponente Sud e Prati di Mezzo.

Il **Cavo Ponente Sud**, che si sviluppa lungo Via di Mezzo, è a tratti intubato con una sezione DN800 in cemento a tratti a cielo aperto, e costituisce recapito della rete fognaria mista a servizio di un'area che si sviluppa per circa 10 ha.

Il **Cavo Prati di Mezzo** costituisce recapito della rete fognaria mista a servizio di un'area di circa 10 ha, attraverso tubazioni di tipo DN800.

Altri affluenti del Collettore Bosca che costituiscono recapito della rete fognaria, sono il **Cavo Bibbiana**, che raccoglie le acque meteoriche provenienti dalla località Campazzo, e il **Cavo Ponente Nord**, che raccoglie le acque provenienti dalla località La Grande.

La rete dei canali di bonifica è caratterizzata da pendenza comprese tra 0.09% e 0.4%.

Il bacino del Collettore Sorgo

Il bacino del Collettore Sorgo, attraverso i suoi canali affluenti, drena l'area del territorio comunale a est del Canal Torbido che si estende per complessivi 1.716 ha, di cui 128 ha di territorio urbano e 1.588 ha di territorio agricolo. La maggior parte dell'area urbanizzata appartenente al bacino del Collettore Sorgo è drenata dal cavo Piccola Zena, a cui fa capo un'area urbana servita da una fognatura di tipo misto, caratterizzata prevalentemente da tubazioni di tipo DN400-DN600 in cemento, mentre i tratti finali della rete (via Borghi, via Prati, via Pieve) sono caratterizzati da tubazioni di tipo DN800, DN1000, DN1200. Il corso d'acqua nasce in prossimità del Capoluogo e percorre via Don

Ansaloni, intubato in una condotta in cemento DN800, prosegue verso nord-est lungo via Borghi, percorre via Prati con una condotta DN1000 e infine diventa fosso a cielo aperto a valle dell'incrocio con via Valluzza.

La restante parte del Capoluogo è drenata dalla Fossetta delle Larghe, mentre il cavo Erbedole raccoglie le acque provenienti dalle frazioni di Rubbiara e Via Larga. Infine le acque meteoriche della località Redù sono drenate dal Cavo Rasa.

Tutte queste frazioni sono servite da fognatura prevalentemente mista, caratterizzata da tubazioni di tipo prevalente da DN400 a DN600 in cemento.

Le pendenze dei canali e della rete fognaria sono comprese tra 0.1% e 0.3%.

3.7 Il sistema fognario – elementi di criticità

Al fine di verificare quanto emerso nell'ambito degli studi condotti nel 2009 sul sistema fognario, sono stati programmati incontri con i tecnici di SorgeAqua (Settembre 2020), che hanno inoltre provveduto a verificare quanto già emerso dai precedenti studi e a relazionare rispetto alle pregresse criticità o a nuove criticità emerse.

Reticolo fognario acque nere

Agglomerato capoluogo

Sulla base dello studio condotto dall'Ing. Zanoli nel 2009 l'area urbanizzata del capoluogo risultava completamente servita dal sistema fognario di allontanamento acque reflue e veniva riferita l'assenza di criticità del sistema di collettamento acque nere, condizione che viene confermata dal confronto con i tecnici di SorgeAqua.

E' stato nel frattempo dismesso l'impianto di depurazione di Gazzate, a cui recapitava la zona industriale e per la stessa è stato predisposto il collettamento dei reflui alla rete del Capoluogo attraverso il potenziamento di tre stazioni di sollevamento (2, 3, 6).

Venivano segnalati alcuni punti critici del sistema di sollevamento in corrispondenza di alcune stazioni valutate da potenziare anche in virtù delle previsioni di espansione previste dall'allora pianificazione vigente; dal confronto con i tecnici di SorgeAqua risulta che tali criticità sono state risolte.

Lo studio del 2009 segnalava inoltre criticità sul sistema degli scolmatori gravanti sulla Fossa Signora, in ragione del basso rapporto di diluizione che determinava una elevata frequenza di scarichi nel corpo idrico di acque miste (nere + dilavamento superfici impermeabili), aventi elevate concentrazioni di inquinanti con potenziali situazioni di inquinamento; anche tale criticità risulta essere stata risolta.

Una seconda criticità veniva segnalata nello scolmatore n° 7 di Via San Michele. Il sistema scolmatore –fognatura di adduzione al sollevamento n° 1 veniva segnalato come soggetto a facile intasamento per cui risultava necessario operare con verifiche ispettive frequenti ed eventuali operazioni di spurgo al fine di evitare lo scarico diretto nella Fossa Signora di una quota significativa di reflui; attualmente, come segnalato dai tecnici del servizio Gestore, viene eseguita una verifica mensile.

Dal confronto con i tecnici di SorgeAqua non sono emerse nuove criticità sul sistema fognario del capoluogo.

Agglomerato La Grande

Il confronto con i tecnici SorgeAqua conferma quanto già emerso nello studio del 2009, secondo cui l'agglomerato risultava ben servito dal sistema fognario e gli edifici ricompresi nell'agglomerato risultano ad oggi tutti collettati.

Agglomerato Campazzo-Case Ponte Fossa

Gli interventi eseguiti hanno permesso l'adeguamento dell'agglomerato agli standard fognari-depurativi previsti dalle normative di settore vigenti. La frazione di La Selvatica è stata completamente collettata alla rete fognaria, mentre manca il collettamento di parte di Case Ponte Fossa che attualmente non è stato pianificato a livello temporale.

Agglomerato Redù

Si conferma quanto già emerso rispetto all'adeguatezza del sistema fognario.

Agglomerato Bagazzano

L'agglomerato risulta completamente servito dal sistema fognario, dal confronto con l'ente gestore si conferma l'adeguatezza del sistema.

Reticolo di smaltimento acque meteoriche

Le simulazioni e verifiche eseguite dallo studio condotto nel 2009 dal Dott. Marinelli sulla rete di fognatura bianca e mista all'epoca esistente a servizio dell'abitato di Nonantola, avevano evidenziato una generalizzata condizione di insufficienza idraulica della rete fognaria delle acque bianche e miste; ad eccezione della rete del bacino della Fossetta di Rubbiara (via Respighi), la rete di drenaggio delle acque meteoriche del Comune di Nonantola risultava ampiamente insufficiente già per un tempo di ritorno di 10 anni.

Le criticità di smaltimento delle portate meteoriche, che venivano rilevate in entrambi i macrobacini, erano da imputare, secondo lo studio, in primo luogo alle basse pendenze sia della rete fognaria che dei canali recettori, dipendente dalla morfologia del territorio, sia alla massiccia presenza di tubazioni di diametro ridotto (DN500-DN600) a servizio di aree estese, servite da una rete di bonifica, che come segnalato dallo stesso Consorzio, presentava notevoli criticità in corrispondenza di eventi di piena intensi; le difficoltà di smaltimento delle acque meteoriche verso il ricettore producevano un'inevitabile ripercussione sul reticolo di monte con un aumento dei livelli idrici che poteva rapidamente passare da un funzionamento a gravità a un funzionamento in pressione, con conseguente rischio di esondazione e allagamenti delle aree urbanizzate. Questo implicava pertanto che la capacità residua dei collettori fognari risultasse molto scarsa in tutto il territorio, con problemi più evidenti nel bacino del Collettore Sorgo, dove la rete fognaria risultava non adeguata alle portate da smaltire, sia nel centro storico (Cavo Piccola Zena), sia nelle frazioni (Via Larga, Rubbiara, Redù).

Nel bacino del Collettore Bosca, i problemi maggiori si riscontravano a sud di via Provinciale Est (recapito Fossa Signora: via 2 Giugno 1946, via Grieco, via Donizzetti, via Puccini, via Rosa Luxemburg) e in zona Le Casette (recapito Cavo Prati di Mezzo: via della Partecipanza, via Cantone). Venivano segnalate criticità anche per la fognatura a servizio delle frazioni Bagazzano (recapito Canalino e Canaletto di Bagazzano), Campazzo (recapito Cavo Bibbiana) e La Grande (recapito Cavo Ponente); in particolare con riferimento al Canaletto di Bagazzano e al Cavo Bagazzano, il cui ultimo tratto intubato è parte integrante della rete di fognatura mista comunale, si evidenziava che, pur non avendo tenuto conto nella stima delle portate degli apporti agricoli provenienti da monte, la rete risultava già al limite di funzionamento (scolmatori S11 e S12).

In generale dal confronto con i tecnici di SorgeAqua si è appreso che le criticità segnalate nello studio del 2009 sono state risolte con interventi su diversi punti di sfioro e di scarico; in generale gli stessi operatori segnalano di non aver registrato, negli ultimi anni, fenomeni di rigurgito/allagamento dovuti alle acque meteoriche di scolo.

3.8 Sistema depurativo

L'impianto di trattamento dei reflui urbani a servizio dell'agglomerato del Capoluogo è costituito dall'impianto centralizzato di Via Prati, mentre le realtà residenziali e produttive periferiche al capoluogo sono servite da piccoli depuratori frazionali.

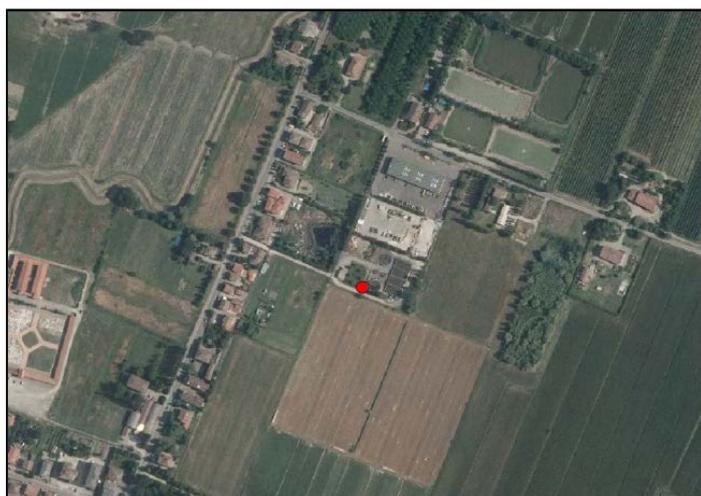
Nella tabella seguente si riporta l'elenco dei depuratori presenti sul territorio comunale, riportando sia la potenzialità impiantistica che gli abitanti equivalenti realmente serviti al 2020.

DENOMINAZIONE e CODICE DEP.	AGGLOMERATO	TIPO	A.E. PROG.	A.E. DEPURATI (2020)	CORPO IDRICO
Nonantola (DMO088)	Nonantola (AMO075)	FAT Fanghi attivi con defosfatazione e nitri-denitri	15.000	12.326	Collettore Acque Alte (Cavamento-Foscaglia)
Nonantola - La Grande (DMO087)	La Grande (AMO074)	FAA Fanghi attivi ad aereazione prolungata	500	260*	Collettore Bosco - Zena
Nonantola - Redù (DMO266)	Redù (AMO0341)	FIT Fitodepurazione	150	100	Collettore Bosco - Zena
Nonantola - Campazzo Nuovo (DMO460)	Campazzo (AMO0240)	FA Fanghi attivi	2.500	581	Collettore Bosco - Zena
Nonantola - Bagazzano (DMO395)	Bagazzano (AMO0216)	FIT Fitodepurazione	200	132	Collettore Bosco - Zena

* AE calcolato sul carico organico in ingresso dal sistema fognario al 2019 (fonte SorgeAqua)

Di seguito la descrizione dei singoli impianti di depurazione da Relazione Studio Marinelli 2009 ed integrazioni da confronto con i tecnici di SorgeAqua aggiornati al 2020.

Depuratore Capoluogo - Via Prati (DMO088)



L'impianto di via Prati è ubicato a circa 750 m dal centro cittadino in direzione nord-est. Sul confine nord dell'impianto è ubicata la stazione ecologica comunale per la raccolta differenziata dei rifiuti urbani.

All'impianto sono collettati tutti gli scarichi fognari del Capoluogo; sono inoltre collettate al depuratore le frazioni di "Via Larga" e di Casette.

Il bacino idrico di scolo è quello del Collettore Bosco – Zena.

L'impianto, del tipo a fanghi attivi con trattamento terziario dell'azoto e del fosforo, è attivo dal 1983 ed è stato oggetto, nel corso del 2004, di un

intervento di potenziamento e ottimizzazione del processo con l'inserimento della fase di denitrificazione biologica sviluppata su 2 linee parallele di processo; a seguito di tale intervento la potenzialità impiantistica di calcolo è assunta pari a 15.000 A.E. Al dicembre 2018 risultavano serviti circa 12.394 abitanti equivalenti (da sito ARPAE), di cui 11.886 A.E. da residenza, 368 turisti e 140 da attività produttive. Dai dati più recenti di ARPAE* nel 2021 risultano serviti 12.326 A.E.

La portata annua tratta dall'impianto è di circa 1.233.073 m³/anno.

Dal confronto con l'Ente Gestore non sono emerse particolari criticità sull'impianto in gestione.

Depuratori Frazionali

Sono attualmente funzionanti quattro depuratori negli agglomerati di La Grande, Redù, Bagazzano e Campazzo-La Selvatica-Case Ponte Fossa, quest'ultimo di recente realizzazione (2017).

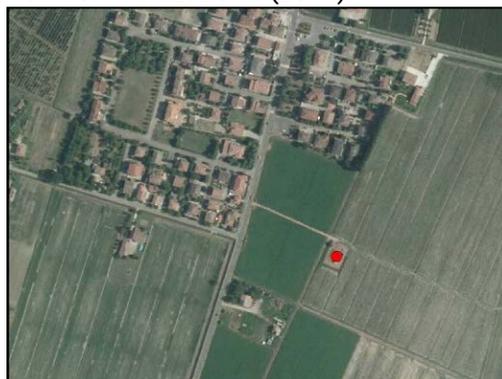
Depuratore di La Grande (DMO087)

Il depuratore, attivo dal 1984, ha una capacità di progetto di 500 A.E.; al 2019 risultano serviti 260 AE, valore calcolato sul carico organico in ingresso dal sistema fognario (fonte SorgeAqua). La portata annua tratta dall'impianto è di circa 50.096 m³/anno. Dai dati più recenti di ARPAE* nel 2021 risultano serviti 549 A.E.

L'impianto di depurazione è di tipo biologico, con processo di depurazione a "fanghi attivi" ad ossidazione prolungata e presenta una tipologia di processo a SBR che consiste nella presenza di un'unica vasca con funzioni alternate di ossidazione e sedimentazione.

Il bacino idrico di scolo è quello del Collettore Bosco – Zena in particolare il Cavo Ponente Nord.

Da quanto riportato dai tecnici dell'Ente Gestore non sono segnalate criticità circa la capacità depurativa residua dell'impianto.



Depuratore di Campazzo Nuovo (AN01267)

Realizzato nel 2017 in via Selvatica, si tratta di un impianto di depurazione biologico a fanghi attivi, con una potenzialità pari 2.500 A.E.; tratta i reflui provenienti dalle frazioni del Campazzo e di case Ponte Fossa e, al dicembre 2018, (fonte ARPAE), venivano serviti 581 A.E. confermati anche nel 2021 dai dati più recenti di ARPAE*.

Il bacino idrico di scolo è quello del Collettore Bosco – Zena



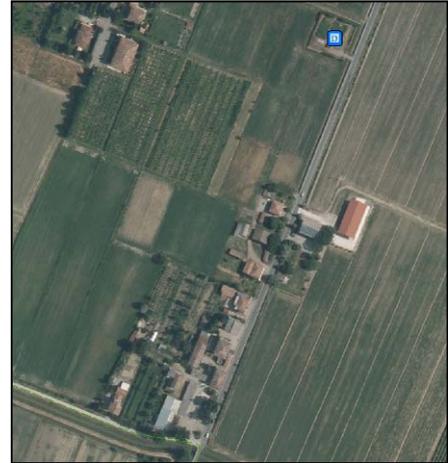
L'impianto è stato dimensionato per accogliere anche i reflui provenienti dalla vicina frazione di La Grande, prevedendo la dismissione del piccolo impianto di depurazione attualmente in uso. Il sovradimensionamento con cui è stato realizzato l'impianto rispetto agli attuali abitanti allacciati e a quelli di cui si prevede il futuro recapito (La Grande), garantisce un buon margine di sicurezza per i futuri allacciamenti di eventuali nuovi insediamenti abitativi e/o produttivi nelle aree limitrofe.

