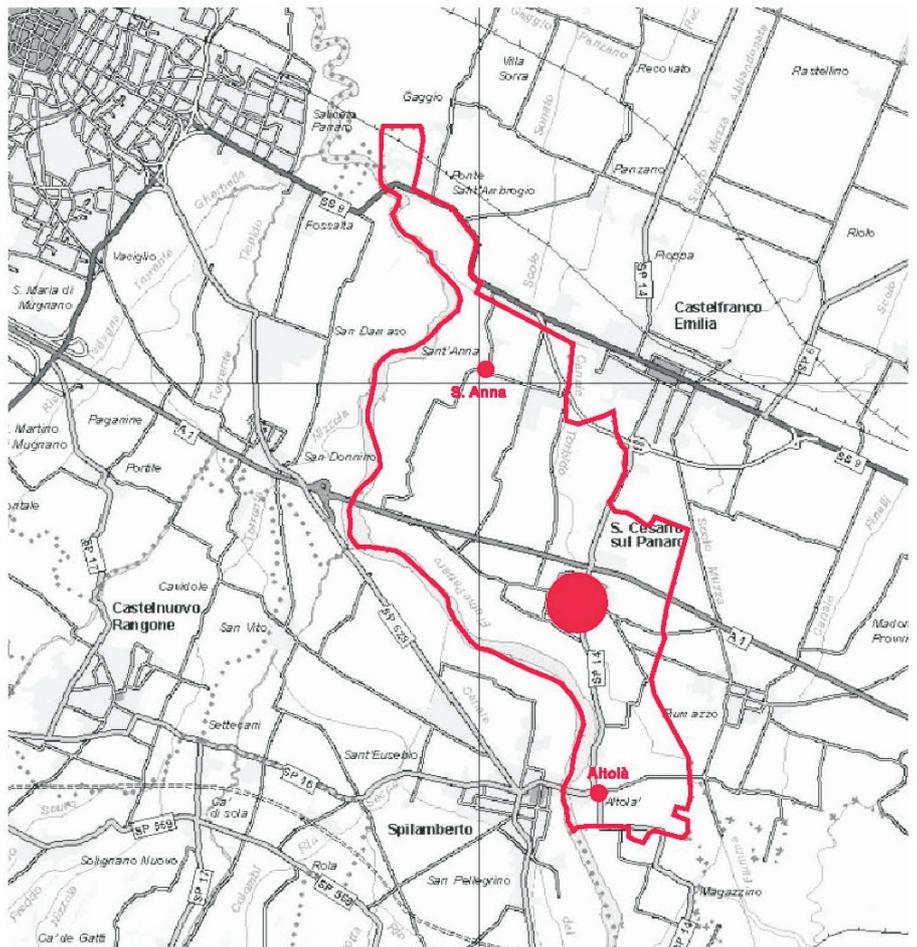


PROVINCIA DI MODENA
COMUNE DI S.CESARIO SUL PANARO

CCDP

PIANO STRUTTURALE COMUNALE



Art.28 Legge Rg. 24 Marzo 2000 n° 20

QUADRO CONOSCITIVO
Relazione Geologica, Geomorfologica,
Sismica e Idrologico-Idraulica

A01

A CURA DI:

Dott. Geol. Giorgio Gasparini
 dello Studio Geologico Ambientale ARKIGEO
 Via San Martino n. 4 - 41030 BASTIGLIA (MO)
 Tel. 059-815262 e-mail: arkigeo@arkigeo.191.it

Collaboratori ARKIGEO:
 dott. geol. **MARCO CAPITANI**

ing. **SALVATORE VERA** dello Studio Main Engineering srl
 Responsabile degli aspetti idrologico-idraulici

adottato con D.C. n° del

ccdp



centro cooperativo di progettazione snc
 architettura Ingegneria urbanistica

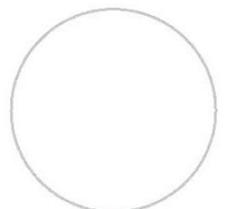
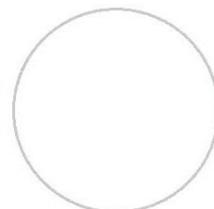
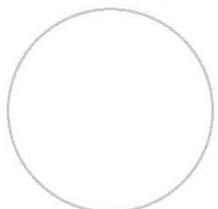
via Lombardia n.7
 42124 Reggio Emilia
 tel 0522 920460
 fax 0522 920794
 www.ccdprog.com
 e-mail: info@ccdprog.com
 c.f.p. iva 00474840352



Il Progettista
 Arch. ALDO CAITI

Il Sindaco

Il Segretario



STUDIO GEOLOGICO AMBIENTALE

ARKIGEO

di Gasparini Dott. Geol. Giorgio

Via S. Martino 4 - 41030 BASTIGLIA (MO)

Tel. /Fax : 059 – 815262

e-mail : «arkigeo@arkigeo.191.it»

C.F.: GSP GRG 54M14 A959S P. I.V.A.: 02350330367

INDICE

Relazione geologica, geomorfologica, sismica e idrologico-idraulica

1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOGRAFICO	2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	4
4. CARATTERI GEOLOGICI DEL TERRITORIO DI SAN CESARIO.....	10
4.1. Stratigrafia.....	10
4.1.1. Subsistema di Villa Verucchio (Unità di Vignola).....	10
4.1.2. Subsistema di Ravenna.....	10
4.1.3. Depositi attuali in evoluzione	13
4.2. Carta geolitologica e degli spessori delle coperture alle ghiaie(Tavola A18).....	13
5. GEOMORFOLOGIA	14
5.1. Caratteri fisici generali del territorio comunale.....	14
5.2. Elementi morfologici del territorio comunale	15
5.3. Carta idrogeomorfologica – Tavola A19	16
6. IDROGEOLOGIA.....	16
6.1. Inquadramento	16
6.2. Struttura dell'acquifero.....	19
6.3. Andamento della falda/delle falde.....	20
6.3.1. Falda superficiale.....	20
6.3.2. Falde profonde (Acquifero principale).....	21
6.4. Vulnerabilità dell'acquifero.....	22
6.5. Pozzi	22
6.6. Carta idrogeologica e di vulnerabilità – Tavola A20.....	23
7. PERICOLOSITÀ SISMICA	23
7.1. Pericolosità sismica regionale	23
7.2. Pericolosità sismica	27
7.3. Pericolosità locale	30
7.3.1. Premessa.....	30
7.3.2. Fenomeni di instabilità.....	31
7.3.3. Fenomeni di amplificazione.....	32
7.4. Analisi di primo, secondo e terzo livello	33
7.4.1. Primo livello Provinciale.....	34
7.4.2. Primo livello-approfondimento comunale	37
7.4.3. Carta della pericolosità sismica locale-Primo livello di approfondimento -Tavola A21/a.....	38
8. UNITÀ FISICHE DEL PAESAGGIO	39
8.1. Premessa.....	39
8.2. Unità di paesaggio.....	40
8.3. Suddivisioni fisiche del territorio comunale.....	41
8.3.1. Mesounità del paesaggio	42
8.3.1.1. Alveo attuale del Fiume Panaro.....	43
8.3.1.2. Conoide apicale	44
8.3.2. Conoide intermedia	46

STUDIO GEOLOGICO AMBIENTALE

ARKIGEO

di Gasparini Dott. Geol. Giorgio

Via S. Martino 4 - 41030 BASTIGLIA (MO)

Tel. /Fax : 059 – 815262

e-mail : «arkigeo@arkigeo.191.it»

C.F.: GSP GRG 54M14 A959S P. I.V.A.: 02350330367

8.4. Unità della Pianura.....	47
8.5. Microunità del paesaggio.....	47
8.5.1. Golene (G).....	48
8.5.2. Golene Vecchie (GV).....	48
8.5.3. Terre Piane (TP).....	49
8.5.4. Dossi (D).....	49
8.5.5. Valli (V).....	50
8.5.6. Cassa d'Espansione (CE).....	50
8.5.7. Aree Urbanizzate (AU).....	51
8.6. Aspetti biologici e antropici relativi alle Unità del paesaggio comunali.....	52
9. ASPETTI IDROLOGICI E IDRAULICI.....	54
9.1. Situazione idraulica generale del territorio Comunale nello stato attuale.....	54
9.2. Descrizione della rete fognaria esistente.....	55
9.3. Descrizione del modello.....	56
10. DESCRIZIONE DELL'INPUT IDROLOGICO.....	62
10.1. Risultati delle analisi.....	63
10.1.1. San Cesario, centro cittadino.....	65
10.1.2. San Cesario, zona nord lungo via Loda.....	65
10.1.3. San Cesario, zona Case Baietti.....	65
10.1.4. Sant'Anna, zona residenziale.....	65
10.1.5. Sant'Anna, zona industriale.....	66
10.1.6. Sant'Ambrogio.....	66
10.1.7. Zona Industriale Panaro.....	66
10.1.8. Altolà centro.....	66
10.1.9. Altolà, zona via Repubblica.....	66
10.1.10. Altolà, zona via Barca.....	66
10.2. Sintesi del giudizio di funzionalità.....	66
10.3. Prospettive future.....	66
11. LE ATTIVITÀ ESTRATTIVE: AREE E IMPIANTI.....	68
12. CRITICITÀ AMBIENTALI.....	70
12.1. Criticità idrauliche.....	70
12.2. Criticità idrogeologiche.....	71
12.2.1. Pozzi.....	71
13. CONCLUSIONI.....	72
14. BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE.....	74

➤ Il Capitolo 9 e relativi allegati sono stati curati dall'Ing. Salvatore Vera dello Studio Main Engineering srl.

ALLEGATO

ALLEGATO N. 1 - Studio del sistema fognario per la redazione del PSC

(a cura dell'ing. Salvatore Vera dello Studio Main Engineering srl)

STUDIO GEOLOGICO AMBIENTALE

ARKIGEO

di Gasparini Dott. Geol. Giorgio

Via S. Martino 4 - 41030 BASTIGLIA (MO)

Tel. /Fax : 059 – 815262

e-mail : «arkigeo@arkigeo.191.it»

C.F.: GSP GRG 54M14 A959S P. I.V.A.: 02350330367

ELENCO TAVOLE¹⁹

Tavola A18 – Carta geolitologica e degli spessori delle coperture alle ghiaie

Tavola A19 – Carta idrogeomorfologica

Tavola A20 – Carta Idrogeologica e di vulnerabilità

Tavola A21/a – Carta della pericolosità sismica locale (1° livello di approfondimento)

Tavola A21/b – Carta di microzonazione sismica locale (2° livello di approfondimento)

Tavola A22 – Carta delle Unità Fisiche di Paesaggio di rango comunale

Tavola A23 – Attività estrattive - Stato di fatto.

¹⁹ Tavole a scala 1:10.000.

ASPETTI GEOLOGICO - SISMICI e IDROLOGICO-IDRAULICI

A01 - RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, SISMICA E IDROLOGICO-IDRAULICA

1. PREMESSA

La presente indagine è stata condotta nell'ambito degli studi relativi al Quadro Conoscitivo per la progettazione del Piano Strutturale del Comune di San Cesario sul Panaro. La presente relazione tratta gli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, ambientali, sismici e idrologico-idraulici del territorio comunale in quanto tale e nel suo inquadramento a scala regionale.

Lo studio è stato basato principalmente sull'analisi dell'ampia documentazione bibliografica disponibile, nonché da dati di archivio reperiti presso il Comune (con particolare riferimento alle indagini, condotte in passato, a supporto delle varianti generali e parziali al PRG e al PAE comunali, nonché a Piani Particolareggiati (edilizi e estrattivi), il tutto integrato con incontri con alcuni Enti interessati e sopralluoghi sul territorio nonché rilievi geofisici specifici.

I dati raccolti, la loro elaborazione e discussione sono descritti nel presente documento, nonché riassunti in forma cartografica nelle tavole allegate.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOGRAFICO

Il Comune di San Cesario si colloca nella parte centro orientale della Provincia di Modena, in un settore al passaggio tra l'alta e la media pianura modenese (Figura 1).

Esso confina coi territori comunali di Modena e Spilamberto (a ovest), di Savignano e Bazzano (a sud), di Castelfranco Emilia (a est e a nord) (Figura 1).

Sul lato occidentale, il confine comunale è delimitato dal corso del Fiume Panaro che rappresenta il più importante, e di fatto unico, corso d'acqua naturale presente a San Cesario, in quanto gli altri corsi d'acqua sono tutti di tipo artificiale (tra i quali i più significativi sono il Canal Torbido e il Canal Chiaro) (Figura 1).

Il territorio comunale è attraversato da est a ovest dall'autostrada del Sole (A1), dalla Strada Statale Via Emilia (S.S. 9) e dalla ferrovia Milano-Bologna-Roma; per la direzione sud nord sono invece presenti solo strade provinciali o comunali (Figura 1).

Dal punto di vista cartografico, il territorio di San Cesario sul Panaro è compreso all'interno dei fogli alla scala 1:50.000 nn. 201 (Modena), 202 (San Giovanni in Persiceto), 219 (Sassuolo) e 220 (Casalecchio di Reno), nonché nelle Sezioni della Carta Tecnica Regionale nn. 201160, 202130, 219040, 220010 e 220050.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il territorio Comunale di San Cesario sul Panaro si colloca geologicamente nella fascia pedeappenninica e, più in particolare, nella medio-alta pianura modenese, a ridosso della prima fascia collinare.

Quest'ultima, posta qualche chilometro a sud rispetto all'area in oggetto, è caratterizzata principalmente da terreni marini Pliocenico-Quaternari che si immergono al di sotto della copertura alluvionale dell'alta pianura (Figura 2), raggiungendo la profondità di oltre 300 m all'incirca alla latitudine dell'Autostrada A1 (Figure 1 e 2).

Anche la base dei terreni Pliocenici si approfondisce verso Nord e in di Spilamberto è posta a circa 1.500 m di profondità dal piano di campagna.

L'apice del conoide del fiume Panaro si colloca poco a Sud della località "Bocchirolo", nel territorio comunale di Savignano s/P., dove, in alveo, affiorano terreni Pleistoceni di origine marina e di transizione (all'interno dei quali è stato ritrovato uno scheletro di elefante "*Archidiskodon Meridionalis*") oltre che (nei pressi del ponte della ferrovia Vignola-Bologna) di formazioni mioceniche (Formazione a colombacci e Marnoso-Arenacea), nonché più antiche (Formazione di Pantano, Argille della Val Samoggia, ecc.)¹.

Tale passaggio stratigrafico (tra depositi continentali e marini) si approfondisce rapidamente verso Nord ed in corrispondenza dell'abitato di Spilamberto si trova a oltre 60-100 m dal piano di campagna.

I terreni alluvionali recenti ed attuali (depositi continentali ascrivibili al sistema deposizionale del Fiume Panaro)² sono costituiti prevalentemente da ghiaie eterometriche con matrice solitamente sabbioso-limosa, ma anche limo-argillosa (in profondità), non mancano però banchi, a volte potenti, di argille limose grigie o giallastre³.

¹ L'affioramento era ben visibile fino a pochi anni fa, a causa della forte incisione d'alveo che si era manifestata in seguito al crollo di una traversa fluviale posta a difesa del ponte. Attualmente, dopo il ripristino del manufatto, l'esposizione è meno palese, ma comunque visibile soprattutto nei periodi di forte magra o siccità.

² Secondo la terminologia della Carta geologica Regionale sono ascrivibili al Sintema emiliano-romagnolo superiore e più in particolare al subsintema di Ravenna (unità di Modena per i terreni prossimi alla superficie) e subsintema di Villa Verucchio (unità di Vignola: per quanto riguarda i principali corpi ghiaiosi tabulari lateralmente persistenti per distanze chilometriche, affioranti presso Vignola e Savignano e che tendono ad amalgamarsi e a confondersi con ghiaie più recenti a Spilamberto e a San Cesario a formare orizzonti anche pluridecametrici il cui tetto è posto a relativamente bassa profondità (pochi m) al di sotto dei terreni pedogenizzati dell'unità di Modena..

³ Legati o a deposizione recente, più rari, o alternati a corpi ghiaiosi più antichi (subsintema di Villa Verucchio, unità di Bazzano o subsintemi ancor più antichi).

Tutta la successione dei terreni Pleistoceni (compresi i depositi recenti e attuali) di ambiente continentale è stata oggetto recentemente (all'incirca tra l'ultimo decennio dello scorso secolo e i primi anni del presente secolo) di una completa revisione, sia per quanto riguarda l'interpretazione paleoambientale a scala regionale sia soprattutto a livello di architettura stratigrafica.

Principalmente a seguito degli studi promossi dalla Regione Emilia-Romagna, nell'ambito del progetto di cartografia geologica di pianura, è stata definita l'organizzazione stratigrafica dei depositi continentali della pianura emiliano-romagnola, attraverso l'uso della stratigrafia sequenziale e delle unità a limiti inconformi⁴ (*unconformity bounded units*) (Regione Emilia Romagna, ENI-AGIP, 1997).

Più nello specifico, i depositi del così detto Quaternario continentale della pianura emiliano-romagnola sono stati riuniti in un unico *Supersistema emiliano romagnolo* il cui limite inferiore affiora solamente a ridosso del margine appenninico oppure nelle aree intravallive collinari (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998).

A sua volta il *Supersistema emiliano romagnolo* è suddiviso in due sistemi:

- *Sistema emiliano-romagnolo inferiore*, che comprende le unità di ambiente continentale, sedimentate all'incirca tra 650 mila e 350/450 mila anni fa, indicato con la sigla cartografica AEI;
- *Sistema emiliano-romagnolo superiore*, comprendente i depositi continentali da 350/450 mila anni fa fino al presente, indicato con la sigla cartografica AES i cui termini superiori (subsistema di Villa Verucchio e subsistema di Ravenna) affiorano o comunque si rinvengono, negli scavi e nelle perforazioni, a profondità relativamente bassa anche nel Comune di San Cesario (Sezione di cui alla Figura 2).

Da quanto si evince dalla Sezione geologica di cui alla figura 2, nel Comune di San Cesario, all'altezza del capoluogo, lo spessore complessivo dei depositi continentali risulta dell'ordine dei 130-150 o più metri, con sedimenti ascrivibili per la maggior parte al *Sistema emiliano-romagnolo superiore* (AES).

⁴ Unità stratigrafiche delimitate alla base e al tetto da superfici di discontinuità dimostrabili, significative e specificamente designate (discordanze angolari, disconformità, ecc.), di estensione regionale, o comunque significativa a scala subregionale.

I terreni marini sottostanti i depositi continentali, del Pliocene medio-superiore, sono costituiti principalmente dalle Argille Azzurre (argille bluastre, con orizzonti fossiliferi e livelli o orizzonti anche importanti di sabbie) che tuttavia non affiorano all'interno nel territorio comunale, ma si trovano a profondità generalmente superiori ai 100 m rispetto il p.c (in aumento procedendo da sud verso nord).

Nella Figure 4, 5 e 6 è riportato l'andamento delle principali strutture tettoniche sepolte che caratterizzano l'assetto geologico della Pianura emiliano-romagnola (Figura 4) e in particolar modo l'alta pianura modenese (Figure 5 e 6), dato da strutture regionali (pieghe e faglie) con andamento ONO-ESE/O-E (fronti principali) e SO-NE (rampe laterali), che interessano oltre che i livelli più profondi della copertura alluvionale (la cui sedimentazione è stata controllata dai movimenti di tali strutture), ma che sono particolarmente evidenti se, idealmente, si prende come riferimento l'andamento del tetto dei sedimenti pre-pliocenici (o anche dei sedimenti pliocenici: Figura 4) che ben evidenziano le variazioni laterali e longitudinali degli spessori delle formazioni plioceniche e pleistoceniche, più marcati in corrispondenza delle zone di basso strutturale (sorta di valli con base sepolta anche a migliaia di metri sotto il livello del mare) e più ridotti in corrispondenza delle zone di alto strutturale (così dette dorsali) (Figure 2 e 5).

Si tratta per lo più di strutture ad andamento arcuato (in pianta) definibili come superfici di accavallamento lungo le quali si concentra l'energia e la deformazione tettonica indotta, a scala regionale, dal generale movimento di avvicinamento relativo dell'Europa all'Africa, con la prima che tende a sottoscorrere alla seconda.

Tale processo, che dura da decine di milioni di anni e che ha dato origine alle catene Alpina e Appenninica, è tutt'ora in corso, come evidenziato anche dalla sismicità collegata a tali strutture (ad es. 1996 presso Correggio-Novellara, o, più recentemente, 2012 nella bassa pianura modenese e ferrarese).

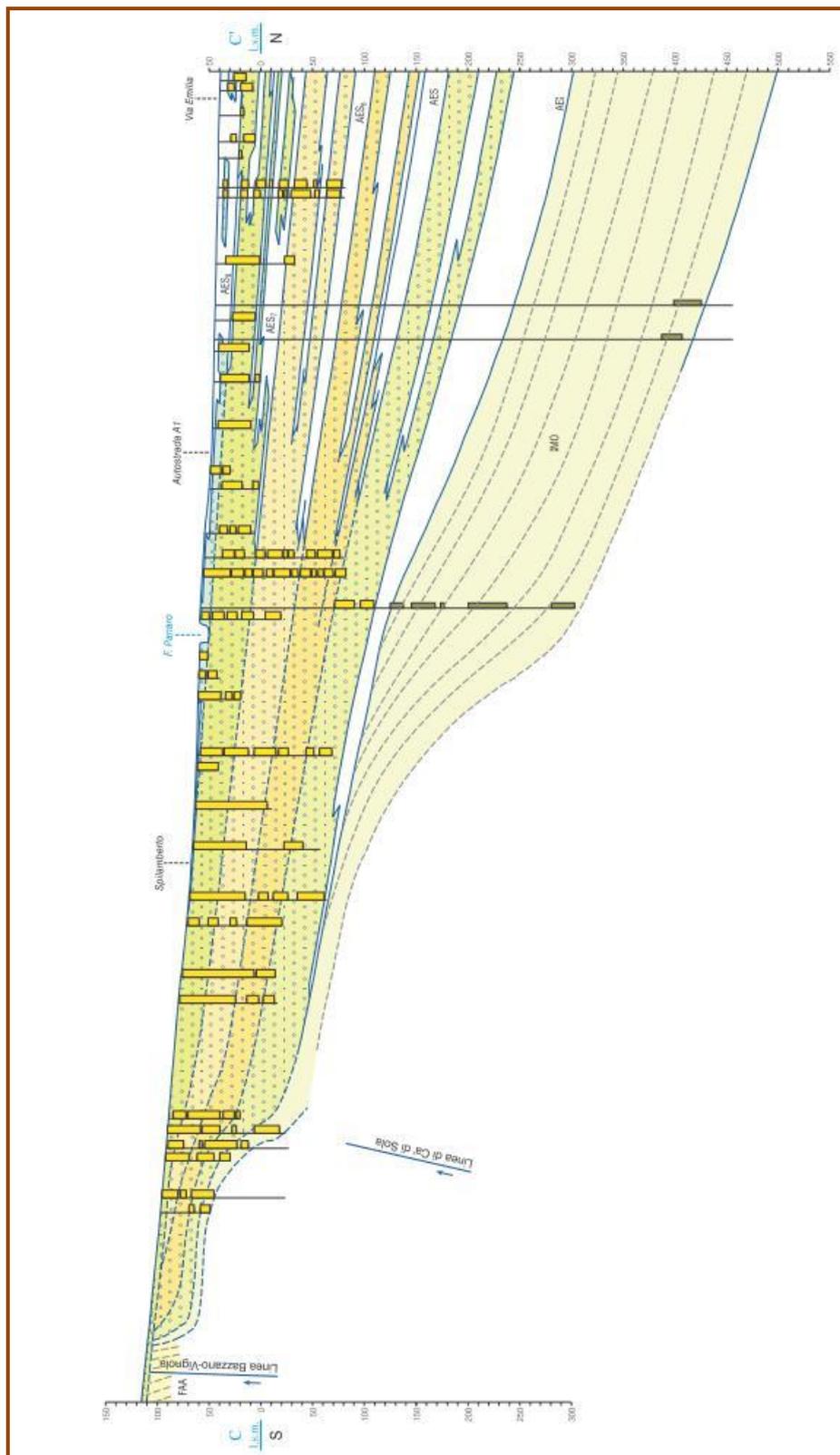


Figura 2 – Sezione geologica da Vignola a Castelfranco Emilia (da sito web cartografico della Regione Emilia-Romagna, Ufficio Geologico, Sismico e dei Suoli); non in scala; la legenda è riportata nella figura seguente; la traccia della sezione è indicata sia nella Figura 1 che nella Figura 4.

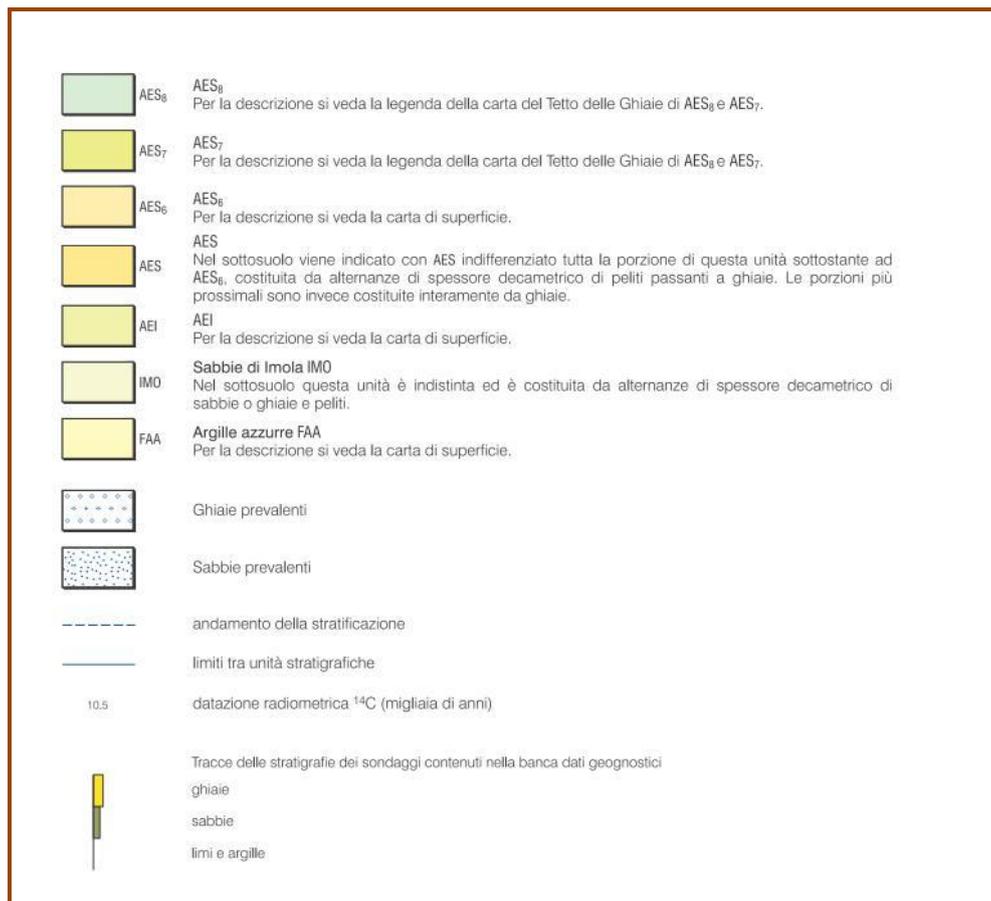


Figura 3 – Legenda della Sezione Geologica riportata nella Figura precedente. Legenda stratigrafica: AES8:subsistema di Ravenna (AES8a:Unità di Modena); AES7:subsistema di Villa Verucchio (AES7b: unità di Vignola; AES7a:Unità di Niviano); AES6:subsistema di Bazzano; AES: Sintema emiliano-romagnolo superiore indifferenziato ma distinto da AES6, AES7 e AES8; AEI: Sintema emiliano-romagnolo inferiore.



Figura 4 - Principali strutture sepolte della pianura emiliano-romagnola (tratto da Regione EmiliaRomagna-ENI AGIP (1998) con modifiche).

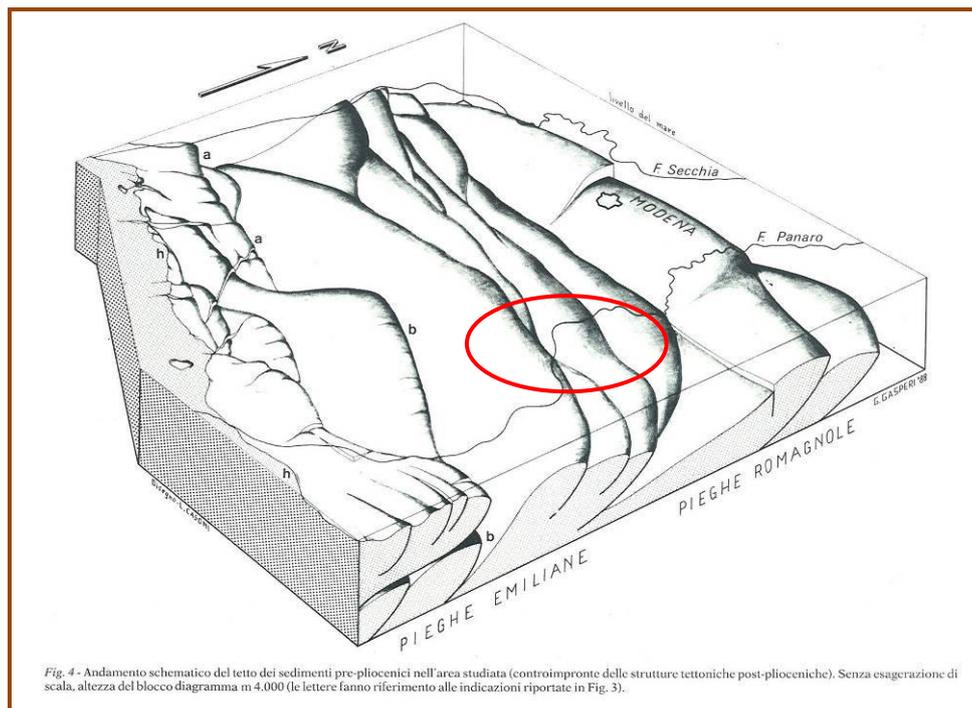


Figura 5 – Andamento schematico del tetto dei sedimenti pre-pleiocenici. (Il cerchio rosso individua indicativamente la posizione del territorio comunale). (Estratto da Gasperi et al., 1987).

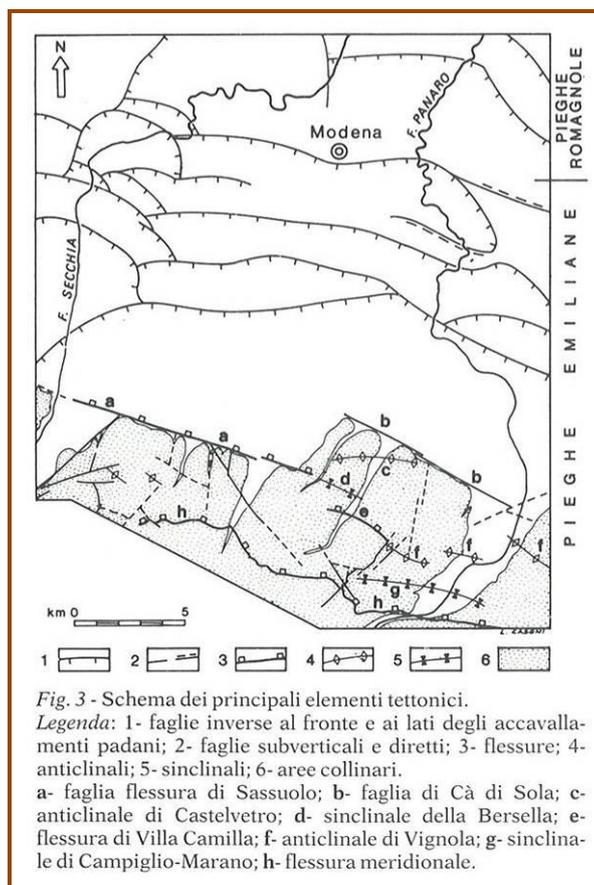


Figura 6 – Schema strutturale dell'alta pianura modenese. (Estratto da Gasperi et al., 1987)

4. CARATTERI GEOLOGICI DEL TERRITORIO DI SAN CESARIO⁵

4.1. Stratigrafia

Come già accennato nel capitolo precedente, nel territorio comunale affiorano esclusivamente sedimenti di ambiente continentale relativamente recenti, riferibili al subsistema di Ravenna (Figura 7), mentre subordinati sono i depositi fluviali in evoluzione, confinati esclusivamente all'alveo del Panaro. In scavi di cava, sono localmente osservabili ghiaie attribuibili anche al subsistema di Villa Verucchio che affiora nell'area pedecollinare, poco più a sud (Vignola, Savignano sul Panaro).

4.1.1. Subsistema di Villa Verucchio (Unità di Vignola)

I terreni più antichi, osservati in scavi di cava appartengono alla così detta unità di Vignola, i cui limiti inferiore e superiore sono rispettivamente datati grossomodo tra i 30000/35000 e gli 8000/15000 anni fa (note illustrative Fogli Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000: nn. 201, 202, 219, 220 e relative bibliografie). L'unità è composta, nei settori di alta e media pianura, principalmente da ghiaie grossolane e ciottoli fluviali sub-arrotondati in matrice clasto-sostenuta limosa e limo-sabbiosa.

Per quanto riguarda San Cesario sul Panaro l'unità è visibile in affioramenti limitati all'interno delle cave, ma spesso le ghiaie non sono facilmente distinguibili dai sovrastanti depositi del subsistema di Ravenna, soprattutto in assenza (o se non viene riconosciuto) del paleosuolo che solitamente è posto alla sommità dell'unità di Vignola e che indicherebbe un periodo di stasi nella sedimentazione.

