

**REGIONE
TOSCANA**



**REGIONE
LAZIO**

**Autorità di Bacino Interregionale
del Fiume Fiora**

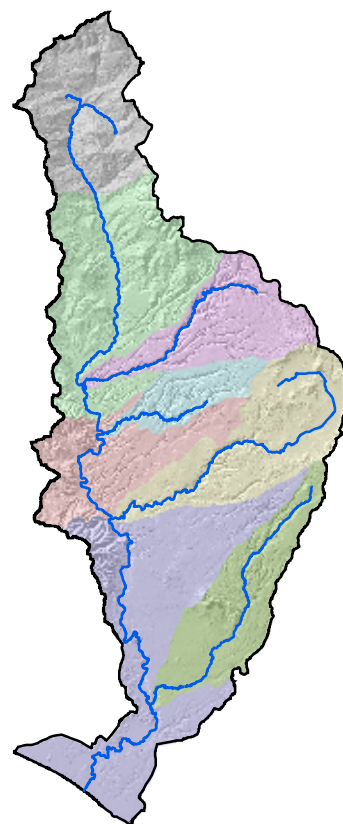
PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Legge 18 maggio 1989 n. 183 art. 17 comma 6 - ter, Legge 3 agosto 1998 n. 267 modificata con
Legge 13 luglio 1999 n. 226 e Legge 11 dicembre 2000 n. 365

ALLEGATO 3.1

Studi relativi alla delimitazione
delle aree a diversa probabilità
di frana

RELAZIONE



Il Presidente del Comitato Istituzionale
Assessore Angelo Bonelli

Il Segretario Generale
Dott. Ing. Francesco Pistone

INDICE

1) Revisione e aggiornamento della carta inventario dei fenomeni franosi scala 1:25.000	1
2) Carta della propensione al dissesto dei versanti scala 1:25.000	2
2.1) Premessa	2
2.2) Analisi dei fattori geomorfologici della franosità	3
2.2.1) Formazioni di facies ligure	4
2.2.1.1) Pendenza dei versanti	4
2.2.1.2) Uso del suolo	5
2.2.1.3) Esposizione dei versanti	6
2.2.2) Formazioni di facies toscana	7
2.2.2.1) Pendenza dei versanti	7
2.2.2.2) Uso del suolo	7
2.2.2.3) Esposizione dei versanti	7
2.2.3) Formazioni neoautoctone	8
2.2.3.1) Pendenza dei versanti	8
2.2.3.2) Uso del suolo	9
2.2.3.3) Esposizione dei versanti	10
2.2.4) Formazioni quaternarie	11
2.2.4.1) Pendenza dei versanti	11
2.2.4.2) Uso del suolo	11
2.2.4.3) Esposizione dei versanti	11
2.2.5) Formazioni vulcaniche	12
2.2.5.1) Pendenza dei versanti	12
2.2.5.2) Uso del suolo	13
2.2.5.3) Esposizione dei versanti	14
2.3) Elaborazione della cartografia	15
2.3.1) Uso del suolo	15
2.3.1.1) Formazioni di facies ligure	16
2.3.1.2) Formazioni di facies toscana	16
2.3.1.3) Formazioni neoautoctone	16
2.3.1.4) Formazioni quaternarie	16
2.3.1.5) Formazioni vulcaniche	16
2.3.1.6) Analisi degli accorpamenti di uso del suolo	16
2.3.2) Pendenza dei versanti	17
2.3.2.1) Formazioni di facies ligure	17
2.3.2.2) Formazioni di facies toscana	17
2.3.2.3) Formazioni neoautoctone	18
2.3.2.4) Formazioni quaternarie	18
2.3.2.5) Formazioni vulcaniche	18
2.3.2.6) Analisi degli accorpamenti di pendenza dei versanti	18
2.3.3) Esposizione dei versanti	19
2.3.3.1) Formazioni di facies ligure	19
2.3.3.2) Formazione di facies toscana	19
2.3.3.3) Formazioni neoautoctone	19
2.3.3.4) Formazioni quaternarie	19
2.3.3.5) Formazioni vulcaniche	19
2.3.3.6) Analisi degli accorpamenti di esposizione dei versanti	20
2.3.4) Analisi delle possibili combianazioni	21
2.3.4.1) Formazioni di facies ligure	21
2.3.4.2) Formazioni di facies toscana	23
2.3.4.3) Formazioni neoautoctone	24
2.3.4.4) Formazioni quaternarie	26
2.3.4.5) Formazioni vulcaniche	27
3) Carta della pericolosità e del rischio di frana scala 1:25.000	29
3.1) Carta della pericolosità da frana	29
3.2) Carta del rischio di frana	30
4) Carta della pericolosità e del rischio idraulico scala 1:25.000	31
3.1) Carta della pericolosità idraulica	31
3.2) Carta del rischio idraulico	31
5) Prodotti informatici	32

1) *Revisione e aggiornamento della carta inventario dei fenomeni franosi scala 1:25.000*

L'aggiornamento della carta inventario dei fenomeni franosi è stato realizzato sia attraverso la revisione del materiale bibliografico disponibile che tramite l'esame fotogrammetrico del territorio; inoltre, nelle aree interessate da evidenti indizi superficiali di dissesto, è stata effettuata una definizione di dettaglio con le ortofoto AIMA del 1996.

Le aree in frana censite per l'elaborazione del Piano Straordinario sono state vettorializzate utilizzando Arcview GIS 3.1 in sistema di coordinate Gauss Boaga fuso W. Per ogni area censita è stato quindi creato un database dove viene definita la tipologia della frana, lo stato di attività, la geologia, la fonte bibliografica di riferimento e l'eventuale presenza di elementi a rischio.

