



**Autorità di Bacino Interregionale
del Fiume Magra**



**Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Produzione Vegetale**

a cura di Prof. Mauro G. Mariotti

Con la collaborazione dei dott. R. Sigona e M. Pavarino



**EFFICIENZA IDROGEOLOGICA DELLA COPERTURA
VEGETALE A SCALA DI BACINO**

ARMONIZZAZIONE INTERREGIONALE E CARTOGRAFIA



OBIETTIVI

Gli obiettivi principali della ricerca sono:

- la realizzazione di una carta dell'uso del suolo, con particolare riferimento alla copertura vegetale, con criteri omogenei per tutto l'ambito del bacino;
- la realizzazione di una carta relativa all'efficienza idrogeologica della copertura vegetale corredata di indirizzi e norme utili per la redazione di un piano di interventi, omogenea per l'ambito di bacino;
- indicazioni gestionali finalizzati al miglioramento della copertura vegetale in relazione alla tutela rispetto a problemi idrogeologici superficiali.



METODOLOGIA

La ricerca si è sviluppata in diverse fasi che si sono concluse con la realizzazione di documenti intermedi. Tali fasi sono elencate di seguito.

- a) [Ricognizione](#) della documentazione disponibile e messa a punto del metodo di ricerca; redazione di un documento metodologico.
- b) Cartografia sperimentale di prima approssimazione della efficienza idrogeologica della copertura vegetale del Bacino del fiume Magra (La Spezia - Massa Carrara) in scala 1:25.000 in formato vettoriale (compatibile con il programma ESRI-Arcview 3.2); redazione dei seguenti documenti cartografici intermedi e finali corredati di breve memoria illustrativa:
 - 1) [Cartografia dell'uso del suolo](#) ai fini idrogeologici con legenda armonizzata fra regioni diverse (Liguria e Toscana)
 - 2) [Cartografia dell'efficienza idrogeologica teorica della copertura vegetale](#)
 - 3) [Cartografia dell'erosione teorica](#)
 - 3) [Cartografia dell'efficienza idrogeologica della copertura vegetale relazionata al suolo](#)
- c) Realizzazione di una [carta propedeutica alla redazione di indirizzi](#) e norme per il piano di interventi comprensiva della evidenziazione di situazioni di criticità in scala 1:25.000, con eventuali dettagli cartografici in scala 1:10.000, e di una memoria illustrativa.

L'efficienza della copertura vegetale nei confronti del rischio idrogeologico indicata per brevità come "efficienza idrogeologica della copertura vegetale" verrà stimata come capacità delle diverse tipologie di vegetazione nel trattenere il terreno. Per fare ciò occorre da un lato quantificare l'erosione potenziale del suolo in assenza di copertura vegetale e dall'altro quantificare la capacità potenziale della copertura vegetale di trattenere il terreno stesso.

In assenza di misure sperimentali sufficienti a permettere una estrapolazione e spazializzazione sul territorio d'indagine, le definizioni quantitative dell'erosione e della capacità di trattenimento del terreno da parte della vegetazione sono molto complesse. Si è proceduto pertanto attraverso l'applicazione di un modello deterministico in grado di stimare l'efficienza idrogeologica della vegetazione in relazione a caratteristiche climatiche, pedologiche, topografiche e vegetazionali.

Il metodo procede per tappe stimando dapprima la capacità potenziale (teorica) della copertura vegetale di proteggere un terreno indeterminato dal rischio idrogeologico superficiale, in particolare nei riguardi dell'acqua cadente e dell'acqua dilavante e, successivamente stimando l'erosione superficiale potenziale del terreno in base a substrato e acclività. Infine dal confronto tra le prime due stime si otterrà una stima dell'efficienza idrogeologica della copertura vegetale relazionata alla singola situazione differente per i parametri considerati.

1. preparazione dei dati di base (uso del suolo – vegetazione)
2. attribuzione dell'efficienza idrogeologica teorica (o potenziale) della copertura vegetale per ciascuna tipologia uso suolo - vegetazione
3. creazione di aree omogenee per l'efficienza idrogeologica teorica
4. elaborazione della carta dell'efficienza idrogeologica teorica (o potenziale)
5. preparazione dei dati di base (tipologia del substrato, acclività)
6. attribuzione dell'erosione superficiale teorica (o potenziale) in assenza di copertura vegetale per ciascuna tipologia del substrato, classe di acclività
7. creazione di aree omogenee per l'erosione superficiale teorica
8. elaborazione della carta dell'erosione teorica del suolo
9. creazione di aree omogenee derivanti dall'incrocio in ambiente GIS delle due carte elaborate ai punti 4 e 8.
10. elaborazione della carta dell'efficienza idrogeologica della copertura vegetale
11. elaborazione di carte di sintesi con aree accorpate per sottobacini, indirizzi d'intervento e situazioni di criticità, corredata da eventuali approfondimenti di dettaglio alla scala 1:10.000.

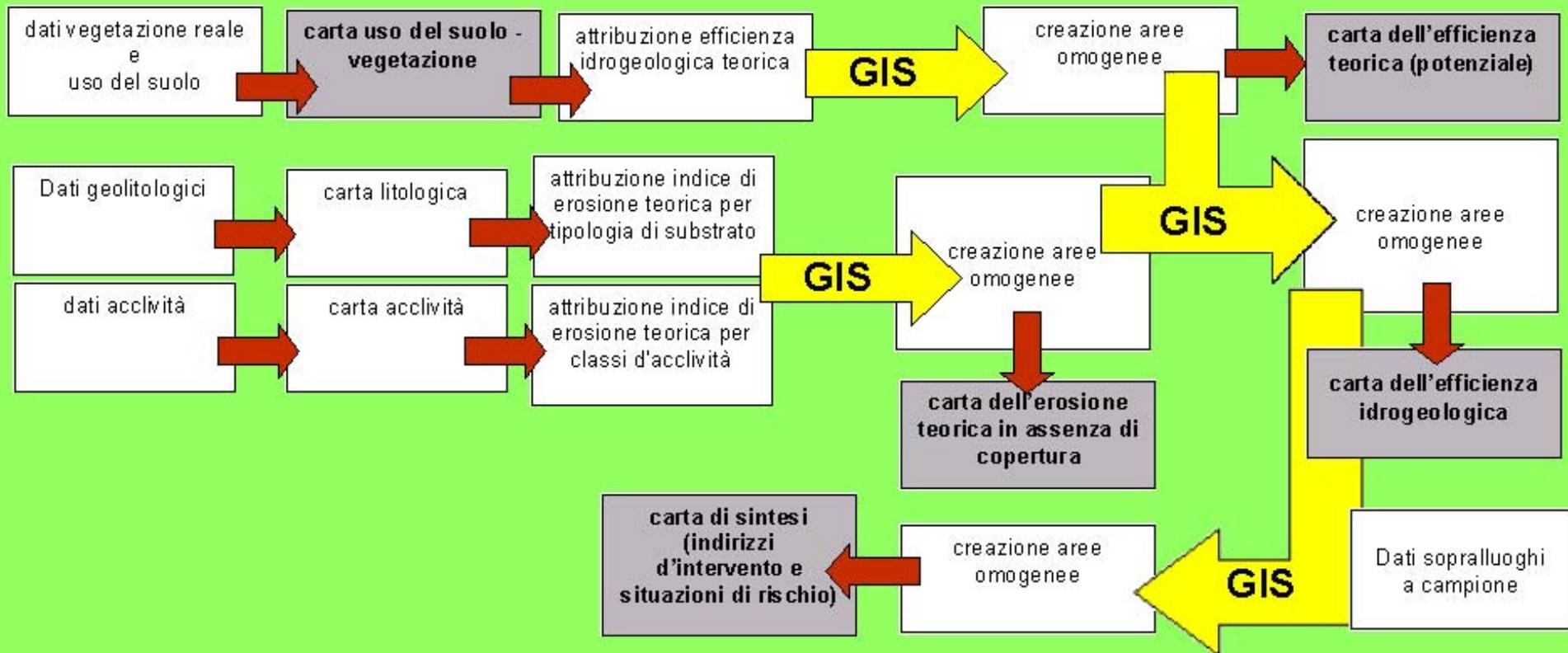
Nella valutazione sintetica e nella elaborazione delle carte di sintesi per ciascun sottobacino è stato calcolato un indice medio ponderato di efficienza idrogeologica della copertura vegetale (IEFV).

Il metodo è illustrato in uno [schema](#).



METODOLOGIA

fasi di lavoro





METODOLOGIA

Cartografia dell'uso del suolo

Per la redazione della carta dell'uso del suolo finalizzata agli scopi della ricerca, i dati disponibili sulla vegetazione reale e sull'uso del suolo sono stati utilizzati per distinguere le seguenti tipologie:

1. Aree naturali a copertura vegetale assente o fortemente discontinua - (AN)
2. Arbusteti - (AR)
3. Ceduo di latifoglie decidue e semidecidue con copertura densa (85-100%)-(CLD3)
4. Ceduo di latifoglie decidue e semidecidue con copertura rada (60-85%)-(CLD2)
5. Ceduo di latifoglie decidue e semidecidue degradato o aperto (20-60%)-(CLD1)
6. Ceduo di latifoglie sempreverdi con copertura densa (85-100%)-(CLS3)
7. Ceduo di latifoglie sempreverdi con copertura rada (60-85%)-(CLS2)
8. Ceduo di latifoglie sempreverdi degradato o aperto (20-60%)-(CLS1)
9. Fustaia di latifoglie decidue e semidecidue con copertura densa (85-100%)-(FLD3)
10. Fustaia di latifoglie decidue e semidecidue con copertura rada (60-85%)-(FLD2)
11. Fustaia di latifoglie decidue e semidecidue degradata o aperta (20-60%)-(FLD1)
12. Fustaie di latifoglie sempreverdi con copertura densa (85-100%)-(FLS3)
13. Fustaia di latifoglie sempreverdi con copertura rada (60-85%)-(FLS2)
14. Fustaia di latifoglie sempreverdi degradata o aperta (20-60%)-(FLS1)
15. Bosco di conifere con copertura densa (85-100%)-(BC3)
16. Bosco di conifere con copertura rada (60-85%)-(BC2)
17. Bosco di conifere degradato o aperto (20-60%)-(BC1)
18. Praterie, pascoli e prati pascoli - (PRA)
19. Colture arboree - (CA)
20. Colture arboree abbandonate -(CAA)
21. Seminativi -(SE)
22. Altro

La distinzione è avvenuta accorpendo alcune delle voci presenti nelle carte elencate fra la documentazione disponibile e integrando mediante fotointerpretazione alcuni dati mancanti. In particolare, per la preparazione dei dati di base si è partiti dalla Carta Forestale della Regione Liguria e dalla Carta dell'Uso del Suolo della Provincia di Massa per quanto riguarda i rispettivi territori. Il primo punto importante, evidente fin dal primo momento, è stato la difficoltà di armonizzare due carte che riportavano dati differenti sia per la fisionomia delle fitocenosi, sia per la densità di copertura.

Nella Carta Forestale della Regione Liguria i dati relativi alle specie presenti sono dettagliati e esaustivi, ma manca ogni informazione circa la percentuale di copertura. Nella carta dell'Uso del Suolo della Provincia di Massa c'è una dettagliata informazione sulla percentuale di copertura, ma le informazioni riferite al tipo di governo e alla fisionomia non sono molto aggiornate e presentano alcune lacune. Inoltre una parte del Bacino del Magra, ricadendo nella provincia di Lucca, non aveva copertura cartografica.

Per ricostruire i dati mancanti (in particolare quelli inerenti il territorio lucchese) si sono analizzate e fotointerpretate le foto aeree in B/N dell'AIMA, con una lettura diretta dell'immagine, previo trattamento con filtri colorati.

Il lavoro più rilevante è stato poi cercare di teorizzare un sistema che dalla lettura delle foto aeree opportunamente trattate ci desse la possibilità di interpretare la densità di copertura arborea nel territorio.

Sono stati presi a titolo di esempio alcuni shape rappresentativi rispetto alla densità di copertura, sono stati importati in ENVI e sovrapposti alla foto aerea di pertinenza; è stato creato infine un range di colori (n.3) che rappresentassero le percentuali di copertura della vegetazione.

A questo punto tutte le foto aeree sono state trattate con questo sistema e attraverso un confronto con gli shape delle due carte sopra citate sono state individuate le percentuali di copertura della vegetazione. Naturalmente alcune variabili quali l'illuminazione del versante o la sovraesposizione della foto hanno comportato alcune rettifiche manuali.



METODOLOGIA

Cartografia dell'efficienza idrogeologica teorica della copertura vegetale

La carta dell'efficienza idrogeologica della copertura vegetale è stata realizzata attribuendo indici di efficienza idrogeologica teorica ai diversi tipi di uso del suolo-vegetazione sulla base della letteratura corrente tenendo conto principalmente delle conoscenze sull'indice di area fogliare (LAI, *Leaf Area Index*) e sulla produzione di lettiera di ciascuna tipologia. E' noto che il primo parametro è espressione dei principali processi fisiologici (evapotraspirazione e fotosintesi) direttamente collegati al flusso idrico e alla fissazione di CO₂ nei popolamenti vegetali di assorbire l'acqua, mentre il secondo rappresenta l'espressione del principale sistema di restituzione dei nutrienti al suolo e conseguentemente è un indice della funzionalità dell'ecosistema rispetto ai cicli di materia ed energia. L'attribuzione dell'indice di efficienza tiene conto, nei limiti del possibile, anche delle specie che dominano i diversi tipi di bosco nel bacino. In futuro sarà possibile verificare in campo i valori di questi due parametri e tarare più correttamente il metodo.

Pur tenendo presente che la Regione Liguria propone come metodo l'adozione di una scala di 3 gradi nell'attribuzione dell'efficienza idrogeologica (alta, media, bassa), si è preferito un maggiore dettaglio adottando una scala di 5 gradi.

In tal modo le 22 tipologie di uso del suolo-vegetazione sono state accorpate nelle seguenti 5 classi di efficienza idrogeologica globale:

- 1: ottima
- 2: buona
- 3: media
- 4: bassa
- 5: molto bassa o nulla.

A titolo di esempio, per valutare l'efficienza idrogeologica, si può citare l'erosione media (t/ha/anno) calcolata nella Regione Liguria per alcuni tipi di copertura vegetale (Min R.A.A.F., inedito):

Boschi sempreverdi densi: 12,97

Arbusteti: 16,26

Boschi decidui densi: 20,15

Boschi sempreverdi radi: 30,15

Boschi decidui radi: 41,99

Pascoli: 44,93

I dati sopraesposti vanno ovviamente intesi sotto un profilo qualitativo in ordine inverso rispetto all'efficienza idrogeologica.

L'accorpamento delle 22 tipologie di uso del suolo (copertura vegetale) è stato effettuato secondo i criteri esposti nella tabella seguente:

Indici di efficienza idrogeologica attribuiti alle differenti categorie di uso del suolo	
Aree naturali copertura vegetale fortemente discontinua	5
Arbusteti	2
Ceduo di latifoglie decidue e semidecidue con copertura densa (85-100%)	2
Ceduo di latifoglie decidue e semidecidue con copertura rada (60-85%)	3
Ceduo di latifoglie decidue e semidecidue degradato o aperto (20-60%)	3
Ceduo di latifoglie sempreverdi con copertura densa (85-100%)	1
Ceduo di latifoglie sempreverdi con copertura rada (60-85%)	2
Ceduo di latifoglie sempreverdi degradato o aperto (20-60%)	3
Fustaia di latifoglie decidue e semidecidue con copertura densa (85-100%)	2
Fustaia di latifoglie decidue e semidecidue con copertura rada (60-85%)	2
Fustaia di latifoglie decidue e semidecidue degradata o aperta (20-60%)	3
Fustaie di latifoglie sempreverdi con copertura densa (85-100%)	1
Fustaia di latifoglie sempreverdi con copertura rada (60-85%)	2
Fustaia di latifoglie sempreverdi degradata o aperta (20-60%)	3
Bosco di conifere con copertura densa (85-100%)	2
Bosco di conifere con copertura rada (60-85%)	3
Bosco di conifere degradato o aperto (20-60%)	3
Praterie, pascoli e prati pascoli	3
Colture arboree	4
Colture arboree abbandonate	4
Seminativi	5
Altro	-

La carta è disponibile in formato vettoriale (formato .shp file) utilizzabile in Arcview 3.x. La scala di lavoro preparatorio (interpretazione foto aeree e stima densità) è 1:10.000; il prodotto cartografico va utilizzato alla scala 1:25.000.

Impiegando risorse aggiuntive è stato possibile sperimentare anche un metodo differente fondato sull'analisi bande spettrali in immagini satellitari e sul calcolo dell'[indice di vegetazione](#).



METODOLOGIA

Cartografia dell'efficienza idrogeologica teorica della copertura vegetale mediante indice di vegetazione

L'analisi delle bande spettrali di immagini satellitari e viene condotta a fini cartografici applicando metodi differenti. Uno degli indici maggiormente diffusi è l'indice di verde NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) che sfrutta la differenza di risposta della copertura vegetale nelle bande spettrali del visibile (rosso) e del vicino infrarosso, valore numerico adimensionale (compreso fra -1 e +1) e che è stato dimostrato essere in stretta relazione con lo stato di salute della vegetazione intesa come biomassa e area fogliare (LAI) ed ai processi biochimici ad essa correlati (attività di fotosintesi). A titolo di esempio si possono citare i seguenti LAI: pascolo compatto mesofilo 1,8; pascolo discontinuo xerofilo 1,0; formazioni erbacee pioniere discontinue 0,5; ceduo denso di cerro 7; ceduo rado di cerro: 4,7; bosco di pino nero: 4,5, ecc.

Il metodo sperimentato è fondato sull'indice **IPVI**: Infrared Percentage Vegetation Index descritto da Crippen (1990), autore che ha dimostrato come ai fini dell'analisi della vegetazione la sottrazione del rosso dal numeratore nell'indice **NDVI** sia irrilevante. L'indice IPVI permette una maggiore velocità di calcolo ed è quindi meglio applicabile su aree a media e grande estensione. Esso è compreso tra i valori 0 e 1, ed elimina la stranezza concettuale di avere valori negativi per un indice di vegetazione. **IPVI** e **NDVI** sono funzionalmente equivalenti e correlati l'uno con l'altro dalla seguente equazione:

$$IPVI = \frac{NDVI + 1}{2}$$

L'indice è basato sulla divisione ed ha un range compreso tra 0 e 1

La formula è $IPVI = \frac{NIR}{NIR + red}$

Per la realizzazione della carta dell'indice di vegetazione è stata utilizzata un'immagine satellitare Landsat 7 del 29 maggio 2001.



METODOLOGIA

Cartografia dell'erosione teorica

Il metodo prevede l'elaborazione di dati relativi al substrato e all'acclività per l'identificazione di zone con condizioni omogenee, teoricamente corrispondenti a differente grado di erosione.

Inizialmente per il substrato era stato previsto di considerare dati pedologici ricavati dalla letteratura esistente e, per estrapolazione, dalle carte litologiche esistenti. Era stato previsto di distinguere 5 tipi pedologici in base a tessitura e a grado di infiltrazione:

- Tipo 1: tessitura sabbioso-franca; sabbiosa a infiltrazione alta
- Tipo 2: tessitura franco-sabbiosa; franco-sabbioso-argillosa a infiltrazione medio-alta
- Tipo 3: tessitura franco-argillosa, franco-limosa; franco-limoso-argillosa a infiltrazione bassa
- Tipo 4: tessitura franca a infiltrazione medio-bassa
- Tipo 5: suolo assente o di minima potenza

In seguito, con maggiori risorse e maggior tempo disponibile, si sarebbe potuto effettuare approfondimenti con rilievi a campione sul territorio di alcuni parametri (tessitura reale, capacità di campo, punto di appassimento, contenuto medio in sostanza organica, porosità e infiltrazione reale).

A titolo di esempio si citano i valori medi di erosione (t/ha/anno) calcolati nella regione Liguria per alcune tipologie di suoli (Min R.A.A.F., inedito):

Tipo 1 (tessitura franca a infiltrazione medio-bassa):	81,40
Tipo 2 (tessitura franco-argillosa, franco-limosa; franco-limoso-argillosa a infiltrazione bassa)	61,56
Tipo 3 (tessitura franco-sabbiosa; franco-sabbioso-argillosa a infiltrazione medio-alta)	6,09
Tipo 4 (tessitura sabbioso-franca; sabbiosa a infiltrazione alta)	5,18
Tipo 5: (suolo assente o di minima potenza)	non disponibile

L'attribuzione degli indici di erosione teorica dei suoli inizialmente prevista corrispondeva alle classi di suoli individuate secondo il seguente schema:

Tipo 1: 1(erosione minima)

Tipo 2: 2 (erosione bassa)

Tipo 3: 3 (erosione media)

Tipo 4: 4 (erosione alta)

Tipo 5: 5 (erosione molto elevata)

In effetti durante la ricerca ci si è resi conto che la quantità di dati pedologici disponibili era gravemente insufficiente e non permetteva la piena applicazione del metodo predisposto. Si è quindi ricorso ad una attribuzione fondata principalmente sulla erodibilità dei substrati litologici, corretta attraverso l'evidenziazione delle aree interessate a ruscellamento diffuso.

