

debbano essere ricostruite.

Si rammenta infine che non esistono norme o politiche specifiche per attenuare questo processo fisico la cui inerzia è molto grande: immaginando di arrestare le cause innaturali predisponenti, cioè il prelievo di acqua dalle falde, occorrerebbero comunque almeno 10 anni per assistere ad un consistente ridimensionamento dell'abbassamento del suolo.

2.3. ANALISI DELLE COMPONENTI FISICHE

2.3.1 *Sistema geomorfologico*

2.3.1.1 CLASSIFICAZIONE DEI MOVIMENTI FRANOSI

Le informazioni pregresse sui dissesti gravitativi del territorio studiato ed utilizzate per questo lavoro sono state assunte da:

- metadati Regione Emilia-Romagna – Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli (dati aggiornati al 2007);
- PSAI del bacino del Fiume Reno (2002);
- PSAI del bacino del Torrente Samoggia (dati e cartografie aggiornati al 2007);
- metadati PSC di Monteveglio (elaborazioni dello Studio Viel, 2003);
- analisi geologiche elaborate per i PRG e studi geologico-tecnici forniteci dai Comuni e dalla Comunità Montana;
- “Carta del Dissesto” (Geo-Probe, 1999) del territorio della Comunità Montana;
- esiti del rilevamento diretto effettuato dallo Studio scrivente per questo lavoro (ottobre 2009).

Le aree in dissesto desunte dalle cartografie del PSAI del Bacino del F. Reno e del Bacino del T. Samoggia (<<zona 1>>) non sono state ulteriormente studiate perchè già zonizzate e normate (art.5 delle Norme PSAI, assunte anche dal PTCP). La cartografia del PSC pertanto riporta tal quale la zonizzazione completa delle aree classificate a rischio molto elevato (R4) o elevato (R3) assunte dal PSAI.

Per la classificazione degli altri dissesti ci si è riferiti al lavoro di Varnes (1978) nella sua più recente considerazione (Cruden & Varnes, 1996). La prima stesura di classificazione (Varnes, 1978) ha rappresentato il riferimento internazionale più seguito e collaudato in questi decenni mentre la seconda (Cruden & Varnes, 1996) è, ad oggi, molto citata ed utilizzata nel mondo anche per situazioni climatiche, geologiche e geografiche assai diverse tra loro.

Tab. 2.1. Classificazione dei movimenti gravitativi di Cruden e Varnes (fonte: modificato da <<Landslides, special report n.247>>, 1996):

TIPO MOVIMENTO	MATERIALE	STATO	DISTRIBUZIONE	STILE
Fall (crollo)	Debris (detrito)	Active (attiva)	Advancing (avanzante)	Complex (complesso)
Topple (ribaltamento)	Earth (terre)	Reactivated (riattivata)	Retrogressive (retrogressiva)	Composite (composito)
Slide (scivolamento)	Debris/earth	Suspended (sospesa)	Widening (allargante)	Multiple (multiplo)
Flow (colamento, colata)	Rock (roccia)	Inactive dormant (quiescente)	Enlarging (aumentante)	Successive (success.)
Spread (espans. laterale)		Inactive abandoned (abbandonata)	Confined (limitata)	Single (singolo)
		Stabilized (stabiliz. artificial.)	Diminishing (diminuente)	Rotational (rotazione)
		Inactive relict (relitta)	Moving (in movimento)	Translational (traslazione)
				Rotational/ translational

La precedente tabella riporta in modo sintetico la struttura della classificazione così come è stata codificata nella terminologia in lingua italiana.

Il territorio studiato conta complessivamente 2.806 frane e di queste 1.068 sono state analizzate e classificate. La classificazione dei dissesti gravitativi, fondamentale soprattutto per la stima della pericolosità di versante, è stata fatta in base al rilevamento diretto delle frane che potevano interessare bersagli più significativi. Nei casi in cui non è possibile ravvisare ragionevoli interferenze con manufatti di proprietà pubblica non si è proceduto al rilevamento e di conseguenza alla classificazione. Ad esempio nei molti casi di interferenza con strade private (consortili e no), spesso chiuse da sbarre o con accesso impedito con segnaletica e cartelli, non si è potuto nemmeno accedere alla corona delle frane.

TIPOLOGIA DEL MOVIMENTO

Nel territorio dell'Area Bazzanese, rispetto ai 5 tipi di movimento indicati nella classificazione adottata, sono individuate solamente frane di scivolamento (slide), di colata (flow), e di crollo (fall). Per la definizione della tipologia del movimento si sono utilizzate anche le informazioni relative alla litologia del substrato roccioso.

Le frane analizzate sono state dunque classificate per tipologia e risultano: 3 fall, 347 flow, 520 slide e 198 frane complesse, cioè attivate secondo differenti meccanismi di movimento. Molte delle frane classificate slide in realtà sono costituite da movimenti formati come scivolamenti, la cui evoluzione, in particolare nella parte frontale, avviene come colata. In molti altri casi la tendenza allargante di movimenti allungati in valli e depressioni predetermina condizioni di formazione di scivolamenti laterali il cui apporto confluisce a formare colate. Nel territorio indagato i flow sono sempre movimenti lenti, anche nel caso in cui si formino su unità geologiche sabbiose, perché la componente limosa ed argillosa fornisce una coesione tale all'ammasso roccioso da non consentirgli di raggiungere velocità elevate.

MATERIALE COINVOLTO

I tre termini indicati nella classificazione si riferiscono non al materiale dell'accumulo di frana,

ma a quello che costituisce il versante interessato dal movimento, ben osservabile, di norma, in corrispondenza del coronamento. Il significato che Varnes (1978) attribuisce a questi vocaboli non è rigoroso, ma correlato alla consuetudine applicativa, si tratta di una terminologia al limite tra la geologia e l'ingegneria.

Naturalmente nella definizione del materiale coinvolto nella frana è essenziale conoscere la profondità del piano di taglio del movimento, profondità spesso non rilevabile direttamente. In questo senso oltre alle consuete considerazioni relative all'altezza ed alla geometria della scarpata di corona, all'acclività e litologia si è tenuto conto delle dimensioni del dissesto. In questi casi le frane inferiori a 7 ettari sono state considerate superficiali, con piani di taglio intersecanti al più lo strato alterato.

STATO DI ATTIVITÀ DELLA FRANA

Rappresenta la valutazione qualitativa dell'evoluzione temporale della frana. Lo stato di attività può essere "attivo", "riattivato", "sospeso", "non attivo", ed è sempre riferito all'istante/periodo in cui avviene l'osservazione. Tra le non attive si distinguono le "quiescenti", le "abbandonate", le "stabilizzate". Su questi termini occorre essere molto chiari, in particolare sulle definizioni di "frana attiva" e "frana quiescente".

Le frane attive, secondo Cruden e Varnes, sono frane in movimento per la prima volta. Mentre quelle che hanno avuto attività nell'ambito dell'anno solare, ma non sono più attive al momento dell'osservazione (non hanno movimento), vengono definite "sospese". Si tratta quindi di una definizione "letterale". Se la frana dovesse nuovamente attivarsi, dopo un periodo di inattività, si utilizza il termine "riattivata". Resta implicito che una frana può essere attiva anche per molti anni successivi se il movimento persiste in continuità, o può ripetutamente riattivarsi se il suo moto si sviluppa in modo impulsivo. L'uso di termini diversi ha rilevanza in quanto differente è la resistenza opposta dalla roccia alla rottura, nel caso di prima attivazione (frana attiva), e nel caso di successiva attivazione (frana riattivata). In questo modo la terminologia indica già un elemento fondamentale di conoscenza della possibile evoluzione di quell'area.

Secondo Cruden e Varnes il termine "frane non attive" definisce i movimenti che non hanno dato segni di attività da oltre un anno, oppure da un intero ciclo stagionale. La classificazione adottata le scompone in: "dormant", tradotto in "quiescente", quando gli effetti del movimento sono visibili e le cause (morfologiche, climatiche o geologiche) che lo hanno determinato sono attuali, cioè quando esiste ancora la possibilità di una riattivazione; "abbandonate" quando le cause che hanno determinato il movimento sono modificate o sono superate; "stabilizzate" quando opere artificiali hanno fermato il movimento. Le frane sono classificate "relitte" quando si tratta di movimenti antichi, sviluppatisi in condizioni morfo-climatiche non più attuali, oppure nei casi in cui vi siano prove geologiche di inattività preistorica, come, ad esempio, corpi di accumulo di frana sepolti sotto sedimenti più recenti.

In conclusione lo stato di attività delle frane è certamente il parametro più difficoltoso da applicare negli studi territoriali mancando, generalmente, informazioni precise sulle epoche di innesco e di eventuale ripresa dei singoli movimenti. Per quanto detto i dati in possesso non consentono di riscontrare casi di frane attive, mentre si riporta un caso di frana stabilizzata ed un dissesto abbandonato; i restanti movimenti rilevati vengono classificati come non attivi

quiescenti, nel senso degli Autori già citati.

DISTRIBUZIONE DELL'ATTIVITÀ DEL MOVIMENTO

Descrive le modalità e/o le direzioni ed il luogo del movimento della frana. La distribuzione dell'attività, quando correttamente rintracciata e studiata, permette di prevedere l'evoluzione in senso spaziale del dissesto. La definizione della distribuzione dell'attività di frana è rilevante ai fini della valutazione del grado di pericolosità, in particolare per le frane che si sviluppano in vicinanza a bersagli ad elevata esposizione: edifici pubblici, edifici residenziali e produttivi, viabilità, altre opere sensibili.

Le frane “retrogressive” sono quelle in cui, successive riattivazioni dimostrano la tendenza ad ampliare la zona coinvolta nel movimento verso la direzione opposta a quella del movimento. Cioè, la corona di distacco si amplia verso monte. Le frane “aumentanti” sono quelle in cui la superficie di scorrimento si estende in due o più direzioni producendo la conseguenza di possibili movimenti differenziati per velocità, direzione e tempi di accadimento. Le frane “avanzanti” sono quelle in cui la superficie di scorrimento tende ad estendersi nella direzione del movimento, cioè verso valle.

Una parte delle frane dotate di definizione della distribuzione, in particolare quelle retrogressive sono state qualificate in termini di possibile ampiezza dell'area interessabile, nei prossimi anni, da processi di nuova attività. Analogo comportamento si è tenuto rispetto alle aree di possibile transito e arrivo delle frane. Questa informazione è stata regolata con “record” speciali nella B/D fornita e riportati nella cartografia delle criticità geologiche (serie tavole QC.B2.02) come zone di possibile “evoluzione” o “arrivo” del dissesto.

STILE DI ATTIVITÀ

Indica i diversi meccanismi di movimento ed il loro relativo contributo alla frana. Anche questa caratterizzazione del dissesto fornisce, se correttamente conosciuta, indicazioni di notevole precisione sia sulla previsione del movimento, sia sulla tipologia dei monitoraggi, sia sulla qualità e costo delle opere di sistemazione. La classificazione risente pesantemente dell'assenza di conoscenze di sottosuolo ed anche morfometriche dei singoli movimenti: per giungere ad una definizione sia pure approssimativa di questo insieme di parametri occorre effettuare indagini geognostiche profonde, ed una conoscenza storica dei movimenti stessi.

Frane “singole”, sono quelle in cui si è verificato un solo movimento del materiale spostato. Frane “complesse” sono quelle caratterizzate dalla combinazione successiva di più tipi di movimento (esempio: scivolamento e successiva colata dell'accumulo), è presumibile che molte delle grandi colate censite costituiscano in realtà l'evoluzione di slide. Frane “multiple” sono quelle in cui lo stesso tipo di movimento si ripete più volte, spesso a questo stile si associano distribuzioni retrogressive, allarganti, avanzanti. Frane “successive” sono quelle in cui il tipo di movimento è il medesimo e si sviluppa in tempi successivi in aree limitrofe ed i corpi di frana si mantengono distinti.

In pochi casi si è tentata una classificazione dello stile, in 16 casi si è ritenuto di riconoscere uno stile di movimento multiplo ed in altri numerosi casi (317) si è indicato uno stile complesso che è stato semplicemente desunto dai dati di classificazione dell'archivio regionale.

2.3.1.2 PERICOLOSITÀ DI VERSANTE

Per il PSC dell'Area Bazzanese si propone il medesimo impianto di metodo utilizzato per i Comuni di Porretta, Gaggio Montano, Castel di Casio (Studio Viel, 2000), Monteveglio e Sasso Marconi (Studio Viel, 2003), San Lazzaro di Savena, Ozzano dell'Emilia (Studio Viel & Associati, 2007), Lizzano (Studio Viel & Sangiorgi, 2008) e cioè una valutazione della pericolosità di versante (movimenti di gravità noti) fondata sull'energia esprimibile dalla frana stessa (magnitudo). Un metodo che consente anche confronti tra territori diversi. Per giungere alla stima della magnitudo occorrerebbero però molte e dettagliate informazioni sulle frane, attualmente non disponibili alla scala territoriale del lavoro.

I parametri che entrano nella valutazione della magnitudo di frana sono naturalmente la "massa della frana" e la "velocità" di riattivazione. Per ogni movimento analizzato si è indicata una velocità di riattivazione; l'indicazione è semplicemente numerica e si riferisce all'intervallo di variazione indicato mediamente dagli stessi Autori della classificazione adottata: la seguente tabella 2.2 riporta i valori assunti.

Tab. 2.2 Velocità dei dissesti gravitativi secondo Cruden e Varnes (fonte: <<Landslides, special report n.247>>, 1996):

CLASSE VELOCITA'	DESCRIZIONE	SCALA VELOCITA' (limite inferiore)
7	Estremamente rapida	5 m/s
6	Molto rapida	3 m/min
5	Rapida	1,8 m/h
4	Moderata	13 m/mese
3	Lenta	1,6 m/anno
2	Molto lenta	16 mm/anno
1	Estremamente lenta	

La stima della velocità di riattivazione è stata fondata su:

- a) litologia, o meglio caratteristiche della Formazione geologica che costituisce il substrato su cui si è sviluppato il movimento;
- b) rapporti tettonici (le frane di "contatto" sono fortemente condizionate dalle caratteristiche di permeabilità del substrato, e della situazione locale;
- c) la possibile profondità del piano di taglio considerata in base alle dimensioni del dissesto;
- d) ovviamente le varie considerazioni fatte in merito alla classificazione dei movimenti stessi;

Per la valutazione della massa si è semplicemente assunta la superficie della frana senza altre valutazioni relative alla profondità media dell'ammasso in dissesto. Nel calcolo finale, la magnitudo di ogni frana (che comunque rappresenta una energia istantanea) è stata ottenuta in termini di kJ (cioè migliaia di Joule).

Il metodo di stima della pericolosità basato sulla magnitudo degli eventi non è migliore dei metodi di valutazione solo qualitativi o ponderali e la qualità di questo approccio non consiste

nel fatto che è numerico, poiché alla determinazione del numero finale (energia istantanea) si giunge con una serie di valutazioni che restano qualitative (ad esempio l'attribuzione della velocità) che, come visto, è affidata ad elementi di valutazione soggettiva. Questa metodologia di valutazione consente però di correggere agevolmente le informazioni di "input", una volta che esse siano disponibili e quindi di ottenere una più corretta stima di pericolosità; consente infine di confrontare situazioni morfologiche anche tra loro molto distanti. Ad esempio l'inserimento di strumenti di misura degli spostamenti dell'ammasso dissestato ed i relativi sondaggi di prospezione e preparazione permettono di avere sia le informazioni geometriche (profondità media) e quindi i volumi corretti, sia, nel tempo, le velocità reali. Ecco allora che questi dati consentirebbero la valutazione della magnitudo del processo in atto e possono consentire anche di estrapolare ad altri movimenti non strumentati, posti in condizioni analoghe, i risultati ottenuti.