Dal punto di vista stratigrafico, l'unità di Vignola costituisce la porzione sommitale del subsistema di Villa Verucchio.

4.1.2. Subsistema di Ravenna

Pressoché tutti i depositi affioranti o sub affioranti nel territorio in esame sono da attribuire a tale unità (Figura 7) la cui sedimentazione è riconducibile ad ambienti di piana inondabile.

⁵ Oltre che alle figure riportate nella presente relazione si fa riferimento alle Tavole cartografiche allegate: *Carta geolitologica, Carta idrogeomorfologica, Carta idrogeologica e Carta delle Unità Fisiche del Paesaggio.*

Essa comprende sedimenti, prevalentemente fini, nella bassa e media pianura, grossolani, nell'alta pianura e nei fondivalle collinari, depositi durante il periodo ultimo postglaciale, al di sopra dell'esteso corpo ghiaioso riferibile all'unità di Vignola.

I depositi fini, nel territorio di San Cesario sul Panaro sono presenti soprattutto nei settori nord dell'autostrada, laddove i depositi ghiaiosi si rinvengono solitamente oltre i 5 m di profondità, ma anche a profondità superiori ai 15-20 m (ad es. nell'area della *Graziosa*)⁶.

A sud dell'autostrada e, localmente a nord in corrispondenza di paleoalvei del Panaro, si rinvengono a profondità variabile tra subaffioranti e 5 m circa dal p.c., depositi ghiaiosi e subordinatamente sabbiosi, indicativi di ambienti di canale, argine o rotta fluviale ad alta energia

Lo spessore complessivo dell'unità è molto variabile a seconda della posizione rispetto agli assi fluviali di riferimento, che per l'area in esame sono quelli del Panaro, che ha cambiato nel tempo la posizione⁷.

Indicativamente, l'unità presenta una potenza che da pochi metri può anche raggiungere i 20 (zona della *Graziosa* dove si sovrappone alle ghiaie della sottostante unità di Vignola).

Per quanto riguarda l'unità di Modena, non vi sono grosse differenze, a livello litologico, con la generalità del subsistema di Ravenna. La si individua principalmente su base morfologica (attraverso l'andamento del microrilievo) e per la posizione (lungo una fascia sub parallela e prospiciente al corso attuale del fiume (Figura 7) a testimoniare l'attuale posizione acquisita sostanzialmente dopo l'epoca romana).

L'unità di Modena comprende quei sedimenti di deposizione recente (post sesto secolo d.C.) e pertanto costituisce la parte stratigraficamente più alta e più recente, generalmente subaffiorante, del subsistema di Ravenna, la cui porzione basale viene invece indicativamente riferita all'Olocene (post-glaciale: 10.0000-12000 anni b.p.).

⁶ Si veda anche la profondità del tetto delle ghiaie riportata nella tavola allegata denominata *Carta Geolitologica (Tavola 1)*.

⁷ Tra l'eneolitico e l'età del ferro il corso del fiume era spostato più a est rispetto l'attuale collocazione del capoluogo, e verso nord passava grossomodo in corrispondenza dell'attuale Castelfranco Emilia.

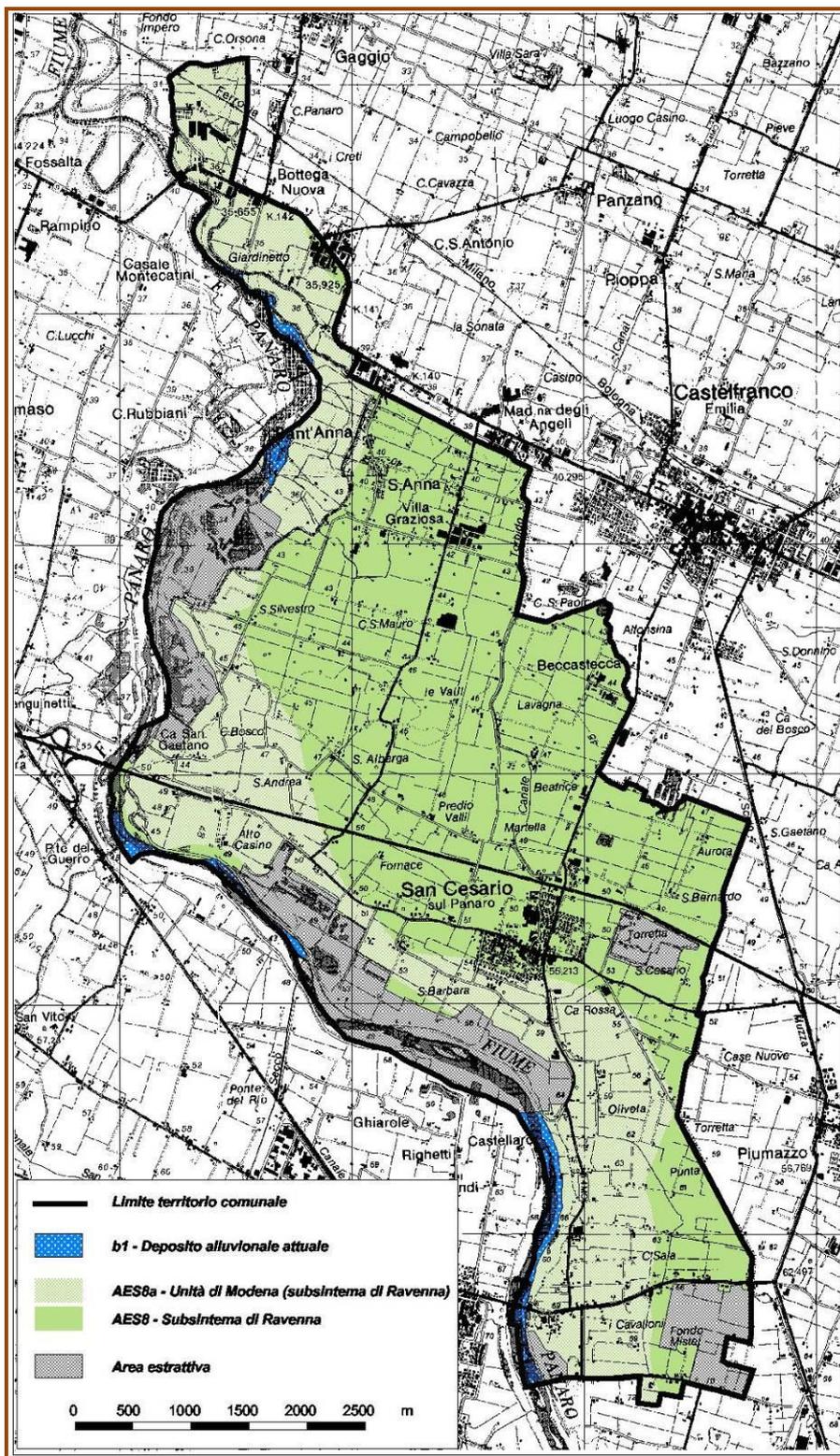


Figura 7 – Carta geologica del comune di San Cesario sul Panaro (unità affioranti o sub affioranti della copertura olocenica). (Basato sui dati della carta geologica regionale desumibili dal sito web cartografico e dal catalogo dei dati cartografici della Regione Emilia-Romagna-Ufficio Geologico Sismico e dei Suoli; Base topografica: estratto da carta topografica alla scala 1:50.000).

4.1.3. Depositi attuali in evoluzione

Nell'alveo del fiume Panaro sono presenti sedimenti fluviali in evoluzione ghiaiosi a sud, più fini (limoso sabbioso argillosi) nella porzione settentrionale del tratto fluviale che delimita a ovest il territorio comunale.

La deposizione di materiali fini si verifica attualmente anche all'interno dell'area delle casse di espansione fluviale di Sant'Anna, in occasione delle piene principali che comportano un apporto torbido di materiali limo-argillosi e sabbiosi che per gran parte decanta all'interno dei laghi prima che l'acqua in eccesso defluisca di nuovo verso il fiume.

4.2. Carta geolitologica e degli spessori delle coperture alle ghiaie(Tavola A18)

Nella Tavola A18 sono riportati quegli elementi areali, lineari e puntuali che descrivono i caratteri pertinenti la litologia di superficie nonché del primo sottosuolo. Sono pertanto descritte per tutto il territorio le tessiture del primo orizzonte superficiale (pedogenizzato) che costituisce la coltre di copertura alle unità stratigrafiche sottostanti.

Altro elemento indicato in carta è la profondità del tetto del primo orizzonte ghiaioso, al di sotto della coltre di copertura superficiale fine.

Tale dato riveste un significato importante sotto vari aspetti (geotecnico in quanto le ghiaie sono un buon terreno di sottofondazione, qualora raggiungibili dalle strutture di appoggio; idrogeologico in quanto lo spessore della copertura è un elemento che incide, tra le altre cose, sul grado di protezione della prima falda freatica e sulla capacità di ricarica per infiltrazione diretta; sismico, in quanto il contrasto di impedenza tra terreni fini di copertura e depositi ghiaiosi può dare luogo a fenomeni di amplificazione, qualora lo spettro sismico dei terremoti di riferimento, tenuto conto della funzione di trasferimento da bedrock sismico, contenga componenti in frequenza simili a quelle della frequenza del terreno collegata a tale contrasto).

Completano il quadro delle informazioni contenute nella carta di cui alla Tavola A18, le ubicazioni delle tracce di paleoalvei e dossi morfologici.

5. GEOMORFOLOGIA⁸

5.1. *Caratteri fisici generali del territorio comunale*

Essendo il Comune di San Cesario posto nell'ambito della media pianura modenese, al limite con l'alta pianura, i valori di acclività sono mediamente molto contenuti (angoli dell'ordine di 0,05-0,1 gradi nei settori nord); mentre sono un po' più alti 0,1-0,3 gradi a sud del capoluogo.

Tali bassi valori del gradiente topografico hanno per conseguenza la quasi assenza di elementi topografici di rilievo se non localmente, per la presenza di situazioni particolari, tutte di origine artificiale con l'esclusione del fiume:

- Fiume Panaro;
- Casse di Espansione del fiume Panaro;
- Aree estrattive sia in attività che cessate (compreso il bacino irriguo realizzato presso il Polo Estrattivo n. 9);
- Corso del Canal torbido;
- Rilevato dell'autostrada A1 (Milano-Bologna-Roma).

Come detto, con l'eccezione del fiume, le forme del paesaggio e la loro evoluzione sono fortemente collegate alle trasformazioni umane piuttosto che agli agenti morfogenetici naturali e, in ogni caso, i dislivelli topografici non sono mai molto pronunciati, come normalmente atteso in un areale di pianura.

Lo stesso Panaro scorre in un alveo che per gran parte è bordato da muri in calcestruzzo, così detti *muraglioni*, realizzati con la finalità di difendere dalle inondazioni le campagne, in un'epoca nella quale il livello medio del fiume era più elevato di quanto non lo sia attualmente. Stesso discorso può essere fatto in relazione alle altre opere idrauliche, come la traversa tra Altolà e Spilamberto, realizzata a difesa del ponte stradale, ma che ha determinato la formazione di un salto idraulico e conseguente erosione a valle, con la quota d'alveo che s'abbassa di diversi metri.

Le casse di espansione e le altre aree estrattive rappresentano invece settori, di estensione ragguardevole per il territorio di San Cesario, dove l'escavazione di materiali inerti, nonostante gli interventi di ripristino finale, ha comportato la modificazione sostanziale delle forme del paesaggio, con l'introduzione di ampie

⁸ Si veda anche la tavola fuori testo denominata *Carta Idrogeomorfologica (Tavola 2)*

depressioni (profonde anche una decina di metri) in un areale che altrimenti sarebbe stato pianeggiante.

Il Canal torbido e l'autostrada sono elementi morfologici artificiali che, a differenza dei precedenti, sono in rilievo positivo (dossi) e per il loro sviluppo lineare molto pronunciato hanno comportato l'introduzione, in un paesaggio naturalmente piatto, di barriere morfologiche e visuali. In realtà il Canal Torbido, alla stregua di un corso d'acqua naturale, costituisce anche una sorta di corridoio ecologico permettendo lo spostamento da nord a sud, e viceversa, di numerose specie animali collegate all'acqua, con particolare riferimento agli uccelli.

5.2. Elementi morfologici del territorio comunale

Con tali premesse ne deriva che solamente in corrispondenza della regione fluviale, delle casse di espansione, dei rilevati autostradale e del canal torbido si può riscontrare la presenza di elementi morfologici che determinano passaggi di quota localmente bruschi (scarpate) o declivi, sempre comunque su dislivelli dell'ordine di pochi metri, mentre tutto il restante territorio comunale è da considerare pianeggiante, tanto che anche le tracce di alcuni paleoalvei del Panaro (Tavola A19-*Carta Idrogeomorfologica* e Tavola A22-*Carta delle unità fisiche del Paesaggio di rango comunale*) sono forme mal percettibili, sul terreno, individuabili con un certo grado di interpretazione, attraverso l'analisi del microrilievo, e, in alcuni casi (come il paleoalveo in corrispondenza del quale si individuano le cave Ghiarella e Solimei), più facilmente rilevabili sulla base delle tessiture dei suoli e dei sedimenti che formano il primo sottosuolo⁹.

Nonostante abbia subito interventi di rimodellazione e contenimento il fiume Panaro, nella sua lunghezza complessiva che lambisce il confine comunale occidentale da sud a nord e l'area delle casse di espansione di Sant'Anna (che hanno origine artificiale in quanto derivano dal recupero di aree scavate in passato), costituiscono probabilmente gli elementi territoriali e ambientali di maggior pregio ecologico di tutto il territorio comunale.

La Cassa di espansione, infatti, che si estende anche nel vicino Comune di Modena, ha subito negli anni un graduale processo di rinaturazione, che l'hanno trasformata, non solo in un'opera di regimazione idraulica atta alla riduzione del pericolo legato alle piene fluviali, ma anche in un'importante area umida tanto da

⁹ Generalmente la granulometria dei sedimenti, in corrispondenza dei paleoalvei, è più grossolana rispetto le aree circostanti.

essere inserita nell'elenco delle così dette aree ZPS (Zone di Protezione speciale) e SIC (Sito di Importanza Comunitaria) (*Tavola A19-Carta Idrogeomorfologica*).

5.3. Carta idrogeomorfologica – Tavola A19

Nella carta sono riportati quegli elementi morfologici, dei quali si è già accennato nei paragrafi precedenti, che caratterizzano il paesaggio fisico del territorio di San Cesario sul Panaro.

La mancanza di forti differenze di quota determina la quasi totale assenza di forme del paesaggio (morfosculture) marcatamente evidenti, ma piuttosto di blande strutture topografiche che spesso possono essere percepite solamente prestando attenzione a particolari elementi "diffusi" (corrivazione delle acque superficiali ad evidenziare i seppur blandi gradienti topografici, superfici leggermente più elevate rispetto la campagna circostante, ecc.). In altri casi (dossi) la forma morfologica è percettibile solamente attraverso l'analisi del micro rilievo (curve di livello con equidistanze minime inferiori al metro).

Tra gli elementi morfologici più evidenti riportati nella Tavola A19 si ricordano il reticolo idrografico principale, le golene (distinguendo tra golene vecchie e golene propriamente afferenti la regione fluviale attuale, ecc.).

6. IDROGEOLOGIA

6.1. Inquadramento

Dal punto di vista idrogeologico, il territorio comunale di S. Cesario ricade all'interno del conoide del fiume Panaro, che a sua volta fa parte del sistema acquifero della Pianura Padana.

In pianta, il conoide presenta la classica forma subtriangolare (Figura 8), e si sviluppa sulla destra idrografica dell'attuale corso fluviale; la parte distale si chiude a Nord di Castelfranco Emilia a circa 30 m s.l.m.

Le fasi sedimentologiche che hanno portato alla formazione del conoide del fiume Panaro sono numerose e complesse in quanto esso è formato da un insieme di depositi fluviali e terrazzi di età diverse (dal Pleistocene medio-superiore all'attuale).

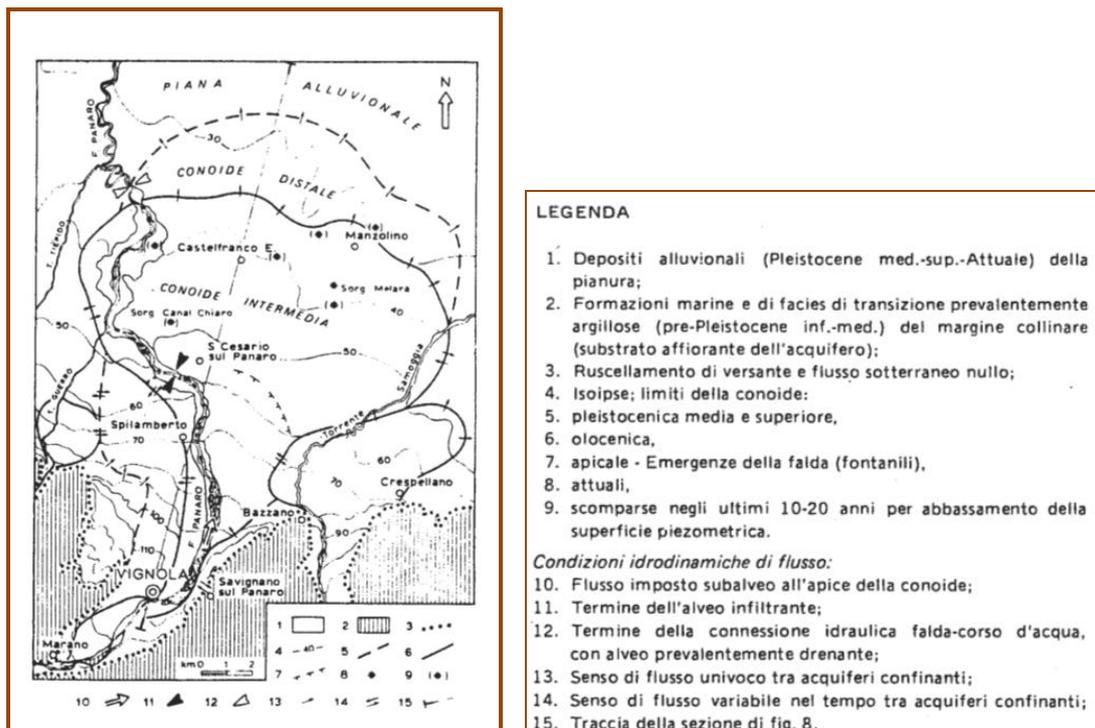


Figura 8 – Schema, in pianta, del Conoide del fiume Panaro (da Paltrinieri & Pellegrini, 1990).

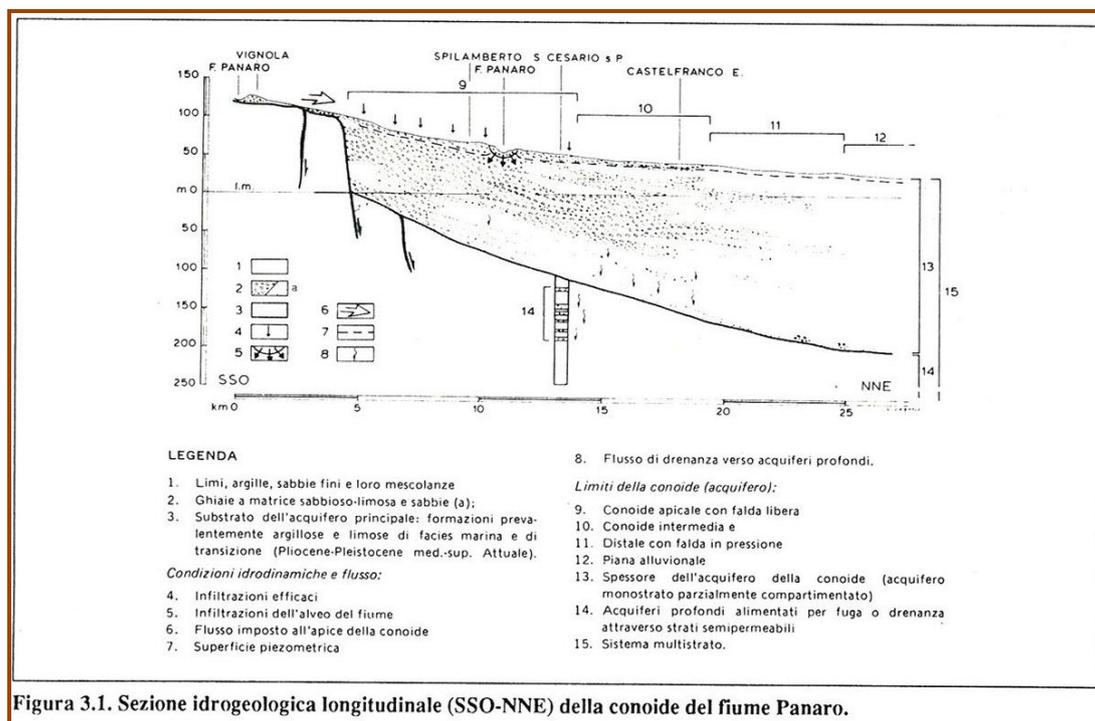


Figura 3.1. Sezione idrogeologica longitudinale (SSO-NNE) della conoide del fiume Panaro.

Figura 9 – Sezione idrogeologica (ubicata come da Figura 8) (da Paltrinieri & Pellegrini, 1990).

Nella parte apicale, a sud e al di fuori del territorio comunale di S. Cesario la coltre alluvionale è costituita da un'unica bancata indifferenziata di ghiaia mista a

sabbia affiorante, nella quale si verifica la commistione di corpi ghiaiosi di età diversa con la successione stratigrafica che non è conservata in tutti i suoi termini, soprattutto nelle aree prospicienti il corso fluviale¹⁰. Qui prevalgono in superficie litotipi permeabili e semipermeabili di modesto spessore (1÷3 m) che facilitano le infiltrazioni dalla superficie verso il primo orizzonte ghiaioso. In questo contesto è presente un'unica falda freatica con base impermeabile data dai depositi marini delle Argille Azzurre plioceniche (o di formazioni più antiche).

Tale bancata ghiaiosa prosegue verso nord, anche entro il territorio di San Cesario, ma, pur raggiungendo spessori dell'ordine dei 30-40 m, non costituisce l'unico corpo permeabile presente nel sottosuolo.

A partire dai settori nord dei territori di Vignola e Savignano, lo spessore della coltre sedimentaria di ambiente continentale raggiunge e supera i 100 m e risulta costituito dall'alternanza di corpi ghiaiosi e ciottolosi, da plurimetrici a decametrici, e orizzonti poco permeabili pelitici (Figure 2 e 9).

Si distinguono pertanto, anche grazie alla stratigrafia sequenziale (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998) diverse unità idrogeologiche, coincidenti sostanzialmente con le unità stratigrafiche a limiti inconformi (Subsintemi) introdotte nei capitoli precedenti formate da una parte basale poco permeabile/impermeabile (peliti prevalenti) ed una parte superiore permeabile (ghiaie prevalenti per le aree qui considerate di alta e media pianura). Ne consegue che ciascun orizzonte a prevalenza di ghiaie e compreso tra orizzonti poco permeabili (alla base dalla porzione inferiore del subsistema al quale appartiene e al tetto dalla base del subsistema sovrastante) può ospitare un acquifero.

Tale semplificazione valida a scala regionale, non tiene conto di possibili ulteriori complicazioni locali nell'architettura stratigrafica del sottosuolo, per la quale possono individuarsi "diaframmi" o strati argillosi a quote diverse che suddividono l'orizzonte ghiaioso in sub-orizzonti, ciascuno potenzialmente acquifero.

Per cui, mentre lo strato ghiaioso superficiale ospita una falda freatica, potenzialmente alimentata per infiltrazione, gli orizzonti ghiaiosi più profondi, generalmente sono sede di falde in pressione confinate o semi-confinate che sono alimentate principalmente dalle acque di infiltrazione dell'area pedemontana.

Tale condizione idrogeologica del sottosuolo ha come conseguenza che i livelli misurati nei pozzi per acqua non possono essere attribuiti a un acquifero in

¹⁰ In questi settori, nei territori di Vignola e Savignano sul Panaro, le ghiaie recenti si sovrappongono direttamente su ghiaie anche molto antiche, a seguito del continuo rimaneggiamento operato dal fiume.

particolare, qualora presentino tratti filtranti su più orizzonti, ma all'acquifero, tra quelli captati, prevalente sugli altri. Ulteriore conseguenza è che le carte piezometriche costruite con misure effettuate in pozzi che captano più acquiferi, non rappresentano un andamento indicativo del moto di falda, essendo costruite a partire da dati non omogenei, mentre solo elaborando misure eseguite in punti di prelievo che captano un solo e il medesimo orizzonte acquifero è possibile ricostruire l'andamento del moto di **una falda** sotterranea.

A dimostrazione che vi possono essere differenze sostanziali nelle quote piezo/freatimetriche riferibili a falde diverse (e distinte) nella Tavola A20 è stato riportato l'andamento della piezometrica (da dati PIAE 2009) ottenuti da misure in pozzi che verosimilmente captano non sempre gli stessi orizzonti acquiferi e l'andamento della falda freatica superficiale per l'area del polo estrattivo n. 9, dove erano disponibili misure effettuate in piezometri che captano esclusivamente tale acquifero. Si notano significative differenze nelle quote dell'acqua, dell'ordine del metro e più, tra acquifero superficiale e acquiferi "profondi".

6.2. *Struttura dell'acquifero*

Dall'analisi comparata dei dati derivanti da sezioni geologiche, sondaggi e stratigrafie di pozzi, si evince che lo spessore del primo orizzonte ghiaioso superficiale, che ospita il primo acquifero freatico, raggiunge anche i 30-40 m di spessore nell'area al confine tra i Comuni di Savignano e San Cesario. Questo primo orizzonte ghiaioso è piuttosto continuo su tutto il territorio posto grossomodo a sud del capoluogo. In esso, dati disponibili escluderebbero la presenza di intercalazioni lateralmente continue di strati pelitici, o comunque acquicludi, per lo meno per i settori più meridionali (a partire grossomodo dalla località Altolà); più a nord è segnalata la presenza di tali intercalazioni, oltre che di un orizzonte superficiale pellicolare di materiali fini, il cui spessore aumenta verso nord (cfr. tetto delle ghiaie nella Tavola A18-*Carta Geolitologica*).

A sud del capoluogo si individua pertanto un primo orizzonte ghiaioso posto a bassa profondità, che raggiunge spessori di diverse decine di metri, che ospita una falda freatica e all'interno del quale non si individuerebbero orizzonti pelitici significativi a bassa permeabilità. Tale strato superficiale comprende pertanto la prima falda freatica captata dai pozzi di tipo tradizionale e dai piezometri di controllo realizzati per il monitoraggio della qualità delle acque sotterranee in alcune delle cave di San Cesario sul Panaro (Polo estrattivo n. 9) (Tavola A20).

L'orizzonte ghiaioso superficiale è delimitato al tetto dalla superficie topografica e alla base dal tetto di un banco pelitico a partire all'incirca tra i 30 e i 40 m di profondità, che costituisce un orizzonte acquicludo di separazione tra l'acquifero freatico superficiale rispetto il primo acquifero confinato (più profondo).

I dati stratigrafici, mettono inoltre in evidenza che nell'area di San Cesario i pozzi captano principalmente il secondo orizzonte acquifero (o falde ancor più profonde) ospitato entro strati ghiaiosi di spessore variabile (da alcuni metri fino oltre la decina), mentre i tratti fenestrati sul primo acquifero sono per lo più trascurati per la naturale qualità scadente delle acque.

Nei settori compresi tra Savignano e San Cesario il sistema acquifero del conoide del Panaro si suddivide pertanto, in un acquifero multistrato.

L'alimentazione dei diversi acquiferi avviene pertanto in corrispondenza del fiume, dove i setti impermeabili di separazione sono più discontinui, mentre, le infiltrazioni efficaci lontano dal Panaro sono dirette solamente alla prima falda freatica, a sud di Altolà, per la presenza di una copertura superficiale poco permeabile e di spessore mediamente non superiore ai 3 m. Più a nord, tra Altolà e il capoluogo, lo spessore della copertura superficiale aumenta fino a circa 5 m, riducendo l'infiltrabilità anche verso la prima falda superficiale (freatica), la quale procedendo ancora verso nord si approfondisce fortemente (con spessori della coltre superficiale pelitica che raggiungono anche i 20 m) e la falda che passa in condizioni semiconfinate/confinite.

6.3. Andamento della falda/delle falde

Come già descritto in precedenza l'architettura del sistema idrogeologico dell'area in esame può essere schematizzata come un insieme di acquiferi confinati "profondi", separati l'uno dall'altro da orizzonti poco permeabili pelitici la cui alimentazione deriva principalmente dalle infiltrazioni di alveo¹¹. È inoltre presente una falda superficiale freatica, a sud del capoluogo, semi-confinata/confinata a nord del capoluogo.

6.3.1. Falda superficiale

Dati relativi alle quote della falda superficiale non sono disponibili per tutto il territorio comunale, ma sono legati principalmente a misure eseguite in piezometri di

¹¹ Ciò vale principalmente per gli orizzonti idrici posti all'incirca entro i 60-70 m di profondità. Per gli orizzonti ancor più profondi occorre fare riferimento a aree sorgenti "remote" poste al di fuori del territorio comunale.

controllo realizzati in corrispondenza di aree estrattive. L'area per la quale si dispone di misure su più punti di misura, con stratigrafia controllata e verifica che le fenestrate sono poste in corrispondenza del solo acquifero superficiale, sono posti nell'areale del Polo Estrattivo n. 9. Da quanto riportato nella tavola A20 si evince che, in tale settore del territorio comunale, la falda superficiale freatica ha un flusso diretto da SO verso NE con valori delle quote idrauliche mediamente più alte di 5-6 m rispetto la piezometrica relativa agli acquiferi più profondi (Tavola A20).

6.3.2. Falde profonde (Acquifero principale)

Come già ampiamente descritto in precedenza, non è corretto parlare di un unico acquifero profondo, ma piuttosto di una serie di orizzonti acquiferi separati da banchi pelitici poco permeabili (di spessori anche pluridecametrici): acquifero pluristrato compartimentato. Ciascun orizzonte acquifero sarebbe caratterizzato da una proprio campo di quote piezometriche che, tuttavia, non è possibile ricostruire, per ciascun orizzonte, in quanto occorrerebbe, per ciascuno di essi, una rete di punti di misura, a stratigrafia controllata e con fenestrate posizionate in corrispondenza di un unico acquifero. Il più delle volte i pozzi per acqua captano più acquiferi e, spesso, il dato stratigrafico non è preciso, per cui non è possibile affermare con certezza quale (o quali) acquifero è captato e pertanto a quale acquifero è riferita la misura del livello. In tali situazioni si costruiscono delle carte piezometriche, riferite ad un generico "acquifero principale" o "acquifero profondo" che non esprimono tanto l'andamento di un particolare orizzonte acquifero, ma piuttosto rappresentano un compromesso tra i dati non sempre di "attribuzione certa" e conoscenze idrogeologiche generali.

L'andamento della piezometrica è indicativo, ma non così preciso come si potrebbe ottenere potendo elaborare misure attribuibili al medesimo orizzonte acquifero.

Nella Tavola A20 è pertanto riportata l'elaborazione dei dati idrogeologici (ripresi dal quadro conoscitivo del PIAE 2009), dalla quale si evince che in generale il campo di moto della "falda" profonda è diretto dal fiume verso E, nei settori meridionali del territorio comunale, e verso, NE in quelli settentrionali. L'evidente alimentazione da parte dell'infiltrazione d'alveo, fino all'altezza del capoluogo, è evidenziata dal disporsi delle curve isopiezometriche, secondo un andamento parallelo al corso fluviale, mentre il progressivo incremento dell'equidistanza delle stesse curve isopiezometriche è indicativo del passaggio prima da condizioni

freatiche (presso il fiume) a condizioni semi-confinato e poi confinato (grossomodo a partire dall'autostrada).

6.4. Vulnerabilità dell'acquifero

Il dato relativo alla vulnerabilità idrogeologica, riferita all'acquifero principale, riportato nella Tavola A20, è ripreso dalle analoghe tavole contenute nel PTCP vigente. Sulla base delle caratteristiche dell'acquifero e dei terreni superficiali le aree più vulnerabili si concentrano lungo un'ampia fascia parallela al corso del fiume Panaro, laddove sono presenti terreni ghiaiosi a bassa profondità con a tetto coperture fini ridotte o comunque a minore contenuto argilloso. Pertanto altre aree a maggiore vulnerabilità si individuano nei settori a sud del capoluogo, dove si verificano tali condizioni (poca copertura fine superficiale con ghiaie e ciottoli a bassa profondità che favoriscono l'infiltrazione superficiale. In realtà, come descritto nei capitoli precedenti, per tali areali la vulnerabilità è da riferire non all'acquifero principale, ma all'acquifero superficiale freatico.

In effetti, mentre nell'area fluviale, e nella fascia ad essa prospiciente, è possibile postulare la non continuità dell'orizzonte argilloso che separa la falda freatica superficiale da quelle sottostanti, nei settori più discosti dalla regione fluviale (a sud del capoluogo) si ha la separazione tra freatica e acquiferi sottostanti "confinati"¹². Pertanto il dato di vulnerabilità riportato nella carta di cui alla Tavola A20 è più correttamente da riferire alla prima falda "superficiale" che non all'acquifero principale (captato dalla stragrande maggioranza dei pozzi presenti sul territorio comunale (Tavola A20). Solo nei settori della fascia prospiciente il fiume (nella quale ricadono anche i pozzi acquedottistici) il dato di vulnerabilità è da riferire non solo alla falda superficiale ma anche al primo acquifero in pressione.

6.5. Pozzi

Il censimento dei pozzi presenti nel territorio comunale di San Cesario (ripreso da una precedente variante parziale al PRG comunale) evidenzia una situazione di forte pressione sulle acque sotterranee presenti nel territorio comunale.