A tal fine è stata utilizzata la Carta Litologica del bacino: in una prima fase sono stati accorpate e riallineati i dati delle carte, in formato vettoriale, già esistenti, ma frammentati per regione e province; poi sono stati aggiunti i dati delle Aree interessate da ruscellamento diffuso; è organizzando quindi un'archivio di dati omogeneo per tutto il territorio del bacino con informazioni relative alla specifica geologica (cod_geologia). Sono poi state accorpate le tipologie di substrato alle quali era stato attribuito un indice di erodibilità secondo la seguente scala di valori:

1= erodibilità minima

2= erodibilità bassa

3= erodibilità media

4= erodibilità alta

5= erodibilità molto elevata

Gli indici sono stati attribuiti secondo i seguenti criteri:

Rocce calcaree e dolomitiche	1
Rocce silicee	2
Rocce arenacee	2
Rocce cristalline acide	2
Rocce metamorfiche	3
Rocce ofiolitiche	3
Rocce conglomeratiche e breccioidi	3
Rocce argillose	4
Alluvioni terrazzate e depositi fluviolacustri	5
Depositi fluviali, lacustri e marini recenti ed attuali	5
Coperture detritiche *	5
Aree interessate da ruscellamento diffuso	5

* Purtroppo per ragioni tecniche la categoria "Coperture detritiche" nel territorio ricadente in Provincia di Massa e Carrara comprende anche le aree di frana. Nella prevista prosecuzione degli studi si provvederà a valutare correttamente parte delle frane con criteri di maggiore omogeneità sull'intero bacino

Per ottenere la Carta dell'Acclività si sono elaborati i modelli digitali del terreno (DTM) delle due regioni (Toscana e Liguria) relativi alle aree del Bacino Interregionale del Fiume Magra. Entrambi i DTM sono stati analizzati con Spatial Analyst, estensione di Arcview 8.1^(R), che ha

consentito di ottenere un'immagine *raster* impostata in cinque classi e successivamente convertita secondo le classi individuate) in *features* (vettori) mediante il medesimo software GIS.

In realtà le carte dell'acclività ottenute sono state due che hanno portato a due scenari diversi. La differenza fra le due carte dipende dalla diversa classificazione delle pendenze adottata. Questa differenza incide pesantemente sul risultato finale sia della carta dell'erosione teorica sia sulla carta dell'efficienza idrogeologica della vegetazione. Si è pertanto ritenuto essenziale proporre entrambi gli scenari differenziati come "Erosione60" ed "Erosione100" dove i numeri indicano il limite minimo (in percentuale) della acclività della classe superiore.

Classe	ER60		ER100	
	%	°	%	°
I	0-5	0-2,25°	0-6,7	0-3°
II	5-20	2,25-9°	6,7-22,2	3-10°
III	20-40	9-18°	22,2-66,7	10-30°
IV	40-60	18-27°	66,7-100	30-45°
V	>60	>27°	>100	>45°

Gli indici di erosione teorica per classi di acclività sono stati attribuiti con una corrispondenza biunivoca alle classi stesse:

Classe	Indice di erosione	Attributo
I	1	erosione minima
II	2	erosione bassa
III	3	erosione media
IV	4	erosione alta
V	5	erosione molto elevata

Il parametro acclività ha influenzato pesantemente la qualità del prodotto in dipendenza della qualità dei dati originali disponibili, in particolare in dipendenza della qualità del DTM (risoluzione 20 m) che, per il territorio ricadente nella Liguria, non copriva completamente l'area indagata.

Dalla combinazione della Carta Litologica con la Carta dell'Acclività è stata ottenuta la carta dell'Erosione Teorica, o meglio sono state ottenute due carte dell'erosione teorica (ER60 e ER100).

Tramite Geoprocessing di Arcview 3.2[®], che consente di eseguire funzioni di analisi spaziali, è stata elaborata una prima unione tra la Carta Litologica e la Carta dell'Acclività. Ognuno dei due temi è stato rappresentato per aree omogenee alle quali è stato attribuito un indice di erosione teorica con un valore compreso tra uno e cinque. L'unione dei due temi ha come valore finale, per ogni poligono, il prodotto dei due valori degli indici attribuiti ai singoli file. I valori così ottenuti sono stati riclassificati in modo che l'erosione teorica sia rappresentata da un valore compreso tra uno e cinque come segue:

1= minima

2= bassa

3= media

4= alta

5= molto elevata

Il criterio seguito per la riclassificazione è rappresentato nella tabella seguente

LITOLOGIA	1 (minima)	2 (bassa)	3 (media)	4 (alta)	5 (molto elevata)
ACCLIVITA'					
1 (minima)	1	2	3	4	5
2 (bassa)	2	4	6	8	10
3 (media)	3	6	9	12	15
4 (alta)	4	8	12	16	20
5 (molto elevata)	5	10	15	20	25

dove:	1	2	3	4	5
-------	---	---	---	---	---



METODOLOGIA

Cartografia dell'efficienza idrogeologica della copertura vegetale

Dalla combinazione della Carta dell'Efficienza Teorica Potenziale con la Carta Litologica e con la Carta dell'Acclività è stata ottenuta la Carta dell'Efficienza Idrogeologica. In realtà si tratta di due carte "ER100" e "ER60" distinte in base ai diversi criteri di classificazione dell'acclività. Tramite Geoprocessing di Arcview 3.2^(R), che consente di elaborare funzioni di analisi spaziali, è stata eseguita una prima unione tra la Carta Litologica e la Carta dell'Acclività e una seconda unione tra il loro risultato e la Carta dell'Efficienza Idrogeologica Teorica precedentemente elaborata.

A ognuno dei tre temi, rappresentato per aree omogenee, è stato attribuito un indice con un valore compreso tra uno e cinque.

L'unione dei tre temi ha come valore finale, per ogni poligono, il prodotto dei tre valori degli indici attribuiti ai singoli file. I valori così ottenuti sono stati riclassificati in modo che l'Efficienza Idrogeologica sia rappresentata da un valore compreso tra uno e cinque come segue:

- 1= molto elevata
- 2= alta
- 3= media
- 4= bassa
- 5= minima

Il criterio di riclassificazione è rappresentato nelle tabelle seguenti:

ERODIBILITA' DEL SUBSTRATO (LITOLOGIA)																									
ACCLIVITA' (ER100)	1 (minima)					2 (bassa)					3 (media)					4 (alta)					5 (molto elevata)				
1 (<6,7%)(minima)	1	2	3	4	5	2	4	6	8	10	3	6	9	12	15	4	8	12	16	20	5	10	15	20	25
2 (6,7-22,2%)(bassa)	2	4	6	8	10	4	8	12	16	20	6	12	18	24	30	8	16	24	32	40	10	20	30	40	50
3 (22,2-66,7%)(media)	3	6	9	12	15	6	12	18	24	30	9	18	27	36	45	12	24	36	48	60	15	30	45	60	75
4 (66,7-100%)(alta)	4	8	12	16	20	8	16	24	32	40	12	24	36	48	60	16	32	48	64	80	20	40	60	80	100
5 (>100%)(molto elevata)	5	10	15	20	25	10	20	30	40	50	15	30	45	60	75	20	40	60	80	100	25	50	75	100	125
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
EFFICIENZA IDROGEOLOGICA TEORICA della COPERTURA VEGETALE																									

ERODIBILITA' DEL SUBSTRATO (LITOLOGIA)																									
ACCLIVITA' (ER60)	1 (minima)					2 (bassa)					3 (media)					4 (alta)					5 (molto elevata)				
1 (<5%) _(minima)	1	2	3	4	5	2	4	6	8	10	3	6	9	12	15	4	8	12	16	20	5	10	15	20	25
2 (6-20%) _(bassa)	2	4	6	8	10	4	8	12	16	20	6	12	18	24	30	8	16	24	32	40	10	20	30	40	50
3 (21-40%) _(media)	3	6	9	12	15	6	12	18	24	30	9	18	27	36	45	12	24	36	48	60	15	30	45	60	75
4 (41-60%) _(alta)	4	8	12	16	20	8	16	24	32	40	12	24	36	48	60	16	32	48	64	80	20	40	60	80	100
5 (>60%) _(molto elevata)	5	10	15	20	25	10	20	30	40	50	15	30	45	60	75	20	40	60	80	100	25	50	75	100	125
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
EFFICIENZA IDROGEOLOGICA TEORICA della COPERTURA VEGETALE																									

dove:	1	2	3	4	5
-------	---	---	---	---	---



RISULTATI



Ricognizione della documentazione disponibile

La documentazione utile allo scopo della ricerca riguarda i territori riferibili alle regioni amministrative della Liguria e della Toscana ricadenti nel Bacino interregionale del Magra che abbia come oggetto principale:

- l'uso del suolo e la vegetazione ai fini dell'analisi della situazione reale della copertura vegetale e della valutazione teorica dell'efficienza idrogeologica
- la geolitologia ai fini della valutazione delle relazioni tra copertura vegetale e substrato in rapporto alla funzione che la vegetazione può svolgere realmente nella conservazione del suolo
- la franosità e le altre situazioni di rischio per verificare l'efficienza della copertura vegetale in condizioni di criticità dei versanti e formulare indirizzi ed ipotesi di intervento.
- La suddivisione in sottobacini per proporre una sintesi utile alla realizzazione di piani d'intervento.

Per corrispondere agli obiettivi della ricerca, la documentazione utile era preferibilmente ad una scala coerente con la cartografia da produrre, 1:25.000 o a maggior dettaglio, tuttavia sono state consultate anche sintesi a scale inferiori. I documenti utilizzati erano principalmente cartografici e fotografici; per la ristrettezza dei tempi e delle risorse finanziarie, questi ultimi sono stati impiegati solo ai fini di riscontri, verifiche e completamenti; non è stato invece possibile una fotointerpretazione ex novo della vegetazione, che potrebbe essere utilmente concretizzata in un prossimo futuro.

La ricognizione sulla documentazione è stata condotta presso gli uffici competenti delle Regioni Liguria e Toscana, con la collaborazione dei tecnici dell'Autorità di Bacino.

I risultati sono illustrati nella [Tab.1](#) e nella [Tab.2](#). La documentazione reperita è stata sottoposta ad un [esame critico](#) in relazione agli obiettivi.

Tabella 1 - Cartografie disponibili

	TEMA	Anno	Regione Liguria	Regione Toscana	Scala	Voci legenda	Formato
	Uso del suolo						
1	Carta dell'uso del suolo della Regione Liguria	2000	+	-	1:25.000	42	vettoriale
2	Carta della Toscana (provincia di Massa)	1985	-	+	1:25.000	57	vettoriale
				(p. max. parte: Prov. di Massa)			
3	Carta dell'uso del Suolo (Studio per il Piano di bacino Min. LL.PP.)	1988	+	+	1:25.000	14	Cartaceo
	Vegetazione						
4	Carta dell'assetto vegetazionale (PTCP) della Provincia della Spezia	1997?	+	-	1:50.000	32 (14)	Raster
5	Carta della Vegetazione reale (studi propedeutici PTCP)	1986	+	-	1:25.000	14	Cartaceo
6	Carta forestale d'Italia (Min. R.A.A.F.)*		+	-	1:100.000	73	Vettoriale
7	Carta forestale sperimentale della Liguria (C.A.A.R. Liguria,		+	-	1:25.000	>39	vettoriale
8	Carta della vegetazione dello scenario dell'Alta Val di Vara (CNR, Montanari e Guido)		+	-	1:25.000	12	Cartaceo
			(pro parte)				
9	Carta della vegetazione delle Alpi Apuane e zone limitrofe (Ferrarini)	1972	+	+	1:50.000	31	Cartaceo
			(pro min. parte)	(pro parte)			
10	Carta della vegetazione dell'Appennino Tosco-Emiliano dal Passo della Cisa al Passo delle Radici (Ferrarini)	1982	-	+	1:50.000	24	Cartaceo
				(pro parte)			
11	Carta della vegetazione dell'Appennino settentrionale dalla Cisa al Gottero e alle Cinque Terre (Ferrarini)	1988	+	+	1:50.000	28	Cartaceo
			(pro parte)	(pro parte)			
	Carte derivate						
12	Carta della protezione dall'acqua dilavante in base alla copertura vegetale (CNR, Montanari e Guido)		+		1:25.000	9	Cartaceo
			(pro parte)				
13	Carta della protezione dall'acqua battente in base alla copertura vegetale (CNR, Montanari e Guido)		+		1:25.000	9	Cartaceo
			(pro parte)				
14	Carta della protezione globale in base alla copertura vegetale (CNR, Montanari e Guido)		+		1:25.000	9	Cartaceo
			(pro parte)				

15	Carta del grado di artificialità della vegetazione (CNR, Montanari e Guido)		+		1:25.000	6	Cartaceo
			(pro parte)				
Geolitologia							
16	Carta geologica (CARG)		+?	+?	1:25.000	9	Cartaceo
			(pro parte)	(pro parte)			
17	Carta della Litologia (Provincia di Massa Carrara e Provincia di La Spezia)	2000	+	+	1:25.000	12	Vettoriale
18	Litologia (Studio per il Piano di bacino Min. LL.PP.)	1988	+	+	1:25.000	10	Cartaceo
Franosità e criticità							
19	Carta della franosità reale	2000	+	+	1:10.000	9	Vettoriale
20	Carta dell'indice di dissesto	2000	+	+	1:25.000	4	Vettoriale
Altro							
21	DTMIT2000 (Regione Liguria)	2000	+		1:10.000	-	vettoriale
22	Acclività in 5 classi (Regione Liguria)	2000	+	-	1:10.000	5	vettoriale
23	Foreste ex demaniali	2000	+	-	1:10.000	1	Vettoriale
24	Piano territoriale delle attività estrattive	2000	+	-	?	?	Vettoriale

Tab. 2 Aerofotografie disponibili

		LIGURIA	TOSCANA	SCALA	QUOTA	COLORE	Formato
Ortofoto IT2000	2000	+	?	1:10.000	?	C	digitale
Alto Zona Spezzino (Regione Liguria)	1999	+	-	1:10.000	2000	C	Carta
Basso Zona Sarzana	2000	+	-	1:8000	1200		vettoriale
Volo AdB	1999	+	+	1:13.000		C	Carta



Esame critico della documentazione disponibile

Esame critico della documentazione cartografica disponibile

La cartografia disponibile presenta forti disomogeneità fra parti diverse del territorio d'indagine, in rapporto sia ai contenuti espressi sia ai formati ed alle scale adottate. Con particolare riguardo al raggiungimento degli obiettivi. Il confronto preliminare è avvenuto relativamente alle caratteristiche generali e alle voci delle legende; queste ultime sono state esaminate senza alcuna verifica sulla reale espressione delle singole voci di legenda nel territorio di indagine

Le carte dell'uso del suolo

Il confronto a priori tra le carte dell'uso del suolo, evidenzia la maggiore utilizzabilità della carta dell'uso del suolo redatta per la parte toscana del territorio, soprattutto per:

- a) una considerazione della densità dei boschi distinta in tre categorie (20-60%, 60-85%, 85-100%)
- b) una chiara considerazione dell'eventuale stato di abbandono delle colture
- c) una maggiore distinzione di categorie nell'ambito delle formazioni erbacee ed erbaceo - arbustive.

La carta dell'uso del suolo del territorio ligure pur presentando alcune indicazioni sulla fisionomia e sull'orizzonte bioclimatico di appartenenza delle formazioni boschive e maggiori particolari sulle aree insediate, appare troppo generica ai fini del progetto e andrebbe integrata. La carta dell'uso del suolo predisposta per conto del Ministero dei Lavori Pubblici risulta essere troppo semplificata.

Le carte della vegetazione

La carta dell'Assetto vegetazionale del PTCP della Provincia della Spezia è impostata sulla carta propedeutica al Piano Territoriale Paesistico della regione 1:25.000 e riporta indicazioni operative, delle quali si potrà tenere conto in fase di proposizione degli interventi, ma è piuttosto limitata ai fini della redazione della carta sull'efficienza idrogeologica, tanto più che essa è redatta alla scala 1:50.000. Poichè le indicazioni operative (consolidamento, mantenimento, trasformazione) possono riferirsi allo stesso tipo di vegetazione ai fini della individuazione della copertura vegetale le voci riportate da questa carta sono

ridotte a 14. Peraltro tale carta è superata dalla stessa carta di origine (1:25.000) e dalla più aggiornata e dettagliata carta forestale sperimentale della Liguria.

La carta forestale d'Italia, fondata su interpretazione di immagini satellitari e capillare rilevamento a terra, mostra una legenda fortemente differenziata, tuttavia la scala (1:100.000) e la non effettiva disponibilità dovuta ad aspetti amministrativo-contabili (legati al mancato collaudo) ne fanno un documento difficilmente utilizzabile. E' noto peraltro che tale carta fa parte di un GIS comprendente una mole notevole di dati sulla densità dei boschi, sul loro stato fitopatologico, sulla stratificazione, sul valore di macchiatico, sulla combustibilità, sui fenomeni di erosione, ecc., che sarebbe utile poter recuperare per valutare il loro possibile impiego ai fini della ricerca.

La carta forestale sperimentale riporta indicazioni molto utili e dettagliate sulla composizione dei boschi (evidenziando la presenza o la dominanza delle specie elencate in numero di 70) e sul loro governo, ma non fa alcun riferimento alla densità dello strato arboreo. Essa ha comunque il pregio di essere recente, verificata in campo e ad una scala congrua per una sua utilizzazione nella presente ricerca.

La Carta della vegetazione dello scenario dell'Alta Val di Vara di Montanari e Guido pubblicata dal CNR, ha caratteristiche prettamente fitosociologiche con indicazioni fisionomico-strutturali. Essa ha il pregio di essere corredata da dettagliati rilevamenti fitosociologici in campo con dati sulla percentuale di copertura dei diversi strati. Essa è servita per l'elaborazione di una carta sperimentale sulla protezione svolta dalla vegetazione nei confronti del rischio idrogeologico.

La Carta della vegetazione delle Alpi Apuane e zone limitrofe, quella della vegetazione dell'Appennino Tosco-Emiliano dal Passo della Cisa al Passo delle Radici e quella della vegetazione dell'Appennino settentrionale dalla Cisa al Gottero e alle Cinque Terre redatte da Erminio Ferrarini hanno carattere fisionomico strutturale, ma sono fortemente influenzate dalla ricerca di un inquadramento in serie di vegetazione che deviano la rappresentazione dal reale al potenziale, deviazione accentuata dal fatto che l'origine dei dati risale a circa 30-40 anni fa. Aspetti negativi ai fini della ricerca sono inoltre la mancanza di rilievi a terra sulla presenza delle specie e sulla copertura degli strati e la scala 1:50.000.

Le carte derivate

Molto utili per un raffronto e una prima verifica metodologica sono la carta della protezione dall'acqua dilavante in base alla copertura vegetale quella della protezione dall'acqua battente in base alla copertura vegetale e quella della protezione globale in base alla copertura vegetale redatte nell'ambito di un progetto del CNR da Montanari e collaboratori. Questi documenti adottano le scale di 5 gradi di efficienza (oltre a valori intermedi per situazioni a mosaico) attribuiti sulla base di dati relativi alle coperture degli strati vegetazionali (muscinale, erbaceo, arbustivo e arboreo) acquisiti mediante rilevamenti fitosociologici a campione. La spazializzazione dei dati mostra dei limiti di rappresentazione in quanto adotta un reticolato a maglie piuttosto ampie.

La carta del grado di artificialità della vegetazione redatta dagli stessi autori potrà essere utilmente consultata per valutazioni nella fase finale in occasione della formulazione di indirizzi d'intervento.

Le carte geolitologiche

Questo tipo di carte rappresenta la principale fonte di informazioni per la carta pedologica è quindi opportuna un'ampia disamina della documentazione disponibile. La ricognizione è allo stato attuale solo parziale e verrà in breve completata. Oltre alla Carta geologica nota come CARG , disponibile alla scala 1:25.000 su supporto cartaceo limitatamente ai fogli 215, 216, 217, 233-234 possono essere utilizzate le carte litologiche redatte per conto del Min. Lavori Pubblici e più recentemente dalle province di Massa Carrara e La Spezia.

La carta delle Province di MS e SP, alla scala 1:25.000 appare più aggiornata e chiara e per questo motivo viene utilizzata come base per integrazioni con le altre carte citate.