Impianto di Fitodepurazione di Redù (DMO266)

L'impianto, attivo dal 2002, ha una potenzialità di progetto di 150 A.E.; si configura come sistema di fitodepurazione a flusso sub-superficiale orizzontale e verticale a gestione automatizzata.

Secondo i dati ARPAE, al dicembre 2018 risultavano serviti 95 A.E. Dai dati più recenti di ARPAE* nel 2021 risultano serviti 100 A.E.

Dal confronto con l'Ente Gestore non si rilevano criticità e una capacità residua in grado di accogliere un incremento di carico.



Impianto di Fitodepurazione di Bagazzano (DMO395)

L'impianto avviato nel corso del 2007, ha una potenzialità di progetto di 200 A.E.; secondo i dati forniti da SorgeAqua, il n° di A.E. calcolato sul carico organico in ingresso dal sistema fognario per il 2019 è pari a 170. Dai dati più recenti di ARPAE* nel 2021 risultano serviti 132 A.E.

L'impianto si configura come sistema di fitodepurazione a flusso sub-superficiale orizzontale e verticale a gestione automatizzata.

Alla rete fognaria non risultano allacciate attività produttive.

Dal confronto con l'Ente Gestore l'impianto, allo stato attuale, non si rilevano criticità.



*<https://servizi-gis.arpae.it/Html5Viewer/index.html?locale=it-IT&viewer&viewer=Geoportal.Geoportal>

3.9 ACQUE SOTTERRANEE

Il territorio di Nonantola appartiene al Sistema Acquifero Padano delimitato dagli affioramenti appenninici a sud e da quelli alpini a nord e terminante ad est circa 50 km al largo della Costa Adriatica. Tale ambito è costituito da depositi clastici del Quaternario Continentale assemblati in alternanze di livelli più o meno permeabili con rapporti stratigrafici sensibilmente complessi.

Le litologie superficiali che costituiscono gli orizzonti idrogeologici del sottosuolo della zona in oggetto sono rappresentate prevalentemente da sedimenti fini (sabbie) deposti dai fiumi appenninici e dal Po. La base dell'acquifero utilizzabile a scopo idropotabile è formata da orizzonti poco permeabili o impermeabili, saturati da acque salmastre e/o salate che, in corrispondenza della Dorsale Ferrarese tendono a risalire in modo più o meno rapido, passando da -400/-500 m dal piano campagna, nel territorio di Bastiglia – Soliera, a -25/-50 m p.c. nell'area di Novi di Modena.

Gli acquiferi della pianura emiliano – romagnola sono costituiti principalmente dai depositi di origine alluvionale presenti nella porzione più superficiale della pianura, per uno spessore di circa 400-500 m e, in minima parte, da depositi marini marginali.

Procedendo dal margine appenninico verso nord, si trovano nell'ordine: le conoidi alluvionali, la pianura alluvionale appenninica e la pianura alluvionale padana (depositi del Po).

Lo studio "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna" mostra il quadro idrostratigrafico dell'acquifero della pianura emiliano-romagnola, in cui sono individuati tre Gruppi Acquiferi ciascuno suddiviso in quattro Complessi Acquiferi, denominati Gruppi Acquiferi A, B e C.

Esiste una corrispondenza tra i Gruppi Acquiferi (definiti come Unità Idrostratigrafiche) e le Unità Stratigrafiche utilizzate nella Carta Geologica d'Italia. Nello specifico, il Gruppo Acquifero A corrisponde al Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), il Gruppo acquifero B al Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI), il Gruppo Acquifero C a diverse unità affioranti nell'Appennino, la più recente delle quali è la Formazione delle Sabbie Gialle di Imola (IMO).

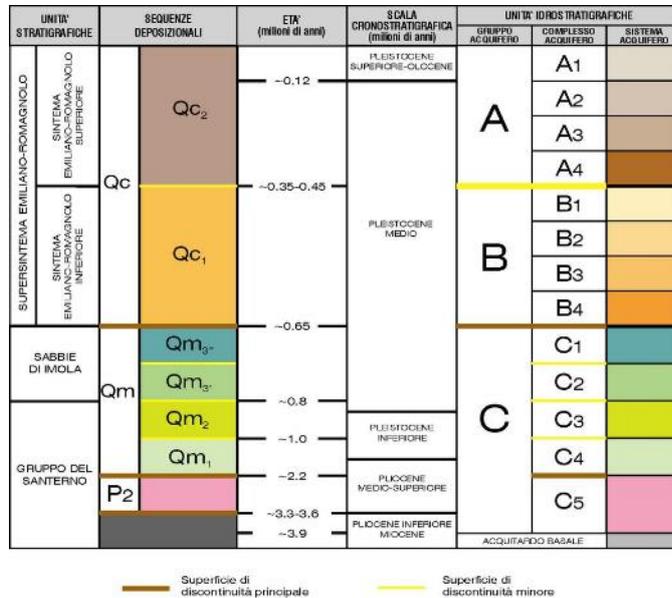
Di seguito si riporta una breve descrizione dei principali gruppi acquiferi:

- **Supersistema Emiliano Romagnolo** - (Pleistocene medio, da 0,65 Ma all'Olocene) - È composto dai sedimenti continentali (*diluvium*, *alluvium*, *terre rosse*, *terrazzi* e *alluvioni*), a sua volta suddiviso in due sintemi.
 - **Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore** (Pleistocene medio superiore, da 0,35÷0,45 Ma all'Olocene) corrisponde al Gruppo Acquifero A, sfruttato in modo intensivo e costituito da ghiaie e conglomerati, sabbie e peliti di terrazzo e conoide alluvionale, in strati lenticolari di spessore variabile (da alcuni decimetri a diversi metri). Sono presenti paleosuoli. Generalmente hanno un letto costituito da conglomerati eterometrici, eterogenei, *clast-supported*, con matrice sabbiosa poco cementata, con la base fortemente erosiva. Il contatto con il sottostante Sistema Inferiore è erosivo e in discordanza angolare.
 - **Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore** (Pleistocene medio superiore, da 0,65 Ma a 0,35÷0,45 Ma) corrisponde al Gruppo Acquifero B, sfruttato solo localmente e costituito da alluvioni prevalentemente composte da argille limose di pianura alluvionale a cui si trovano intercalati livelli di ghiaie, conglomerati eterometrici ed eterogenei, sabbie. Il contatto sulle unità affioranti lungo il Margine Appenninico Padano è frequentemente discordante. I depositi appartenenti a questa unità risalgono al Pleistocene medio. Questi livelli hanno carattere discontinuo. Anche in questo sistema si trovano paleosuoli.
- **Supersistema del Quaternario Marino** (Pliocene medio superiore, da 2,2 Ma al Pleistocene medio, a 0,65 Ma)
 - Gruppo Acquifero C - Al contrario di quelli soprastanti, questo supersistema è costituito da sedimenti deposti in ambiente marino (delta-conoide e marino marginale). Isolato rispetto alla superficie per gran parte della sua estensione, è raramente sfruttato ed è formato da depositi di delta-conoide e marino-marginali costituiti da prevalenti sabbie e areniti, queste ultime poco cementate, ben selezionate con granulometria media e fine, generalmente ben stratificate e ricche in bioclasti. Si trovano frequenti intercalazioni, da sottili a molto spesse, di conglomerati eterometrici ed eterogenei, e peliti.
- **Supersistema del Pliocene Medio-Superiore** (Pliocene medio superiore, da 3,3÷3,6 Ma a 2,2 Ma)
 - Gruppo Acquifero C - Questi sedimenti hanno provenienza appenninica e si sono deposti in ambienti deltizi e costieri. Si alternano facies fini e grossolane. Alla sommità del supersistema

troviamo un prisma sedimentario fluvio-deltizio sormontato da una superficie d'erosione/deposizione subaerea.

I limiti basali dei tre gruppi acquiferi sono la prosecuzione nel sottosuolo delle discontinuità che separano in affioramento i supersintemi ed i sintemi; ne consegue che sia i gruppi acquiferi che i sintemi corrispondono pertanto a sequenze deposizionali.

Img. 3.9.1 – Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino della Pianura Emiliano - Romagnola (Riserve sotterranee della Regione Emilia Romagna 1998)



All'interno di ciascun Gruppo Acquifero vengono poi distinti diversi Complessi Acquiferi, unità gerarchicamente inferiori (a cui comunque corrisponde un'unità stratigrafica della Carta Geologica) identificate dal nome del Gruppo Acquifero di appartenenza, seguito da un numero progressivo; in base alla nuova classificazione adottata dalla Regione Emilia Romagna (2003) sono stati distinti cinque Complessi Acquiferi nel Gruppo Acquifero A, quattro nel B, e cinque nel C con lo spessore dei singoli Complessi Acquiferi dell'ordine delle decine di metri circa. I Complessi Acquiferi vengono denominati con un numero progressivo dall'alto stratigrafico verso il basso, posto dopo il nome del gruppo acquifero (ovvero A0, A1, A2, A3, etc.). Anche i Complessi Acquiferi sono Unità Idrostratigrafiche e come tali rappresentano una sequenza deposizionale contraddistinta da un acquitardo basale molto continuo, a cui fa seguito una sedimentazione più fine che diventa poi decisamente grossolana nella porzione terminale della sequenza. Gli scambi idrici tra i tre gruppi acquiferi sono contenuti, salvo che nella stretta fascia collinare, sede delle aree di ricarica.

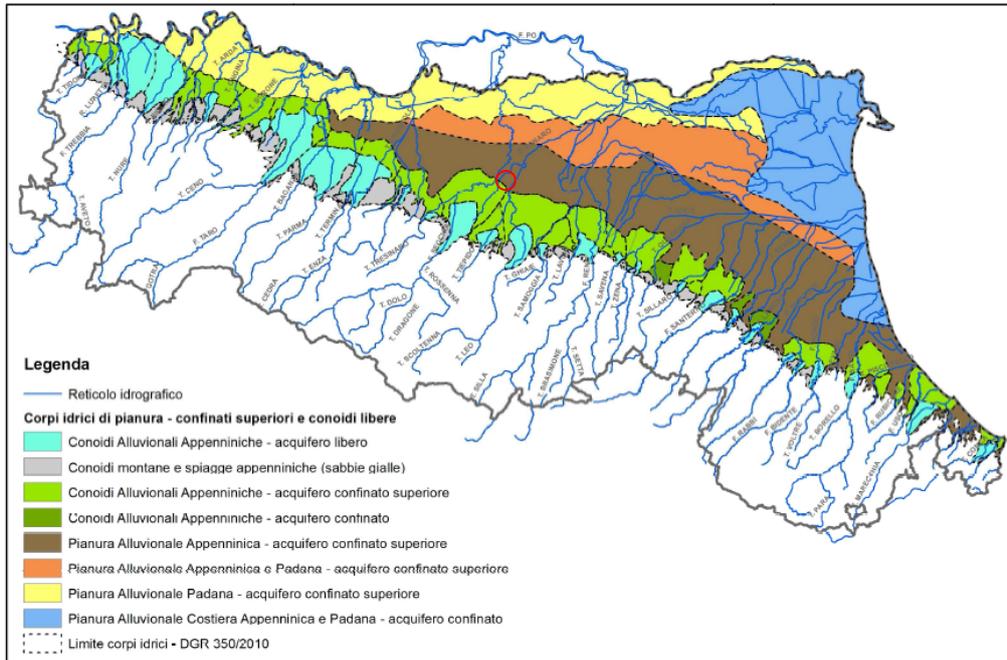
A fare da acquitardo basale alle sovrastanti unità idrogeologiche c'è un insieme di Unità complessivamente impermeabili che, estendendosi nel sottosuolo della pianura ed affiorando sul Margine Appenninico Padano, costituiscono il limite della circolazione idrica-sotterranea qui presente; si riconoscono una prima unità costituita da orizzonti limo-argillosi e subordinatamente sabbiosi con intercalazioni torbose, correlabili a depositi continentali delle formazioni medio pleistoceniche-oloceniche, aventi spessori complessivi compresi tra gli 80 e i 400 m., una seconda unità formata da argille con intercalazioni sabbiose, riconducibile al Quaternario marino, generalmente permeata da acque salmastre, la cui base ha un andamento con profondità mediamente pari a 2.500-3.000 m, ed una terza unità, basale, comprendente le formazioni del Pliocene e Miocene, costituita da orizzonti argillosi, marnosi, sabbioso-arenacei, con presenza di straterelli gessosi e/o calcareo-arenacei, di ambiente deposizionale marino.

Per quanto riguarda la base delle acque dolci, in relazione ai dati AGIP, SPI, IDROSER, RER, dello studio Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia Romagna, si localizza nel sottosuolo dell'area in oggetto a profondità mediamente comprese tra -400 e -500 metri dal piano campagna.

3.9.1 Struttura idrogeologica locale

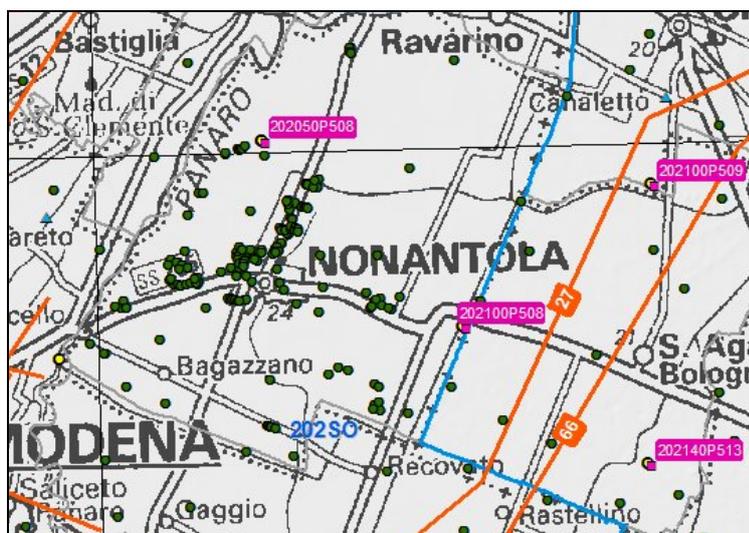
L'ambito territoriale del Comune di Nonantola è localizzato in corrispondenza dei corpi idrici appartenenti alla pianura alluvionale appenninica.