Oltre ai tre pozzi acquedottistici (tavola A20) sono presenti diverse centinaia di pozzi ad uso domestico e/o extradomestico (tavola A20).

¹² Come evidenziato anche nella tavola A20, nell'areale all'intorno del Polo Estrattivo 9, dove I dati freaticometrici e piezometrici differenze di quota valutabili in diversi metri.

In un'ottica di riduzione della pressione antropica sulla risorsa idrica sotterranea (da considerare di pregio) si inserisce la recente realizzazione del bacino irriguo in coincidenza degli scavi di cava del Polo estrattivo n. 9.

La possibilità di sostituire una parte delle acque di irrigazione provenienti da pozzo con acque superficiali permette e permetterà di ridurre la richiesta, per tali scopi, alle falde sotterranee.

6.6. Carta idrogeologica e di vulnerabilità – Tavola A20

Nella Carta Idrogeologica di cui alla Tavola A20 sono riportati tutti quegli elementi idrogeologici di cui si è ampiamente discusso nel presente capitolo, quali l'andamento della falda freatica superficiale (nell'area del polo estrattivo 9) nonché dell'acquifero profondo (tenendo conto delle approssimazioni di cui si è detto in proposito), i pozzi acquedottistici con le relative fasce di rispetto, la descrizione della vulnerabilità idrogeologica e l'ubicazione dei pozzi censiti nel territorio comunale (domestici ed extra-domestici).

7. PERICOLOSITÀ SISMICA

7.1. Pericolosità sismica regionale

Il Comune di San Cesario sul Panaro è classificato in zona 3 nell'elenco dei comuni sismici, riportato nell'Allegato n. 1 all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003-*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica*.

Sebbene i contenuti tecnici di detta Ordinanza non siano più validi, essendo scaduto il suo periodo di applicazione in data 23 ottobre 2005, a seguito dell'entrata in vigore del DM 14 settembre 2005 (ora sostituito dal DM 14 gennaio 2008), resta tuttora valida la classificazione sismica dei comuni italiani riportata in allegato alla citata ordinanza, così come indicato nella Del. di G. R. n. 1677/2005.

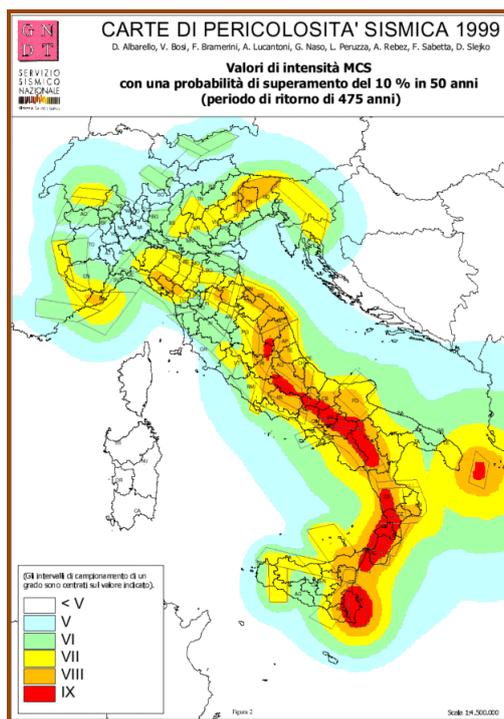


Figura 10 - Valori di intensità MCS con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni). (Estratto da Albarello, Bosi, Brammerini, Lucantoni, Naso, Peruzza, Rebez, Sabetta & Sleiko, 1999 – sito web del Servizio Sismico Nazionale).

A livello generale il settore nel quale si colloca il territorio di San Cesario sul Panaro è caratterizzato da una sismicità di media intensità. Se si guarda infatti alle mappe delle massime intensità macrosismiche osservate (banca dati macrosismici del GNDT, *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia* D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise, 1996 oppure Carta di pericolosità sismica di Albarello et al 1999) sono documentati eventi sismici fino all'8° grado della Scala Mercalli-Cancani-Sieberg (Figura 10).

La storia sismica di San Cesario, secondo il data base macrosismico dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) riporta dati a partire dal 1899 (Figura 11).

Storia sismica di San Cesario sul Panaro [44.562, 11.033]						
Numero di eventi: 9						
Effetti	In occasione del terremoto del:					
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw	
NF	1899 06 26 23:1	Valle del Bisenzio	138	7	5.06	±0.15
2	1967 04 03 16:3	Reggiano	47	5-6	4.69	±0.19
4	1971 07 15 01:3	Parmense	229	8	5.64	±0.09
2	1971 09 11 23:1	Correggio	15	5	4.23	±0.31
NF	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6	4.61	±0.10
NF	1987 05 02 20:4	Reggiano	802	6	4.74	±0.09
3	1992 04 17 11:5	Monteveglia	56	4-5	4.32	±0.18
5	1996 10 15 09:5	Correggio	135	7	5.41	±0.09
NF	1998 02 21 02:2	Reggiano	104	5	4.34	±0.17

Figura 11 – Storia sismica di San Cesario sul Panaro (secondo il Database Macrosismico Italiano 2011, (estratto da <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>).

Se si fa riferimento al periodo tra l'anno 1000 e il 1899 (Figura 12) i dati del Catalogo Parametrico dei forti terremoti italiani (datato al 1999) indicano che sono avvenuti diversi eventi (circa una decina) che hanno raggiunto intensità macrosismiche tra il 7° e il 9° grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS), tra i quali forse il più citato nelle varie pubblicazioni è quello del 1501 che avrebbe colpito principalmente l'area tra Castelvetro e Maranello (Figura 12).

In tempi più recenti (Figura 13) nel medesimo areale si segnala l'evento di Vignola del 1934 con un'intensità macrosismica del 4° grado MCS.

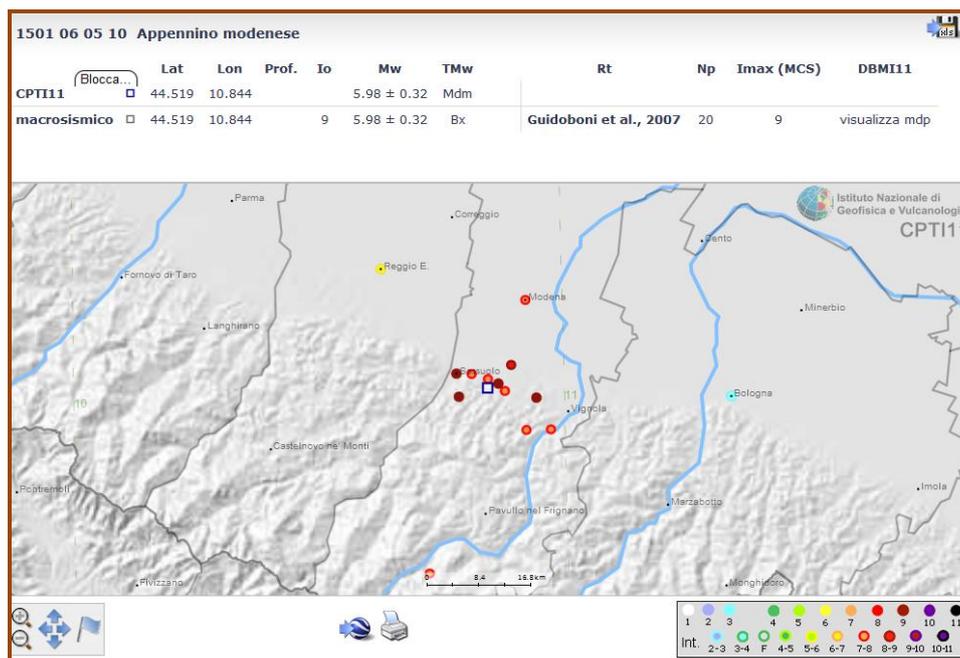


Figura 12 – Ubicazione dei forti terremoti che hanno interessato il settore a cavallo dell'area collinare e di pianura del modenese e zone limitrofe tra l'anno 1000 e il 1899 con evidenziati i parametri relativi all'evento del 1501 (ripreso da <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11>).

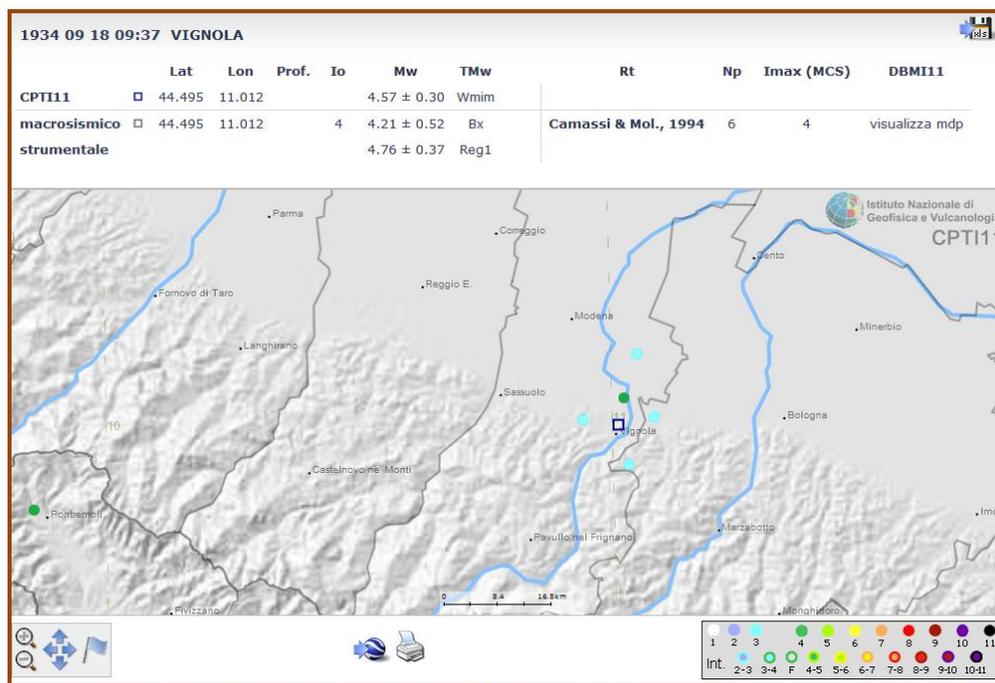


Figura 13 – Ubicazione dei forti terremoti che hanno interessato il settore a cavallo dell'area collinare e di pianura del modenese e zone limitrofe tra l'anno 1900 e il 2006 con evidenziati i parametri relativi all'evento del 1934 (ripreso da <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11>).

Più recentemente, al di fuori dell'area di cui alle figure 12 e 13 si segnalano gli eventi della pianura reggiana del 1996, dell'alto Appennino parmense e i forti terremoti che hanno colpito nel maggio 2012 la bassa pianura modenese, ferrarese con ripercussioni anche nelle vicine provincie di Mantova, Reggio Emilia e Rovigo.

Per quanto riguarda un quadro di sintesi della casistica storica a livello di magnitudo (misurata o stimata) si fa riferimento alla Figura 14 (che non contempla gli eventi dell'ultimo decennio) e dalla quale si evince che i valori di magnitudo più alta (anche superiore a 6) che hanno interessato il territorio regionale sono da riferire a eventi sismici avvenuti sul versante toscano degli Appennini o i settori romagnoli (magnitudo fino a 5.9) ai quali si aggiungono il già citato eventi del 1501 ed un altro del 1346 nella zona del Po mantovano (Figura 14). Altri eventi forti (sopra la magnitudo 5) sono segnalati in vari settori. Tra gli eventi a localizzazione più vicina a San Cesario si rammentano quelli del 1505, 1671 e del 1929.

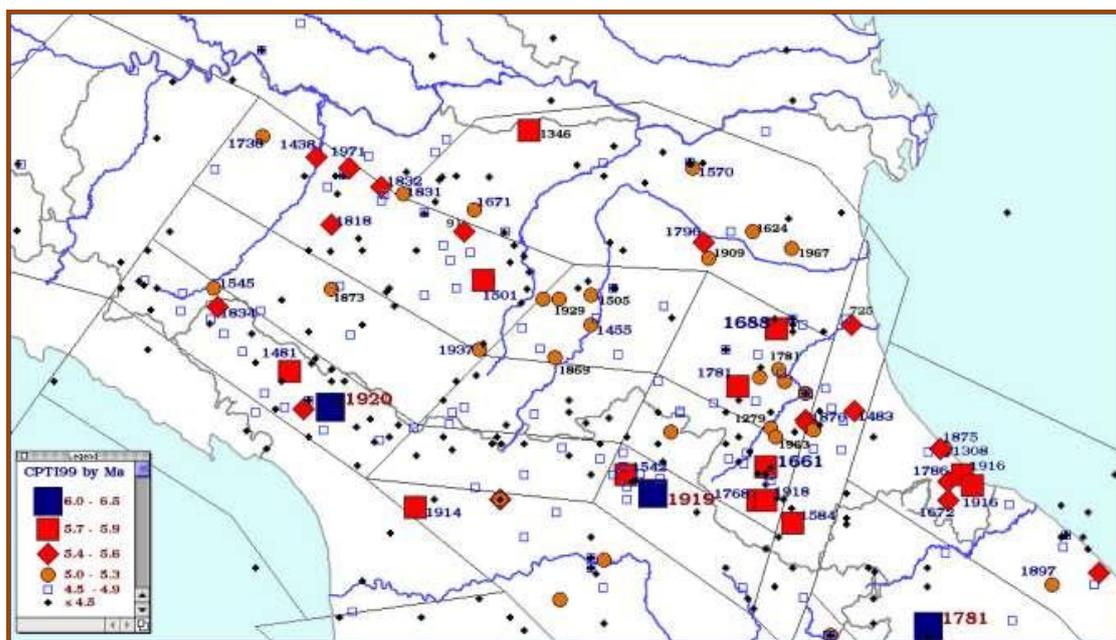


Figura 14- Epicentri dei principali terremoti che hanno colpito la regione Emilia-Romagna (Estratto da Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, 1999, ripreso sul sito web del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna).

7.2. Pericolosità sismica

Il concetto di pericolosità, in linea generale, è definito come la probabilità che un evento “pericoloso” di una certa magnitudo colpisca un territorio dato durante uno specifico intervallo di tempo.

In coerenza con tale definizione, per definire la pericolosità sismica occorre:

- fissare un valore di magnitudo sismica, dello scuotimento tellurico o comunque di una grandezza che ne descriva l'effetto (ad esempio un'accelerazione);
- delimitare il territorio per il quale si vuole definire la pericolosità;
- fissare un tempo di ritorno dell'evento per il quale si vuole determinare la probabilità di accadimento.

Le numerose ricerche, e soprattutto le osservazioni compiute in occasione di innumerevoli eventi tellurici che hanno colpito varie regioni del mondo, hanno evidenziato che non sempre esiste una relazione diretta tra i dissesti o i danni causati dal terremoto e l'energia sprigionata dal medesimo. Si è inoltre osservato che a parità di distanza dall'epicentro in alcune aree si riscontravano danni maggiori rispetto ad altre aree, con situazioni paradossali per le quali il terremoto ha causato danni maggiori a centinaia di chilometri di distanza dall'epicentro rispetto alle aree ad esso vicine.

Tale duplice natura della pericolosità sismica viene solitamente descritta suddividendo la medesima in due distinte componenti:

- a) la pericolosità di base (o pericolosità regionale) che prescinde dalle caratteristiche locali, ma che dipende dalla sismicità in quanto tale, per cui aree più vicine all'epicentro sono maggiormente interessate dall'evento. Essa viene definita attraverso i parametri che descrivono un terremoto di riferimento sulla base di studi statistici che analizzano la serie storica degli eventi tellurici che hanno interessato una determinata regione e le aree limitrofe;
- b) la pericolosità locale che dipende invece da fattori geologici e morfologici locali, per la quale può accadere che nel medesimo territorio lo stesso evento sismico sia risentito in maniera diversa in siti diversi, con conseguenza e danni che, a parità di tipologia edilizia, possono essere di diversa intensità (così detto effetto a "macchie di leopardo"). La pericolosità locale si occupa pertanto di quegli aspetti che, in caso di terremoto, possono dare luogo localmente a instabilità e/o a amplificazione dello scuotimento tellurico rispetto a quanto atteso.

Sulla base delle più recenti normative (che fanno principalmente riferimento agli Eurocodici 7 ed 8) si assume come pericolosità sismica di base il terremoto con probabilità di accadimento pari a uno (certezza probabilistica) in un intervallo di tempo di 475 anni, corrispondente a una probabilità di accadimento del 10% su 50 anni.

Per descrivere la pericolosità del terremoto di riferimento si possono utilizzare varie grandezze quali ad esempio:

- ◆ il valore di accelerazione massima al suolo atteso PGA (*peak ground acceleration*) o a_{max} ;
- ◆ lo spettro di risposta elastico (che può essere definito in accelerazione, in velocità o in spostamento);
- ◆ l'Intensità di Housner;
- ◆ altri parametri (banche dati di sismogrammi ad esempio).

Le grandezze elencate vengono solitamente utilizzate per esprimere il valore della pericolosità di base per l'intero territorio considerato (comunale, provinciale oppure facendo riferimento ad una griglia geografica ai nodi, o al centro delle maglie, della griglia medesima).

Tali parametri descrivono il "terremoto di riferimento" definito su base statistica, analizzando la serie storica degli eventi sismici avvenuti nell'area in studio o nella regione che la comprende e sono utilizzati come base di partenza per la valutazione della risposta sismica locale che tiene conto anche delle caratteristiche del sito in studio (morfologiche e/o litotecniche).

Di norma, il dato che descrive la pericolosità di base (o regionale) è riferito a un contesto litologico e morfologico ideale, detto più comunemente "sito di riferimento": pianeggiante con substrato roccioso affiorante¹³. Tali condizioni non corrispondono quasi mai al contesto reale del sito o del territorio per il quale si vuole valutare la pericolosità sismica. Basta ad esempio la presenza di una copertura detritica di 5 o più m di spessore al di sopra del substrato rigido, per avere effetti locali di amplificazione dello scuotimento con incremento, quindi, della pericolosità sismica espressa dalla pericolosità di base.

Attraverso valutazioni quali-quantitative è possibile stimare localmente il fattore di amplificazione sismico in relazione alle grandezze che esprimono la pericolosità di base (PGA, Spettro di risposta elastico, Intensità di Housner o intensità spettrale SI), rapportando il risultato ottenuto con quello del sito di riferimento al quale viene attribuita la pericolosità di base (ad es. PGA/PGA_0 , SI/SI_0). Il fattore di amplificazione non è altro che il valore del rapporto tra la grandezza che esprime la pericolosità al sito (comprensiva quindi degli effetti locali) e il valore attribuito al sito di riferimento e cioè quello definito dalla pericolosità di base.

Nella progettazione e nella pianificazione territoriale la pericolosità di base (o pericolosità regionale), essendo un parametro che dipende dagli studi sulla sismicità

¹³ Per gli scopi del caso per substrato roccioso si intende genericamente un sottosuolo "rigido" che per definizione presenta valori della velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio (onde S) superiore a 800 m/s.

naturale dell'area, può essere tenuta in considerazione al livello delle prescrizioni normative, in quanto si tratta di un dato, definito sulla base di studi regionali, da assumere tal quale.

Al contrario, risultati dell'analisi della pericolosità locale, proprio perché indirizzati a riconoscere quelle situazioni territoriali per le quali la pericolosità sismica si discosta dal valore regionale, possono essere presi come riferimento per indirizzare non solo gli aspetti normativi e d'indirizzo per l'uso di un territorio, ma anche le scelte di localizzazione e di trasformazione urbanistica.

La pericolosità locale dipende dalle caratteristiche del sito e può variare fortemente a seconda del variare delle condizioni morfologiche e litologiche. Già a livello dell'intero territorio comunale è possibile riconoscere settori caratterizzati da pericolosità locale più alta rispetto ad altri meno pericolosi.

7.3. Pericolosità locale

7.3.1. Premessa

Come già detto, la classificazione sismica dei comuni italiani include San Cesario sul Panaro nella zona 3.

La Regione Emilia-Romagna con Del. Assemblea Legislativa 112/2007 ha approvato gli indirizzi per la microzonazione sismica e ha dato indicazioni sui valori di accelerazione orizzontale massima che di fatto sono espressione della pericolosità di base per ciascun territorio comunale.

Agli indirizzi regionali si sono poi aggiunti gli *Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica*", approvati dal Dipartimento della Protezione civile e dalla Conferenza Unificata delle Regioni e delle Province autonome (disponibili dal 2009).

Tali documenti, assieme ad altri studi e report disponibili in bibliografia costituiscono le linee guida di riferimento per gli studi di pericolosità sismica a scala locale.

Per la valutazione degli effetti di sito esistono metodologie ormai consolidate da diversi decenni che sono state derivate da studi sia sugli effetti di terremoti passati sia sulla base di modelli teorici (ad es.: TC4, 1993; Regione Lombardia, 1996; AA.VV., 2001; CNR-IDPA, 2002; Tento et al., 2002; Pagani et al., 2003; AA.VV., 2005; Martelli et al., 2006): a livello regionale valgono le già citate linee guida promulgate con Delibera 112/2007 dell'assemblea Legislativa Regionale.

Come già accennato, gli effetti sismici locali sono dovuti alla variabilità spaziale delle caratteristiche litotecniche del sottosuolo e della morfologia dell'area oggetto di indagine. A parità del valore della pericolosità di base, condizioni litologiche e/o morfologiche diverse possono determinare un maggiore o minore risentimento degli effetti di un terremoto anche su siti adiacenti.

Tra gli effetti locali si fa usualmente distinzione tra i fenomeni d'instabilità da terremoto e di liquefazione del terreno, da una parte, e fenomeni di amplificazione locale, dall'altra (ad es. Regione Lombardia, 1996; CNR-IDPA, 2002; Tento et al., 2002; Pagani et al., 2003; AA.VV., 2005).

7.3.2. Fenomeni di instabilità

Tra i fenomeni di instabilità rientrano i casi di liquefazione del terreno in condizioni sismiche, di mobilitazione di frane (aspetto non pertinente ad un territorio di pianura quale è San Cesario) e di perdita della capacità portante dei terreni di fondazione.

Per quanto attiene la liquefazione dei terreni in condizioni sismiche, si tratta di un fenomeno per il quale durante un evento tellurico il suolo perde completamente la capacità di sopportare i carichi a causa del verificarsi di una sovrappressione interstiziale del liquido di saturazione. In questi casi prevale la natura liquida dell'acqua e il terreno rifluisce come un fluido.

Perché si verifichi il fenomeno, occorre che avvenga tutta una serie di fattori concomitanti tra i quali che il sottosuolo sia formato da terreni sabbiosi, ben classati, saturi in acqua, che il terremoto presenti una magnitudo pari o superiore a 5 e che non sia di breve durata (AA.VV., 2005).

In riferimento al territorio comunale di San Cesario sul Panaro, i dati disponibili non indicano la presenza di situazioni locali nelle quali si verificano le condizioni predisponenti al fenomeno (terreni sabbiosi classati e puliti sotto falda). Non sono state nemmeno trovate indicazioni bibliografiche indicanti il manifestarsi del fenomeno in passato. I dati granulometrici relativi al paleoalveo del Panaro¹⁴ posto a est del capoluogo (ambiti estrattivi Ghiarella e Solimei) (ad es. Tavola A18) indicano la presenza prevalente di terreni da grossolani a molto grossolani (nel campo delle ghiaie) con valori di soggiacenza oltre tutto piuttosto alti.

¹⁴ Durante la recente crisi sismica (maggio 2012) che ha colpito l'Emilia-Romagna si sono verificati diffusi fenomeni di liquefazione, che in provincia di Ferrara si sono verificati spesso, ma non sempre, in corrispondenza di paleo alvei del Reno.

7.3.3. *Fenomeni di amplificazione*

Come descritto nei paragrafi precedenti gli effetti di scuotimento dovuti ad un terremoto possono essere descritti utilizzando diverse grandezze quali l'accelerazione orizzontale di picco al suolo (PGA), la velocità di picco (PGV) o l'intensità di Housner (SI). Dall'analisi della pericolosità di base si ottengono tali valori per un sito di riferimento che idealmente è pianeggiante e presenta un substrato roccioso (terreno tipo A secondo la classificazione di cui al DM 14 gennaio 2008) affiorante.

Tale condizione spesso non è verificata nella realtà, sia per questioni di morfologia (nei territori collinari e montani) sia per questioni litotecniche, quando una copertura superficiale di materiali a bassa rigidità (che può essere di genesi varia: eluvio-colluviale, gravitativa, fluviale, eolica, artificiale, ecc.) ricopre il substrato (o terreni con rigidità superiore). Si tratta di una condizione che si verifica pertanto soprattutto nelle aree pedecollinari della pianura, nei fondovalle, al piede di rilievi montani e collinari (falde di detrito), ma anche lungo i versanti dove si abbiano accumuli superficiali di detriti (franosì, eluvio-colluviali, ecc.) e in pianura, laddove sono presenti potenti successioni sedimentarie che coprono un intervallo di tempo della sedimentazione di diverse decine di migliaia di anni per cui sedimenti più antichi, posti a maggiore profondità, per fenomeni di invecchiamento, assestamento e cementazione possono aver acquisito caratteristiche meccaniche e di rigidità di valore maggiore rispetto ai sedimenti più superficiali.

In questi casi, in occasione di un evento tellurico, si verifica che i valori delle grandezze che esprimono gli effetti dello scuotimento sismico sono generalmente superiori rispetto a quelli del sito ideale di riferimento (ad es. Regione Lombardia, 1996; AA.VV., 2005; Martelli et al., 2006) a causa dell'effetto di amplificazione causato principalmente dal contrasto di rigidezza (che si riflette in un contrasto di velocità) tra strati superficiali e strati più profondi.

In questi casi il rapporto tra il valore reale della grandezza e quello del sito di riferimento (ad esempio il rapporto PGA/PGA_0) esprime il fattore di amplificazione, cioè il fattore per il quale occorrerà moltiplicare la grandezza che descrive la pericolosità di base (ad es. la PGA_0 o lo spettro di risposta elastico) per tenere conto degli effetti di amplificazione locale.

Ne consegue che la medesima opera richiederà accorgimenti progettuali differenti se progettata per una condizione riferibile al sito di riferimento (spettro di risposta elastico derivante dall'analisi della pericolosità di base) oppure per un sito

diverso e quindi tenendo conto dell'eventuale fattore di amplificazione (spettro di risposta elastico amplificato che tiene conto degli effetti di sito).

La letteratura riconosce che i fenomeni di amplificazione si riscontrano principalmente a seguito di fattori locali litologici o morfologici (TC4, 1999).

I fattori litologici sono principalmente correlati con il contrasto di impedenza sismica che si ha tra le rocce che formano il substrato ($V_S > 800$ m/s così detto bedrock sismico) e rocce e/o terreni sovrastanti.

Più tale contrasto è alto più l'amplificazione delle onde sismiche è alta.

L'impedenza sismica dipende dalla rigidità del mezzo e è data dal prodotto tra la velocità delle onde sismiche per la densità del mezzo attraversato dalle medesime (roccia o terreno).

Vi sono varie metodologie per determinare il fattore di amplificazione legato alle caratteristiche litologiche (o meglio litotecniche) (AA.VV., 2005) tra i quali: metodi empirici, le relazioni approssimate ed i metodi numerici.

Oltre ai fattori litologici anche i fattori morfologici possono dare luogo ad effetti di sito che comportano amplificazione degli effetti dello scuotimento sismico, si tratta dei così detti effetti topografici.

Rispetto al sito di riferimento pianeggiante si possono pertanto avere effetti locali di amplificazione ad esempio in corrispondenza di cocuzzoli, alla sommità di dorsali strette e allungate, all'interno di canyon e di strette gole, su versanti particolarmente acclivi, in corrispondenza del ciglio di alte scarpate, ecc. la cui valutazione può essere effettuata ricorrendo a relazioni geometriche empiriche o tramite codici di calcolo numerico 2D/3D (ad es. Regione Lombardia, 1996; TC4, 1999; AA. VV., 2005; Martelli et al., 2006).

7.4. Analisi di primo, secondo e terzo livello

La citata DAL 112/2007 contiene i criteri di riferimento per gli studi di microzonazione sismica nella Regione Emilia-Romagna.

Riprendendo le metodologie internazionali (ad esempio TC4) in essa viene individuato un percorso che prevede studi di Primo, Secondo e Terzo Livello.

Per il primo livello sono previsti studi basati principalmente sulle informazioni disponibili da bibliografia e da archivio con lo scopo di definire una carta delle aree suscettibili di effetti locali distinguendo tra aree sulle quali occorrerà eseguire valutazioni di secondo livello e aree, più problematiche (ad esempio per le quali si ravvisano gli elementi predisponenti al fenomeno di liquefazione dei terreni), che

ocorrerà valutare nell'ambito di studi di terzo livello. In tale ottica non è escluso che durante gli approfondimenti di secondo livello si riconosca la problematicità di altre aree da rimandare a studi di terzo livello.

La DAL 112/2007 prevede che vengano eseguiti studi di primo livello a scala provinciale nell'ambito del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP), mentre a scala comunale (nell'ambito del PSC) si proceda ad un approfondimento dello studio di primo livello e agli studi di secondo livello per gli ambiti del territorio urbanizzato, urbanizzabile e interessati dalle infrastrutture principali.

7.4.1. Primo livello Provinciale

L'analisi di primo livello a scala dell'intero territorio provinciale è stata condotta nell'ambito di una variante al PTCP che poi è stata ripresa all'interno della variante generale che ha condotto al PTCP attualmente vigente.

Lo strumento provinciale contiene una Carta delle aree suscettibili di effetti locali (Figure 15 e 16) che, a livello di norme di attuazione, sono trattate all'art. 14 che si riporta per estratto per le parti che interessano il territorio comunale.

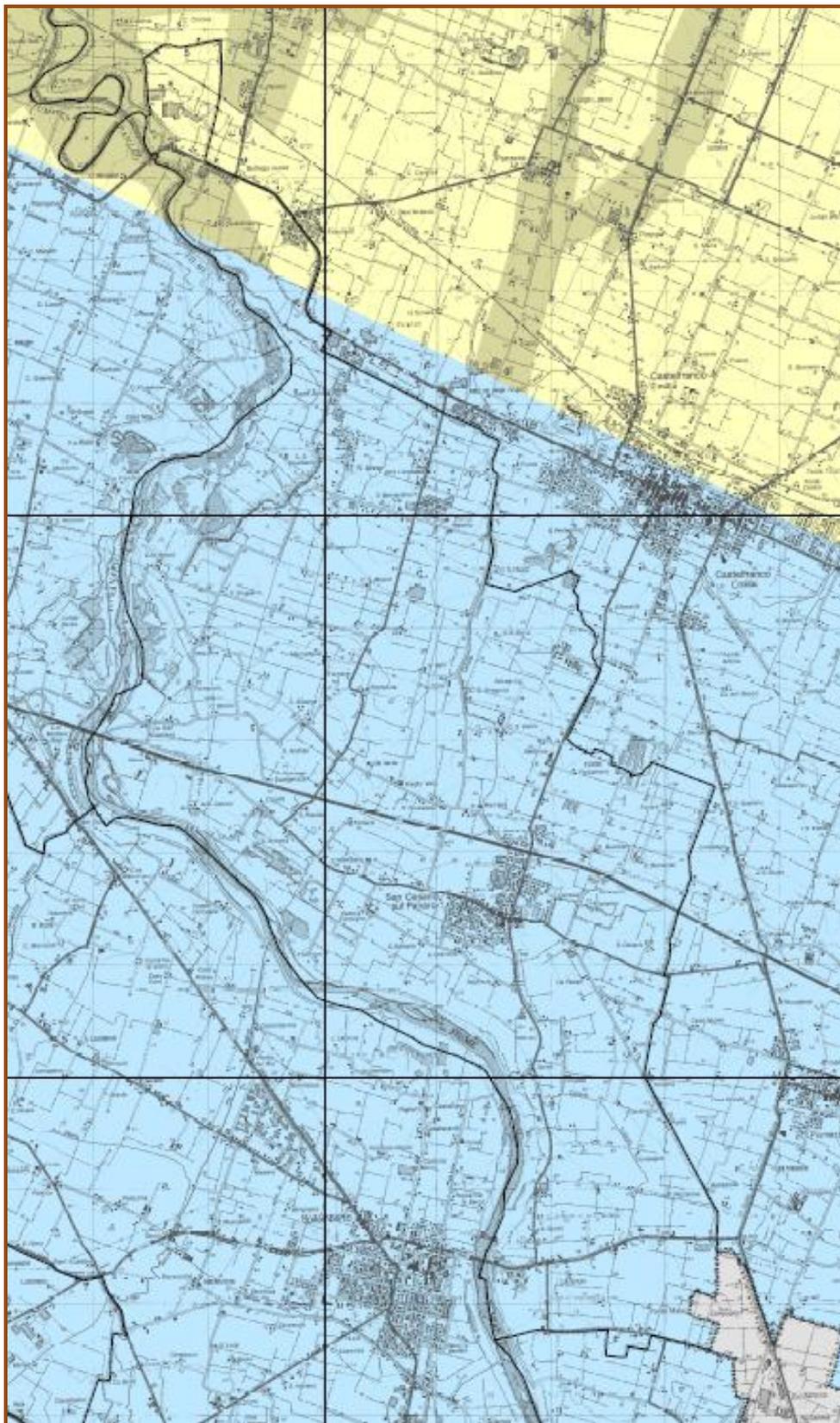


Figura 15 - Estratto da *Carta delle aree suscettibili di effetti locali* (Tavola 2.2.a.5) del PTCP della Provincia di Modena. Per la legenda si veda la figura che segue.

