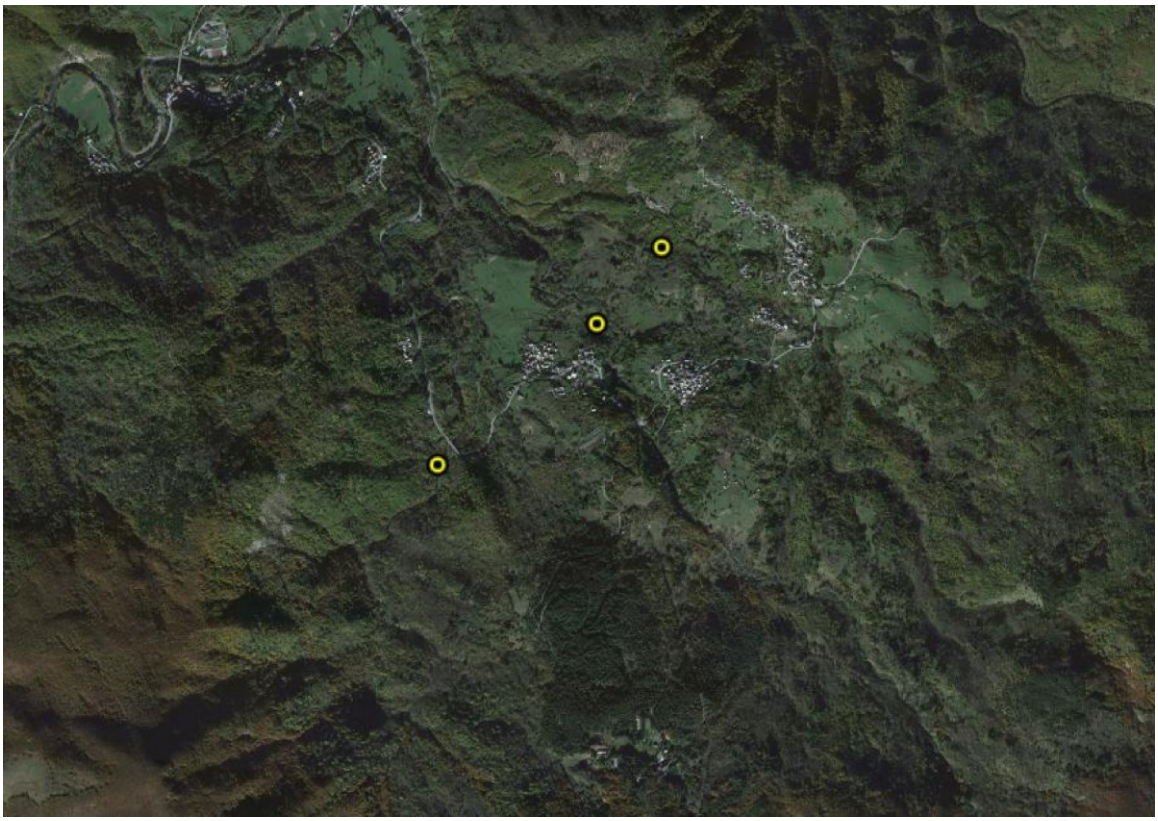
Skiarea Miara srl

VALUTAZIONE DEI DISSESTI E DEL TRASPORTO SOLIDO POTENZIALE PER LA VARIAZIONE DI CONCESSIONE NEL COMUNE DI REZZOAGLIO

Dicembre 2016



Redatto da:	Dott. Geol. Guido Paliaga		EMISSIONE	Finale
			REVISIONE	0
Controllato da:	Dott. Geol. Luciano Minetti		n° di pagine	27
Data di emissione	Dicembre 2016			

Sommario

1. PREMESSA **3**

2. FINALITÀ E CONTENUTI DELLO STUDIO **4**

2.1 Materiali e metodi utilizzati *4*

3. INQUADRAMENTO DELL'AREA IN STUDIO **5**

3.1 Inquadramento Geomorfologico *5*

3.2 Inquadramento Geologico *6*

3.3 Inquadramento Climatico *6*

3.4 Usi del suolo *10*

3.5 Fenomeni di dissesto *10*

4. VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO **11**

4.1 Introduzione *11*

4.2 Factorial Score Model *11*

COMMENTO DEI RISULTATI OTTENUTI 13

5. CONCLUSIONI **14**

BIBLIOGRAFIA 15

ALLEGATO A:

- Tavola 1: Localizzazione dei bacini idrografici afferenti alle opere di presa e dei dissesti su modello tridimensionale.
- Tavola 2: Localizzazione dei bacini idrografici afferenti alle opere di presa e dei dissesti su ortofotografia.
- Tavola 3: Carta dell'acclività dei versanti.
- Tavola 4: Estratto carta geologica CARG, foglio Bedonia 1:50000.
- Tavola 5: Estratto Carta Geologcia d'Italia, foglio Rapallo 1:100000.
- Tavola 6: Uso del suolo nell'area di derivazione.
- Tavola 7: Carta dei dissesti – PAI.
- Tavola 8: Dissesti e opere di presa su ortofotografia.

ALLEGATO B:

Sequenza ortofotografica multitemporale dell'area di presa.

1. PREMESSA

Il presente elaborato è stato predisposto nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale per la variante della concessione a derivare a fini energetici dai rii Crosa Scura, Dugaia e dal torrente Rezzoaglio nel Comune di Rezzoaglio, il cui proponente è Skiarea Miara S.r.l.

Lo studio in oggetto è stato redatto ai fini della valutazione dei dissesti presenti nell'area di progetto e della stima del trasporto solido alle sezioni individuate dalle opere di presa, in relazione all'aumento dei volumi di derivazione.

2. FINALITÀ E CONTENUTI DELLO STUDIO

Lo studio è stato realizzato allo scopo di valutare le condizioni di dissesto dell'area di progetto alla luce della variazione della portata di derivazione e del trasporto solido alle sezioni di chiusura individuate dalle tre opere di presa esistenti.

La valutazione dei dissesti è stata effettuata mediante analisi del contesto geologico[geomorfologocio ed esame multitemporale delle foto aeree dell'area, mentre per la valutazione del trasporto solido potenziale è stato impiegato il modello semiquantitativo FSM *FactorialScore Model*, i cui risultati sono stati messi a confronto con valori di trasporto solido misurati in diverse stazioni in contesti analoghi sul territorio italiano.

Lo studio si compone di:

- Analisi del territorio, finalizzata alla valutazione dei fenomeni di dissesto alla luce della variazione delle portate a derivare.
- Analisi del territorio, finalizzata all'applicazione del modello di valutazione.
- Applicazione del modello FSM *Factorial Score Model*.

2.1 Materiali e metodi utilizzati

L'analisi condotta ha richiesto l'impiego di immagini aeree ortorettificate e georeferenziate su base multitemporale riprese tra il 2003 ed il 2015 (fonte Google Earth) e dei seguenti tematismi in formato vettoriale, realizzati da Regione Liguria (*open data*):

- Reticolo idrografico in scala 1:10000, anno 2007.
- Derivazioni idriche sc. 125000, edizione 2015.
- PAI Piano di Assetto Idrogeologico del Po (Autorità di bacino del Po') – Dissesti e Vincoli sc. 1:25000 con approfondimenti in sc. 1:10000.
- CARG – Carta Geologica sc. 1:25000 riferita al Foglio 215 Bedonia – sc. 1:50000.
- Uso del suolo in scala 1:10000, anno 2015.
- Acclività in 7 classi in scala 1:10000, anno 2007.
- DTM II da CTR 1:5000 ed. 2007 II ed. 3D – DB topografico, passo 5m.

È stato inoltre consultato l'Atlante climatico della Liguria [ARPAL (2013) per l'inquadramento climatico dell'area.

3. INQUADRAMENTO DELL'AREA IN STUDIO

3.1 Inquadramento Geomorfologico

L'area in esame è localizzata in alta val d'Aveto, a nord dello spartiacque ligure[padano: l'impianto di produzione energia e il rilascio si trovano in località Rezzoaglio basso (684 m sl.m.m.), mentre le tre opere di presa sono localizzate lungo il torrente Rezzoaglio (782 m sl.m.m.) e due tributari, il Rio Dugaia (781 m sl.m.m.) e il Rio Crosa Scura (785 m sl.m.m.), rispettivamente in sponda sinistra e destra (Tavv. 1 e 2). Il torrente Rezzoaglio è uno dei tributari in sponda destra del torrente Aveto.

L'area è contraddistinta da pendenze medie, e comunque inferiori rispetto a quelle che caratterizzano i versanti a meridione dello spartiacque ligure[padano. In particolare l'area di derivazione si presenta a versanti morbidi, con esposizione prevalente Nord Nord[Est e pendenze inferiori al 35% (Tav. 3). Solo la derivazione sul Rio Dugaia presenta versanti in sponda destra con pendenze più elevate, fino alla classe 51[75 %. Anche l'azione incisiva delle aste torrentizie si presenta come più intensa lungo quest'ultimo.

I tre bacini idrografici facenti capo alle sezioni individuate dalle opere di captazione, presentano un'elevata energia del rilievo, sviluppandosi tra i circa 780 m slmm delle opere di captazione e i circa 1700 m slmm della vetta del monte Aiona, per una distanza planimetrica massima di circa 5 km. L'estensione superficiale dei tre bacini è modesta, come evidenziato in tabella 1.

	Area (km^2)
Dugaia	4,70
Rezzoaglio	5,78
Rio Crosa Scura	2,23

Tabella 1. Estensione superficiale dei bacini idrografici individuati dalle sezioni facenti capo alle tre opere di derivazione.

I reticoli idrografici risultano ben sviluppati, testimoniando un buon livello di incisione torrentizia determinato dagli afflussi meteorici e da un substrato facilmente erodibile. I tre bacini del Dugaia, Rezzoaglio e Crosa Scura raggiungono un ordine di gerarchizzazione secondo Strahler rispettivamente di 4, 4 e 3.

Le caratteristiche morfometriche favorevoli dei versanti hanno determinato la presenza degli insediamenti di Magnasco, Villanoce e Cerisola, che si sviluppano in prossimità delle opere di presa sul torrente Rezzoaglio e sul rio Crosa Scura.

L'alta valle del torrente Aveto presenta numerose forme relitte di tipo periglaciale, tra cui i laghetti e le morene che si sviluppano lungo le pendici settentrionali del monte Aiona, del monte degli Abeti e del monte Nero. Tali forme relitte, risalenti alle più recente pulsazione glaciale, sono per lo più confinate nelle zone vicine allo spartiacque e testimoniano una fase durante la quale il sistema morfogenetico era dominato da processi ormai non più attivi. Ciò malgrado il clima ha conservato caratteristiche di notevole peculiarità nel pur vario panorama che contraddistingue il territorio ligure. I fattori erosivi sono infatti attualmente dominati da processi di incisione torrentizia e dilavamento dei versanti da parte delle acque piovane, mentre i fattori di alterazione vedono ancora attuali processi crioclastici, insieme a quelli termoclastici.

3.2 Inquadramento Geologico

Il substrato dell'area è costituito da litotipi facenti capo all'Unità tettonica Ottone e in particolare ai Flysch di Ottone e agli olistoliti basaltici della stessa Unità, la cui diversa resistenza agli agenti erosivi determina un forte contrasto morfologico. I Flysch di Ottone comprendono le Argille a Palombini del Monte Veri e i Calcari i Ottone che si trovano in affioramento nell'area in esame.