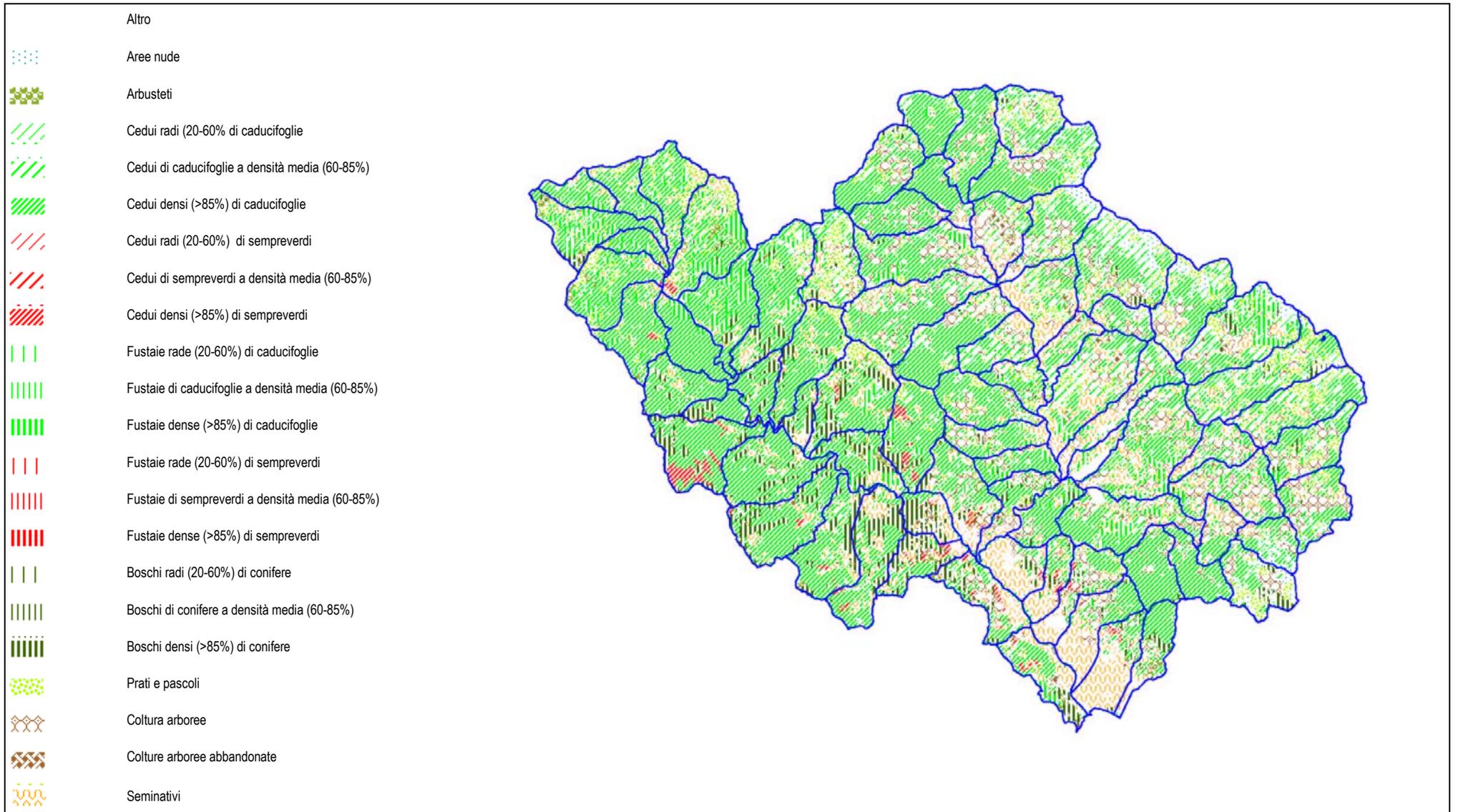
Le carte sulla franosità e criticità

Le carte dell'indice del dissesto e quelle sulla franosità reale recentemente redatte dall'AdB, di cui si esplicitano le rispettive legende, saranno impiegate soprattutto nelle fasi finali per una correzione della carta dell'efficienza idrogeologica e per la elaborazione della carta di sintesi con indirizzi di intervento.

Altra documentazione

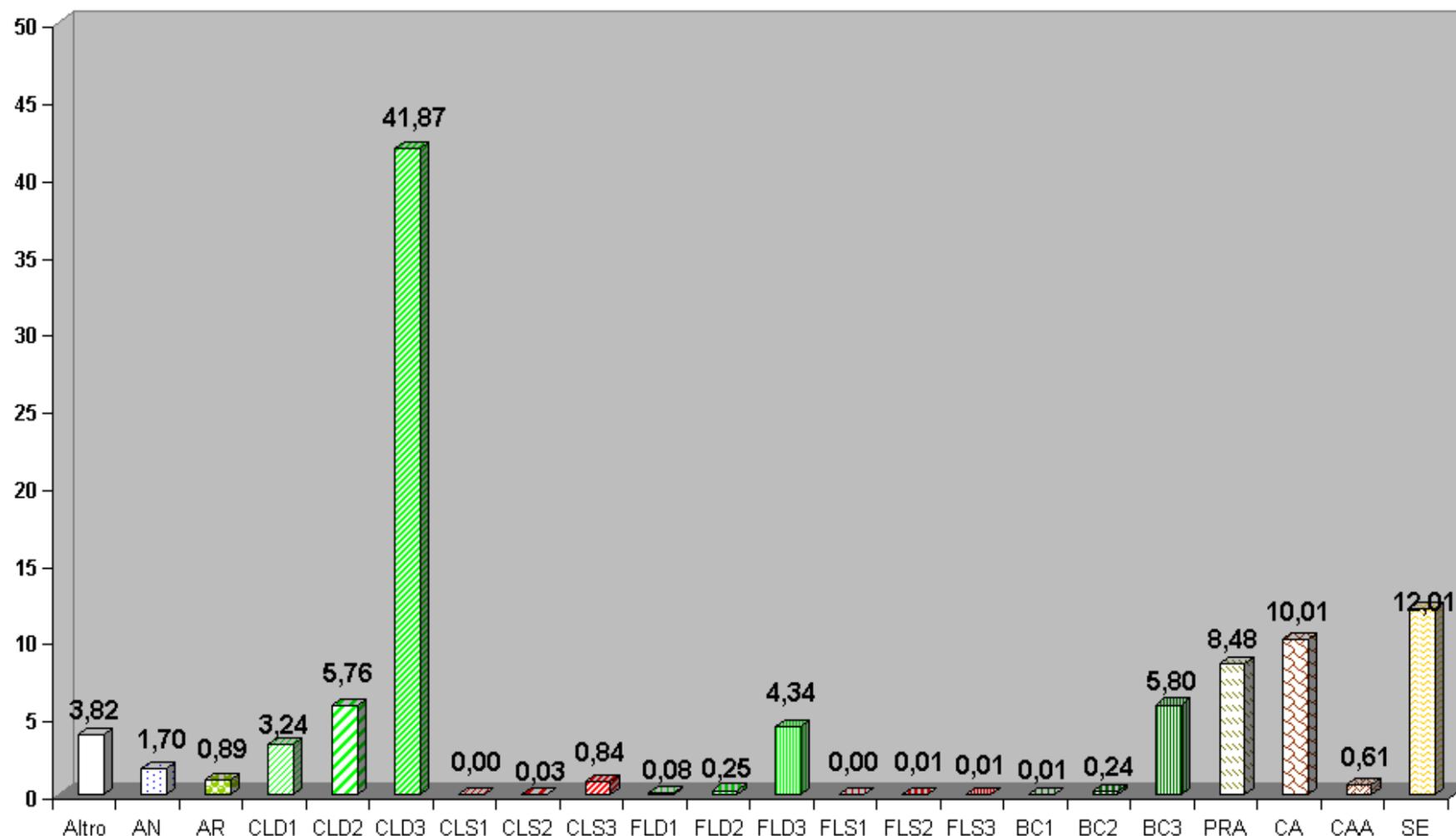
Il modello digitale del terreno permette di valutare il fattore pendenza nella elaborazione di carte intermedie. La carta del demanio forestale e quella relativa alle attività estrattive, insieme con altre, possono fornire utili indicazioni nella elaborazione di indirizzi di intervento. L'interpretazione delle foto aeree contribuisce ad integrare e verificare le informazioni presenti nelle cartografie disponibili.

USO DEL SUOLO



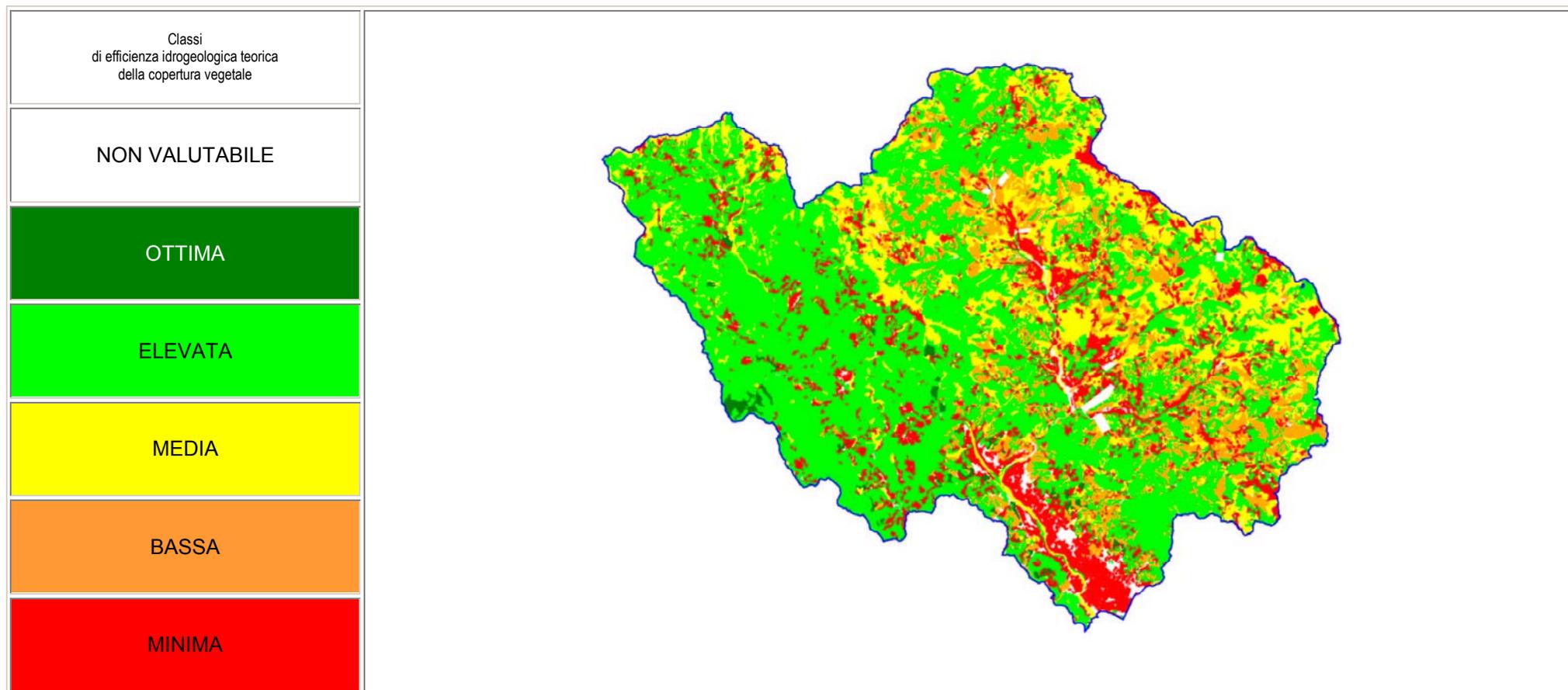
TIPOLOGIA	N. POLIGONI	TOTALE PERIMETRI	TOTALE AREA (Ha)	% AREA.	AREA MEDIA (Ha)	PERIMETRO MEDIO
Altro	1098	1388093,0	6543,3	3,82	6,0	1264,2
AN Aree nude	422	553072,9	2905,2	1,70	6,9	1310,6
AR Arbusteti	152	229209,8	1523,4	0,89	10,0	1508,0
CLD1 Cedui radi (20-60% di caducifoglie)	522	982235,8	5557,2	3,24	10,6	1881,7
CLD2 Cedui di caducifoglie a densità media (60-85%)	819	1596139,7	9862,7	5,76	12,0	1948,9
CLD3 Cedui densi (>85%) di caducifoglie	1293	6748572,6	71731,4	41,87	55,5	5219,3
CLS1 Cedui radi (20-60%) di sempreverdi	1	538,0	1,8	0,00	1,8	538,0
CLS2 Cedui di sempreverdi a densità media (60-85%)	14	13045,3	56,9	0,03	4,1	931,8
CLS3 Cedui densi (>85%) di sempreverdi	52	155773,6	1439,6	0,84	27,7	2995,6
FLD1 Fustaie rade (20-60%) di caducifoglie	15	23282,2	133,7	0,08	8,9	1552,1
FLD2 Fustaie di caducifoglie a densità media (60-85%)	79	88474,4	435,3	0,25	5,5	1119,9
FLD3 Fustaie dense (>85%) di caducifoglie	297	857326,4	7437,7	4,34	25,0	2886,6
FLS1 Fustaie rade (20-60%) di sempreverdi	1	124,3	0,1	0,00	0,1	124,3
FLS2 Fustaie di sempreverdi a densità media (60-85%)	3	2171,6	13,0	0,01	4,3	723,9
FLS3 Fustaie dense (>85%) di sempreverdi	2	4492,5	23,1	0,01	11,6	2246,2
BC1 Boschi radi (20-60%) di conifere	2	2711,8	16,9	0,01	8,5	1355,9
BC2 Boschi di conifere a densità media (60-85%)	57	72447,9	419,4	0,24	7,4	1271,0
BC3 Boschi densi (>85%) di conifere	393	993409,1	9927,5	5,80	25,3	2527,8
PRA Prati e pascoli	1585	2399123,0	14531,6	8,48	9,2	1513,6
CA Coltura arboree	1309	2503791,8	17145,6	10,01	13,1	1912,8
CAA Colture arboree abbandonate	98	176239,6	1037,9	0,61	10,6	1798,4
SE Seminativi	1572	3187127,1	20565,7	12,01	13,1	2027,4
TOTALE	9786	21977402,2	171309,0	100,00	17,5	2245,8

Tipologie di uso del suolo (% superficie del bacino)



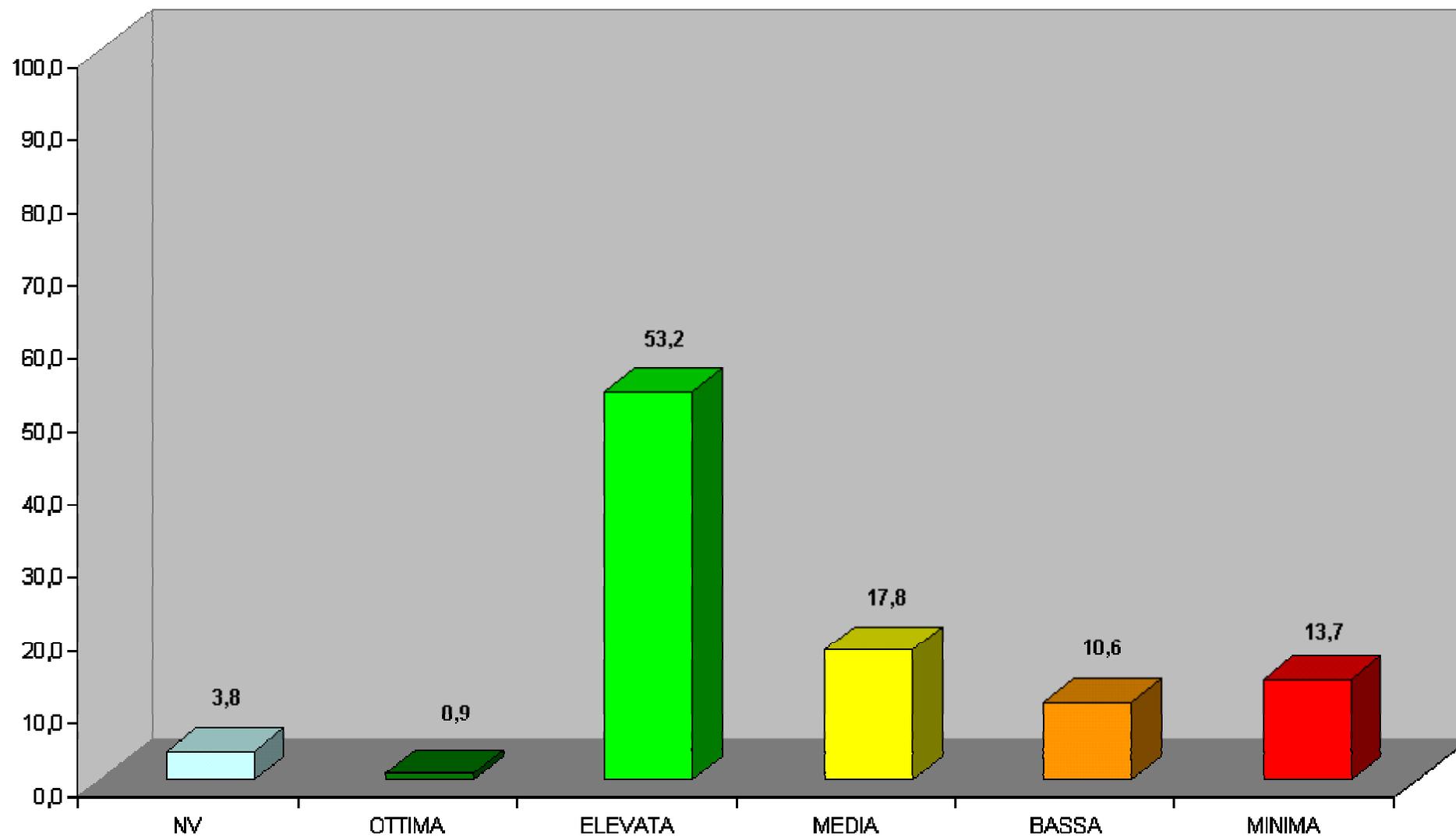
La copertura vegetale del bacino evidenzia la buona copertura forestale, costituita prevalentemente da cedui di latifoglie decidue e semidecidue, per lo più densi ed in subordinate radi o aperti, e da percentuali minori di fustaie o cedui avviati a fustaia nonché di boschi di conifere. Significative sono comunque le percentuali delle superfici destinate a colture (oliveti, castagneti da frutto, vigneti, frutteti e seminativi), localizzate per lo più in prossimità degli insediamenti, ma parzialmente in abbandono, e quelle occupate da praterie o pascoli, localizzate in prevalenza sui crinali.

EFFICIENZA IDROGEOLOGICA TEORICA DELLA COPERTURA VEGETALE

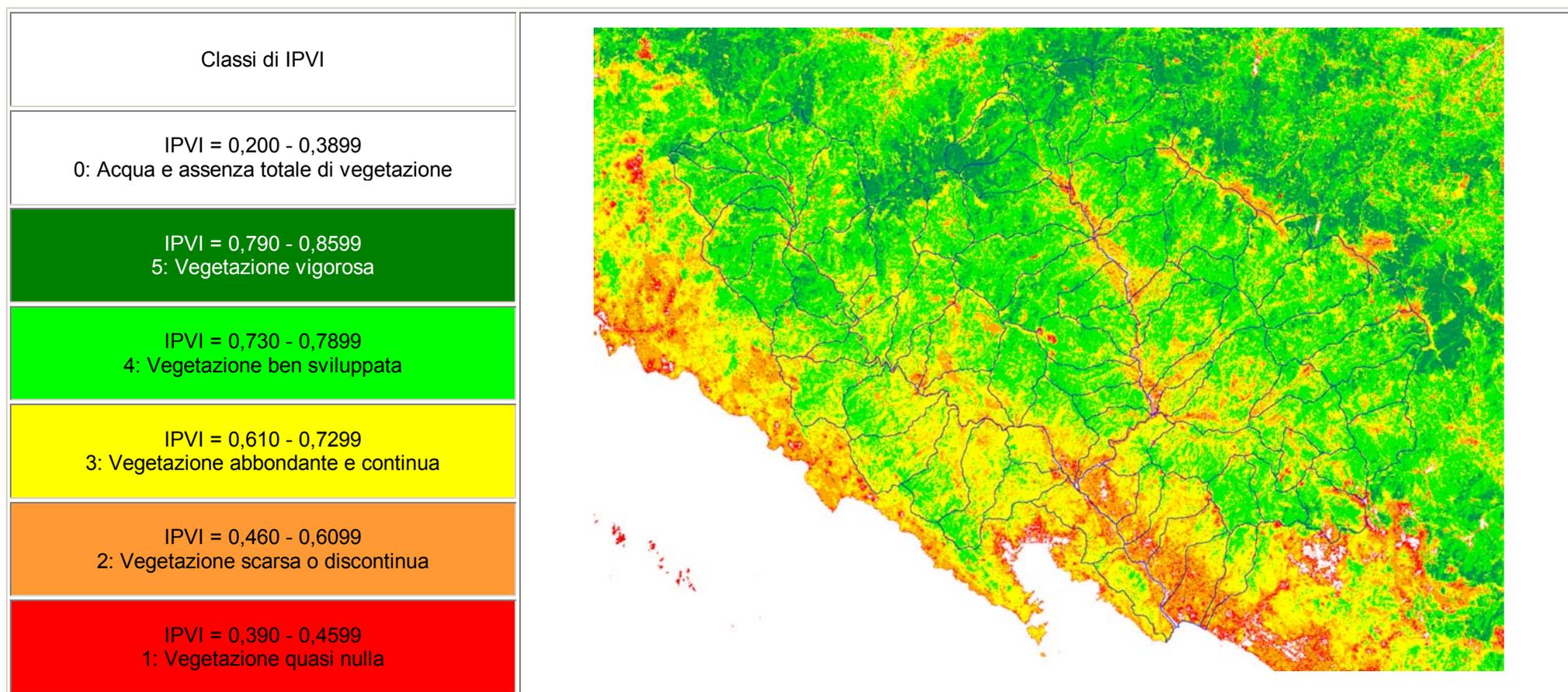


La carta dell'efficienza idrogeologica teorica della copertura vegetale evidenzia una differenza significativa fra la parte ligure e quella toscana dovuta principalmente ad una maggiore diffusione dei coltivi nel territorio toscano, per la presenza di fondivalle relativamente più ampi e di versanti con tratti ad acclività media maggiormente idonea a pratiche agricole. Nel complesso l'efficienza è elevata; si notano comunque ridotte situazioni ottimali e zone con efficienza minima concentrate soprattutto nelle aree pianeggianti maggiormente insediate ed utilizzate.