Img. 3.9.2 – Corpi idrici sotterranei di pianura liberi e confinati superiori (acquiferi A1 e A2)



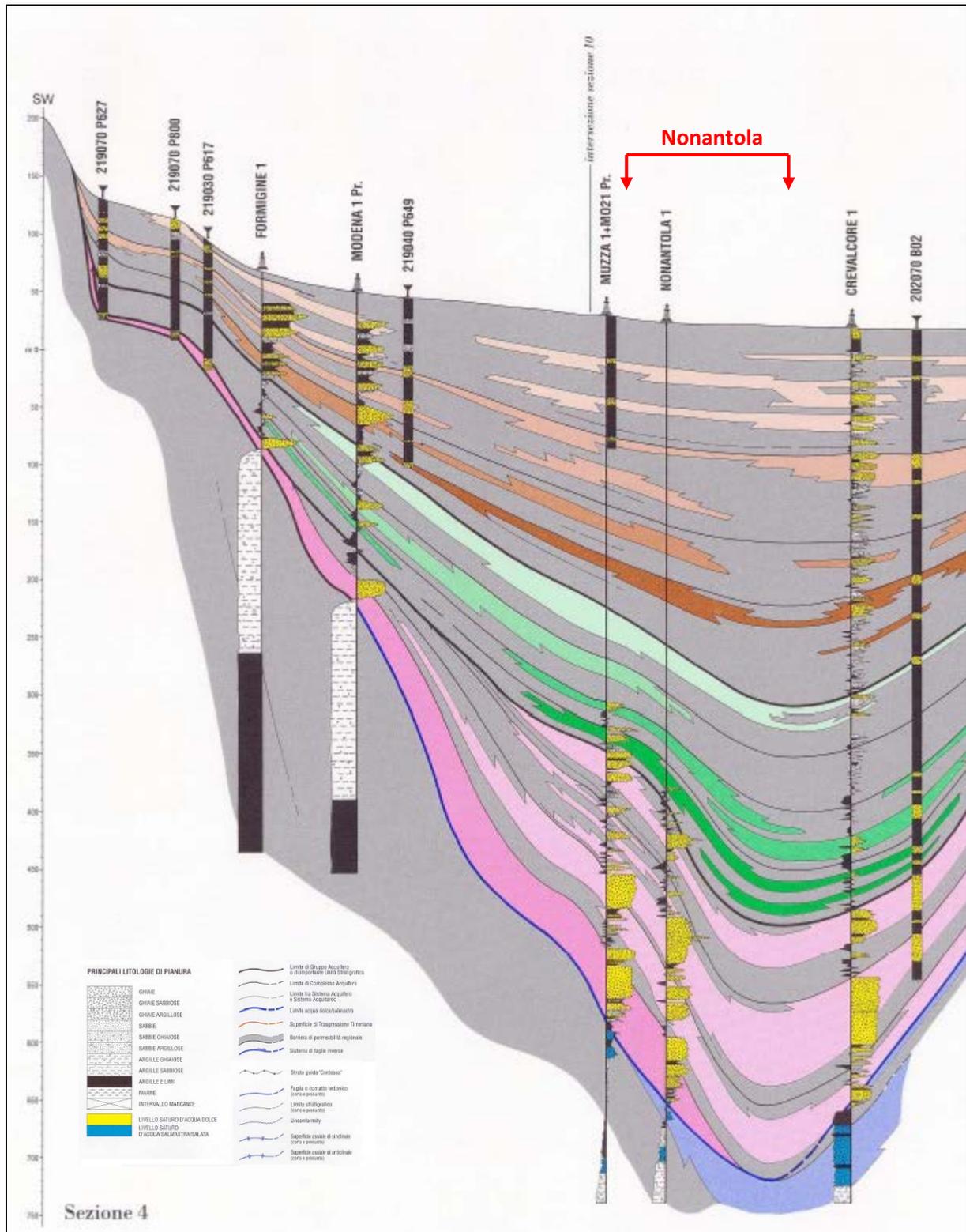
Per definire il modello idrogeologico locale si è fatto riferimento a dati bibliografici, in particolare alla sezione idrostratigrafica n. 27, ubicata ad est rispetto all'area in esame con sviluppo da Sud verso Nord, desunta dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna la cui ubicazione è riportata nella figura seguente.

Img. 3.9.3 – Ubicazione delle Sezioni Idrostratigrafiche (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della RER)



Le due unità idrogeologiche, corrispondenti al Gruppo Acquifero A, e in termini cronostratigrafici all'Unità geologica Emiliana Superiore, appoggiano sopra un substrato plio-pleistocenico marino e/o transizionale costituito al tetto da sabbie fini limose, sabbie e ghiaie, mentre nella parte inferiore da terreni fini, sempre di origine marina, virtualmente impermeabili (Pliocene).

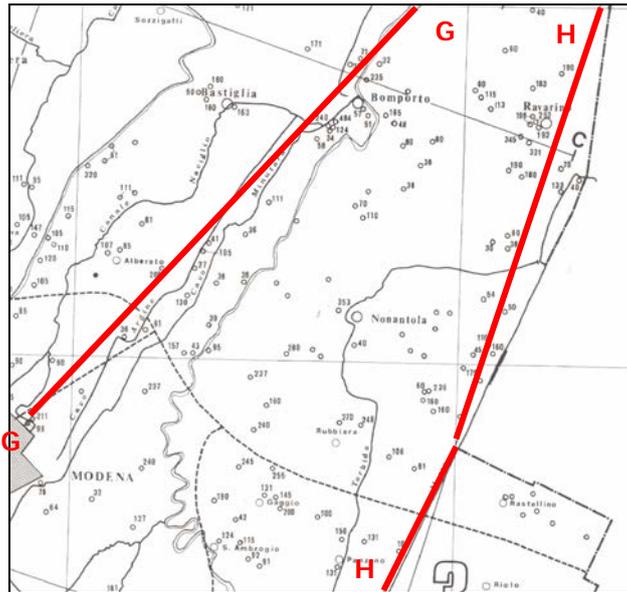
Img. 3.9.4 – Estratto della Sezioni Idrostratigrafica n. 27 rispetto all'area in studio



Nello specifico dell'area di Nonantola il sottosuolo è caratterizzato da una sequenza monotona di argille e limi prevalenti con sottili lenti sabbiose e sabbioso-limose discontinue per estensione laterale e verticale; la grande profondità dei pozzi testimonia la scarsa disponibilità di acquiferi consistenti, ospitati in poche e sottili lenti sabbiose.

Nella figura seguente si riportano stralci di due sezioni eseguite nell'intorno dell'area d'indagine ed allegate allo studio "Idrogeologia profonda della pianura modenese" a cura di M. Pellegrini, A. Colombetti e A. Zavatti.

Img. 3.9.5 – Ubicazione sezioni idrostratigrafiche – CNR (1976)²²



Entrambe le sezioni sono state eseguite in direzione grosso modo N-S e una delle due (sezione H-H) attraversa il territorio di Nonantola.

Le sezioni riportate, spinte sino alle profondità di circa 300 m, confermano sostanzialmente quanto già detto in precedenza; l'area di Nonantola è contraddistinta da sedimenti prevalentemente fini, all'interno dei quali s'intercalano sottili livelli di sabbie e sabbie limose, sede di limitati acquiferi.

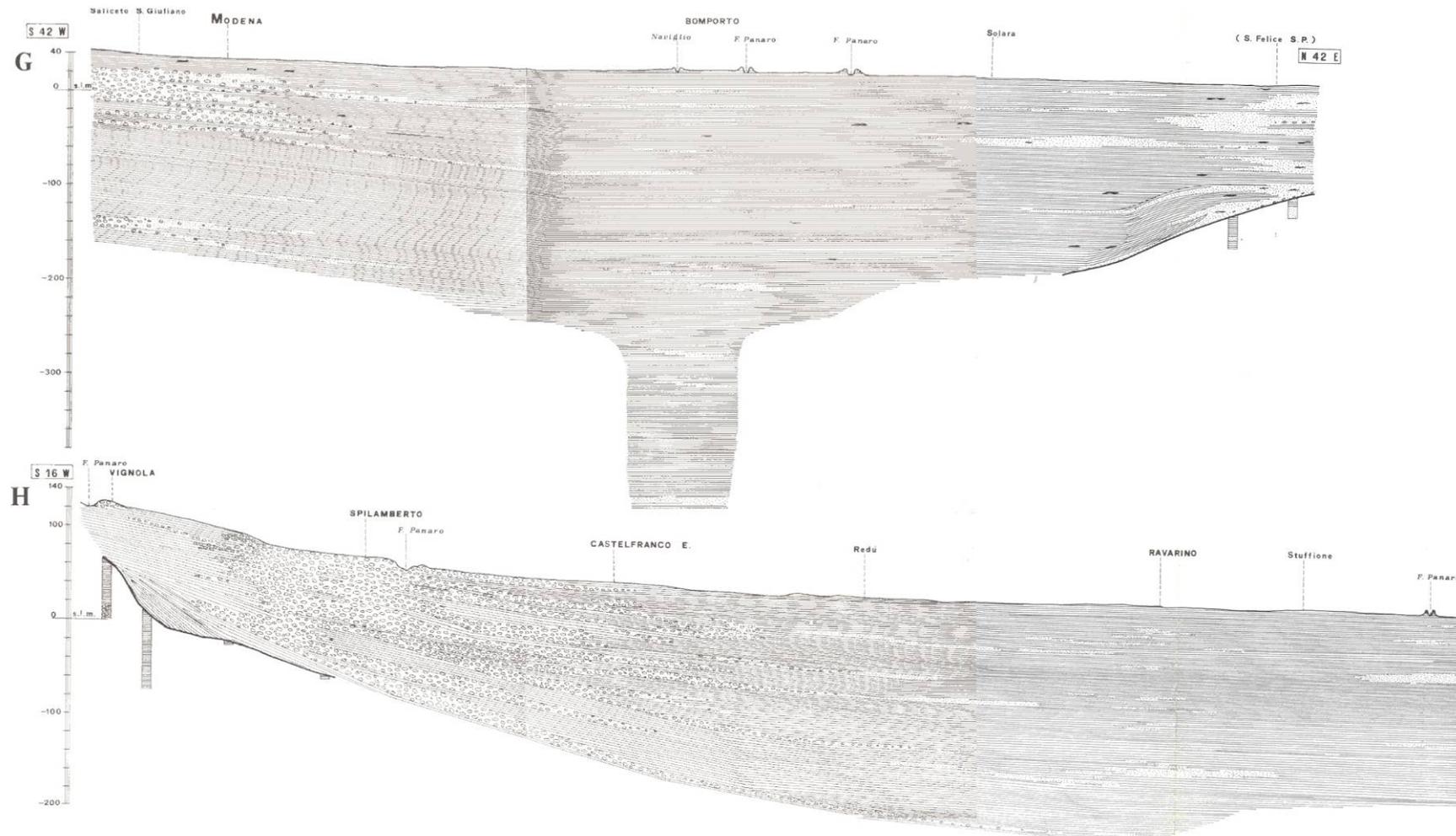
Come si può notare sia nella sezione G che nella sezione H, le lenti costituite dai sedimenti più grossolani si esauriscono poco a monte della via Emilia, interessando il sottosuolo delle città di Modena e Castelfranco.

Nel territorio comunale il Complesso acquifero Superficiale è composto da sedimenti fini, poco permeabili, che nel loro insieme costituiscono una barriera di permeabilità regionale, che protegge gli Acquiferi profondi dei Gruppi A e B da eventuali inquinanti sversati in superficie.

Sul territorio comunale non sono presenti pozzi ad uso acquedottistico né fontanili, non sono perimetrate zone di rispetto degli stessi, fasce di tutela o zone di protezione, né alcuna aree di riserva idrica.

²² CNR (1976) a cura di M. Pellegrini, A. Colombetti e A. Zavatti - "Idrogeologica profondo della pianura modenese"

Img. 3.9.6 – Sezioni idrostratigrafiche G-G e H-H – CNR (1976)



3.9.2 Lo stato delle risorse idriche sotterranee

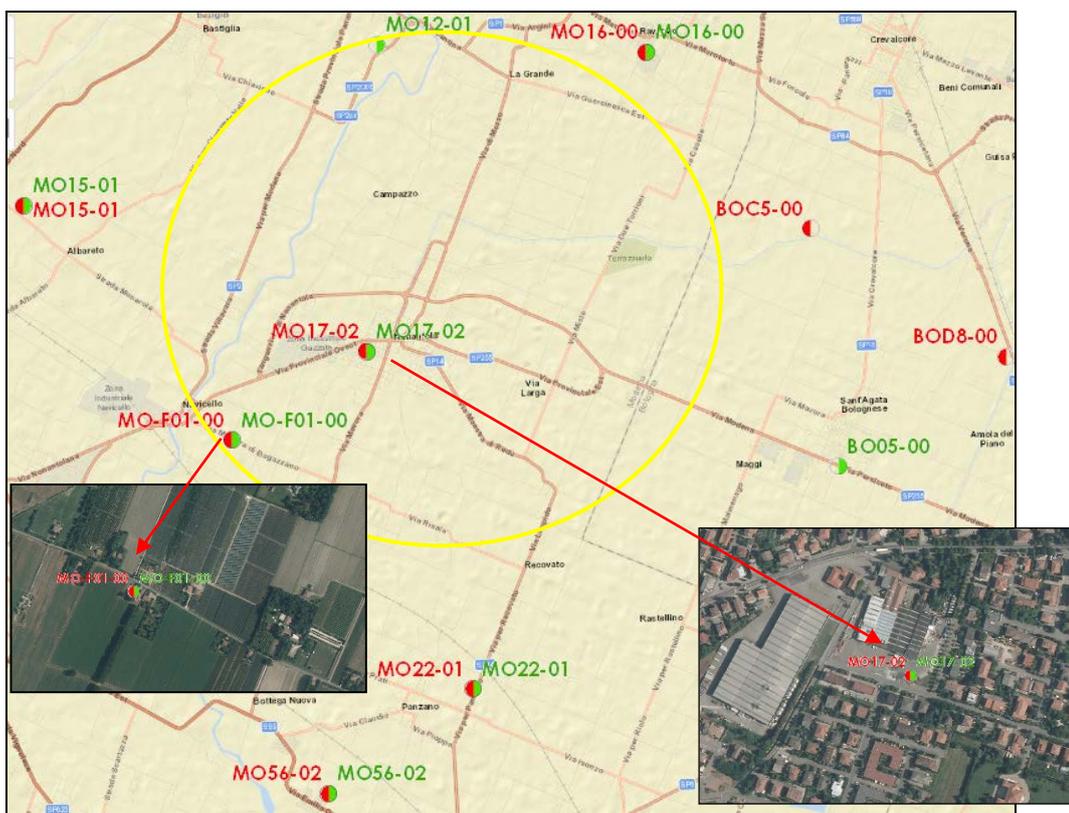
L'acquifero di questo settore di pianura risulta essere di modesto interesse, oltre che dal punto di vista quantitativo, anche da quello qualitativo; infatti, le facies idrochimiche, a causa dei lunghi tempi di permanenza dell'acqua nel serbatoio e dei potenziali ossido-riduttivi che le caratterizzano, sono tipiche di acque modificate ed inidonee al consumo umano.

Nell'ambito dell'analisi condotta per il presente studio, viste le caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi sotterranei, che vedono nell'area comunale l'assenza di acquiferi significativi sfruttati a fini acquedottistici e considerate le finalità cui lo stesso è vocato, in coerenza con quanto stabilito dall'art. 22 della L.R. 24/2017 relativamente alla formazione del Quadro Conoscitivo a supporto della pianificazione, si è ritenuto adeguato fare riferimento ai dati piezometrici esistenti in bibliografia; non è stata pertanto effettuata una campagna piezometrica ad hoc, ma sono stati utilizzati i dati resi disponibili.

Per un esame della qualità delle acque sotterranee del territorio sono stati consultati i report più recenti in materia di Arpae Modena, nello specifico si è fatto riferimento al Report Arpae "Valutazione dello stato delle acque sotterranee" (2014 - 2019), oltre al sito cartografico di Arpae e il sito della RER servizio geologico sismico e dei suoli.

Nell'immagine seguente si riportano i pozzi della rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee situati nel territorio comunale di Nonantola (2 pozzi) ed in un suo discreto intorno. Sul territorio comunale o nelle immediate vicinanze, sono segnalati una decina di pozzi di monitoraggio periodo 2015-2021 della rete di controllo regionale, due solo con monitoraggio chimico (MO12-01, BO05-00) e gli altri con monitoraggio chimico e qualitativo; ricadono sul territorio comunale i pozzi MO 17.02 e MOF01-00.

Img. 3.9.7 - Estratto da <https://www.arpae.it/cartografia/>: Pozzi della Rete Monitoraggio Regionale (DGR 2067/15).