I livelli della cartografia geologica disponibili per l'area in esame, presentano risultati discordanti in relazione ai depositi presenti. Le informazioni desunte dalla cartografia CARG in scala 1:25000 fornita dalla regione Liguria e dedotta dal foglio Bedonia in scala 1:50000 (Tav. 4) rappresentano l'area facente capo alle tre opere di presa come area di depositi glaciali, mentre la cartografia del foglio Rapallo 1:100000 della Carta Geologica d'Italia (Tav. 5) definisce i depositi presenti nell'area quali coltri eluvio[colluviali. La bassa quota alla quale si trovano tali depositi e i loro caratteri macroscopici tendono ad avvalorare la seconda interpretazione a scapito della prima.

3.3 Inquadramento Climatico

Al fine di inquadrare i caratteri climatici dell'area sono stati esaminati i dati e le elaborazioni dell'Atlante climatico della Liguria [ARPAL (2013). Le stazioni scelte come rappresentative del contesto climatico sono quelle di Cabanne e di Santo Stefano d'Aveto (fig. 3.1); tale scelta è stata determinata dalla disponibilità delle serie storiche per i valori di temperatura, per i quali la stazione di Cabanne è carente, e piovosità nell'intervallo temporale compreso tra il 1961 e il 2010. Le figure seguenti, tratte dall'Atlante ARPAL (2013) presentano le elaborazioni effettuate su intervalli temporali trentennali secondo le specifiche WMO, oltre al ventennio 1991[2010 e all'intera serie, per i dati disponibili.



Figura 3.1 Ubicazione delle stazioni meteorologiche di Cabanne e di Santo Stefano d'Aveto (cerchi azzurri) utilizzate per l'inquadramento climatico e dei tre bacini idrografici sottesi dalle sezioni di chiusura delle tre prese che fanno capo alla derivazione.

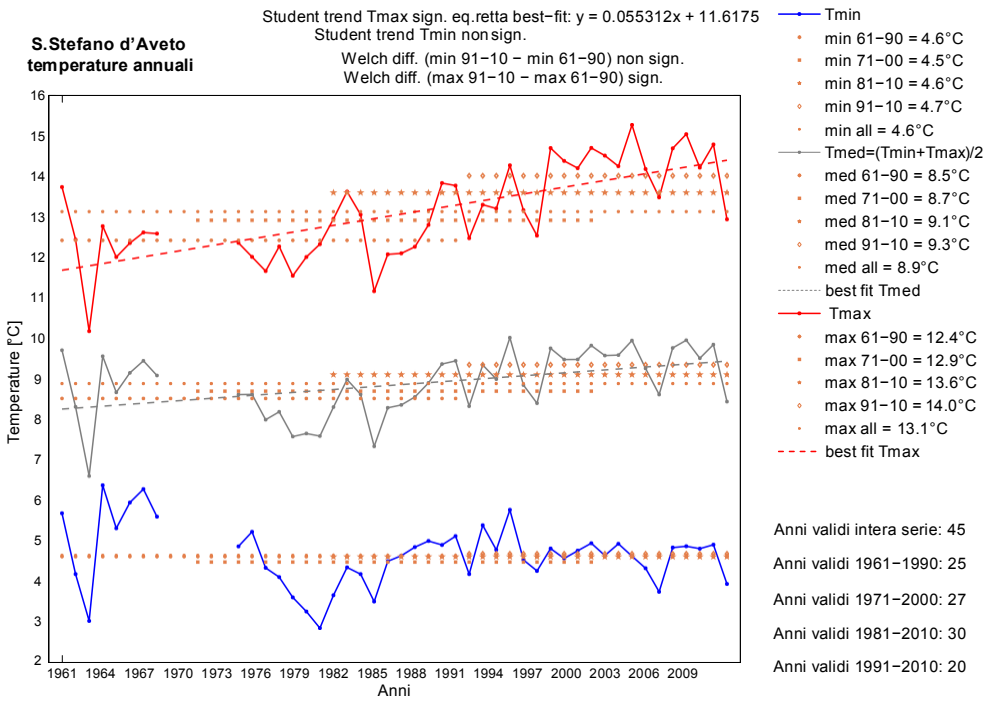


Figura 3.2. Andamento delle temperature minima, media e massima annue della stazione di Santo Stefano d'Aveto (Atlante climatico della Liguria, ARPAL 2013.

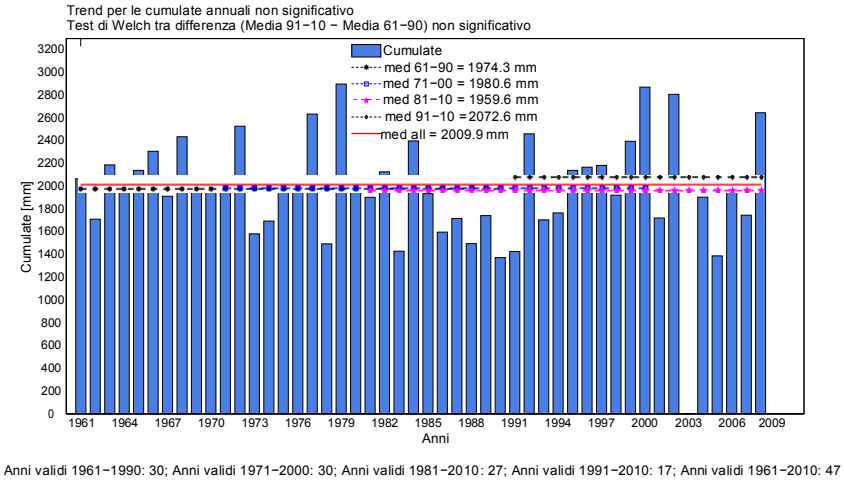


Figura 3.3. Andamento delle precipitazioni cumulate annue per la stazione di Cabanne (Atlante climatico della Liguria, ARPAL 2013) e confronto con i valori medi delle serie storiche.

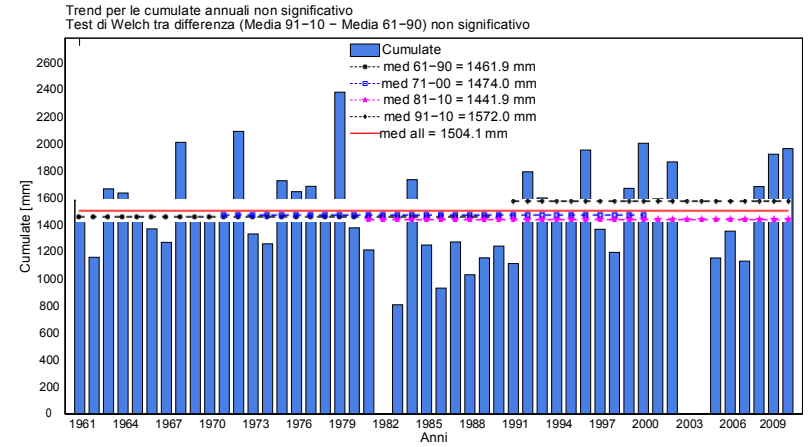


Figura 3.4. Andamento delle precipitazioni cumulate annue per la stazione di Santo Stefano d'Aveto (Atlante climatico della Liguria, ARPAL 2013) e confronto con i valori medi delle serie storiche.

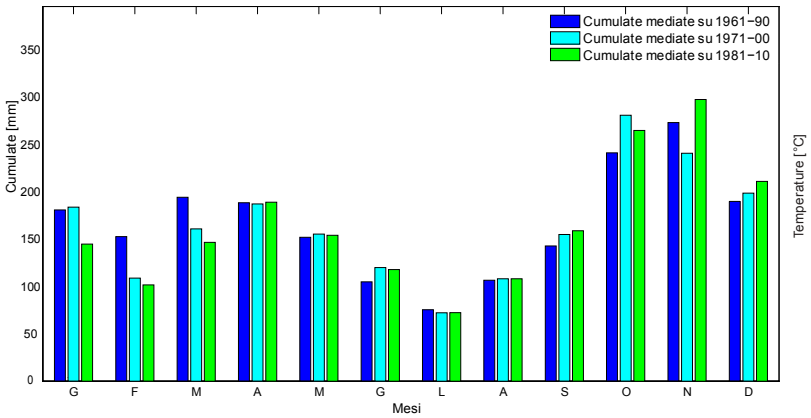


Figura 3.5. Andamento delle piogge cumulate medie mensili su diversi intervalli temporali per la stazione di Cabanne (Atlante climatico della Liguria, ARPAL 2013).

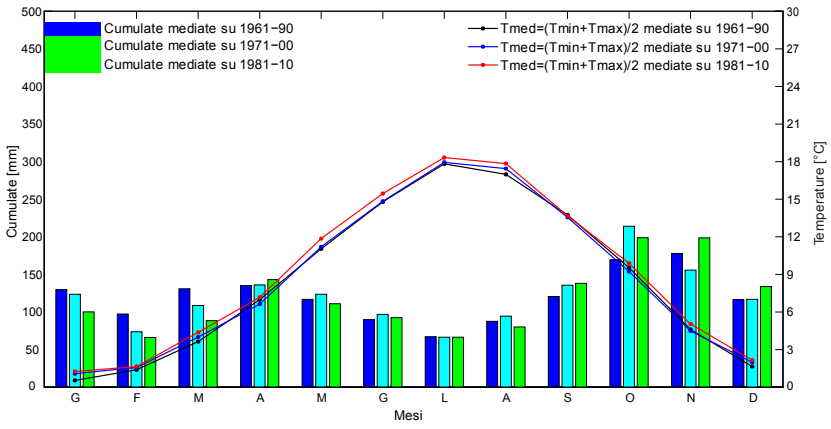


Figura 3.6. Andamento delle temperature e delle piogge cumulate medie mensili su diversi intervalli temporali per la stazione di Santo Stefano d'Aveto (Atlante climatico della Liguria, ARPAL 2013).

Estremi di Precipitazione (espressi in mm)						
Variabile	max 1h	max 3h	max 6h	max 12h	max 24h	max 9-9
Anno inizio serie	1966	1966	1966	1966	1966	1961
Anno fine serie	2010	2010	2010	2010	2010	2008
Popolazione serie (anni)	24	24	24	24	24	47
Valore (mm)	**64,4**	**98,8**	**151,8**	**205,0**	**256,4**	**293,4**
Anno	2010	1981	2006	1970	1970	1997

Figura 3.7. Estremi di precipitazione su intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore per la stazione di Cabanne (Atlante climatico della Liguria, ARPAL 2013).

Estremi di Precipitazione (espressi in mm)					
Variabile	max 1h	max 3h	max 6h	max 12h	max 24h
Anno inizio serie	1963	1963	1963	1963	1963
Anno fine serie	2010	2010	2010	2010	2010
Popolazione serie (anni)	22	22	22	22	22
Valore (mm)	**48,0**	**62,6**	**97,8**	**152,0**	**184,0**
Anno	1979	2008	2009	1970	1970

Figura 3.8. Estremi di precipitazione su intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore per la stazione di Santo Stefano d'Aveto (Atlante climatico della Liguria, ARPAL 2013).

Estremi di Temperatura				
Variabile	Tmin		Tmax	
Anno Inizio Serie	1961		1961	
Anno Fine Serie	2010		2010	
Popolazione serie (anni)	45		45	
Estremi (°C)	Inferiore	Superiore	Inferiore	Superiore
	-18,0	**19,0**	**-10,0**	**32,8**
Data	07-01-85	28-06-68	06-01-85	10-08-98
		03-09-73		05-08-03
		07-09-73		
		18-08-74		
		27-05-92		

Figura 3.9. Estremi di temperatura per la stazione di Santo Stefano d'Aveto (Atlante climatico della Liguria, ARPAL 2013).