Gli elementi sopra descritti sono stati quindi aggiornati con i risultati di pubblicazioni scientifiche relative al territorio di competenza e i dati elaborati dall'Università La Sapienza di Roma riguardanti il censimento dei fenomeni franosi presenti nella porzione laziale del bacino del Fiora.

Nella porzione toscana del bacino, visto l'elevato stato di dissesto dovuto alla massiccia presenza di litotipi ad assetto caotico con prevalente composizione argillitica, è stata effettuata una delimitazione di dettaglio dei fenomeni censiti, attraverso l'analisi stereoscopica delle foto aeree scala 1:30.000 relative al volo Rossi 1998.

Questo ha permesso in particolare di ottenere una delimitazione di dettaglio ed un aggiornamento delle aree soggette a fenomeni di colata lenta, che in questa parte del territorio rappresenta la principale tipologia di dissesto geomorfologico. In realtà si tratta di aree interessate da sistemi di frane complesse che possono riguardare interi versanti ma che sono prevalentemente riconducibili a movimenti di colata lenta che interessano i litotipi argillitici delle unità liguri e subliguri.

Per la definizione di dettaglio di questa tipologia di dissesto sono state anche utilizzate direttamente su GIS le ortofoto AIMA del 1996. In particolare tale strumento si è rivelato utile per quei fenomeni di colata attivi, delimitati precedentemente attraverso l'esame stereoscopico, dove le caratteristiche dell'immagine contrastavano nettamente con quelle delle aree stabili circostanti.

Per quanto riguarda invece la definizione del dissesto geomorfologico in corrispondenza dei centri abitati, dove quindi la pericolosità da frana è associata ad una situazione di rischio, i dati già definiti e verificati per il Piano Straordinario sono stati aggiornati sulla base degli elementi emersi successivamente. Inoltre le zone di influenza dei fenomeni di crollo, riguardanti le principali scarpate dei nove abitati da consolidare (L 445/1908) presenti nel bacino, sono state valutate in una distanza minima di 50 metri a monte e a valle della scarpate stesse; tale distanza è stata determinata sulla base dei dati emersi dalle segnalazioni degli Enti Locali e dai sopralluoghi effettuati per la formazione del Piano Straordinario.

I dati sopra esposti, unitamente alle informazioni già acquisite in sede di formazione del Piano Straordinario, hanno permesso di aggiornare la carta inventario dei fenomeni franosi scala 1:25.000 e renderla facilmente gestibile con GIS Arcview per le future integrazioni.

Gli elementi raccolti hanno inoltre evidenziato la diffusione sul territorio di molteplici movimenti franosi non cartografabili alla scala utilizzata. Si è quindi proceduto alla delimitazione delle aree maggiormente interessate da tali dissesti classificandole come "aree soggette a movimenti diffusi".

In particolare la loro delimitazione è stata effettuata creando delle aree di rispetto circolari con raggio di 250 metri attorno ad ogni movimento non cartografabile censito e considerando, come aree soggette a movimenti diffusi, le aree dove si intersecano almeno quattro aree di rispetto, corrispondenti quindi alle zone con densità maggiore o uguale a circa quattro movimenti per chilometro quadrato. Le aree così ottenute, anche se non individuano veri e propri fenomeni franosi, risultano comunque caratterizzate da evidenti indizi di dissesto superficiale e rappresentano pertanto zone al limite dell'equilibrio che potrebbero evolvere a breve termine in fenomeni franosi di maggiori dimensioni.

Per lo stesso motivo sono state individuate anche le aree ubicate in prossimità delle frane censite (distanza < 100 metri) che per le loro caratteristiche geomorfologiche possono rappresentare aree di possibile evoluzione o influenza a breve termine del dissesto.

2) Carta della propensione al dissesto dei versanti scala 1:25.000

2.1) Premessa

Lo studio condotto sulla distribuzione e la natura delle frane censite ha messo in evidenza che lo stato di franosità di un litotipo risulta maggiormente legato alla storia tettonica del complesso geologico di appartenenza che alla natura litologica del terreno interessato dal dissesto. Per questo motivo le elaborazioni svolte per realizzare la carta della propensione al dissesto dei versanti sono state portate avanti separatamente per ogni complesso tettonico affiorante (formazioni di facies ligure, formazioni di facies toscana, formazioni vulcaniche, formazioni neoautoctone e formazioni quaternarie).

Per ognuno di essi è stato calcolato l'indice di franosità geologico (IFgeo) definito come il rapporto tra la somma delle aree in frana all'interno di un determinato complesso tettonico e l'intera superficie di affioramento del complesso stesso. I risultati ottenuti sono i seguenti:

Formazioni di facies ligure

Area di affioramento = 155,92 kmq

Area in frana = 17,75 kmq

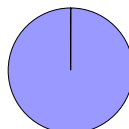


IFgeo = 0,11 - *elevato*

Formazioni di facies toscana

Area di affioramento = 35,60 kmq

Area in frana = 0,03 kmq



IFgeox10 = 0,01 - *basso*

Formazioni neoautoctone

Area di affioramento = 48,63 kmq

Area in frana = 0,78 kmq

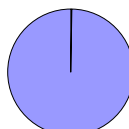


IFgeo = 0,02 - *medio*

Formazioni quaternarie

Area di affioramento = 180,36 kmq

Area in frana = 0,56 kmq



IFgeox10 = 0,03 - *basso*

Formazioni vulcaniche

Area di affioramento = 381,95 kmq

Area in frana = 2,55 kmq



IFg = 0,01 - *medio*

■ aree in frana
■ aree stabili

Per ognuno dei complessi tettonici elencati è stata quindi effettuata un'analisi statistica dei principali parametri fisici del territorio ritenuti predisponenti la franosità in modo da valutarne la rispettiva influenza. In particolare tale analisi ha comportato l'esame della distribuzione dei dati di uso del suolo, pendenze ed esposizione dei versanti sul territorio, unitamente alla loro indicizzazione in sottoclassi sulla base dei valori dell'indice di franosità riscontrati (IF).