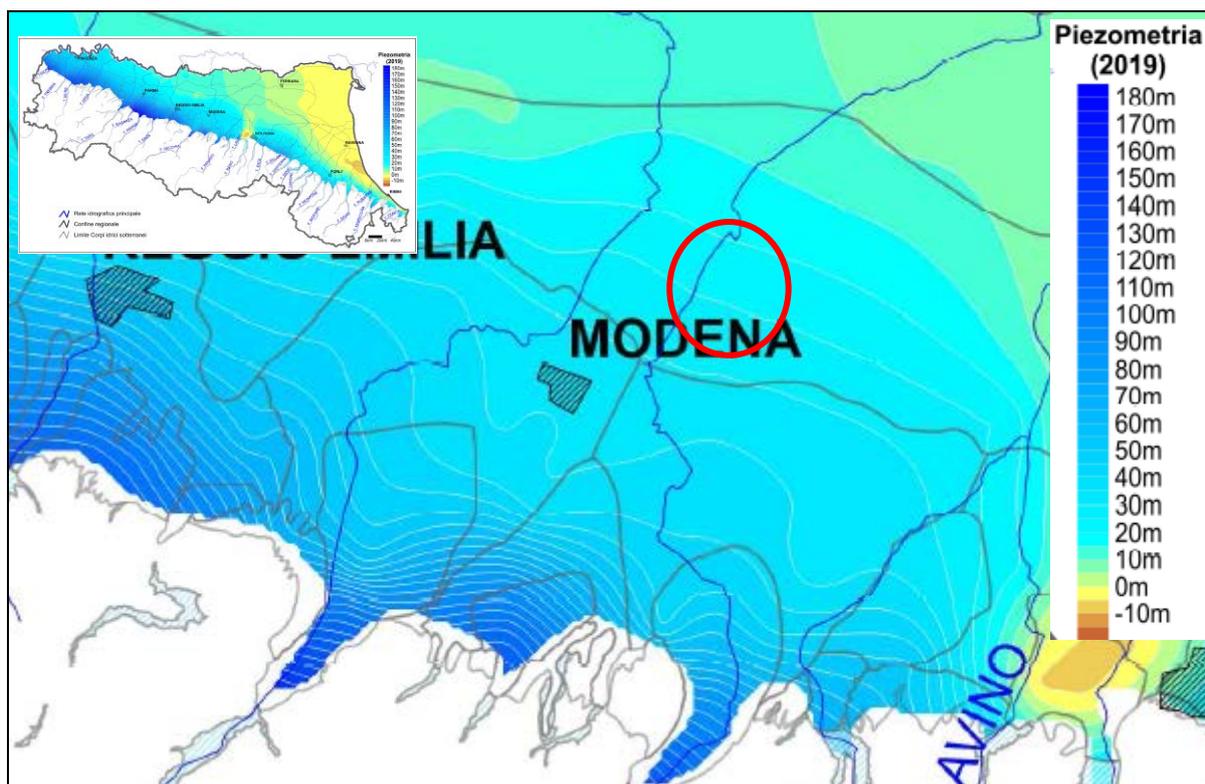


TIPOLOGIA MONITORAGGIO – chimico – quantitativo

DENOMINAZIONE POZZO	NOTE DA SITO SGSS della RER	PIEZOMETRIA
POZZO MO17-02 (Comune di Nonantola) CORPO IDRICO - Pianura Alluvionale Padana - confinato superiore (A1 e A2) PROFONDITÀ POZZO: 320 m	Data dell'ultima misura: 11.03.2006	Nel periodo di monitoraggio (2002 – 2009), è stato registrato un livello piezometrico minimo di 10.53 m s.l.m. (11.1994) e massimo di 23.43 m s.l.m., (07.1980), corrispondenti ad una soggiacenza massima di 13.79 m e minima di 0.89 m.
POZZO MOF01-00 (Comune di Nonantola) CORPO IDRICO - Freatico di pianura fluviale PROFONDITÀ POZZO - 12 m		

Con riferimento alla “Piezometria media annua nei corpi idrici liberi e confinati superiori (2019)” contenuta nel Report di Arpae, nell’area comunale si hanno valori piezometrici compresi tra un minimo di circa 10 m s.l.m. (nord) e un massimo di circa 30 m s.l.m. (a sud).

Img. 3.9.8 – Piezometria media annua nei corpi idrici liberi e confinati superiori (2019)



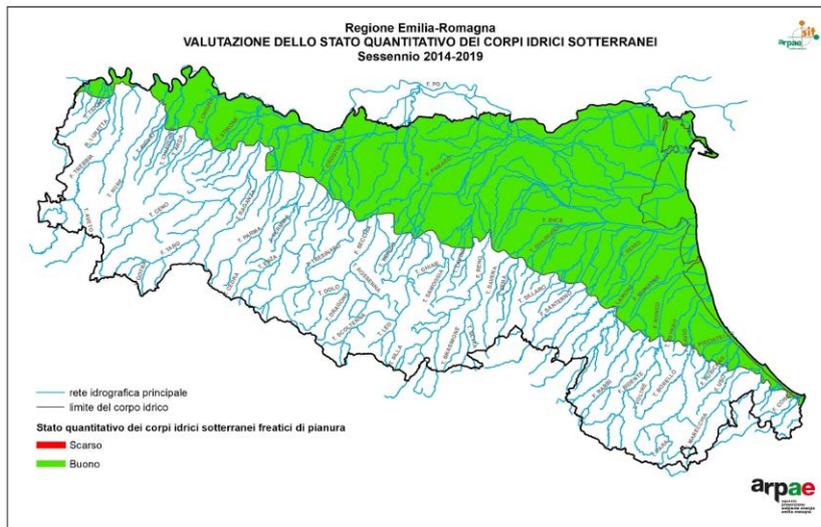
Con riferimento al Report suddetto, di seguito si riportano sinteticamente i dati delle rilevazioni analitiche eseguite nell’ambito del periodico controllo sulla rete di I° grado, attivata dalla Regione Emilia Romagna e integrata a livello provinciale da parte dell’ARPAE, relativo al periodo 2014-2019.

Stato quantitativo (2014 – 2019)

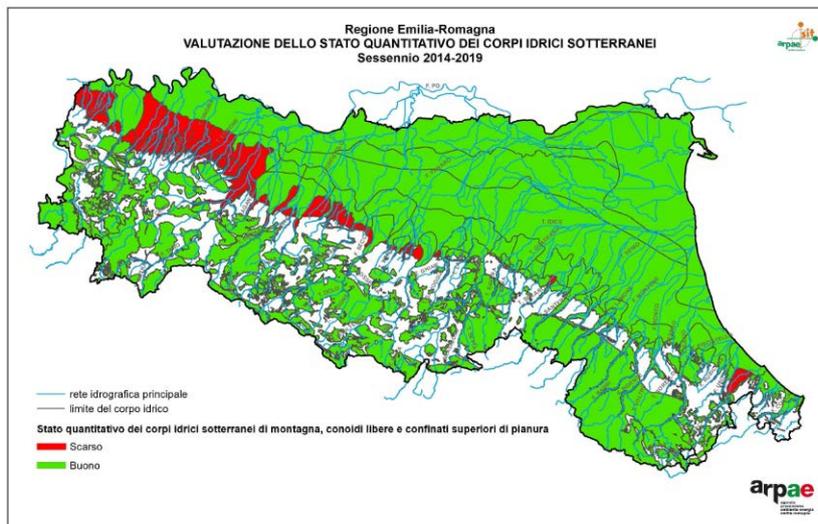
Lo stato quantitativo dei corpi idrici freatici di pianura è BUONO nell’area comunale come su tutto l’ambito regionale (valutazione SQAS).

Lo stato quantitativo dei corpi idrici freatici di pianura (Img. 3.10.9), degli acquiferi confinati superiori (Img. 3.10.10) e inferiori (Img. 3.10.11) della pianura è BUONO nell’area comunale, come su tutto l’ambito regionale (valutazione SQAS).

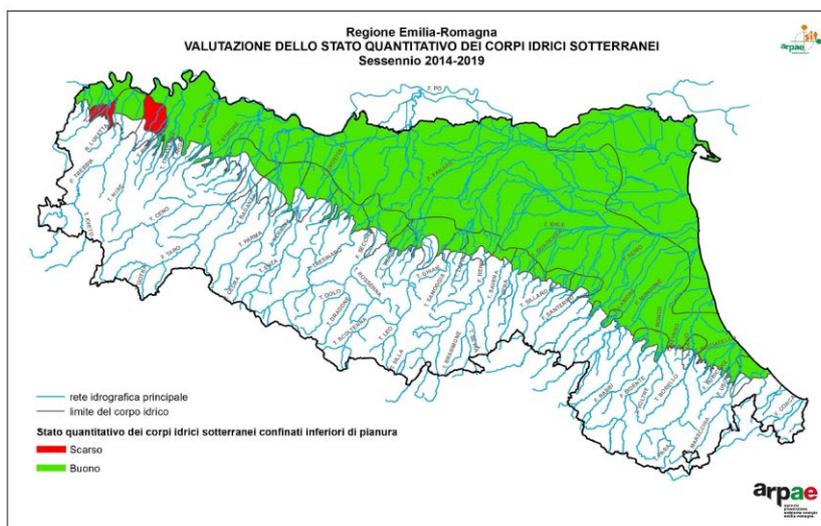
Img. 3.9.9 – Valutazione SQUAS dei corpi idrici freatici di pianura (2014 - 2019)



Img. 3.9.10 – Valutazione SQUAS dei corpi idrici montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura (2014 - 2019)



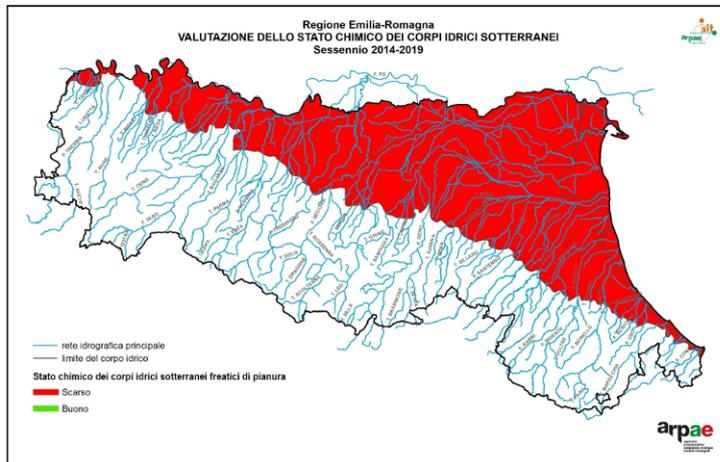
Img. 3.9.11 – Valutazione SQUAS dei corpi idrici confinati inferiori di pianura (2014 - 2019)



Stato chimico (2014 – 2019)

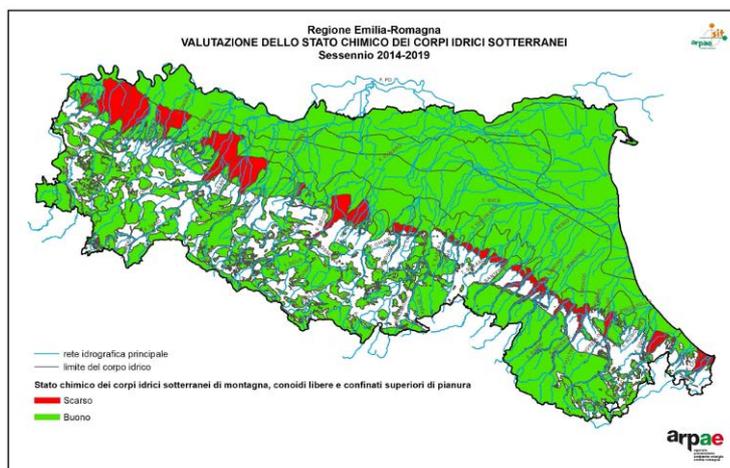
Lo stato chimico dei corpi idrici freatici di pianura è SCARSO nell'area comunale come su tutto l'ambito regionale (valutazione SCAS).

Img. 3.9.12 – Valutazione SCAS dei corpi idrici freatici di pianura (2014 - 2019)

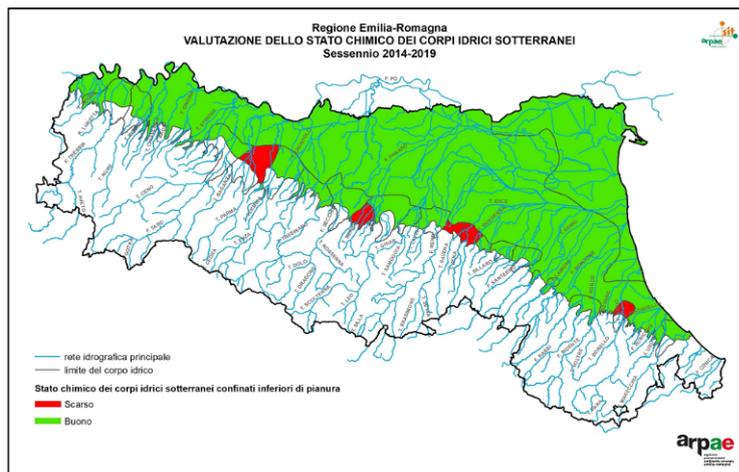


Lo stato chimico delle conoidi libere e degli acquiferi confinati superiori e inferiori della pianura è BUONO nell'area comunale (valutazione SQAS).

Img. 3.9.13 – Valutazione SCAS dei corpi idrici montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura (2014 - 2019)

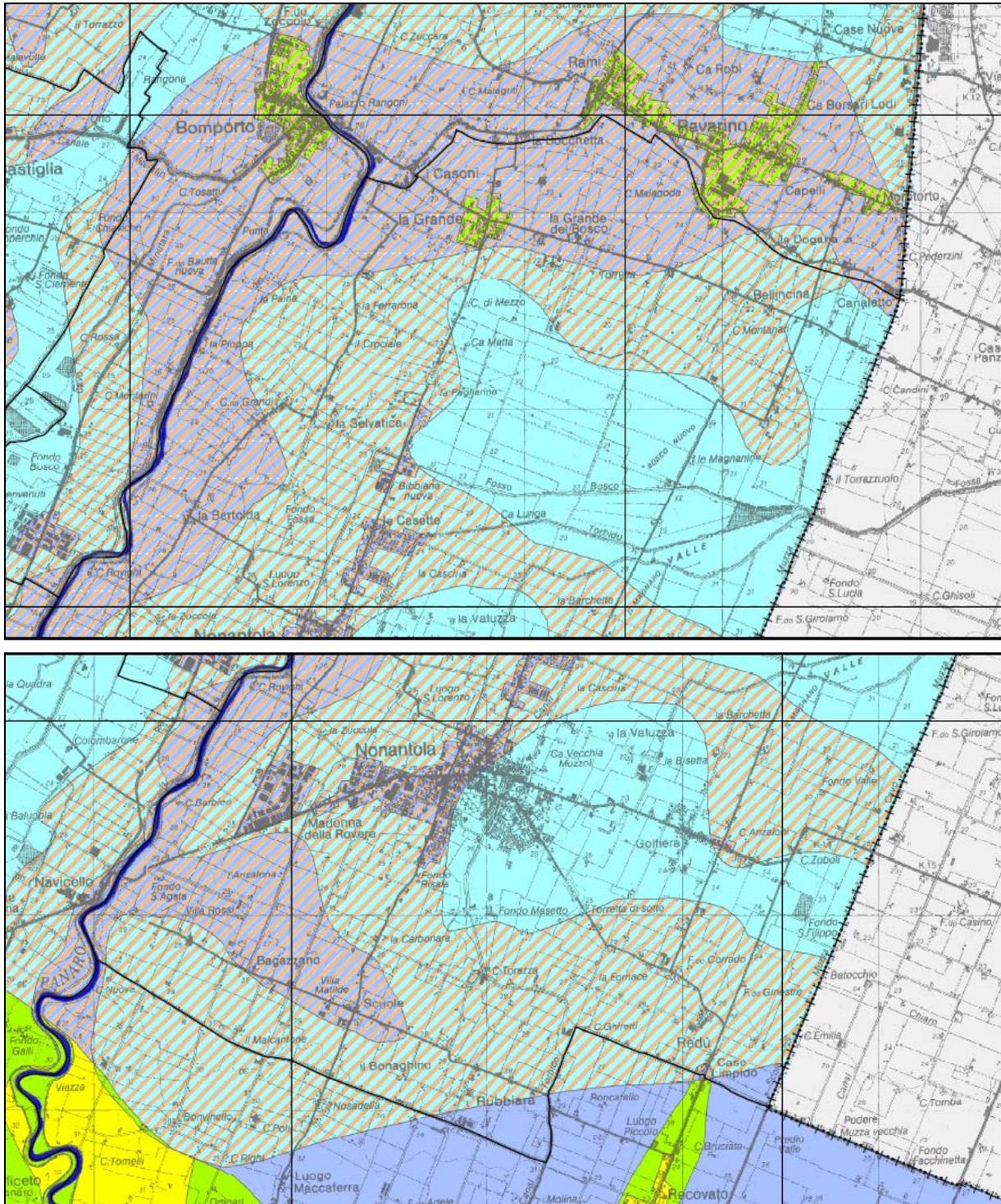


Img. 3.9.14 – Valutazione SCAS dei corpi idrici confinati inferiori di pianura (2014 - 2019)



Per la determinazione del grado di vulnerabilità naturale dell'acquifero presente sul territorio comunale, si è fatto riferimento alla "Carta della Vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale" allegata al PTCP della Provincia di Modena.