Come si evince dai dati presentati il clima dell'area risulta mediamente piovoso, con livelli cumulati annui inferiori rispetto ai settori appena più occidentali dell'Appennino ligure, per quanto riguarda la stazione di S. Stefano d'Aveto. Il contesto morfologico, ovvero la maggiore vicinanza con lo spartiacque ligure[padano, determina, probabilmente, una maggiore consistenza delle precipitazioni nella stazione di Cabanne (figg. 3.3 e 3.4). Le differenze tra i valori annui sono elevate, malgrado la breve distanza tra le due stazioni. Tale differenza si riflette anche sui valori di massima intensità piovosa che raggiungono valori elevati, ma inferiori rispetto a quelli estremamente elevati che si registrano sui bacini tirrenici dell'arco ligure o lungo lo spartiacque nei settori centrale e degli estremi di ponente e levante. La massima piovosità tende a concentrarsi nel periodo autunnale e, subordinatamente, in quello primaverile.

Nel corso dell'inverno le precipitazioni nevose possono risultare anche ingenti e i frequenti e subitanei sbalzi termici possono portare al loro scioglimento anche in tempi rapidi, lungo i versanti esposti ai quadranti meridionali.

Le temperature sono caratterizzate da valori bassi nel periodo invernale con frequenti cicli di gelo e disgelo che determinano un elevato livello di alterazione per crioclastismo. Si ritiene che l'effetto morfologico che implica forti differenze sulla piovosità non incidano altrettanto sui valori di temperatura, trovandosi entrambi le stazioni a nord dello spartiacque ligure[padano. I valori registrati dalla stazione di S. Stefano d'Aveto, in considerazione delle quote medie dei bacini idrografici in oggetto, si ritiene possano essere considerate come rappresentative.

3.4 Usi del suolo

Al fine di ottenere una definizione il più possibile aggiornata circa gli usi del suolo dell'area, è stata utilizzata la cartografia in formato vettoriale realizzata dalla Regione Liguria (*open data*) e pubblicata nel 2015 (Tav. 6).

L'area delle tre opere di presa risulta prevalentemente interessata da seminativi e da prati stabili, la cui presenza è coerente a quella dei tre centri abitati di Magnasco, Cerisola e Villanoce. Tali aree risultano in coincidenza con le frane quiescenti a causa della minore acclività e maggiore circolazione dell'acqua che caratterizza gli accumuli di questo tipo.

Lungo i corsi d'acqua sono presenti boschi di specie igrofile e mesofile, mentre le parti più elevate in quota dei tre bacini afferenti alle opere di presa sono prevalentemente interessate dalla presenza di boschi di conifere.

In relazione al manifestarsi di processi erosivi diffusi, gli usi del suolo agricoli e i prati stabili, presentano una minore protezione del suolo e dunque una maggiore disponibilità a fornire materiali di alimentazione del trasporto solido nelle aste torrentizie. Viceversa per le aree di quota maggiore, sebbene caratterizzate da pendenze mediamente più elevate, la vegetazione presenta una migliore protezione rispetto al procedere dei processi di erosione diffusa.

3.5 Fenomeni di dissesto

La cartografia PAI individua frane quiescenti e frane stabilizzate nell'area facente capo alle tre opere di presa (Tavv. 7 e 8). Una piccola area in frana attiva si trova presso l'abitato di Villanoce, ma a distanza elevata dall'opera di presa.

I dissesti quiescenti indicati nella cartografia PAI risultano delimitati dai corsi d'acqua lungo i quali sono posizionate le opere di presa, pertanto sembrano attribuibili a movimenti superficiali.

La variazione della portata di derivazione sostanzialmente non influisce sulla stabilità dei versanti e delle frane individuate dalla cartografia PAI perché, rimanendo invariate le geometrie delle opere trasversali (altezza e dimensioni dello sfioro), non sono previsti incrementi dei settori bagnati delle sponde che potrebbero indurre il decremento, anche se temporaneo, delle caratteristiche geotecniche dei litotipi che le caratterizzano.

L'analisi multitemporale delle ortofografie disponibili per l'area in esame non ha fornito indizi particolari di dinamiche di dissesto in atto a carico delle frane indicate. A tal fine sono state esaminate le ortofotografie disponibili da Google Earth sull'intervallo temporale 2003[2014 e riportate nelle figure B1[B6 in allegato B.

4. VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO

4.1 Introduzione

La crescente necessità di valutare il trasporto solido potenziale di un bacino idrografico ha condotto, negli ultimi 50 anni, diversi autori all'elaborazione di molti modelli e relazioni di regressione. Modelli e relazioni sono stati sviluppati in diverse aree del mondo e calibrati su valori misurati; in seguito, molti di essi, sono stati adattati a differenti condizioni ambientali. Il principio comune di modelli e relazioni risiede nella valutazione del trasporto solido in termini di materiale potenzialmente prodotto per erosione nel bacino e potenzialmente trasportabile dal reticolo idrografico.

La discreta disponibilità di dati sui bacini individuati dalle sezioni di chiusura delle opere di presa ha indotto ad applicare il modello semi quantitativo FSM *Factorial Score Model*, come descritto nel seguito.

4.2 Factorial Score Model

FSM è un metodo semiquantitativo (Verstraeten *et al.*, 2003; de Vente *et al.*, 2005) sviluppato e calibrato su 60 bacini distribuiti sul territorio spagnolo; la calibrazione è avvenuta sui dati ottenuti dal campionamento dei sedimenti.

Il principio che è alla base del metodo, e comune anche ad altri, consiste nell'affidare un punteggio alla predisposizione all'erosione, alla capacità e possibilità di trasporto e sedimentazione nelle aree depresse, al ruolo di protezione offerto dalla copertura vegetale e all'influenza generata dall'uso del suolo in un bacino. Il punteggio deve essere stabilito in seguito all'analisi dei parametri descrittivi delle condizioni del bacino (geologia, geomorfologia, dissesto, clima, uso del suolo) e all'analisi diretta dei luoghi.

Il metodo utilizza 5 punteggi relativi ad altrettanti fattori che sono considerati utili alla caratterizzazione della produzione di sedimenti nel bacino. A ogni fattore è assegnato un punteggio da 1 a 3, secondo la tabella 4.1.

La relazione che permette di valutare la produzione totale di sedimenti nel bacino è la seguente:

$$SSY = 4139 * A^{-0.44} + 7{,}77 * indiceFSM - 31.99 \qquad (1)$$

dove:

SSY: stima dei sedimenti totali prodotti per erosione e movimentabili nel bacino ($t*km^{[2}*a^{[1}$)

A: superficie del bacino (km^2)

Indice FSM: prodotto dei punteggi assegnati secondo la tabella 4.1, mentre la tabella 4.2 riporta i punteggi assegnati ai tre bacini sottesi dalle tre opere di presa facenti capo alla derivazione oggetto della presente relazione.

Fattore	Punteggio	Descrizione
Morfometria	1	Pendenze modeste; energia del rilievo < 200 m in 5 km
	2	Pendenze moderate; energia del rilievo 200[500 m in 5 km
	3	Pendenze elevate; energia del rilievo > 500 m in 5 km
Copertura vegetale	1	Buona protezione; >75% della superficie
	2	Moderata protezione; 25[75 % della superficie
	3	Ridotta protezione; <25 % della superficie
Erosione lineare	1	Solchi e cigli di erosione occasionali
	2	Presenza di alcuni solchi e banchi di erosione
	3	Presenza di molti solchi e banchi di erosione
Litologia	1	Substrato ad elevata resistenza all'alterazione
	2	Elevata presenza di depositi sedimentari
	3	Substrato fortemente alterato e poco resistente all'erosione
Forma del bacino idrografico	1	Bacino allungato senza evidenti fenomeni di erosione laminare dai versanti
	2	Bacino di forma intermedia tra allungato e circolare
	3	Bacino di forma sub[circolare con reticolo molto sviluppato e evidenti fenomeni di erosione laminare sui versanti

Tabella 4.1. Descrizione dei fattori e dei punteggi nel metodo FSM. Modificata da Verstraeten *et al*., (2003) e de Vente *et al*. (2005).

Fattore	Punteggio		
	Dugaia	Rezzoaglio	Rio Crosa Scura
Morfometria	3	3	3
Copertura vegetale	1	1	1
Erosione lineare	2	1	1
Litologia	1	1	2
Forma del bacino idrografico	1	1	1

Tabella 4.2. Punteggi assegnati ai tre bacini sottesi dalle opere di presa facenti capo alla derivazione per i 5 fattori del metodo FSM.

L'applicazione dell'equazione (1) con i punteggi di tabella 4.2, fornisce una stima della produzione totale specifica di sedimenti nei tre bacini pari a:

Bacino	SSY ($t*km^{Z2}*a^{Z1}$)
Dugaia	1829
Rezzoaglio	1625
Rio Crosa Scura	2644

Tabella 4.3. Stima della produzione totale specifica di sedimenti per i tre bacini idrografici sottesi dalle opere di presa.

Commento dei risultati ottenuti

L'applicazione del metodo FSM per la stima della produzione potenziale totale di sedimenti, ovvero comprendente sia la componente solida di fondo che torbida in sospensione, ha fornito valori elevati in termini assoluti. Tali valori si ritiene tendano a sovrastimare la reale produzione di sedimenti di cui, comunque, il metodo fornisce una stima teorica in termini di valore potenziale massimo.

In bibliografia si trovano i valori misurati, per lo più in prossimità di dighe e sbarramenti, dei sedimenti realmente trasportati in diversi bacini idrografici e mediante stazioni torbiometriche, dunque rappresentativi della sola componente torbida del trasporto solido che può essere quantificata nel 90% circa del valore totale stimato secondo il metodo FSM.

De Vente (2009) riporta i valori misurati da diversi autori in 44 bacini italiani con estensione superficiale compresa tra 14 km^2 e 661 km^2. La variabilità è elevata, con i seguenti valori estremi:

- t_u min = 13 $(t*km^{[2}*a^{[1}$)
- t_u Max = 3067 $(t*km^{[2}*a^{[1}$)

Ciccacci *et al.* (1981), per calibrare relazioni di regressione per la stima del trasporto torbido unitario, ha utilizzato valori misurati in 14 stazioni torbiometriche lungo l'Appennino settentrionale, centrale e meridionale. Anche in questo caso la variabilità è risultata elevata con i seguenti valori estremi:

- t_u min = 152 $(t*km^{[2}*a^{[1}$)
- t_u Max = 2397 $(t*km^{[2}*a^{[1}$)

I valori ricavati dall'applicazione del metodo FSM ai tre piccoli bacini idrografici in oggetto ha fornito i valori di trasporto torbido unitario annuo riportati nella tabella seguente, considerando il 90% dei valori in tabella 4.3.

Tali valori risultano compatibili con i valori misurati dai diversi autori sul territorio italiano.

Bacino	**t_u $(t*km^{Z2}*a^{Z1})$**
Dugaia	1646
Rezzoaglio	1463
Rio Crosa Scura	2380

Tabella 4.4. Stima del trasporto torbido unitario annuo per i tre bacini idrografici sottesi dalle opere di presa.

5. CONCLUSIONI

L'area in esame presenta alcuni dissesti identificati dalla cartografia PAI quali quiescenti.

La variazione della portata di derivazione sostanzialmente non influisce sulla stabilità dei versanti e delle frane individuate dalla cartografia PAI, perché, rimanendo invariate le geometrie delle opere trasversali (altezza e dimensioni dello sfioro), non sono previsti incrementi nei settori bagnati delle sponde che potrebbero indurre il decremento, anche se temporaneo, delle caratteristiche geotecniche dei litotipi che le caratterizzano.