La scala dei valori di magnitudo ottenuta costituisce pertanto la base numerica su cui si sono realizzate le categorie di pericolosità riportate nelle tavole della serie QC.B2.02. La cartografia riporta anche le zone di probabile "arrivo" oppure di "evoluzione" (retrogressione, aumento..) dei dissesti rilevati, elaborate sulla base delle condizioni morfologiche – litologiche del versante e della presenza di "segnali premonitori" rilevati nei bersagli (lesioni stradali, edifici lesionati..).

L'intero lavoro di classificazione della pericolosità di versante ha dunque lo scopo di rispondere anche al comma 2 dell'articolo 6.8 delle norme del PTCP, fornendo per le UIE non già perimetrate dal PSAI, una valutazione e soprattutto una localizzazione della pericolosità di versante.

2.3.1.3 RISCHIO DI VERSANTE

Alla classificazione dei dissesti ed alla definizione quantitativa della relativa pericolosità, si è associato l'esito del rilevamento dei bersagli sensibili presenti nell'area collinare e montana (essenzialmente edifici e strade) ed il controllo di altri dati di repertorio (strade lesionate nel territorio della Comunità Montana rilevate nel 1999 da Geoprobe; strade ed edifici lesionati rilevati nel 2003 dallo Studio Viel per il PSC di Monteveglio).

La cartografia (serie QC.B2.02) identifica con un colore pieno anche gli edifici potenzialmente vulnerabili di cui non si hanno informazioni di lesioni ma che ricadono comunque sulle aree di dissesto (evidenziati in rosso) e sulle zone di probabile evoluzione oppure arrivo delle frane (verde scuro). Sono anche evidenziati tutti i fabbricati che ricadono entro una fascia di possibile interferenza con i dissesti (verde chiaro) stimata in 30 metri: quest'ultima rappresenta una distanza imposta a cautela di possibili evoluzioni del dissesto per cause non quantificabili con lo stato di fatto (impulsi sismici, interventi di nuova edificazione oppure anche interventi significativi di ristrutturazione dei fabbricati esistenti, sistemazione di terreni con scavi e/o riporti, ecc.).

L'associazione tra bersagli (qualificati da segnalazioni o da esiti di rilevamento) e pericolosità di versante consente di avere un controllo dello stato di attività delle frane stesse ed anche di rappresentare il "rischio" con maggiore probabilità di accadimento.

Tuttavia il rischio non può essere restituito in termini quantitativi poiché esso rappresenta una categoria tipicamente legata a stime soggettive, in essa infatti entra anche il "valore" del

bersaglio e la possibilità di effettuare confronti con una “scala di riferimento” che certamente non può essere comunale, o solo locale, “scala” più volte proposta e discussa, ma che non è stata mai codificata. Valore del bersaglio che non deve essere inteso solamente in termini puramente monetari.

Al fine invece di rispondere al comma 3 dell'art. 6.8 delle norme del PTCP si sono redatte le sintesi valutative relative alle situazioni di intersezione tra strade e altre proprietà comunali e movimenti franosi censiti nelle UIE a rischio basso e moderato (R1 ed R2), utilizzando schede come richiesto dall'Autorità di Bacino. Questo lavoro (allegato fuori testo) riporta i perimetri delle UIE e dei movimenti franosi rilevati senza alcuna valutazione di pericolosità o altre specificazioni.

2.3.1.4 LO STATO DI FATTO

L'incrocio delle superfici dissestate con le unità litologiche affioranti fornisce un quadro generale della distribuzione dei dissesti gravitativi nel territorio studiato e della incidenza della litologia sulla franosità. Si tratta comunque di dato grezzo di incrocio che non distingue le interferenze delle frane con più unità litologiche (nel caso di frane molto estese sono spesso dovute a situazioni tettonicamente complesse – frane di contatto –) e può contenere possibili errori statistici legati alla modesta estensione, oppure all'elevata frammentazione di alcune formazioni geologiche. La tabella 2.3 vuole fornire solamente un esito statistico generale: sono state decurtate soltanto i poligoni che ricadono sulle coperture recenti (spesso frane superficiali oppure zone di arrivo/piede del dissesto). La tabella riporta per ogni litologia: la sua superficie affiorante nel territorio bazzanese in ettari ed in percentuale sul totale; la percentuale della superficie in dissesto rispetto alla sua estensione complessiva; infine nell'ultima colonna la tabella riporta la percentuale delle arre in dissesto per ogni litologia rispetto alla superficie complessiva delle frane; è evidente, però che quest'ultimo valore dipende soprattutto dall'estensione delle litologie affioranti.

Tab. 2.3 Sintesi statistica della franosità per litologia nell'Area Bazzanese

LITO	SUP. LITO TOT (Ha)	SUP. LITO TOT (%)	SUP. LITO IN DISS (%)	SUP. DISS IN LITO (%)
ADO2 - Formazione di Monte Adone - membro delle Ganzole	1543.9	7.6	9.8	3.7
ADO2a - Formazione di Monte Adone - membro delle Ganzole	554.0	2.7	8.6	1.2
ANT - Marne di Antognola	395.0	1.9	33.3	3.2
ANT4 - Marne di Antognola - membro di Anconella	38.5	0.2	11.9	0.2
ANT4a - Marne di Antognola - membro di Anconella	27.6	0.1	8.5	0.1
APA - Argille a palombini	227.6	1.1	14.5	0.8
ARB - Arenarie di Ponte Bratica	246.7	1.2	24.6	1.5
AVN - Argille e calcari del Torrente Lavinello	2528.0	12.5	33.7	21.0
AVS - Argille Varicolori della Val Samoggia	1819.9	8.9	35.9	16.0
AVSa - Argille Varicolori della Val Samoggia	248.2	1.2	40.9	2.5
AVSac - Argille Varicolori della Val Samoggia	34.7	0.2	28.2	0.2
AVSb - Argille Varicolori della Val Samoggia	57.8	0.3	33.4	0.5
AVV - Argille Varicolori di Cassio	29.5	0.1	36.6	0.3
CIG - Formazione di Cigarello	483.0	2.4	15.3	1.8
CIG1 - Formazione di Cigarello - membro di Montalto Nuovo	46.0	0.2	0.0	0.0
CIG2 - Formazione di Cigarello - membro di Monte Luminasio	69.7	0.3	0.0	0.0
CTG - Formazione di Contignaco	142.9	0.7	19.7	0.7
FAA - Argille Azzurre	3191.5	15.8	7.3	5.7
FPG - Formazione di Poggio	56.6	0.3	43.2	0.6
FPG1 - Formazione di Poggio - membro di Rio delle Praterie	5.1	0.0	21.0	0.0
FPGa - Formazione di Poggio - litofacies arenacea	55.5	0.3	45.1	0.6
GES - Formazione Gessoso Solifera	46.7	0.2	10	0.1
IMO1 - Sabbie di Imola - membro di Monte Castellaccio	629.7	3.1	1.4	0.2
IMO2 - Sabbie di Imola - membro di Fossoveggia	1492.2	7.3	0.8	0.3
IMO3 - Sabbie di Imola - membro di Castel San Pietro	56.0	0.3	0.0	0.0
LOI - Formazione di Loiano	278.2	1.4	29.8	2.0
MMP - Marne di Monte Piano	88.0	0.4	33.8	0.7
MOH - Formazione di Monghidoro	835.3	4.1	31.4	6.4
MPA - Formazione di Montepastore	192.5	0.9	16.4	0.8
MVT - Breccie argillose della Val Tiepido-Canossa	569.0	2.8	29.6	4.1
PAT - Formazione di Pantano	1914.0	9.5	7.4	3.5
PAT3 - Formazione di Pantano - membro di Calvenzano	88.9	0.4	0.3	0.0
RUM1 - Formazione di Monterumici - membro di Scascoli	0.1	0.0	0.0	0.0
SAG1 - Formazione di Savigno - membro di Villa	855.1	4.2	35.7	7.5
SAG2 - Formazione di Savigno - membro di San Prospero	420.1	2.1	31.2	3.2
SCB - Arenarie di Scabiazza	938.7	4.6	43.9	10.2
TER - Formazione del Termina	63.1	0.3	17.6	0.3
TER2 - Formazione del Termina - membro di Montebaranzone	71.3	0.4	7.2	0.1

Per ogni colonna della tabella vengono evidenziati gli esiti più significativi: si desume facilmente che le litologie prevalentemente pelitiche e/o tettonizzate della successione Epiligure e del dominio Ligure sono quelle caratterizzate dalla maggiore propensione al dissesto ed in particolare le Formazioni AVN, AVS, MOH, SAG. Il fatto che oltre un terzo dell'estensione territoriale interessata da queste unità sia classificata in dissesto appare però poco verosimile soprattutto se confrontati con gli indicatori di franosità a scala più ampia (regionale) già noti (Viel, De Nardo et Al, 2002⁴⁶) che risultano decisamente inferiori a quelli riscontrati. Si tratta certamente di un limite intrinseco all'attendibilità del rilievo e delle perimetrazioni assunte dall'archivio RER: le frane censite nella cartografia geologica regionale sono derivate da considerazioni morfologiche di superficie e da perimetrazioni effettuate da foto aeree più che da informazioni di sottosuolo o da accertamenti diretti delle geometrie e dell'attività delle frane.

Detto questo, la più alta densità di dissesto gravitativo si concentra soprattutto nei comuni di

⁴⁶ in "Schema direttore della pericolosità geo-ambientale", RER, edizione 2002

Savigno, Monte San Pietro e Castello di Serravalle ed in particolare:

- ## nel territorio di Savigno $\acute{z}$ l'alto bacino del Torrente Samoggia e la vallata del Torrente Venola sono caratterizzati da ampie aree in dissesto. Si tratta spesso di grandi frane caratterizzate da superfici con ripiani e contropendenze (tipiche delle zone di distacco interne a corpi di frana complessi e impostate su piú piani di taglio sovrapposti a diverse quote) che risultano sede di insediamenti sparsi, e formatesi con movimenti storici (antichi) del corpo di frana. I corpi di queste frane possono avere segnali di riattivazione di movimenti di piccole dimensioni che interessano le coltri piú superficiali e spesso causano soprattutto lesioni a strade. Sono molto frequenti ampie zone interessate da fenomeni di colamento lento (flow) causati dall'elevata erosione delle formazioni piú pelitiche;
- ## nel territorio di Monte San Pietro $\acute{z}$ sono frequenti piccole slide che hanno coinvolto il bedrock superficiale piú alterato; risultano numerosi anche i fenomeni di colamento lento, in particolare nel versante in sinistra idrografica del T. Lavino (frazione di Calderino) e, piú diffusamente, anche in tutto l'alto bacino dello stesso corso d'acqua;
- ## nel territorio di Castello di Serravalle $\acute{z}$ i versanti situati ad ovest del capoluogo, dove affiorano litologie del dominio ligure facilmente erodibili (quindi con propensione al colamento), sono caratterizzati anche da movimenti gravitativi di scivolamento di modeste estensioni e con superfici di scorrimento per lo piú poco profonde (coinvolgono soprattutto i suoli e gli spessori di roccia piú alterata);

In conclusione le cartografie della serie QC.B2.02 riportano la zonizzazione di pericolosit  per ogni dissesto che pu  coinvolgere bersagli significativi ed evidenziano lo stato di fatto dei manufatti (strade ed edifici) lesionati; a questa cartografia si rimanda per ogni valutazione pi  dettagliata.

2.3.2 *Sistema idrico superficiale*

2.3.2.1 PROCESSI NEL RETICOLO PRINCIPALE

Il rilevamento speditivo effettuato lungo le principali aste fluviali ha evidenziato i processi erosivi pi  significativi, attivi e potenziali (scalzamento ed instabilit  delle ripe, erosione di fondo), inoltre si fornisce una valutazione in merito al possibile trasporto solido in alveo; gli esiti sono riportati cartograficamente nelle tavole serie QC.B2.02.

Le situazioni pi  importanti di erosione delle scarpate fluviali di distribuiscono lungo il Samoggia ed il Lavino, ma anche lungo gli altri corsi d'acqua secondo l'andamento locale della corrente; le situazioni pi  critiche sono spesso dovute alla possibile sottoescavazione delle strade di fondovalle a ridosso di scarpate fluviali in erosione. Anche la presenza di manufatti di difesa esistenti (briglie, muri e gabbionate spondali, ecc.) conferma localmente la possibilit  di erosioni d'alveo: per questo motivo nei tratti di ripa si   ugualmente evidenziata la potenziale criticit , seppur allo stato di fatto mitigata dalle stesse opere.

I processi d'erosione di fondo sono invece dimostrati dall'affioramento del bedrock nell'alveo che dunque risulta inciso senza la formazione di barre e di materassi ghiaiosi di fondo. I tratti d'alveo indicati in cartografia non appaiono comunque caratterizzati da situazioni di elevata

compromissione o criticità ma piuttosto compresi nell'ambito di una dinamica fluviale di normale evoluzione naturale.

Nella cartografia serie QC.B2.02 sono stati evidenziati anche i tratti di reticolo fluviale nei quali si è presupposta la possibilità di trasporto solido significativo; questa valutazione è basata sul controllo delle litologie più erodibili (si sono considerate anche le aree di scarpata e calanchive in affioramento), del contesto tettonico locale (fratturazione dell'ammasso roccioso), della presenza di superfici in dissesto (flow e slide) e dell'acclività. Nei bacini secondari che interferiscono con il fondovalle più densamente urbanizzato, la stima del trasporto solido potenziale è stata invece impostata con un approccio di calcolo che verrà descritto nel successivo paragrafo.

2.3.2.2 EROSIONE NEI BACINI SECONDARI E TRASPORTO SOLIDO POTENZIALE

I Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) del Reno e Samoggia forniscono un quadro di riferimento adeguato alla pianificazione territoriale a scala comunale in merito al rischio idraulico pertinente le principali aste fluviali (§ 2.2.2). Un aspetto non trascurabile del rischio idraulico, che non è stato ancora sufficientemente analizzato, è invece quello derivante dal reticolo idrografico minore e minuto, legato all'interferenza con l'urbanizzato di fondovalle. Sono stati elaborati, ad esempio, studi pilota della Autorità di Bacino del Reno relativi al rischio idraulico del reticolo minore e minuto nel territorio comunale di Sasso Marconi.

Per le analisi conoscitive del PSC dell'Area Bazzanese si è voluto affrontare anche il tema della potenziale criticità legata al trasporto solido del reticolo minuto che interferisce con i principali bersagli sensibili: nuclei urbani e/o produttivi, infrastrutture (fognature, tombinature, by-pass stradali). È evidente, infatti, che la rapida espansione urbana degli ultimi decenni nelle valli anche a ridosso di versanti, ha spesso costretto il deflusso delle acque superficiali entro alvei sempre più ridotti oppure canalizzati o tombati e trasformati in collettori della rete fognaria urbana, con interventi che generalmente prescindono da ogni studio idraulico (tanto meno se relativi al deflusso idrico del reticolo minuto). Il trasporto solido può gravare sull'efficienza delle opere esistenti riducendo ulteriormente il deflusso, in particolare se si sovrappongono queste "sfortunate" preliminari condizioni: opere sotto dimensionate, scarsità di manutenzione, evento pluviometrico eccezionale.