Img. 3.9.15 – Estratto Tav. 3.1.1 e 3.1.2 "Rischio inquinamento acque: vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale" PTCP Modena



* GRADO DI VULNERABILITA'						LITOLOGIA SUPERFICIE	PROFONDITA' TETTO GHIAIE E SABBIE	CARATTERISTICHE ACQUIFERO	CAPACITA' ATTENUAZIONE SUOLO
EE	E	A	M	B	BB				
						- Zona di MEDIA PIANURA: Area caratterizzata da assenza di acquiferi significativi, nella quale sono presenti livelli di ghiaia solamente al di sotto dei 100 m di profondità e di sabbia al di sotto dei 25 m di profondità			
						(**) Paleoalvei recenti e depositi di rota, sede di acquiferi sospesi.			
						limo	> 100	libero	AM
						sabbia	> 100	libero	AM
						limo	> 100	libero	B
						sabbia	> 100	libero	B
						argilla	> 10	libero/confinato	AM
						limo	> 10	libero/confinato	A
						argilla e/o limo	< 10	confinato	A
						argilla	> 10	libero/confinato	B
						argilla e/o limo	< 10	libero	AM
						limo	> 10	libero/confinato	MB
						argilla e/o limo	< 10	confinato	MB
						sabbia e/o ghiaia	> 10	confinato	A
						argilla e/o limo	< 10	libero	B
						sabbia e/o ghiaia	> 10	libero	AM
						sabbia e/o ghiaia	> 10	confinato	MB
						sabbia e/o ghiaia	< 10	confinato	AM
						sabbia e/o ghiaia	< 10	libero	AM
						sabbia e/o ghiaia	< 10	libero	B
						Alvei fluviali disperdenti			

* EE = Estremamente Elevato E = Elevato A = Alto M = Medio B = Basso BB = Molto Basso

Per le zone di 'MEDIA-ALTA PIANURA' si prende in considerazione il tetto delle ghiaie.
 Per la zona di 'BASSA PIANURA' si prende in considerazione il tetto delle sabbie.

Il territorio comunale presenta una vulnerabilità dell'acquifero bassa o molto bassa o risulta caratterizzato dall'assenza di acquiferi significativi.

3.10 RISORSA IDRICA - CENTRI DI PERICOLO POTENZIALE

L'analisi dello stato delle risorse idriche è un punto di partenza fondamentale per capire il rapporto esistente con gli ecosistemi acquatici. Consumi e afflussi idrici da un lato e centri di pericolo potenziale dall'altro determinano la qualità dell'acqua del territorio, ovvero attività produttive ed infrastrutture determinano la quantità di servizi ecosistemici che essa può fornire.

Nell'ambito della redazione del presente Quadro Conoscitivo a supporto del PUG è stata pertanto redatta una cartografia dei centri di pericolo potenziale per la risorsa idrica (Elaborato Tav. 9 "Centri di pericolo potenziale per la risorsa idrica superficiale e sotterranea"), allo scopo di fornire un quadro delle pressioni esistenti sulle aree maggiormente sensibili.

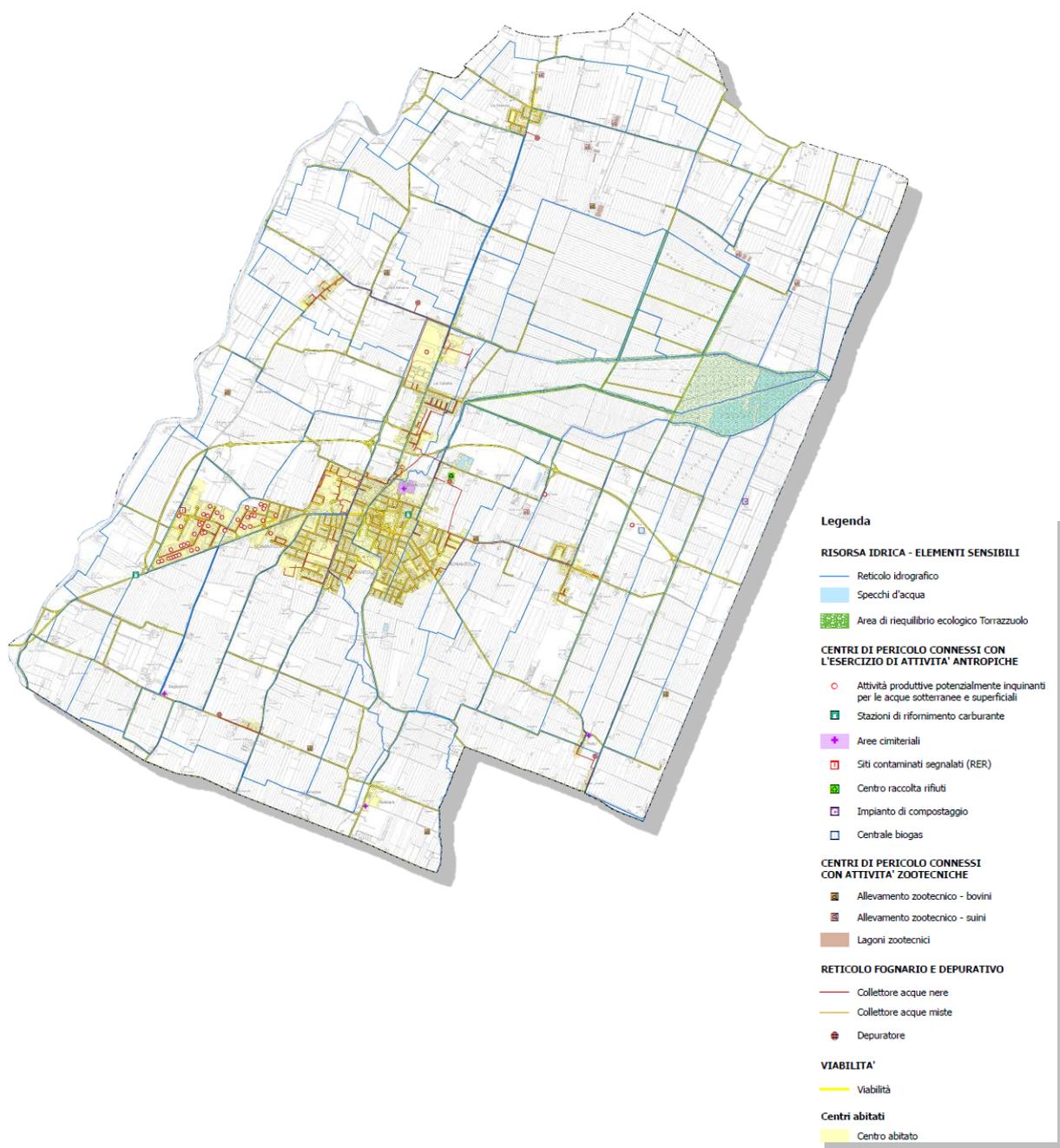
Nella cartografia prodotta sono state sovrapposte quindi alle aree del territorio maggiormente sensibili in termini di qualità della risorsa idrica superficiale e sotterranea, gli elementi che determinano una pressione antropica e pericolo potenziale d'inquinamento sul territorio comunale, selezionati sulla base dell'Allegato 1 del PTA e dei principali centri di pericolo inclusi nelle metodologie più comuni di elaborazione di carte della Vulnerabilità della risorsa idrica.

Nell' Elaborato Tav. 9 sono pertanto stati rappresentati i seguenti tematismi:

- **Elementi sensibili del territorio:** sono stati riportati gli elementi del territorio di Nonantola maggiormente sensibili a potenziali inquinamenti della risorsa idrica; in particolare
 - gli elementi dell'idrografia superficiale (Reticolo idrografico principale, che comprende il fiume Panaro e il reticolo secondario di Bonifica),
 - gli invasi,
 - l'area di riequilibrio ecologico Torrazzuolo.
- **Centri di pericolo connessi con l'esercizio di attività antropiche:** si tratta di aree o elementi puntuali che prevedono l'impiego di sostanze potenzialmente inquinanti o lo svolgimento di attività che definiscono un potenziale pericolo d'inquinamento; comprendono:
 - le attività produttive potenzialmente inquinanti per le acque superficiali e sotterranee (con riferimento ai centri di pericolo definiti nell'Allegato 1 PTA): la maggior concentrazione è nell'area produttiva di Nonantola, in quanto sede di numerose attività potenzialmente inquinanti;

- le stazioni di rifornimento carburanti,
- le aree cimiteriali,
- un sito segnalato dalla RER come “contaminato” (Comunicazione - art. 242 D.lgs 152/06)
- il centro di raccolta rifiuti,
- l'impianto di compostaggio,
- la centrale a Biogas.
- **Centri di pericolo connessi con attività zootecniche:** sono stati rappresentati
 - gli allevamenti zootecnici, distinguendo quelli di bovini da quelli di suini
 - i lagoni zootecnici.
- **Reticolo fognario e depurativo:** sono stati rappresentati
 - i collettori delle acque nere o miste
 - i depuratori
- **Viabilità:** sono state rappresentate la viabilità provinciale e comunale
- **Centri abitati:** sono stati individuati i centri urbani del territorio.

Img. 3.10.1 – Tav. 9 Centri di pericolo potenziale per la risorsa idrica superficiale e sotterranea



3.11 LA RESILIENZA SPECIFICA DEL TERRITORIO URBANIZZATO AGLI ALLAGAMENTI

Il termine “resilienza”, preso in prestito dalla fisica e dalla psicologia per indicare comportamenti in grado di integrare la capacità di adattamento e la disponibilità alla trasformazione in risposta a eventi dirompenti o traumatici, da una decina di anni è entrato anche nel lessico comune della pianificazione urbanistica, andando ad individuare proprio nella capacità di continuare a esistere, incorporando il cambiamento, uno dei principali indicatori per segnare la ripresa di una comunità, toccata da stravolgimenti significativi.

La resilienza urbana viene oggi intesa come la capacità di individui, comunità, istituzioni, imprese e sistemi all'interno di una città, di sopravvivere, adattarsi e crescere a prescindere da quali stress cronici e shock acuti subiscano; una città resiliente, diventa allora un sistema urbano, che non si limita ad adeguarsi ai cambiamenti in atto, con particolare rilevanza ai cambiamenti climatici, di fronte ai quali le città si stanno dimostrando sempre più vulnerabili, ma è una comunità che si modifica progettando risposte sociali, economiche e ambientali innovative che le permettano di resistere nel lungo periodo alle sollecitazioni dell'ambiente.

Per rendere le città resilienti sono due i fronti principali sui quali si dovrebbe intervenire: la vulnerabilità territoriale e il comfort climatico; aumentare la resilienza urbana, significa individuare con precisione le principali vulnerabilità del territorio alla luce dei cambiamenti climatici e definire le strategie di intervento, in grado di far fronte alle criticità evidenziate, in un'ottica che non sia più soltanto quella di prevenzione del rischio, ma diventi quella di diminuzione della vulnerabilità e dell'esposizione.

Ma se a livello generale considerare la resilienza di un sistema implica guardare alle reazioni complessive tra le diverse componenti del sistema stesso, e, quindi, alla sua capacità di limitare la durata e gravità delle conseguenze dovute ad imprevedibili disturbi, senza che si specifichi un particolare tipo di shock o una specifica variabile rappresentativa della risposta del sistema (Wu & Wu, 2013), la resilienza in termini “specifici”, corrisponde a sciogliere il nodo della sua definizione in termini “di cosa” (rispetto) “a cosa” (“*resilience of what to what*” (Carpenter et al., 2001)) e quindi, in particolare: i) individuare chiaramente il sistema specifico (o la parte di esso) di cui si vuole valutare la risposta, e ii) individuare chiaramente il fattore perturbante (il tipo di rischio) (Wu & Wu, 2013).

In questo modo diventa anche possibile tentare misurazioni quantitative della resilienza, rendendo la resilienza specifica collegabile con gli strumenti (Butler et al., 2014) non strutturali e strutturali, che la pianificazione territoriale ha a disposizione per guidare le trasformazioni.

Per attinenza rispetto agli aspetti del QC affrontati, nel presente capitolo verrà approfondito il tema della **resilienza specifica agli allagamenti** del territorio urbano, che si configura come una delle diverse componenti del sistema “città” che concorrono a definirne la resilienza generale; il sistema è quindi quello del Territorio urbanizzato e il fattore perturbante sono, in questo caso specifico, i fenomeni di allagamento causati, oltre che dalle esondazioni dei corsi d'acqua, da eventi di precipitazione intensa, spesso molto concentrati nel tempo e nello spazio.

Per definire il funzionamento di un sistema urbano rispetto ad una qualsiasi sollecitazione è indispensabile chiarire il limite tra un sistema **resistente** ed uno **resiliente**: in generale i limiti del sistema urbano sono individuati da “soglie” di funzionamento dettate dalla sua “resistenza”. Quando un sistema subisce una sollecitazione, può reagire oppure non reagire; nel primo caso si dice che il sistema è resiliente ed interessa studiarne le capacità e le caratteristiche di risposta, nel secondo caso si parla, invece, di sistema resistente, dove l'intensità della sollecitazione non è sufficiente a spingere lo stesso sistema oltre i propri limiti di funzionamento.

Se si traduce il principio di resistenza/resilienza suddetto rispetto alla trasformazione delle piogge in deflussi superficiali, il funzionamento del sistema dipenderà, quindi, dalla sua **resistenza**, intesa come l'abilità del sistema di convogliare le portate di piena al colmo generate dall'evento meteorico sulla base del tempo di ritorno di progetto e dalla sua **resilienza**, intesa come la sua capacità di gestire e superare l'evento di allagamento. Più in generale si può dire che in un sistema resistente le portate defluenti non si traducono in allagamenti, in un sistema resiliente gli allagamenti possono avvenire con impatti più o meno significativi e assimilati più o meno rapidamente.

Ragionare in termini di resilienza implica pertanto passare da una prospettiva di prevenzione del rischio (resistenza), a quella della sua gestione, ovvero della gestione delle sue componenti e delle sue conseguenze sulle comunità insediate e sui suoi luoghi, da attivare attraverso la pianificazione

territoriale; lo strumento di piano e le politiche, la configurazione spaziale degli usi del suolo, lo sviluppo e/o la rigenerazione degli insediamenti, le aree naturali e gli spazi verdi urbani e periurbani possono pertanto diventare determinanti nei processi di accrescimento della resilienza, nella prospettiva di convivere con l'incertezza connaturata al rischio, provando da un lato a ristabilire condizioni di equilibrio, dall'altro ad adattarsi agli irreversibili micro e macro cambiamenti in corso e provando a minimizzare gli impatti.

Nel primo caso, infatti, la pianificazione territoriale agisce attraverso **strategie di mitigazione, volte alla riduzione della pericolosità** dovuta al mancato normale funzionamento del sistema ed al riequilibrio tra forzanti del sistema e capacità di risposta dello stesso; nel secondo caso, la pianificazione territoriale agisce tramite **strategie di adattamento, come il flood-proofing o le delocalizzazioni**, con le quali intervenire sulla vulnerabilità ed esposizione del sistema urbano.

La "resilienza specifica" può pertanto essere modificata e progettata per le aree urbane a partire dalla definizione di specifici obiettivi di mitigazione ed adattamento a determinate sollecitazioni di rischio; la mitigazione del rischio, quindi, andrà perseguita lavorando contestualmente sulla resistenza dei sistemi urbani che, insieme, ne caratterizzano la risposta alla trasformazione degli eventi di pioggia in allagamenti superficiali.