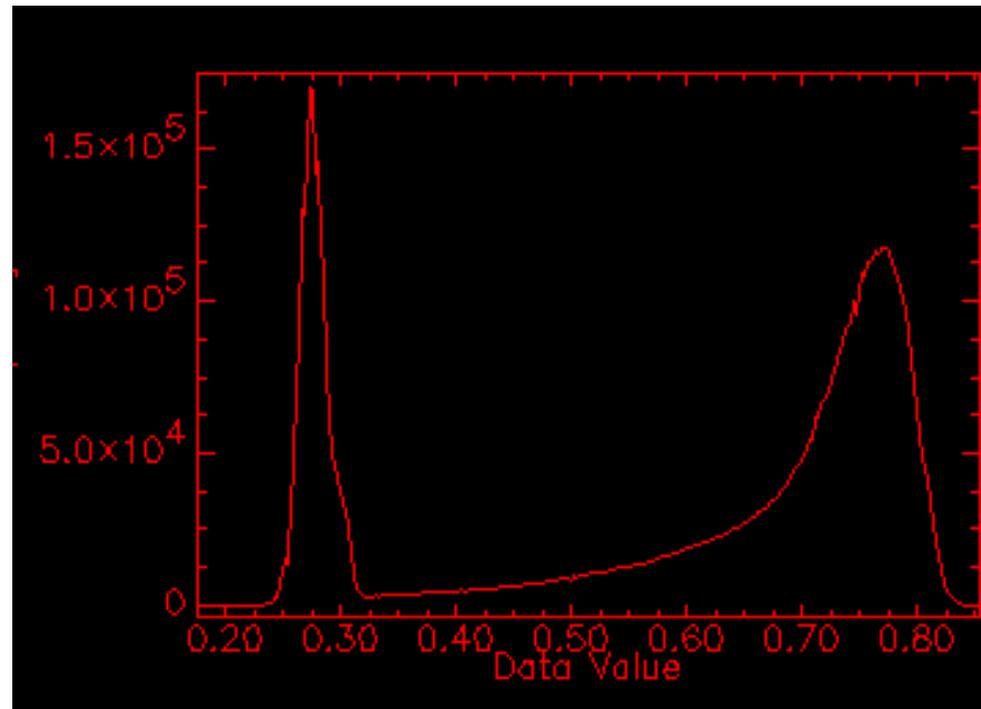
Classi di efficienza idrogeologica teorica della copertura vegetale (% superficie del bacino)



IPVI (INFRARED PERCENTAGE VEGETATION INDEX)



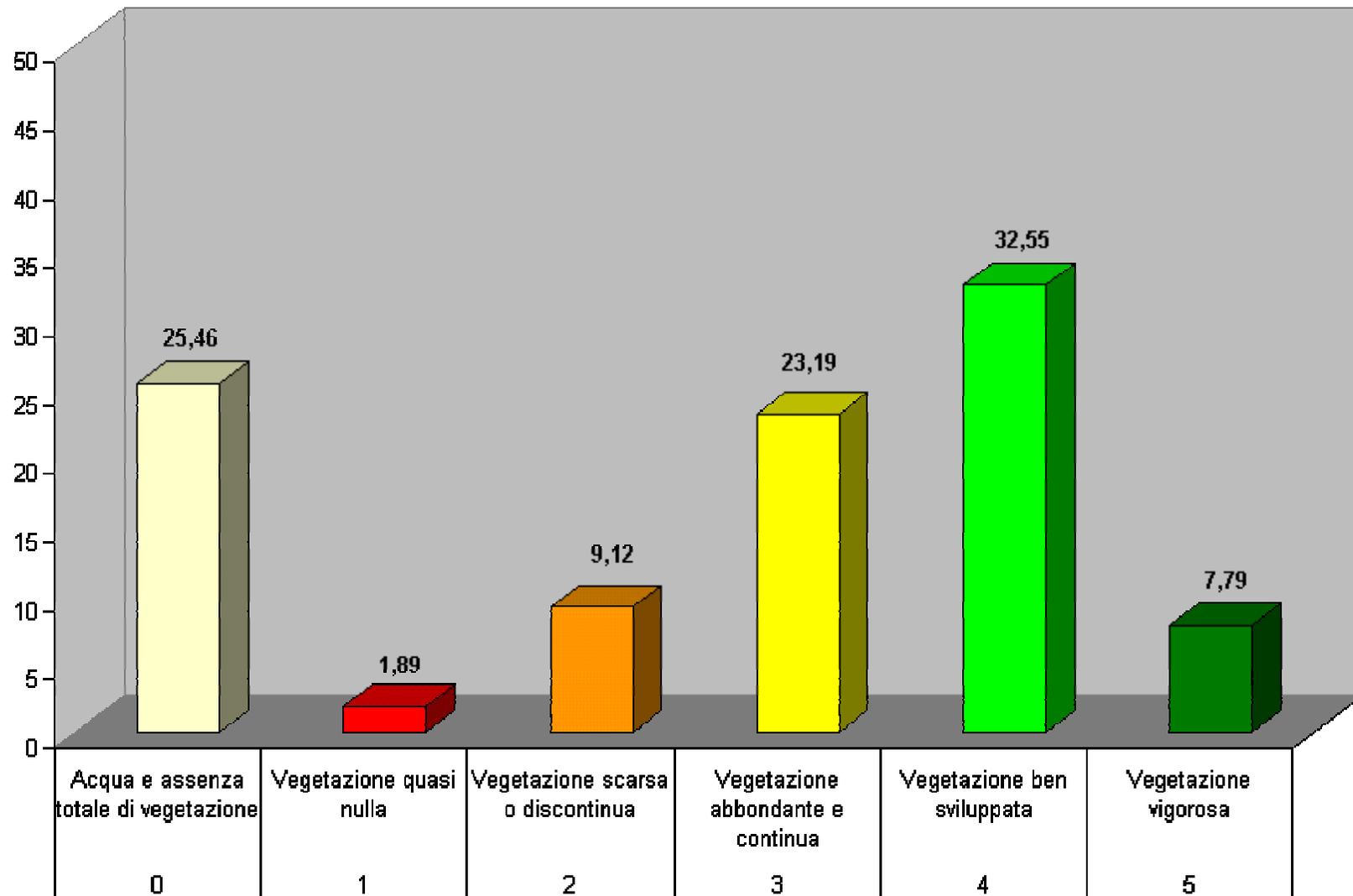
L'indice di vegetazione IPVI evidenzia una maggiore uniformità nella copertura vegetale del bacino rispetto a quanto mostri la carta dell'efficienza teorica. In linea di massima, pur riscontrandosi una certa armonia tra le due carte, è importante notare un riequilibrio fra i territori ricadenti nelle due regioni, con una riduzione del valore della copertura nel territorio ligure (derivante probabilmente sia dalla fisionomia forestale sia dallo stato di salute dei castagneti e delle pinete) ed un aumento del valore nel territorio toscano. Nel complesso la copertura vegetale appare mediamente ben sviluppata, con ampie aree a vegetazione abbondante e continua.



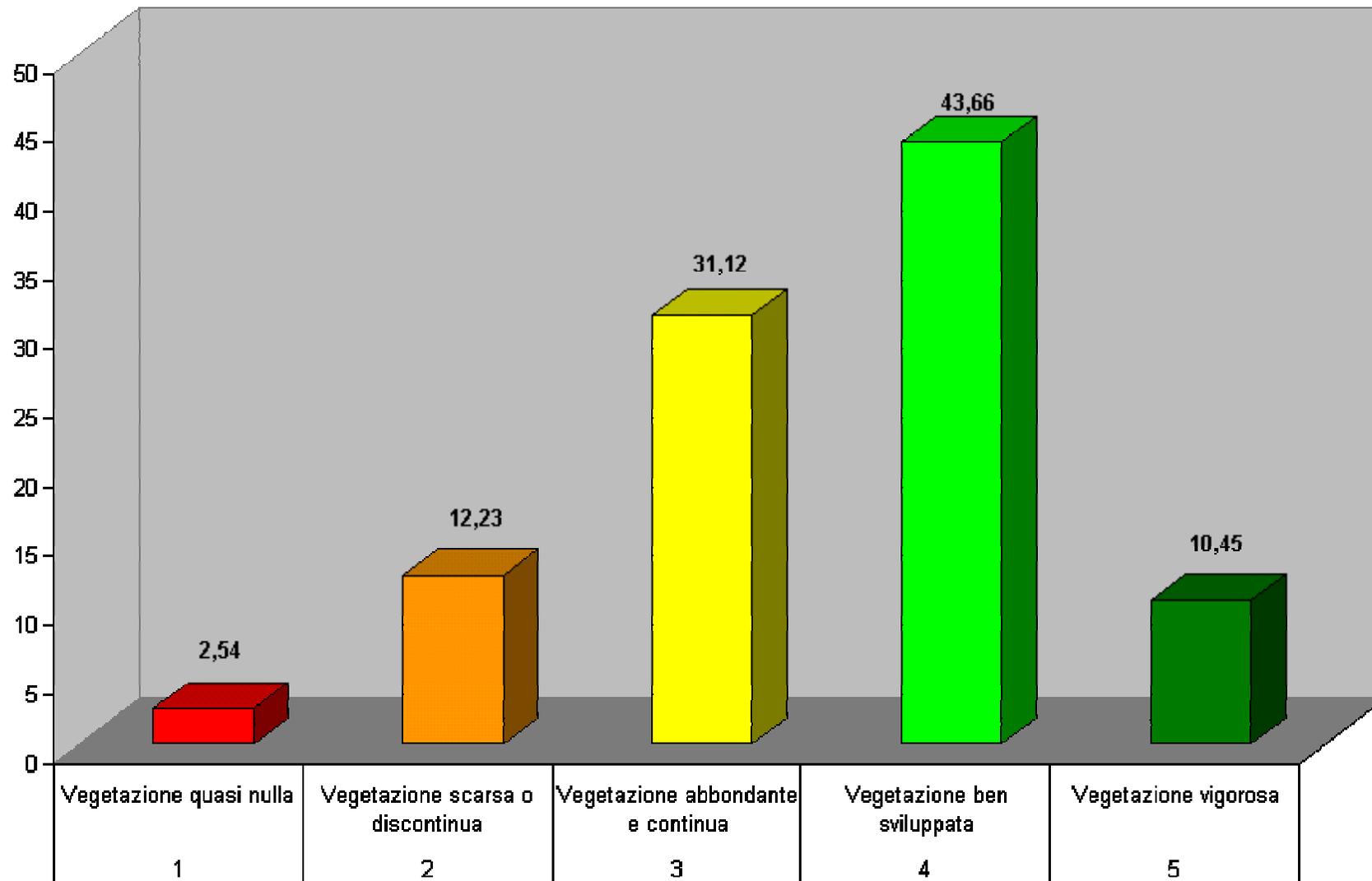
Il grafico soprastante mostra la distribuzione delle unità d'immagine (pixel) per il valore dell'indice (il primo picco è relativo soprattutto alla massa d'acqua); il secondo picco, relativo alla copertura vegetale realmente presente, ha un valore medio ponderato di 0,72.

Risultati dell'indice di vegetazione (IPVI) sull'immagine satellitare Landsat	
Valore minimo	0,17600
Valore massimo	0,856459
Valore medio	0,435400
Dev. Stand.	0,318855
IPVI medio ponderato sul totale parziale (escluso classe 0)	0,720530

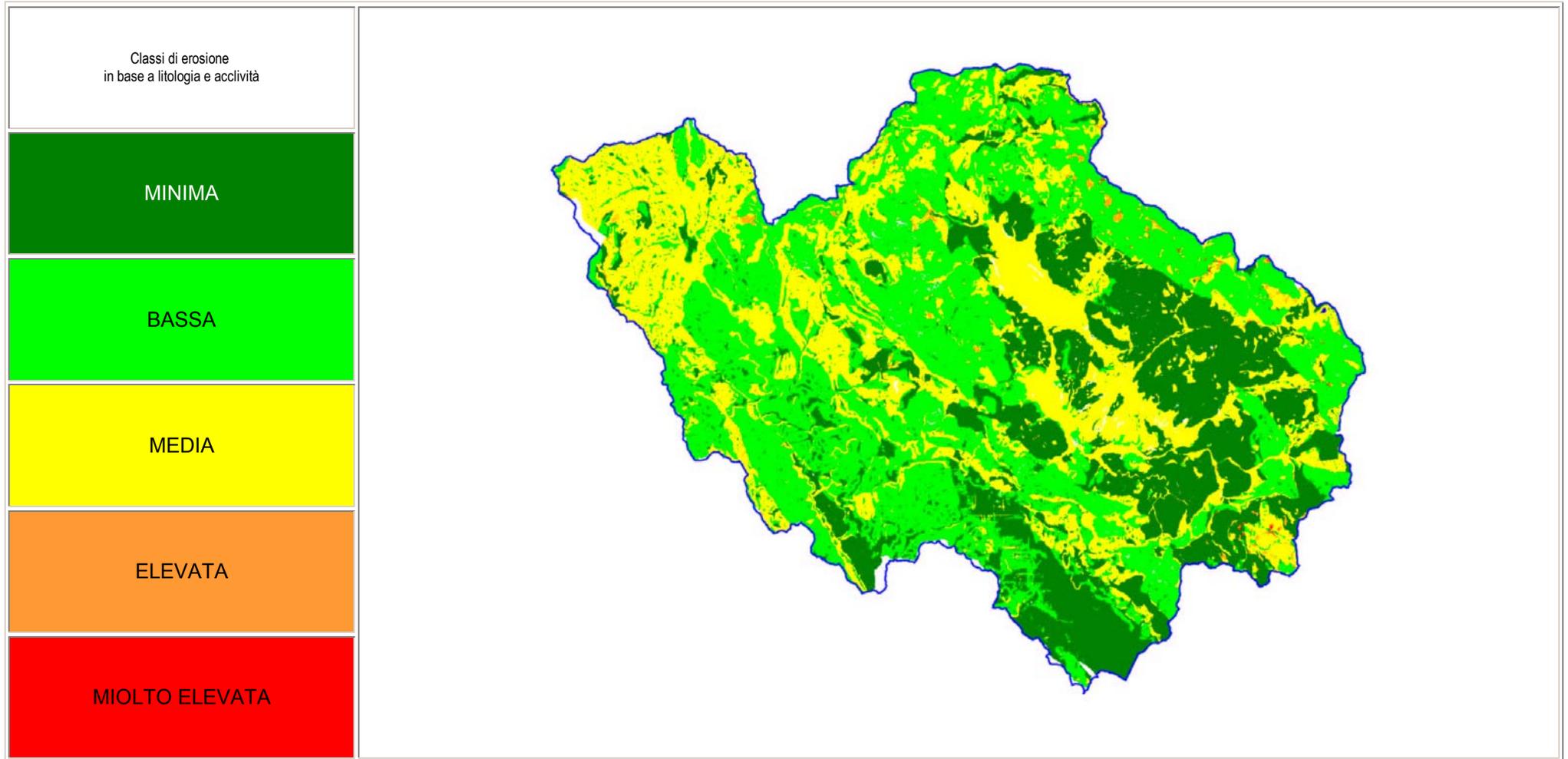
Classi di IPVI (% di copertura) rilevate dall'immagine Landsat



Classi di IPVI (% di copertura sul totale non comprensivo di acqua e aree nude)