Si è dunque valutata speditamente l'entità del trasporto solido, inteso come deflusso torbido unitario medio annuo T_u (t/kmq/anno), soltanto per il reticolo minuto che interseca allo sbocco vallivo infrastrutture e nuclei urbani. La stima del T_u è assimilabile all'entità dell'erosione potenziale del rispettivo bacino idrografico secondario ed è stata basata su un approccio indiretto che considera le caratteristiche morfometriche dei bacini considerati. Per il calcolo del T_u si è utilizzata la seguente relazione matematica sperimentata per l'Appennino romagnolo (Ciccacci et al., 1980) e che implementa la densità di drenaggio D e la densità di anomalia gerarchica g_a :

$$\log T_u = 1,82818 \log D + 0,01769 g_a + 1,53034$$

La densità di drenaggio è infatti uno dei parametri più significativi perchè è funzione delle principali caratteristiche del bacino: in particolare è direttamente proporzionale all'intensità delle precipitazioni, all'acclività ed erodibilità dei versanti mentre è inversamente proporzionale alla

permeabilità dei sedimenti/suoli affioranti ed alla copertura vegetale. È definita come il rapporto tra la lunghezza totale dei segmenti fluviali del bacino e l'area del bacino stesso: $D = \sum L/A$.

La densità di anomalia gerarchica è invece un parametro significativo dell'organizzazione gerarchica⁴⁷ del reticolo idrografico ed è definita come il rapporto tra il numero di "anomalia gerarchica"⁴⁸ G_a e l'area del bacino considerato: $g_a = G_a/A$.

Lo studio è stato dunque impostato per fasi di lavoro successive:

- 1) selezione dei bacini secondari da controllare (figura 2.10) $\hat{z}$ sono state assunte le UIE del PSAI/PTCP; in alcuni casi sono state modificate, correggendo la perimetrazione del bacino, per migliorare l'esito della simulazione; le UIE selezionate interferiscono con i bersagli più significativi (strade, fognature, nuclei abitativi/produttivi);
- 2) ricostruzione e gerarchizzazione del reticolo idrografico completo nei bacini controllati (figura 2.11) $\hat{z}$ il reticolo minuto rilevato è stato implementato con nuovi segmenti desunti dal controllo della base topografica (raster CTR scala 1:5.000); si tratta di elementi idrografici già rilevati nella cartografia tecnica oppure di elementi idrografici ricostruiti in base alla morfologia del versante (disposizione delle isoipse) che consentono di completare il reticolo che può essere attivabile in condizioni pluviometriche critiche (es. intense);
- 3) calcolo nelle anomalie gerarchiche e stima dell'erosione potenziale per ogni bacino secondario $\hat{z}$ i bacini sono stati distinti in quattro classi di erosione⁴⁹: "scarsa" fino a 115 t/kmq/anno; "media" da 115 a 1.000 t/kmq/anno; "elevata" da 1.000 a 2.000 t/kmq/anno; "molto elevata" oltre 2.000 t/kmq/anno;

⁴⁷ La gerarchizzazione del reticolo idrografico si basa fondamentalmente sui concetti elaborati a partire dagli anni '40 del secolo scorso da Horton (1945) e Strahler (1952). Il reticolo idrografico può essere suddiviso in segmenti ai quali viene attribuita una gerarchia: un segmento senza affluenti costituisce un elemento di I ordine, dalla confluenza di due segmenti di primo ordine si origina un'asta di II ordine e così via; infine se un elemento confluisce in un segmento di ordine superiore non si ha incremento di ordine gerarchico.

⁴⁸ L'anomalia gerarchica corrisponde al numero minimo di segmenti di I ordine necessari a rendere il reticolo idrografico perfettamente gerarchizzato (Avena et al., 1967)

⁴⁹ Classi di erosione secondo Fournier (1960)

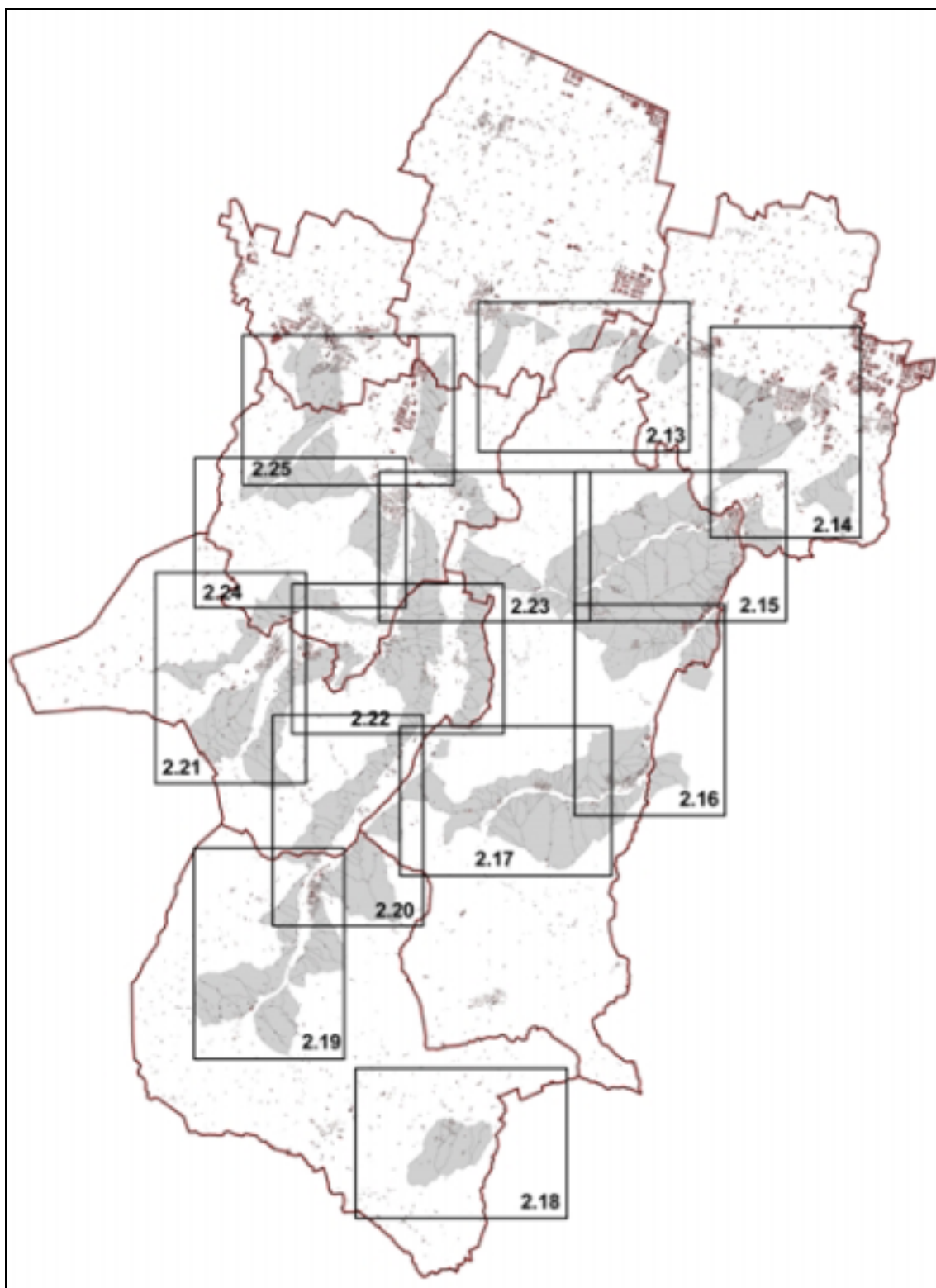


Fig. 2.10
particolari

bacini secondari controllati e quadro di unione delle successive figure

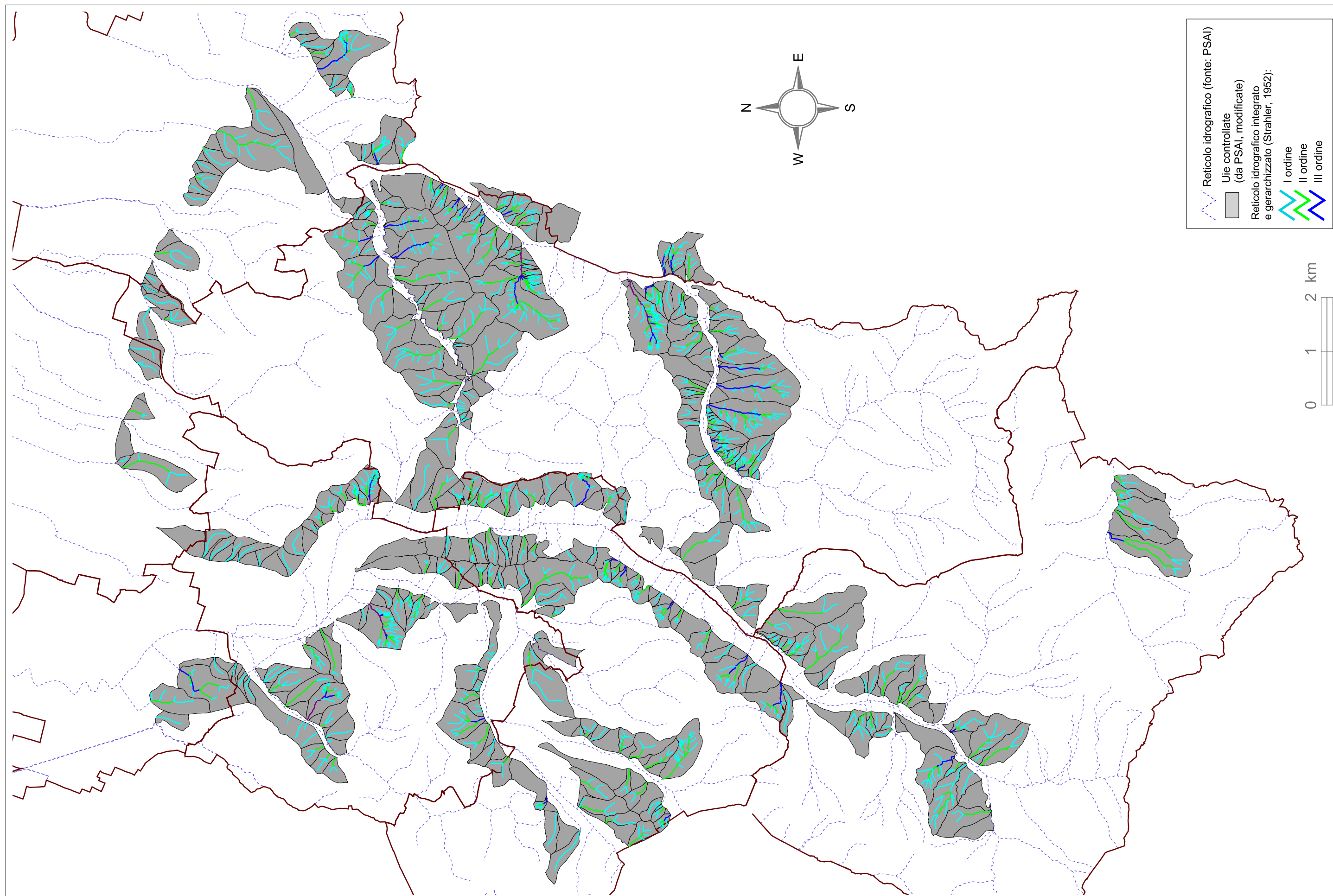


Fig. 2.11 Ricostruzione e gerarchizzazione del reticolo potenziale

- 4) per i bacini secondari con esiti di erosione da “media” a “molto elevata” si è calcolata l'entità del trasporto solido potenziale e riferito allo sbocco vallivo del reticolo $\acute{z}$ le modeste dimensioni dei bacini controllati e la loro acclività consentono di valutare il Tu mediante il semplice prodotto del valore di erosione per la superficie senza correzioni legate alla possibilità di deposito in alveo, che altrimenti dovrebbe essere sempre valutato. Per semplificare la lettura degli esiti ed estrapolare correlazioni, le entità di Tu calcolate sono state organizzate nelle seguenti tre classi: “moderato” fino a 50 t/anno; “elevato” da 50 a 100 t/anno; “molto elevato” oltre 100 t/anno

Gli esiti della simulazione, cioè la classificazione dei bacini secondari in classi di erosione potenziale e l'individuazione dei punti di deflusso più critici in termini di possibilità di trasporto solido, sono riprodotti nelle successive figure (serie da 2.13 a 2.25). La figura 2.12 propone invece la legenda per la lettura delle figure sopra citate. La sovrapposizione degli esiti di T.U. con reti fognarie⁵⁰ (bianche, miste e nere), strade ed edifici consente una immediata valutazione di possibile “rischio” per questi manufatti: potenziali ostruzioni di tombinature di by-pass della viabilità, intasamenti delle fogne bianche e miste, ecc.

Fig. 2.12
da 2.13 a 2.25

Legenda delle figure serie



In conclusione, nei territori comunali di Bazzano (figura 2.25) e Crespellano (figura 2.13) non si evidenziano situazioni di criticità, mentre per gli altri Comuni si possono riassumere le seguenti situazioni:

- ## Comune di Zola Predosa $\acute{z}$ (fig. 2.13 e 2.14) non si evidenziano particolari criticità nei versanti ad ovest del capoluogo; nel fondovalle in destra idrografica del Lavino i versanti tra le località Gessi e Tre Portoni sono caratterizzati da una moderata propensione

⁵⁰ Metadati forniti dalla Comunità Montana – Associazione dei Comuni della Valsamoggia

all'erosione e con possibilità di trasporto solido a monte della località Dardello;

- ## Comune di Monteveglio $\acute{z}$ (fig. 2.23, 2.24 e 2.25) vi è diffusa propensione all'erosione e trasporto solido in particolare nei versanti a sud del capoluogo (soprattutto il fosso S. Teodoro appare la situazione potenzialmente più critica, vista anche la sua tombinatura/canalizzazione subito a ridosso di Monteveglio); si segnalano altre potenziali criticità in particolare presso i toponimi Palazzetto e C. Fornelli (ad est di Monteveglio e in sinistra del Samoggia);
- ## Comune di Savigno $\acute{z}$ (fig. 2.18, 2.19, 2.20) non si segnalano particolari situazioni di criticità se non nel versante a ridosso del toponimo Ca Guidotti e della S.P. Valle Samoggia;
- ## Comune di Castello di Serravalle $\acute{z}$ (fig. 2.20, 2.21 e 2.22) si segnala una diffusa propensione all'erosione dei versanti a ridosso del fondovalle del Samoggia e dei torrenti Ghiaie e Ghiaietta e con situazioni di possibile trasporto solido e di potenziale criticità (comunque generalmente moderata) per i bersagli (ponti by-pass stradali);
- ## Comune di Monte San Pietro $\acute{z}$ (fig. 2.14 e 2.15, 2.16, 2.17) è il territorio che presenta le situazioni di maggior criticità. I versanti a ridosso della località Calderino in sinistra del Lavino sono caratterizzati da diffusa erodibilità con possibilità di trasporto solido che può risultare anche molto critico per le infrastrutture già esistenti (tombinature e fognature); si segnalano situazioni di potenziale criticità nei versanti in sinistra del Landa ed in particolare a ridosso della località Cappone e lungo la strada di fondovalle ed ancora a sud di Calderino presso il toponimo La Casona. Anche nella frazione di Monte San Giovanni vi è situazione di significativa erodibilità di versante: in particolare si segnalano possibili criticità in caso di trasporto solido a ridosso del toponimo Venezia e nelle vicine tombinature della strada provinciale; altre situazioni di potenziale erosione da segnalare sono nei versanti a ridosso delle frazioni Oca e Badia, soprattutto in destra del Lavino.