La valutazione del trasporto solido, effettuata mediante la valutazione dell'indice FSM, ha fornito valori mediamente elevati ma coerenti con i valori misurati in ambito appenninico da diversi autori, in aree coerenti dal punto di vista morfologico. Il particolare microclima dell'area in esame risulta caratterizzato da piovosità elevate e maggiore presenza di precipitazioni nevose, rispetto a parte dei casi presenti in letteratura, il ché rende ragionevoli i valori stimati che il modello tende in ogni caso a sovrastimare, soprattutto per bacini di piccole estensioni areali come quelli in oggetto.

Bibliografia

- ARPAL Atlante climatico della Liguria (2013).
- Bazzoffi, P., 1985. Methods for net erosion measurement in watersheds as a tool for the validation of models in central Italy, Workshop on soil erosion and hillslope hydrology with emphasis on higher magnitude events, K.U. Leuven, (1985).
- Bazzoffi, P., Baldassarre, G., Pellegrini, S. and Bassignana, A. Models for prediction of water storage decrease in Italian Reservoirs. In: Shady, A.M., Kassem, A., Delise, C.E. and Bouchard, M.A. (Editors), Proceedings of the IX World Water Congress IWRA, pp. 249[252 (1997).
- Ciccacci S., Fredi P., Lupia Palmieri E., Pugliese F. "Contributo dell'analisi geomorfica quantitativa alla valutazione dell'entità dell'erosione nei bacini fluviali". Boll. Soc. Geol. Italiana. 99:455[516 (1981).
- Ciccacci S., D'Alessanro L., Fredi P., Lupia Palmieri E., "Contributo dell'analisi geomorfica quantitativa allo studio dei processi di denudazione del bacino idrografico del torrente Paglia (Toscana meridionale [Lazio settentrionale) Geogr. Fis. E Dinam. Quat, Suppl. I: 171[188 (1988).
- Ciccacci S., D'Alessanro L., Fredi P, Lupia Palmieri E. "Relation between morphometric characteristic and denudation processes in some drainage basins of Italy". Zeit. Geomorph., 36 (1): 53[67 (1992).
- De Vente, J., Poesen, J., Bazzoffi, P., Van Rompaey, A. and Verstraeten, G. Predicting catchment sediment yield in Mediterranean environments: the importance of sediment sources and connectivity in Italian drainage basins. Earth Surface Processes and Landforms, 31(8): 1017[1034. (2006).
- De Vente J. Soil Erosion and Sediment Yield in Mediterranean Geoecosystems'. Scale issues, modelling and understanding. PhD thesis K.U. Leuven (2009).
- Gavrilovic, S. Bujicni tokovi i erozija (Torrents and erosion), Gradevinski kalendar, Beograd (Serbia), (1976).
- Horton R.E. "Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Soc. Am. Bull., 56: 275[370 (1945).
- Verstraeten, G., Poesen, J., de Vente, J. and Koninckx, X., 2003. Sediment yield variability in Spain: a quantitative and semiqualitative analysis using reservoir sedimentation rates. Geomorphology, 50(4): 327[348.

ALLEGATI

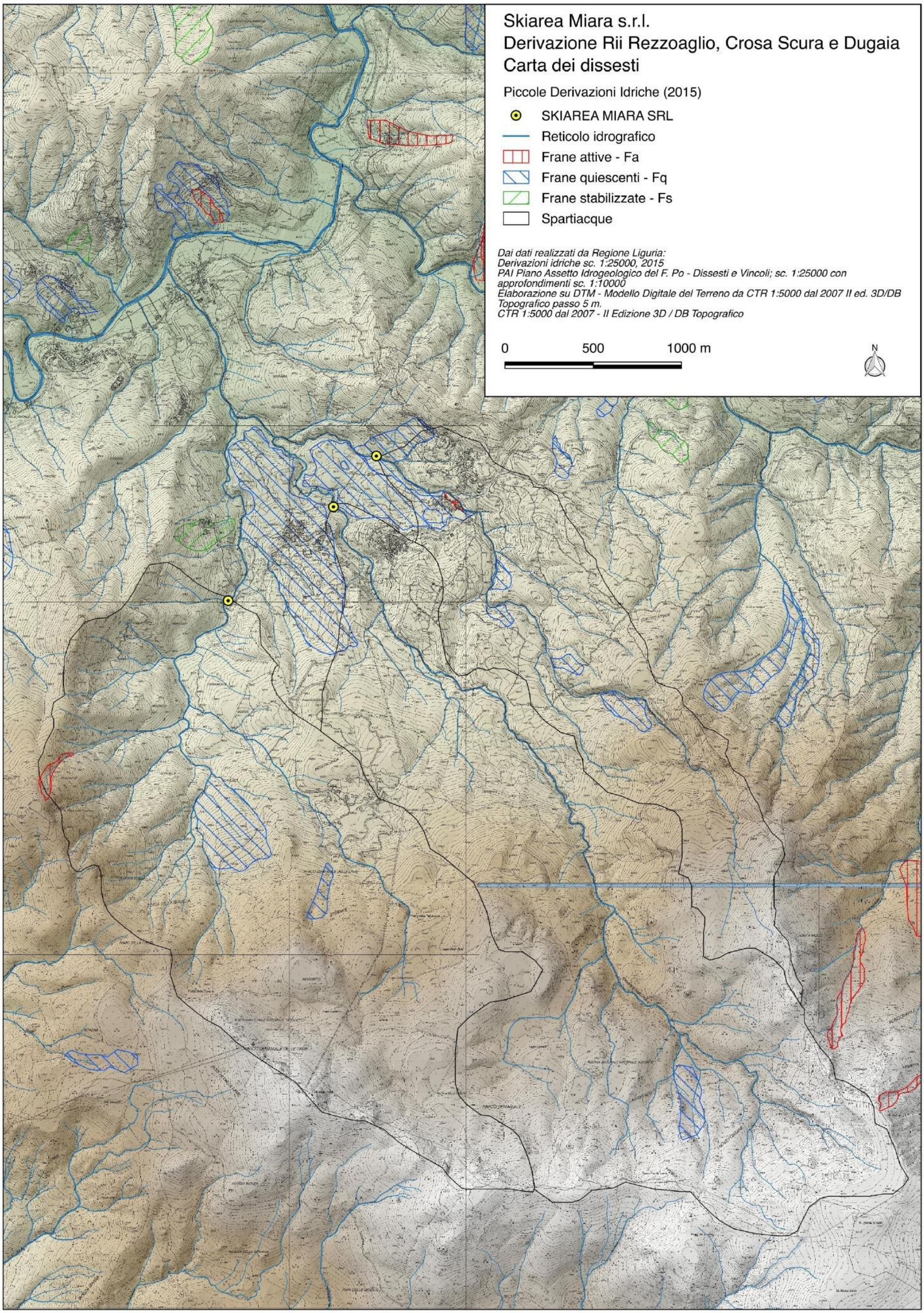


Tavola 1. Localizzazione dell'area su modello tridimensionale, con indicazione dei tre bacii idrografici afferenti alle sezioni delle tre opere di presa e dei dissesti PAI.

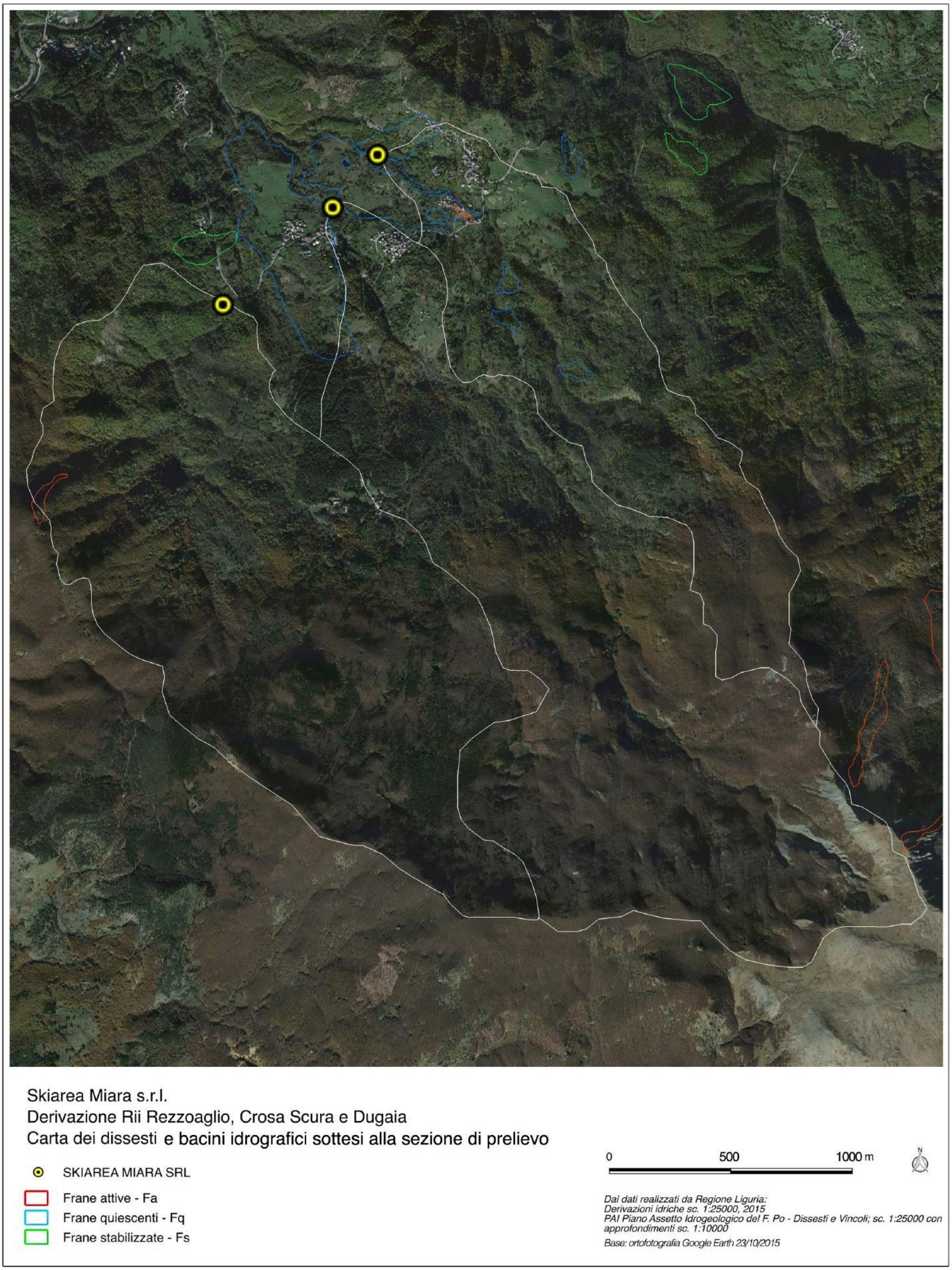


Tavola 2. Localizzazione dell'area su ortofotgrafia, con indicazione dei tre bacii idrografici afferenti alle sezioni delle tre opere di presa e dei dissesti PAI.