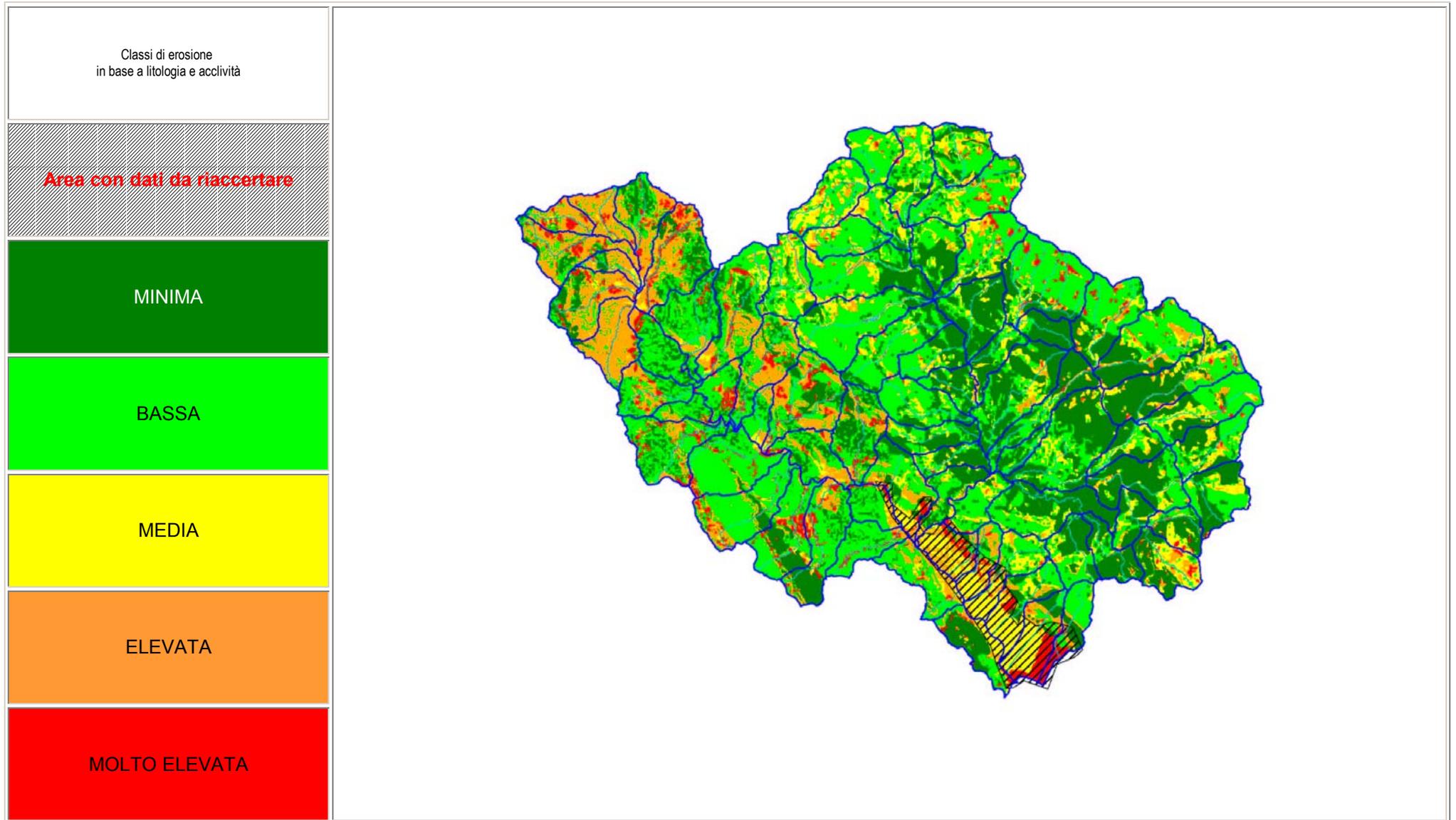


EROSIONE TEORICA ER100

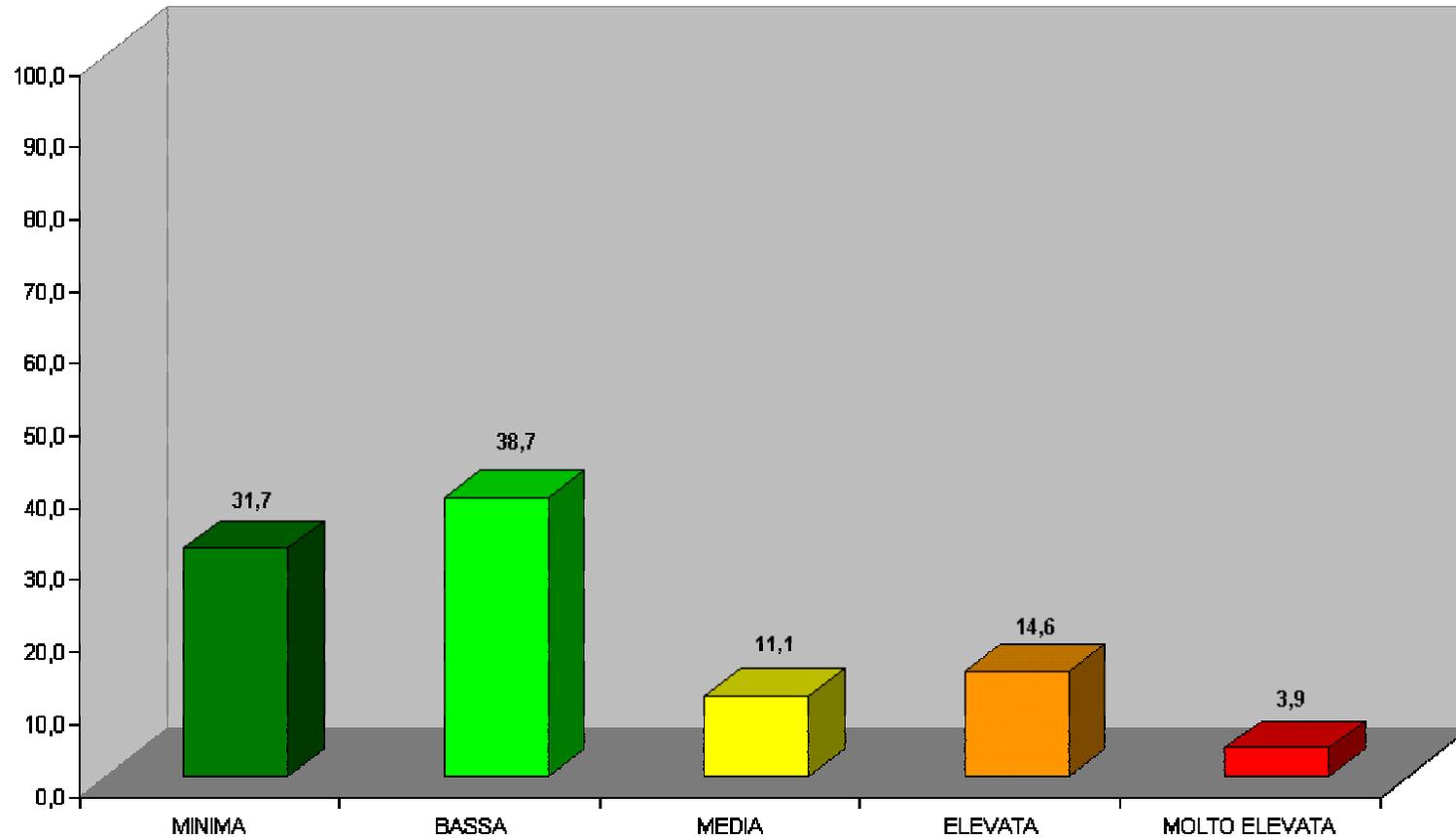


La carta dell'erosione teorica "ER100" (elaborata considerando con maggiore enfasi le classi di pendenza superiori a 100%) evidenzia una situazione sostanzialmente buona rispetto ai rischi di perdita di suolo (meno buona se si considera l'eventuale esigenza di trasporto solido). La maggior parte del territorio ricade infatti nelle classi di erosione bassa e minima, con discrete percentuali della classe media, ma con rare situazioni caratterizzate da erosione elevata e situazioni esclusivamente puntuali o eccezionalmente localizzate appartenenti alla classe di erosione molto elevata.

ER60



EROSIONE TEORICA (ER60): % superficie del bacino

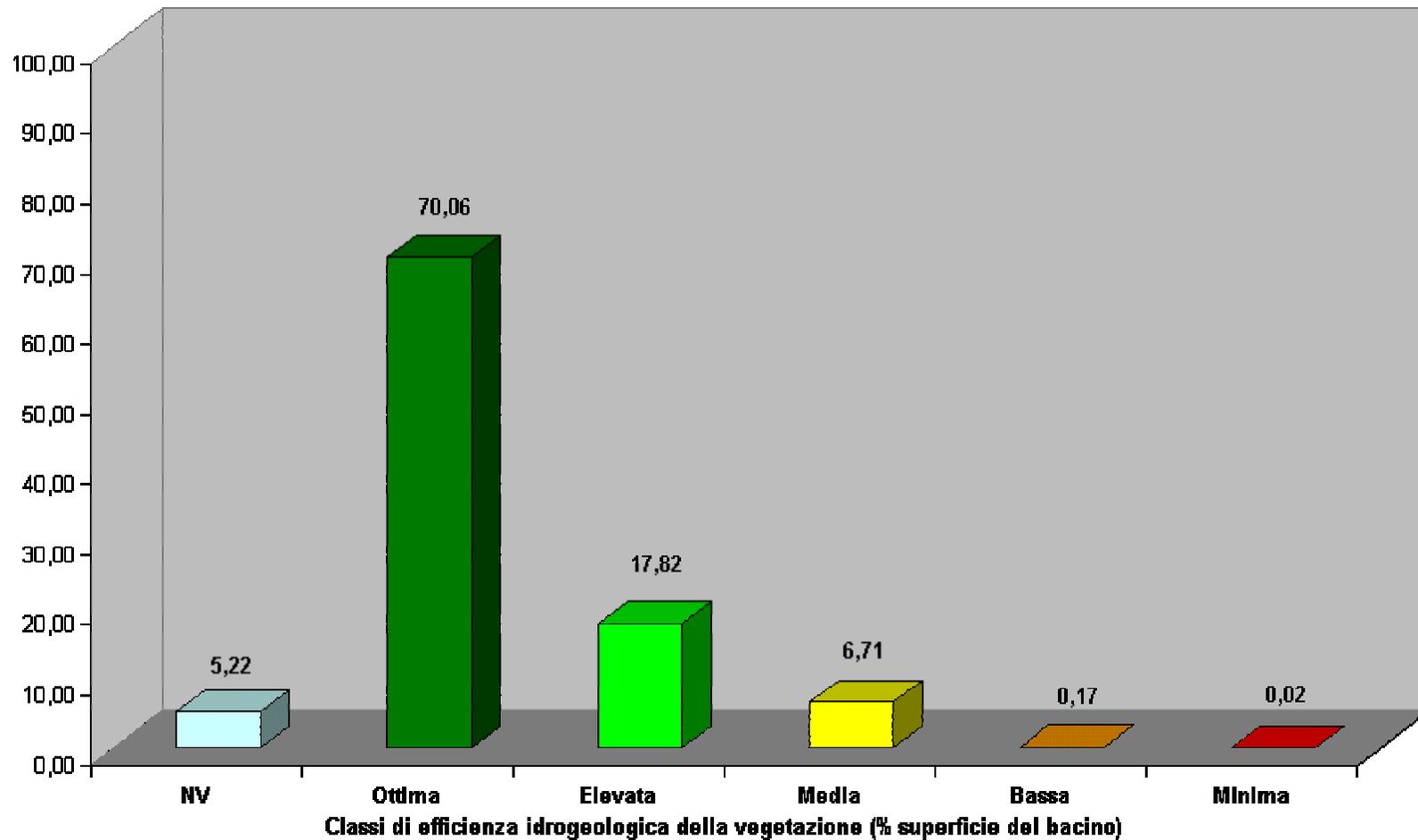


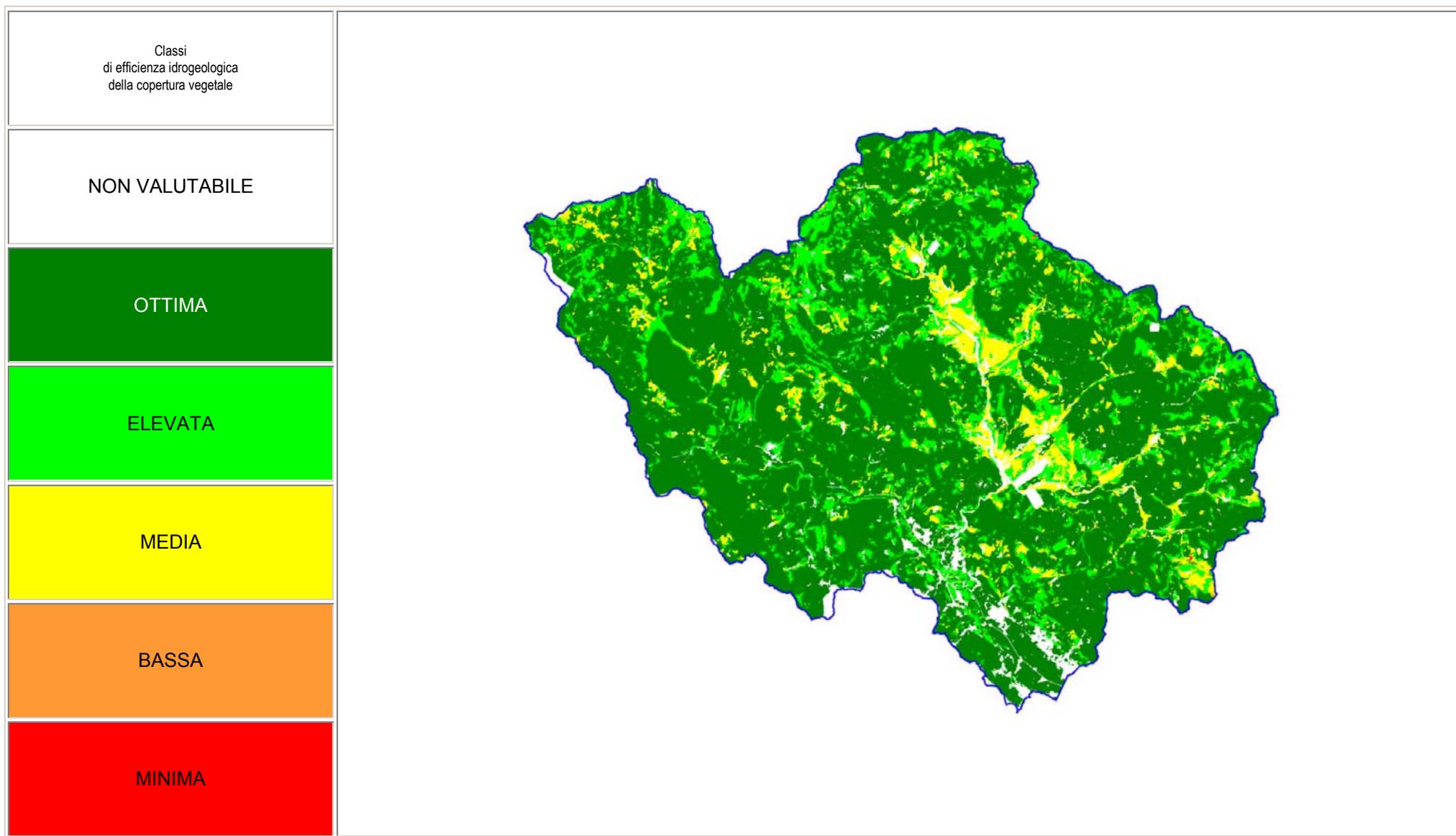
La carta dell'erosione teorica "ER60" (elaborata considerando con minore enfasi le classi a pendenza elevata -superiori a 60%- e dettagliando meglio le classi a pendenza ridotta) evidenzia ancora una situazione sostanzialmente buona rispetto ai rischi di perdita di suolo e meno buona se si considera l'eventuale esigenza di trasporto solido. Anche con questo metodo, la maggior parte del territorio ricade nelle classi di erosione bassa e minima, tuttavia si evidenziano ampie aree corrispondenti soprattutto ai sottobacini montani dell'alta Val di Vara con discrete percentuali delle classi media ed elevata, e diffuse situazioni caratterizzate da erosione molto elevata. Occorre peraltro precisare che, soprattutto per alcuni sottobacini attinenti il tratto terminale del Magra, le incongruenze tra i dati originali del D.T.M. della Regione Toscana e quelli del D.T.M. delle Regione Liguria non hanno permesso di ottenere dati validi e sarà necessario riapplicare il metodo partendo da un DTM unico che ricopra interamente il bacino.

Il confronto tra le carte dell'erosione teorica ER100 e ER60 appare comunque utile e potrebbe essere interpretato come un confronto tra situazioni di minore criticità (ER100) e maggiore criticità (ER60).

EFFICIENZA IDROGEOLOGICA "REALE" DELLA COPERTURA VEGETALE (ER100)

BACINO del MAGRA ($IEFV_{ER100} = 1,34$)

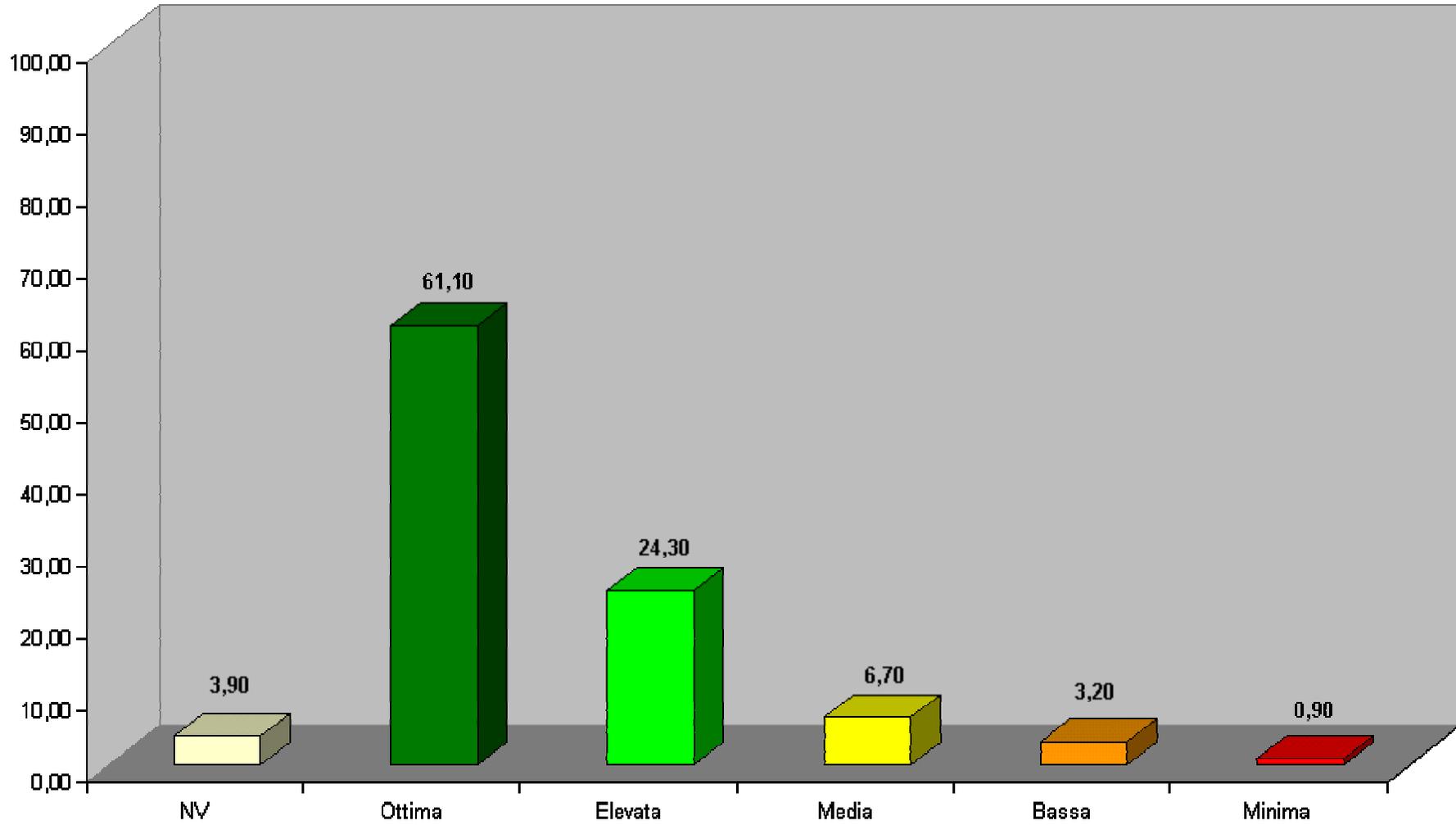


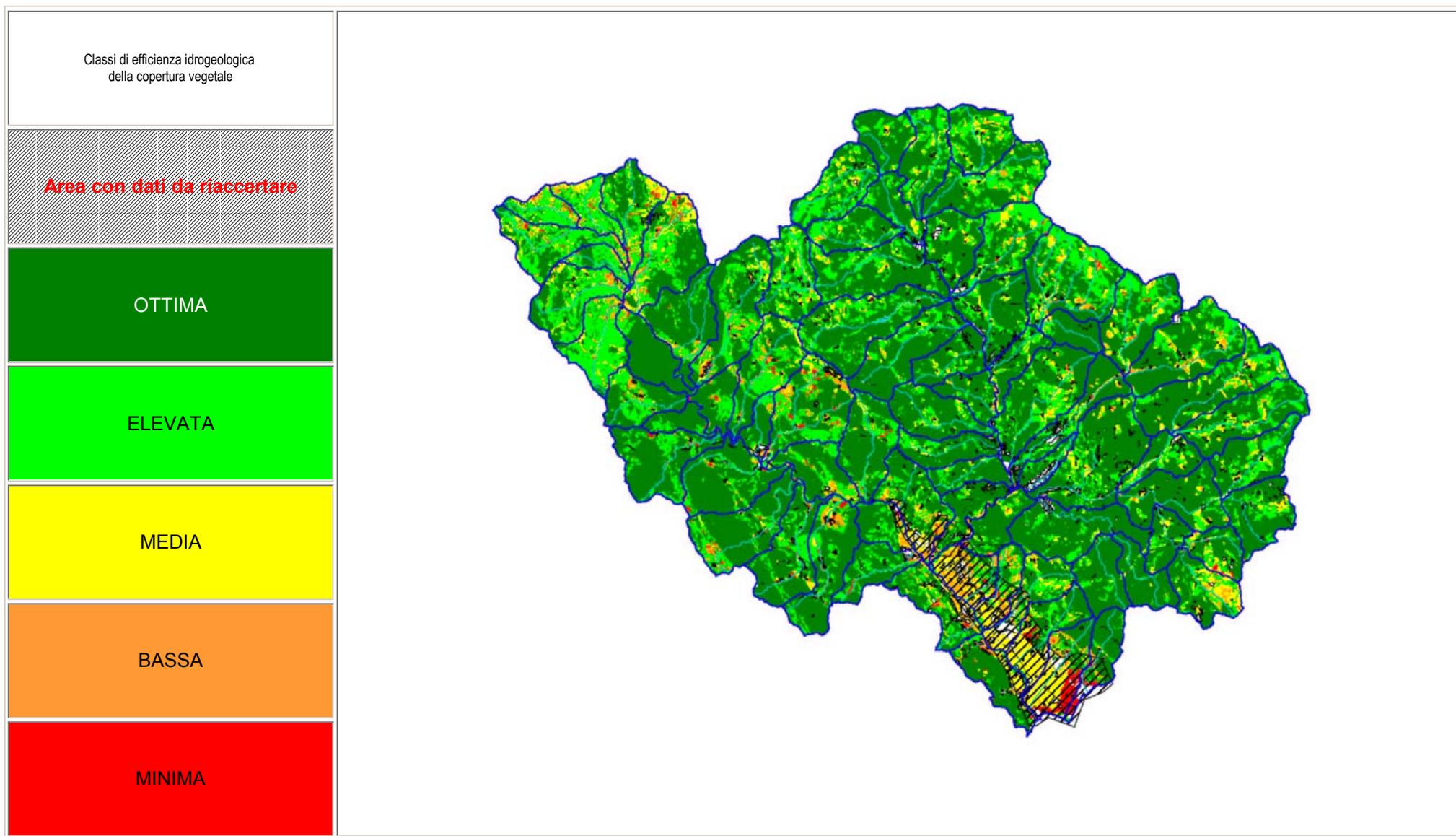


La carta dell'efficienza idrogeologica "reale" che considera non solo le caratteristiche della vegetazione, ma anche le caratteristiche territoriali dell'acclività e del substrato litologico, qualora costruita sulla base della classificazione ER100 per l'acclività, evidenzia nettamente che la maggior parte del territorio si trova in una situazione ottima o elevata nei confronti del rischio di erosione e conseguentemente non propriamente ottimale per quanto riguarda le esigenze di trasporto solido. Relativamente poco estese sono le aree ricadenti nella classe media e estremamente ridotte o puntuali quelle delle classi bassa e minima.