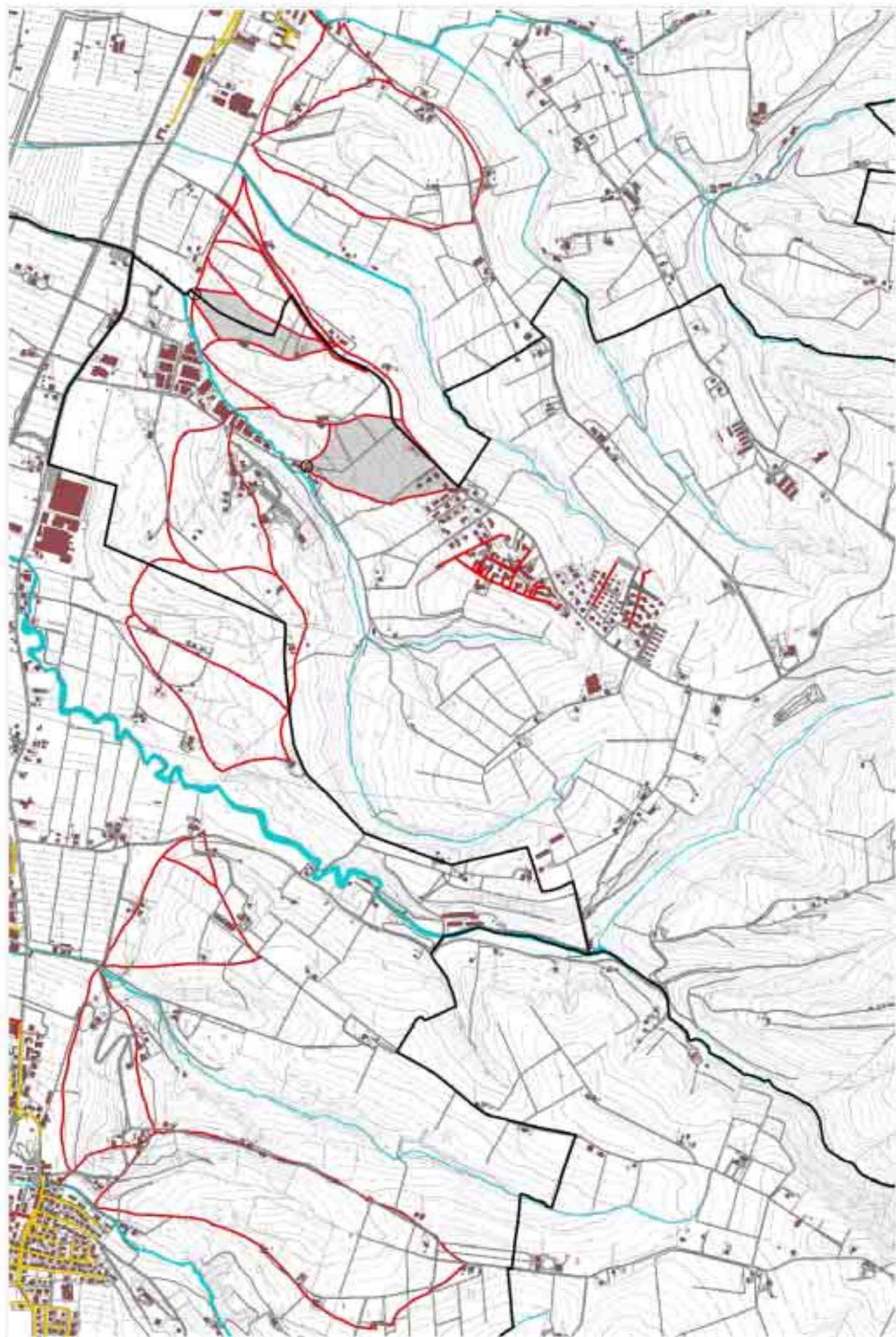


Figure 2.13

(FIGURA 2.14 – FORMATO A3)