Tale analisi è stata svolta su GIS con programma Arcview 3.1, prendendo come base i dati relativi al progetto Corine Land Cover per quanto riguarda l'uso del suolo e i dati elaborati con procedura informatica da un Modello Digitale del Terreno (DTM 100x100 m) per quanto attiene le pendenze ed esposizione dei versanti.

2.2) *Analisi dei fattori geomorfologici della franosità*

Il bacino del fiume Fiora occupa una superficie di 802,46 kmq di cui 21,67 kmq risultano in frana; l'indice di franosità dell'intero bacino, definito come il rapporto tra il totale delle aree in frana e l'intera superficie del bacino, risulta quindi uguale a 0,027, corrispondente a circa il 3% dell'intero territorio in frana.

Lo studio relativo alla propensione al dissesto dei versanti è stato condotto effettuando un'analisi statistica sulla distribuzione dei dati relativi a geologia, uso del suolo, pendenze ed esposizione dei versanti sia all'interno delle aree in frana che nei restanti territori apparentemente stabili. In questo modo sono stati identificati i fattori o le combinazioni di fattori più favorevoli al dissesto dei versanti e successivamente individuata la distribuzione di tali fattori anche nelle aree apparentemente stabili ai fini della definizione di pericolosità potenziale da frana.

In particolare dal modello digitale del terreno disponibile sono state elaborate cinque classi di pendenza e otto di esposizione dei versanti, mentre per l'uso del suolo sono stati considerati i dati del progetto Corine Land Cover e per l'assetto geologico le informazioni riportate nello studio Vams alla scala 1:25.000.

Per ogni classe contenuta nei sopraccitati tematismi è stato quindi calcolato l'indice di franosità della classe (IFc) come rapporto tra la somma delle aree in frana all'interno di quella classe e l'intera superficie di affioramento della classe stessa.

Dai risultati ottenuti, riportati nei paragrafi seguenti, si può vedere che le diverse classi mostrano una discreta differenziazione sulla base del loro indice di franosità, indicando una buona scelta dei parametri utilizzati per l'analisi della propensione al dissesto.

Ovviamente dobbiamo tenere presente che le cartografie relative a pendenza ed esposizione dei versanti, elaborate dal DTM con maglie di 100 metri, non presentano una definizione spaziale tale da permettere un'analisi di dettaglio dei parametri considerati, mentre risultano abbastanza soddisfacenti per uno studio condotto a livello di bacino idrografico alla scala 1:25.000. Le stesse considerazioni valgono anche per la carta dell'uso del suolo Corine Land Cover, elaborata digitalmente da immagini satellitari, e per la carta geologica scala 1:25.000 riportata negli elaborati della Vams.

Per le frane impostate in formazioni ligure, che interessano circa l'82% dell'intera area affiorante, è stato ridefinito l'uso del suolo attraverso l'osservazione delle ortofoto AIMA del 1996, utilizzando gli stessi codici riportati nel progetto Corine Land Cover.

Come detto precedentemente la maggior parte dei fenomeni franosi sono localizzati nelle formazioni di facies ligure e, subordinatamente, nelle formazioni neoautoctone e in quelle vulcaniche del ciclo magmatico dell'apparato di Latera. Lo studio oggetto di questo paragrafo è stato quindi approfondito in particolare per i complessi geologici con indice di franosità elevato (formazioni di facies ligure) e medio (formazioni vulcaniche e neoautoctone), mentre per i complessi geologici a basso indice di franosità (formazioni di facies toscana e formazioni quaternarie) i dati disponibili hanno evidenziato una sostanziale stabilità geomorfologica.

Come esposto al paragrafo 2.3 i pesi assegnati ai parametri considerati nella definizione della propensione al dissesto dei versanti sono stati definiti unicamente sulla base del valore del loro indice di franosità, in modo da fornire dei dati oggettivi e facilmente riproducibili da qualsiasi operatore.

Nei paragrafi seguenti, per ogni complesso geologico esaminato, sono illustrati i dati ottenuti dal presente studio e i criteri adottati per la definizione finale delle classi di propensione al dissesto dei versanti.