ER60

BACINO del MAGRA (IEFV_{ER60} = 1,53)





La carta dell'efficienza idrogeologica "reale", qualora costruita sulla base della classificazione ER60 per l'acclività, evidenzia ugualmente come la maggior parte del territorio si trovi nettamente in una situazione ottima o elevata nei confronti del rischio di erosione e di conseguenza non propriamente ottimale per quanto riguarda le esigenze di trasporto solido. Rispetto alla carta costruita col criterio ER100, si nota la minore efficienza nelle aree della piana terminale del Magra, che tuttavia non devono essere considerate poiché i dati originali disponibili del DTM (con incongruenze fra territorio ligure e territorio toscano) non hanno consentito di ottenere risultati validi. Aree relativamente poco estese ricadenti nelle classi media e bassa si rinvencono soprattutto alle quote elevate presso il crinale sia nella provincia spezzina sia in quella di Massa-Carrara; anche con il criterio ER60 le aree ricadenti nella classe minima risultano localizzate in modo puntuale.



SINTESI E CONCLUSIONI

LA SINTESI

E' possibile una valutazione dei risultati ottenuti attraverso l'analisi per ciascun sottobacino degli indici di efficienza idrogeologica ponderati (sulla base delle superfici) ed una successiva classificazione di questi indici in dieci categorie. Gli indici ponderati (IEFV_{ER100} e IEFV_{ER60}) calcolati sulla base dei due differenti criteri impiegati nell'elaborazione della carta dell'erosione, sono esposti nella tabella seguente. Delle dieci classi previste in linea teorica, solo le due classi "2" e "3" sono rappresentate mediante il criterio "ER100" e solo le quattro classi "2", "3", "4" e "5" se si considera il criterio "ER60". L'applicazione di questo secondo criterio è tuttavia condizionata da errori derivanti dai dati originali e in effetti la classe "5" non dovrebbe essere realmente rappresentata.

L'efficienza "idrogeologica" IEFV analizzata per sottobacini

Codice	Sottobacino	IEFV _{ER100}	Classe	IEFV _{ER60}	Classe	Codice	Sottobacino	IEFV _{ER100}	Classe	IEFV _{ER60}	Classe
01	T. CAPRIO	1,49	2	1,64	3	40	T. BELLASO e minori	1,44	2	2,85*	5*
02	T. TAVERONE di LINARI	1,38	2	1,52	3	41	MAGRA in sx dall'Aulella al Vara	1,31	2	1,41	2
03	T. TAVERONE di COMANO	1,37	2	1,47	2	42	T. RI e minori	1,32	2	1,76	3
04	T. BETIGNA	1,34	2	1,47	2	43	MAGRA in dx dall'Aulella alla confluenza	1,23	2	1,45	2
05	T. RUSCHIA - R. DURLA	1,19	2	1,27	2	44	T. CISOLAGNA	1,22	2	1,21	2
06	T. CHINELA e minori	1,49	2	2,22	4	45	T. PENOLO	1,43	2	1,27	2
07	T. SCAGLIANA	1,65	3	2,27	4	46	T. CIVASOLA	1,45	2	1,47	2
08	T. CESINELLE	1,25	2	1,84	3	47	T. TASSONARO	1,25	2	1,33	2
09	T. BORSA	1,32	2	1,74	3	48	T. MOMMIO	1,29	2	1,41	2
10	T. POGLIASCHINA	1,13	2	1,35	2	49	C.LE RESSORA e minori	1,25	2	1,87	3
11	T. PIGNONE	1,16	2	1,35	2	50	MAGRA in dx dalla confluenza alla foce	1,10	2	1,53	3
12	T. DURASCA	1,17	2	1,36	2	51	T. PESCIOLA	1,14	2	1,17	2
13	Corsi minori in sx Vara dal Gottero al Mangia	1,14	2	1,43	2	52	T. MANGIOLA DI BAGNONE	1,14	2	1,16	2
14	T. CHICCIOLA e minori	1,14	2	1,53	3	53	MAGRA alto	1,38	2	1,50	2
15	VARA in sx tra Gravegnola e Usurana	1,14	2	1,52	3	54	T. AULELLA alto	1,31	2	1,42	2
16	T. USURANA	1,19	2	1,34	2	55	T. AULELLA medio	1,23	2	1,26	2
17	T. PARMIGNOLA	1,09	2	1,59*	3*	56	T. BAGNONE alto	1,44	2	1,66	3
18	T. GRAVEGLIA	1,22	2	1,49	2	57	T. BAGNONE basso	1,71	3	1,48	2
19	T. RICCO'	1,15	2	1,36	2	58	T. ROSARO alto	1,33	2	1,42	2
20	T. TRAMBACCO	1,21	2	1,53	3	59	T. ROSARO basso	1,56	3	1,45	2
21	VARA in dx dal Torza al Trambacco	1,16	2	1,21	2	60	T. GORDANA basso	1,41	2	1,38	2
22	VARA alto	1,44	2	1,85	3	61	T. AULELLA basso	1,54	2	1,33	2
23	T. STORA	1,45	2	1,81	3	62	T. DORBOLA	1,88	3	1,42	2
24	T. CROVANA e minori	1,43	2	1,78	3	63	T. LUCIDO basso	1,36	2	1,37	2
25	T. OSCA	1,33	2	1,25	2	64	T. LUCIDO di VINCA	1,70	3	1,90	3
26	T. MANGIOLA	1,37	2	1,27	2	65	T. LUCIDO di EQUI	1,50	2	1,65	3
27	T. GERIOLA e minori	1,50	2	1,22	2	66	T. VERDESINA	1,20	2	1,25	2
28	T. MONIA e minori	1,64	3	1,30	2	67	T. BARDINE alto	1,14	2	1,15	2
29	T. CANOSSILLA e minori	1,31	2	1,23	2	68	T. BARDINE basso	1,17	2	1,17	2
30	T. GOTTERO	1,32	2	1,56	3	69	T. TEGLIA	1,27	2	1,41	2
31	VARA in dx tra Durasca e Graveglia	1,19	2	1,61	3	70	T. GRAVEGNOLA	1,43	2	1,82	3
32	T. TORZA	1,23	2	2,01	4	71	T. GORDANA alto	1,57	3	1,68	3
33	T. MALACQUA	1,12	2	1,26	2	72	T. MANGIA	1,32	2	1,67	3
34	T. TAVERONE basso	1,63	3	1,42	2	73	VARA in dx dal Trambacco al Malacqua	1,12	2	1,21	2
35	T. CIVIGLIA	1,54	3	1,41	2	74	T. MAGRIOLA	1,45	2	1,49	2
36	T. BETIGNA e minori	1,14	2	2,84*	5*	75	Corsi minori in sx MAGRA da Pontremoli a T. CAPRIO	1,43	2	1,36	2
37	T. ISOLONE e minori	1,18	2	2,18*	4*	76	T. VERDE alto	1,46	2	1,59	3
38	T. CALCANDOLA	1,47	2	2,00*	3*	77	T. VERDE	1,47	2	1,41	2
39	T. AMOLA e minori	1,37	2	2,41*	4*						

Con * sono indicati i sottobacini che necessitano di riaccertamento

In base all'IEFV_{ER100} i sottobacini, considerati non in modo assoluto, ma comparativamente fra loro, che mediamente mostrano una minore efficienza sono 10: Dorbola, Bagnone basso, Lucido di Vinca, Scagliana, Monia e minori, Taverone basso, Gordana basso, Rosaro basso, Civiglia e Aulella basso. Di questi occorre considerare differentemente il sottobacino del T. Dorbola in quanto una rilevante percentuale della sua superficie risulta non valutabile. In base all'IEFV_{ER60}, non considerando i sottobacini (evidenziati con *) che dovrebbero essere riesaminati utilizzando dati sull'acclività ricavati da un DTM unico per l'intero bacino, si evidenziano tre sottobacini (Scagliana, Chinela e minori e Torza) in classe 4 e 20 sottobacini in classe 3: Lucido di Vinca, Ressora e minori, Vara alto, Cesinelle, Gravegnola, Stora, Crovana e minori, Ri e minori, Borsa, Gordana alto, Lucido di Equi, Caprio, Vara in dx tra Durasca e Graveglia, Verde alto, Gottero, Magra in dx dalla confluenza alla foce, Chiciola e minori, Trambacco, Taverone di Linari e Vara in sx tra Gravegnola e Usurana. Di seguito si espongono le graduatorie ottenute mediante il calcolo dei due indici medi ponderati di efficienza idrogeologica.

Sottobacini ordinati in base all'IEFV_{ER100}

Codice	Sottobacino	IEFV _{ER100}	Classe
62	T. DORBOLA	1,88	3
57	T. BAGNONE basso	1,71	3
64	T. LUCIDO di VINCA	1,70	3
07	T. SCAGLIANA	1,65	3
28	T. MONIA e minori	1,64	3
34	T. TAVERONE basso	1,63	3
71	T. GORDANA alto	1,57	3
59	T. ROSARO basso	1,56	3
35	T. CIVIGLIA	1,54	3
61	T. AULELLA basso	1,54	3
27	T. GERIOLA e minori	1,50	2
65	T. LUCIDO di EQUI	1,50	2
01	T. CAPRIO	1,49	2
06	T. CHINELA e minori	1,49	2
38	T. CALCANDOLA	1,47	2
77	T. VERDE	1,47	2
76	T. VERDE alto	1,46	2
23	T. STORA	1,45	2
46	T. CIVASOLA	1,45	2
74	T. MAGRIOLA	1,45	2
22	VARA alto	1,44	2
40	T. BELLASO e minori	1,44	2
56	T. BAGNONE alto	1,44	2
24	T. CROVANA e minori	1,43	2
45	T. PENOLO	1,43	2

Codice	Sottobacino	IEFV _{ER100}	Classe
42	T. RI e minori	1,32	2
72	T. MANGIA	1,32	2
29	T. CANOSSILLA e minori	1,31	2
41	MAGRA in sx dall'Aulella al Vara	1,31	2
54	T. AULELLA alto	1,31	2
48	T. MOMMIO	1,29	2
69	T. TEGLIA	1,27	2
08	T. CESINELLE	1,25	2
47	T. TASSONARO	1,25	2
49	C.LE RESSORA e minori	1,25	2
32	T. TORZA	1,23	2
43	MAGRA in dx dall'Aulella alla confluenza	1,23	2
55	T. AULELLA medio	1,23	2
18	T. GRAVEGLIA	1,22	2
44	T. CISOLAGNA	1,22	2
20	T. TRAMBACCO	1,21	2
66	T. VERDESINA	1,20	2
05	T. RUSCHIA - R. DURLA	1,19	2
16	T. USURANA	1,19	2
31	VARA in dx tra Durasca e Graveglia	1,19	2
37	T. ISOLONE e minori	1,18	2
12	T. DURASCA	1,17	2
68	T. BARDINE basso	1,17	2
11	T. PIGNONE	1,16	2
21	VARA in dx dal Torza al Trambacco	1,16	2

70	T. GRAVEGNOLA	1,43	2
75	Corsi minori in sx MAGRA da Pontremoli a T. CAPRIO	1,43	2
60	T. GORDANA basso	1,41	2
02	T. TAVERONE di LINARI	1,38	2
53	MAGRA alto	1,38	2
03	T. TAVERONE di COMANO	1,37	2
26	T. MANGIOLA	1,37	2
39	T. AMOLA e minori	1,37	2
63	T. LUCIDO basso	1,36	2
04	T. BETIGNA	1,34	2
25	T. OSCA	1,33	2
58	T. ROSARO alto	1,33	2
09	T. BORSA	1,32	2
30	T. GOTTERO	1,32	2

19	T. RICCO'	1,15	2
13	Corsi minori in sx Vara dal Gottero al Mangia	1,14	2
14	T. CHICIOLA e minori	1,14	2
15	VARA in sx tra Gravegnola e Usurana	1,14	2
36	T. BETIGNA e minori	1,14	2
51	T. PESCIOLA	1,14	2
52	T. MANGIOLA DI BAGNONE	1,14	2
67	T. BARDINE alto	1,14	2
10	T. POGLIASCHINA	1,13	2
33	T. MALACQUA	1,12	2
73	VARA in dx dal Trambacco al Malacqua	1,12	2
50	MAGRA in dx dalla confluenza alla foce	1,10	2
17	T. PARMIGNOLA	1,09	2

Sottobacini ordinati in base all'IEFV_{ER60}

Codice	Sottobacino	IEFV _{ER60}	Classe
40	T. BELLASO e minori	2,85	5*
36	T. BETIGNA e minori	2,84	5*
39	T. AMOLA e minori	2,41	4*
07	T. SCAGLIANA	2,27	4
06	T. CHINELA e minori	2,22	4
37	T. ISOLONE e minori	2,18	4*
32	T. TORZA	2,01	4
38	T. CALCANDOLA	2,00	3*
64	T. LUCIDO di VINCA	1,90	3
49	C.LE RESSORA e minori	1,87	3
22	VARA alto	1,85	3
08	T. CESINELLE	1,84	3
70	T. GRAVEGNOLA	1,82	3
23	T. STORA	1,81	3
24	T. CROVANA e minori	1,78	3
42	T. RI e minori	1,76	3

Codice	Sottobacino	IEFV _{ER60}	Classe
59	T. ROSARO basso	1,45	2
13	Corsi minori in sx Vara dal Gottero al Mangia	1,43	2
34	T. TAVERONE basso	1,42	2
54	T. AULELLA alto	1,42	2
58	T. ROSARO alto	1,42	2
62	T. DORBOLA	1,42	2
35	T. CIVIGLIA	1,41	2
41	MAGRA in sx dall'Aulella al Vara	1,41	2
48	T. MOMMIO	1,41	2
69	T. TEGLIA	1,41	2
77	T. VERDE	1,41	2
60	T. GORDANA basso	1,38	2
63	T. LUCIDO basso	1,37	2
12	T. DURASCA	1,36	2
19	T. RICCO'	1,36	2
75	Corsi minori in sx MAGRA da Pontremoli a T. CAPRIO	1,36	2

09	T. BORSA	1,74	3
71	T. GORDANA alto	1,68	3
72	T. MANGIA	1,67	3
56	T. BAGNONE alto	1,66	3
65	T. LUCIDO di EQUI	1,65	3
01	T. CAPRIO	1,64	3
31	VARA in dx tra Durasca e Graveglia	1,61	3
17	T. PARMIGNOLA	1,59	3*
76	T. VERDE alto	1,59	3
30	T. GOTTERO	1,56	3
50	MAGRA in dx dalla confluenza alla foce	1,53	3
14	T. CHICIOLA e minori	1,53	3
20	T. TRAMBACCO	1,53	3
02	T. TAVERONE di LINARI	1,52	3
15	VARA in sx tra Gravegnola e Usurana	1,52	3
53	MAGRA alto	1,50	2
18	T. GRAVEGLIA	1,49	2
74	T. MAGRIOLA	1,49	2
57	T. BAGNONE basso	1,48	2
03	T. TAVERONE di COMANO	1,47	2
04	T. BETIGNA	1,47	2
46	T. CIVASOLA	1,47	2
43	MAGRA in dx dall'Aulella alla confluenza	1,45	2

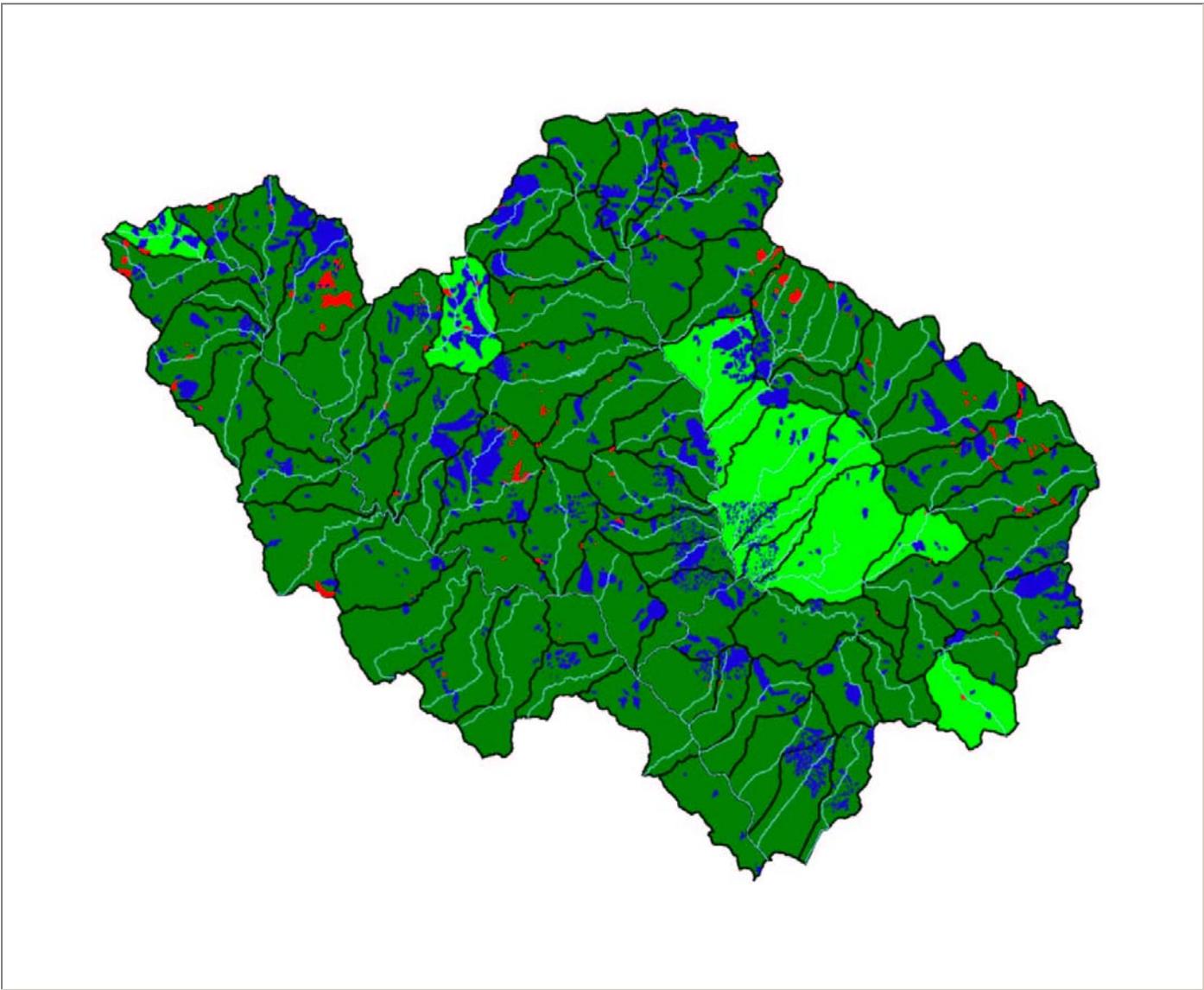
10	T. POGLIASCHINA	1,35	2
11	T. PIGNONE	1,35	2
16	T. USURANA	1,34	2
47	T. TASSONARO	1,33	2
61	T. AULELLA basso	1,33	2
28	T. MONIA e minori	1,30	2
05	T. RUSCHIA - R. DURLA	1,27	2
26	T. MANGIOLA	1,27	2
45	T. PENOLO	1,27	2
33	T. MALACQUA	1,26	2
55	T. AULELLA medio	1,26	2
25	T. OSCA	1,25	2
66	T. VERDESINA	1,25	2
29	T. CANOSSILLA e minori	1,23	2
27	T. GERIOLA e minori	1,22	2
21	VARA in dx dal Torza al Trambacco	1,21	2
44	T. CISOLAGNA	1,21	2
73	VARA in dx dal Trambacco al Malacqua	1,21	2
51	T. PESCIOLA	1,17	2
68	T. BARDINE basso	1,17	2
52	T. MANGIOLA DI BAGNONE	1,16	2
67	T. BARDINE alto	1,15	2

Con * sono indicati i sottobacini che necessitano di riaccertamento

Di seguito vengono rappresentate le carte dei sottobacini suddivisi per classi di efficienza media ottenute mediante il calcolo dei due indici $IEFV_{ER100}$ e $IEFV_{ER60}$. Nelle carte sono evidenziate anche zone ad erosione superficiale ricavate dalla cartografia del PAI dell'Autorità di Bacino del Magra. Queste zone, come si nota possono ricadere anche in bacini che mediamente hanno una buona efficienza media della copertura vegetale. Se ne deduce che la classificazione dei sottobacini può essere utilizzata per considerazioni molto generiche, ma male si presta per programmare interventi sul territorio. Salvo poche eccezioni, infatti, ciascun sottobacino è piuttosto eterogeneo rispetto alla copertura vegetale e in genere le situazioni "critiche", per lo più puntuali o ben delimitate, si ritrovano anche in contesti complessivamente a basso rischio. In tutti i casi non si evidenziano sottobacini che mediamente ricadano in classi elevate, superiori al 5° grado della scala prevista.