5	<p>Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche <u>studi</u>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico; <u>microzonazione sismica</u>*: approfondimenti di II livello.</p>
6	<p>Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e topografiche <u>studi</u>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e topografico; <u>microzonazione sismica</u>*: approfondimenti di II livello; nelle aree prossime ai bordi superiori di scarpate o a quote immediatamente superiori agli ambiti soggetti ad amplificazione per caratteristiche topografiche e nelle zone con accentuato contrasto di pendenza, lo studio di microzonazione sismica deve valutare anche gli effetti della topografia.</p>
7	<p>Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione <u>studi</u>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi; <u>microzonazione sismica</u>*: approfondimenti di III livello.</p>
8	<p>Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti <u>studi</u>*: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi; <u>microzonazione sismica</u>*: 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.</p>

Figura 16 - Estratto da *Carta delle aree suscettibili di effetti locali* (Tavola 2.2.a.5) del PTCP della Provincia di Modena.

La carta del PTCP classifica la gran parte del territorio comunale di San Cesario come area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche. Solo i settori del comune posti nella parte più a nord sono classificati come *area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione* (settori prospicienti il corso del fiume Panaro) e *area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti* (settori di pianura non prospicienti il Panaro) (Figure 15 e 16).

Qui di seguito si riportano per estratto le parti delle norme del PTCP che riguardano le aree presenti anche nel territorio di San Cesario.

Art. 14 Riduzione del rischio sismico e microzonazione sismica

(...)

3. (P) *E' sottoposto alle disposizioni del presente articolo l'intero territorio provinciale in quanto ricadente nelle zone 2 e 3 della classificazione sismica nazionale vigente.*

La "Carta delle aree suscettibili di effetti locali" distingue le aree sulla base degli effetti locali attesi in caso di evento sismico e, fermo restando le prescrizioni anche maggiormente restrittive di cui al presente Piano in materia di dissesto idrogeologico, individua le necessarie indagini ed analisi di approfondimento che devono essere effettuate dagli strumenti di pianificazione a scala comunale:

(...)

5. *Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche studi: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico; microzonazione sismica: Approfondimenti di II livello.*

(...)

7. Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione studi: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi; microzonazione sismica: approfondimenti di III livello.

8. Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti studi: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi; microzonazione sismica: 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.

7.4.2. Primo livello-approfondimento comunale

Sulla base dei dati raccolti in archivio con la collaborazione dell'U.T.C. comunale è stata eseguita un'analisi di approfondimento del primo livello a scala del territorio comunale. Il risultato dello studio è riassunto cartograficamente nell'allegata tavola A21/a (*Carta della pericolosità sismica locale-Primo livello di approfondimento*) che presenta alcune differenze rispetto alla carta provinciale.

I dati e gli elementi che sono stati presi in considerazione sono principalmente:

- l'assetto stratigrafico, tenendo conto anche delle variazioni a scala comunale e nella fattispecie le caratteristiche litologiche del primo orizzonte superficiale (ghiaie affioranti o poste a meno di 5 m di profondità, rispetto a situazioni per le quali le coperture fini limo-argillose presentano spessori più elevati, nonché verifica, per i dati disponibili, dell'assenza di orizzonti sabbiosi sotto falda);
- profondità del tetto delle ghiaie (poco profondo, da subaffiorante a circa 5 m dal p.c., mediamente profondo, tra circa 5 a 8 m dal p.c.; profondo, oltre gli 8 m dal p.c.);
- modello di profilo verticale di velocità delle onde sismiche S e parametro VS30, ricavati da indagini geofisiche da archivio o originali (sismica a rifrazione; in array attivo o passivo con onde di superficie, MASW, ReMi; passiva a stazione singola in onde di superficie, HVSR);
- frequenza del picco (o dei picchi) presenti nel grafico dei rapporti spettrali (metodo HVSR o di Nakamura);
- valore della coesione non drenata ricavato come ventesima parte del valore della resistenza penetrometrica statica alla punta;
- considerazioni sulla condizione di evoluzione naturale in atto (regione fluviale) o delle modifiche (passate/in atto) relative alla trasformazione antropica del territorio (attività estrattive che hanno modificato le caratteristiche dei luoghi che pertanto non riflettono completamente l'assetto stratigrafico originario).

Tutto il territorio comunale presenta caratteristiche stratigrafiche che suggeriscono potenziale amplificazione stratigrafica che pertanto occorre valutare con studi di secondo livello.

La parte nord del territorio comunale, all'incirca tra le località Graziosa, Sant'Anna, Pilastrello e Fornace Pattarozzi oltre che della valutazione del potenziale di amplificazione stratigrafica necessita di indagini di terzo livello volte alla valutazione del potenziali cedimenti, per la presenza di terreni con caratteristiche di resistenza (strati plurimetrici caratterizzati da valori di Cu inferiore a 0.7MPa).

I dati consultati escluderebbero invece la potenziale liquefazione dei terreni presenti nel territorio comunale.

7.4.3. Carta della pericolosità sismica locale-Primo livello di approfondimento - Tavola A21/a

Riunisce in un unico documento cartografico le due sia la Carta delle aree suscettibili di effetti locali che la carta di sintesi, previste dalla DAL 112/2007 (Tavola A21/a). In essa il territorio comunale è così suddiviso:

- Alta pianura: area caratterizzata da depositi ghiaiosi e ciottolosi con copertura superficiale prevalentemente limosa di spessore inferiore ai 5 m. Essa è caratterizzata da valori del VS30 generalmente superiori a 300 m/s. Si tratta di un areale che potenzialmente può essere soggetto ad effetti di amplificazione stratigrafica. Nell'alta pianura ricade buona parte del capoluogo comunale. A livello di unità di paesaggio (cfr. capitolo successivo) tale areale comprende l'unità Conoide Apicale e pare dell'unità Conoide intermedia.
- Settore di transizione: area caratterizzata da coperture superficiali limoso-argillose (al di sopra dei depositi ghiaiosi) di spessore compreso all'incirca tra 5 e 8 m, caratterizzati da valori della Cu sostanzialmente superiori a 0.7MPa e valori del VS30 solitamente inferiori a 300 m/s. Anche in questo areale sono attesi effetti di amplificazioni stratigrafica, probabilmente caratterizzata da fattori di amplificazione leggermente più alti rispetto l'area precedente.
- Media pianura: comprende l'areale più settentrionale del territorio comunale ed è caratterizzata da coperture superficiali limoso-argillose (al di sopra dei depositi ghiaiosi) di spessore compreso superiore agli 8 m, caratterizzati da valori della Cu generalmente inferiori a 0.7MPa (su spessori >2m) e valori del VS30 solitamente inferiori a 300 m/s. Oltre ad effetti di amplificazione stratigrafica (probabilmente con coefficienti di amplificazione leggermente superiori rispetto agli areali

precedenti) in virtù dei valori di Cu più bassi occorre valutare gli eventuali cedimenti (studio di III livello).

- Paleoalveo ghiaioso-ciottoloso: presenta caratteristiche analoghe all'area "Conoide apicale", sebbene attraversi l'areale di transizione da conoide apicale e conoide intermedia. Si tratta pertanto di un areale che potenzialmente può essere soggetto ad effetti di amplificazione stratigrafica.
- Area estrattiva: trattandosi di un areale che ha subito modifiche nel proprio assetto stratigrafico originale (che probabilmente poteva essere assimilato al conoide apicale per la presenza di ghiaie a bassa profondità, in parte asportate e parzialmente sostituite con terreni per il ripristino) o che le subirà per quei settori ancora in attività. Ne deriva la necessità di valutazione del fattore di amplificazione stratigrafico in relazione al nuovo assetto stratigrafico come pure dei potenziali cedimenti. Tali valutazioni sono da farsi caso per caso, variando da sito a sito le profondità di scavo, come pure le quote di ripristino; ripristino che in tutta probabilità non è stato eseguito con i medesimi materiali e nelle medesime condizioni operative, per cui ne discendono probabili differenze che richiedono la verifica autonoma sulle singole situazioni.
- Area fluviale: in evoluzione attuale o in evoluzione recente, per la quale non è possibile definire un modello geologico generale se non a scala locale, per la quale occorre valutare localmente l'effetto di amplificazione stratigrafica.

La carta inoltre riporta, con soprassegno e attraverso una carta aggiuntiva a scala più piccola il dato relativo alla necessità di approfondimenti di II livello (campitura gialla) ovvero di III livello (campitura rossa) da eseguirsi secondo i contenuti della DAL 112/2007.

8. UNITÀ FISICHE DEL PAESAGGIO

8.1. Premessa

L'argomento fu trattato in maniera approfondita nell'ambito della variante specifica al PRG del 2000 e parte delle descrizioni che seguono sono riprese, con modifiche anche sostanziali, dalla relazione che fu a suo tempo redatta. La tavola cartografica allegata, relativa alle unità di paesaggio (Tavola A22), è stata anch'essa ripresa con modifiche da quella originale, come meglio specificato più avanti. Le modifiche sono principalmente inerenti soprattutto l'aggiornamento delle porzioni di territorio urbanizzate.

8.2. Unità di paesaggio

Gli aspetti morfologici che distinguono un paesaggio da un altro rappresentano il risultato dell'equilibrio dinamico temporaneo fra le diverse componenti che lo costituiscono. Queste componenti sono sia di natura fisica (geologiche, geomorfologiche, climatologiche, idrogeologiche, ecc.) che biologica (animali, vegetali ed umane) ed interagiscono tra di loro, talvolta in maniera semplice tal altra in maniera complessa.

Viene definito ecosistema *una comunità di organismi ed il loro ambiente fisico che interagiscono come un'unità ecologica*¹⁵ (Lincoln et al., 1982).

Nella pianificazione territoriale, nella salvaguardia e protezione delle risorse e bellezze naturali e nei programmi di conservazione viene spesso adottato un approccio al paesaggio di tipo *ecosistemico*. Si parla anche in taluni casi di *Ecologia del paesaggio* intendendo *lo studio delle variazioni spaziali del paesaggio a varie scale. Tale scienza comprende lo studio delle cause biofisiche e umane e di conseguenza dell'eterogeneità del paesaggio e pertanto è interdisciplinare*¹⁶ (sito WEB della IALE: *International Association for Landscape Ecology*).

*La classificazione dei sistemi ecologici può essere basata su una certa varietà di fattori (ad es. la vegetazione, il suolo, le forme del paesaggio) e può essere attuata a differenti scale di analisi spaziale e temporale (dagli ettari ai milioni di chilometri, dagli anni ai millenni) e in relazione a diversi gradi di interazioni spaziali*¹⁷ (Comer et al., 2003). Ad esempio, una pozzanghera, formatasi durante un acquazzone estivo, è un ecosistema limitato nello spazio (si estende per pochi decimetri quadrati) e nel tempo (dura da poche ore ad alcuni giorni); al suo interno possono interagire con l'ambiente fisico (acqua e fango) organismi unicellulari (animali e vegetali) come pure pluricellulari più complessi (piccoli insetti e anfibi). Allo stesso modo, un bosco o una foresta sono anch'essi ecosistemi, più ampi in senso spaziale e la cui evoluzione si protrae per diverse decine se non centinaia di anni.

Storicamente i sistemi ecologici sono stati definiti a partire da un'ampia gamma di punti di vista. Alcuni studiosi hanno posto l'accento sulle caratteristiche fisiche del

¹⁵ *A community of organisms and their physical environment interacting as an ecological unit.*

¹⁶ *Landscape ecology is the study of spatial variations in landscapes at a variety of scales. It includes the biophysical and societal causes and consequences of landscape heterogeneity. Above all, it is broadly interdisciplinary.*

¹⁷ *Classification of ecological systems can be based on a variety of factors (e.g., vegetation, soils, landforms) at a variety of spatial and temporal scales (hectares to millions of kilometers and annual to millennial), and with varying degrees of concern over spatial interactions.*

paesaggio, altri sulla sua funzione e sui suoi processi (flussi energetici e ciclo dei nutrienti)¹⁸ (Comer et al., 2003).

Per quanto riguarda gli aspetti di competenza, si è adottato un approccio di tipo fisico (Unità Fisiche di Paesaggio) in quanto le caratteristiche fisiche del territorio (litologia, idrografia, assetto geologico, ecc.) hanno controllato per gran parte della storia dell'uomo l'evoluzione del paesaggio e le modalità d'insediamento su di esso degli esseri viventi (compreso l'uomo) almeno fino all'avvento delle tecnologie finalizzate alla modifica e al controllo del territorio da parte della specie umana.

8.3. Suddivisioni fisiche del territorio comunale

In base alla definizione di Colosimo (1981), secondo la quale le unità geomorfologiche sono forme o un complesso di forme del terreno alle quali possono essere attribuiti determinati processi geologici (predizione del rapporto processo-forma) e specifiche caratteristiche meccaniche, geotecniche, pedologiche e di uso ottimale, è stata suddivisa l'intera area esaminata.

Stabilito che alla scala regionale l'agente di modellamento principale che, direttamente o indirettamente, influenza tutti i processi geomorfologici è rappresentato dal reticolo idrografico delle acque incanalate, si è proceduto nel territorio comunale di S. Cesario s/P. all'individuazione delle Unità Fisiche del Paesaggio gerarchicamente organizzate sulla base dei seguenti elementi:

- 1) relazioni del territorio, attuali e passate, con l'azione morfogenetica del F. Panaro;
- 2) principale (o principali) agente che ha condizionato e che condiziona l'evoluzione del paesaggio. (Nell'area considerata presentano, e hanno presentato in passato, una forte incidenza l'azione morfogenetica del F. Panaro e l'azione modificatrice antropica, in correlazione con le attività produttive o di semplice insediamento sul territorio);
- 3) orografia e micro-orografia;
- 4) substrato geologico e pedologico.

Il territorio comunale di S. Cesario s/P. ricade nella media Pianura Padana, sul versante appenninico. Nonostante le quote molto basse (comprese circa fra 35 e 70 m s.l.m.) anche la semplice osservazione di una carta topografica di dettaglio (che riporti le curve di livello con equidistanza di 1 m o inferiori) consente di apprezzare

¹⁸ *Historically, ecological systems have been defined from a wide variety of perspectives, depending on the investigator. Some have emphasized the "physical" (land) factors that structure the system; others have emphasized ecosystem function and processes, such as nutrient cycling and energy flows.*

l'interessante varietà di forme del rilievo testimonianti l'azione morfogenetica, passata e attuale, da parte del Fiume Panaro.

Alla scala sovracomunale è possibile distinguere chiaramente la grande Conoide del Fiume Panaro formatasi durante il Pleistocene per l'accumulo ripetuto di materiali alluvionali. Il fiume, allo sbocco in pianura, perdendo in parte la sua capacità di trasporto solido, ha depositato nel tempo i sedimenti a granulometria più grossolana (ghiaie nella zona apicale, sabbie e limi nelle aree distali).

La conoide del Fiume Panaro rappresenta quindi una Macrounità del paesaggio fisicamente distinguibile sia in base alla topografia, sia in base alla analisi litologica di superficie sia sulla base dell'idrogeologia.

Dal punto di vista socio-economico la Conoide del Fiume Panaro costituisce inoltre uno dei più importanti acquiferi della Provincia modenese.

8.3.1. Mesounità del paesaggio

Quasi l'intero territorio comunale (Tavola A22) di S. Cesario s/P. ricade all'interno della Conoide del Panaro, unitamente ai territori (o a porzioni di questi) degli altri comuni limitrofi, mentre la sua parte estrema nordoccidentale ricade invece nell'unità della Pianura.

La Conoide del F. Panaro viene quindi qui considerata, nella gerarchia delle unità fisiche del paesaggio, come una Macrounità di rango sovracomunale.

All'interno della Conoide sono state riconosciute suddivisioni di rango inferiore, più adatte agli scopi della pianificazione territoriale alla scala comunale.

Si tratta di ripartizioni che presentano una propria continuità fisica e che comunque si sviluppano sempre ad una scala sovracomunale. Esse, denominate Mesounità (fisiche del paesaggio), riflettono l'andamento e la variabilità fisico-spaziale a grande scala della Conoide, nonché la sua evoluzione morfogenetica attuale e del recente passato (sostanzialmente a partire dal periodo preistorico per quanto almeno attiene alle morfologie percettibili in superficie) determinata dal F. Panaro, in diretta conseguenza dei mutamenti ai quali il corso fluviale è andato soggetto nel tempo. Questo ha subito una progressiva migrazione da E verso O a partire sostanzialmente dall'inizio del periodo Olocenico (cfr. ad es. la Carte geologica di Gasperi et al., 1989 oppure di AA.VV., 1993).

Le mesounità riconosciute entro la Conoide del Panaro e che ricadono nel territorio del Comune di S. Cesario s/P. sono le seguenti (Tav. 1):

a) Alveo attuale del Fiume Panaro

b) Conoide apicale

c) Conoide intermedia.

Ogni suddivisione presenta delle proprie “invarianti del paesaggio” specifiche e sostanzialmente omogenee su tutto l’areale da essa occupato e che la distinguono dalle altre. Qui di seguito viene data una descrizione sintetica di ciascuna mesounità.

8.3.1.1. Alveo attuale del Fiume Panaro

L’unità (Tav. A22) comprende la fascia di territorio che risente direttamente dell’attuale azione morfogenetica (erosivo-deposizionale) del F. Panaro e coincide sostanzialmente con il suo alveo.

Il fiume scorre attualmente incidendo la parte occidentale della Conoide. Tale posizione dell’alveo è stata raggiunta dal Fiume in epoca romana-post-romana, mentre nei periodi precedenti scorreva più ad oriente.

Il corso fluviale rappresenta la parte del territorio comunale che ricade alle quote più basse. L’attuale progressivo inalveamento è dovuto principalmente a cause antropiche, in quanto, soprattutto negli ultimi cento anni, l’azione umana nei confronti del fiume si è fatta particolarmente intensa. Le attività estrattive di materiali, condotte anche in alveo, unitamente alla costruzione di argini in terra battuta, muraglioni in calcestruzzo e opere varie di regimazione idraulica, hanno costretto il Fiume a scorrere entro una fascia d’alveo più stretta rispetto alla situazione naturale, limitandone i gradi di libertà e condizionandone l’attività morfogenetica, di trasporto e deposito di materiali. Negli ultimi decenni si è inoltre verificato un mutamento della granulometria degli apporti sedimentari, a seguito della realizzazione di traverse e briglie che limitano fortemente il trasporto dei sedimenti grossolani. Per vasti tratti, le mutate condizioni del profilo di equilibrio fluviale (perturbato dalle opere idrauliche di difesa, hanno determinato la modifica radicale dell’azione fluviale che da apportatrice di materiale sedimentario è divenuta erosiva.

Dal punto di vista macroscopico il progressivo restringimento della sezione bagnata del Panaro ha determinato l’abbassamento dell’alveo con conseguente terrazzamento delle alluvioni recenti, come risulta ben visibile anche lungo la riva destra del Fiume, nel territorio di S. Cesario s/P., dove si riconoscono zone subpianeggianti allungate secondo il corso fluviale che a tergo, spesso, sono delimitate da argini e opere di difesa, e che verranno descritte nel capitolo dedicato alle microunità del paesaggio.

Questo comportamento del fiume, in risposta alle sollecitazioni antropiche, presenta un'influenza diretta anche sulla ricarica degli acquiferi ospitati nella parte sepolta della Conoide del fiume Panaro.

In quest'area infatti, nella parte meridionale del territorio comunale, il fiume risulta in relazione di alimentazione con la falda idrica.

Tuttavia, l'eventuale perdurare del prelievo massiccio di materiali ghiaiosi, unitamente al persistere delle condizioni erosive rispetto quelle di sedimentazione potrebbe condurre ad un eccessivo inalveamento con conseguenti minori apporti idrici all'acquifero medesimo e impoverimento della qualità e della quantità delle risorse idriche disponibili.

Quest'area pertanto rappresenta una zona particolarmente vulnerabile agli inquinamenti delle acque superficiali, i quali possono inoltre ripercuotersi anche nel sottosuolo.

8.3.1.2. Conoide apicale

L'unità (Tav. A22) costituisce la parte meridionale del Conoide del F. Panaro, presenta una forma grossomodo a triangolo isoscele con vertice nella zona di Vignola. Nel territorio di S. Cesario s/P. è compresa la parte più settentrionale del conoide apicale la quale è distinguibile dalla mesounità "Conoide intermedia" sulla base di tre aspetti principali:

- a) il substrato sulla quale è impostata è formato da sedimenti grossolani (ghiaie e sabbie) sub-affioranti o comunque collocati al di sotto di coperture superficiali poco potenti (2-3 m);
- b) il gradiente topografico, sostanzialmente costante e diretto verso i quadranti settentrionali ha valori maggiori (0.5 e 0.8 %) rispetto a quelli della Conoide intermedia (0.25-0.15%);
- c) non vi è evidenza di variabilità delle forme topografiche, anche tenendo conto dell'andamento del microrilievo.

Il limite settentrionale dell'unità attraversa il capoluogo comunale da NW a SE dirigendosi poi verso Piumazzo.

Esso non sempre è facilmente individuabile sul terreno come una rottura di pendenza, anche a causa dell'azione delle attività antropiche di trasformazione del territorio, passate ed attuali. In certe zone limite viene a collocarsi all'incirca in corrispondenza, in superficie, della zona in cui gli acquiferi sotterranei passano da condizioni freatiche a confinate.

Anche l'evoluzione di questa unità è stata caratterizzata ed è caratterizzata tuttora dall'azione antropica. In effetti l'influenza morfogenetica da parte del Panaro risulta sostanzialmente cessata, a parte le aree dell'unità collocate subito a ridosso dell'alveo attuale (microunità delle Golene vecchie).

Le attività insediative umane sono riferibili sostanzialmente all'industria estrattiva e all'agricoltura. Questa è caratterizzata attualmente soprattutto da impianti di frutticoltura (mele, pere, susine, vigneti, ecc.) e da produzioni cerealicole. Tali attività sono favorite dalla presenza di suoli a granulometria franca o franco limosa, generalmente ben drenati data la presenza di substrati rocciosi sciolti a granulometria grossolana (AA.VV., 1993).

Il limite settentrionale dell'unità coincide sostanzialmente con la zona di passaggio del primo acquifero sotterraneo da condizioni freatiche a condizioni confinate, pertanto l'area della Conoide apicale, data anche la relativamente elevata infiltrabilità superficiale, rappresenta la zona di ricarica per il sottostante acquifero. Come conseguenza, l'areale in parola presenta vulnerabile nei confronti dell'inquinamento delle acque della prima falda superficiale. La stessa urbanizzazione ha comportato inoltre la riduzione della capacità di ricarica degli acquiferi, causando l'impermeabilizzazione di vaste superfici e contribuendo all'incremento della vulnerabilità.

Dal punto di vista delle suddivisioni di rango inferiore (microunità) all'interno della Conoide apicale (nel territorio comunale di S. Cesario s/P.) si riconoscono:

- 1) Golene Vecchie (GV), nella zona ad occidente, subito a ridosso dell'Alveo attuale del Panaro;
- 2) Dossi (D), che come un'unica entità fisica attraversano l'unità da sud a nord per poi diramarsi in più porzioni nella zona di passaggio all'unità della Conoide intermedia;
- 3) Valli (V) che, assieme ai dossi e alternandosi a questi, vanno a caratterizzare peculiarmente l'aspetto morfologico della Conoide intermedia e che sono presenti solo limitatamente alla porzione estrema settentrionale della Conoide apicale;
- 4) Terre Piane (TP) collocate a est del Dosso;
- 5) Aree Urbanizzate (AU).

Le microunità verranno descritte in maggiore dettaglio nel capitolo relativo.

8.3.2. *Conoide intermedia*

La gran parte del territorio comunale ricade entro questa unità (Tav. A22), che si sviluppa verso nord grossomodo a partire dal capoluogo. Il limite settentrionale coincide sostanzialmente con l'allineamento dei fontanili, posto poco più a nord della Via Emilia.

La Conoide intermedia presenta una certa variabilità morfologica. In essa si riconosce una topografia a “dossi” e “valli”, disposte sostanzialmente in senso meridiano la cui presenza può essere in parte giustificata dal progressivo spostamento da est verso ovest dell'alveo del fiume Panaro (dal periodo preistorico all'attuale). Tale evoluzione fluviale ha comportato di conseguenza la formazione e l'abbandono, per spostamento progressivo verso occidente degli alvei.

I dossi sono separati l'uno dall'altro da zone morfologicamente più depresse, caratterizzate da sedimenti più fini che rappresentano le originarie aree di intra-alveo o settori leggermente più depressi verso i quali confluivano le acque di drenaggio superficiale, in epoche storiche durante le quali la gestione delle acque superficiali era in parte deficitaria

Il persistere di toponimi quali “Valli, Le Valli, Predio Valle” sottolinea questa peculiarità dell'attuale microrilievo riconoscibile entro la Conoide intermedia, spesso solo sulla base dell'analisi del micro rilievo o, con estrema attenzione, visualmente. Tale topografia probabilmente in epoca post-romana è stata evidenziata dall'azione, seppure modesta, di corsi d'acqua minori e scoli che scorrevano entro le depressioni morfologiche, probabilmente in parte alimentati da sorgenti e fontanili formatisi alla base dei dossi come indicherebbero alcuni toponimi indicativi quali “Fontanina”.

Anche l'evoluzione morfogenetica dell'Unità della Conoide intermedia è stata fortemente influenzata dall'azione antropica.

L'attività estrattiva, con prelievi anche massicci che hanno modificato la morfologia del paesaggio, ha interessato e interessa tuttora soprattutto l'area delle Golene vecchie e delle Terre piane poste a ridosso del corso del Panaro. In certi casi le modifiche morfologiche sono così evidenti da giustificare l'individuazione di una microunità distinta (cfr. la microunità Casse d'espansione).

Sulla restante parte del territorio dell'unità del Conoide intermedio l'azione umana si esplica soprattutto con la presenza di insediamenti produttivi artigianali e/o industriali e di nuovo con la pratica agricola a seminativo e a impianti di frutteti e subordinatamente vigneti.

L'unità della Conoide intermedia è quella, all'interno del territorio comunale, nella quale si riconoscono più suddivisioni di rango minore (microunità) (Tav. A22):

- 1) Golene (G)
- 2) Golene vecchie (GV)
- 3) Terre piane (TP)
- 4) Dossi (D)
- 5) Valli (V)
- 6) Casse d'espansione (CE)
- 7) Aree Urbanizzate (AU).

L'andamento dei confini fra Golene, Golene Vecchie e Casse d'Espansione, da una parte, e Terre Piane, dall'altra, rispecchia sostanzialmente l'evoluzione storica del percorso meandriforme del Fiume Panaro a partire all'incirca dall'epoca medioevale.

8.4. *Unità della Pianura*

Comprende quelle aree (Tav. A22) poste nella pianura propriamente detta, dove i gradienti topografici sono difficilmente apprezzabili data la morfologia subpianeggiante con l'eccezione della presenza locale di dossi allungati che costituiscono i resti di antichi paleoalvei pensili.

Dal punto di vista sovracomunale la Pianura costituisce una macrounità molto estesa, tuttavia solo una piccola parte (a NW) del territorio di S. Cesario s/P. è ascrivibile alla Pianura propriamente detta. Per tale motivo non ci si sofferma qui in descrizioni dettagliate come si è fatto a proposito delle mesounità della Conoide del Panaro, rimandando alle descrizioni delle microunità.

Nel territorio di S. Cesario s/P. l'unità della Pianura comprende tre microunità:

- 1) Golene (G)
- 2) Terre Piane (TP)
- 3) Aree Urbanizzate (AU).

8.5. *Microunità del paesaggio*

Nel territorio compreso entro alcune delle mesounità (fisiche del paesaggio) (Tav. A22) sono state riconosciute unità di rango inferiore, qui definite Microunità del paesaggio. Esse solitamente coincidono con singole forme del territorio (morsculture), spazialmente continue e distinte da altre.

8.5.1. Golene (G)

Si tratta delle fasce fluviali subpianeggianti a ridosso del corso attuale del Fiume Panaro (Tav. A22), nella zona a N del territorio comunale. Si trovano pochi metri più in alto rispetto l'alveo e possono essere soggette ad alluvionamento durante le piene più importanti. A tergo sono limitate da una scarpata naturale alta alcuni metri (4-5), spesso rinforzata o arginata per intervento umano. Presentano suoli molto spessi, a tessitura limosa, derivati dai depositi alluvionali lasciati durante le inondazioni. Si tratta di territori non sempre utilizzati dall'uomo per le attività agricole e gli insediamenti, dato l'elevato rischio fluviale.

8.5.2. Golene Vecchie (GV)

Si tratta (Tav. A22) di lembi di territorio subpianeggianti, terrazzati, posti subito a ridosso del corso attuale del F. Panaro, che erano allagabili fino al secolo scorso, quando il fiume scorreva ad una quota più elevata dell'attuale e gran parte delle opere idrauliche e di difesa spondale dovevano ancora essere realizzate lungo il corso del fiume.

Sul lato verso fiume le GV sono spesso bordate da una scarpata fluviale o da un argine o anche da un muraglione, alti anche alcuni metri, che si affacciano direttamente sull'alveo attuale. A tergo le GV sono spesso delimitate da argini, arginelli e scarpate.

In superficie le GV presentano sedimenti alluvionali fini, depositati da causa dalle esondazioni fluviali in epoche precedenti alla costruzione delle soprarichiamate opere idrauliche. Questi sedimenti limosi sono spessi da pochi decimetri a 1-2 metri e sono soggetti a pedogenesi con formazione di suoli anche molto profondi, a tessitura franca, franco limosa o franco argillosa, e presentano una permeabilità moderata ("Complesso Ascensione/Bellaria franco-limose" secondo la classificazione delle unità pedologiche cartografiche di AA.VV., 1993).

Le Golene vecchie, dal punto di vista topografico, si delineano come delle fasce allungate lungo il corso del Panaro, che nella parte settentrionale a ridosso delle Casse d'Espansione, si collocano a quote più basse rispetto alle aree limitrofe circostanti.

8.5.3. Terre Piane (TP)

Le Terre piane si trovano (Tav. A22) in posizione più discosta rispetto l'alveo del Panaro. Si tratta di parti del territorio subpianeggianti (terrazzi fluviali più antichi) a substrato generalmente grossolano (ghiaioso, sabbioso e in minore misura limoso).

Data la presenza di abbondanti giacimenti di ghiaie, nelle Terre piane si riconoscono i segni evidenti dell'attività estrattiva che ha insistito in passato ed insiste tuttora su ampie porzioni di questi territori. Tale attività umana ha comportato localmente cambiamenti morfologici fortemente accentuati, soprattutto per la presenza di scavi ampi e profondi.

Si tratta di aree potenzialmente vulnerabili in relazione a eventuali pericoli di inquinamento delle falde idriche sotterranee.

I suoli che insistono sulle Terre piane sono in generale molto profondi, presentano una tessitura franca limosa su substrato ghiaioso o estremamente ghiaioso ("Consociazione San Omobono franca limosa a substrato franco estremamente ghiaioso" secondo la classificazione delle unità pedologiche cartografiche di AA.VV., 1993).

8.5.4. Dossi (D)

I dossi (Tav. A22) coincidono con quelle parti della Conoide intermedia, allungate in senso meridiano, morfologicamente più elevate e che tendono a ricongiungersi in un'unica unità entro la Conoide apicale.

Nel territorio di S. Cesario s/P. sono stati riconosciuti almeno quattro dossi principali, separati l'uno dall'altro da aree, sempre allungate in senso meridiano, depresse denominate Valli (in analogia con alcuni toponimi "Luogo le Valli, etc.).

I dossi corrispondono o ai resti di tracciati del Panaro o di suoi rami secondari o a zone lievemente più rialzate, rispetto la campagna circostante, formatesi per l'effetto del drenaggio superficiale minore (eventualmente legato all'esistenza di fontazzi e risorgive effimere) che avrebbe contribuito a ribassare per incisione determinati settori a scapito di altri.

I suoli indicati da AA.VV. (1993) presenti nelle aree dei dossi presentano una tessitura franca limosa a substrato franco ghiaioso, franco sabbioso oppure franco limoso (Complesso Cataldi franca limosa/Cataldi franca limosa a substrato franco ghiaioso).

8.5.5. Valli (V)

Le valli (Tav. A22) sono zone depresse del territorio comunale, allungate in senso meridiano, che separano un dosso dall'altro. Rappresentano i settori di pianura che venivano raggiunti dalla sedimentazione dei materiali più fini, da parte delle acque di rotta o di tracimazione provenienti dai vari corsi del Panaro, nel suo progressivo spostamento da Est verso ovest, a partire dal periodo preistorico.

Le V, caratterizzate da un substrato sciolto generalmente più fine rispetto alle zone adiacenti dei dossi, dato da limi e argille.

Probabilmente la morfologia depressa è stata accentuata in passato anche dall'azione erosiva esercitata da scoli e corsi d'acqua minori che scorrevano all'interno di tali aree, alimentati dalle acque di ruscellamento superficiale e da alcune sorgenti e fontanazzi formatisi alla base dei, come evidenziato dal perdurare di certi toponimi quali "Fontanina".

Nelle Valli i suoli sono generalmente simili a quelli presenti sui dossi.

8.5.6. Cassa d'Espansione (CE)

Si tratta di una microunità fisica del paesaggio (Tav. A22) la cui origine è da mettere decisamente in relazione con le attività umane legate all'estrazione di ghiaie.

In quest'area infatti la morfologia e la dinamica geomorfologiche del sistema fluviale, delle sue aree golenali e adiacenti al corso attuale, sono stati fortemente trasformati dall'azione dell'uomo. Si riconoscono ampi avvallamenti, depressioni e voragini, nei quali la falda affiora anche direttamente, creando acquitrini e laghetti.

Queste aree possono essere soggette ad inondazioni da parte del Fiume Panaro durante le piene più importanti.

La Cassa d'Espansione di C. S. Gualberto è limitata a tergo da una lunga arginatura artificiale, mentre quella di Mazzaba è invece limitata a tergo da un argine naturale.