2.2.1) *Formazioni di facies ligure*

Area di affioramento = 155,92 kmq

Area in frana = 17,75 kmq

IFgeo = 0,11

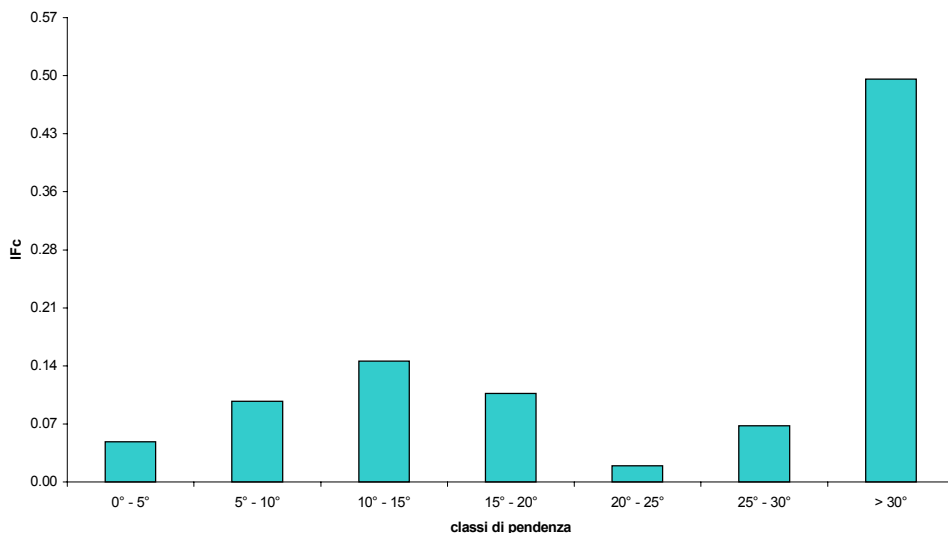
Si tratta di litotipi ad affinità ligure e subligure costituiti da sedimenti di mare profondo a composizione prevalentemente argillitica con intercalazioni di calcari, marne e arenarie in facies di flysh.

La porzione del territorio caratterizzata dall'affioramento di questi terreni (circa il 18% dell'intero bacino) è interessata da una franosità diffusa che riguarda l'11% dell'intera area di affioramento. Si tratta di movimenti franosi complessi nei quali risulta però quasi sempre predominante un meccanismo di trasporto del materiale per colata, mentre soltanto in alcuni casi nella zona di distacco possono essere prevalenti movimenti a scorrimento rotazionale.

2.2.1.1) *Pendenza dei versanti*

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFc
0° - 5°	15,26	0,83	0,05
5° - 10°	84,80	8,90	0,10
10° - 15°	50,47	7,51	0,15
15° - 20°	4,41	0,47	0,11
20° - 25°	0,82	0,02	0,02
25° - 30°	0,14	0,01	0,07
> 30°	0,02	0,01	0,50

Formazioni di facies ligure - andamento dell'indice di franosità in funzione della pendenza dei versanti



I dati ottenuti mostrano una distribuzione bimodale dell'indice di franosità in funzione della pendenza dei versanti, individuando una prima classe con P compresa tra 5° e 20° e una seconda classe con P>30°.

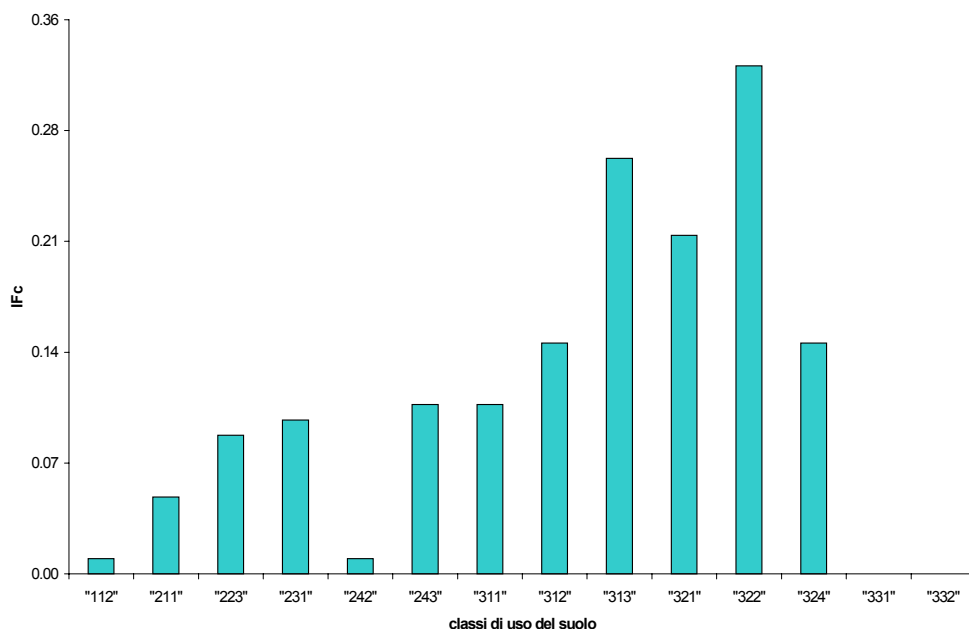
In realtà la porzione del territorio dove affiorano le formazioni di facies ligure, proprio in virtù delle caratteristiche geolitologiche di questi terreni, ha una morfologia molto blanda con pendenze che eccezionalmente superano i 15°, come possiamo vedere dai valori riportati nella tabella.

Considerando quindi come statisticamente più rappresentativi i dati relativi a pendenze minori o uguali a 15° possiamo vedere come ci sia un sostanziale aumento della franosità con la pendenza, sottolineato ulteriormente dall'elevato indice di franosità dei terreni con P>30°.

2.2.1.2) Uso del suolo

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFc
112	0,66	0,01	0,01
211	39,87	2,19	0,05
223	1,27	0,11	0,09
231	17,16	1,79	0,10
242	1,03	0,01	0,01
243	17,04	1,91	0,11
311	49,98	5,34	0,11
312	5,08	0,78	0,15
313	1,83	0,50	0,27
321	5,17	1,14	0,22
322	8,10	2,65	0,33
324	8,61	1,32	0,15
331	0,04	0,00	0,00
332	0,08	0,00	0,00

Formazioni di facies figure - andamento dell'indice di franosità in funzione dell'uso del suolo