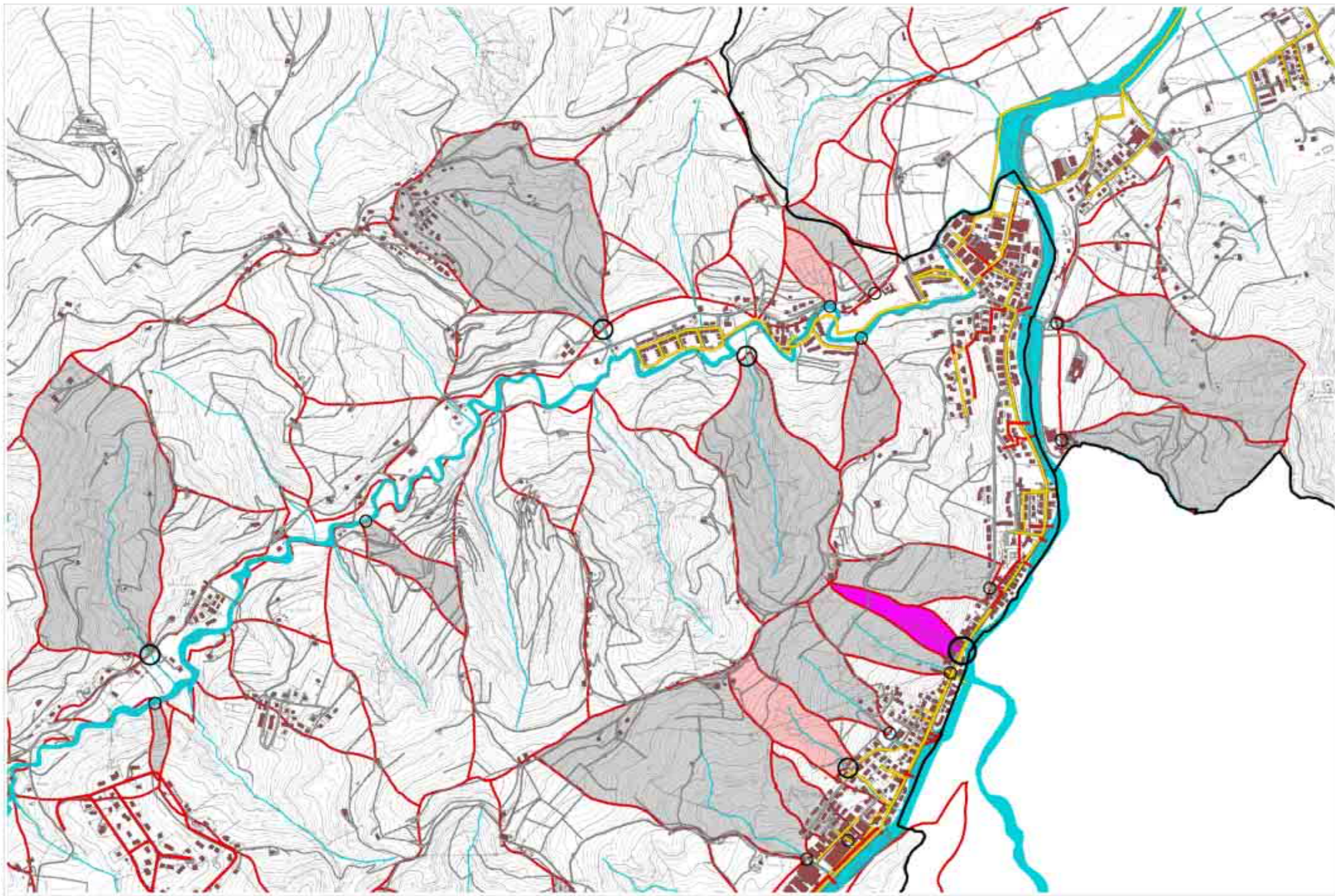


Figura 2.15

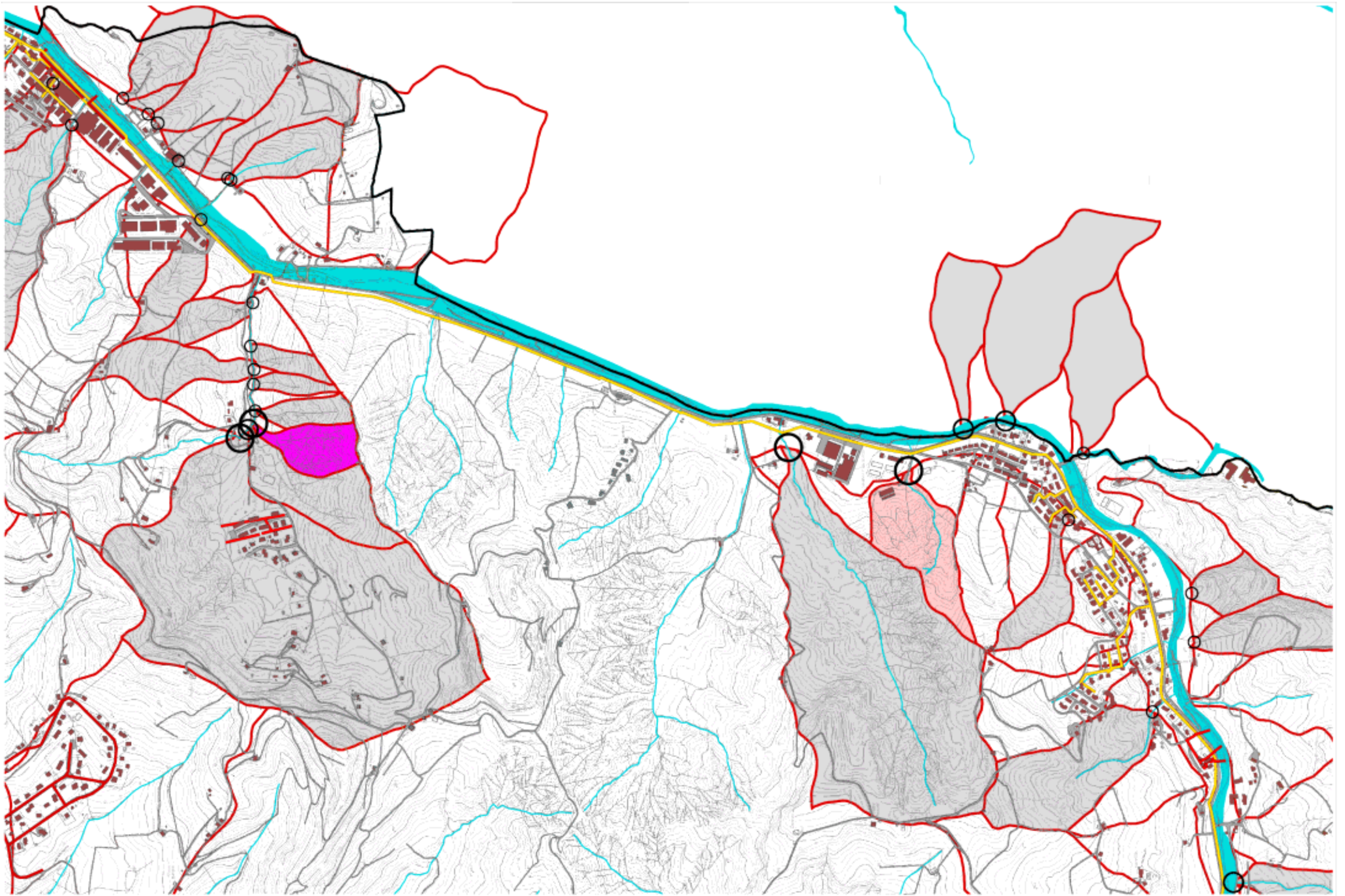


Figura 2.16

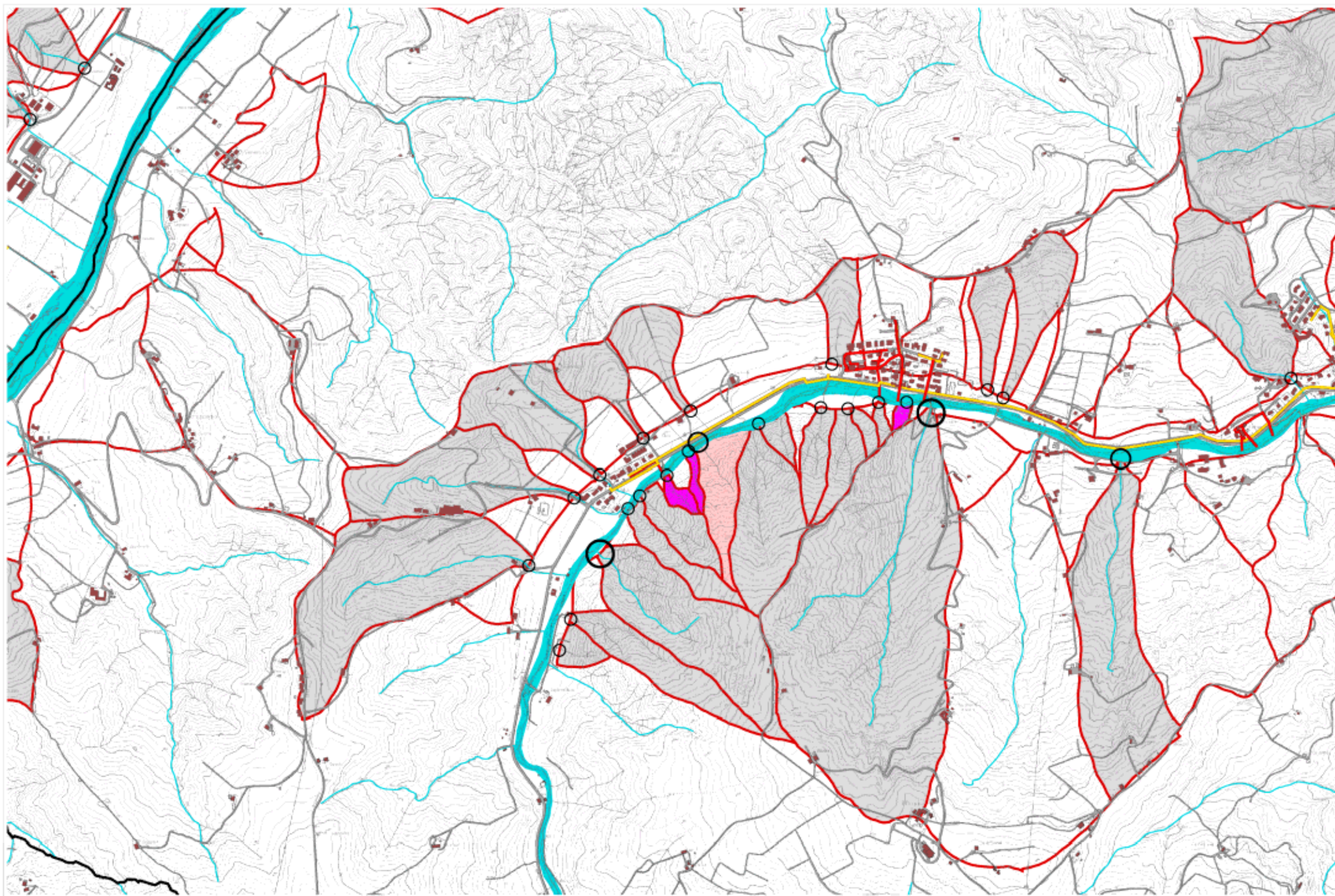


Figura 2.17

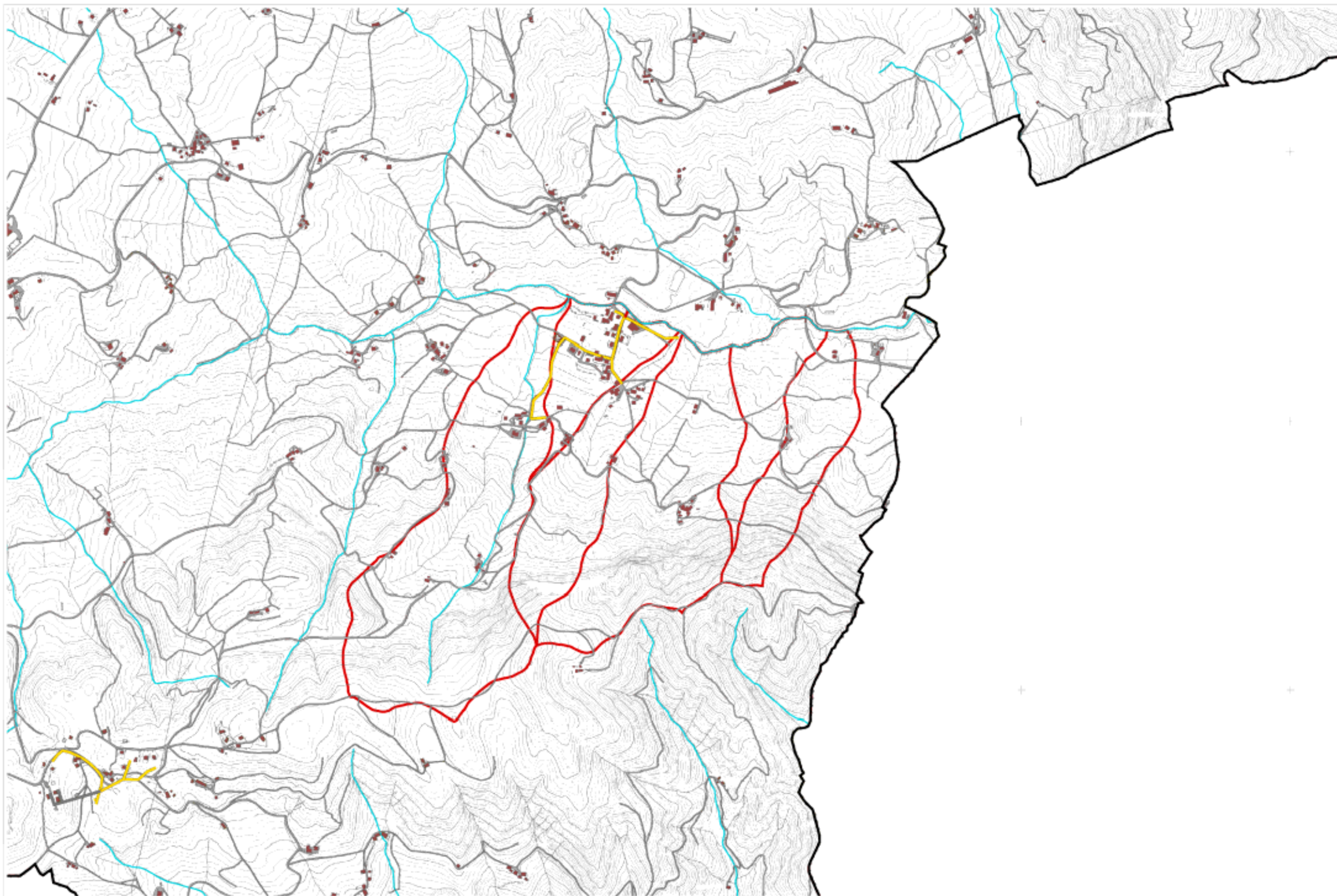


Figura 2.18

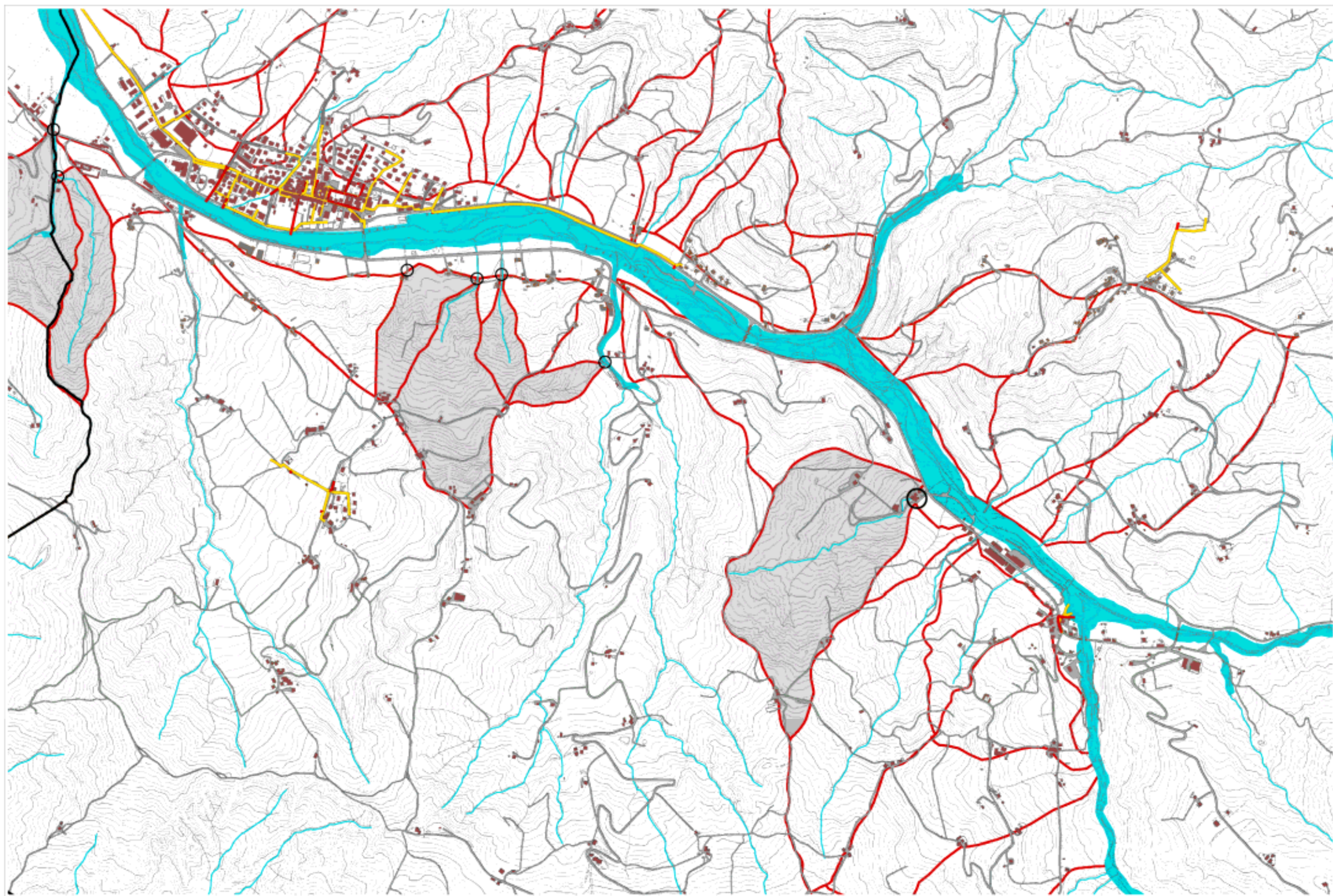


Figura 2.19

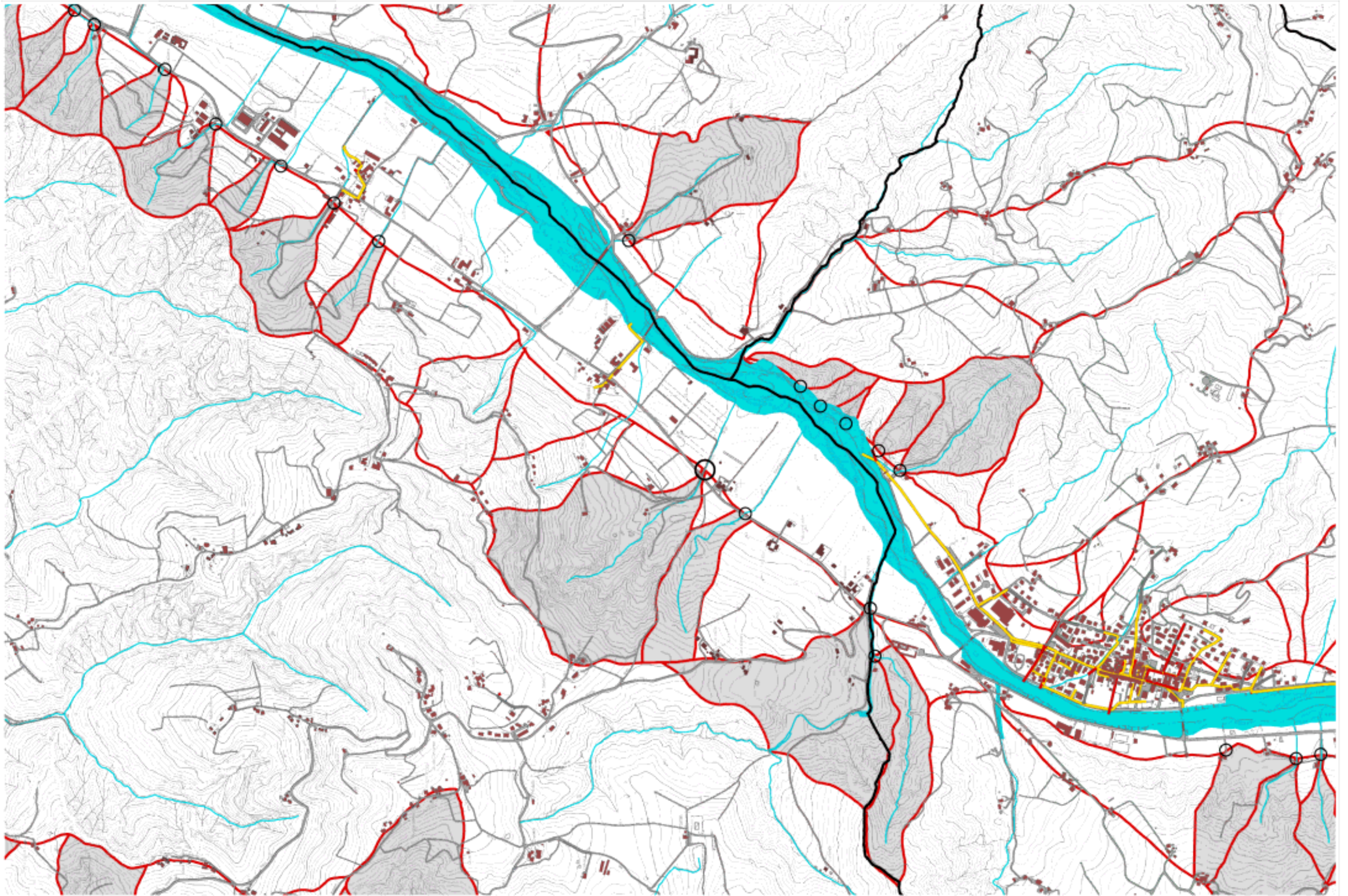


Figura 2.20

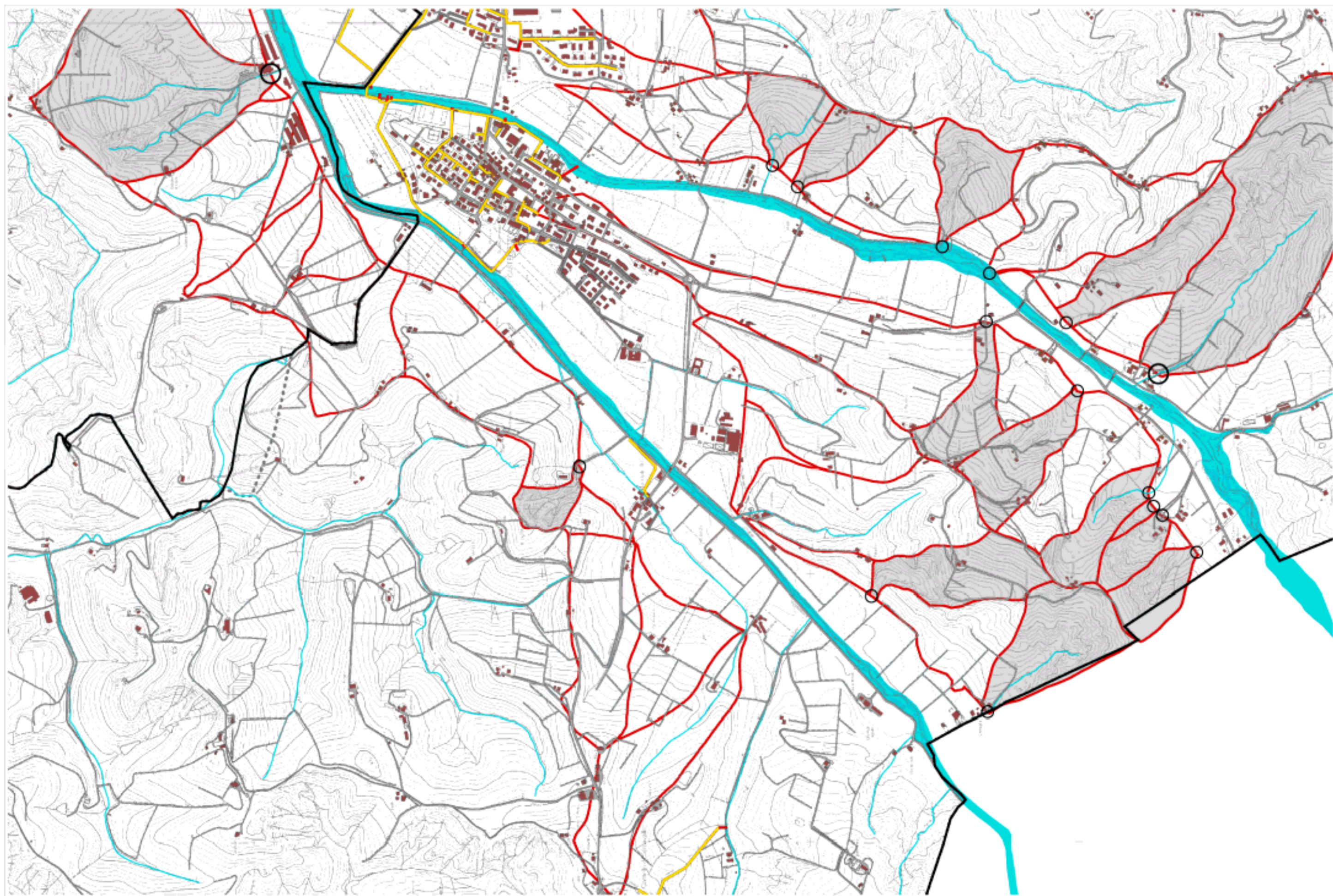


Figura 2.21

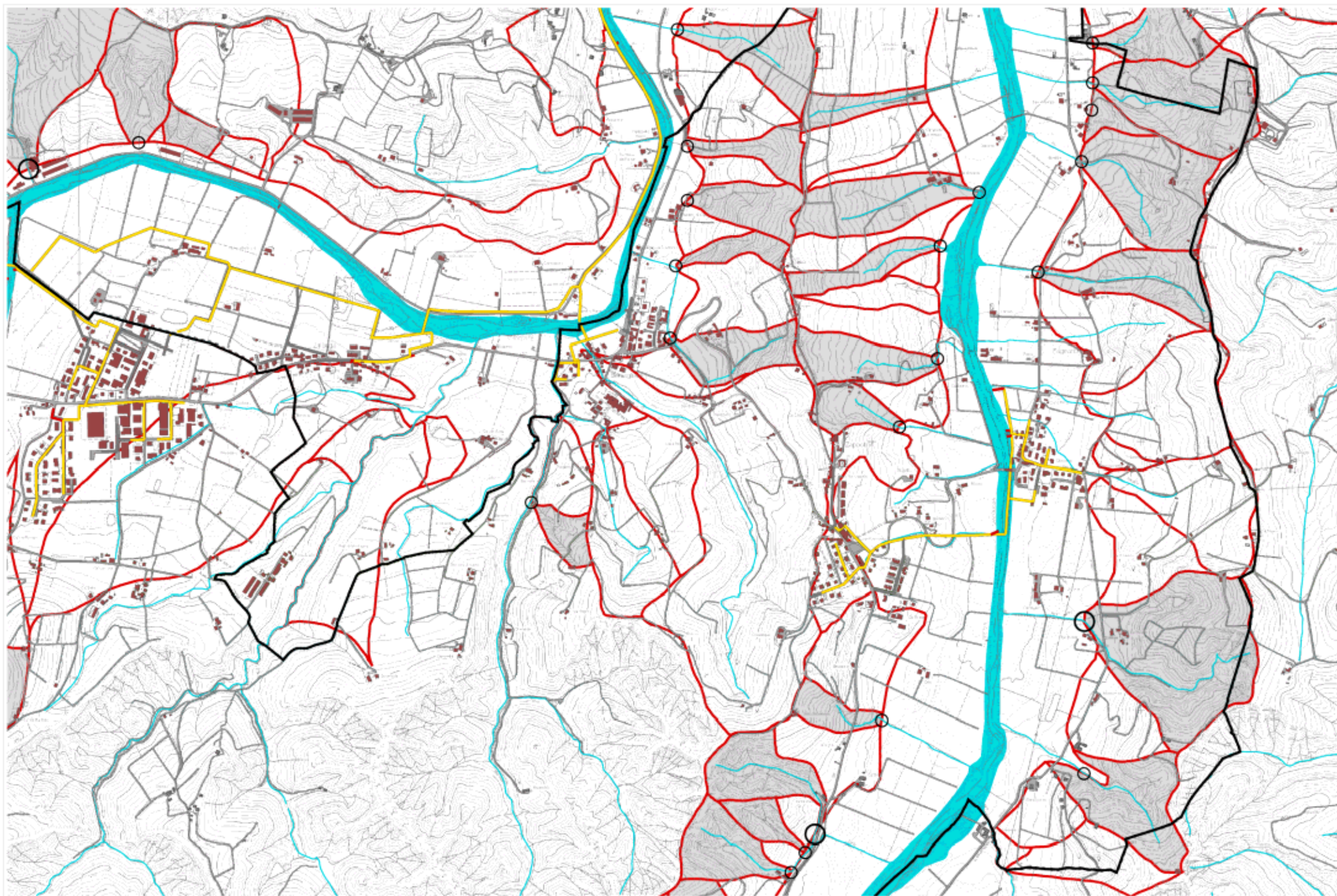


Figura 2.22

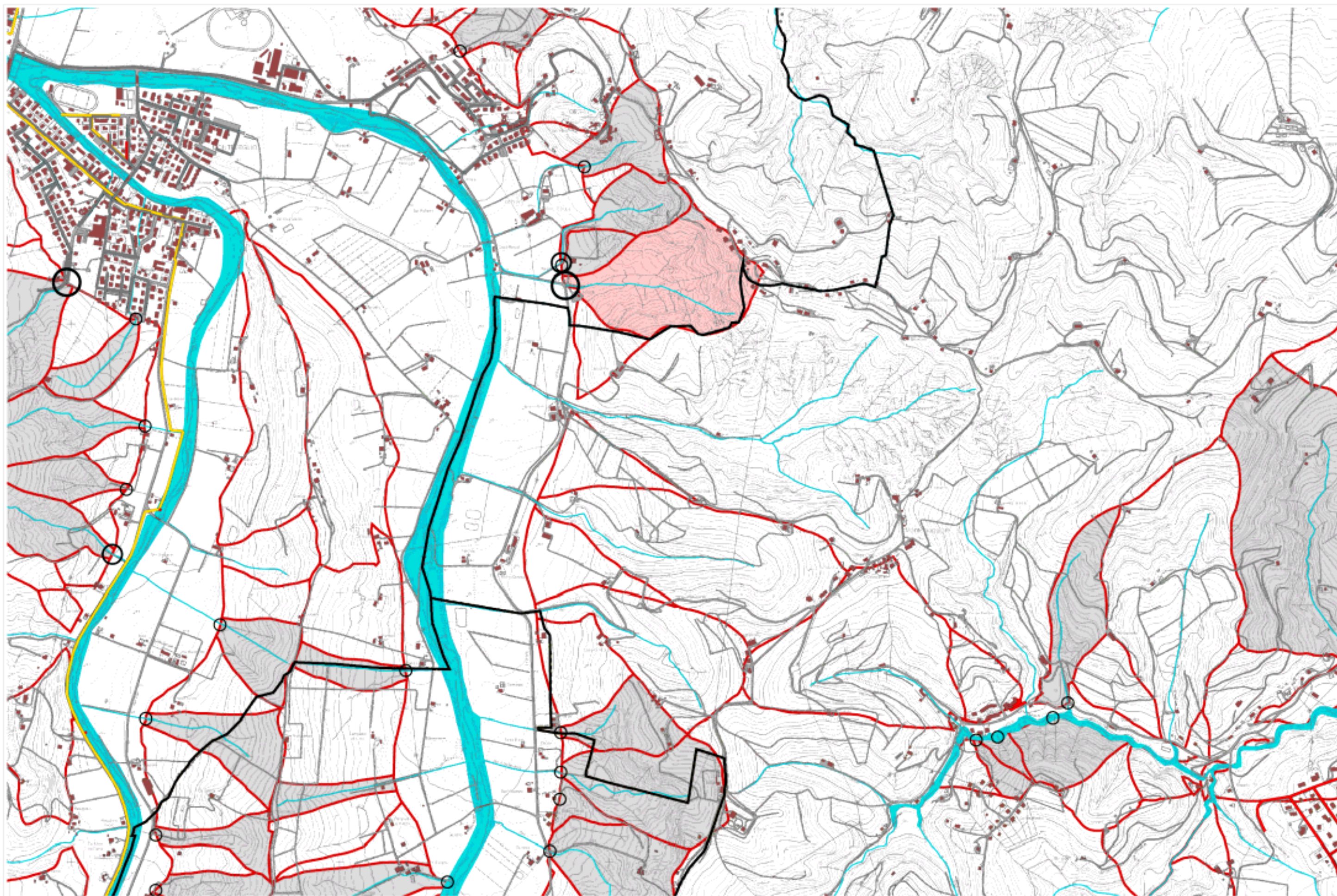


Figura 2.23

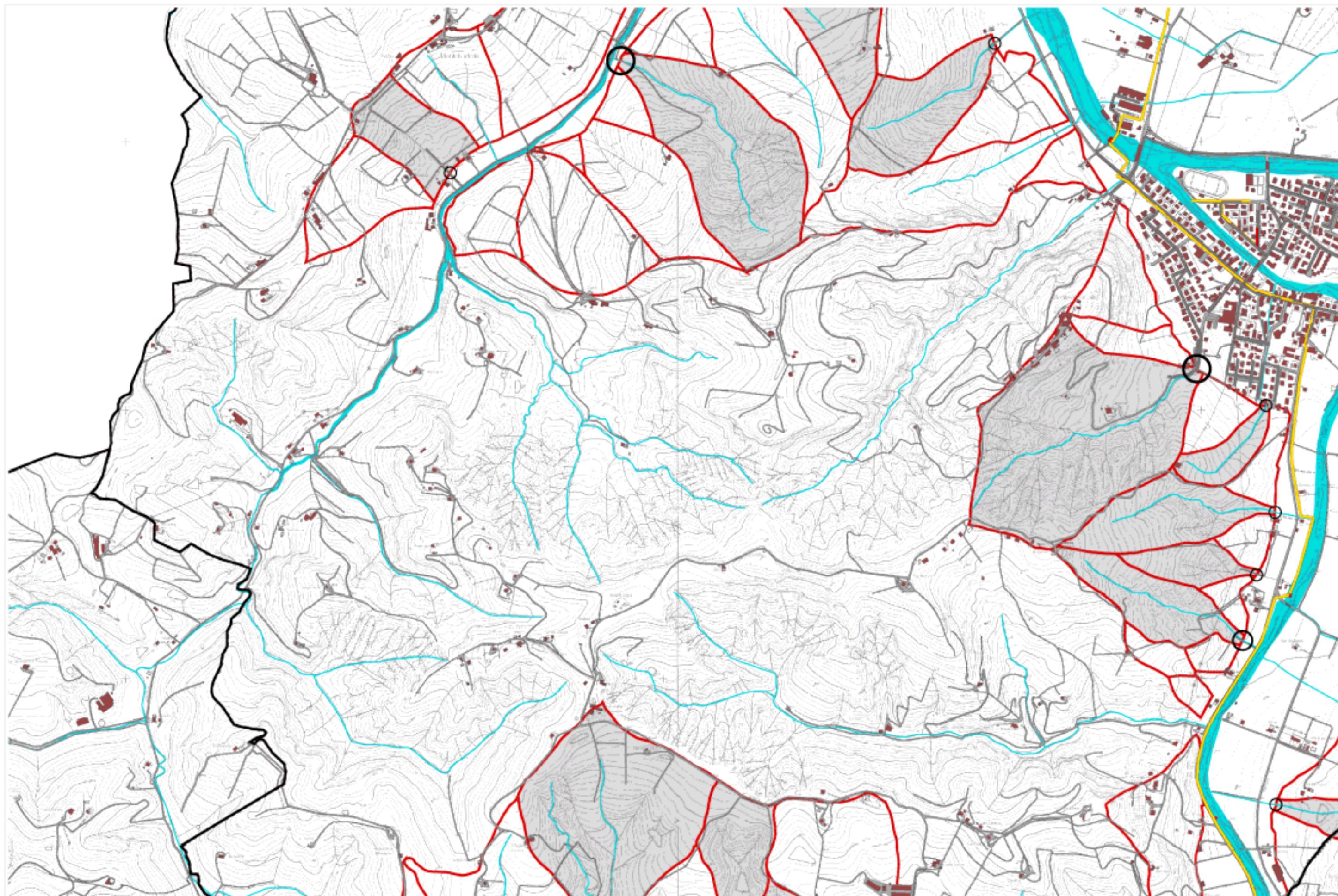


Figura 2.24

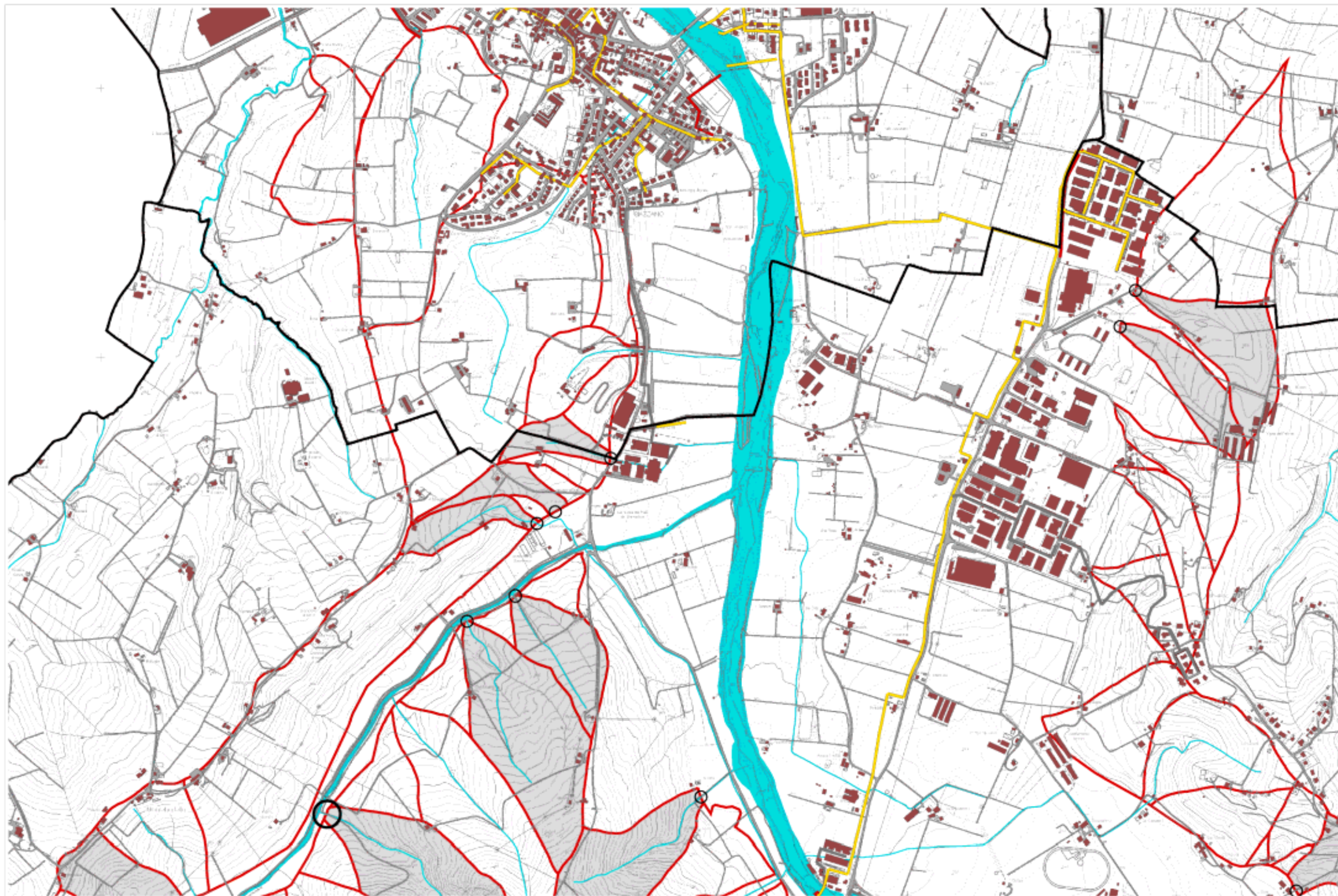


Figura 2.25

2.3.3 Sistema idrogeologico

2.3.3.1 CAMPO DI MOTO DEL FREATICO IN PIANURA

La conoscenza della geometria del tetto della falda più superficiale ed il suo tipo (libera o confinata) è utile nei processi decisionali associati alle scelte localizzative delle aree insediabili e ad una loro qualificazione di sicurezza e di compatibilità ambientale, perché pone condizioni di fattibilità idrogeologica per:

- ≠# realizzazione di vani scantinati o interrati,
- ≠# opere d'ingegneria sotterranee,
- ≠# edificazione antisismica (valutazione degli effetti sismici locali: liquefazione),
- ≠# tutela qualità e quantità delle acque sotterranee.