Il recente completamento del manufatto regolatore e delle annesse infrastrutture necessarie per la regolazione delle onde di piena del Fiume, rappresenta una valvola di sicurezza e un decremento del rischio di inondazione delle aree della bassa pianura modenese, e sta contribuendo nel contempo alla formazione di un ecosistema da zona umida fruibile a fini didattico ambientali e ricreativi.

La Cassa d'espansione resta tuttavia un territorio vulnerabile, oltre che in relazione alle inondazioni anche per quanto riguarda i problemi dell'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee.

8.5.7. Aree Urbanizzate (AU)

Si tratta di parti del territorio nelle quali la presenza umana stabile ha determinato la modificazione del paesaggio attraverso l'insediamento esteso di sovrastrutture abitative, produttive e di servizio (Tav. A22).

In queste microunità l'influenza antropica non ha comportato sostanziali modificazioni della morfologia naturale, a differenza di quanto accaduto nelle aree soggette ad attività estrattive. Ciò che è cambiato, invece, sono:

- l'aspetto macroscopico della visuale del paesaggio (al posto della campagna vi sono aree estese occupate da edifici industriali, artigianali e di servizio, da abitazioni e da infrastrutture viarie e/o tecnologiche);
- gli aspetti morfologici di dettaglio (con l'attuazione di sbancamenti, terrapieni e tombamenti);
- le caratteristiche del substrato geolitologico (diminuzione dell'infiltrabilità con conseguente diminuzione della pericolosità di inquinamento del sottosuolo di tipo diffuso (a causa della presenza di estese superfici impermeabilizzate) e un eventuale incremento della pericolosità a livello puntuale (depositi di materiali, distributori di carburante, attività produttive che utilizzano materiali potenzialmente pericolosi, ecc.).

Come verrà sottolineato nel capitolo che segue, gli insediamenti umani sono stati condizionati nel corso del tempo dalle caratteristiche fisiche del territorio e solo negli ultimi decenni si è assistito ad un progressivo prevalere, in certe aree, delle necessità umane rispetto alle forme naturali.

Lo stesso capoluogo comunale, pur ricadendo al limite tra le mesounità Conoide Apicale e Conoide Intermedia, si sviluppa per buona parte al di sopra di un'area più rilevata, e solo recentemente l'area urbanizzata si è espansa a nord verso le Valli. Un altro esempio è invece dato dall'ampia Area Urbanizzata presente nella zona settentrionale della Conoide intermedia. Questa si sviluppa prevalentemente in senso N-S, anch'essa seguendo una tendenza insediativa storica che ricalcava gli andamenti morfologici naturali. Solo negli ultimi decenni si è andati contro questa tendenza storica, senza però ancora prevaricarla, come evidenziato dall'attuale

disposizione dell'area urbanizzata lungo direttrici N-S, che corrispondono a quelle dei lineamenti morfologici naturali.

8.6. Aspetti biologici e antropici relativi alle Unità del paesaggio comunali

Lo studio della distribuzione spaziale degli aspetti antropici e di quelli biologici mette in evidenza la correlazione che vi è tra le caratteristiche fisiche del territorio e l'insediamento degli esseri viventi.

Se si considera l'evoluzione storica (comparando ad esempio carte topografiche prodotte in tempi diversi: dal secolo scorso alle più recenti C.T.R.) della distribuzione degli insediamenti umani sul territorio comunale si può riconoscere come questa sia direttamente correlata alla conformazione fisica del territorio.

Fin dal secolo scorso si notano sostanziali differenze tra la zona settentrionale del territorio di S. Cesario s/P. (Unità della Conoide intermedia) e quella meridionale (Conoide apicale).

In termini relativi, la Conoide apicale è sempre stata nel tempo sede di agglomerati e nuclei abitativi più estesi, più articolati e più ravvicinati l'uno all'altro rispetto alla Conoide intermedia, caratterizzata soprattutto dalla presenza di case sparse. Lo stesso capoluogo sorge al limite fra le due unità. Tale situazione riflette le condizioni della Conoide apicale posta a quote elevate (più protette), caratterizzata da un substrato geotecnicamente più stabile e da riserve idropotabili più ricche, pregiate e più facilmente raggiungibili.

Tale osservazione è confermata anche dall'andamento e dalla disposizione delle vie di comunicazione principali che nella Conoide intermedia sono sempre state dirette in senso N-S, a riflettere l'andamento delle microunità del paesaggio (Valli e Dossi), mentre nella Conoide apicale sono disposte sia N-S sia E-W.

È solo a partire dagli ultimi 30-40 anni del secolo scorso che si comincia a notare una sorta di scollegamento tra localizzazione di nuovi insediamenti e delle vie di comunicazione e aspetti fisici del territorio. È il caso, ad esempio, del tracciato dell'Autostrada del Sole che attraversa trasversalmente il territorio comunale, da E a W, intersecando le diverse unità fisiche del paesaggio senza assecondarne gli aspetti morfologici, modificandoli.

A tale proposito è comunque interessante osservare come l'espansione dell'Area Urbanizzata nella zona N del Comune (zona artigianale e industriale al confine con il Comune di Castelfranco) sia avvenuta soprattutto lungo due vecchi

assi stradali disposti N-S, realizzati assecondando l'andamento N-S delle microunità del paesaggio (Valli e Dossi).

Per quanto riguarda gli aspetti antropici occorre infine ricordare la distribuzione dei siti archeologici censiti nel territorio comunale (Museo Archeologico Etnologico di Modena: *Carta Archeologica della Provincia di Modena*) che, sebbene siano ampiamente distribuiti sul territorio, sono soprattutto concentrati in due aree precise:

- a) lungo il corso fluviale, le fasce golenali e nelle Terre Piane al passaggio tra conoide apicale e Conoide intermedia, i siti soprattutto di età neolitica-eneolitica);
- b) nella zona a N (S. Anna), quelli soprattutto dell'età del Bronzo e Romani, dove tendono a concentrarsi secondo un allineamento da NE-SW a N-S che riflette sostanzialmente gli andamenti morfologici delle microunità Dossi e Valli.

Anche la localizzazione dei siti archeologici, che non sono altro che degli insediamenti umani antichi, fu probabilmente condizionata dagli aspetti morfologici del territorio di allora, ricollegabili comunque alla presenza di acqua (forse fontanili al passaggio tra Conoide apicale e quella intermedia; e il fiume: il paleoalveo romano era spostato più a est dell'attuale collocazione).

Per quanto riguarda invece gli aspetti biologici (faunistici e vegetazionali) occorre osservare che nel territorio del Comune di S. Cesario s/P. non vi sono particolari biotopi o formazioni vegetali. Il territorio è quasi interamente caratterizzato dalla presenza di un paesaggio di tipo rurale banalizzato (campi coltivati e frutteti). Solamente nelle fasce di pertinenza fluviale (mesounità Alveo attuale del F. Panaro e microunità GV, TP p.p., G e CE) si riscontra la presenza di formazioni vegetali ripariali arbustive ed erbacee, e più limitatamente boschetti fluviali (prevalentemente a salici e a pioppi).

Queste aree comunque sono in costante fase di rinaturazione, soprattutto l'areale delle Casse di Espansione il quale oltre tutto ha acquisito la qualifica di Sito di Importanza Comunitaria (SIC) Zona di Protezione Speciale (ZPS). Quest'aspetto di rinaturalità risulta in fase di progresso continuo con incremento delle caratteristiche di diversità biologica, legato sostanzialmente alla presenza di diverse e numerose specie animali, soprattutto dell'avifauna, (sia stanziali sia di passaggio) e vegetali.

Da tali osservazioni si può quindi concludere che esiste una buona coincidenza fra le suddivisioni di tipo biologico ed antropico con quelle fisiche e pertanto è giustificato scegliere queste ultime come unità complessive di paesaggio per San Cesario sul Panaro.

9. ASPETTI IDROLOGICI E IDRAULICI

9.1. *Situazione idraulica generale del territorio Comunale nello stato attuale*

Il presente studio è finalizzato a valutare lo stato attuale dal punto di vista idrologico – idraulico sul territorio del Comune di San Cesario sul Panaro.

Riguardando nel suo insieme il territorio comunale si sono riscontrati i seguenti elementi di attenzione:

- la presenza di un'ampia curva del Fiume Panaro a sud dell'abitato di San Cesario. In questo tratto il fiume non è arginato; la sponda destra idraulica è soggetta a erosione, ma tale situazione non genera un vero rischio idraulico, semmai il rischio di asportazione di porzioni dei terreni agricoli limitrofi;
- il territorio comunale è interessato solo marginalmente da opere idrauliche di 2° categoria (arginature). Queste sono limitate alla cassa espansione del Fiume Panaro nella zona di Sant'Anna. Trattasi di arginature di recente costruzione, in cui sono state utilizzate moderne metodologie, in particolare ricorrendo alla realizzazione di diaframmi di tenuta. I lavori di miglioramento al manufatto di chiusura effettuati nel corso dell'estate del 2012 la rendono comunque un'opera che presenta un livello di rischio di esondazione estremamente contenuto per il territorio comunale, anche considerato che il suo utilizzo è comunque regolato e monitorato;
- sono stati segnalati occasionali allagamenti nella zona a est dell'abitato di San Cesario, illustrati nella planimetria annessa alla presente relazione. Queste sono probabilmente causate dall'interruzione del preesistente reticolo drenante a seguito di lavori realizzati nella zona immediatamente a sud dell'autostrada A1; tale reticolo drenante andrà ripristinato e dovrà essere verificata ed eventualmente ripristinata la funzionalità del manufatto di attraversamento dell'autostrada;
- si sono verificati problemi puntuali di esondazione nella zona di intersezione tra il diversivo Muzza e il Canal Torbido, al confine con il Comune di Castelfranco Emilia, nelle vicinanze della via Emilia. Anche questi sono segnalati nella planimetria degli allagamenti annessa alla presente relazione. La causa è da attribuire a insufficienza della sezione idraulica, che andrà pertanto adeguata.

9.2. *Descrizione della rete fognaria esistente*

La rete fognaria del Comune di San Cesario sul Panaro si presenta composta da diversi tratti indipendenti tra di loro; questo è dovuto alla frammentazione dei piccoli centri abitati al di fuori del centro cittadino.

Sono state individuate alcune aree fondamentali:

- San Cesario, centro cittadino diviso in zona ovest e zona est;
- San Cesario, zona nord lungo via Loda;
- San Cesario, zona Case Baietti;
- Sant'Anna, zona residenziale;
- Sant'Anna, zona industriale;
- Sant'Ambrogio;
- Zona Industriale Panaro;
- Altolà centro;
- Altolà, zona via Repubblica;
- Altolà, zona via Barca.

La rete fognaria risulta realizzata nella quasi totalità da tubazioni in calcestruzzo, con diametri che vanno da 300 mm a 1000 mm. In alcuni tratti marginali di recente realizzazione sono state utilizzate tubazioni in PVC, con diametri tra i 200 mm e i 315 mm. In pochissime zone del centro storico risultano presenti brevi tratti in muratura.

La sezione generalmente utilizzata è quella circolare; sono stati comunque riscontrati tratti con sezione rettangolare, ovoidale, a volta.

La rete deriva per diversi tratti dalla tombinatura di canali esistenti, sia nella zona del capoluogo che nelle varie frazioni.

Le acque bianche del centro vengono recapitate all'interno del Canale Torbido tombato; nelle frazioni vengono sfruttati i fossi esistenti, il vicino alveo del fiume Panaro e la sua cassa d'espansione.

La qualità delle acque del Canale Torbido tombato è comunque un elemento di attenzione. Infatti, essendo recapito di un sistema di fognatura mista, parte delle acque nere viene riversata insieme a quelle bianche per probabili problemi di insufficienza dell'impianto di depurazione, con ovvi problemi di qualità. Tale situazione dovrà essere risolta ricalibrando la quota degli sfioratori in modo che essi entrino in funzione solo con rapporti di diluizione elevati, e potenziando preventivamente il sistema di collettamento e depurazione delle acque nere.

9.3. Descrizione del modello

La schematizzazione della rete fognaria è stata realizzata tramite software apposito, rappresentandola tramite tronchi (tubazioni) e nodi (pozzetti, caditoie, sbocchi). È stato utilizzato il rilievo realizzato per il Comune di San Cesario da Ingegneri Riuniti s.r.l., curato dal Dott. Ing. Mauro Salardi nel Novembre del 2001.

Per lo studio della rete si è usato il software SWMM (Storm Water Management Model) di EPA. Per ciascun elemento inserito, sono stati forniti diversi dati fondamentali:

- nodi: quota di fondo nodo e profondità del nodo (rispetto al piano campagna);
- tronchi: lunghezza, forma, diametro, coefficiente di scabrezza;
- recapiti: tipologia di recapito, quota del fondo;
- bacini: dimensione del bacino, larghezza media del bacino, percentuale di impermeabilizzazione, nodo di ingresso in rete, precipitazione di riferimento;
- precipitazione: andamento quantitativo dell'evento di pioggia.

La scelta dei coefficienti di scabrezza è stata cautelativa, vista la mancanza di videoispezioni dirette della rete e della sua età in alcuni tratti storici. I coefficienti di Manning n utilizzati sono:

- 0.013 per il calcestruzzo;
- 0.015 per la muratura;
- 0.011 per il PVC.

Per quanto riguarda invece le percentuali di impermeabilizzazione delle aree analizzate sono stati sfruttati i seguenti valori:

- IMP = 90% per aree fortemente urbanizzate (centro storico, aree industriali);
- IMP = 60% per aree mediamente urbanizzate (zone residenziali);
- IMP = 30% per aree scarsamente urbanizzate.

Da questi valori discende poi il coefficiente di afflusso per ciascuno bacino.

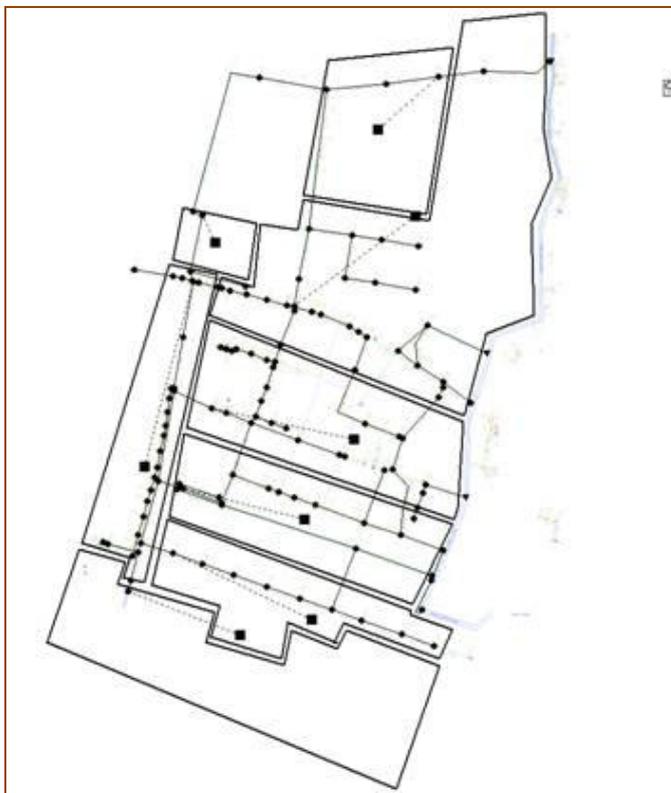
Per alcuni bacini era già disponibile una suddivisione in sottobacini, che è stata sfruttata; ove non presente, si è provveduto ad effettuare una suddivisione sulla base del rilievo della rete fognaria e delle ortofoto disponibili. Di ciascun sottobacino è poi stata calcolata l'area, altro dato necessario per le simulazioni.

Il software, noto l'evento di pioggia in ingresso, effettua una simulazione in condizioni di moto vario, restituendo l'andamento di livelli e portate in ciascun punto della rete analizzata.

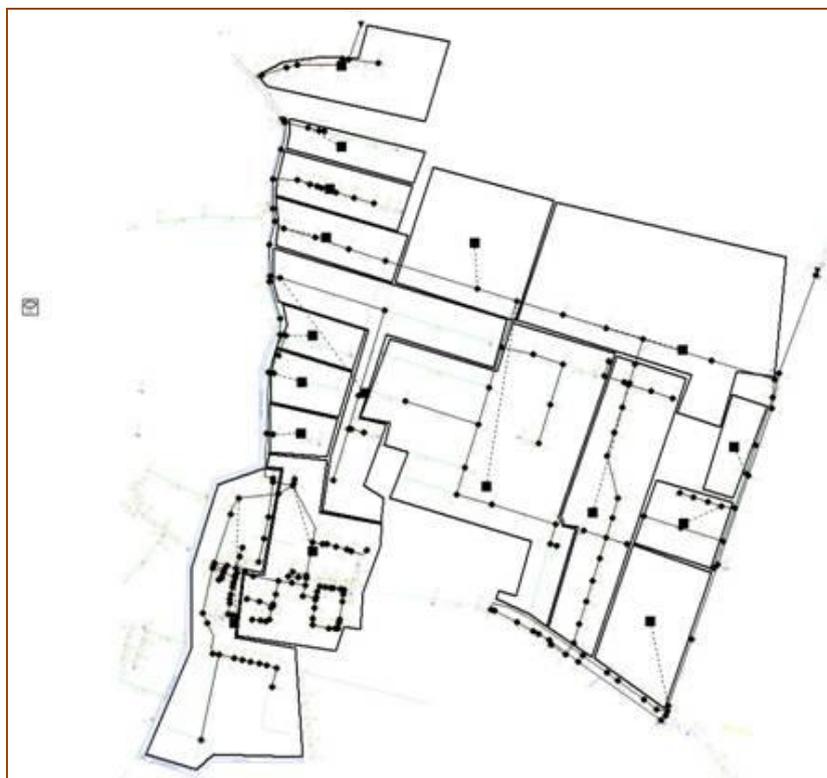
L'analisi dei profili longitudinali della rete, possibile attraverso il software una volta effettuata la modellazione, ha evidenziato come le pendenze della rete siano spesso incostanti, con diversi tratti in contropendenza. Questo è dovuto molto probabilmente alle fasi evolutive della rete, partendo dalla tombatura di vecchi fossi irrigui e aggiungendo diversi tratti assecondando l'espansione urbanistica.

Di seguito vengono riportati i modelli creati per ciascuna zona analizzata con il relativo codice.

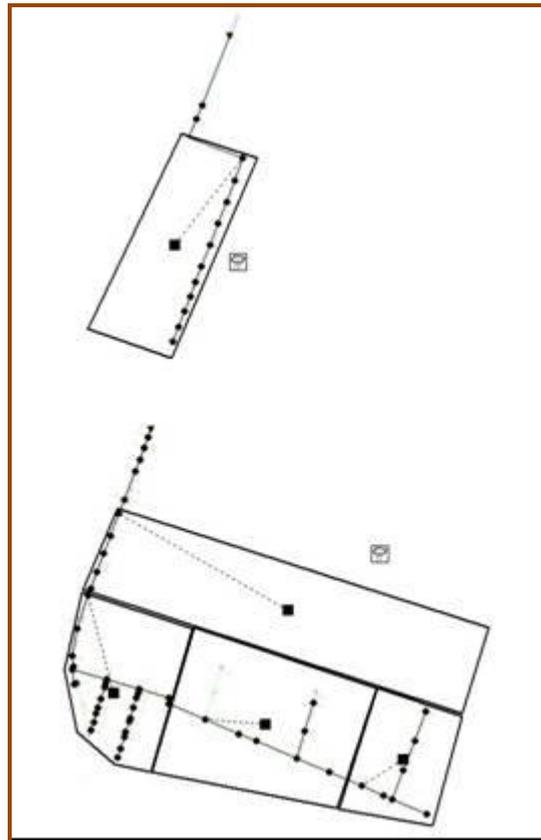
San Cesario, centro cittadino, zona ovest (1/O)



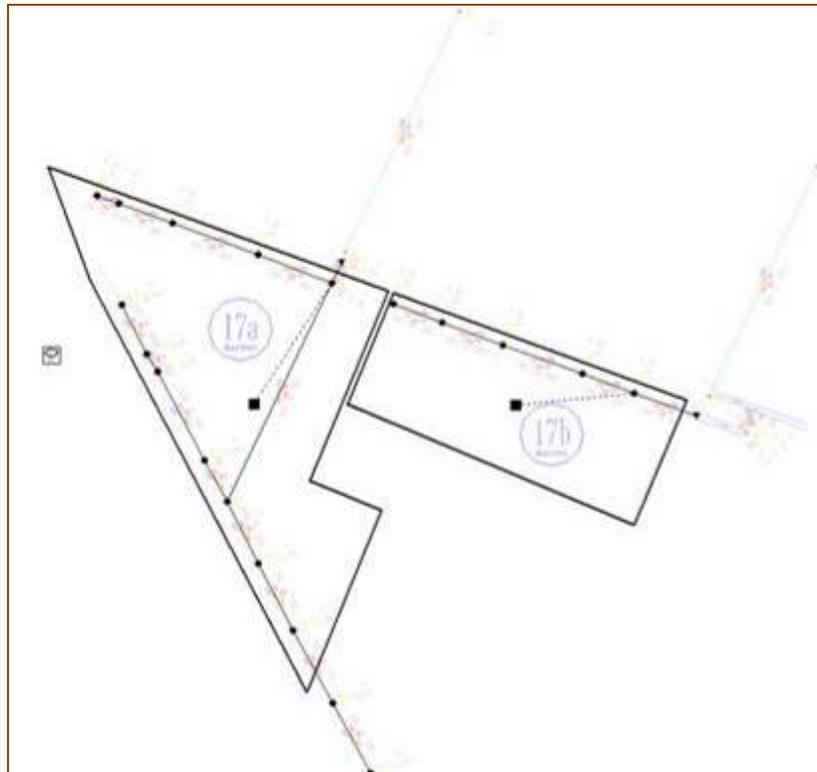
San Cesario, centro cittadino, zona est (1/E)



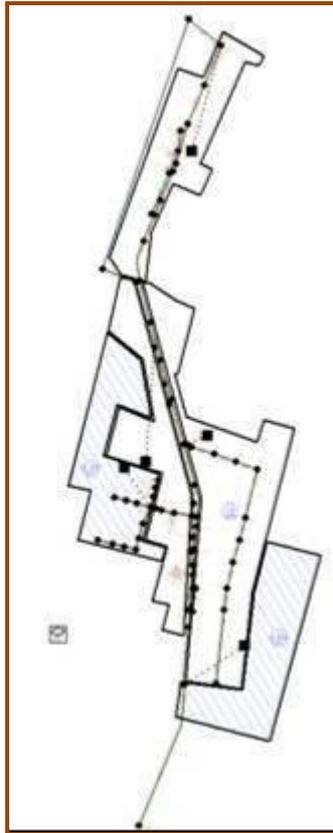
San Cesario, zona nord (1/N)



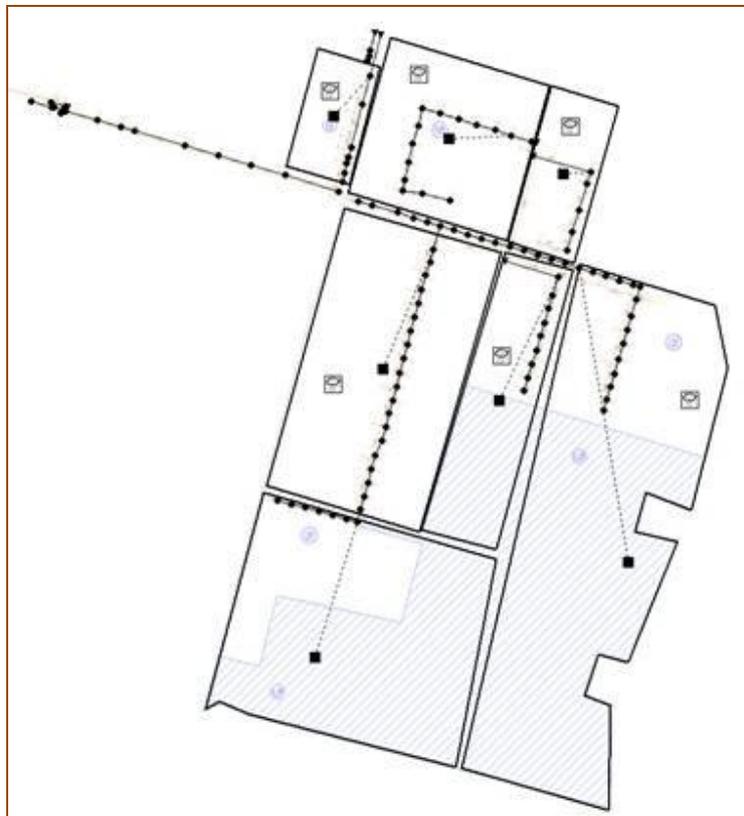
San Cesario, zona Case Baietti (106)



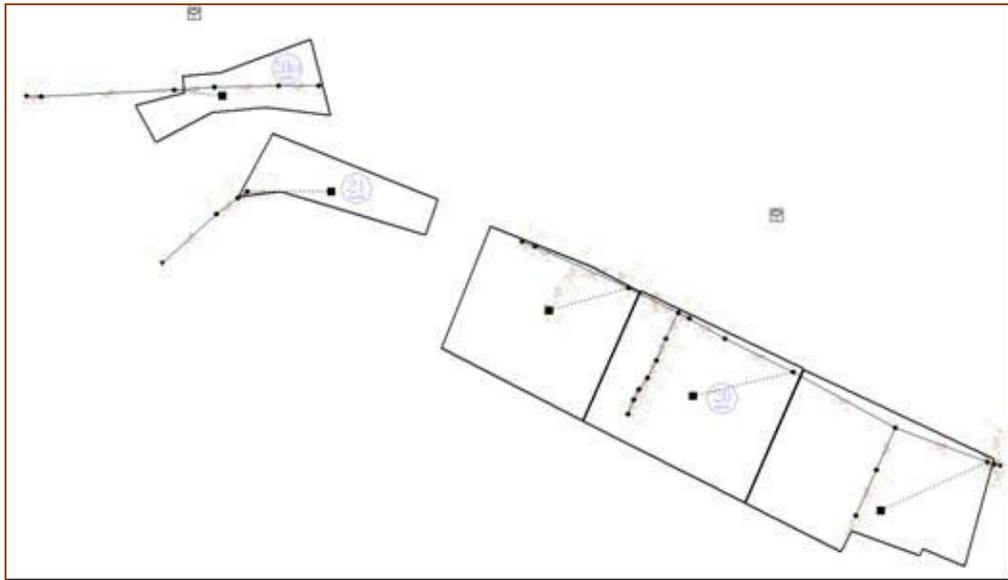
Sant'Anna, zona residenziale (201)



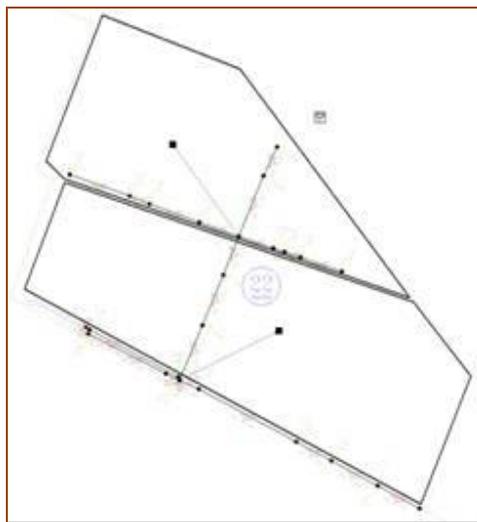
Sant'Anna, zona industriale (202)



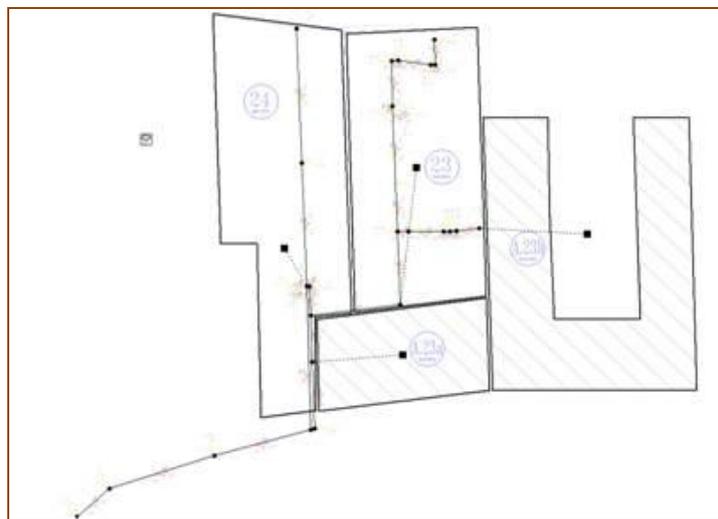
Sant'Ambrogio (301)



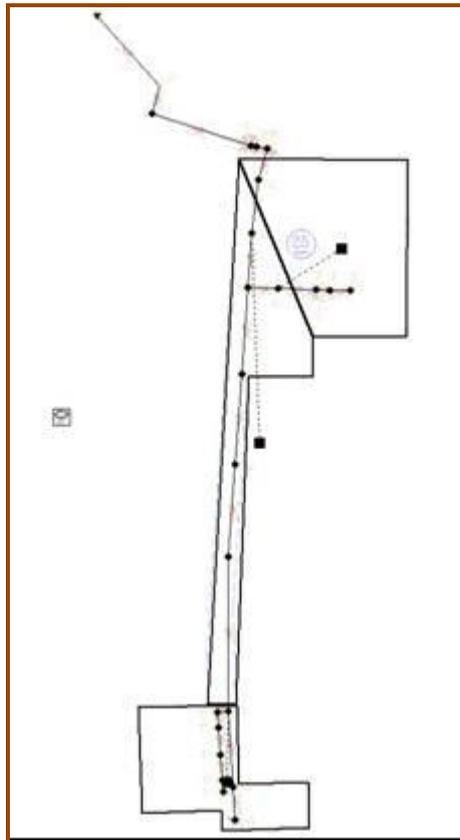
Zona Industriale Panaro (302)



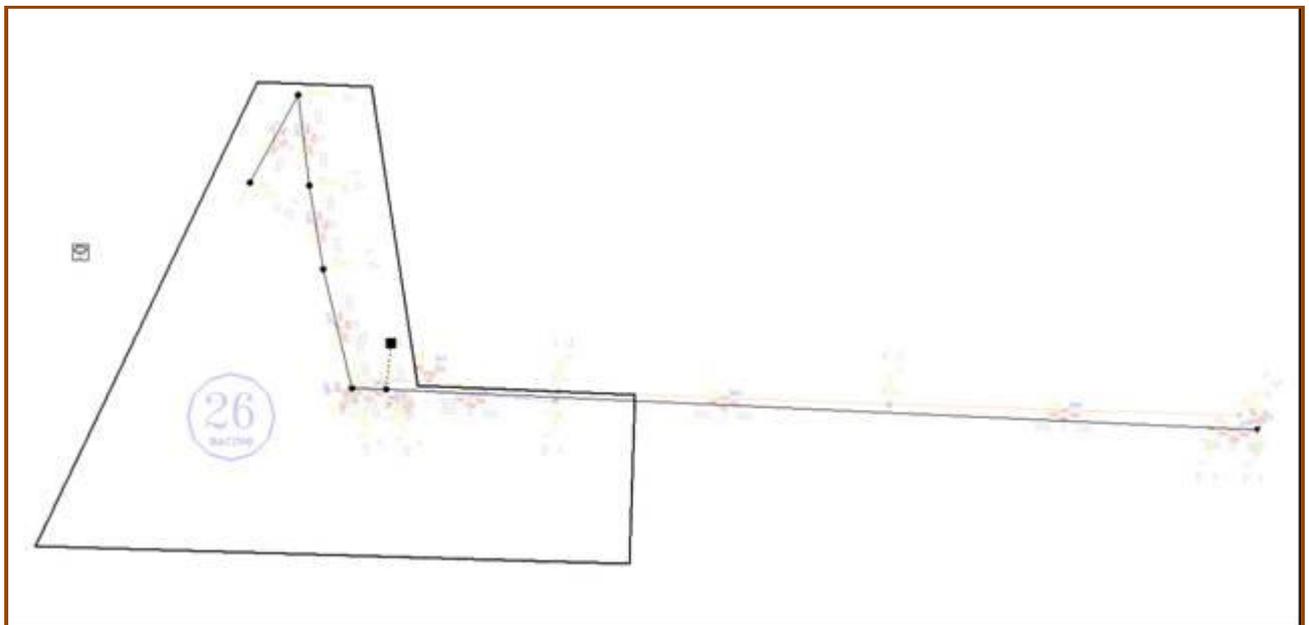
Altolà centro (402)



Altolà, zona via Repubblica (401)



Altolà, zona via Barca (403)



10. DESCRIZIONE DELL'INPUT IDROLOGICO

Il tempo di ritorno utilizzato per individuare l'evento di pioggia da utilizzare nelle simulazioni è di 10 anni. La scelta è cautelativa, trattandosi di un sistema fognario di non recente realizzazione; è tuttavia inferiore al valore di 20 anni indicato dalla *Relazione generale del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) 2009* pubblicato dalla Provincia di Modena e dalle *Linee guida di progettazione e verifica delle reti di drenaggio delle acque meteoriche a servizio di aree di nuova lottizzazione* redatto da Hera.