Descrizione dei codici utilizzati

codice	descrizione
112	Tessuto urbano discontinuo
211	Seminativi in aree non irrigue
223	Uliveti
231	Prati stabili
242	Sistemi culturali complessi
243	Culture agrarie con spazi naturali
311	Boschi di latifoglie
312	Boschi di conifere
313	Boschi misti
321	Aree a pascolo naturale
322	Brughiere e cespuvieti
324	Vegetazione boschiva e arbustiva
331	Spiagge, dune, sabbie
332	Roccia nuda

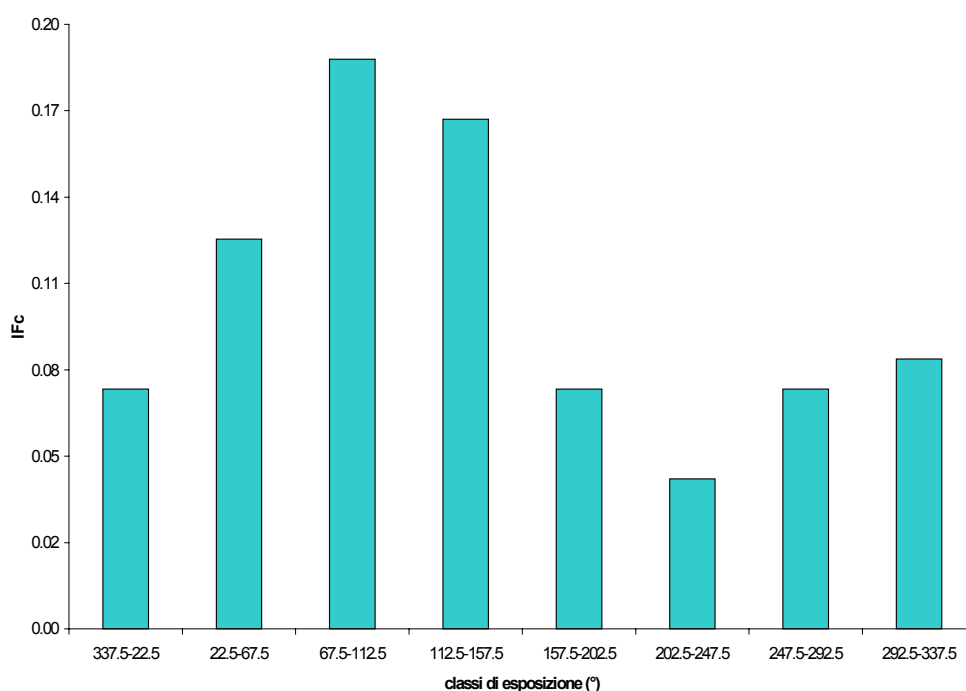
In questo caso possiamo vedere che la franosità interessa in modo più rilevante i territori incolti, caratterizzati da vegetazione arbustiva-erbacea (321, 322 e 324) e da zone boscate (311, 312 e 313).

Le aree coltivate, rappresentate da terreni agricoli a seminativi o con culture permanenti (211, 223, 231, 242 e 243), sono invece caratterizzate da un indice di franosità minore da mettere probabilmente in relazione all'opera di difesa e sistemazione del territorio esercitata dall'uomo.

2.2.1.3) Esposizione dei versanti

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFc
337,5°-22,5°	6,85	0,58	0,08
22,5°-67,5°	18,21	2,46	0,13
67,5°-112,5°	25,36	4,85	0,19
112,5°-157,5°	23,71	3,94	0,17
157,5°-202,5°	23,25	1,84	0,08
202,5°-247,5°	26,52	1,31	0,05
247,5°-292,5°	21,44	1,79	0,08
292,5°-337,5°	10,58	0,98	0,09

Formazioni di facies ligure - andamento dell'indice di franosità in funzione dell'esposizione dei versanti



L'esposizione dei versanti mette bene in evidenza come, nel caso delle formazioni di facies ligure, i fenomeni franosi siano marcatamente concentrati sui versanti esposti ad est, restando invece uniformemente distribuiti nelle altre classi.

La causa di tale distribuzione risulta però maggiormente legata a fattori geomorfologici anziché a cause di natura climatica.

Infatti nella parte medio alta del bacino, caratterizzata dal prevalente affioramento dei complessi tettonici appartenenti alle Unità liguri e subliguri, il fiume Fiora ha un marcato andamento N-S a cui è associata una pronunciata asimmetria trasversale con l'asse del fiume spostato verso la sua destra idrografica.

Il risultato di questo assetto strutturale si concretizza pertanto in una concentrazione delle aree a maggiore pendenza dei versanti proprio nelle zone situate in destra idrografica che, in seguito all'andamento N-S del fiume, risultano prevalentemente esposte verso est.

2.2.2) *Formazioni di facies toscana*

Area di affioramento = 35,60 kmq Area in frana = 0,03 kmq

IFgeo x10 = 0,01

Si tratta prevalentemente di litotipi carbonatici di piattaforma e di litotipi pelagici di natura calcarea, marnosa e argillosa a cui fanno seguito formazioni torbiditiche di avanfossa.

La porzione del territorio caratterizzata dall'affioramento di questi terreni (circa il 5% dell'intero bacino) è interessata da una franosità molto bassa che interessa lo 0,1% dell'intera area di affioramento. Si tratta di movimenti franosi complessi dove le tipologie di movimento prevalenti sono riconducibili a fenomeni di crollo e scivolamento.