Il primo passo è quindi quello di eseguire un accurato e rapido (per evitare disturbi dovuti ad eventuali variazioni delle condizioni meteorologiche) rilevamento dei pozzi a largo diametro e di profondità tale da interessare solamente gli acquiferi freatici o comunque la falda più superficiale. Estrapolando tra i punti noti si ottiene una sorta di "fotografia" della geometria del livello piezometrico, che può essere interpretato e confrontato con altre situazioni.

Nel periodo compreso tra il 8/06/2009 ed il 07/09/2009 sono stati rilevati oltre 280 pozzi freatici distribuiti nel fondovalle e nella pianura dell'Associazione Comunale. Sulla base di queste informazioni e di quelle raccolte in precedenti campagne di rilevamento dallo Studio Viel (PRG di Zola Predosa, 1996; PSC di Montevoglio, 2004) si è potuto ricostruire la geometria della tavola d'acqua sotterranea meno profonda. Le sporadiche precipitazioni piovose che si sono verificate durante il rilevamento non hanno influito sui livelli piezometrici misurati.

Per ogni pozzo è stata stimata: la quota del piano campagna in base ai punti quotati della Carta Tecnica Regionale (CTR); la profondità del pozzo; la quota statica dell'acqua s.l.m.; la presenza assenza di pompa e altre informazioni ottenute dalle interviste ai proprietari (uso, frequenza d'utilizzo, tempi di svuotamento e/o di riempimento, ecc.).

L'impiego delle quote statiche rilevate per ricavare le isolinee di eguale pressione (isopieze) da trasporre sulla base topografica non è stato un processo lineare e quindi tanto meno si sono utilizzati strumenti automatici. La carta delle isopieze è il frutto di una elaborazione che ha integrato i dati precedenti, e filtrato le singole informazioni, anche depurando gli errori dovuti a: uso del pozzo poco prima o durante la misurazione; possibili imprecisioni nella valutazione della quota di campagna; diversi periodi di effettuazione del rilevamento.

Bisogna anche rammentare che le informazioni rilevate sono riferite ad un insieme di acquiferi superficiali, più o meno in rapporto reciproco e l'immagine della falda più superficiale, dedotta dal rilevamento dei pozzi, costituisce pertanto sempre un'approssimazione alla realtà: molti acquiferi dotati di caratteristiche geometriche ed idrodinamiche assai diverse e variamente comunicanti tra loro sono spesso rappresentati nei primi 10 – 15 metri di sottosuolo.

La lettura delle isopieze riportate nella tavola AB.QC.B2.03 consente di interpretare anche i rapporti tra falda ed acque superficiali, di individuare la direzione del deflusso sotterraneo, il limite freatico/confinato, le zone di probabile ricarica e di valutare indirettamente alcuni

parametri idrogeologici. Variazioni nella densità delle isopieze indicano passaggi tessiturali, o, se si preferisce, variazioni nella trasmissività dell'acquifero mentre cadenti idrauliche regolari suggeriscono condizioni isotrope; se poi le isolinee sono più rade e regolari ci si può trovare in condizioni di confinamento al tetto. La definizione delle zone in cui la falda superficiale è libera (freatica) o confinata (saliente) non è lineare. In particolare per le falde più superficiali questa ripartizione non può essere definita con una linea perché in realtà il passaggio da una condizione all'altra avviene gradualmente non uniformemente: pertanto la delimitazione riportata nella cartografia deve essere intesa solamente come semplice approssimazione della situazione reale. Per definire correttamente le condizioni freatiche o confinate occorre pertanto conoscere la distribuzione nel sottosuolo delle tessiture. In questo senso, l'unico modo per ricavare correttamente le condizioni locali è quello di eseguire terebrazioni finalizzate a questo scopo.

La tavola AB.QC.B2.03 mostra per la pianura i seguenti principali elementi:

1. la presenza di grandi anomalie nella geometria della falda superficiale: nella porzione orientale del territorio di Zola Predosa (destra Lavino) e nella porzione nord occidentale di Bazzano (sinistra Samoggia) si rilevano pozzi un tempo attivi, oggi completamente secchi. In sinistra Lavino e in destra Samoggia le quote statiche si alzano bruscamente e le isopieze si allineano al corso dei torrenti, cioè nella porzione centrale del territorio di pianura le isolinee conservano una loro regolarità e "logica" riferita al contesto di sottosuolo. La causa delle forti depressioni piezometriche è legata alla presenza di "campi" di captazione delle acque sotterranee per l'approvvigionamento idropotabile sia nell'area metropolitana bolognese che nel modenese (Piumazzo di Castelfranco Emilia) e di numerosissimi pozzi privati per gli usi produttivi di svariate attività industriali, artigianali (Zola Predosa, Casalecchio, Borgo Panigale verso est; Bazzano e la sua frazione Magazzino verso ovest), agricole e zootecniche. Si tratta di anomalie ormai "storiche" e note da almeno 30 anni⁵¹;
2. attorno a Zola Predosa si riscontra una anomala difficoltà di ricarica sotterranea dai versanti a monte dell'abitato: si tratta con ogni probabilità dell'effetto di emungimento del pozzo a scopi idropotabili, situato all'apice del conoide del Rio Cavanella; questo effetto appare peraltro meno evidente rispetto all'epoca del rilevamento dei pozzi effettuato per le analisi ambientali del precedente PRG (G. Viel, 1996) e non si rileva una zona significativa di "richiamo" verso il pedecollina, come già segnalato.
3. Le due forti anomalie piezometriche falsano anche i rapporti dei due principali corsi d'acqua (Samoggia e Lavino) con la falda superficiale: segnano il divisorio tra le situazioni idrogeologiche fortemente artificializzate descritte sopra, ma non svolgono più l'azione di ricarica della falda come dovrebbero in ampie porzioni delle rispettive conoidi; vi è inoltre un forte richiamo in profondità che risulta certamente maggiore delle possibilità di

⁵¹ Nei documenti di analisi elaborati come base propedeutica al progetto preliminare del PRG di Bologna (1984) si ufficializza una conoscenza già acquisita con lo schema direttore del PUI e con le restituzioni IDROSER del 1982, cioè che le centrali di emungimento producono una notevole "perturbazione" del tetto della falda con abbassamenti maggiori (70 metri sotto il p.c.) in corrispondenza delle zone industriali di Zola Predosa e Casalecchio.

ravvenamento naturali;

4. il Lavino induce una modesta zona di alimentazione per infiltrazione d'alveo, limitata ad una stretta fascia di territorio limitrofa all'asta fluviale, da Zola Predosa a poco oltre l'autostrada, probabilmente condizionata dall'anomalia piezometrica vista sopra e dalla presenza di abbondante trasporto solido fine che impermeabilizza le ghiaie di fondo dell'alveo;
5. in destra idrografica il Samoggia offre invece un fronte di ravvenamento sotterraneo ancora importante per i suoi depositi di conoide, seppur parzialmente condizionato dall'anomalia idrogeologica già descritta: le maggiori pendenze delle isopise subito a valle della zona industriale di Bazzano sembrano infatti imputabili più al fronte di richiamo d'acqua verso N-NE che ad una brusca caduta della trasmissività (e della permeabilità) dei sedimenti della stessa conoide;
6. la porzione centrale di pianura dell'Area Bazzanese è caratterizzata da alcuni alti piezometrici che si spingono dal pedecollina fino a lambire il confine nord del territorio studiato: si tratta di zone in cui la pressione della falda è più elevata determinando una situazione di deflusso laterale stabile verso le aree caratterizzate da minore valore piezometrico (sedimenti meno permeabili). Il primo è probabilmente impostato nei sedimenti sabbiosi che costituiscono i paleocanali del Ghironda; il secondo alto piezometrico è invece attribuibile alla conoide ed ai canali sepolti abbandonati del Martignone (entrambe queste strutture sono caratterizzate da sedimenti con elevata componente sabbiosa), che più a nord paiono fondersi con i paleoalvei del Samoggia;
7. sempre nella pianura centrale tra Crespellano e Zola Predosa il campo di moto dimostra la presenza di un'ampia zona caratterizzata da bassa piezometria naturale e da una limitata trasmissività degli acquiferi più superficiali; questa situazione è coerente con il contesto paleogeografico dell'area (zona di "interconoide") e dunque riconducibile all'assenza di significativi inviluppi di strutture a tessiture granulari sepolte;
8. il pannello del campo di moto prospiciente il pedecollina più ad occidente dello sbocco vallivo del Martignone è caratterizzato da gradienti idraulici molto più marcati rispetto alla parte orientale. Questa situazione non pare spiegabile come conseguenza di un diverso contesto tessiturale, cioè di una generale minore conducibilità idraulica dei sedimenti attraversati; piuttosto sembrerebbe più correlabile al differente contesto tettonico e strutturale locale: la morfologia della scarpata morfostrutturale sepolta e più elevati tassi di subsidenza recente (olocene) possono avere determinato variazioni significative anche nella geometria degli acquiferi meno profondi e dunque della falda ospitata;
9. la tavola AB.QC.B2.03 riporta un limite seppur molto approssimato tra contesto di falda freatica e confinata; in genere in tutta l'area a nord della ferrovia Bologna-Vignola le trasmissività sono basse e la falda si presenta saliente. Ciò significa che l'infiltrazione dalla superficie nella porzione di pianura a nord della ferrovia è pressoché nulla ed il rapporto della falda con le incisioni dei corsi d'acqua (ad esclusione del Samoggia nella porzione occidentale) è sostanzialmente trascurabile: la ricarica della falda è quindi quasi interamente delegata a ravvenamenti per via sotterranea dalle rocce permeabili del pedecollina (Sabbie Gialle) ed alla fascia delle piccole conoidi dell'alta pianura.

In conclusione la tavola AB.QC.B2.03 indica le aree necessarie di tutele idrogeologiche, identificate come zone di ricarica della falda superficiale, e degli spartiacque sotterranei. Tutte le aree riportate come zone di depressurizzazione delle falde meno profonde e con attuale soggiacenza della falda elevata, appaiono invece troppo disturbate per poter essere oggetto di tutela attiva mentre dovrebbero essere invece oggetto di politiche di riequilibrio idrogeologico.

2.3.3.2 CAMPO DI MOTO DEL FREATICO NEL FONDOVALLE

Il controllo dei livelli statici nei pozzi freatici a largo diametro ed il rilievo della morfologia ha consentito di studiare anche il sistema idrogeologico dei principali fondovalle, scomponendoli in diverse unità idrogeologiche indipendenti. È noto infatti che le caratteristiche degli acquiferi dipendono anche della vetustà dei depositi granulari e che al limite tra terrazzi più antichi e più recenti spesso si verificano cadute di potenziale del campo di moto della falda. In alcuni casi anche vere e proprie interruzioni nella continuità della falda.

La tavola AB.QC.B2.03 riporta graficamente il lavoro di ricostruzione del tetto del freatico nel contesto vallivo. Si sono assunti come riferimento ed approccio di lavoro le analisi già effettuate dallo Studio Viel per il PRG di Zola Predosa (1996) e per il PSC di Monteveglio (2003-2004): lo studio morfologico, basato sul controllo della Carta Tecnica Regionale e sul rilievo di campagna ha permesso di ricostruire le scarpate tra i principali terrazzi, mentre le unità idrogeologiche distinte corrispondono in sostanza ai terrazzi rilevati. Lo studio idrogeologico predisposto per il PSC di Monteveglio fornisce anche una stima della vulnerabilità degli acquiferi freatici rispetto ai potenziali "centri di pericolo" per potenziale inquinamento (non ripreso per questo lavoro), basato sulla soggiacenza della falda (spessore dell'insaturo), sull'età e sulle condizioni pedogenetiche del terrazzo in cui si insedia il freatico.

Le scarpate rilevate sono, in alcuni casi, visibili sul terreno in termini di variazioni di acclività modeste, presumibilmente causate dalle lavorazioni agricole che hanno obliterato parte della morfologia fluviale. L'individuazione delle scarpate, e soprattutto la loro continuità, è il frutto non solo dell'osservazione morfologica, ma anche dell'esame delle quote freatiche e delle loro variazioni locali.

Le unità idrogeologiche in cui è stato scomposto il fondovalle studiato risultano:

TERRAZZI DIRETTAMENTE CONNESSI

Rappresentano buona parte del fondovalle. In questi terrazzi il rapporto tra l'idrologia di superficie e l'idrogeologia del corpo alluvionale è piuttosto stretto, anche se tutti i corsi d'acqua (Samoggia, Lavino, Ghiaie-Ghiara, Ghiaietta) svolgono attualmente un ruolo solo drenante essendo più o meno incassati nelle loro stesse alluvioni e nel substrato roccioso. Questo generalizzato approfondimento degli alvei fluviali (che appare più significativo negli ultimi 30-35 anni) ha determinato l'abbattimento del livello freatico dei terrazzi e la diminuzione delle portate dei pozzi freatici.

Si tratta di depositi allungati in senso longitudinale alla valle, composti spesso da materiale sciolto (da limoso a ghiaioso) e di spessore molto variabile da zona a zona che si riduce ovviamente verso monte. Anche il grado di connessione viene a ridursi con la diminuzione delle dimensioni del materasso alluvionale, per via di una più probabile presenza di soglie o ostacoli

sotterranei in genere. Le litologie subiscono graduali variazioni in senso longitudinale e trasversale alla valle alternandosi invece con rapidità in senso verticale. Gli acquiferi partecipano direttamente all'alimentazione idrica dell'asta principale durante le magre e le morbide torrentizie e, sia pure in misura volumetricamente modesta, ricevono acqua durante le piene. La trasmissività, in genere molto variabile da luogo a luogo, diviene generalmente discreta nelle aree prossime alla pianura, ove si ha lo sviluppo di buoni spessori del materasso alluvionale: nel territorio studiato è più evidente nel fondovalle del Samoggia, a nord della confluenza del Rio Marzadore).

Il rifornimento idrico degli acquiferi qui ospitati avviene attraverso: l'infiltrazione dalla superficie; il contributo dai corsi d'acqua minori (affluenti) che li attraversano; la filtrazione sotterranea dai terrazzi e conoidi intravallive sovrastanti topograficamente.

E' importante sottolineare che durante gli eventi pluviometrici prolungati questi depositi alluvionali svolgono una importantissima funzione regolatrice delle piene, ritardando di ore o giorni l'afflusso all'asta torrentizia di volumi considerevoli d'acqua provenienti dai versanti e dal sottosuolo. I terrazzi connessi diminuiscono infatti l'ammontare delle precipitazioni efficaci (la parte di pioggia che contribuisce alla formazione delle piene fluviali) sia direttamente (infiltrazione dalla superficie), sia indirettamente per immagazzinamento delle acque sotterranee provenienti dai versanti e dai terrazzi sovrastanti.

In conclusione questi depositi alluvionali, seppur in un quadro di complessivo impoverimento idrogeologico e di diminuzione delle quantità d'acqua immagazzinata (per quanto detto sopra), rappresentano ancora un'importante risorsa sia per le riserve idriche che contengono, sia per le funzioni idrauliche (calmierazione delle piene, ammorbidimento delle magre), sia per le funzioni di depurazione delle acque e meccaniche che svolge. Infine è doveroso sottolineare anche l'importanza della qualità dell'acqua, visto che sia il Samoggia sia il Lavino forniscono un importante contributo al rifornimento della falda superficiale della pianura e presentano entrambi ancora una situazione di discreta naturalità.