L'evento di pioggia utilizzato per valutare la rete fognaria è stato ricavato a partire dai dati forniti dalla *Relazione generale del PTCP 2009*. Utilizzando la relazione classica per la descrizione della curva di possibilità pluviometrica $h = ad^n$, per eventi di pioggia di durata inferiore a 1 ora e tempo di ritorno $T = 10$ anni, vengono indicati i seguenti valori dei parametri:

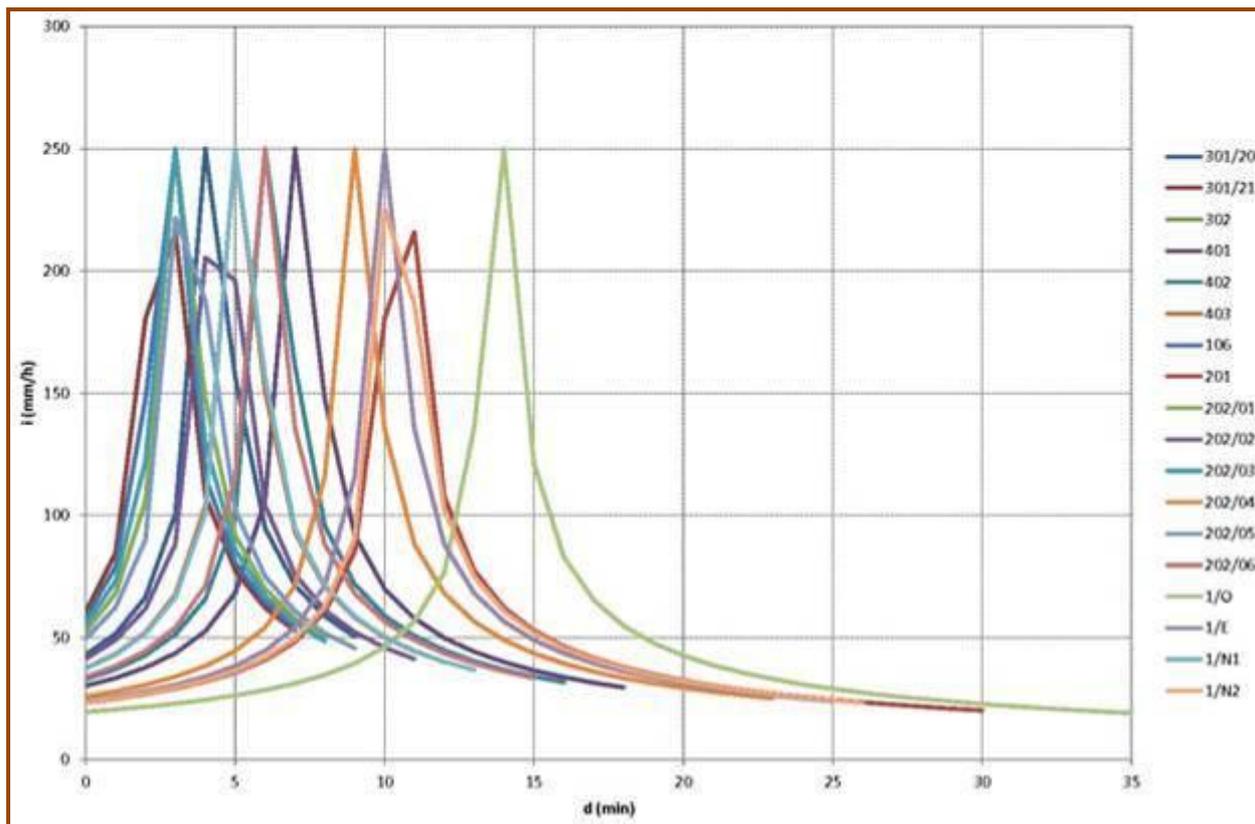
- $\alpha = 39.50$
- $n = 0.342$

La curva di possibilità pluviometrica assume quindi la forma $h = 39.50d^{0.342}$.

Per la verifica delle condizioni attuali della rete è stato scelto lo ietogramma Chicago. Come durata critica di pioggia è stato assunto il tempo di corrivazione, che è stato valutato per ciascun bacino considerando un tempo di accesso in rete tra 2 e 5 minuti (a seconda della tipologia dell'area considerata) e un tempo di percorrenza della rete individuando il percorso più lungo del tratto analizzato e ipotizzando una velocità di 0.8 m/s. È stato assunto un indice di picco $r = 0.40$; sono stati calcolati ietogrammi di durata variabile tra 7 e 35 minuti.

Poiché lo ietogramma Chicago ha un picco teorico di valore infinito, i valori numerici derivati dal calcolo si sono rivelati in alcuni casi irragionevoli. Si è quindi scelto di limitare il valore di picco ad un massimo di 250 mm/h.

Di seguito sono riportati in forma grafica gli ietogrammi utilizzati nel corso delle simulazioni.

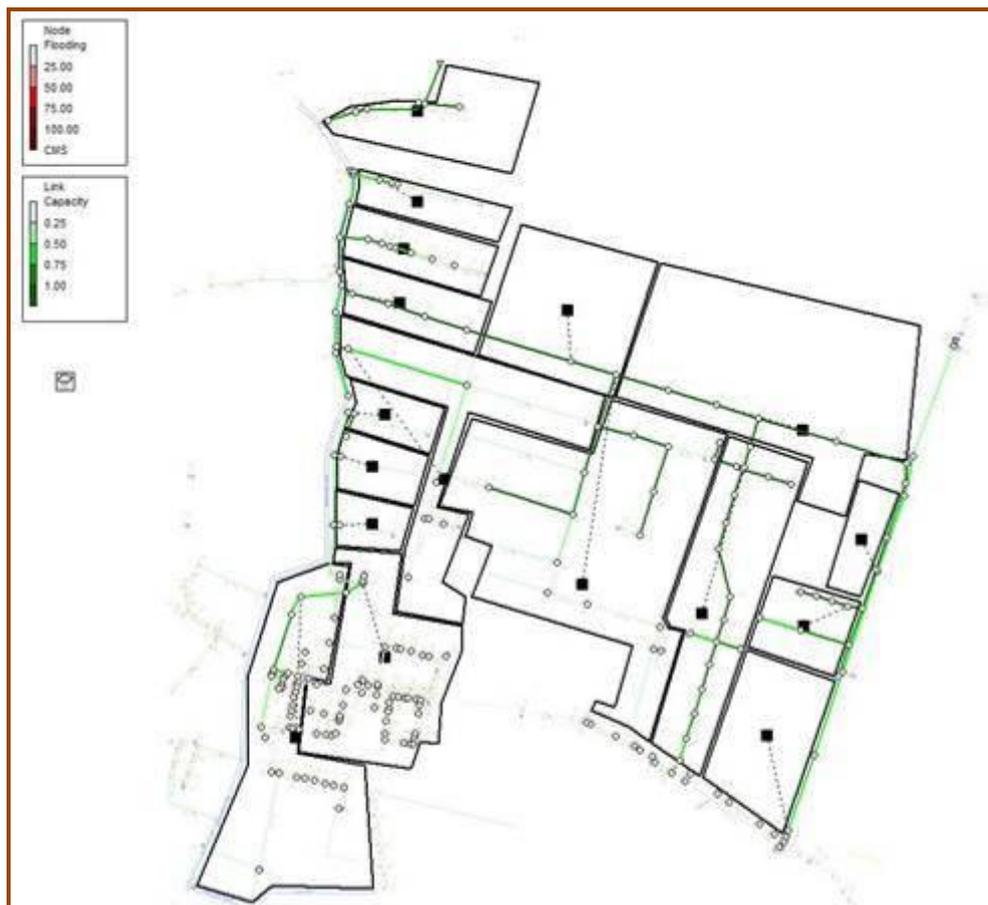


10.1. Risultati delle analisi

Di seguito viene riportata per ciascuna zona analizzata la situazione emersa dai risultati delle simulazioni sul modello. Il software da la possibilità di analizzare i risultati tramite animazioni che, per ciascun istante di calcolo, possono fornire:

- l'andamento di diversi parametri di pozzetti (portata fluente, eventuale esondazione) e condotte (portata fluente, velocità, grado di riempimento);
- l'andamento del livello idrico lungo un tratto a scelta tra due pozzetti collegati tra di loro.

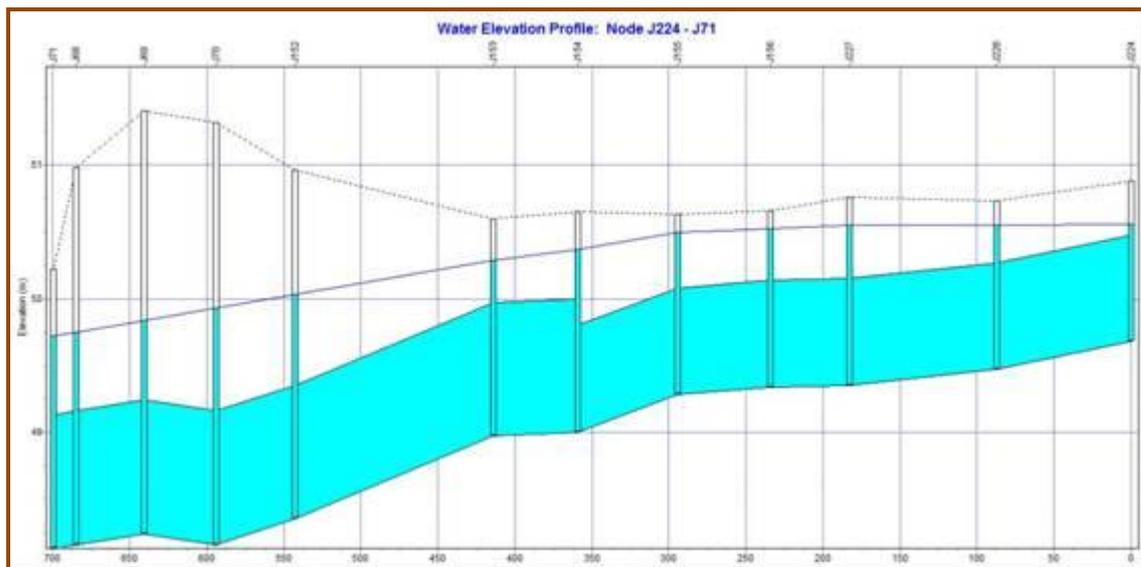
In questo modo è possibile apprezzare in maniera immediata se, ad esempio, vi siano problemi singolari legati all'esondazione di singoli pozzetti, oppure l'andamento del grado di riempimento delle condotte, individuando così in modo immediato i tratti più sollecitati della rete.



In questa immagine, ad esempio, con i pallini bianchi sono rappresentati i pozzetti; nel caso in cui si verificasse anche una singola esondazione, il singolo pallino assumerebbe un colore rosso via via più intenso all'aumentare della gravità della stessa.

I tratti verdi rappresentano le condotte; ad una tonalità più scura corrisponde un grado di riempimento maggiore.

Per il tratto contenuto nel riquadro arancione, a titolo di esempio, è stato estratto il profilo idrico corrispondente allo stesso istante di calcolo precedentemente mostrato.



Come si può notare, nel tratto analizzato le tubazioni raggiungono il grado di riempimento massimo, lavorando in pressione, senza raggiungere però una condizione di esondazione dei pozzetti.

10.1.1. San Cesario, centro cittadino

Non vengono evidenziate problemi singoli o generali alla rete; si osserva il massimo riempimento delle condutture in via Berlinguer, via Anagni e via Bergarelli nella zona est e in via Gramsci, via 1° Maggio e via Degli Esposti nella zona ovest.

10.1.2. San Cesario, zona nord lungo via Loda

Non vengono evidenziate problemi singoli o generali alla rete; nella zona di via Verdi si è osservata una condizione di massimo riempimento delle condutture.

10.1.3. San Cesario, zona Case Baietti

Non vengono evidenziate problemi singoli o generali alla rete.

10.1.4. Sant'Anna, zona residenziale

Non vengono evidenziate problemi singoli o generali alla rete; condizioni di massimo riempimento si sono osservate in via Sant'Anna, via Togliatti, via 11 Settembre e via Borghetto.

10.1.5. Sant'Anna, zona industriale

Non vengono evidenziate problemi singoli o generali alla rete; in via dell'Industria si è osservata la condizione di massimo riempimento delle condutture.

10.1.6. Sant'Ambrogio

Non vengono evidenziate problemi singoli o generali alla rete.

10.1.7. Zona Industriale Panaro

Non vengono evidenziate problemi singoli o generali alla rete.

10.1.8. Altolà centro

Non vengono evidenziate problemi singoli o generali alla rete; l'intero tratto è comunque soggetto alla condizione di massimo riempimento delle condutture.

10.1.9. Altolà, zona via Repubblica

Non vengono evidenziate problemi singoli o generali alla rete.

10.1.10. Altolà, zona via Barca

Non vengono evidenziate problemi singoli o generali alla rete.

10.2. Sintesi del giudizio di funzionalità

Dalle simulazioni eseguite si evince come, per il tempo di ritorno scelto (pari a 10 anni), la rete sia in grado di sostenere eventi ritenuti critici per la stessa. Allo stesso tempo questi eventi sollecitano in maniera significativa la rete, al punto che in diversi tratti si osserva il massimo grado di riempimento delle condotte e il loro funzionamento in pressione, pur senza che si verificano esondazioni.

10.3. Prospettive future

I risultati ottenuti, seppur confortanti nei confronti dello stato attuale, risultano insufficienti nei confronti delle linee guida indicate da *Hera* per la Provincia di Modena. Essa infatti indica in 20 anni il valore del tempo di ritorno da utilizzare nella fase di dimensionamento delle acque meteoriche.

Nella previsione di possibili espansioni urbanistiche si dovrà necessariamente tenere conto che l'aumento delle superfici pavimentate, generalmente impermeabili, potrebbe aggravare in maniera significativa la situazione della rete attuale, oltre a non rientrare nei parametri richiesti da *Hera* in termini di tempo di ritorno.

Esistono soluzioni tecniche che permettono di limitare le problematiche sopracitate e di rientrare nelle linee guida già citate. È possibile realizzare vasche di laminazione (o vasche volano), che permettono di invasare temporaneamente la frazione di acque meteoriche affluite alla rete per cui questa non sia sufficiente; la parte invasata verrà poi restituita alla rete in un momento successivo, compatibilmente con le condizioni della rete.

Le vasche di prima pioggia hanno un funzionamento idraulico essenzialmente analogo, ma rivestono un importante ruolo dal punto di vista ambientale. Esse hanno la finalità di intercettare il primo afflusso in rete di un evento meteorico, che ha un effetto di lavaggio sulle superfici impermeabili. Questo afflusso ha caratteristiche chimico – fisiche che lo rendono spesso incompatibile con un'immissione diretta nel corpo ricettore e che ne richiedono l'invio all'impianto di depurazione.

Le due finalità di queste vasche – laminazione e prima pioggia – possono essere riunite con apposite soluzioni tecniche in una sola opera. Occorre effettuare una progettazione con tempi di ritorno superiori a quello di un sistema fognario, dell'ordine di 50–100 anni (*Hera* indica almeno 50 anni). Questo deriva da due semplici considerazioni:

- l'insufficienza di un invaso comporta allagamenti concentrati e di entità maggiore rispetto a quello della rete fognaria. I danni possono essere ingenti, soprattutto se l'invaso è posto nelle vicinanze del centro abitato;
- l'innalzamento del tempo di ritorno di dimensionamento di un invaso ha costi relativamente contenuti, ad esempio realizzando una vasca di espansione a cielo aperto non rivestita, destinata ad entrare in funzione in occasione di eventi pluviometrici di maggiore entità.

La previsione di future urbanizzazioni e delle relative opere infrastrutturali dovrà inoltre prendere in considerazione la preesistenza sul territorio di un fitto reticolo di canalizzazioni di bonifica ed irrigazione, e dei relativi manufatti di regolazione, la cui funzionalità dovrà essere attentamente salvaguardata in quanto le modifiche locali possono comportare conseguenze ad ampio raggio, data l'interconnessione e la funzione su scala territoriale ampia svolta da dette opere.

Ancora, quanto all'interconnessione tra canalizzazione superficiale di bonifica ed irrigazione ed infrastrutture urbane, va segnalata la situazione del Canal Torbido, che svolge una duplice funzione, cioè quella di recapito delle acque meteoriche, in particolare di quelle raccolte dalla rete di fognatura urbana precedentemente analizzata, e di condurre acque ad uso irriguo destinate ad un ampio bacino di utenza, esteso verso valle a Nonantola e Crevalcore.

Gli Enti interessati (Comuni, Provincia, Consorzio di Bonifica) hanno infatti stipulato un accordo per la tutela del suddetto Canale, in particolare della qualità delle acque.

La caratteristica di tipo misto della maggior parte dei collettori della rete fognaria espone a rischio di inquinamento le acque defluenti nel Canal Torbido, destinate come detto anche all'irrigazione dei terreni agricoli, in particolare in occasione delle precipitazioni intense.

L'efficacia della separazione delle acque nere defluenti nei periodi asciutti, avviate alla depurazione, dalle portate di pioggia con sufficiente rapporto di diluizione, scaricate liberamente nel canale, dovrà essere verificata dagli enti preposti, anche alla luce delle indicazioni del vigente Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia Romagna, ed in relazione all'auspicabile estensione della pratica del riuso dei reflui depurati.

11. LE ATTIVITÀ ESTRATTIVE: AREE E IMPIANTI

Il territorio di S. Cesario sul Panaro è collocato nell'alta pianura modenese in corrispondenza della parte mediana del conoide alluvionale del fiume Panaro e quindi caratterizzato dalla presenza quali-quantitativa rilevante di due risorse molto importanti fra loro "concorrenti": acque sotterranee di ottima qualità e ghiaie e sabbie praticamente affioranti.

Dal dopoguerra lo sfruttamento di ambedue le risorse è stato intenso, continuo e massiccio, soprattutto per fabbisogni sovra comunali se non addirittura sovra provinciali.

Anche i limitrofi Comuni di Spilamberto, Modena, Castelfranco Emilia, e Savignano s/Panaro sono interessati da attività estrattive formando, nel complesso, un vero e proprio polo produttivo con particolare sviluppo (in passato) nelle aree golenali del fiume Panaro e, nel primo dopoguerra, anche con estrazioni proprio in alveo.

Queste ultime attività hanno determinato l'abbassamento dell'alveo fluviale di diversi metri (6÷10 m) con innesco di dissesti idrogeologici e l'abbassamento del livello della falda freatica essendo il Panaro fortemente disperdente in area e per questo la prima fonte di ricarica degli acquiferi del conoide.

Con l'approvazione delle prime Leggi Regionali in materia di attività estrattive (LR n. 8/1976 e n. 13/1978) si è posto fine all'escavazione in alveo, se non per necessità idrauliche, e dato l'inizio alla pianificazione settoriale concretizzata con il "Piano di Coordinamento delle Attività Estrattive" del comprensorio di Modena, risalente ai primi anni '80 del secolo scorso.

Il 1° piano comunale (PAE), in regime della LR 13/1978, risale alla metà degli anni '80 (adottato nel 1983 ed approvato nel 1986) mentre la 1° variante generale dello stesso (a seguito della formazione del 1° Piano Infraregionale delle Attività Estrattive - PIAE, approvato nel Marzo 1996) è stata approvata il 23.10.1998 (Del. CC n. 75) in regime della LR 17/1991.

Di recente è poi stata approvata la Variante Generale al PIAE (Del. CP n. 44 del 16.03.2009) contestualmente al PAE Comunale. Tale pianificazione, attuata attraverso diversi Piani Particolareggiati, di iniziativa pubblica e privata e successivi Piani di Coltivazione e Risistemazione, ha condotto alla situazione territoriale graficamente rappresentata sulla Tav. A23 e sinteticamente descritta nella seguente tabella:

Descrizione Superfici	Dimensione Superfici (kmq)	Percentuali con base 27,37 kmq (%)
Superficie del territorio del Comune di San Cesario s/Panaro	27,37	100
Superficie complessiva comunale delle attività estrattive e frantoi	4,41	18,87
Area di attività estrattiva in corso di esecuzione	0,050	0,21
Area di passata attività estrattiva sottoposta a ripristino in corso di esecuzione	0,220	0,94
Area per attività estrattive di nuova previsione: ghiaie e sabbie	0,616	2,63
Area interessata da attività estrattive e già ripristinata: ghiaie e sabbie	2,473	10,58
Superficie aree per frantoi	0,157	0,67
Superficie aree non estrattive per frantoi	0,062	0,27

E' da registrare che negli ultimi anni diverse cave sono state portate a compimento migliorando significativamente il rapporto fra i ripristini effettuati e le cave in esercizio; da segnalare a tale proposito in modo particolare la fine lavori per l'intero polo 7 ("Laghi di S. Anna"); della cava Solimei e del Bacino Irriguo del polo 9, posto all'estremo sud del territorio comunale.

Alcune opere pubbliche compensative, derivate dalle convenzioni estrattive, sono in corso di ultimazione: Parco Fluviale polo 7; Percorso Natura lungo fiume congiungente i poli 7, 8 e 10; Pista Ciclabile di collegamento, mediante le Vie Ghiarella e Solimei, degli abitati di San Cesario s/Panaro e Castelfranco Emilia.

Per quanto riguarda i frantoi, tutti e 3 collocati ancora nelle sedi storiche, è in corso il perfezionamento di accordi ex art. 24 della LR n. 7/2004 per la loro chiusura (frantoi Ex Lamces e Maccaferri Danilo) e rilocalizzazione (Frantoio di San Cesario srl) all'interno del polo estrattivo n. 9.

Tale ultimo polo è l'unico che la pianificazione vigente dichiara idoneo ad ospitare impianti di tale natura.

Le destinazioni finali sono indicativamente le seguenti: prioritariamente di interesse paesaggistico-ambientale per la formazione di un Parco Fluviale (poli 7, 8 e 10); di tipo impiantistico-tecnologico (Bacino Irriguo del polo 9); di tipo ricreativo-sportivo (ambito estrattivo cava Ghiarella parte e Solimei parte); zona di interesse paesaggistico-ambientale (ambito estrattivo cava Ghiarella parte e Solimei parte); zona agricola di tutela (parte "vecchia" del polo 8 e parte del polo 9).

12. CRITICITÀ AMBIENTALI

12.1. Criticità idrauliche

Come descritto nel capitolo 9, nel territorio comunale di San Cesario sono presenti due aree critiche da punto di vista idraulico in relazione alla non officiosità del sistema di drenaggio delle acque superficiali e del pericolo di allagamento.

Si rimanda al capitolo menzionato per una descrizione particolareggiata di tale aspetto.

Non si è ritenuto necessario e utile allestire una carta specifica delle criticità.

Nella Figura che segue viene riportata l'ubicazione e la perimetrazione di tali areali.

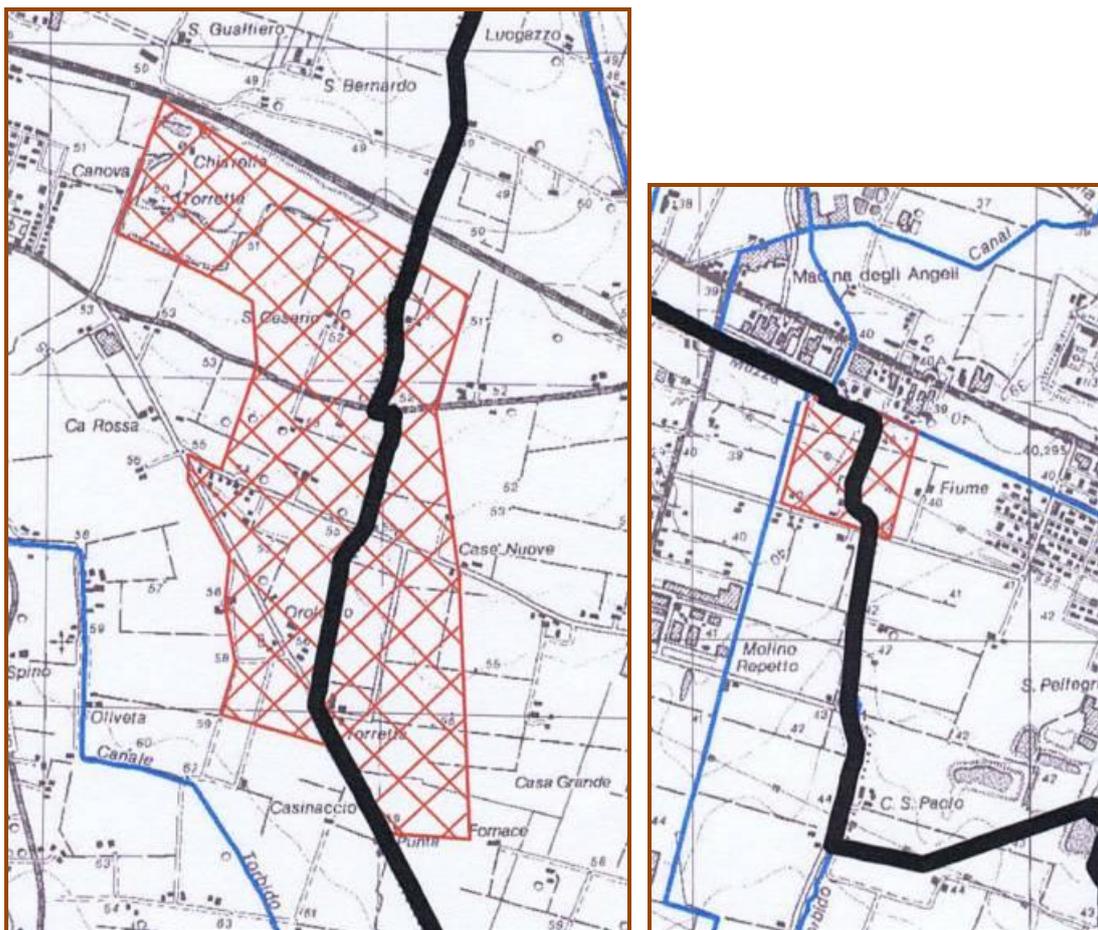


Figura 17 – Estratto dalla Carta delle aree allagabili prodotta dal Consorzio di Bonifica Burana Leo Scoltenna Panaro (fuori scala: circa 50% dell'originale).

12.2. Criticità idrogeologiche

12.2.1. Pozzi

E' stata utilizzata la ricerca capillare della Variante Parziale 2000 al PRG riguardante la presenza di pozzi ad uso domestico ed extradomestico all'interno del territorio comunale di S. Cesario s/P., presso gli archivi del Servizio Provinciale Difesa del Suolo di Modena e del Comune di S. Cesario sul Panaro.

E' stato quindi possibile appurare che nel territorio comunale sarebbero presenti all'incirca 250 pozzi ad uso extradomestico e circa 575 pozzi ad uso domestico per un totale di 825 pozzi autorizzati (Tav. A20 "Carta Idrogeologica e di vulnerabilità").

Tali dati sono comunque da considerare indicativi, in quanto la documentazione considerata è relativa a pozzi perforati e denunciati fino al 1995. Mancano quindi informazioni riguardanti i pozzi perforati e denunciati successivamente. Inoltre non

sempre le schede di archivio sono state aggiornate, pertanto non si hanno notizie riguardo ad esempio i pozzi che eventualmente sono stati chiusi. Presso gli archivi, poi, è disponibili solamente la documentazione relativa ai pozzi regolarmente denunciati. Ne consegue che non si hanno indicazioni relative ai pozzi abusivi.

Tenendo conto di tutte queste considerazioni appare quindi lecito ritenere che il numero di pozzi presenti all'interno del territorio del Comune di S. Cesario s/P. sia superiore al numero di quelli riportati sulla Tav. A20, anche se alcuni di essi (sia tra quelli denunciati sia tra quelli abusivi) potrebbero essere stati chiusi.

Dalla valutazione del numero e della distribuzione dei pozzi di cui si conosce documentazione si può dedurre che nel territorio comunale di S. Cesario s/P. praticamente ogni piccolo nucleo di edifici abitati o casa sparsa abitata è dotato di un pozzo ad uso domestico.

Tale moltitudine di pozzi perforati in epoche diverse e con tecnologie varie, per la quale non è possibile conoscere in modo adeguato il livello di pericolosità per le acque sotterranee, rappresenta comunque una fonte diffusa di possibile interscambio superficie/falde e fra falda e falda di sostanze potenzialmente inquinanti.

L'estensione dell'acquedotto civile e irriguo (impianto pluvirriguo) stanno creando una valida alternativa all'uso di molti dei pozzi censiti per i quali occorrerebbe ottenere la loro dismissione e chiusura secondo i criteri e tecniche dettate dagli Enti preposti.

Per quanto attiene i pozzi pubblici ad uso idropotabile (campo pozzi di S. Cesario s/P.) occorre fare riferimento alla normativa vigente (DPR 236/88 così come modificato dal D.Lgs. 152/99) e alla Deliberazione della Giunta Regionale n. 1677 del 31 luglio 2001 *Delimitazione delle aree di salvaguardia dei pozzi del campo acquifero di San Cesario sul Panaro. Tale deliberazione individua le aree di salvaguardia del campo pozzi di San Cesario sul Panaro e definisce le norme e le prescrizioni relative a ciascuna area (Zona di tutela Assoluta, Zona di Rispetto ristretta, Zona di Rispetto Allargata, Zona di Protezione).*

13. CONCLUSIONI

La presente relazione descrive le principali caratteristiche geologiche geomorfologiche, idrogeologiche, ambientali e sismiche del territorio comunale di San Cesario nel quadro locale e nel contesto regionale.

La presente è stata prodotta a corredo del Quadro Conoscitivo per la progettazione del Piano Strutturale del Comune di San Cesario sul Panaro.

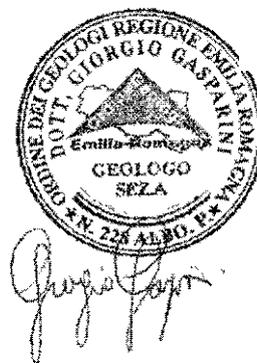
Allegate alla presente sono 6 tavole cartografiche fuori testo:

- ◆ A18 – Carta geolitologica e degli spessori delle coperture alle ghiaie;
- ◆ A19 – Carta idrogeomorfologica;
- ◆ A20 – Carta Idrogeologica e di vulnerabilità;
- ◆ A21/a – Carta della pericolosità sismica locale (1° livello di approfondimento);
- ◆ A21/b – Carta di microzonazione sismica locale (2° livello di approfondimento);
- ◆ A22 – Carta delle Unità Fisiche di Paesaggio di rango comunale;
- ◆ A23 – Attività estrattive - Stato di fatto,

alle quali si aggiungono gli allegati tecnici relativi all'analisi idrologica e idraulica (Allegato n. 1).