2.2.2.1) *Pendenza dei versanti*

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFcx10
0° - 5°	2,51	0,00	0,00
5° - 10°	9,00	0,02	0,02
10° - 15°	12,05	0,01	0,01
15° - 20°	8,67	0,00	0,00
20° - 25°	2,95	0,00	0,00
25° - 30°	0,42	0,00	0,00
> 30°	0,00	0,00	0,00

2.2.2.2) *Usa del suolo*

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFcx10
112	0,00	0,00	0,00
211	1,76	0,00	0,00
231	0,84	0,00	0,00
242	0,05	0,00	0,00
243	0,33	0,00	0,00
311	28,27	0,03	0,01
312	0,59	0,00	0,00
313	0,41	0,00	0,00
321	0,03	0,00	0,00
322	0,02	0,00	0,00
324	3,30	0,00	0,00

2.2.2.3) *Esposizione dei versanti*

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFcx10
337,5°-22,5°	4,28	0,00	0,00
22,5°-67,5°	4,71	0,01	0,02
67,5°-112,5°	5,30	0,01	0,02
112,5°-157,5°	4,22	0,00	0,00
157,5°-202,5°	4,03	0,00	0,00
202,5°-247,5°	4,67	0,01	0,02
247,5°-292,5°	4,07	0,00	0,00
292,5°-337,5°	4,32	0,00	0,00

Questi litotipi presentano una franosità molto bassa che ha portato all'individuazione di due soli fenomeni cartografabili alla scala di lavoro.

Quindi, al contrario delle formazioni di facies ligure esaminate precedentemente, le formazioni di facies toscana non presentano caratteri di franosità che si prestano ad un'analisi statistica dei parametri geomorfologici predisponenti il dissesto.

2.2.3) *Formazioni neoautoctone*

Area di affioramento = 48,63 kmq

Area in frana = 0,78 kmq

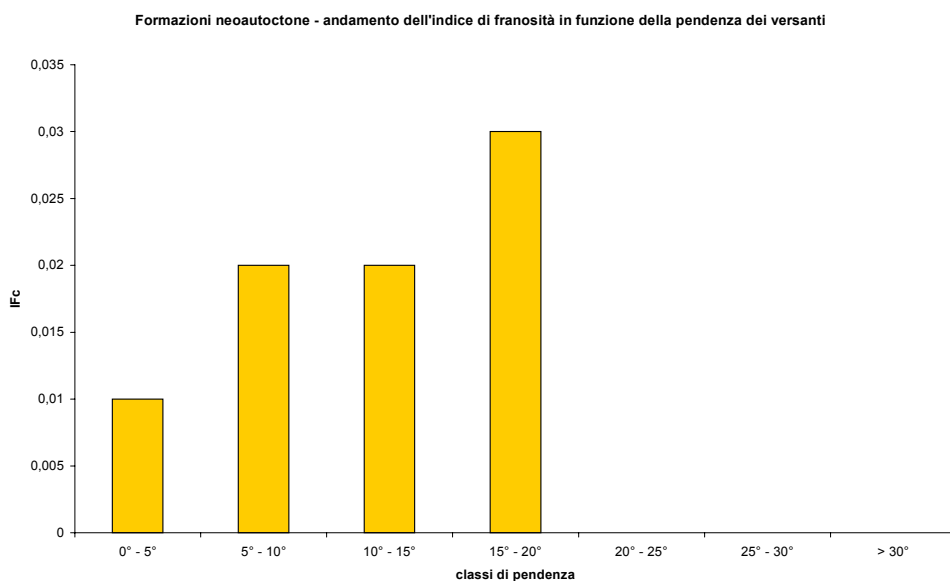
IFgeo = 0,02

Si tratta di litotipi costituiti da argille, marne, conglomerati e arenarie di età miocenica e da litotipi sabbioso-argilloso-conglomeratici di età pliocenica.

La porzione del territorio caratterizzata dall'affioramento di questi terreni (circa il 6% dell'intero bacino) è interessata da una franosità diffusa che interessa il 2% dell'intera area di affioramento. Si tratta di movimenti franosi complessi dove le tipologie di movimento prevalenti sono riconducibili a fenomeni di scivolamento rotazionale-traslazionale e subordinatamente a fenomeni di crollo.

2.2.3.1) *Pendenza dei versanti*

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFc
0° - 5°	18,70	0,22	0,01
5° - 10°	17,99	0,35	0,02
10° - 15°	9,81	0,16	0,02
15° - 20°	1,89	0,05	0,03
20° - 25°	0,23	0,00	0,00
25° - 30°	0,01	0,00	0,00
> 30°	0,00	0,00	0,00



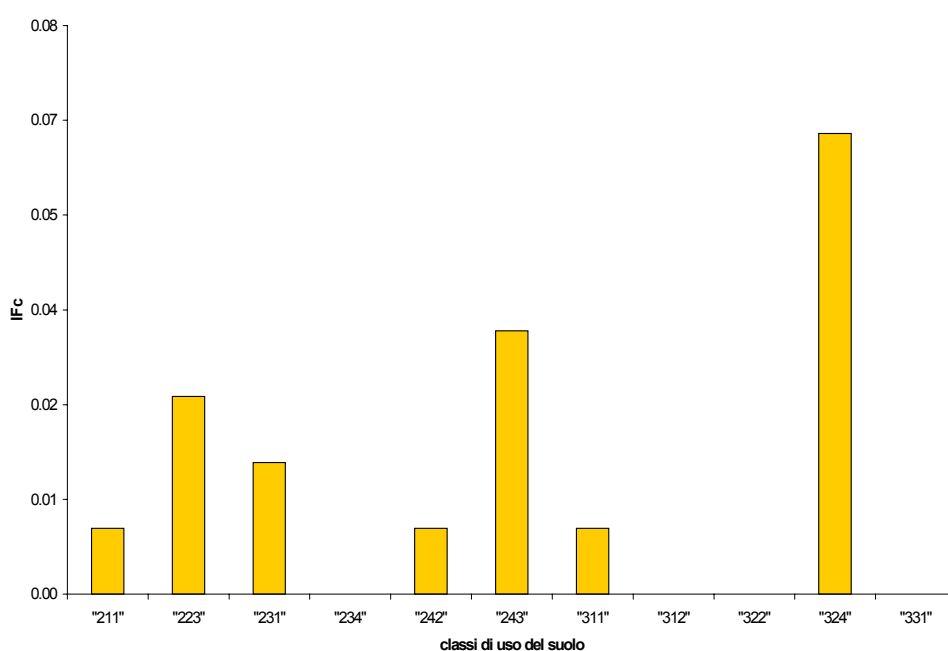
I valori ottenuti mostrano un sostanziale aumento della franosità all'aumentare della pendenza dei versanti, in accordo con i modelli della teoria geomeccanica delle terre.