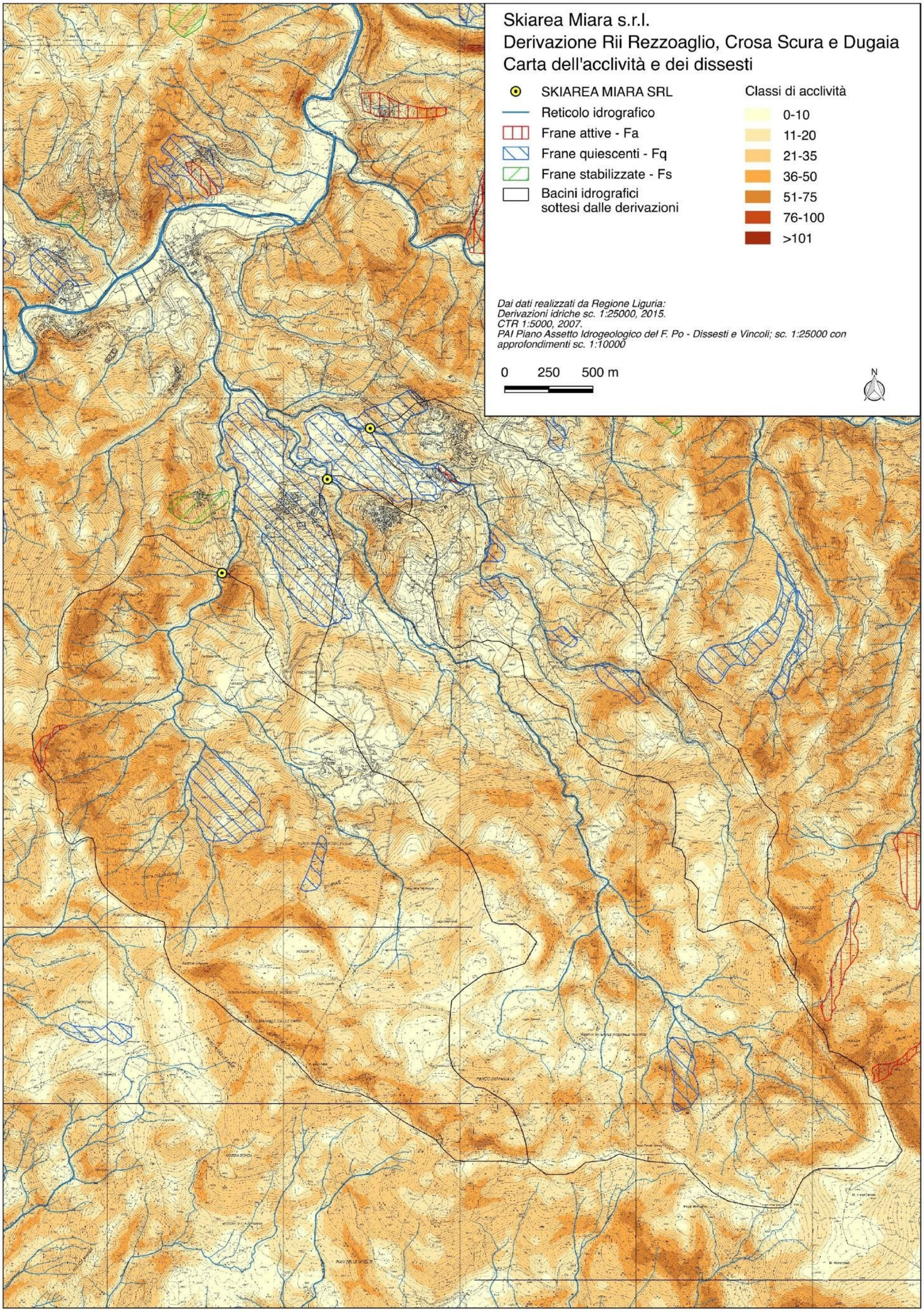


Tavola 3. Carta dell'acclività e rappresentazione dei dissesti secondo la cartografia PAI.

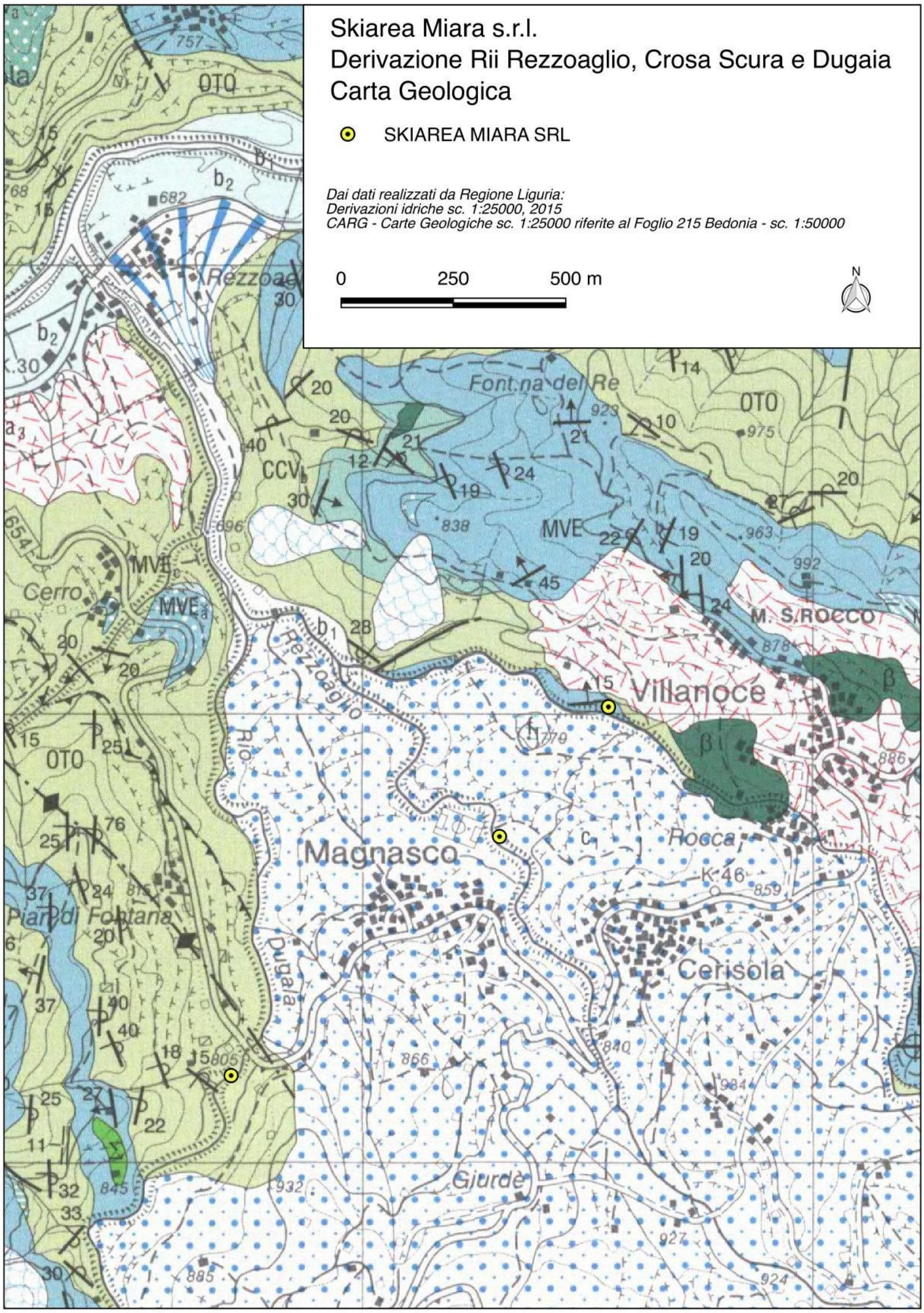


Tavola 4. Carta Geologica – estratto dal foglio Bedonia 1:50000 del progetto CARG.



Tavola 4bis. Legenda della Carta Geologica foglio Bedonia 1:50000 del progetto CARG.

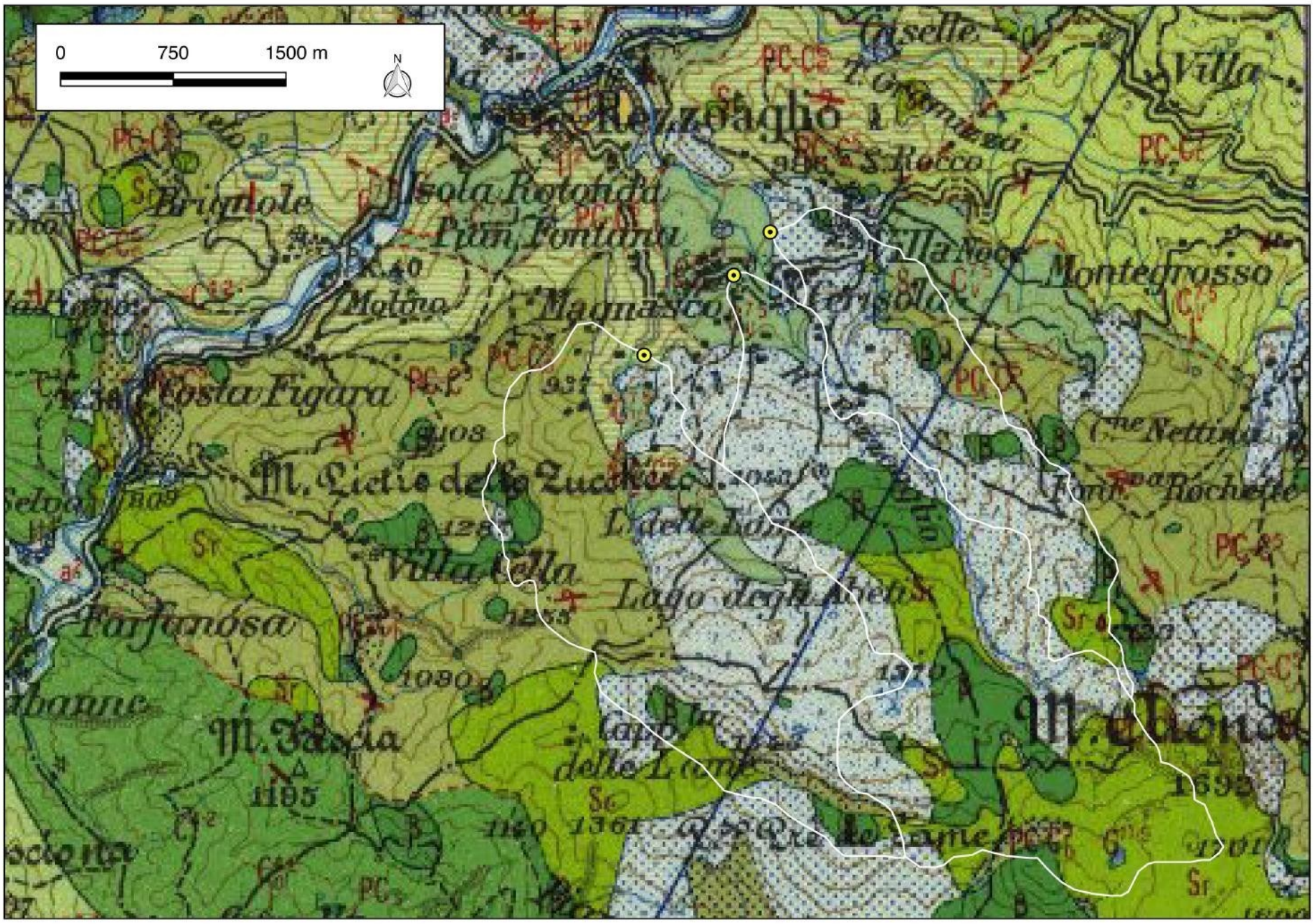


Tavola 5. Localizzazione dell'area su Carta Geologica d'Italia sc. 1:100000, foglio Rapallo.