3.11.1 Fattori che concorrono a determinare la resilienza specifica agli allagamenti del Territorio Urbanizzato

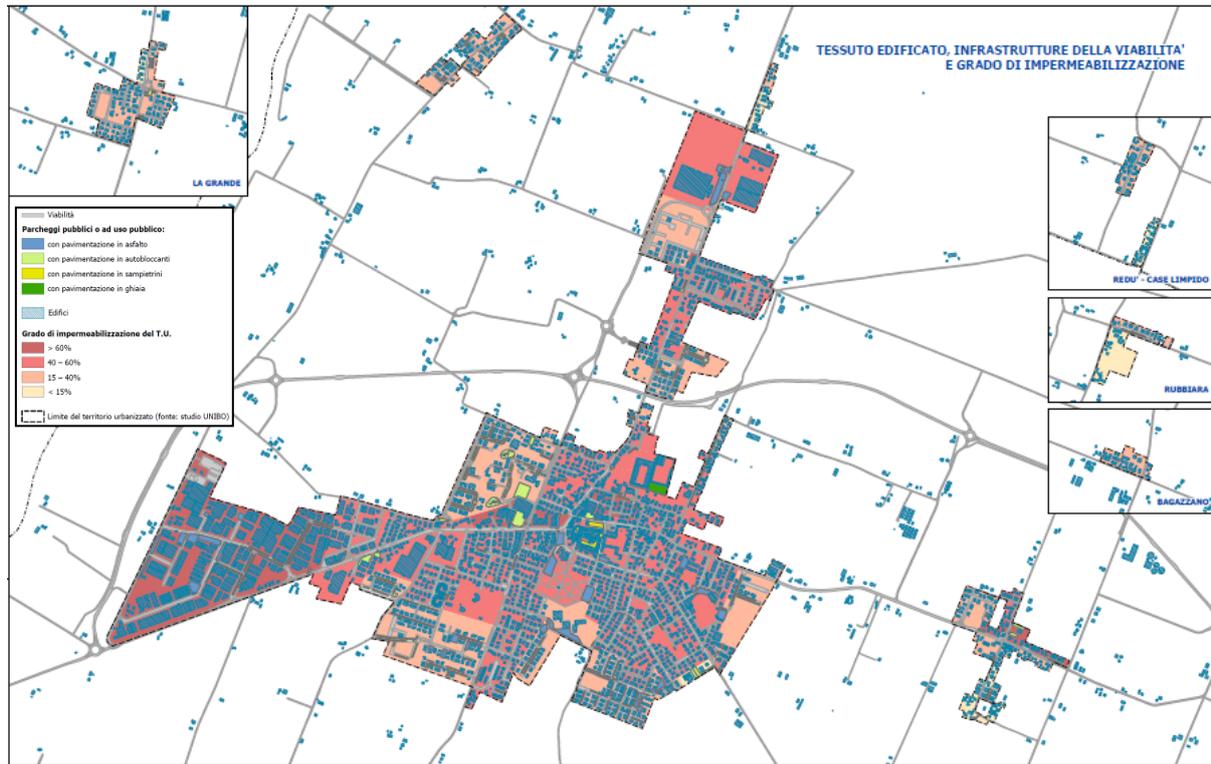
Al fine di valutare quale sia, allo stato attuale, la capacità resiliente che il territorio comunale di Nonantola possiede rispetto agli allagamenti generati da eventi meteorici estremi e individuare conseguentemente possibili azioni con le quali perseguire un aumento di tale capacità, sono stati presi in considerazione gli elementi ritenuti significativi in termini di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione.

E' stata prodotta la Tav. 10 "**Resilienza specifica del territorio urbanizzato agli allagamenti**" nella quale sono stati rappresentati, in tre distinti elaborati, gli elementi che ne concorrono alla definizione:

Elaborato 1 - Tessuto edificato, infrastrutture della viabilità e grado di impermeabilizzazione: sono stati rappresentati i seguenti elementi:

- la viabilità
- i parcheggi pubblici o ad uso pubblico, distinti in funzione della tipologia di pavimentazione prevalente (asfalto, autobloccanti, sampietrini, ghiaia)
- gli edifici
- il grado di **impermeabilizzazione** del territorio urbanizzato, riferito ad ambiti omogenei (desunti dallo studio sull'edificato fatto da UNIBO) distinguendo quattro classi:
 - grado di impermeabilizzazione > 60%
 - grado di impermeabilizzazione 60 – 40%
 - grado di impermeabilizzazione 40 – 15%
 - grado di impermeabilizzazione < 15%

Nell'elaborato 1 è stato rappresentato il grado di impermeabilizzazione del territorio urbanizzato, in relazione agli elementi che concorrono a determinarlo, ovvero la presenza di edifici e di infrastrutture per la mobilità; la presenza di parcheggi realizzati con materiali drenanti e quindi semipermeabili o permeabili, è prerogativa solamente delle zone di più recente sviluppo urbanistico, che sono anche quelle caratterizzate da minor grado di impermeabilizzazione.



Elaborato 2 - Tessuto urbano – spazi permeabili lungo la viabilità e verde ad uso pubblico: sono stati rappresentati i seguenti elementi:

- la viabilità e i parcheggi classificati in funzione del diverso grado di permeabilità dato dalla presenza o meno di verde d'arredo, distinti in viabilità e parcheggi:
 - nessun spazio permeabile - senza verde d'arredo
 - spazi permeabili per la presenza di alberi su un lato stradale
 - spazi permeabili per la presenza di aiuole su un lato stradale
 - spazi permeabili per la presenza di aiuole e alberature su un lato stradale
 - spazi permeabili per la presenza di aiuole e alberature su due lati stradali
- le aree verdi pubbliche o ad uso pubblico distinte in
 - parchi
 - aree verdi per attività sportive
- gli edifici (come punto di riferimento dell'urbanizzato)

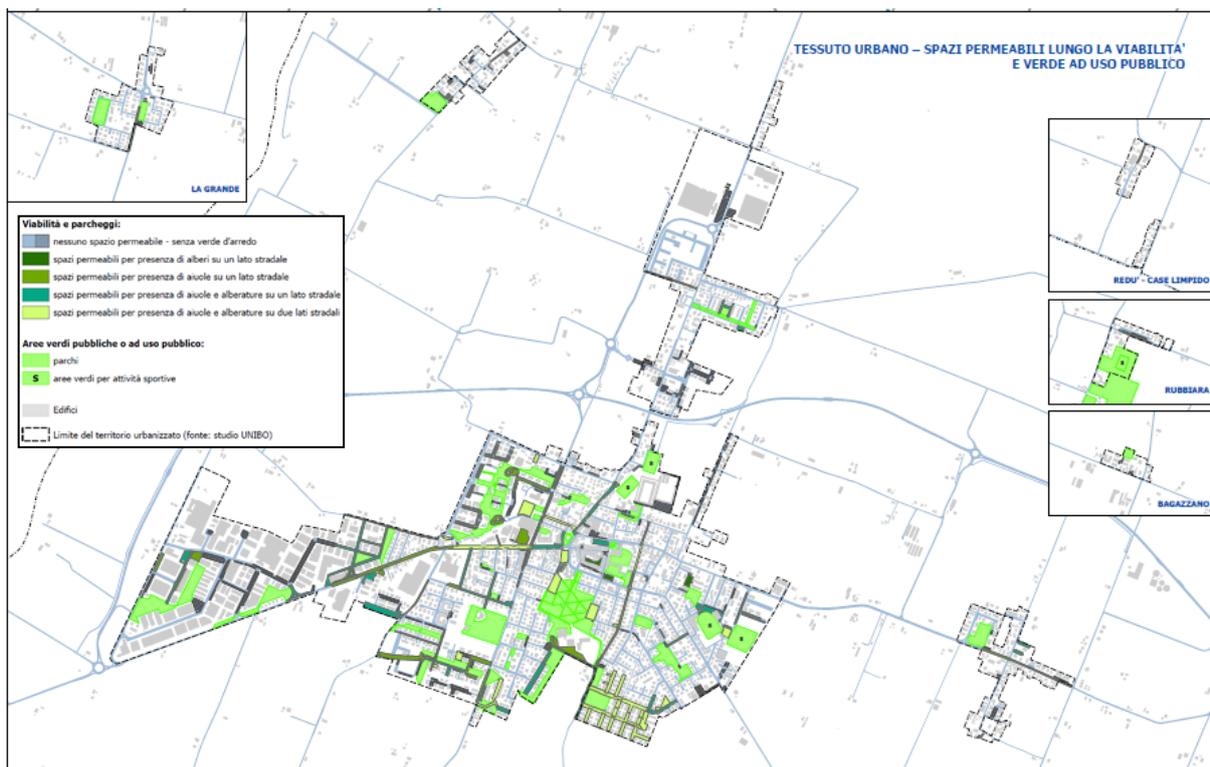
Nell'elaborato 2 si è voluta evidenziare la capacità d'infiltrazione che possiedono già allo stato attuale le infrastrutture viarie del territorio urbano in ragione della presenza di verde d'arredo, che può essere costituito da semplici aiuole alberate, aiuole continue al bordo dell'infrastruttura o soluzioni miste con aiuole e alberature su uno o entrambi i lati dell'infrastruttura.

Dal rilevamento che è stato effettuato si evidenzia una discreta presenza di verde d'arredo nel capoluogo, sebbene vada segnalato che quasi sempre sia le aiuole che le alberature sono delimitate da cordoli di contenimento continui, che limitano fortemente la funzione drenante e la capacità infiltrante che l'area verde potrebbe realmente svolgere.



Esempi di aree verdi stradali delimitate da cordoli chiusi

Nell'elaborato sono state rappresentate anche le aree verdi pubbliche o ad uso pubblico, quali parchi e aree sportive (sostanzialmente i campi da calcio), che definiscono aree permeabili del territorio urbano.

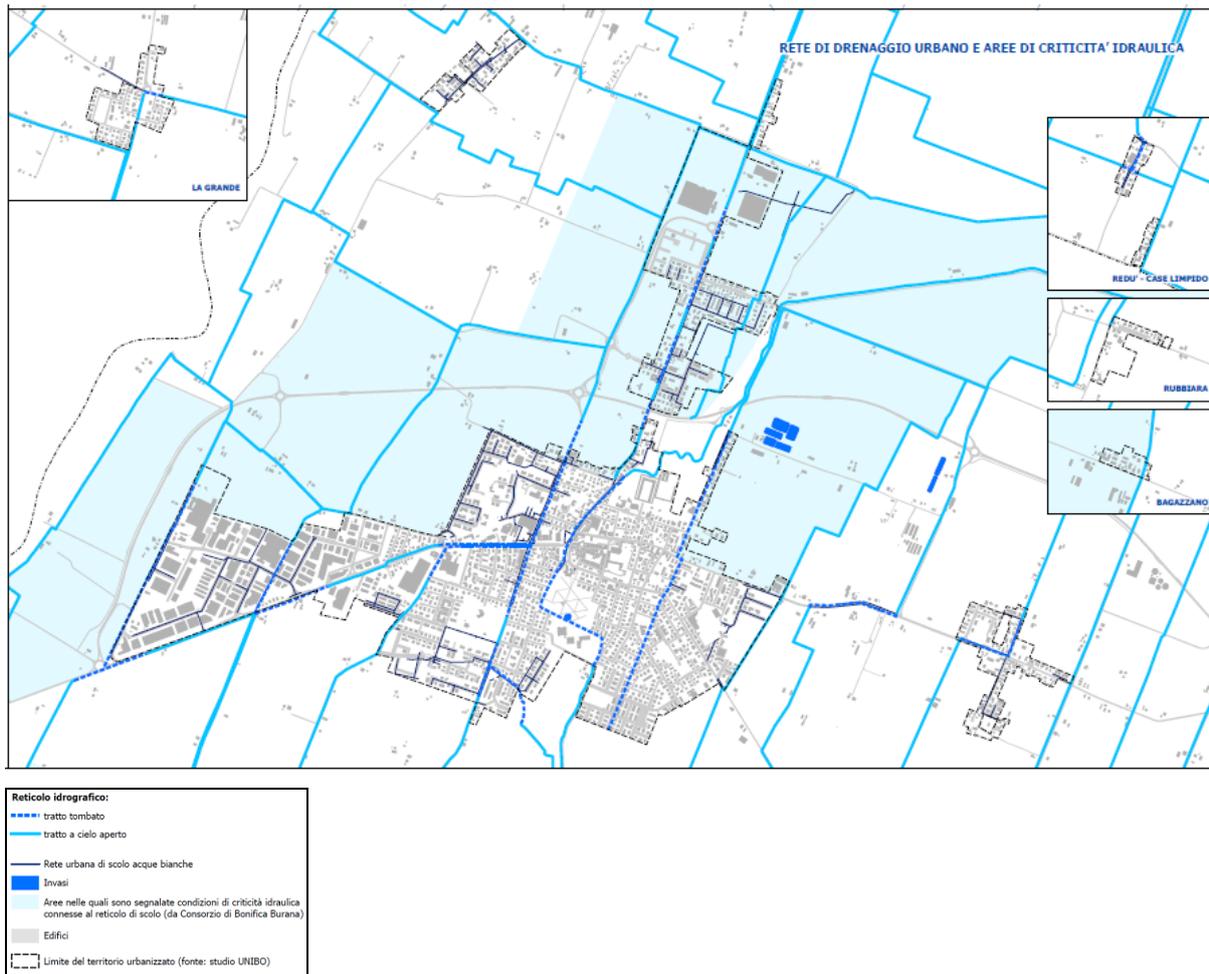


Elaborato 3 - Rete di drenaggio urbano e aree di criticità idraulica: sono stati rappresentati i seguenti elementi:

- il reticolo idrografico di bonifica distinguendo i tratti tombinati da quelli a cielo aperto
- la rete urbana di scolo delle acque bianche
- gli invasi
- gli edifici (come punto di riferimento dell'urbanizzato)
- le aree attigue al territorio urbanizzato nelle quali il Consorzio di Bonifica ha segnalato condizioni di criticità idraulica connesse al reticolo di scolo.

Nell'elaborato 3 è stata infine rappresentata la rete di drenaggio che interessa il territorio urbanizzato e il suo intorno, distinguendo i tratti tombati e quelli a cielo aperto, la rete di smaltimento delle acque bianche, gli invasi e individuando le aree segnalate dal Consorzio di Bonifica come aree critiche dal punto di vista idraulico per l'inadeguatezza del sistema di scolo; tali aree interessano tutta la zona a nord del centro abitato di Nonantola, dove la maggior parte dei corsi d'acqua vengono segnalati in condizioni di sofferenza per l'inadeguatezza delle sezioni, che non risultano in grado di supportare incrementi di carichi provenienti dal territorio impermeabilizzato urbano e che possono entrare in crisi

in concomitanza di eventi meteorologici intensi. Da segnalare anche la criticità dell'abitato di Bagazzano.



3.11.2 Strategie territoriali per perseguire l'incremento della resilienza specifica agli allagamenti del Territorio Urbanizzato

Incrementare la resilienza specifica del sistema urbano rispetto ad un evento significa agire sulle componenti che concorrono a definire il rischio specifico; il contrasto agli allagamenti in ambito urbano assume una rilevanza centrale nel governo dei processi di trasformazione del territorio, anche alla luce degli eventi che ne hanno segnato la storia recente di Nonantola.

Per fronteggiare tale criticità e rendere la città più resiliente è dunque strategico definire tutte le possibili azioni che sarà possibile mettere in campo attraverso il PUG e che dovranno concorrere:

- a mitigare la **pericolosità idraulica** generata dal reticolo idrografico principale, secondario e dalla rete di drenaggio urbano, accrescendo quindi la sicurezza territoriale;
- a diminuire la **vulnerabilità** del sistema **città-territorio** rispetto ai fenomeni di allagamento causati, oltre che dalle esondazioni dei corsi d'acqua, da eventi di precipitazione intensa, spesso molto concentrati nel tempo e nello spazio, attraverso interventi e trasformazioni che rendano il sistema territorio-città adatto a rispondere positivamente ad una minaccia (adattamento).

Nei paragrafi seguenti si illustreranno le diverse strategie che sarà possibile adottare per concorrere agli obiettivi suddetti, finalizzati alla riduzione del rischio e all'aumento della resilienza specifica del territorio urbanizzato di Nonantola, rispetto ad eventi alluvionali.

Si sottolinea come diverse delle azioni proposte, oltre a concorrere al raggiungimento di tali obiettivi specifici, assumano un valore strategico per obiettivi più generali di mitigazione e adattamento agli effetti del cambiamento climatico sulle aree urbanizzate.

3.11.2.1 Azioni per ridurre la pericolosità rispetto agli allagamenti

L'obiettivo principale che la gestione sostenibile delle acque pluviali deve porsi è quello di alterare il meno possibile la naturale circolazione delle acque a livello locale; questo obiettivo si lega al concetto di invarianza idraulica ed idrologica, ovvero il principio secondo il quale i volumi di deflusso e la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area, debba rimanere invariata prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo avvenuto nell'area stessa (facendo riferimento alla condizione pre-urbanizzazione). Per raggiungere tale finalità è necessario contenere i deflussi superficiali, attraverso misure di prevenzione e riduzione della loro produzione e di rallentamento del loro moto, adottate il più possibile nel luogo di formazione o nelle vicinanze, senza danneggiare la qualità dei corpi idrici sotterranei e di quelli superficiali. Affinché queste misure abbiano successo è necessario che esse vengano integrate negli strumenti di pianificazione e regolamentazione degli usi del suolo.