Anche in questo caso i terreni con pendenze maggiori di 20° sono scarsamente rappresentati nell'intera area di affioramento a causa della concentrazione di questi sedimenti in aree di basso morfologico spianate dagli agenti esogeni del modellamento terrestre.

2.2.3.2) Uso del suolo

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFc
211	20,59	0,23	0,01
223	2,55	0,08	0,03
231	1,68	0,04	0,02
234	0,26	0,00	0,00
242	0,94	0,01	0,01
243	3,99	0,16	0,04
311	16,03	0,09	0,01
312	0,06	0,00	0,00
322	0,13	0,00	0,00
324	2,32	0,17	0,07
331	0,08	0,00	0,00

Formazioni neoaototone - andamento dell'indice di franosità in funzione dell'uso del suolo



Descrizione dei codici utilizzati

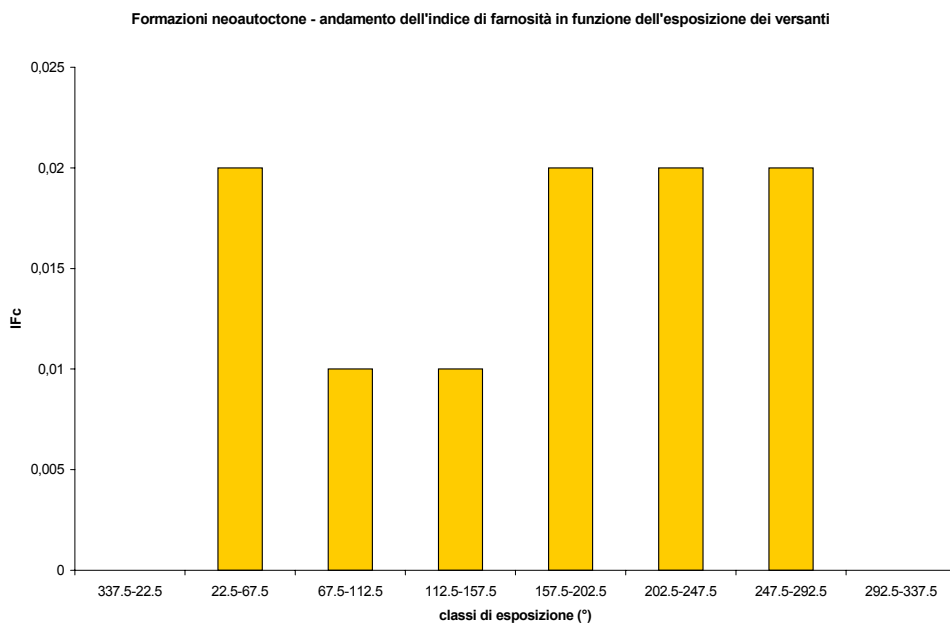
codice	descrizione
211	Seminativi in aree non irrigue
223	Uliveti
231	Prati stabili
242	Sistemi colturali complessi
243	Culture agrarie con spazi naturali
311	Boschi di latifoglie
312	Boschi di conifere
322	Brughiere e cesnuglieti
324	Vegetazione boschiva e arbustiva
331	Spiagge, dune, sabbie

Anche in questo caso possiamo vedere che la franosità interessa in modo più rilevante i territori incolti, caratterizzati da vegetazione boschiva e arbustiva (324).

Le aree coltivate, sebbene caratterizzate da un indice di franosità minore, presentano comunque un grado di dissesto non trascurabile.

2.2.3.3.) Esposizione dei versanti

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFc
337,5°-22,5°	3,56	0,00	0,00
22,5°-67,5°	7,37	0,18	0,02
67,5°-112,5°	8,75	0,10	0,01
112,5°-157,5°	8,34	0,10	0,01
157,5°-202,5°	7,27	0,12	0,02
202,5°-247,5°	6,50	0,17	0,02
247,5°-292,5°	4,61	0,10	0,02
292,5°-337,5°	2,23	0,01	0,00



Come possiamo vedere, nel caso delle formazioni neoautoctone, i fenomeni franosi non presentano una distribuzione preferenziale in funzione dell'esposizione dei versanti.

2.2.4) *Formazioni quaternarie*

Area di affioramento = 180,36 kmq

Area in frana = 0,56 kmq

IFgeo x 10 = 0,03

Si tratta prevalentemente di depositi alluvionali di natura sabbioso-ghiaioso-limoso, depositi lacustri e travertinosi intercalati nelle vulcaniti di Latera e depositi limoso-sabbioso-conglomeratici di ambiente marino o salmastro.

La porzione del territorio caratterizzata dall'affioramento di questi terreni (circa il 22% dell'intero bacino) è interessata da una franosità molto bassa che interessa lo 0,3% dell'intera area di affioramento. Si tratta di movimenti franosi complessi dove le tipologie di movimento prevalenti sono riconducibili a fenomeni di scivolamento e crollo.