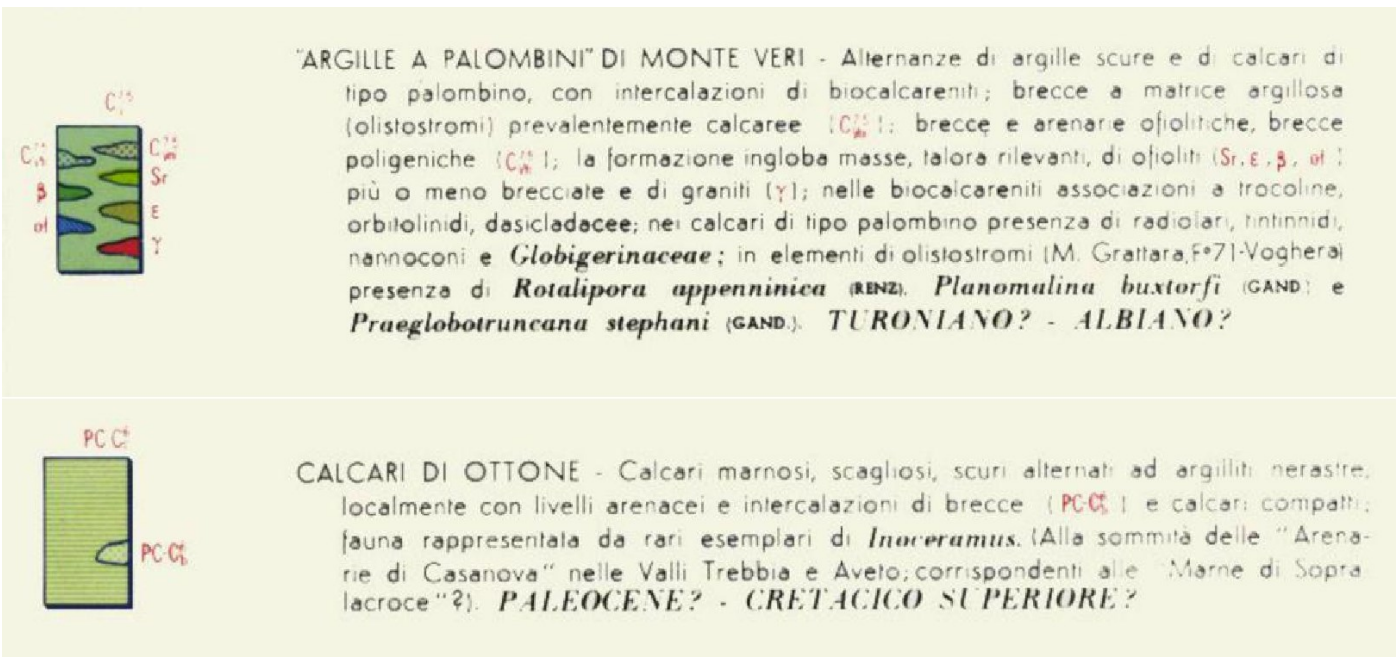


Tavola 5bis. Estratto dalla legenda del foglio Rapallo della Carta Geologica d'Italia.

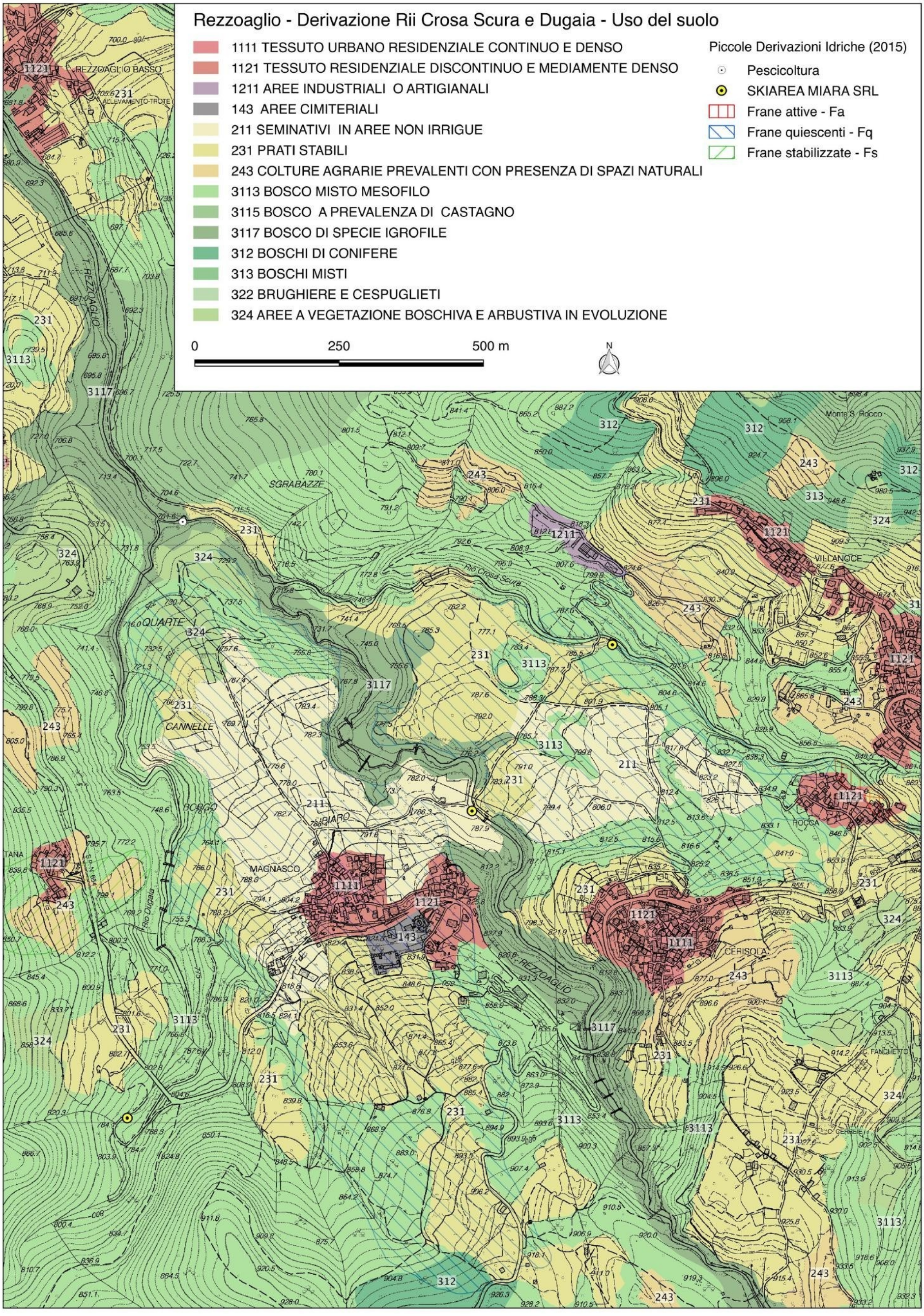


Tavola 6. Uso del suolo dell'area di derivazione (dai dati realizzati da Regione Liguria: Uso del suolo 2015, sc. 1:10000; derivazioni idriche 2015, sc. 1:25000; CTR 1:5000, 2007; PAI: dissesti e vincoli sc. 1:25000 con approfondimenti sc. 1:10000).

Skiarea Miara s.r.l.
Derivazione Rii Rezzoaglio, Crosa Scura e Dugaia
Carta dei dissesti

Piccole Derivazioni Idriche (2015)

- Pescicoltura
- SKIAREA MIARA SRL
- Reticolo idrografico
- Frane attive - Fa
- Frane quiescenti - Fq
- Frane stabilizzate - Fs
- Esondazioni a pericolosità molto elevata - Ee
- Esondazioni a pericolosita elevata - Eb
- Esondazioni a pericolosità media - Em

Dai dati realizzati da Regione Liguria:
Derivazioni idriche sc. 1:25000, 2015
PAI Piano Assetto Idrogeologico del F. Po - Dissesti e Vincoli; sc. 1:25000 con approfondimenti sc. 1:10000

0 250 500 m

N

Tavola 7. Dissesti nell'area in esame, secondo la cartografia PAI.

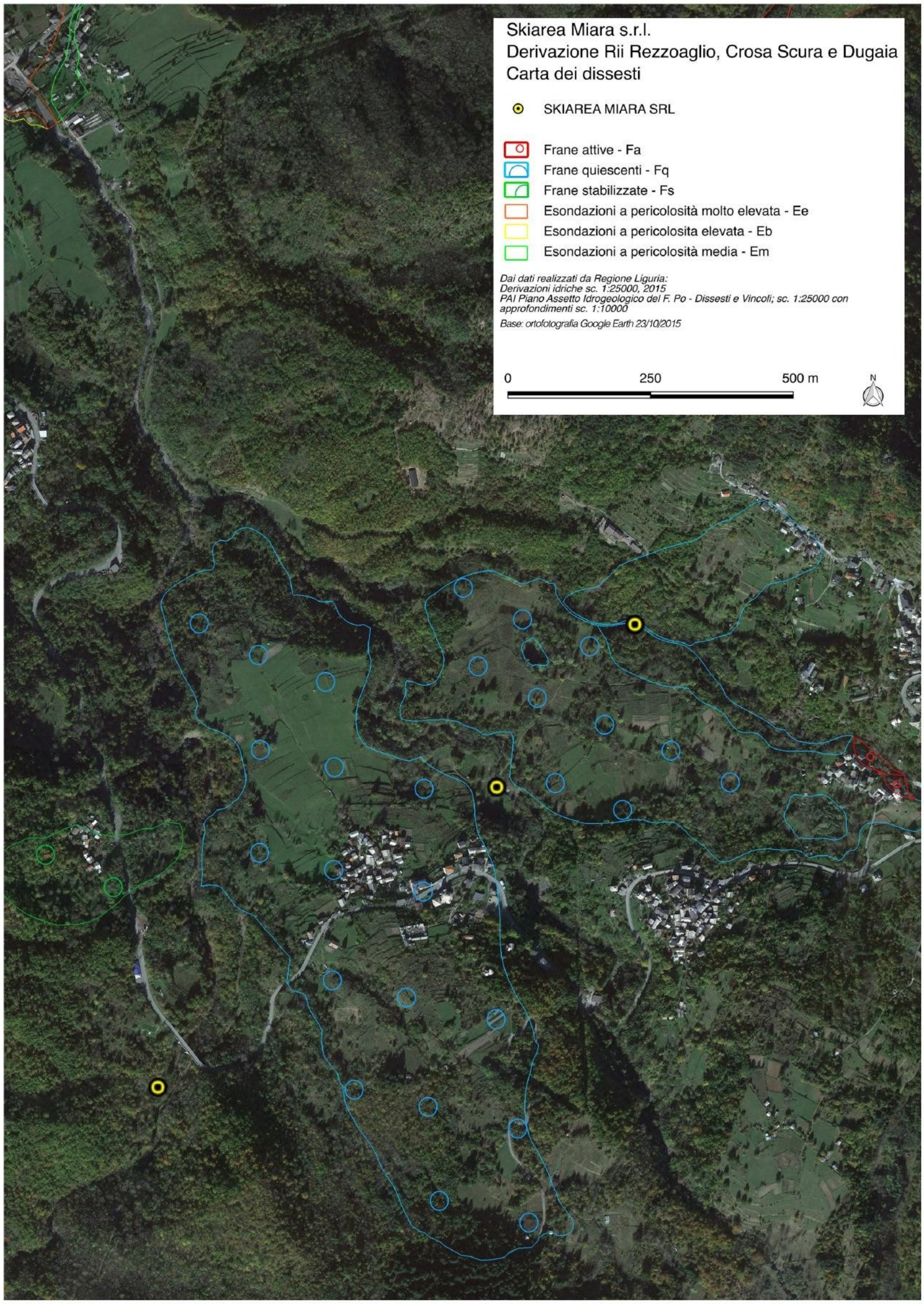


Tavola 8. Localizzazione dei dissesti secondo il PAI e delle opere di presa su ortofotgrafia (Google Earth 2015).