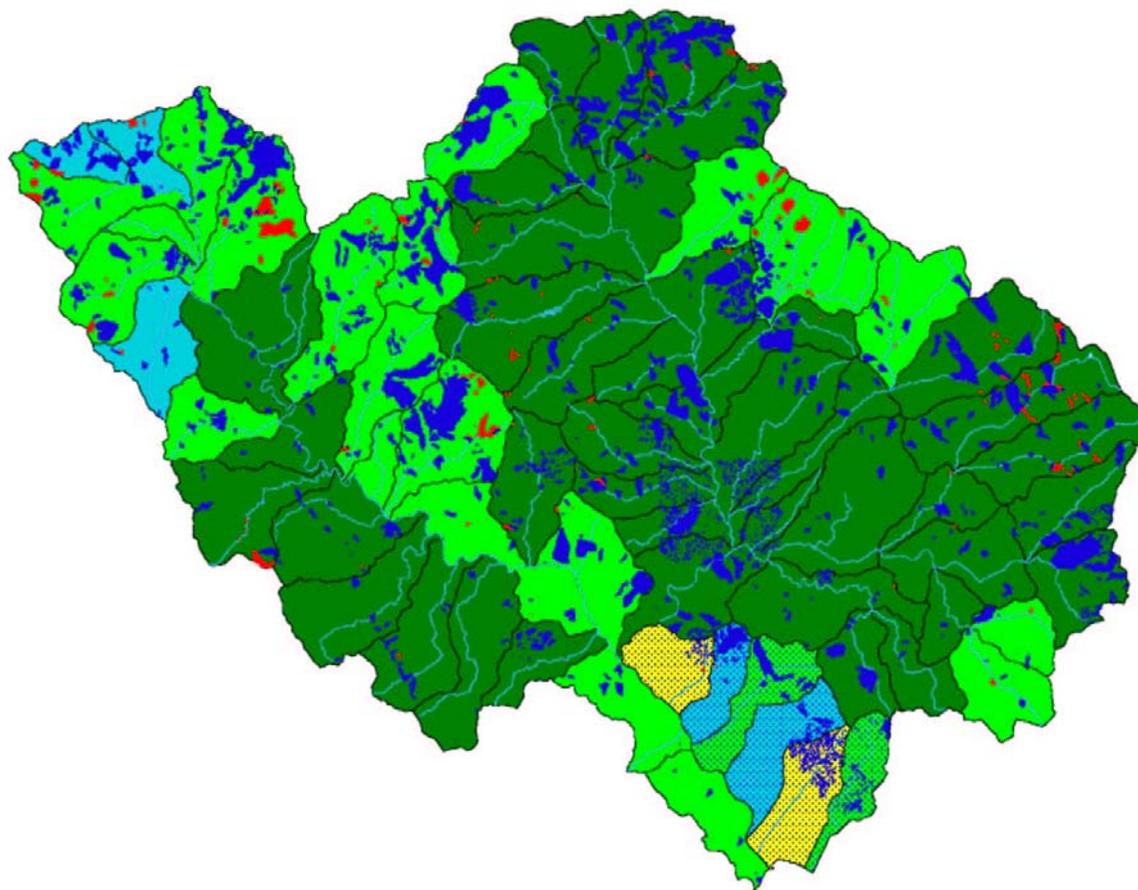
Sottobacini distinti per classe di efficienza media (IEFV_{ER100})

10	Aree con erosione superficiale
9	Aree di frana
1	iefv = 1
2	1 < iefv ≤ 1,5
3	1,5 < iefv ≤ 2
4	2 < iefv ≤ 2,5
5	2,5 < iefv ≤ 3
6	3 < iefv ≤ 3,5
7	3,5 < iefv ≤ 4
8	4 < iefv ≤ 4,5
9	4,5 < iefv < 5
10	iefv = 5



Sottobacini distinti per classe media di efficienza (IEFV_{ER60})

	Sottobacini da riaccertare
	Aree con erosione superficiale
	Franer
	1 iefv = 1
	2 $1 < \text{iefv} \leq 1,5$
	3 $1,5 < \text{iefv} \leq 2$
	4 $2 < \text{iefv} \leq 2,5$
	5 $2,5 < \text{iefv} \leq 3$
	6 $3 < \text{iefv} \leq 3,5$
	7 $3,5 < \text{iefv} \leq 4$
	8 $4 < \text{iefv} \leq 4,5$
	9 $4,5 < \text{iefv} < 5$
	10 iefv = 5



GLI INDIRIZZI

Nonostante siano sicuramente necessari un completamento ed un affinamento dello studio, si ritiene che la carta dell'uso del suolo realizzata e il suo confronto con le diverse elaborazioni effettuate, permettano di avanzare diversi suggerimenti per la redazione di un piano stralcio focalizzato sulla conservazione del suolo. Di seguito si forniscono una zonizzazione di massima ed una serie di proposte normative, sicuramente non esaurienti e da sottoporre a verifiche.

La proposta tiene conto di diversi obiettivi, che dovrebbero essere comunque ampiamente discussi nelle sedi competenti, ma che si inquadrano in una visione ampia delle problematiche del bacino, non limitata alle sole seppure importanti esigenze della sicurezza, ma estesa alle esigenze economiche delle attività agricole e forestali, a quelle economiche del turismo - sia costiero sia dell'entroterra - e a quelle della conservazione della biodiversità.

Le zone, individuate principalmente sulla base dell'attuale uso del suolo, sono così definite:

ANV = Area non valutabile. Comprende tutte le aree per le quali non sono disponibili dati utili al progetto. (Totale superficie: Ha 628; 0,42%).

AE = Area esclusa. Comprende aree prive di copertura vegetale come, ad esempio, i bacini idrici dove non sono possibili interventi diretti sulla vegetazione. (Totale superficie: Ha 1.431; 0,96%).

AEMS = Area esclusa. Manutenzione speciale. Comprende aree prive di copertura, come alcune aree estrattive, dove sono possibili ed in alcuni casi opportune azioni di manutenzione particolare: inerbimento delle aree dismesse, mantenimento in efficienza delle opere di regimazione delle acque e delle strade, ecc. (Totale superficie: Ha 94; 0,06%).

AEMSU = Area esclusa. Manutenzione speciale urbana. Comprende le aree insediate, dove sono possibili azioni di manutenzione ordinaria e straordinaria che possono allungare i tempi di corruzione. Tra le diverse azioni possibili si segnalano: diffusione di manti stradali a maggiore assorbimento dell'acqua; interventi di manutenzione sulla rete fognaria e su quella stradale; convogliamento e riutilizzo delle acque bianche, mantenimento ed eventuale ampliamento delle zone a verde urbano (parchi, giardini, orti), ecc, promozione della creazione di "tetti verdi", giardini pensili, ecc. (Totale superficie: Ha 4.390; 2,93%).

MaMR = Mantenimento. Manutenzione rurale. Comprende aree per lo più agricole, con colture erbacee o arboree, generalmente attive. Il mantenimento dell'uso agricolo di queste aree è compatibile con gli obiettivi di equilibrio idrogeologico del bacino, ma è altrettanto essenziale che vengano realizzate costantemente le attività di manutenzione delle opere - per quanto minori - di regimazione idraulica e della viabilità minore. A tal fine vengono suggerite appositamente alcune [indicazioni normative](#). Nel caso di dismissione dell'attività agricola, si dovrebbe procedere a interventi di orientamento ed accelerazione della copertura forestale esclusivamente laddove esistano nell'area stessa o nel suo contorno rischi idrogeologici per la sicurezza delle persone e dei manufatti. (Totale superficie: Ha 35.828; 23,92%).

MaMRCvP = Mantenimento. Manutenzione rurale o conversione prioritaria. Comprende soprattutto aree agricole abbandonate per le quali possono essere essenziali ed urgenti le seguenti alternative: ripresa della coltivazione e della periodica manutenzione delle opere di regimazione idraulica e della viabilità minore; conversione con orientamento e accelerazione dei processi dinamici naturali verso le comunità forestali; conversione con eventuale orientamento verso colture sperimentali che esigono scarsa manodopera e che svolgano comunque un

ruolo di protezione nei confronti del terreno (per esempio colture forestali a turno brevissimo, colture di specie non convenzionali, ecc.). (Totale superficie: Ha 2.990; 2,00%).

IMEC = Interventi di miglioramento estensivo condizionato. Comprende aree per lo più scarsamente vegetate (rocce affioranti e superfici in erosione), sovente localizzate a quote elevate e scarsamente utilizzabili sotto il profilo economico, ma che possono svolgere un ruolo positivo ed importante come serbatoi di sedimento per il trasporto solido, ma ancor più come elementi di valore per il paesaggio e la biodiversità. Queste aree possono essere oggetto di interventi finalizzati all'aumento della copertura vegetale, soprattutto laddove tali aree comprendano situazioni di innesco per estesi fenomeni superficiali di erosione e di frana, ma tali interventi dovrebbero essere strettamente condizionati da una attenta valutazione dei costi benefici sia economici, sia ambientali. (Totale superficie: Ha 2.905; 1,94%).

CO = Conservazione. Comprende soprattutto aree sulle quali insistono fustaie di latifoglie e cedui avviati a fustaia, la cui destinazione d'uso non dovrebbe essere mutata. In linea di massima rappresentano situazioni di relativa eccellenza la cui estensione e qualità dovrebbe essere monitorata e eventualmente migliorata. (Totale superficie: Ha 7.464; 4,98%).

COC = Conservazione condizionata. Comprende soprattutto due tipologie di ambienti - pascoli e formazioni forestali d'ambito fluviale - la cui conservazione è importante per i molteplici ruoli che svolgono. I pascoli e i prati, pur permettendo in media una maggiore erosione rispetto alle cenosi forestali, svolgono comune un'azione di difesa del terreno, ma soprattutto sono essenziali per la caratterizzazione del paesaggio, per l'economia rurale e per il mantenimento di elevati ed equilibrati livelli di biodiversità (si tratta spesso di habitat compresi tra quelli prioritari dell'allegato 1 della direttiva europea 92/43). La forestazione di tali aree è da evitare; eventuali interventi orientati ad un aumento della componente legnosa debbono essere riservati a situazioni di comprovato rischio per la sicurezza delle persone e dei manufatti. Le comunità forestali d'ambito fluviale (boschi ripari e alluvionali) svolgono un'importante funzione nel trattenimento del terreno e nel rallentamento dei flussi idrici; molte di esse si inquadrano inoltre tra gli habitat prioritari della direttiva 92/43; per questo motivo meritano attività di conservazione. Interventi che alterino la struttura e la fisionomia di queste aree dovrebbero essere evitati o limitati a situazioni comprovate di rischio per la sicurezza delle persone e dei manufatti. (Totale superficie: Ha 19.240; 12,85%).

COIMiF = Conservazione - Interventi di miglioramento forestale. Comprende poche aree dove si ritrovano fustaie di latifoglie aperte o a densità particolarmente ridotta che potrebbero esigere interventi finalizzati ad accelerare la copertura arboreo-arbustiva. (Totale superficie: Ha 144; 0,10%).

MaC = Mantenimento condizionato. Comprende pochissime aree che sono state classificate come viali parafuoco e piste da sci, ma potrebbero comprendere anche aree sgombre per il passaggio di elettrodotti o altre reti tecnologiche. Per tali aree è opportuna una verifica dell'uso del suolo reale e della funzionalità. Il mantenimento di tale destinazione è quindi condizionato dalla sussistenza di esigenze particolari. (Totale superficie: Ha 27; 0,02%).

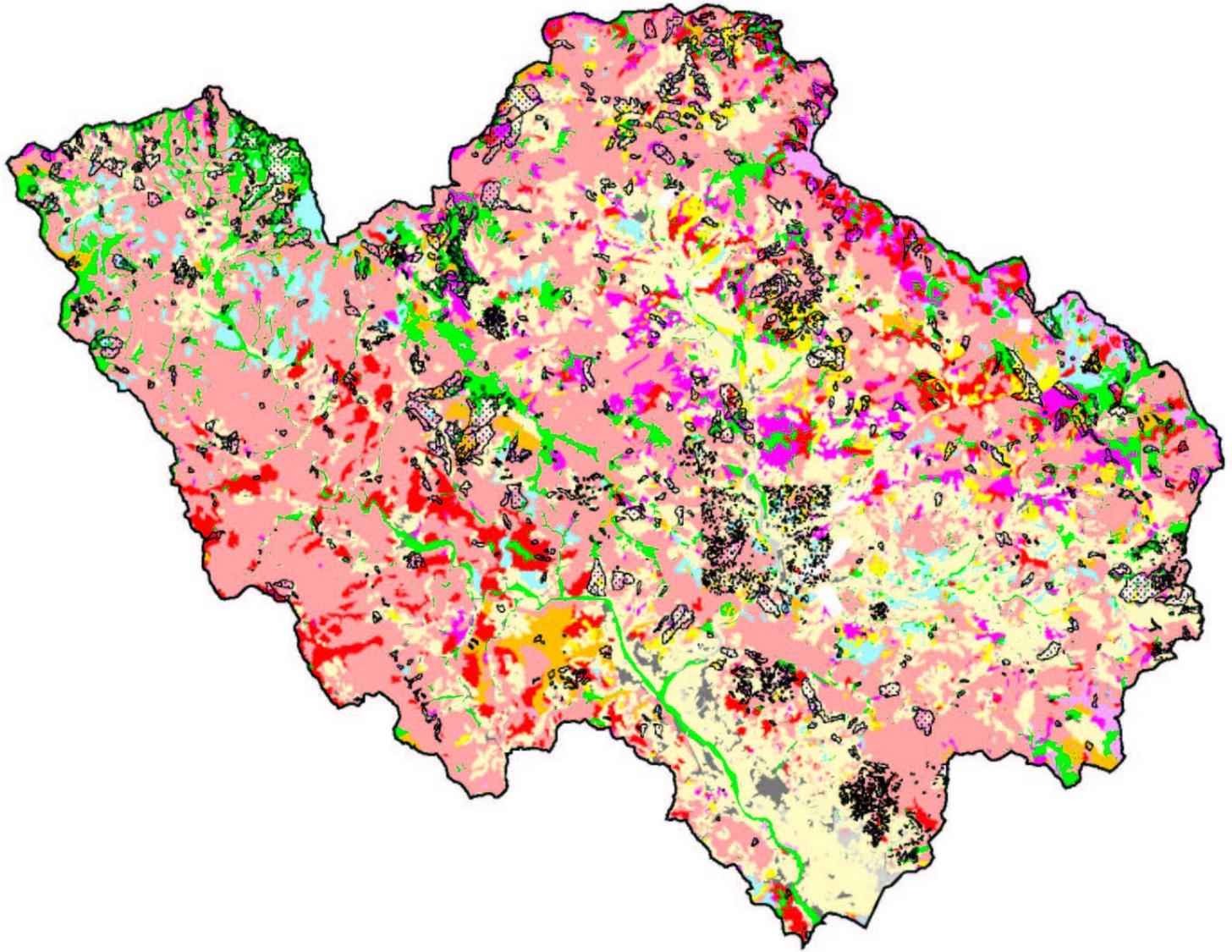
MaMiCvF = Mantenimento - Miglioramento (conversione forestale). Comprende aree caratterizzate da boschi densi di conifere per le quali deve essere valutato caso per caso l'opportunità di mantenere tale destinazione d'uso o intervenire per migliorare l'efficienza idrogeologica della copertura orientando la comunità verso aspetti misti di resinose e latifoglie. La valutazione dovrà tenere conto soprattutto dei rischi fitopatologici (con riferimento particolare alla cocciniglia del pino marittimo), dei rischi di incendio e degli eventuali risvolti economici positivi derivanti dall'utilizzo del soprassuolo, nonché dei costi di intervento. (Totale superficie: Ha 3.901; 2,60%).

MaMiF = Interventi di mantenimento e miglioramento forestale. Comprende soprattutto cedui folti e fustaie rade la cui destinazione può essere, in linea di massima, mantenuta, ma che dovrebbero essere oggetto a seconda del contesto ambientale di interventi di miglioramento orientati soprattutto a favorire una equilibrata composizione delle essenze, attraverso tagli selettivi, che tengano conto anche della diversa efficienza "idrogeologica" svolta dalle differenti specie forestali. Al riguardo si riportano alcune [indicazioni generali di buona pratica forestale](#). (Totale superficie: Ha 71.341; 47,64%).

IMiF = Interventi di miglioramento forestale. Comprende soprattutto aree caratterizzate da boschi cedui radi che necessitano di interventi migliorativi ai fini dell'efficienza "idrogeologica" secondo le [linee di buona pratica forestale](#) suggerite. (Totale superficie: Ha 9.223; 6,16%).

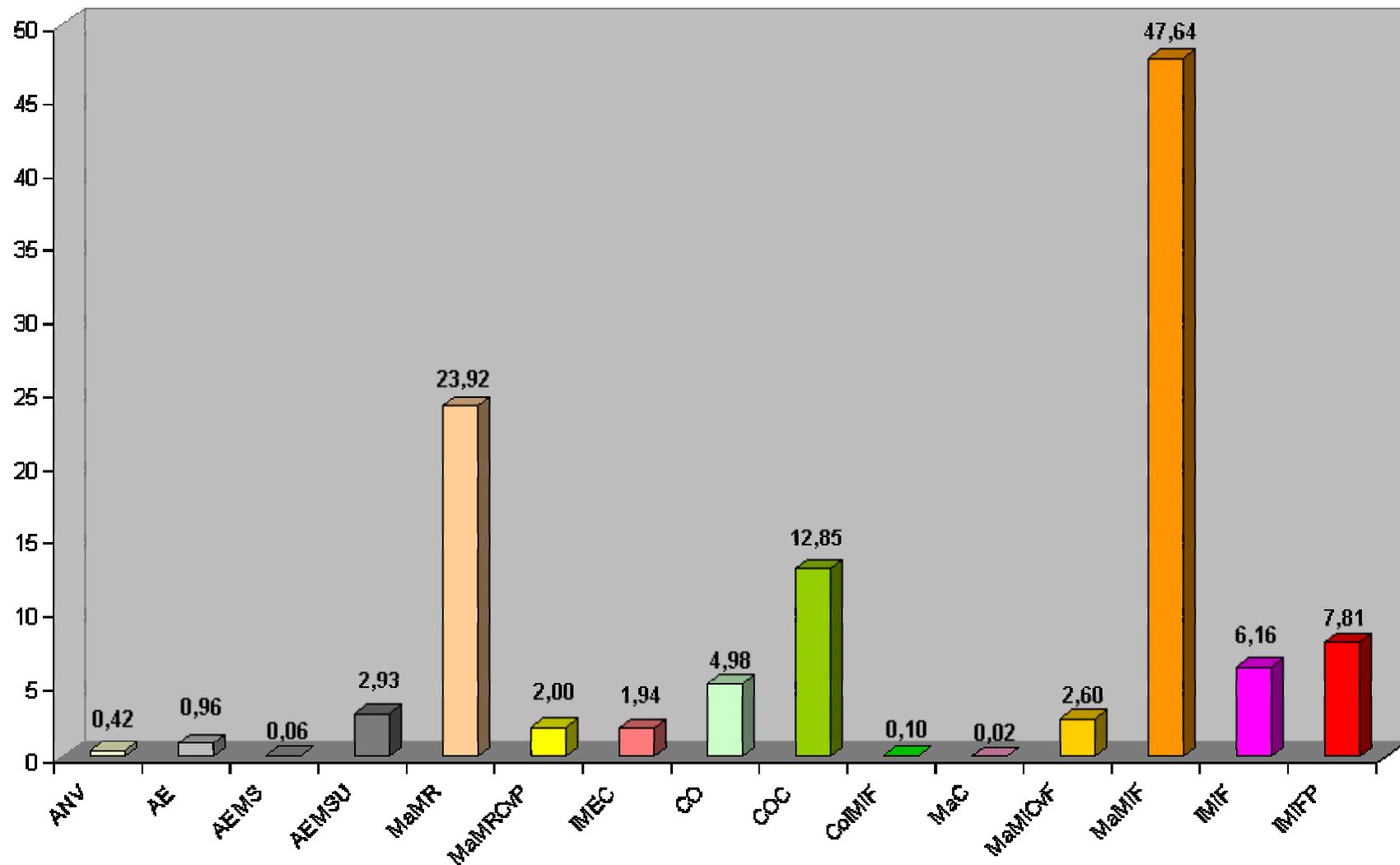
IMiFP = Interventi di miglioramento forestale prioritari. Comprende soprattutto aree caratterizzate da boschi cedui degradati o aperti e boschi degradati, aperti o radi di conifere che necessitano di interventi migliorativi più o meno urgenti (a seconda delle diverse caratteristiche ambientali locali) ai fini dell'efficienza "idrogeologica" secondo le [linee di buona pratica forestale](#) suggerite. (Totale superficie: Ha 11.699; 7,81%).