Bastiglia, Dicembre 2012

Dott. Geol. Giorgio Gasparini



14. BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

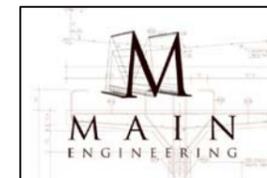
- ◆ Amorosi A. & Farina M. (1994a) – *Stratigrafia della successione quaternaria continentale della Pianura Bolognese mediante correlazione di dati da pozzo*. 1st European Congress on regional geological cartography ad information systems. Bologna 13-16 giugno 1994.
- ◆ Amorosi A. & Farina M. (1994b) – *Sequenze deposizionali nei depositi alluvionali quaternari del primo sottosuolo nell'area ad est di Bologna, tra il T. Savena ed il T. Idice*. 1st European Congress on regional geological cartography ad information systems. Bologna 13-16 giugno 1994.
- ◆ Amorosi A. & Farina M. (1995) – *Large scale architecture of the thrust-related alluvial complex from subsurface data: the Quaternary Succession of the Po basin in the Bologna Area (northern Italy)*. *Giornale di geologia*, 57/1, 3-16.
- ◆ Amorosi A., Farina M., Severi P., Preti D., Caporale L. & Di Dio G. (1996) – *Genetically related alluvial deposits across active fault zones: an example of alluvial fan-terrace correlation from the upper Quaternary of the southern Po basin, Italy*. *Sedimentary Geology* 102, 275-295.
- ◆ Annovi A., Cremaschi M., Fregni P. & Gasperi G. (1979) – *La successione pleistocenica marina e continentale del T. Tiepido (Prov. di Modena)*. *Geogr. Fis. Dinam. Quate.*, 1, 1-22.
- ◆ AA.VV. (1980) - *Guida per la realizzazione di una carta sismotettonica e del rischio sismico*. Pitagora Editrice Bologna, pp.119.
- ◆ AA.VV. (1992) - *Appennino Tosco-Emiliano. (A cura di Bortolotti V.) Guide geologiche regionali*. N. 4, pp. 336, BE-MA Editrice, Firenze.
- ◆ AA. VV. (1993) - *I suoli della pianura modenese*. pp.124.
- ◆ AA. VV. (1997) – *La microzonazione sismica nella pianificazione urbanistica e territoriale: l'esperienza del "Masterplan" del Rubicone e prospettive regionali*. *Proc. Conv. Geologia delle grandi aree urbane*, Bologna 4/5 novembre 1997.
- ◆ AA.VV. (1999) – *I beni geologici della Provincia di Modena*. Artioli editore, Modena.
- ◆ AA.VV. (2001) – *Il rischio sismico in Italia. Ingegneria Sismica*, 1/2001, 5-36.
- ◆ ARPA (2001) - *Rapporto sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee della Provincia di Modena (5° relazione biennale) Anni 1999-2000*.
- ◆ ARPA (2003) - *Rapporto sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee della Provincia di Modena (6° relazione biennale) Anni 2001-2002*.
- ◆ Bernini M., Clerici G., Papani G. & Sgavetti M. (1977) – *Analisi della distribuzione planoaltimetrica delle paleosuperfici nell'Appennino emiliano occidentale*. *L'ateno Parmense, Acta naturalia*, 13, 645-656.
- ◆ Bettelli G., Bonazzi U., Fazzini P., Gasperi G., Gelmini R. & Panini F. (1989a) - *Nota illustrativa alla Carta Geologica schematica dell'Appennino modenese e delle aree limitrofe*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 39 (1987), 487-498.
- ◆ Bettelli G., Bonazzi U., Fazzini P. & Panini F. (1989b) - *Schema introduttivo alla geologia delle Epiliguridi dell'Appennino modenese e delle aree limitrofe*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 39 (1987), 215-244.
- ◆ Bettelli G., Bonazzi U., & Panini F. (1989c) - *Schema introduttivo alla geologia delle liguridi dell'Appennino modenese e delle aree limitrofe*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 39 (1987), 91-195.
- ◆ Bettelli G., Capitani M. & Panini F. (1996) - *Origine della struttura a "blocchi in pelite" e dell'estensione parallela alla stratificazione nelle formazioni smembrate del Supergruppo*

- del Baganza affioranti nel settore sudorientale dell'Appennino emiliano. Acc. Naz. Lett. Arti di Modena, Collana di Studi, 15(1996) - Miscellanea Geologica, 261-298.*
- ◆ Bettelli G. & Panini F. (1989) - *I Melanges dell'Appennino Settentrionale dal T. Tresinaro al T. Sillaro*. Mem. Soc. Geol. It., 39(1987), 187-214.
 - ◆ Bettelli G., Panini F. & Pizziolo M. (a cura di) (2002a) – *Note illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 236 Pavullo nel Frignano*. S.EL.CA, Firenze.
 - ◆ Bettelli G., Panini F. & Capitani M. (2002b) – *Carta geologico-strutturale dell'Appennino emiliano sudorientale*. Atti 3° Seminario cartografia Geologica, Bologna 26-27 febbraio 2002, 48-52.
 - ◆ Bonazzi U. (1997) - *Modificazioni d'alveo del Fiume Secchia negli ultimi cento anni nei dintorni di Sassuolo (Modena)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, 127(1996), 67-99.
 - ◆ Camassi R & Stucchi M. (1996) – *NT4.1-Un catalogo parametrico di terremoti di area italiana alla di sopra della soglia di danno*. (Sito web Servizio Sismico Nazionale).
 - ◆ Capitani M. & Bertacchini M. (1997) – *Aspetti Geologici*. In “*Seconda Relazione sullo stato dell'ambiente nella Provincia di Modena*”. Amm. Prov. di Modena 29-34.
 - ◆ Cerrina Ferroni A., Ottria G. & Ellero A. (2004) – *The Northern Apennines, Italy: Geological structure and transpressive evolution*. In “*Geology of Italy*” Spec. Vol. of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence-2004, 15-32.
 - ◆ C.N.R. (1985) - *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. pp. 239.
 - ◆ Colombetti A., Gelmini R. & Zavatti A. (1980) - *La conoide del Fiume Secchia: modalità di alimentazione e rapporti con il fiume (Province di Modena e Reggio nell'Emilia)*. Quaderni dell'Istituto sulle Acque 51 (1), 225-240.
 - ◆ Colosimo P. (1981) - *Manuale di geologia: tecnica delle frane*. Ed. Nuove Ricerche, pp. 504.
 - ◆ Comer, P., D. Faber-Langendoen, R. Evans, S. Gawler, C. Josse, G. Kittel, S. Menard, M. Pyne, M. Reid, K. Schulz, K. Snow, and J. Teague (2003) - *Ecological Systems of the United States: A Working Classification of U.S. Terrestrial Systems*. NatureServe, Arlington, Virginia.
 - ◆ Cremaschi M. (1983) – *I loess del Pleistocene superiore nell'Italia settentrionale*. Geogr. Fis. Din. Quat., 6, 189-191.
 - ◆ Elmi C. & Zecchi R. (1974) - *Caratteri sismotettonici dell'Emilia Romagna*. Quad. Mercanzia n. 21, Cam. Comm. Ind. Art. e Agr., Bologna.
 - ◆ Fregni P. & Panini F. (1995) - *Dati biostratigrafici sulla Formazione di Cigarellò (Gruppo di Blsmantova) di Pavullo nel Frignano (Appennino modenese)*. Acc. Naz. delle Scienze, Scritti e Documenti XIV, 87-111.
 - ◆ Gasperi G., Cremaschi M., Mantovani Uguzzoni M. P., Cardarelli A., Cattani M. & Labate D. (1989) - *Evoluzione plio-quadernaria del Margine Appenninico modenese e dell'antistante Pianura. Note illustrative alla Carta Geologica*. Mem. Soc. Geol. It., **39** (1987), 375-431, 8 ff., 1 tab. 1 carta geologica 1:25.000.
 - ◆ Gasperi G. & Pizziolo M (in stampa) – *Note illustrative della Carta geologica d'Italia a scala 1:50.000 Foglio 201 “Modena” – regione Emilia-Romagna*, Servizio Geologico d'Italia.
 - ◆ Gasparini G. (1993) – *Studio idrogeologico preliminare per la ottimizzazione, il potenziamento e lo sfruttamento dei campi acquiferi di Fontana di Rubiera (RE) e di Possessione Riva di Campogalliano (MO)*. STUDIO GEOLOGICO AMBIENTALE ARKIGEO, Bastiglia (MO) Gennaio 1993.
 - ◆ Gasparini G. (con contributo di Pellegrini M.) (1995) - *Il campo pozzi di Fontana di Rubiera: aspetti idrogeologici*. In AA.VV. (1995) *Relazione sullo stato dell'ambiente a Carpi. Anni 1990-1994.*, 149-155

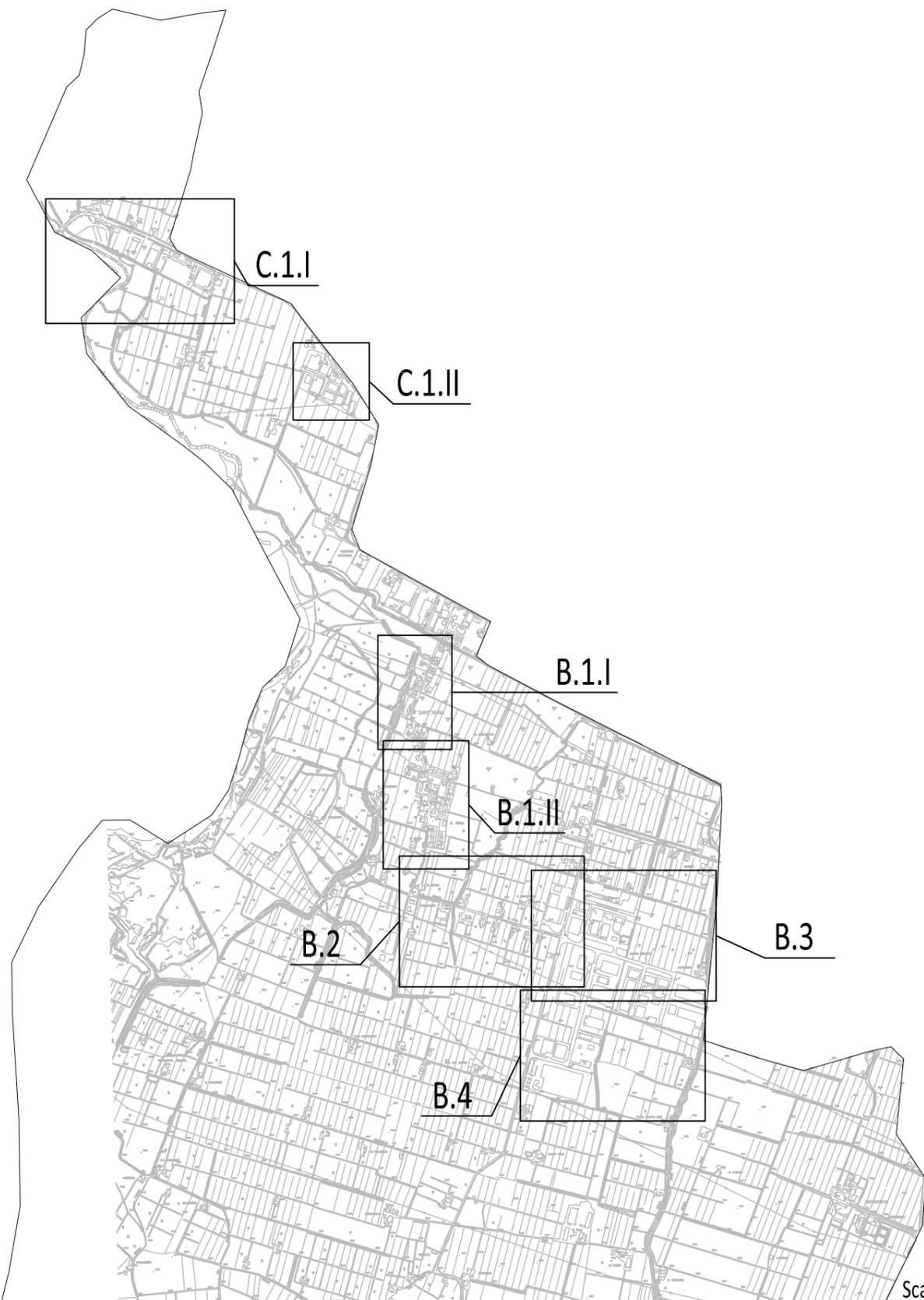
- ◆ Gelmini R (1992) – L'Appennino reggiano-modenese. Guide Geologiche Regionali, n. 4, 60-64, BE-MA Editrice.
- ◆ Gorgoni (2003) - *Le salse di Nirano e gli altri vulcani di fango emiliani. I segreti di un fenomeno tra mito e realtà. Comune di Fiorano Modenese*, Tipografia ABC, Sesto Fiorentino (FI).
- ◆ Krige, D.G. (1951). *A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand*, Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa 52, 119–139.
- ◆ Lincoln, R.J., G. A. Boxshall, and P.F. Clark (1982) *A dictionary of ecology, evolution, and systematics*. Cambridge University Press, New York.
- ◆ Lugli S., Marchetti Dori S., Fontana D. & Panini F. (2004) – *Composizione dei sedimenti sabbiosi nelle perforazioni lungo il tracciato ferroviario ad alta velocità: indicazioni preliminari sull'evoluzione sedimentaria della media pianura modenese*. Il Quaternario 17(2/1), 379-390.
- ◆ Mucchi (1966) *Il fenomeno delle salse e le manifestazioni del Modenese*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, 97, 81-109.
- ◆ Mucchi A.M. (1968) - *Le salse del modenese e del reggiano*. L'universo, 48, 421-436.
- ◆ Parea G.C. (1988) - *Terrazzi tardo-pleistocenici del margine esterno della Catena appenninica in relazione alla geologia dell'avanfossa adriatica*. Mem. Soc. Geol. It. 35(1986), 913-936.
- ◆ Parea G.C. (1989) - *Paleogeografia e tettonica tardo-pleistoceniche del pedeappennino modenese*. Mem. Soc. Geol. It.(1987), 433-446.
- ◆ PROVINCIA DI MODENA (1998) - *P.T.C.P. (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale): Relazione Generale, Norme ed elaborati cartografici*. (Adottato con Del. Cons. Prov. N. 72 del 25.02.1998).
- ◆ Raffi I. & Rio D. (1980) – *Biostratigrafia e nannofossili, biocronologia e cronostratigrafia delle serie del Torrente Tiepido (Subappennino emiliano, Provincia di Modena)*. L'ateneo Parmense, Acta Naturalia, 16, 19-31.
- ◆ Regione Emilia Romagna (1986) - *P.T.P.R. (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale): Relazione generale, Relazione illustrativa, Norme ed elaborati cartografici*.
- ◆ Regione Emilia-Romagna. (2003) – *Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna*. Regione Emilia-Romagna e CNR.
- ◆ Severi P. Cibin U., Amorosi A., Caporale L., Centineo M.C., Di Dio G, Ghiselli F., Pizziolo M., Preti D., Sarti G. & Segadelli S. (1999) – *Stratigrafia e cartografia dei depositi tardo pleistocenici ed olocenici della Pianura Emiliano-Romagnola*. In "Le Pianure-Conoscenza e Salvaguardia" Atti del convegno, Ferrara 8-11 novembre 1999.
- ◆ Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP (1998) – *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna*. A cura di G. Di Dio. S.EL.CA Firenze, pp. 120.
- ◆ Stein, M.L. (1999). *Interpolation of Spatial Data: Some Theory for Kriging*. Springer-Verlag, New York.
- ◆ Tiraboschi G. (1824) - *Dizionario topografico-storico degli Stati Estensi*. Tipografia Camerale. Modena.
- ◆ Treves B. (1984) - *Orogenic belts as accretionary prism: the example of the Northern Apennines*. Ofioliti, 9/3, 577-618.
- ◆ Turner, M.G., Gardner, R.H. & O'Neill, R.V., (2001) *Landscape ecology in theory and practice*. Springer - Verlag, New York, 401 pp.
- ◆ Zecchi R. (1980) - *Guida per la realizzazione di una carta sismotettonica e del rischio sismico*. Pitagora Ed., Bologna, pp. 120.

ALLEGATO

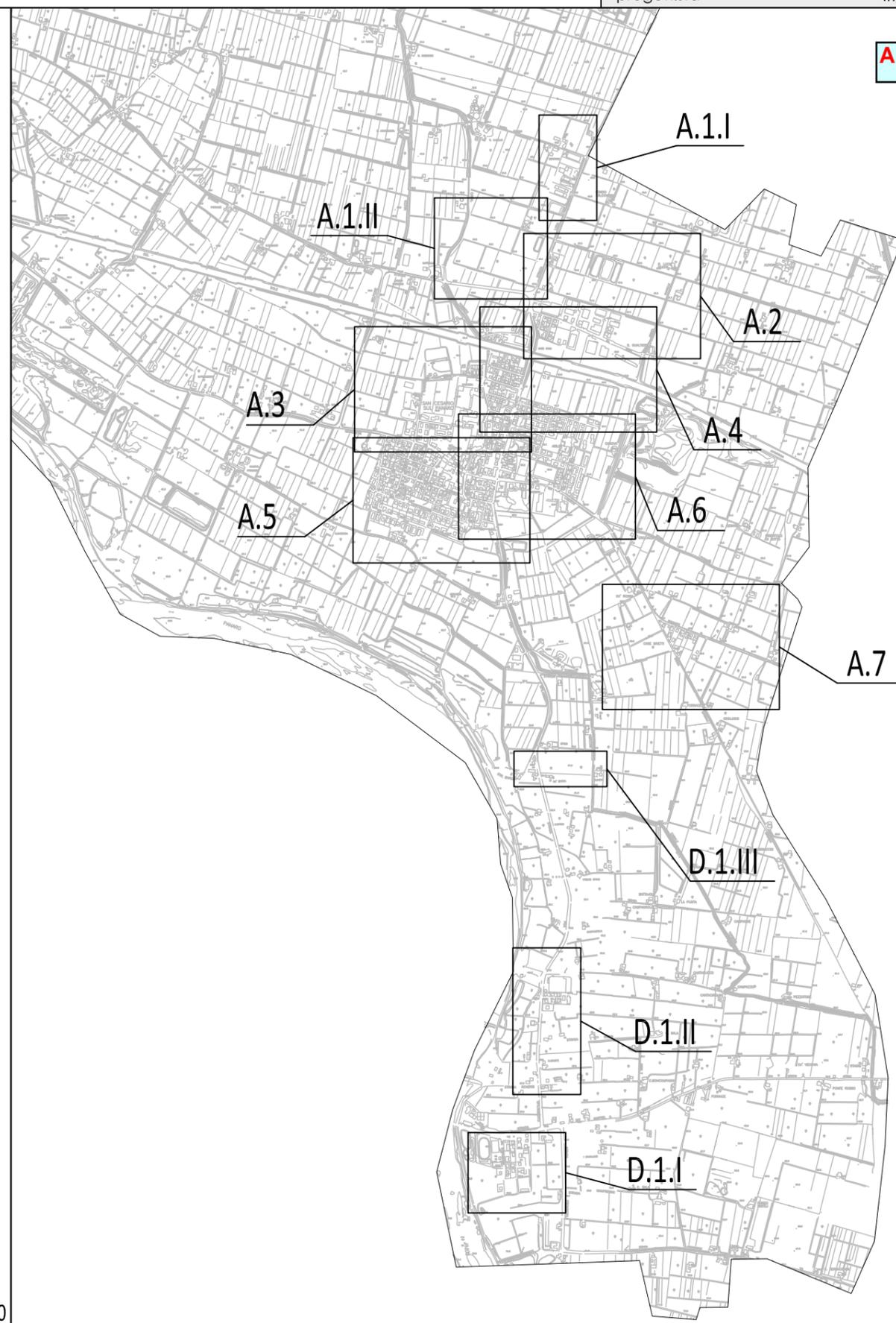
STUDIO DEL SISTEMA FOGNARIO
per la redazione del PSC del Comune di San Cesario sul Panaro
(a cura dell'Ing. Salvatore Vera dello Studio Main Engineering srl)



Allegato n. 1.1



Scala 1:25000



Scala 1:25000

Comune di San Cesario sul Panaro - Provincia di Modena

Analisi di settore idrologico - idraulico

Studio del sistema fognario per la redazione del PSC

Planimetria delle aree del territorio comunale in cui si sono registrati allagamenti

progetto a cura di:



Main Engineering S.r.l.

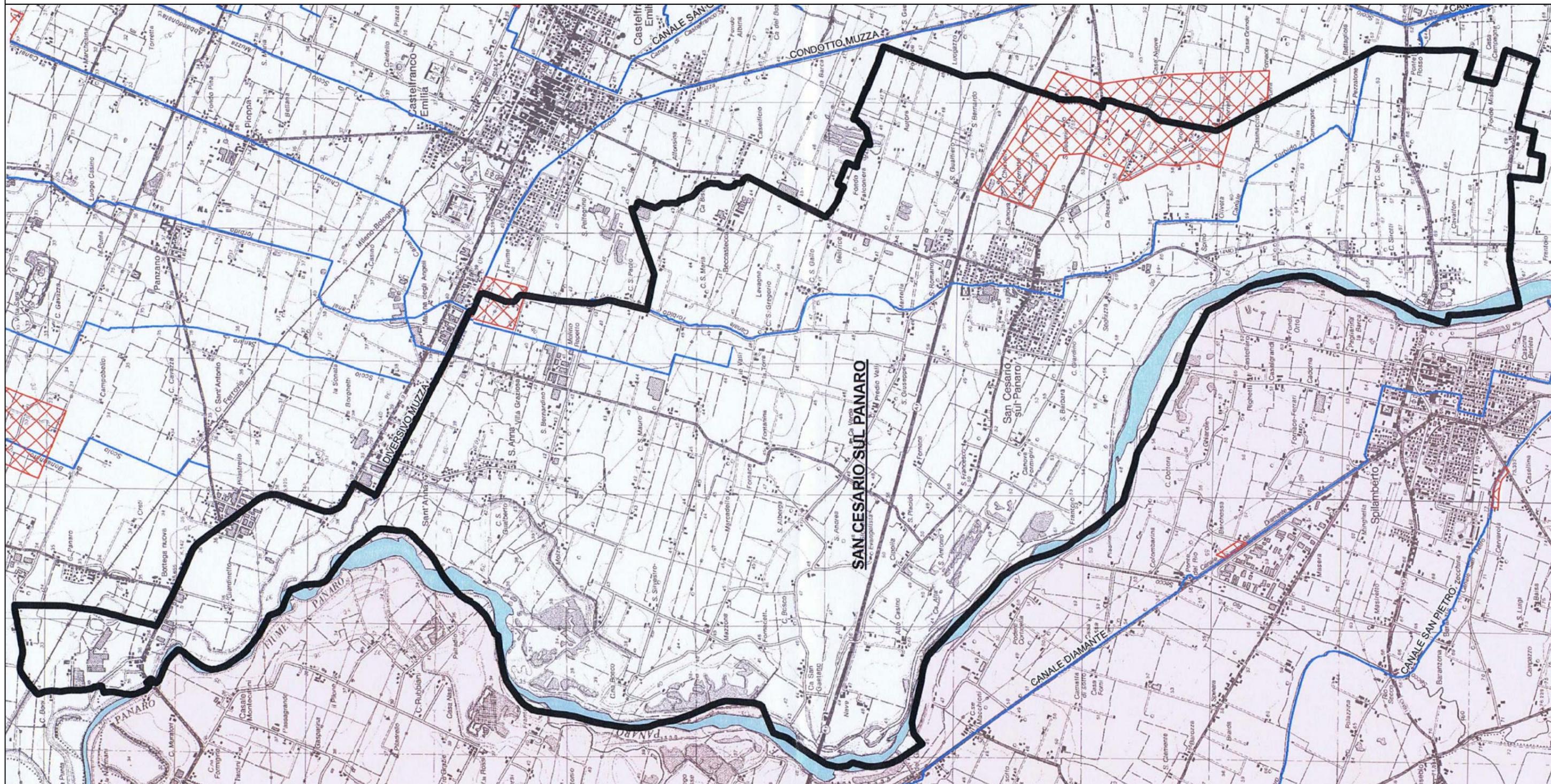
Via Carlo Levi, 10
Tel. e Fax 0522 506337
42124 Reggio Emilia

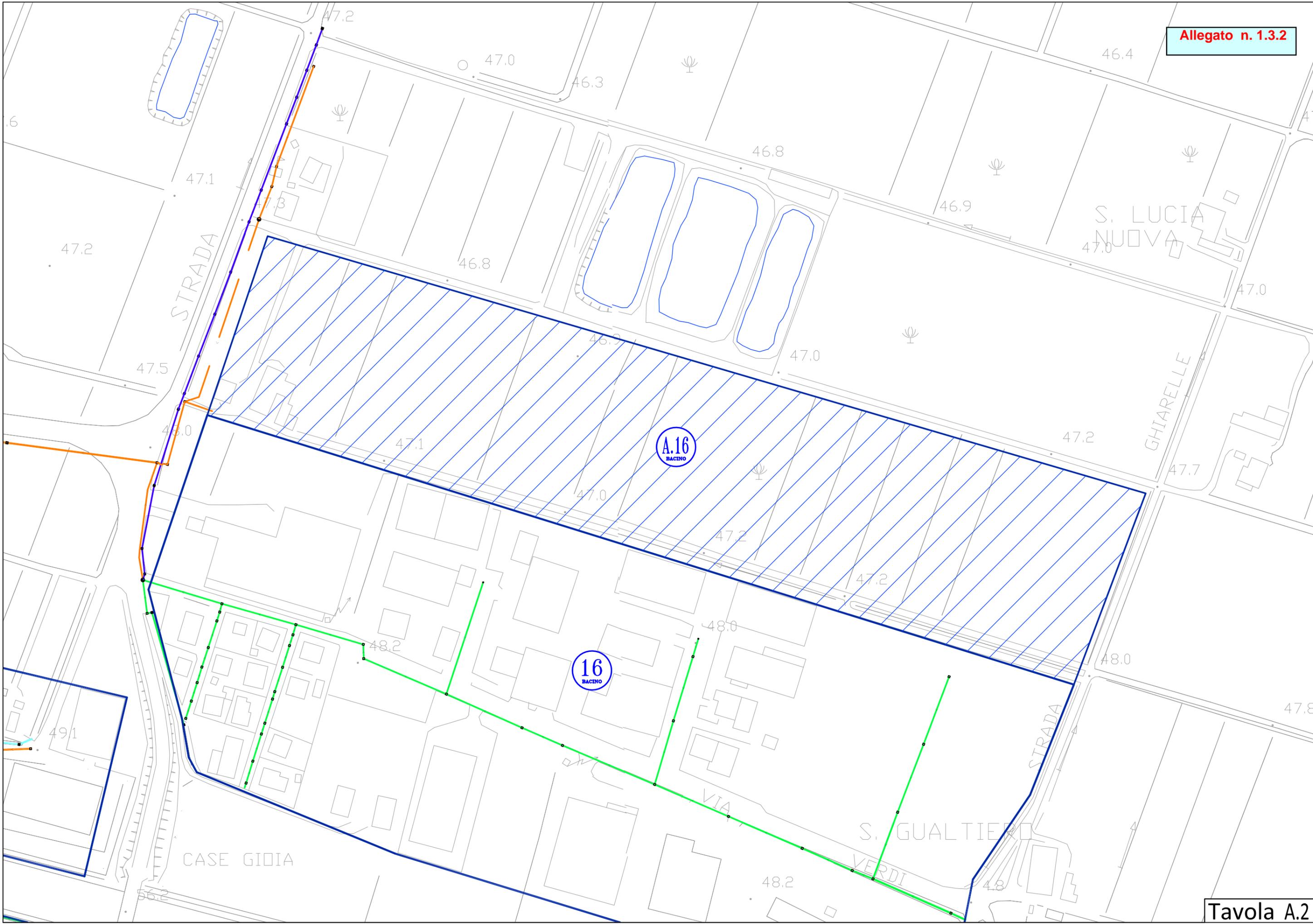
www.mainengineering.eu
info@mainengineering.eu