Allegato B

Analisi multitemporale dell'area da ortofotografie (Googel Earth).

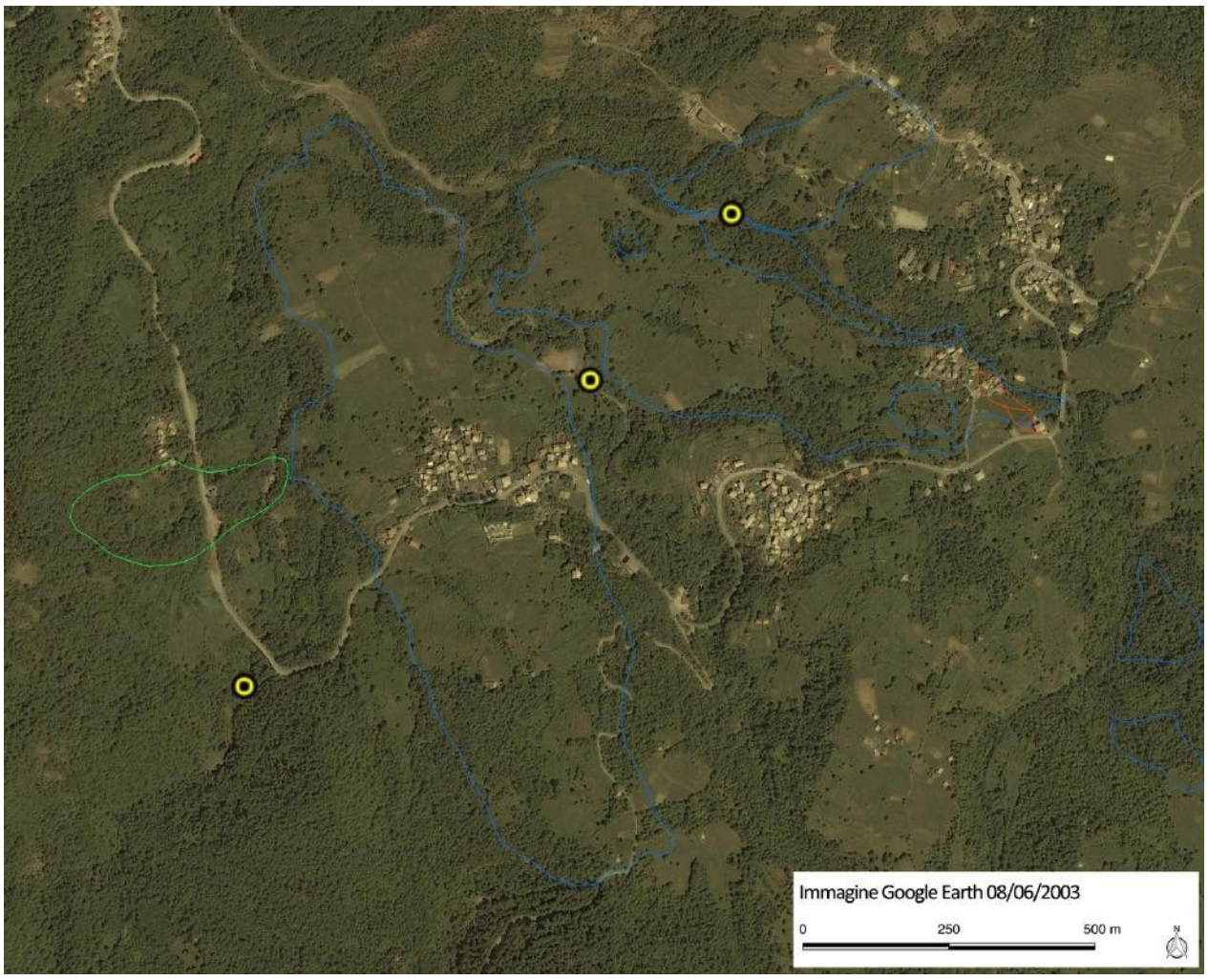


Figura B1. Area delle opere di presa nel 2003.

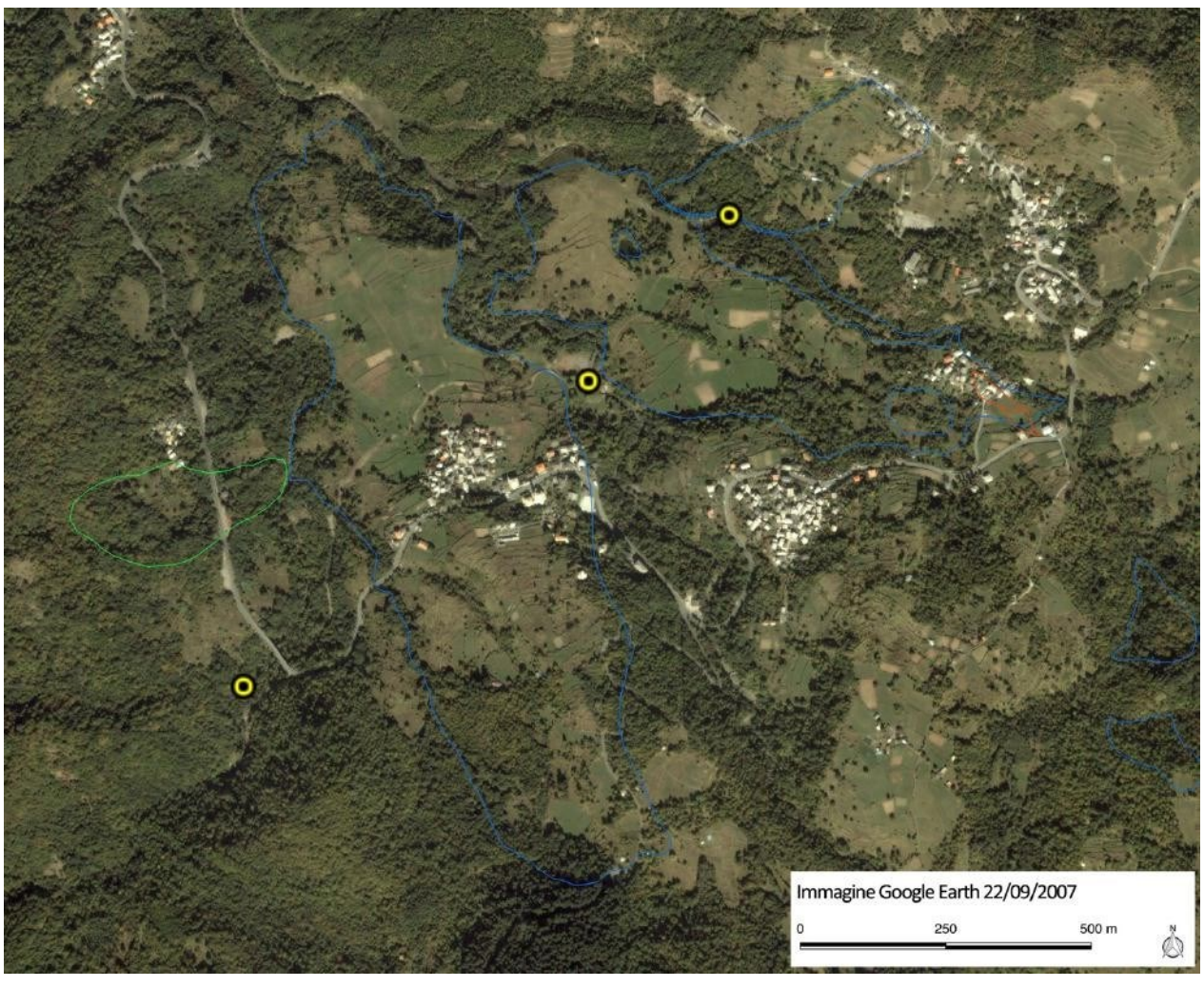


Figura B2. Area delle opere di presa nel 2007.

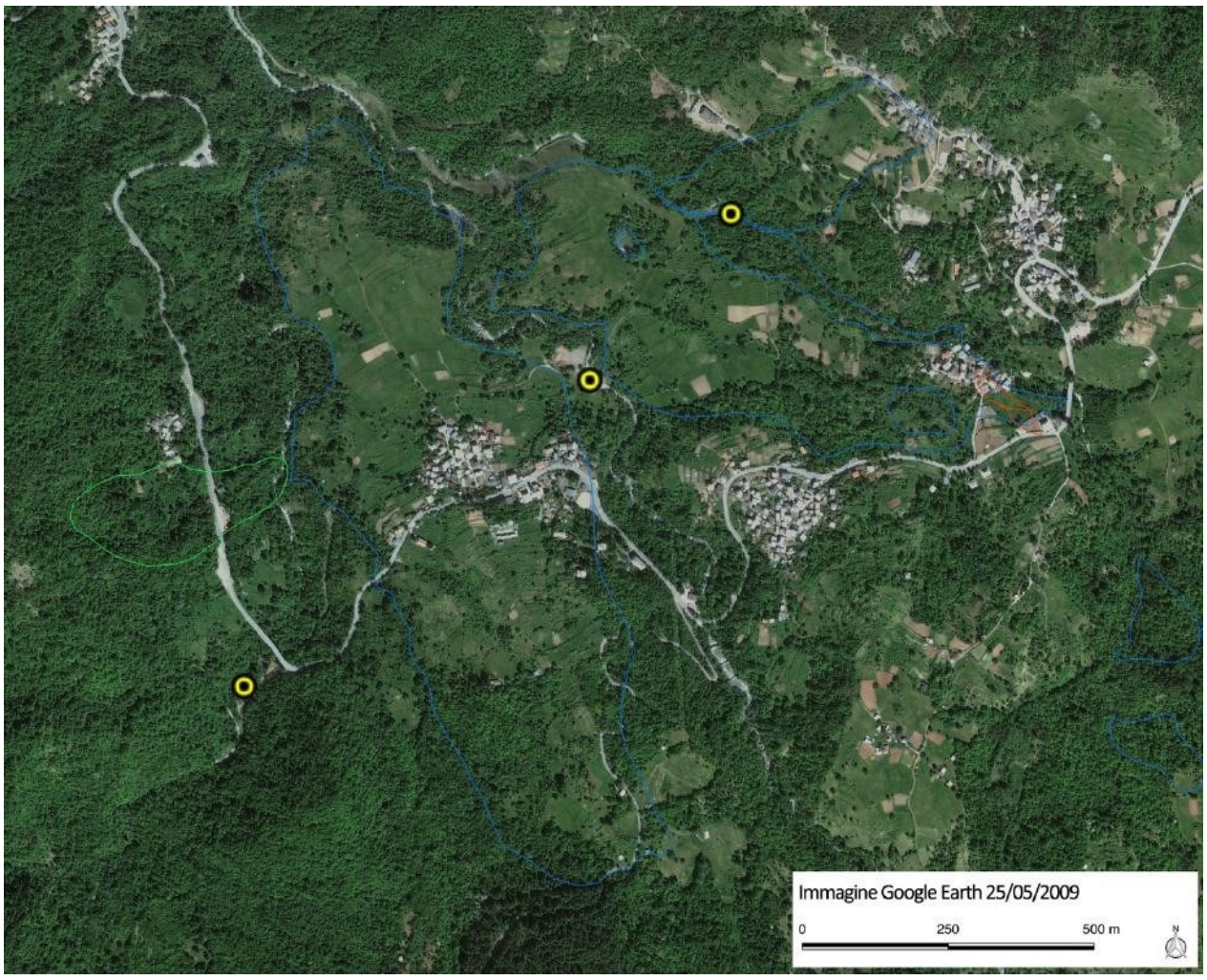


Figura B3. Area delle opere di presa nel 2009.