È importante sottolineare inoltre, come la gestione sostenibile non dovrebbe limitarsi ai nuovi piani e progetti d'insediamenti e di infrastrutture di trasporto, ma dovrebbe estendersi, nei limiti del possibile, anche agli insediamenti ed alle infrastrutture esistenti, nei centri urbani e in ambito rurale.

Il nuovo approccio di gestione sostenibile dei deflussi meteorici prevede il perseguimento di alcuni principali obiettivi tra cui:

- ridurre i deflussi superficiali;
- alleggerire i collettori di fognatura e gli impianti di trattamento;
- ridurre i carichi idraulici concentrati sui corsi d'acqua naturali e i canali di bonifica, costituenti i recipienti terminali delle reti di fognatura;
- incrementare il ravvenamento locale delle falde acquifere sotterranee;
- migliorare il micro-clima urbano incrementando l'evaporazione;
- conservare e ripristinare, nei limiti del possibile, la funzione naturale del suolo.

Per raggiungere questi obiettivi è opportuno adottare un insieme di misure complementari, secondo un preciso ordine di priorità e tenendo in conto anche il grado d'inquinamento delle acque pluviali ovvero:

- prevenire a livello locale la formazione dei deflussi superficiali provenienti dalle acque pluviali, riducendo le superfici impermeabili o scegliendo forme di pavimentazione permeabili o semipermeabili;
- attuare misure d'utilizzazione e/o percolazione delle acque pluviali, il più possibile vicine al luogo di formazione;
- realizzare invasi locali o centrali per la riduzione delle portate di deflusso.

Nella prassi, spesso le suddette misure sono associate tra loro, secondo un'ampia gamma di soluzioni, variabili in relazione alle diverse situazioni locali; nel seguito si descriveranno sinteticamente le principali misure.

a. Riduzione delle superfici impermeabili

L'impermeabilizzazione del suolo comporta un rischio accresciuto di allagamenti e di scarsità idrica, contribuisce al riscaldamento globale, minaccia la biodiversità e suscita particolare preoccupazione allorché vengono ad essere ricoperti terreni agricoli fertili; la presenza di aree permeabili che favoriscono processi di infiltrazione riduce la dipendenza dagli impianti artificiali per la raccolta dei picchi di precipitazione ed inoltre la capacità del suolo (e della vegetazione che vi cresce) di trattenere acqua, permette di immagazzinarla temporaneamente invece di raccogliere, canalizzare e depurare lo scolo. Al contrario nelle città dove il suolo è molto impermeabilizzato, la capacità del sistema fognario può non risultare sufficiente per l'elevato deflusso idrico, provocando allagamenti in superficie.

Obiettivo prioritario deve pertanto essere quello di minimizzare la crescita del territorio impermeabilizzato, sia attraverso la scelta di non impiegare aree vergini ma investire su progetti di riqualificazione urbana e riuso di aree dismesse nelle quali andare a minimizzare l'impermeabilizzazione (in linea quindi con quanto stabilito dalla L.R. 24/2017), sia attraverso la scelta di utilizzo in ogni situazione che lo renda possibile, di materiali e superfici permeabili, sia infine progettando veri e propri interventi di desealing per restituire suolo permeabile a parti della città attualmente impermeabilizzate.

L'utilizzo di **pavimentazione con materiali e superfici drenanti** trova impiego sia nel caso di nuove urbanizzazioni, che nel caso di interventi di sostituzione di vecchie pavimentazioni impermeabili; esso garantisce il deflusso superficiale dell'acqua meteorica che permea nel terreno attraverso

elementi modulari, caratterizzati dalla presenza di vuoti o giunti che vengono riempiti con materiale permeabile (sabbia o ghiaia), in modo da permettere l'infiltrazione delle acque di dilavamento. La funzione è quella di consentire l'infiltrazione delle acque meteoriche e la ricarica delle falde, riducendo le superfici impermeabili, lo scorrimento di acqua superficiale e le connesse opere di intercettazione, di collettamento e di smaltimento delle acque meteoriche contenendo il rischio di alluvioni e erosione. Oltre a ridurre la superficie impermeabile di un sito e il volume delle acque di dilavamento, consentono l'alimentazione continua delle falde acquifere, l'eliminazione e la riduzione di fenomeni di ruscellamento superficiale con benefici in termini di sicurezza stradale durante gli eventi meteorici e offrono una durata superiore rispetto alle normali pavimentazioni in asfalto. La componente vegetale inoltre, assorbe meno calore dei materiali convenzionali (ad esempio asfalto), contribuendo quindi ad abbassare la temperatura dell'aria circostante e a diminuire la quantità di energia necessaria per il raffreddamento. I materiali permeabili permettono l'evaporazione, che è un fattore decisivo per il raffreddamento urbano e per evitare l'effetto "isola di calore". Alcuni prodotti riescono anche a svolgere funzioni di conservazione biologica o paesaggistica. Infine i materiali permeabili rallentano in modo considerevole la formazione di una coltre gelata durante l'inverno.



Pavimentazione con materiali e superfici drenanti

L'azione di **desealing** (desigillazione) e **depaving** (depavimentazione) consente di aumentare la percentuale di suoli permeabili all'interno dell'areale urbano attraverso la sostituzione di pavimentazione stradale in asfalto con pavimentazioni permeabili. Tale azione comporta un miglioramento complessivo dei servizi ecosistemici del suolo, ovvero riduzione del *run-off* in caso di pioggia intensa, filtraggio e decontaminazione delle acque meteoriche, assorbimento e sequestro di carbonio, ma anche miglioramento delle condizioni di comfort bioclimatico, di salubrità e vivibilità degli spazi urbani.



Azione di desealing

b. Sistemi di drenaggio sostenibile applicati agli spazi urbani (SUDS)

Per mitigare gli effetti quantitativi e qualitativi del collettamento delle acque meteoriche in aree urbane, si ricorre sempre più spesso alla progettazione di SUDS (*Sustainable urban drainage systems*). Si tratta di sistemi che assolvono sia alle funzioni connesse alla gestione delle portate idriche (laminazione, ritenzione, infiltrazione), sia quelle legate al miglioramento della qualità delle acque e del paesaggio. In particolare i SUDS sono finalizzati a:

- ridurre gli effetti dell'impermeabilizzazione che provoca l'accelerazione dei deflussi superficiali e l'aumento del rischio idraulico;
- migliorare la qualità delle acque recapitate ai corsi d'acqua recettori; tali acque sono inquinate perché dilavano gli inquinanti diffusi, prevalentemente provenienti dalle superfici stradali, e perché raccolgono l'inquinamento organico derivante dagli sfioratori fognari;

➤ integrare il progetto nel verde della città, migliorando il paesaggio urbano e il microclima.

Ogni tipologia di opera può avere una o più funzioni dominanti ma, un'attenta progettazione, può integrare ulteriori funzioni, migliorando le prestazioni degli interventi e ottimizzando l'uso di suolo: un solo elemento può infatti essere progettato per assolvere la funzione idraulica di trattenuta in loco di acque meteoriche, contribuire al miglioramento della qualità dell'acqua attraverso la fitodepurazione, contribuire al miglioramento del paesaggio e favorirne la fruizione. Un ruolo interessante è quello delle opere adattative, che sono in grado di assolvere diverse funzioni (anche di emergenza) a seconda delle situazioni climatiche che si presentano: esempi emblematici sono le aree riservate ad attività sportive o ludiche, allagabili periodicamente, oppure *smart tunnel* stradali che, in caso di alluvione, riducono la propria sezione carrabile accogliendo le portate in eccesso.

I sistemi di drenaggio urbano sostenibile comprendono una varietà di misure, ciascuna caratterizzata da un prevalente processo/approccio da cui dipende la fornitura dei servizi eco-sistemici cui sono deputate. La classificazione delle misure **SUDS** più comune si basa proprio sul processo/approccio-base di funzionamento, identificando sei principali categorie:

- misure di controllo alla fonte,
- infrastrutture di convogliamento vegetate,
- misure di filtrazione,
- misure di infiltrazione,
- misure di ritenzione e detenzione,
- aree umide per la laminazione.

Tra i sistemi di drenaggio urbano una nota a parte per quelli applicati alle infrastrutture, con particolare riguardo per le infrastrutture ciclabili.

Facendo riferimento al manuale "Gestione sostenibile delle acque urbane. Manuale di drenaggio urbano"²³ si riportano di seguito le diverse soluzioni perseguibili in un contesto quale quello di Nonantola.

b.1 Misure di controllo alla fonte – edifici resilienti

Si tratta di interventi, connessi alla gestione delle acque meteoriche, applicati agli edifici in ambiti urbani, periurbani e rurali, di tipo residenziale o produttivo. La funzione è quella di intercettare, rilasciare gradualmente e riusare le acque, generando in questo modo una protezione dell'edificio stesso e una diminuzione degli apporti alla rete di smaltimento. A questi interventi appartengono il **verde pensile e giardino verticale**, la **raccolta delle acque meteoriche delle coperture** in apposite cisterne e le **pavimentazioni drenanti** (si veda al riguardo la trattazione nel precedente punto a).

L'impiego di verde pensile consente di ripristinare, almeno parzialmente, il ciclo naturale dell'acqua, favorendo l'evapotraspirazione e l'infiltrazione, riducendo il deflusso superficiale, rilasciando gradualmente le acque meteoriche captate. Inoltre, la presenza di un tetto verde migliora la coibentazione dell'edificio e può contribuire a migliorare l'inserimento paesistico dello stesso. A seconda delle esigenze, il verde pensile può essere di tipo intensivo (fruibilità, possibilità di impianto di specie arbustive ed arboree, medio-alta manutenzione) o di tipo estensivo (ridotta accessibilità, possibilità di impianto di sole specie erbacee, ridotta manutenzione).



Verde pensile



Giardino verticale

²³ Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F., 2015, GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE URBANE. MANUALE DI DRENAGGIO 'URBANO'. Perché, Cosa, Come Regione Lombardia, Ersaf, Milano

Le **cisterne per la raccolta di acque meteoriche dalle coperture** consentono invece di gestire le acque meteoriche in ambito pubblico o privato attraverso la loro captazione, il loro stoccaggio e riutilizzo per usi compatibili quali l'innaffiatura di aree verdi, l'alimentazione di scarichi o altri impieghi che escludano tuttavia l'uso potabile; oltre a concorrere ad un contenimento delle acque inviate in scarico, permettono anche di perseguire forme di risparmio di risorse idriche più pregiate per usi che non richiedano necessariamente l'impiego di acque potabili.



Cisterne per la raccolta e il riutilizzo delle acque meteoriche delle coperture (da esterno o interrato)

b.2 - Infrastrutture di convogliamento - canali vegetati

Si tratta di aree depresse e/o avvallamenti posizionati a lato delle superfici impermeabilizzate progettate per gestire una quantità di deflusso da una vasta area, come un parcheggio o una strada; la loro funzione è quella di assorbire, immagazzinare e convogliare il deflusso delle acque superficiali, oltre a rimuovere inquinanti e sedimenti, quando l'acqua scorre attraverso la vegetazione e lo strato di suolo. I canali vegetati possono essere umidi o asciutti e si presentano come fossati lineari aperti, poco profondi, dalla forma trapezoidale o parabolica. Le sponde sono inerbite o vegetate con piante resistenti alle alluvioni e alle erosioni. All'interno dei canali vegetati il deflusso di acqua viene attenuato, facendolo scorrere ad una velocità più bassa e controllata.

I canali vegetati umidi prevedono il mantenimento di uno strato d'acqua permanente e sono tipicamente piantumati con vegetazione ripariale quale, ad esempio, macrofite emergenti. Vanno dimensionati con cura se si prevede la loro realizzazione in aree residenziali ad alta densità, onde evitare di generare zone stagnanti e successiva formazione di cattivi odori e proliferazione di zanzare.

I canali vegetati asciutti forniscono anche un'importante funzione dal punto di vista inquinologico, filtrando gli inquinanti sospesi e disciolti; possono convogliare le acque principalmente in superficie o essere dotati di dreno.

Data la loro struttura lineare, i canali vegetati secchi e bagnati sono adatti per essere inseriti lungo corsie stradali di zone industriali e residenziali di medie dimensioni, vicino ad aree di parcheggio, per ridurre la percentuale di pavimentazione impermeabile, in zone a bassa o moderata densità edilizia o per convogliare le acque di *runoff* in spazi pubblici, creando possibilità di arredo paesaggistico e di fruizione. Attraverso l'impiego di questi elementi si possono perseguire azioni di riqualificazione, recupero e valorizzazione dei margini, riqualificazione urbana aumentandone il valore estetico e percettivo, ridurre le canalizzazioni e incrementare la biodiversità.



Canale vegetato umido



Canale vegetato asciutto

b.3 - Misure di filtrazione

Le **fasce filtranti** sono sistemi di pretrattamento naturale, solitamente abbinati a sistemi di drenaggio, in grado di bloccare parte dei solidi trascinati dalle acque di dilavamento e determinare la riduzione dei volumi di *runoff* attraverso l'infiltrazione su suoli permeabili; data la loro forma, sono facilmente integrabili con l'ambiente circostante di zone residenziali, commerciali, industriali.

Necessitano di ampi spazi, quindi la loro applicazione è particolarmente indicata per spazi pubblici aperti, parcheggi, strade e vialetti.



Fasce filtranti

Le **aree di bioritenzione** sono leggere depressioni del suolo ricoperte a verde, finalizzate alla raccolta e al trattamento delle acque meteoriche drenate dalle superfici impermeabili circostanti mediante filtrazione e rimozione degli agenti inquinanti. Questi sistemi permettono quindi un filtraggio e una depurazione del tutto naturale dell'acqua raccolta, con ottime rimozioni dei principali inquinanti veicolati dalle acque di pioggia di dilavamento. Le aree di ritenzione possono essere facilmente inserite all'interno del tessuto urbano perché flessibili e adattabili al paesaggio. Possono avere forme più naturaliformi se inserite in aree a bassa densità abitativa, o più rigide in aree ad alta densità. Risultano particolarmente adatte lungo i margini delle carreggiate stradali, all'interno di parcheggi, all'interno delle rotonde stradali e all'interno di aree pedonali.

Tra i vari vantaggi che offrono vi sono l'alta capacità di rimozione degli inquinanti, la richiesta di poca manutenzione, la capacità di riduzione del volume, della portata di picco e dei tempi di corrivazione, il potenziale utilizzo come elemento d'arredo urbano, l'aumento della biodiversità e la riduzione delle isole di calore.



Aree di bioritenzione

I **box alberati filtranti** sono dei piccoli sistemi di biofiltrazione costituiti principalmente da tre elementi: un box, del terreno e una specie vegetale. Il sistema filtrante del box alberato permette la rimozione delle sostanze inquinanti presenti nelle acque piovane, filtrandole prima del rilascio nel sistema fognario o nel sottosuolo; offre inoltre supporto per la riduzione del volume di deflusso delle acque piovane intercettate dalla chioma, per l'aumento dell'infiltrazione delle acque di ricarica sotterranea, fornisce un controllo locale dei fenomeni di inondazione, un supporto nella regolazione del calore, del rumore e della CO₂ in ambiente urbano e favorisce l'aumento della biodiversità. E' inoltre una soluzione che richiede uno spazio limitato, è di facile installazione e richiede una bassa manutenzione, oltre a costituire un elemento di arredo urbano.



Box alberati filtranti

b.4 - Misure di infiltrazione

I **Rain garden** o **giardini della pioggia**, sono aree verdi, solitamente vegetate e caratterizzate da piccole depressioni, che intercettano le acque meteoriche e ne consentono l'infiltrazione graduale nel terreno grazie ad un substrato sabbioso e ghiaioso. Spesso vengono realizzate nelle aree verdi di pertinenza di lottizzazioni o di interi quartieri. La loro funzione è quella di intercettare, trattenere e disperdere le acque meteoriche coltate dalle superfici impermeabilizzate circostanti, con la duplice finalità, quella idraulica/idrologica, permettendo l'invaso temporaneo di acque meteoriche di prima pioggia e quella depurativa delle acque coltate, attraverso meccanismi biologici (fitodepurazione tramite fasce di vegetazione) e attraverso l'azione meccanica del substrato di sabbia e ghiaia. Trattandosi di sistemi di drenaggio da realizzare in spazi aperti di vario genere e dimensione, esistenti o di progetto, le soluzioni devono contemplare un corretto inserimento paesistico ambientale e il dimensionamento del *rain garden* (azioni agevolate nel caso di contestuale pianificazione dei lotti). Deve inoltre essere curata anche la funzione di arredo urbano, ad esempio nel caso di realizzazioni su aiuole o rotonde. Come nel caso degli stagni è necessario intervenire con la normale manutenzione del giardino per il controllo delle infestanti erbacee e l'eventuale ripristino dei substrati filtranti a seguito di eventi meteorici importanti. Alla funzione idrologica/idraulica si assommano anche un'azione di riqualificazione, recupero e valorizzazione dei margini, di incremento della biodiversità, di riduzione delle canalizzazioni oltre al valore estetico e percettivo.