progettista

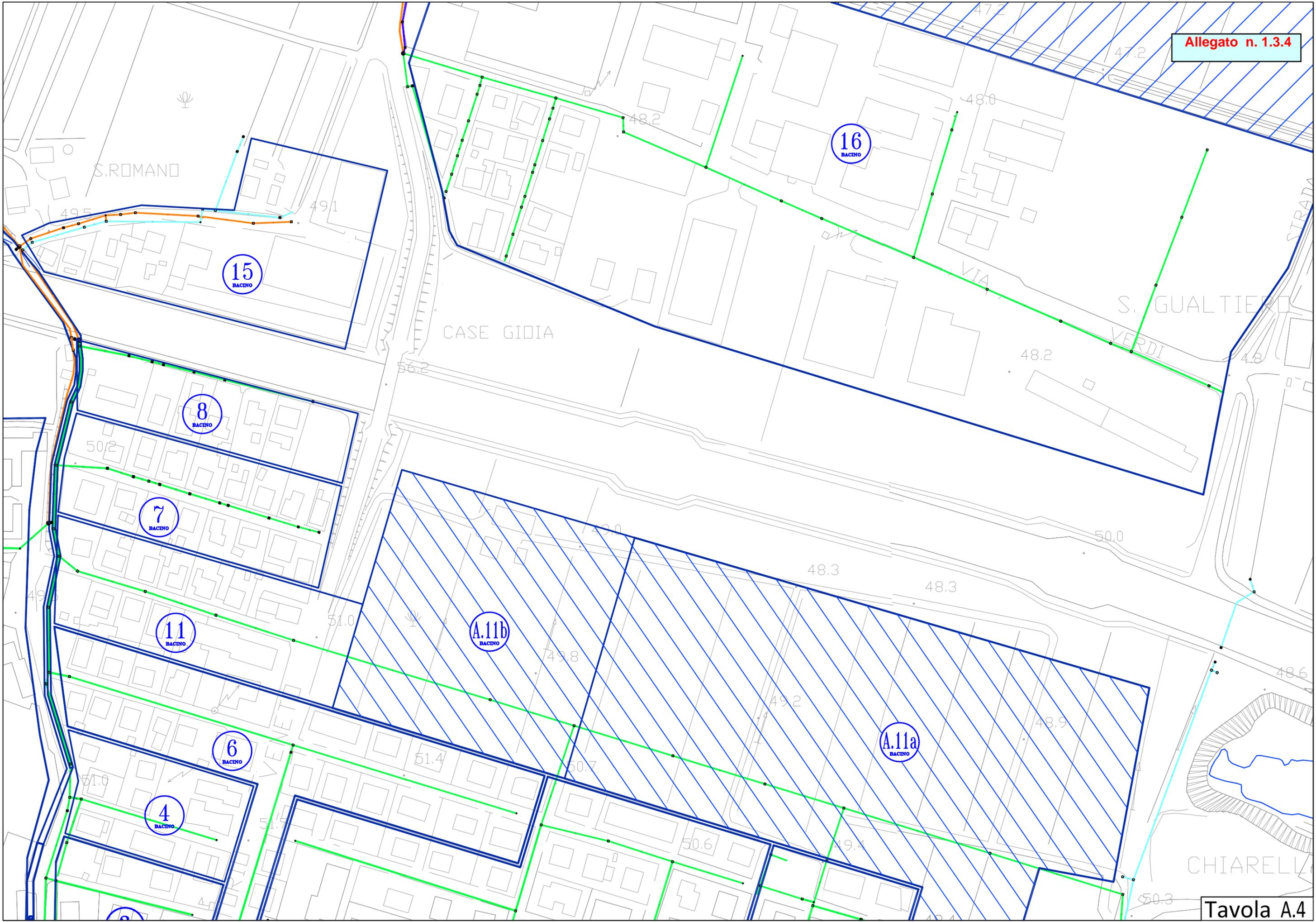
Ing. Salvatore Vera

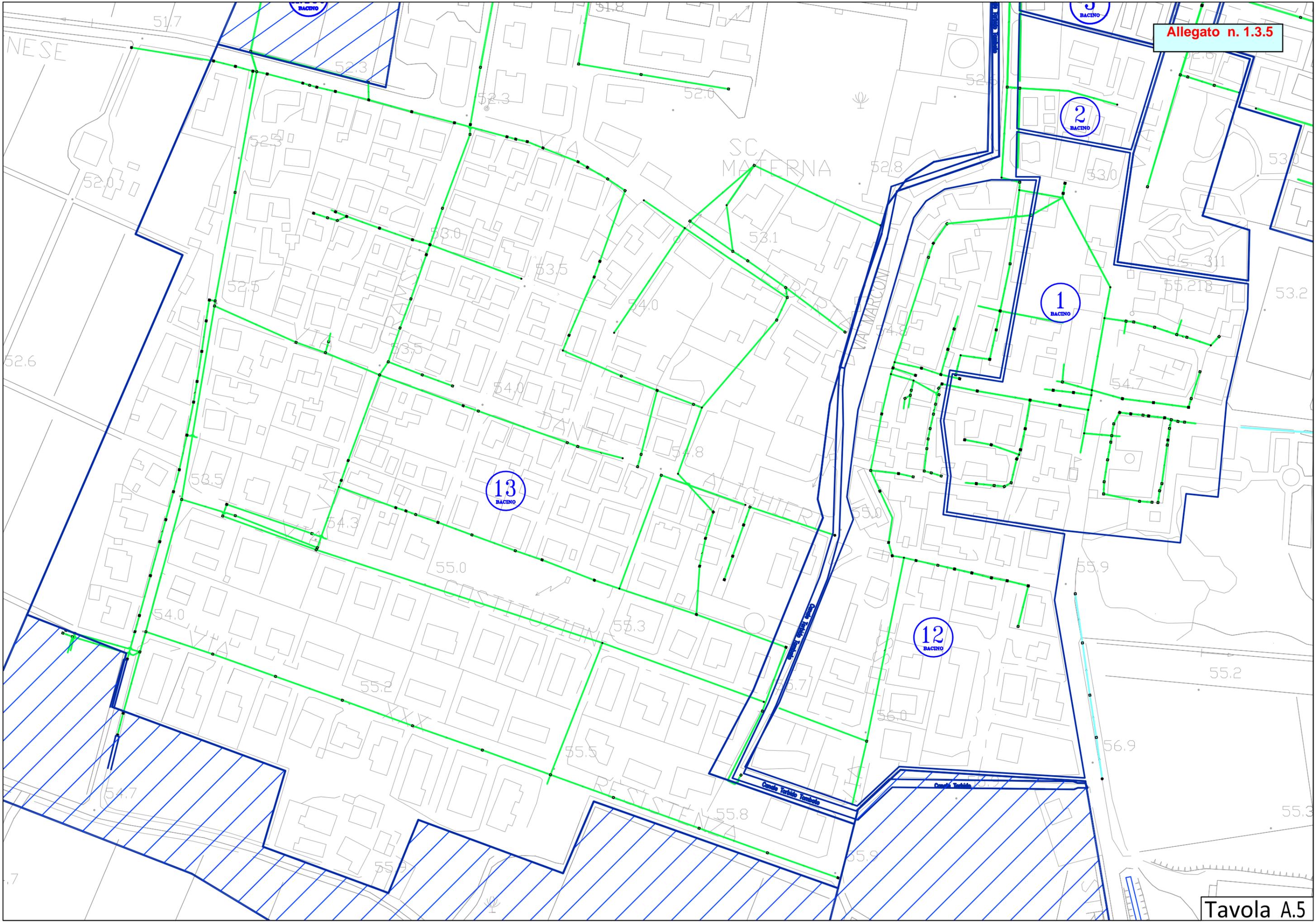
Allegato n. 1.2

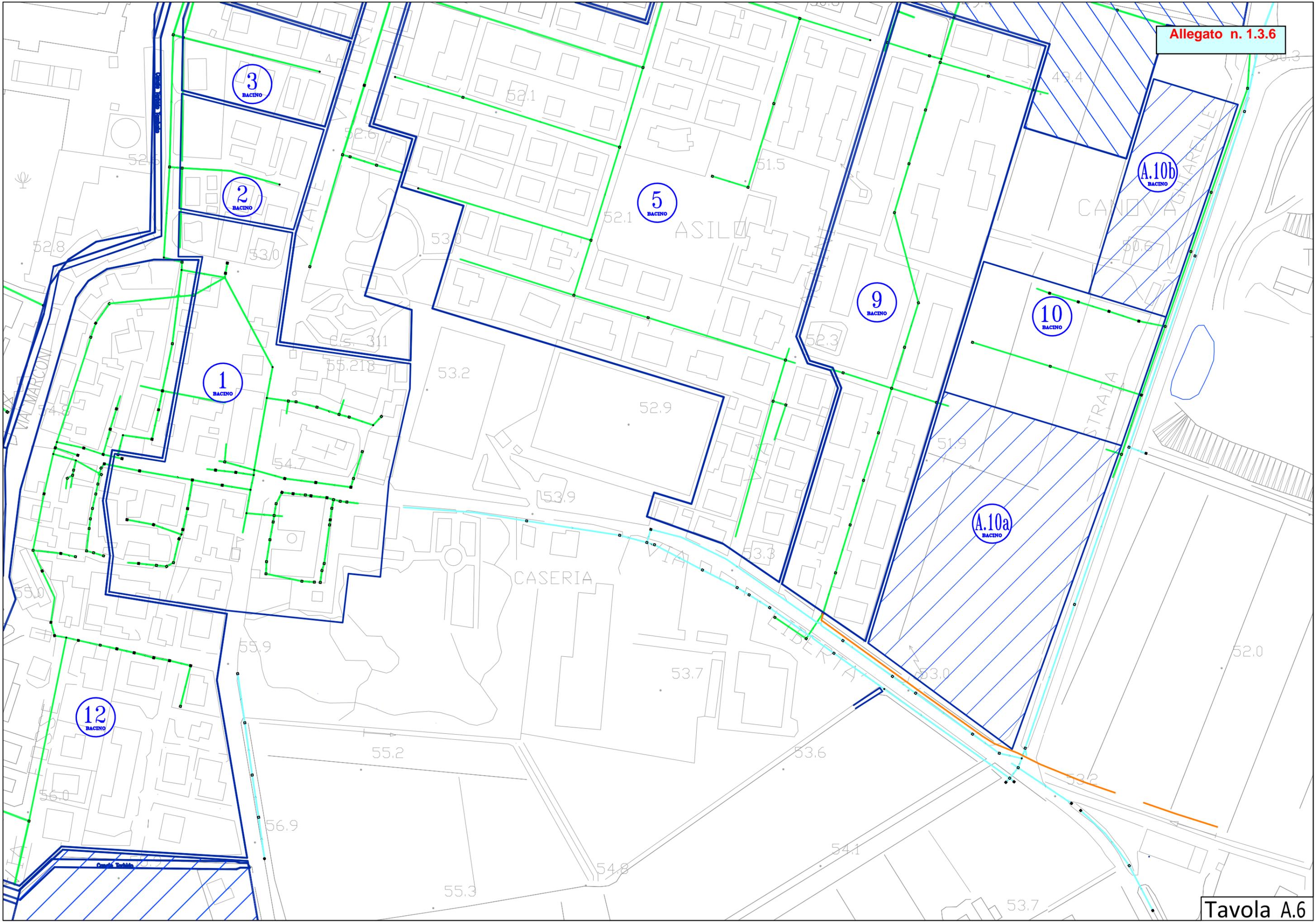


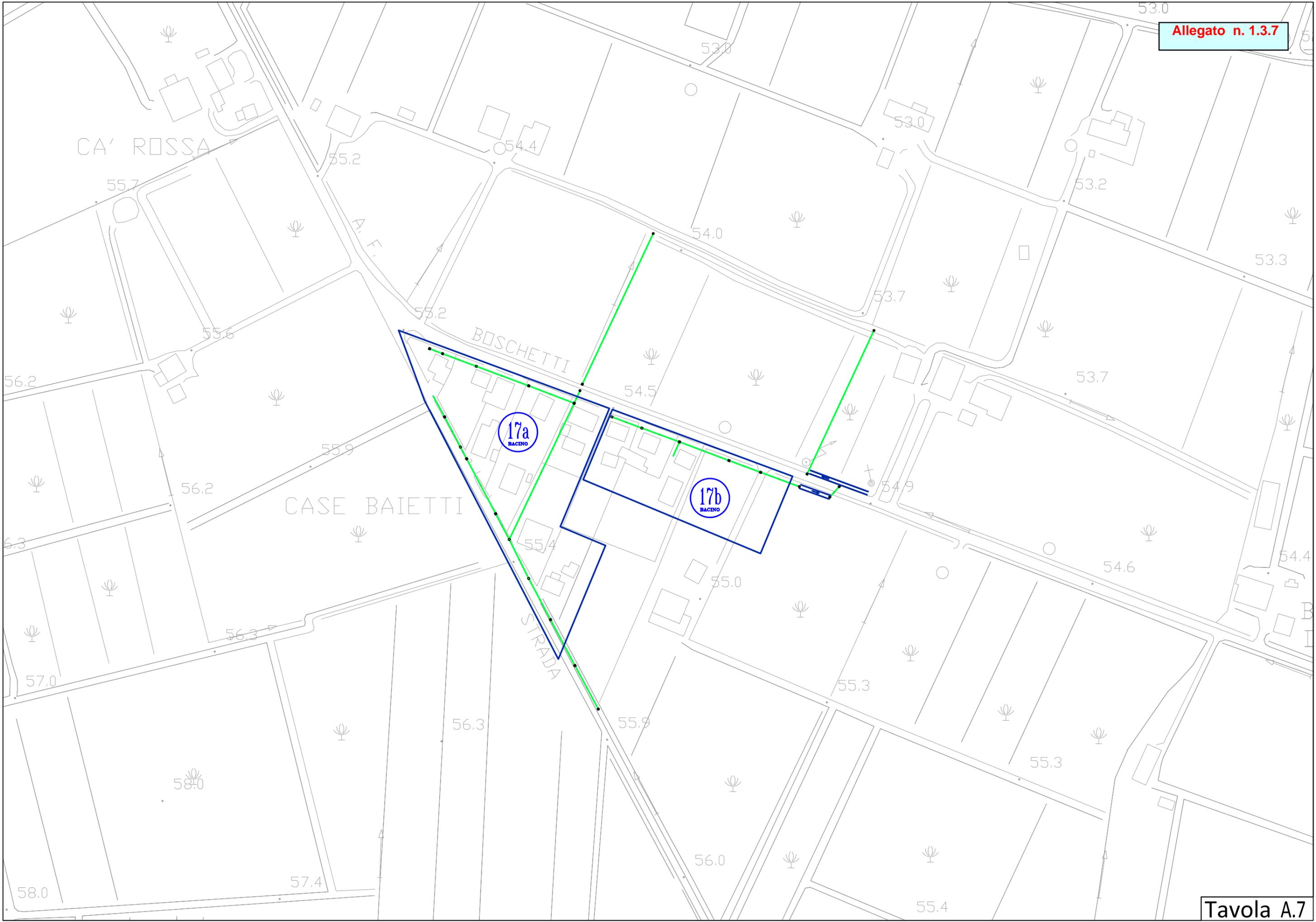


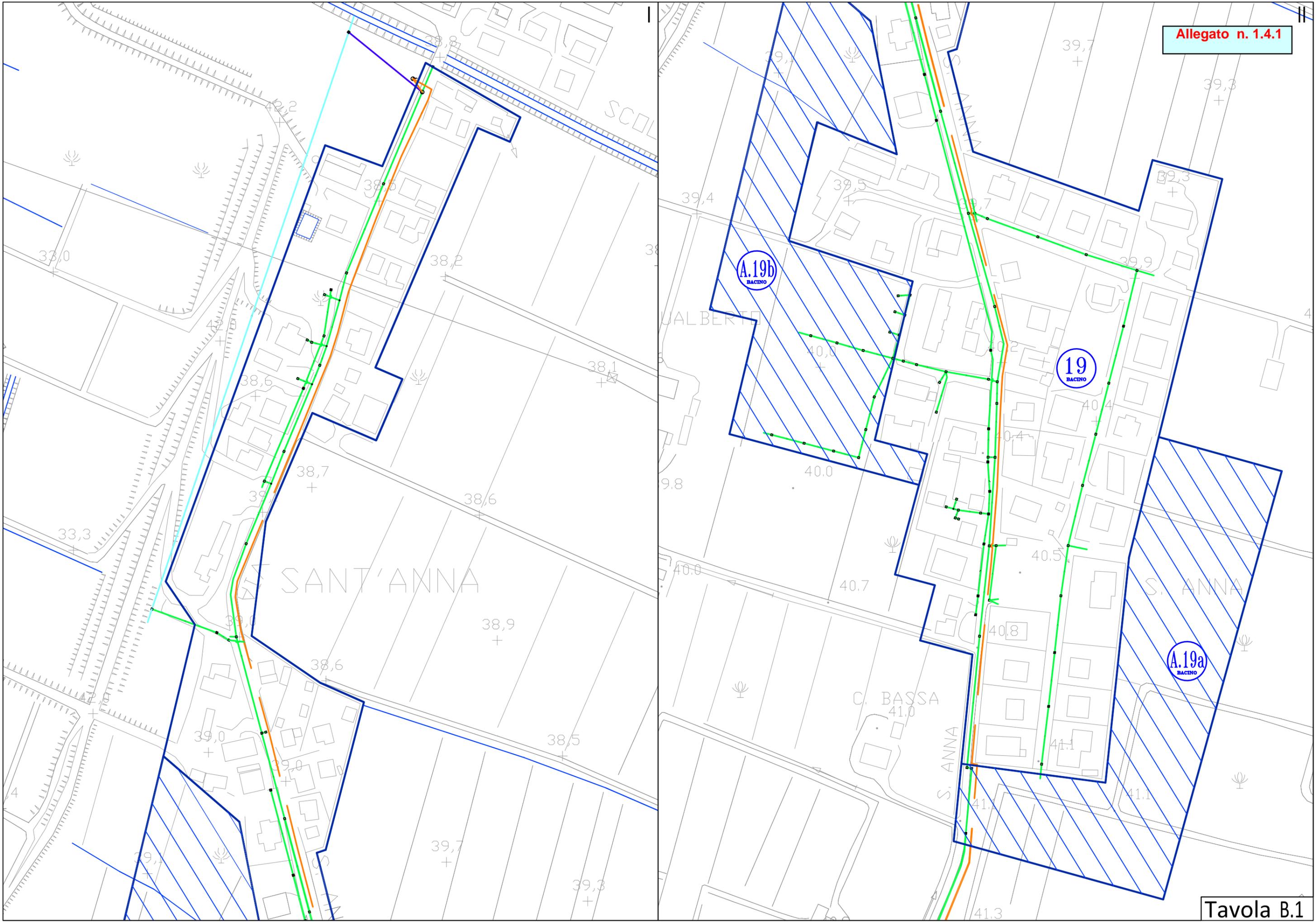




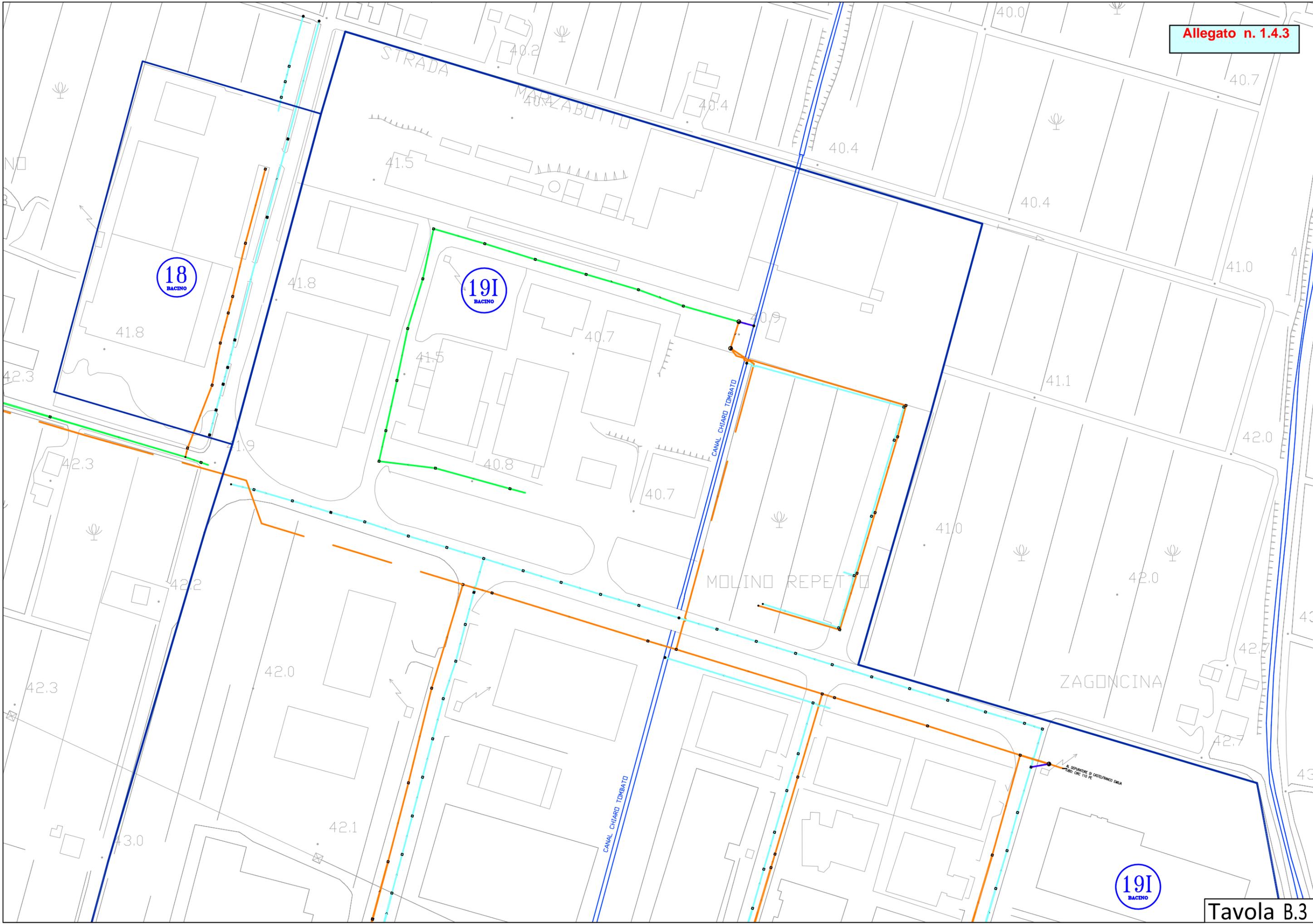








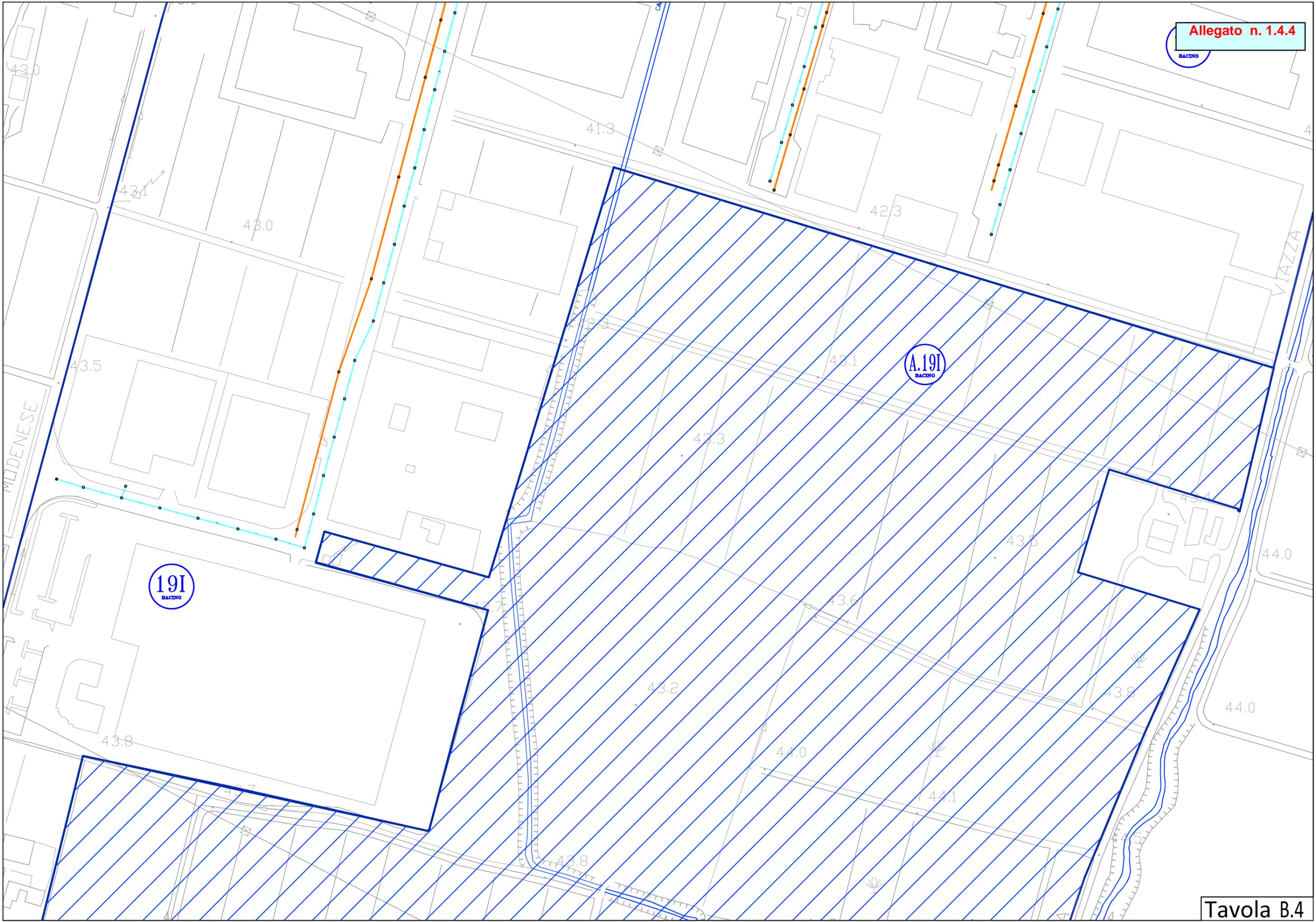


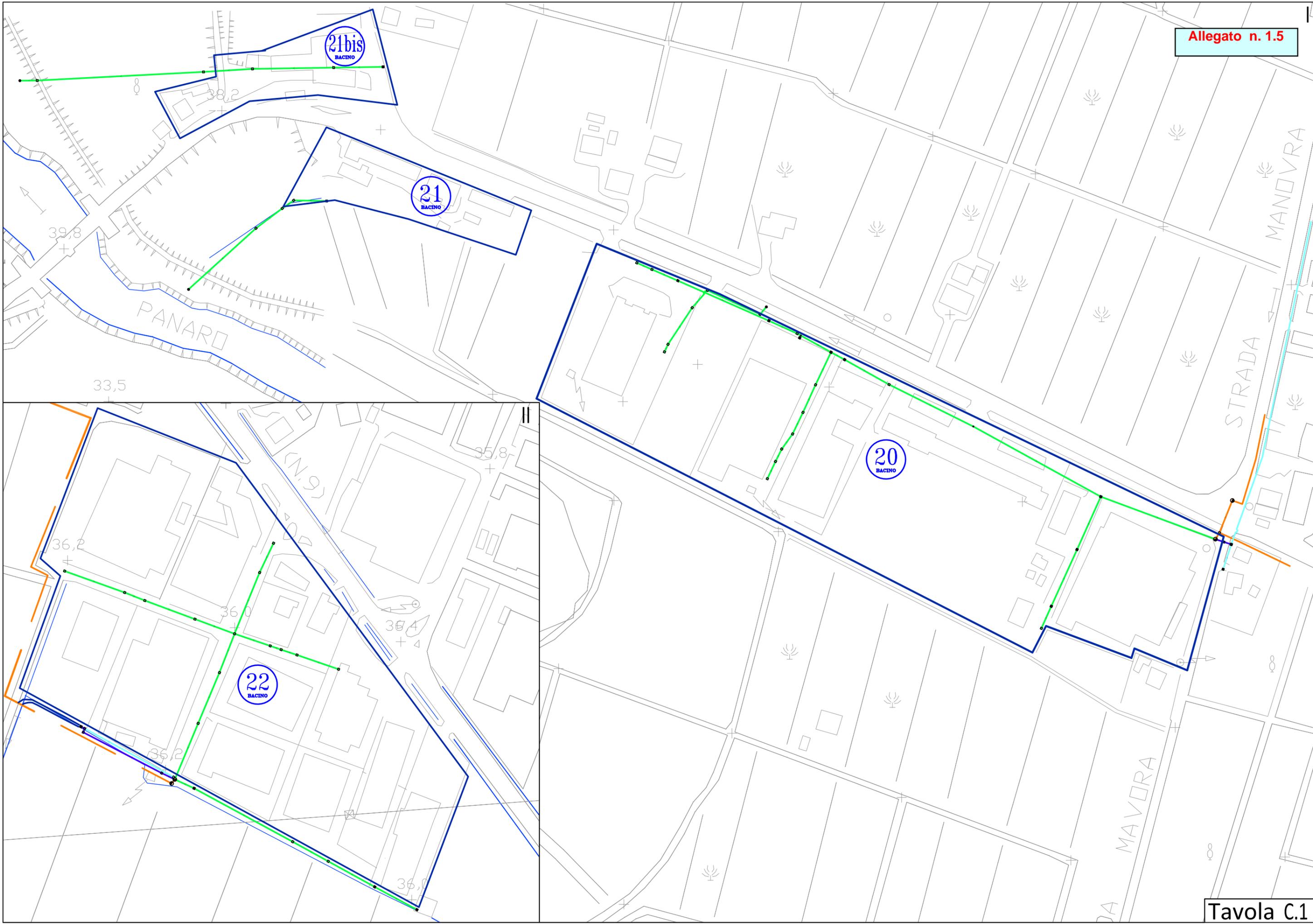


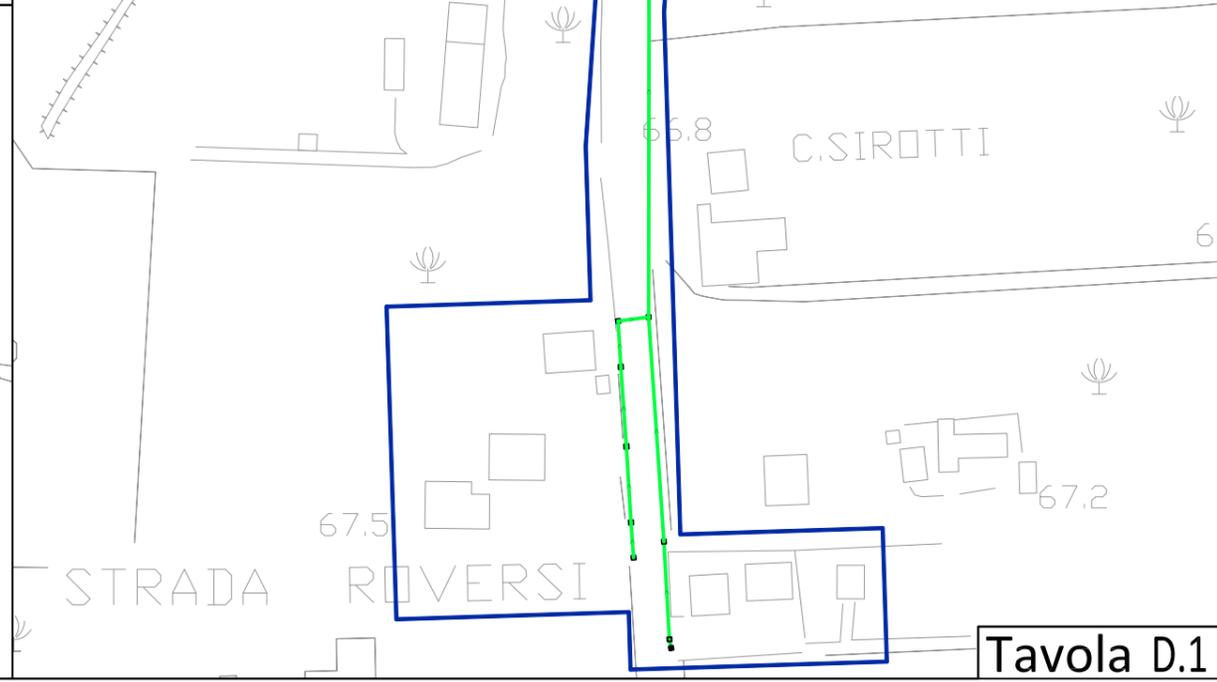
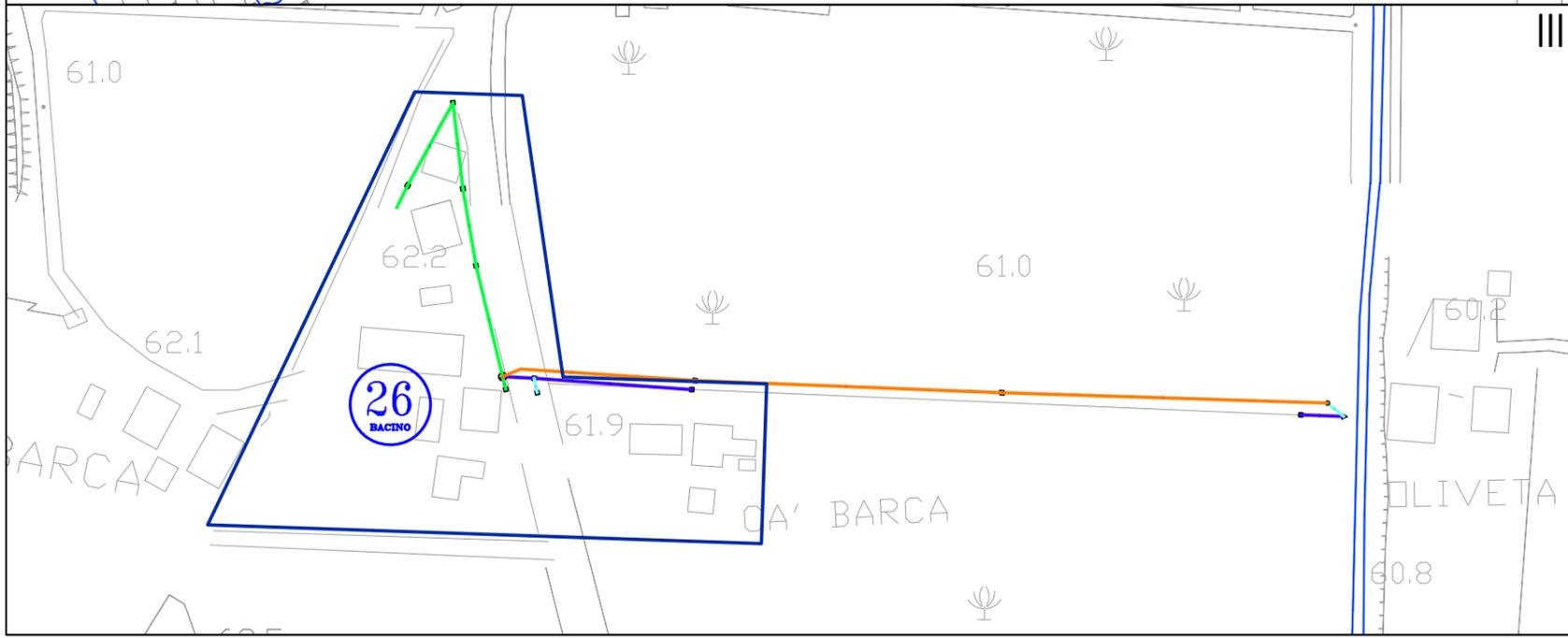
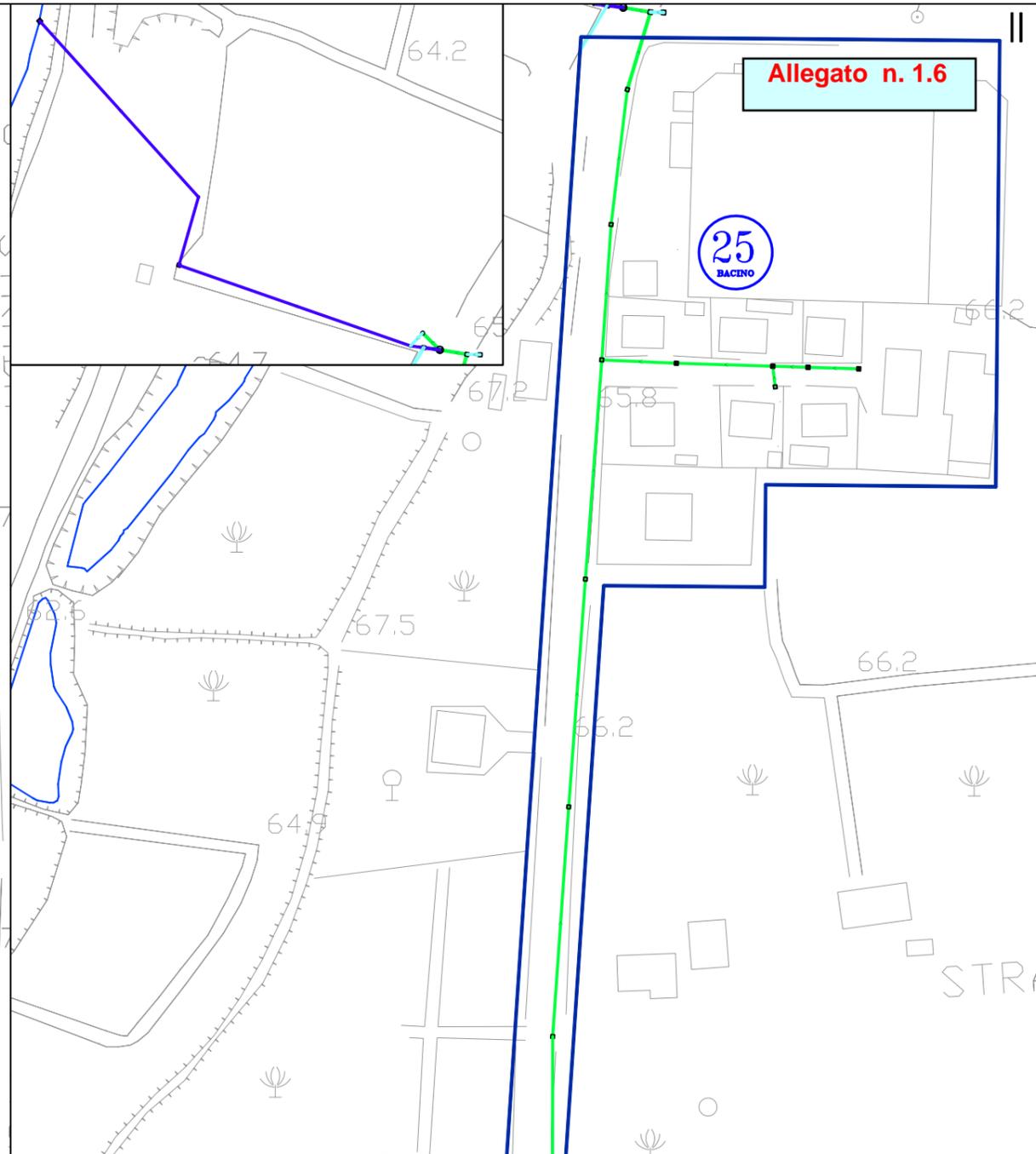
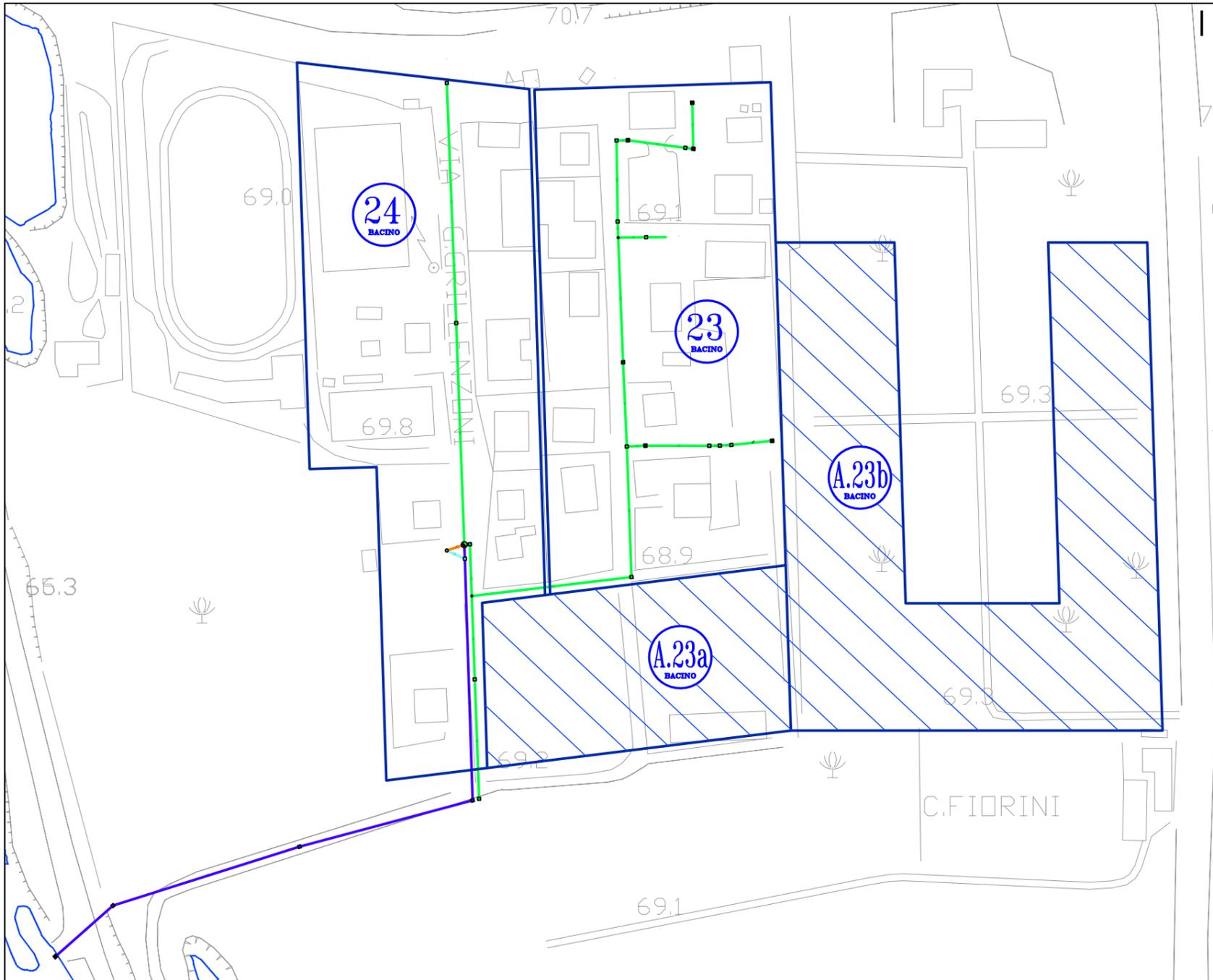
18
BACINO

19I
BACINO

19I
BACINO







Allegato n. 1.6