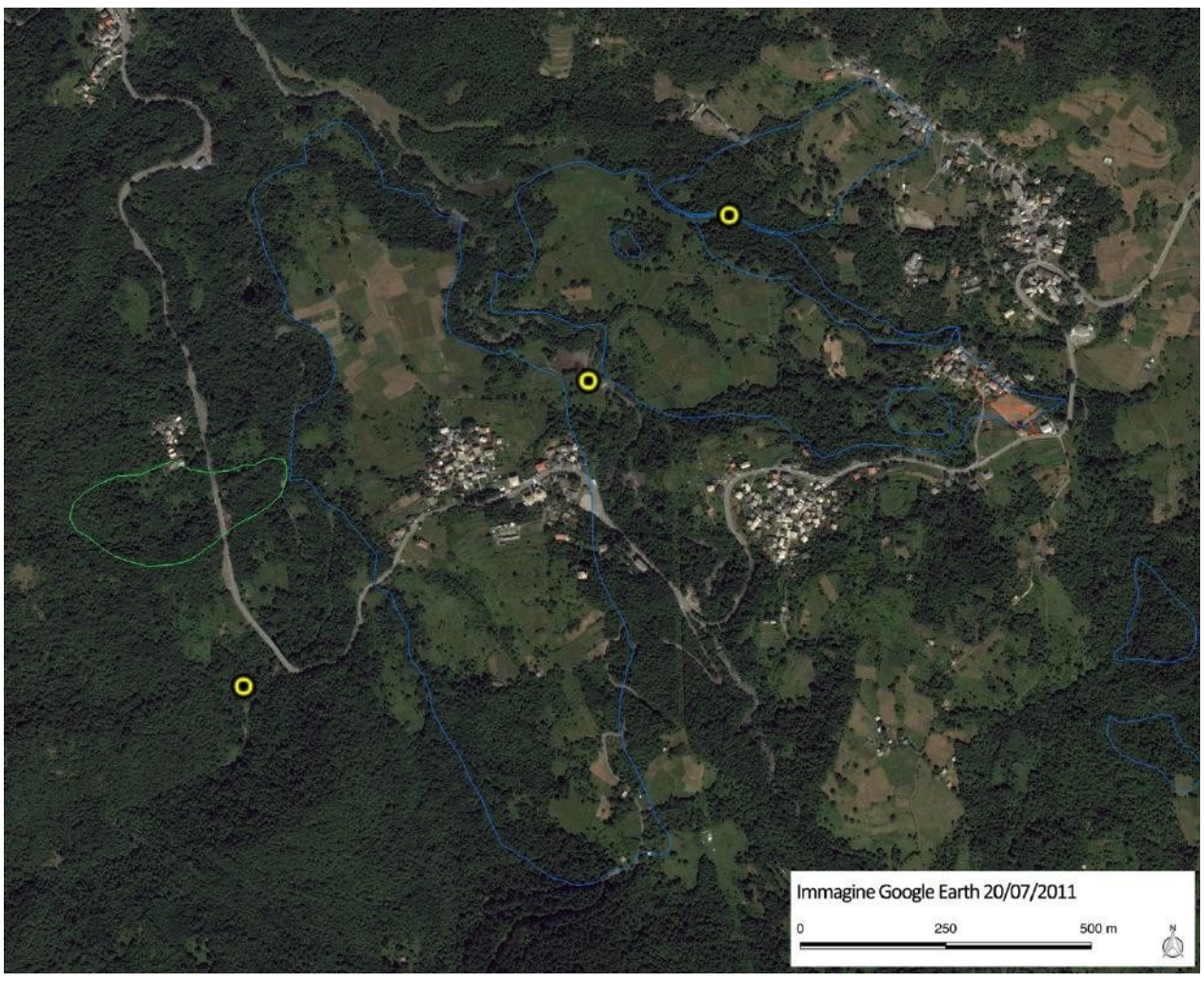


Figura B4. Area delle opere di presa nel 2011.

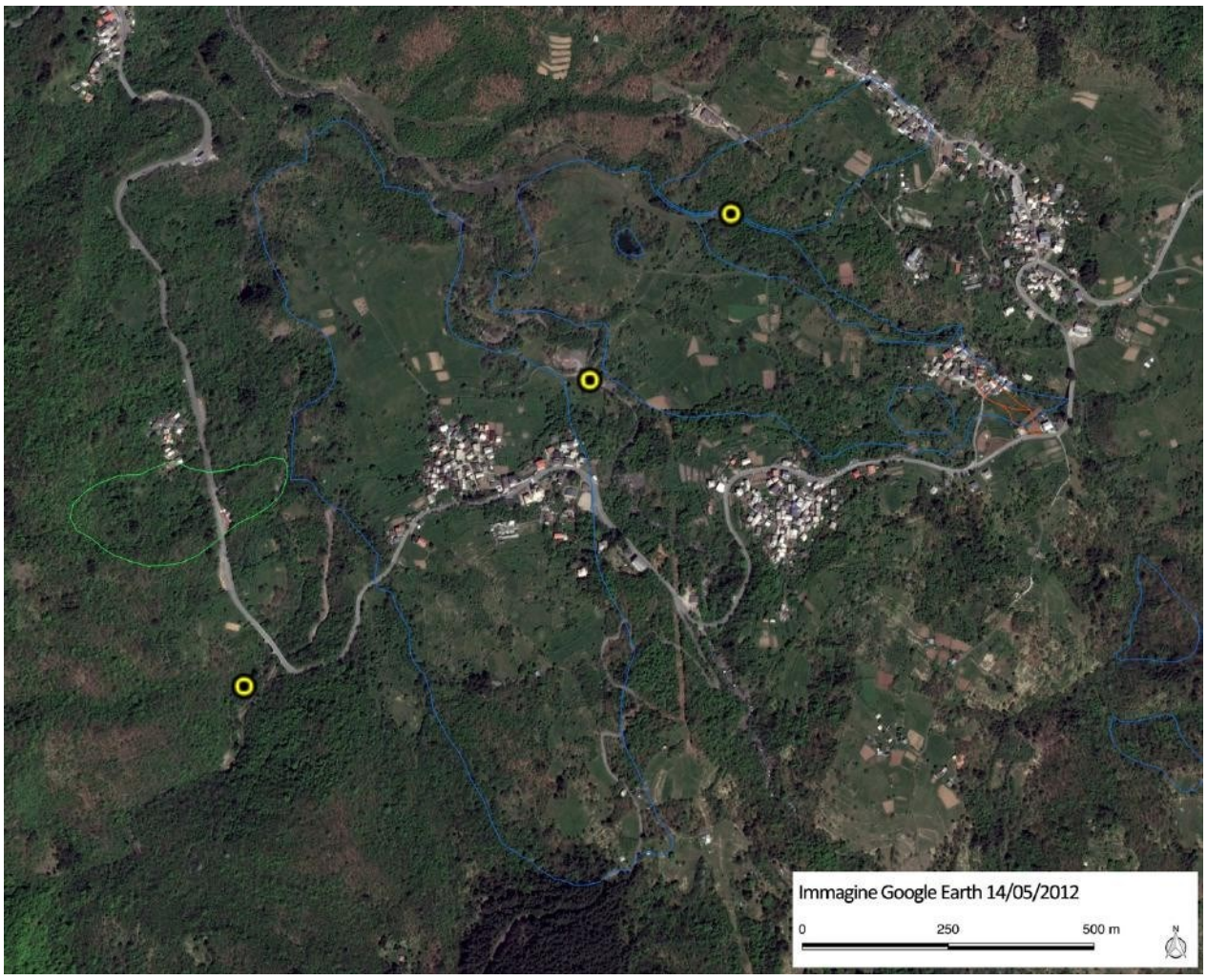


Figura B5. Area delle opere di presa nel 2012.

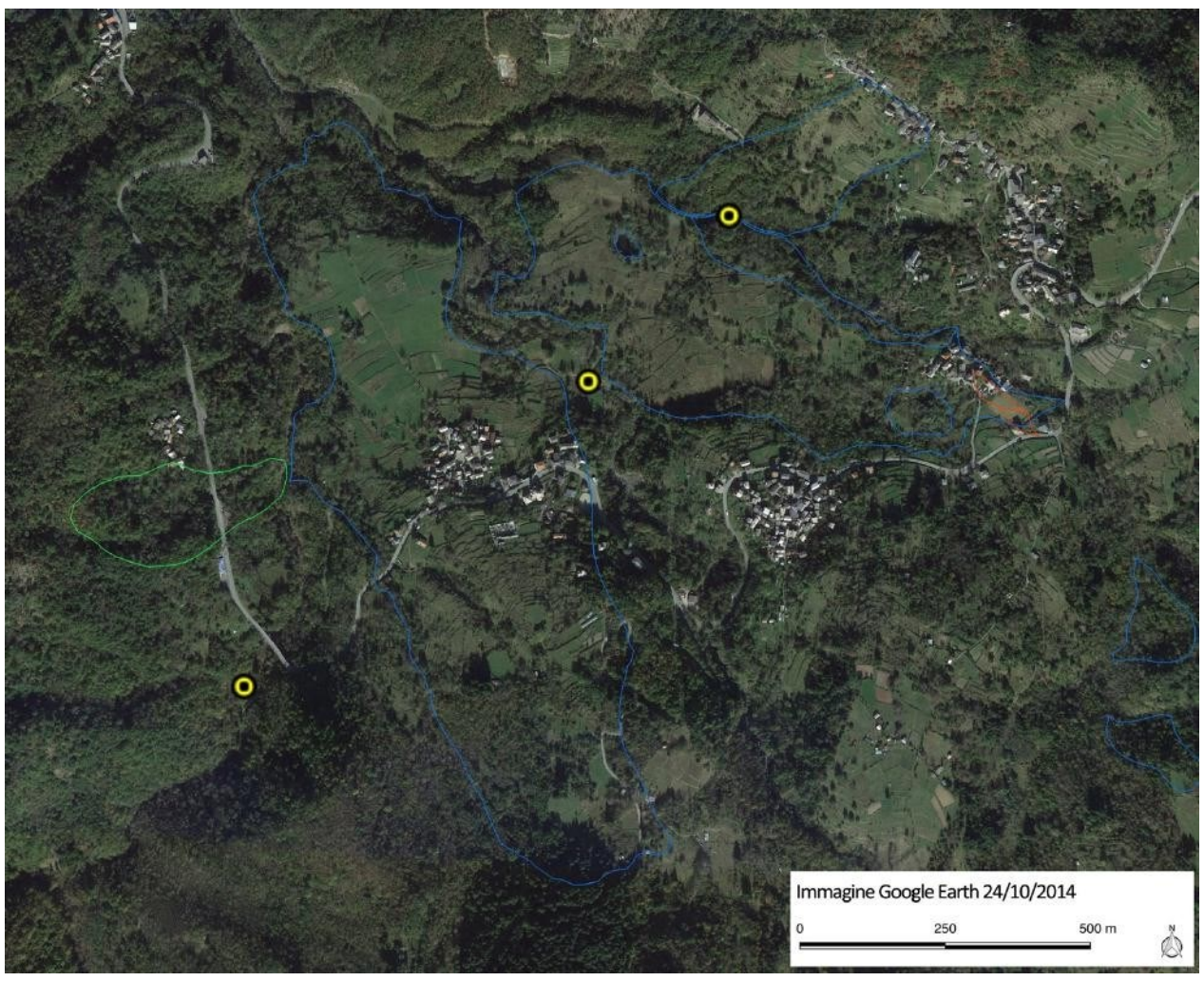


Figura B6. Area delle opere di presa nel 2014.