AAFR = Aree di attenzione classificate come aree di frana e ad elevata pericolosità geomorfologica. Comprende tutte le aree classificate dal PAI redatto dall'AdB come frane attive, quiescenti o inattive nonché aree a ruscellamento diffuso. Tali aree si sovrappongono alle precedenti e possono essere caratterizzate da copertura vegetale eterogenea. Ai fini gestionali, fermi restando gli indirizzi sopra specificati, in queste aree occorre, innanzitutto, verificare la tipologia della frana, le sue dimensioni e il livello d'incidenza della copertura vegetale sulla instabilità dei versanti. Nei casi in cui la copertura vegetale incida (positivamente o negativamente) occorre mettere in atto tutti gli accorgimenti per non aggravare il livello di pericolosità e di rischio migliorando le condizioni di equilibrio ecologico e quelle fitosanitarie. Nel caso di consorzi forestali, occorre privilegiare lo sviluppo dell'apparato radicale rispetto a quello del soprassuolo; qualora l'acclività sia accentuata (soprattutto su substrati calcarei) è consigliabile indirizzare il bosco verso una forma mista con dominanza di carpino nero da governare a ceduo matricinato con turni di 15-25 anni. In aree meno acclivi si suggerisce di orientare i consorzi verso l'alto fusto favorendo le specie corrispondenti come optimum alla fascia climatica in cui è localizzata l'area. Nei casi di ruscellamento diffuso e movimenti lenti e molto superficiali, qualora la copertura vegetale sia rappresentata da cenosi erbacee e vi siano condizioni di rischio per abitati e infrastrutture importanti, si suggeriscono interventi puntuali e programmati di impianto ad alta densità di specie legnose scelte per il loro maggiore sviluppo radicale fra quelle proprie della flora locale.



ANV	Area non valutabile
AE	Area esclusa
AEMS	Area esclusa. Manutenzione speciale
AEMSU	Area esclusa. Manutenzione speciale urbana
MaMR	Mantenimento. Manutenzione rurale
MaMRCvP	Mantenimento. Manutenzione rurale o conversione prioritaria
IMEC	Interventi di miglioramento estensivo condizionato
CO	Conservazione
COC	Conservazione condizionata
CoIMiF	Conservazione - Interventi di miglioramento forestale
MaC	Mantenimento condizionato
MaMiCvF	Mantenimento - Miglioramento (conversione forestale)
MaMiF	Interventi di mantenimento e miglioramento forestale
IMiF	Interventi di miglioramento forestale
IMiFP	Interventi di miglioramento forestale prioritari
AAFR	Aree di attenzione classificate come aree di frana e ad elevata pericolosità geomorfologica

Zone di indirizzo (% superficie del bacino)



SUGGERIMENTI PER LA GESTIONE DEI CONSORZI FORESTALI

Di seguito si forniscono alcune generiche indicazioni utili a migliorare l'efficienza idrogeologica della copertura vegetale nei consorzi forestali; si tratta di indirizzi di buona pratica della selvicoltura, universalmente noti, ma non sempre correttamente applicati.

Boschi cedui:

Per i consorzi forestali misti o dominati dal Carpino nero, su declivi, si consiglia il mantenimento della forma di governo a ceduo semplice matricinato. Il Carpino nero, infatti, per la sua ottima facoltà pollonifera si trova dominante in boschi cedui o boschi che abbiano subito in passato precedenti ceduazioni. La specie è in grado di costituire cedui in alcuni casi quasi puri, e che mantengono un elevato numero di polloni (9.000 - 10.000 ad Ha) ad età avanzata, oltre i 25 anni con altezza media, a seconda della feracità, di 6 - 8 m e diametri medi dei polloni di 5 - 6 cm. Questi consorzi boschivi, soprattutto se insediati su terreni ripidi o argillosi, costituiscono, se ceduati regolarmente e correttamente secondo le prescrizioni di Massima, estesi alti arbusteti che assolvono ad una efficace azione antierosiva e di protezione dei versanti.

Quegli ostrieti, distribuiti su pendii meno acclivi e di più elevata fertilità (con altezza media a 30 anni di almeno 8 m), possono essere lentamente avviati al bosco misto d'alto fusto, favorendo anche altre specie arboree del consorzio che rimangono svantaggiate dalle continue ceduazioni (Roverella, Orniello, Aceri...). La conversione può ottenersi attraverso un diradamento all'alto fusto, preceduto da un adeguato periodo di invecchiamento al fine di ridurre il numero delle ceppaie e dei polloni.

Nelle aree soggette a frane o fenomeni erosivi, i cedui di castagno o robinia che sono caratterizzati da un'elevata biomassa aerea, ma da apparato radicale superficiale e poco sviluppato dovrebbero essere sottoposti a tagli di alleggerimento della biomassa totale, onde evitare fenomeni estesi di caduta.

Cedui di querce matricinati e cedui composti.

Si consiglia la conversione all'alto fusto che può essere ottenuta facilmente per invecchiamento. Gli inconvenienti sono minimi nei cedui semplici dove le ceppaie presentano pochi polloni in rapida selezione reciproca. I cedui composti o molto invecchiati si evolvono a quasi totale vantaggio delle matricine, e non dei polloni o dei semenzali di altre specie arboree. Nei cedui di migliore fertilità di età avanzata (oltre 30 anni), è opportuno eseguire un taglio di avviamento all'alto fusto cercando di agevolare anche le specie arboree diverse dalle querce.

Per la conversione dei cedui composti si consiglia di utilizzare il metodo della conversione diretta, cioè un prolungato invecchiamento seguito da un taglio di sementazione per permettere l'inizio del ciclo di rinnovazione. Qualora fosse opportuno mantenere il governo a ceduo composto, si deve tenere presente, nella esecuzione dei tagli che il rilascio di 170 - 200 matricine per ettaro, anche se di età scalata (ceduo composto), corrisponde praticamente ad un avviamento a "fustaia rada" con conseguente deperimento delle ceppaie di quercia. Per cedui di fertilità scadente, con turno di 25 - 30 anni, è però opportuno rilasciare 130 - 170 matricine per ettaro, al fine di garantire un'adeguata copertura del suolo. Per cedui di buona fertilità sono sufficienti 80 - 130 matricine per ettaro. Con 80 matricine per ettaro la combinazione tra ceduo e fustaia perde di senso e si ritorna al ceduo semplice matricinato.

Boschi d'alto fusto di latifoglie

Mantenimento, favorire il bosco misto attraverso diradamenti selettivi nei confronti di altre specie arboree correlate alle querce. Favorire la rinnovazione naturale attraverso l'esecuzione nei popolamenti maturi di tagli di sementazione coincidenti con un'annata di ghianda abbondante, e rilasciando 50 -150 piante per ettaro, a seconda della dimensione diametrica delle stesse.

Boschi d'alto fusto di conifere esotiche o pinete in deperimento

Progressiva sostituzione con specie autoctone di latifoglie, attraverso forti diradamenti selettivi a favore delle latifoglie. Nelle pinete di lenta evoluzione dove le latifoglie tardano ad entrare spontaneamente, ove se ne veda la necessità, la sostituzione delle specie e il rafforzamento dell'azione di protezione idrogeologica può essere ottenuta con sottopiantagioni e contestuale eliminazione di pini morti o deperienti.

Boschi di particolare interesse naturalistico o paesaggistico

Conservazione e gestione sistemica.

Pascolo in bosco.

Da vietare nel modo più assoluto quello caprino in qualsiasi bosco o stadio di ricostituzione del bosco e quello di qualsiasi altro animale d'allevamento in boschi insistenti su aree soggette a frana o fenomeni erosivi o in boschi o stadi di ricostituzione oggetto di interventi migliorativi. Ammissibile per diversi animali (asini, bovini, equini e ovini, ma non caprini), previa valutazione caso per caso, in aree soggette a rischio di incendio, ma comunque non soggette a frana o fenomeni erosivi.

Apertura o adeguamento di strade, condotti o canali in boschi

L'apertura e l'adeguamento di strade, condotti o canali all'interno di boschi o stadi di ricostituzione del bosco dovrebbe essere soggetta alle prescrizioni di massima e di polizia forestale vigenti. Sono comunque da vietare nelle aree di frana o soggette ad accentuati fenomeni erosivi.

Interventi di ripristino e di consolidamento delle aree soggette a frana o a accentuati fenomeni erosivi

Gli interventi, qualora giudicati opportuni a seguito di una ampia valutazione caso per caso del rapporto costi/benefici (non intesi solo sotto il profilo economico) dovranno seguire la sequenza metodologica classica che prevede:

- regimazione idrica;
- consolidamento meccanico;
- ricostituzione della copertura vegetale

Nelle aree denudate per frana con terreno incoerente si procederà con

- interventi di rimodellamento del profilo morfologico mediante gradonatura, prediligendo l'impiego di tecniche di bioingegneria;
- sistemazione idraulica delle rete di deflusso superficiale;
- impianto polispecifico di specie arboree ed arbustive. Nel caso di terreni umidi a prevalente composizione argillitica le specie arboree consigliate sono: ontano nero (*Alnus glutinosa*), salici (*Salix sp.pl.*), nocciolo (*Corylus avellana*), sambuco (*Sambucus nigra*). Nel caso di

terreni detritici drenanti e asciutti con prevalente matrice sabbiosa, le specie arboree consigliate sono: carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), aceri (*Acer pseudoplatanus*, *Acer campestre*), frassino minore (*Fraxinus ornus*), sorbo montano (*Sorbus aria*). Le specie arbustive più indicate sono in genere biancospino (*Crataegus monogyna*), corniolo (*Cornus mas*, *Cornus sanguinea*), ginestra (*Spartium junceum*);

- copertura con vegetazione erbacea in grado di limitare l'azione erosiva delle acque meteoriche e di arricchire il terreno di sostanza organica importante per l'insediamento di specie arbustive ed arboree pioniere e per l'attecchimento e sviluppo di quelle inserite. L'attecchimento dello strato erbaceo può essere facilitato dall'utilizzo di biostuoie.

Nelle aree in frana, ad elevata pericolosità, coperte da boschi di origine antropica, si dovrà tendere alla rinaturalizzazione delle stesse cercando di ricostituire le associazioni vegetali originarie e idonee alle condizioni ambientali presenti nel sito.

Nelle aree degradate e da ricostituire (ex cave, discariche, aree boscate distrutte o degradate in seguito ad incendio, ecc.) dovranno essere previsti interventi di ricostituzione e recupero ambientale, volti alla difesa del suolo, la regimazione delle acque, la preservazione e il miglioramento della qualità dell'ambiente e del paesaggio; gli interventi riguarderanno in particolare:

- il contenimento dei processi erosivi ed eventualmente rimodellamento del versante;
- il ripristino di un ecosistema "paranaturale" (rinaturalizzazione tramite tecniche di ingegneria naturalistica, ripristino della vegetazione autoctona, rimboschimenti) mediante il corretto inserimento delle opere sotto il profilo estetico-paesaggistico nonché naturalistico.

SUGGERIMENTI PER LA GESTIONE E MANUTENZIONE DEI TERRENI AGRICOLI

Criteri generali

Nelle zone agricole che ricadono in aree a rischio idrogeologico elevato sono ammesse, in relazione alla pendenza, colture erbacee, stagionali o poliennali (foraggere) con lavorazioni superficiali a ritocchino. Sono comunque ammesse lavorazioni del suolo anche superficiali limitatamente a versanti con pendenza inferiore al 30%. Nelle medesime zone, le eventuali modifiche ai suddetti usi del suolo dovranno essere autorizzate dagli Enti competenti in conformità a specifici progetti redatti da tecnici abilitati nei quali dovranno essere definiti l'assetto agronomico e le tecniche di lavorazione e di gestione.

Nelle zone agricole gli interventi ammessi sono vincolati dalle seguenti prescrizioni:

- adeguato allontanamento delle acque superficiali attraverso congrue opere di canalizzazione, onde evitare gli effetti dannosi dovuti al ruscellamento diffuso e per ridurre i processi di infiltrazione;
- verifica dello stato di conservazione e tenuta della rete acquedottistica e fognaria; eventuali ripristini dovranno essere eseguiti con materiali idonei a garantire la perfetta tenuta anche in presenza di sollecitazioni e deformazioni da movimenti gravitativi;
- ogni nuovo intervento deve essere eseguito in modo tale da inibire grosse alterazioni dello stato di equilibrio geostatico dei terreni, evitando, in particolare, gravosi riporti di terreno anche se temporanei;
- le fasi progettuali dovranno avvenire nel rispetto del D.M. 11 marzo 1988 (Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate,) e successive modifiche ed integrazioni, nonché nel rispetto delle norme sismiche vigenti.

Regimazione idrica superficiale

I proprietari ed i conduttori dei terreni a destinazione agricola, utilizzati o non, sono tenuti a:

- mantenere efficiente la rete scolante esistente attraverso operazioni di manutenzione ordinaria;
- realizzare fossi di guardia e di valle, raccordandoli ai fossi collettori; dei medesimi deve essere assicurata la manutenzione e la piena efficienza;
- realizzare una rete di scoline o solchi acquai.

Tutela opere idrauliche di consolidamento e di regimazione

Le opere di sistemazione superficiale e profonda in nessun caso dovranno essere danneggiate o modificate; i terreni sulle quali insistono tali opere potranno essere soggetti a lavorazioni o piantagioni previa autorizzazione rilasciata degli Enti competenti.

Viabilità minore

La viabilità poderale, i sentieri, le mulattiere e le carrarecce devono essere mantenuti efficienti e dotate di cunette, taglia-acque e altre opere consimili, per evitare la loro trasformazione in collettori di acque superficiali.

In particolare deve essere mantenuta efficiente, o ripristinata, la viabilità poderale, alla quale le lavorazioni agricole devono concedere una fascia di rispetto superiore a 1,5 m; deve inoltre essere salvaguardata l'integrità delle scarpate a monte e a valle per prevenire eventuali processi erosivi.

Siepi e alberi isolati

Nella lavorazione dei terreni a coltura agraria devono essere rispettati gli alberi isolati e a gruppi, nonché le siepi ed i filari a corredo della rete idrica esistente o in fregio ai limiti confinari, preservandone in particolare l'apparato radicale. Laddove possibile, viene promossa la ricostituzione di siepi e filari con caratteristiche adeguate alle molteplici funzioni svolte.

Disboscamento, decespugliamento ai fini colturali

La trasformazione delle aree boscate e cespugliose in altre qualità di coltura o uso del suolo è sempre vietata ai sensi del R.D.L. 3267/1923 e delle L.R. vigenti. Sono ammesse eccezioni nei seguenti casi: esecuzione di opere di regimazione idraulica e consolidamento dei versanti; in tali casi va previsto, al termine dei lavori, il ripristino della copertura vegetale autoctona.

Conclusioni e suggerimenti normativi

Lo studio ha evidenziato nel complesso del bacino una copertura vegetale efficiente, ma ha altresì messo in luce come esistano situazioni puntuali o circoscritte di possibile crisi e realmente o potenzialmente a rischio.

In linea di massima, si ritiene che molti dei fenomeni erosivi rilevati dipendano per gran parte da una carente o errata gestione della rete di raccolta e smaltimento dei deflussi superficiali che scorrono sulle sedi stradali sia principali sia minori, nonché, in parte, da una mancata o errata manutenzione e gestione dei terreni agricoli. Ciò rappresenta causa predisponente o talora scatenante i dissesti.

Ai fini di mitigare i rischi idrogeologici di erosione e di frana, è opportuno ottimizzare il percorso delle acque sulle strade esistenti o di nuova realizzazione. Gli enti preposti alla manutenzione della rete viaria e gli aventi obbligo, ciascuno per le proprie competenze, dovranno rivedere lo stato di efficienza dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche delle sedi stradali, con particolare riferimento ai tratti ricadenti nelle zone a rischio da frana o con gravi fenomeni erosivi in atto. La sede stradale dovrà quindi essere provvista della corretta pendenza nelle curve; delle cunette di scolo opportunamente dimensionate; dell'eventuale cordolo perimetrale a valle; di ponti, ponticelli in corrispondenza degli impluvi; di adeguati tombini e pozzetti di ispezione e di intercettazione delle acque provenienti dal sistema delle cunette; di fossi e canalette perimetrali alla sede stradale, con fondo in ciottoli e pietrame, a secco o in malta, a seconda dei casi; di canalizzazioni di accompagnamento delle acque provenienti dai collettori di scarico al reticolo idrografico; di eventuali graticciate in essenze vegetali con andamento trasversale alla massima pendenza e sfalsate tra loro, al fine di evitare che lo smaltimento delle acque del piano stradale stesso provochi danni derivati dal ruscellamento.

Enti e soggetti aventi obbligo debbono garantire la perfetta efficienza delle strutture connesse alle sedi stradali in riferimento alla riduzione del rischio di frana e di erosione attraverso una documentata e costante manutenzione delle strutture stesse.

L'assetto idraulico e forestale dei versanti è oggetto essenziale di tutela ai fini della sicurezza e dell'equilibrio del bacino. Questa si attua soprattutto attraverso attività di conservazione o di mantenimento ed interventi migliorativi, di conversione o di manutenzione.

A tal fine nel bacino si applicano, fra le altre, le prescrizioni di massima e di Polizia forestale delle regioni Toscana e Liguria per i rispettivi territori.

Tutti gli interventi sui versanti e in particolare quelli sui boschi, dovranno tendere a migliorare le condizioni generali della copertura vegetale in termini sia qualitativi sia quantitativi al fine di aumentare la stabilità del terreno e attenuare il grado di rischio, ottimizzando la funzionalità del bosco e la ricostituzione della vegetazione nelle aree degradate.

Nell'attesa della realizzazione di una carta della vegetazione in scala a sufficiente dettaglio (1:10.000), i piani e gli interventi dovranno essere coerenti con gli indirizzi indicati dalla "Carta sugli indirizzi di riassetto e miglioramento della copertura vegetale. 1:25.000" disponibile in formato vettoriale. Tale carta dovrà essere integrata da una localizzazione dei boschi di particolare interesse naturalistico o che assolvono specifiche funzioni ambientali o paesaggistiche.

E' auspicabile che piani e norme siano coerenti con le indicazioni fornite nel presente studio. E' comunque importante rimarcare che piani e programmi di sistemazione agro-forestale del territorio, dovranno essere valutati caso per caso in relazione alla diversa situazione di pericolosità geomorfologica rilevata, alla necessità di recupero ambientale di aree degradate, alla ricostituzione di ambienti di particolare pregio paesaggistico, nonché in relazione al contributo del trasporto solido delle singole aree e delle relazioni tra ambienti esistenti e livello di biodiversità.

Si suggerisce, inoltre, di dare l'avvio a sperimentazioni di campo tese ad acquisire i dati pedologici del bacino e a precisare ed aggiornare i dati ottenuti nel presente studio; la sperimentazione dovrebbe essere inoltre indirizzata sotto il profilo pratico ad accertare il reale fenomeno erosivo che si instaura in condizioni "tipo" differenziate per substrato e copertura vegetale, nonché al potenziale ruolo positivo di barriere verdi ed impianti colturali non convenzionali come la canna (*Arundo donax*) o il vetiver (*Vetiveria zizanioides*), o colture forestali a ciclo breve per la produzione di biomasse da impiegare nella produzione di energia. In base ai risultati del presente studio si ravvisa che aree idonee a tali sperimentazioni sono individuabili nei sottobacini: T. Scagliana (07), T. Chinela e corsi minori (06), T. Torza (32) in territorio ligure; T. Lucido di Vinca (64), T. Bagnone basso (57), T. Monia e corsi minori (28), T. Taverone basso (34), T. Rosaro basso (59), T. Civiglia (35) e T. Aulella basso (61) in territorio toscano.

Infine si ritiene importante avviare un monitoraggio costante della copertura vegetale a scala di bacino ed eventuali approfondimenti per sottobacini soggetti a particolari problematiche, mediante elaborazione di immagini satellitari a media (es.: Landsat) o alta risoluzione (es.: Ikonos) con una periodicità iniziale quadrimestrale, poi eventualmente adattata a un periodo di semestre o annuale. L'utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione accoppiate a rilevamenti a terra fornirebbe un quadro maggiormente corrispondente alla realtà e un controllo territoriale efficace.

Indice

Obiettivi	2
Metodologia	3
Fasi di lavoro	5
Cartografia dell'Uso del Suolo	6
Cartografia dell'efficienza idrogeologica teorica della copertura vegetale	8
Cartografia dell'efficienza idrogeologica teorica della copertura vegetale mediate indice di vegetazione	10
Cartografia dell'erosione teorica	11
Cartografia dell'efficienza idrogeologica della copertura vegetale	15
Risultati	17
Ricognizione della documentazione disponibile	18
Esame critico della documentazione disponibile	21
Uso del suolo	24
Efficienza idrogeologica teorica della copertura vegetale	27
IPVI (Infrared Percentage Vegetation Index)	29
Erosione teorica	33
Efficienza idrogeologica "reale" della copertura vegetale	36
Sintesi e Conclusioni	40
La sintesi	41
Gli indirizzi	47
Conclusioni e suggerimenti normativi	57