Giardini della pioggia a bordo strada



Esempio di rain garden a seguito di evento piovoso

I **bacini di infiltrazione** sono aree modellate in modo tale da creare dei piccoli invasi profondi tra 30 e 60 cm che hanno la funzione di accumulare momentaneamente e smaltire tramite infiltrazione i deflussi prodotti da una superficie impermeabile. Questi piccoli bacini possono anche prevedere una permanenza di acqua al loro interno nel lungo periodo purché venga gestito il problema della proliferazione di insetti e zanzare. I bacini di infiltrazione devono essere realizzati su suoli con elevata permeabilità.



Bacino d'infiltrazione

Le **trincee d'infiltrazione in detriti e pietrame**, sono costituite da scavi in trincea, in genere a sezione rettangolare, riempiti con materiale inerte naturale ghiaioso e sabbioso, ad elevata permeabilità. L'acqua infiltrata viene trasportata lungo la trincea attraverso il materiale di riempimento o utilizzando una tubazione drenante collocata alla base della trincea. Per evitare l'intasamento del corpo drenante lo scavo viene completamente rivestito da strati di tessuto non tessuto. Sono particolarmente adatte sia in zone commerciali che residenziali a medio-alta densità, in cui l'area drenata sia inferiore a 2 ha e il tipo di suolo presente sia abbastanza permeabile da garantire una sufficiente velocità di infiltrazione. Il sistema di trincee filtranti non è invece adatto in terreni fortemente argillosi, in aree con acquifero sensibile a inquinamento, vicino a zone alberate, poiché potrebbero causare l'intasamento della trincea, a meno che non venga eseguita una manutenzione più frequente. Questo sistema offre tuttavia una bassa capacità di laminazione e può essere soggetto ad intasamento in aree in cui si abbia un elevato trasporto di materiale sabbioso durante gli eventi di pioggia.



Tincea d'infiltrazione

b.5 - Misure di ritenzione e detenzione

I **bacini di detenzione** sono spazi vegetati poco profondi, atti allo stoccaggio superficiale temporaneo e al controllo del flusso dell'acqua meteorica. Si tratta di aree costituite da piccoli invasi dal fondo permeabile, progettate per rimanere asciutte la maggior parte del tempo. Il loro funzionamento è quello di ricevere e trattenere temporaneamente le acque di pioggia a seguito degli eventi meteorologici, per poi svuotarsi lentamente nell'arco di 24 ore attraverso sistemi di filtrazione installati per tenere fuori i detriti. Svolgono sia la funzione di controllare il deflusso superficiale dell'acqua sia quella di permettere la sedimentazione dei solidi sospesi presenti nelle acque di prima pioggia, pertanto devono essere dimensionati per assolvere ad entrambe tali funzioni. Il loro inserimento in un tessuto urbano ne permette lo sfruttamento anche a scopo fruitivo.

Considerando la loro versatilità di forme e dimensioni, possono essere integrati molto bene con il paesaggio e la posizione ottimale è in zone con ampie quantità di superfici impermeabili; la costruzione di tali sistemi può essere particolarmente importante per la sicurezza, per consentire alla comunità di tenere il passo con i mutevoli livelli di precipitazioni.

I bacini di detenzione possono assumere una varietà di forme adattabili alla morfologia del territorio e sono particolarmente adatte in zone di tipo residenziale, commerciale/industriale, ad alta densità abitativa, all'interno di aree verdi esistenti o in aree marginali della città.

Tra i vantaggi che offrono vi è quello di poter ricevere una vasta gamma di eventi di pioggia e di una buona riduzione del flusso di picco; si tratta poi di un sistema semplice da progettare e costruire e che richiede poca manutenzione.



Bacino di detenzione

I **bacini di laminazione** presentano solitamente dimensioni medio-grandi e bassa permeabilità, dovendo assolvere alla sola funzione di invasare temporaneamente parte delle portate in eccesso di un grosso corso d'acqua. Non sono richiesti particolari tipologie di terreni in quanto l'intera superficie del bacino creato è resa impermeabile per immagazzinare le acque entranti. Possono essere pensati anche come aree verdi fruibili a scopi ricreativi.



Bacino di laminazione multiscopo

b.6 – Stagni e Aree umide

Gli **stagni** e le **aree umide** sono bacini artificiali con uno specchio d'acqua permanente in cui vengono convogliate le acque di pioggia e possono essere progettati per fornire più obiettivi quali laminazione, il trattamento delle acque di pioggia, l'aumento della biodiversità e delle potenzialità fruibili dell'area. Essi possono avere aree a diverse profondità, in modo da poter mettere a dimora diverse specie vegetali. Si parla di stagni quando sono prevalenti le aree a specchio libero più profonde di quelle vegetate, mentre si parla di zone umide quando la maggior parte dell'area è a profondità più bassa e vegetata. La loro funzione è quella di intercettare, trattenere e disperdere le acque meteoriche coltate dalle superfici impermeabilizzate circostanti e, mediante l'impianto di opportune specie igrofile, realizzano sia processi di sedimentazione che di degradazione della materia organica e degli inquinanti. A seconda delle dimensioni, della conformazione morfologica e del contesto, possono:

- garantire l'invaso di importanti volumi d'acqua, così da permettere la laminazione dei colmi in caso di eventi meteorici importanti o funzioni di riuso; nel primo caso può essere previsto un innalzamento del pelo libero o si può prevedere che il pelo libero oscilli in modo da accumulare le acque di pioggia ai fini di riuso (p.es. irrigazione delle aree a verde);
- qualificare e diversificare l'immagine urbana;
- interagire, sin dalle fasi di pianificazione e progettazione, con le nuove lottizzazioni garantendo agli ambiti di trasformazione un corretto inserimento paesaggistico, una connotazione naturalistica di pregio, l'assolvimento di funzioni ricreative e fruibili.

Attraverso i sistemi di trattamento, i processi naturali e la vegetazione acquatica emergente e sub-emergente, avviene la rimozione biologica degli inquinanti prima che l'acqua venga reimpressa nei

corpi idrici. Si parla di **fitodepurazione** quando questi sistemi vengono progettati principalmente per il trattamento delle acque di prima pioggia di reti separate o le acque di sfioro di reti miste. Tra i principali vantaggi che offrono vi è l'alta capacità di rimozione di inquinanti, specialmente per le zone umide, la capacità di riduzione del flusso di picco, l'alta potenzialità fruitiva e paesaggistica, l'alta capacità di aumento delle biodiversità e il possibile utilizzo come accumulo delle acque di pioggia a fine di riuso. Trattandosi di fatto di aree umide permanenti 'artificiali', potrebbero risentire dei periodi di prolungata siccità e in qualche caso potrebbe essere necessario intervenire per evitare danni alle specie igrofile impiantate. Nella gestione ordinaria dello stagno sarà invece necessario intervenire con una normale manutenzione per il taglio, il controllo della vegetazione erbacea e l'eventuale ripristino successivo ad eventi meteorici importanti.



Stagno in zona periurbana



Zona umida

b.7 - Sistemi di drenaggio urbano applicati alle infrastrutture

Si tratta di sistemi di drenaggio urbano applicati alle infrastrutture dedicate al traffico ciclopeditoneo e veicolare, destinati sia alle infrastrutture di nuova realizzazione che, soprattutto, alle infrastrutture oggetto di trasformazione e di ristrutturazione.

In generale, le soluzioni per il drenaggio urbano da applicare potranno riguardare tutti gli elementi dell'infrastruttura, quindi in generale le pavimentazioni, i fossati e le banchine erbose, le alberature, le rotatorie, le aree a parcheggio, le piste ciclopeditonee, i marciapiedi e tutte le parti potenzialmente responsabili dell'intercettazione e della dispersione di acque meteoriche.

La funzione è quella di intercettare e disperdere le acque meteoriche e, per concentrazioni non eccessive di inquinanti (acque di seconda pioggia), per abbattere e/o trattenere gli inquinanti restituendo acque di qualità che possano essere disperse ed infiltrate anziché essere inviate al collettamento di reti miste o bianche.

Di grande attualità in questo contesto è, in particolare, l'utilizzo della rete ciclabile come progetto di suolo per la resilienza urbana; la ciclabilità e gli allagamenti urbani sono solitamente percepiti come fenomeni separati, senza rapporto, privi di legami. Da un lato la rete ciclabile è vista come contributo alla mobilità sostenibile in cui prevale l'attenzione alla specializzazione del transito, alla sicurezza del tracciato, alla ricerca dell'intermodalità, alla continuità del percorso e alla velocità controllata. Per altro verso, gli allagamenti urbani continuano a essere percepiti come un'emergenza periodica alla quale dare, di volta in volta, una risposta per riportare, nel minor tempo possibile, la situazione alla normalità. Ribaltando la prospettiva è possibile intraprendere una serie di azioni che consentano di conseguire contemporaneamente un duplice obiettivo di mobilità e di contrasto degli effetti negativi derivanti dagli allagamenti urbani.

Questo tipo d'interventi può essere applicato sia a infrastrutture esistenti che pensato nella progettazione di nuove infrastrutture: nella riqualificazione di infrastrutture esistenti, si può ad esempio sostituire una pavimentazione impermeabile esistente con materiale permeabile e destinare la parte immediatamente adiacente (tra carreggiata stradale e pista ciclopeditonea) alle *green stormwater infrastructures* che convogliano le acque raccolte verso una tubazione completamente separata rispetto alle acque nere, sgravando così il sistema fognario esistente, producendo in questo modo un aumento della capacità di drenaggio delle acque meteoriche e una riduzione della pressione sul sistema fognario. Sia nel caso di infrastrutture esistenti che di nuova realizzazione è possibile inoltre realizzare canali prefabbricati in calcestruzzo, coperti da lastre in cemento anch'esse prefabbricate che fungono da sedime della pista ciclabile, con griglie di scolo ai lati per consentire il drenaggio e bloccare i detriti. All'interno delle lastre possono essere previste sia le luci a led per migliorare la visibilità, sia eventualmente le serpentine di riscaldamento per sciogliere il ghiaccio

durante l'inverno ed è possibile riservare uno spazio laddove si presentasse la necessità di integrare i sottoservizi urbani. Anche in questo caso si va ad implementare il sistema di deflusso delle acque meteoriche, creando un sistema alternativo alla rete fognaria esistente, concorrendo a migliorare la raccolta e la gestione delle acque meteoriche convogliandole verso i recettori finali.

Infine le piste ciclabili possono essere progettate, dove necessario, come veri e propri sistemi di difesa da fenomeni di allagamento a protezione di specifiche aree della città.

c. Invarianza ed attenuazione idraulica

I processi di trasformazione del territorio non devono compromettere la sicurezza idraulica delle aree urbane a causa dell'aumento delle superfici impermeabilizzate; al contrario devono essere realizzati in modo da aumentarne la resilienza rispetto alle piogge intense attraverso la realizzazione di sistemi di drenaggio urbano sostenibile. Al fine di promuovere la difesa del territorio, è pertanto necessario prevedere l'attuazione di misure di prevenzione e protezione, anche di tipo non strutturale, secondo il rispetto di principi dell'invarianza e dell'attenuazione idraulica.

In particolare si definisce:

- **invarianza idraulica**: il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree di nuova urbanizzazione o di trasformazione urbanistica nei ricettori naturali o artificiali di valle, non sono maggiori di quelle preesistenti all'intervento;
- **attenuazione idraulica**: il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree di nuova urbanizzazione o di trasformazione urbanistica nei ricettori naturali o artificiali di valle, sono ridotte rispetto al valore di deflusso dell'area oggetto di intervento in condizioni *ante-operam*.

I suddetti principi potranno essere garantiti principalmente mediante l'applicazione dei metodi del drenaggio urbano sostenibile o, in caso di dimostrata impossibilità, prevedendo azioni di miglioramento della rete di drenaggio, con la realizzazione di opere di mitigazione del fenomeno.

3.11.2.2 Azioni per ridurre la vulnerabilità dell'edificato rispetto agli allagamenti

La riduzione della vulnerabilità degli edifici può essere perseguita attraverso una serie di azioni che è possibile mettere in atto sia su edifici di nuova costruzione che su edifici esistenti; di seguito si riporta un elenco di azioni, misure e accorgimenti costruttivi che potrebbero essere adottati al fine di ridurre la vulnerabilità di edifici posti in un territorio soggetto a fenomeni alluvionali.

- **Sopraelevazione del piano di calpestio del piano terreno** degli edifici ad una quota congrua rispetto ai massimi tiranti idrici previsti per l'area; la sopraelevazione permette di scongiurare l'alluvionamento del piano terreno degli edifici rispetto agli eventi di più probabile accadimento;
- **Confinamento idraulico** dell'area d'intervento mediante la realizzazione di barriere fisiche, isolando idraulicamente l'area da proteggere. Può essere realizzato prevedendo ad esempio, sul perimetro esterno del lotto, un'infrastruttura di protezione, quale un muretto o un terrapieno di contenimento, adeguatamente dimensionato in funzione dei massimi battenti idrici previsti per l'area e la realizzazione di paratie fisse a tenuta poste all'ingresso del lotto.
- **Divieto di realizzazione di locali interrati o seminterrati** per gli edifici di nuova costruzione, in quanto i locali maggiormente vulnerabili in caso di eventi alluvionali; gli edifici esistenti che dispongono di locali interrati potrebbero essere dotati di infrastrutture dinamiche di protezioni degli accessi, ad azionamento automatico o manuale e di pompe per il drenaggio, da azionare in caso di allagamento.
- **Divieto di realizzazione di edifici con unità abitative sviluppate al solo piano terra**; deve sempre essere prevista una scala interna di collegamento con il primo piano che possa permettere agli abitanti di mettersi in salvo ed eventualmente di porre al sicuro anche i loro beni. Nel caso di edifici produttivi (capannoni) sarebbe opportuno prevedere una zona rifugio (per esempio una zona soppalcata adibita ad uffici) ad una quota sopraelevata rispetto a quella di allagamento prevista dai tiranti, dotata di con scala interna di collegamento per consentire il riparo degli addetti; tale zona dovrebbe essere dotata di aperture per l'eventuale recupero degli occupanti;
- Dotazione degli edifici di **paratie anti-allagamento** mobili in corrispondenza di ciascuna apertura;

- Predisposizione di **impianti igienico sanitari** con valvole anti reflusso delle acque e dotazione delle **reti fognarie** bianche e nere di valvole di non ritorno per evitare il rigurgito della fognatura in caso di alluvionamenti;
- Realizzazione di **impianti elettrici** e di relativi quadri elettrici, distinti per i vani potenzialmente sommersibili rispetto alle altre parti degli edifici e nelle parti potenzialmente allagabili, posizionamento dei quadri elettrici a quote superiori di 1,5 m e delle prese elettriche a una quota compatibile al loro uso, ma comunque il più possibile in alto. Nelle zone più basse degli edifici potenzialmente allagabili, è consigliabile far correre le tracce e le canaline elettriche il più in alto possibile dando loro una leggera pendenza in modo da favorire l'evacuazione dell'acqua ad evento concluso;
- Previsione di sistemi ausiliari per la **fornitura di energia elettrica** in caso di black-out;
- Sigillare **tubazioni e prese d'aria** con tappi e chiusure ermetiche in quanto possono essere veicolo di ingresso dell'acqua;
- Realizzazione delle **pareti perimetrali e del solaio di base** a tenuta d'acqua e utilizzo, al di sotto del livello di massima piena, di pareti che non presentino intercapedini inaccessibili;
- Possibile **impermeabilizzazione** del perimetro esterno dell'edificio con guaine impermeabili protette da un rivestimento nel caso in cui il livello di massima piena previsto non superi il metro di altezza;
- Predisposizione di sistemi di allarme.