TERRAZZI INDIRETTAMENTE CONNESSI

Si sono definiti "terrazzi indirettamente connessi" le aree terrazzate ove, per svariati motivi, si hanno scarsi rapporti tra il loro regime idrologico ed il corso d'acqua o la falda di fondovalle, oppure si ha una relativa "protezione" superficiale all'infiltrazione. Sono terrazzi spesso occupati da insediamenti importanti (zona industriale e parte dell'abitato di Montevoglio, Castello di Serravalle, ecc.).

La connessione con i corsi d'acqua è dunque indiretta e mediata dalla presenza dei terrazzi connessi. Questi terrazzi alluvionali hanno di norma il maggior contributo di ricarica dal versante collinare (tranne il modesto terrazzo del Lavino presso la località Ca' Motta limitrofa a Zola Predosa) e dalla filtrazione sotterranea mentre l'infiltrazione dalla superficie rappresenta un contributo di solito modesto a causa della presenza di suoli spesso poco permeabili e di discreta pedogenizzazione (anche ricchi di sostanza organica, che tende ad aumentare notevolmente i tempi di infiltrazione in profondità, trattenendo i fluidi in transito verso il basso). Ciò comporta una maggiore difesa dall'inacidimento (rispetto ai terrazzi connessi) ma per precipitazioni di lunga durata o brevi intense il comportamento di superficie è quello

caratteristico di terreni completamente saturi: si ha cioè uno scorrimento in superficie e formazione di ristagni.

La presenza di una coltre impermeabile di superficie (per spessori mediamente superiori al metro) consente di poter sostenere che tutte le "funzioni" idrogeologiche svolte dal materasso alluvionale rispetto al fiume sono conservate anche in caso di uso insediativo dell'area. Ciò avviene perché l'impermeabilizzazione conseguente all'insediamento non influisce in modo determinante sul contributo di piena (che comunque l'area fornirebbe per quanto scritto poco sopra) perché l'incastro delle fondazioni (supposte superficiali a trave rovescia continua) generalmente non interferisce con il volume di acquifero del terrazzo alluvionale.

Infine anche questi terrazzi contribuiscono a diminuire l'ammontare delle precipitazioni efficaci solo indirettamente ed in modalità differenti a seconda delle caratteristiche di permeabilità dei versanti sovrastanti: in modo più cospicuo se il versante ha alta permeabilità, probabilmente modesto se un ampio volume di acquifero del terrazzo è già occupato dalle strutture di fondazione degli insediamenti esistenti.

TERRAZZI NON CONNESSI DI FONDOVALLE E PENSILI

Questa categoria comprende le aree terrazzate ora isolate dai corpi alluvionali di fondovalle (sono stati così classificati soltanto i terrazzi del Lavino allo sbocco vallivo in destra idrografica) ma anche le superfici di versante riferibili a sollevamento di antichi lembi di pianura (nella tavola AB.QC.B2.03 sono riportate come <<coperture alluvionali pensili>> di versante). Questi terrazzamenti sono dovuti a fenomeni di modellamento fluviale, deposizionale od erosivo, avvenuti in antichi tempi geomorfologici.

Nei terrazzi pensili i sedimenti presenti sono in linea generale analoghi a quelli precedentemente descritti: in genere sono coperti da suoli molto maturi (con alti livelli di alterazione pedologica) ed anche relativamente profondi che determinano una certa impermeabilizzazione all'infiltrazione dalla superficie; sono lievemente inclinati, si dispongono a diverse altezze sui fianchi della valle. Sono completamente isolati da altri corpi alluvionali mancando oggi connessione laterale con altri corpi alluvionali, e poggiano unicamente su bedrock. Danno luogo a lembi di dimensione piuttosto ridotta ma di grande rilievo panoramico e paesaggistico.

Dal punto di vista idrogeologico il completo isolamento di questi depositi dai corpi alluvionali di fondovalle fa sì che il rapporto con il regime idrologico dell'asta principale sia praticamente nullo. Le risorse idriche sono trascurabili, riferibili unicamente alle acque filtranti il suolo, peraltro solitamente poco permeabile. Ciò comporta che la vulnerabilità dell'acquifero di fondovalle alle attività antropiche di queste aree risulti minore rispetto alle aree precedentemente descritte. Spesso esiste però una connessione con il più complessivo circuito sotterraneo: i terrazzi situati sopra rocce dotate di permeabilità intrinseca (unità IMO, ADO, ecc.) possono svolgere modeste funzioni di serbatoio idrogeologico; così la cartografia AB.QC.B2.03 evidenzia due importanti fronti di ricarica impostati sui terrazzi antichi (AES6) sovrastanti Bazzano (sono censiti, seppur in area urbana, anche numerosi pozzi freatici ancora utilizzati), Zola Predosa (Rio Cavanella, dove a valle sono presenti i pozzi di emungimento idropotabile) e Riale. I lembi terrazzati posti su litologie impermeabili sono invece completamente isolati e rappresentano una modesta

risorsa locale.

In conclusione la possibile perdita dell'attuale funzionalità idrogeologica costituisce un motivo di squilibrio solamente a livello locale, pregiudicando la presenza di suoli di buona qualità (anche in termini di pendenza, lavorabilità e "capacità di campo") anche dal punto di vista agricolo.

CONOIDI INTRAVALLIVE

La tavola AB.QC.B2.03 riporta le principali conoidi vallive originatesi dalla deposizione di corpi di materiale sciolto, trasportato dai corsi d'acqua minori alla confluenza con l'asse vallivo principale. Questi corpi hanno una estensione laterale limitata e sono generalmente interdigitati con i diversi sistemi di terrazzo.

La granulometria dei clasti e quindi la funzionalità idrogeologica delle conoide sono fortemente condizionate sia dai sedimenti trasportati e cioè dalle litologie affioranti nei bacini imbriferi, sia dai volumi d'acqua disponibili per il trasporto dei clasti. Così le conoidi del Rio Roncadella – sul quale si insedia parte dell'abitato di Savigno – e del Rio Gessi alla confluenza nel Lavino (entrambe formate da tessiture essenzialmente limose ed argillose, quindi scarsamente permeabili) risultano ben diverse da quella che si sviluppa sempre nella valle del Lavino ed in località Dardello. Il conoide del Rio Gessi, ad esempio, è formata da depositi in prevalenza argillosi dato che la parte alta del bacino si sviluppa nei Gessi messiniani (GES) con forte carsismo, dirottando verso la foce considerevoli portate e limitando la possibilità di trasportare le componenti granulari dei sedimenti. Il conoide in località Dardello è invece formato da una maggiore quantità di sedimenti sabbiosi derivanti dalla Formazione delle Sabbie Gialle (IMO) e la trasmissività appare più alta (minor pendenza delle isopieze): risulta pertanto più vulnerabile e comunicante con i terrazzi connessi.

2.3.3.3 ROCCE MAGAZZINO E SORGENTI

I sedimenti attuali recenti, come quelli alluvionali di pianura e fondovalle visti sopra, sono incoerenti e i meati tra i granuli sono occupati da gas e da acqua; le acque sotterranee sono qui presenti come acqua di ritenzione, incapace di muoversi per azione della gravità perché è "imprigionata" attorno ai granuli (in particolare argille e limi), oppure come acqua libera (o gravitativa) cioè libera di muoversi tra i vuoti lasciati liberi dai singoli clasti che compongono il sedimento. La permeabilità di questi ammassi rocciosi si definisce "primaria", proprio perché è legata ad una caratteristica intrinseca degli acquiferi.

I sedimenti antichi, che hanno subito le vicissitudini del seppellimento prima e degli "stress" tettonici dovuti alla formazione della catena appenninica, solo raramente hanno porosità primaria. L'acqua permea le fratture e le diaclasi; spesso deposita il soluto che ha raccolto lungo il suo percorso e chiude gli stessi meati che le permetterebbero di infiltrarsi e scorrere liberamente. La presenza di acquiferi, ossia di magazzini idrici sotterranei delle catene è quindi condizionata dalle caratteristiche della roccia e soprattutto dalla tettonica, cioè dalla quantità e tipologia delle fratture che la tettonica determina negli ammassi rocciosi. Questa permeabilità si definisce "secondaria", perché è legata ad una caratteristica successiva (anche di molti milioni di anni) alla formazione della roccia stessa.

Circa due terzi del territorio Bazzanese è montano e formato essenzialmente da sedimenti

antichi: lo studio e la classificazione della permeabilità secondaria delle rocce magazzino divengono pertanto un aspetto idrogeologico rilevante.

Nell'Appennino è ben nota la distribuzione in superficie e nel sottosuolo delle Formazioni geologiche (vedi anche la tavola AB.QC.B2.01): le loro caratteristiche intrinseche possono quindi essere previste ed estrapolate a grandi volumi di roccia. La conoscenza dell'andamento e soprattutto dell'intensità della fatturazione e delle discontinuità richiedono però studi particolari per essere conosciuti e l'estrapolabilità di queste informazioni rimane molto modesta, fornendo risultati scarsamente coincidenti con la realtà. Impossibile quindi comporre una cartografia della vulnerabilità idrogeologica senza avere gli esiti di un approfondito studio idrogeologico. In questo senso la Regione Emilia-Romagna ha pubblicato un primo archivio delle rocce magazzino dell'Appennino regionale (M.T. De Nardo, G. Viel e M. Montaguti, 2002) in cui sono riportate le sorgenti più importanti.

Nel 2004 M.T. De Nardo e P. Scarpulla del Servizio Geologico regionale hanno pubblicato un ulteriore studio su progetto europeo LIFE <<aqualabel>> riferito specificamente al bacino montano del Fiume Reno⁵². A questo ultimo studio ed ai dati forniti dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli si fa riferimento per le fonti del materiale conoscitivo (numero e localizzazione delle sorgenti e delle fonti, delimitazione delle rocce magazzino) e per buona parte delle considerazioni relative ai serbatoi sotterranei ed alla loro interpretazione.

Rispetto al citato progetto <<aqualabel>> alcune rocce magazzino sono state eliminate dalla cartografia (tavola AB.QC.B2.03), in particolare quelle relazionate ai corpi franosi disposte nelle aree caratterizzate da unità geologiche argillose e/o a tessitura fine e prive di sorgenti perenni o significative, perché stimate poco importanti ai fini delle riserve idriche contenute e quindi poco rilevanti per la definizione della tutela idrogeologica. Così per le Sabbie Gialle (formazione geologica più recente del pedecollina, ancora scarsamente litificata) si è perimetrata come rocce magazzino soltanto la sua sotto unità più arenitica e ghiaiosa (membro IMO₁), dotata di una porosità efficace ancora considerevole. Questa roccia magazzino è strettamente correlata in profondità con le falde dell'alta pianura di cui rappresenta una delle principali fonti di ricarica.

Nel territorio montano dell'Area Bazzanese sono rappresentate soprattutto unità geologiche a bassa conducibilità e l'eventuale presenza di sorgenti o di percorsi idraulici endoreici è strettamente correlata alle superfici di stratificazione tettonica ed alla fratturazione dell'ammasso roccioso (che però ne pervade solamente porzioni dello stesso): sono state dunque considerate rocce magazzino le unità ADO (ed il membro ADO₂), TER, MVT, CTG, PAT, LOI e CIG (§2.1.2.4); queste formazioni geologiche sono costituite principalmente da litotipi arenacei massivi o fratturati e da litotipi costituiti da alternanze di areniti/peliti in rapporto variabile e tettonizzate.

Una situazione geologica importante è la presenza dei gessi messiniani (formazione GES) localizzati solamente nel territorio di Zola Predosa; costituiscono infatti una importante emergenza idrogeologica e sono sede di uno dei maggiori fenomeni carsici della nostra regione: la dolina con inghiottitoio della grotta "Gortani", il cui circuito endoreico è solo parzialmente conosciuto. Per questa unità si è già riconosciuto il contributo idrogeologico che

1 Lo studio è stato pubblicato sulla rivista "Il Geologo dell'Emilia-Romagna", n.19/2004)

perviene alle falde profonde dell'alta pianura del bolognese e che può dunque essere estrapolabile anche per la pianura di Zola Predosa. Le acque che hanno attraversato queste rocce sono caratterizzate da una forte durezza (per concentrazione eccessiva di solfati) e non sono utilizzabili per scopi potabili, alimentari o industriali: forse proprio per questo motivo non risultano censite sorgenti importanti. Questa unità non è stata dunque compresa nelle rocce magazzino ma per le peculiarità sopra citate viene comunque perimetrata nella cartografia (tavola AB.QC.B2.03) come ambito di tutela naturalistica.

Infine anche le coperture recenti più detritiche (depositi di versante, eolici, corpi di frana) e le coltri alluvionali pensili possono fornire un contributo al circuito sotterraneo, in particolar modo se si sovrappongono oppure risultano al contorno di bedrock caratterizzati da permeabilità intrinseca: possono dunque svolgere modeste funzioni di filtrazione e di serbatoio idrogeologico come già scritto anche nel precedente paragrafo, ed essere anche sede di sorgenti di una certa rilevanza.

2.4. PERICOLOSITÀ SISMICA PRELIMINARE

2.4.1 *Scenari ed effetti locali potenziali*

La pericolosità riferita ai terremoti è il prodotto inscindibile delle sue due componenti: la sismicità di base⁵³ e la pericolosità sismica locale. La scala di studio della pericolosità di base deve essere quella regionale e deve giungere alla definizione del terremoto di riferimento per gli studi di microzonazione sismica, mentre la seconda dipende dalle condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona che possono produrre effetti diversi e deve pertanto essere analizzata alla scala locale. L'individuazione delle zone caratterizzate da comportamento sismico omogeneo è dunque un tassello conoscitivo fondamentale per giungere alla "microzonazione sismica" del territorio.

Per il PSC associato dell'Area Bazzanese si è giunti alla elaborazione di una zonazione sismica preliminare del territorio, come richiesto dalla delibera regionale 112/2007 per questa fase di pianificazione (§ b2.2.1.2). Il lavoro ha individuato i principali "scenari" di pericolosità locale ed i conseguenti "effetti" potenzialmente attesi; entrambi sono stati evidenziati cartograficamente nella tavola AB.QC.B2.04 in scala 1: 25.000. Si tratta di una prima analisi solamente qualitativa basata sul controllo dei dati pregressi (strutturali, litologici, geomorfologici ed idrogeologici) per individuare le zone che possono produrre instabilità e/o amplificazione senza tuttavia definirne i relativi parametri numerici.

Gli effetti potenziali locali in caso di impulsi ciclici sono stati così distinti:

- 1) effetti di amplificazione (litologica e morfologica) ⁵⁴ sono la conseguenza della interazione delle onde sismiche con le caratteristiche litologiche e meccaniche eterogenee dei sedimenti attraversati e con le differenti caratteristiche morfologiche superficiali o sepolte⁵⁴.

⁵³ Intesa come la probabilità che si verifichi un evento sismico di intensità superiore ad una soglia stabilita in un determinato intervallo di tempo ("terremoto di riferimento"). È funzione del contesto geologico-strutturale a scala regionale

⁵⁴ Quando la distanza tra sorgente sismica e sito è riconducibile a condizioni di "far-field" (distanze superiori alla lunghezza di rottura della faglia) gli effetti di sito risultano gli unici responsabili delle modificazioni delle onde sismiche,