2.2.4.1) *Pendenza dei versanti*

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFcx10
0° - 5°	148,47	0,42	0,03
5° - 10°	20,56	0,05	0,02
10° - 15°	8,60	0,08	0,09
15° - 20°	2,27	0,01	0,04
20° - 25°	0,35	0,00	0,00
25° - 30°	0,10	0,00	0,00
> 30°	0,01	0,00	0,00

2.2.4.2) *Uso del suolo*

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFcx10
112	1,00	0,00	0,00
131	0,49	0,00	0,00
211	106,92	0,46	0,04
221	0,00	0,00	0,00
223	3,18	0,00	0,00
231	4,64	0,00	0,00
241	1,29	0,00	0,00
242	19,87	0,00	0,00
243	6,95	0,00	0,00
311	22,74	0,07	0,03
312	0,18	0,00	0,00
313	0,91	0,00	0,00
321	0,28	0,00	0,00
322	2,43	0,00	0,00
324	6,46	0,03	0,05
331	1,98	0,00	0,00
332	0,16	0,00	0,00
411	0,36	0,00	0,00
512	0,52	0,00	0,00

2.2.4.3) *Esposizione dei versanti*

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFcx10
337,5°-22,5°	10,28	0,04	0,04
22,5°-67,5°	9,61	0,10	0,10
67,5°-112,5°	15,61	0,12	0,08
112,5°-157,5°	18,96	0,07	0,04
157,5°-202,5°	31,43	0,10	0,03
202,5°-247,5°	43,95	0,04	0,01
247,5°-292,5°	31,27	0,05	0,02
292,5°-337,5°	19,25	0,04	0,02

Il basso indice di franosità di queste formazioni, nonostante l'elevata superficie di affioramento, indica una sostanziale stabilità geomorfologica da mettere prevalentemente in relazione alle deboli pendenze che caratterizzano le loro aree di affioramento (83% dell'intera superficie di affioramento è compresa nella classe di pendenza 0-5°)

2.2.5) *Formazioni vulcaniche*

Area di affioramento = 381,95 kmq

Area in frana = 2,55 kmq

IFgeo = 0,01

Nel bacino del Fiora sono presenti due grandi complessi vulcanici rappresentati dal complesso del Monte Amiata e dal complesso di Latera-Bolsena.

L'esame dei dati bibliografici e lo studio aerofotogrammetrico non hanno messo in evidenza importanti fenomeni di dissesto nell'area amiatina, se non in corrispondenza dell'abitato di Santa Fiora dove una scarpata lavica a ridosso dell'abitato potrebbe essere interessata da fenomeni di crollo.

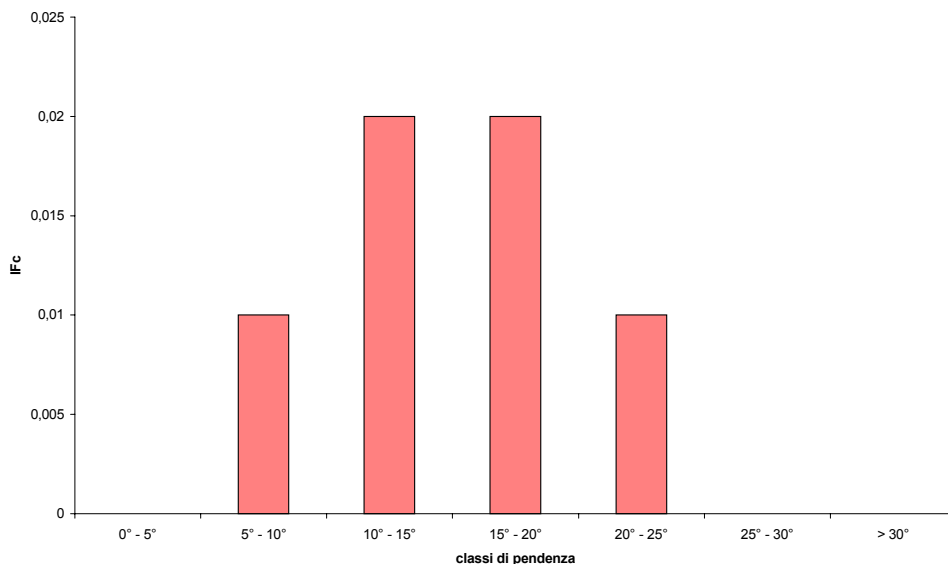
La porzione medio-bassa del bacino risulta invece in gran parte occupata dai terreni vulcanici appartenenti al ciclo dell'apparato di Latera (circa il 40% dell'intero bacino), costituiti da prevalenti depositi di flusso (ignimbriti sl) con intercalazioni di lave e depositi di caduta a chimismo alcalino-potassico.

Questi terreni si presentano spesso molto fessurati e particolarmente modificati dall'azione esogena e antropica e possono dare luogo a frane in roccia di tipo complesso che si verificano in particolare presso le ripide pareti subverticali formate dalla recente erosione torrentizia.

2.2.5.1) *Pendenza dei versanti*

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFc
0° - 5°	255,78	0,73	0,00
5° - 10°	86,05	1,09	0,01
10° - 15°	28,52	0,53	0,02
15° - 20°	9,17	0,17	0,02
20° - 25°	2,21	0,03	0,01
25° - 30°	0,22	0,00	0,00
> 30°	0,00	0,00	0,00

Formazioni vulcaniche - andamento dell'indice di franosità in funzione della pendenza dei versanti



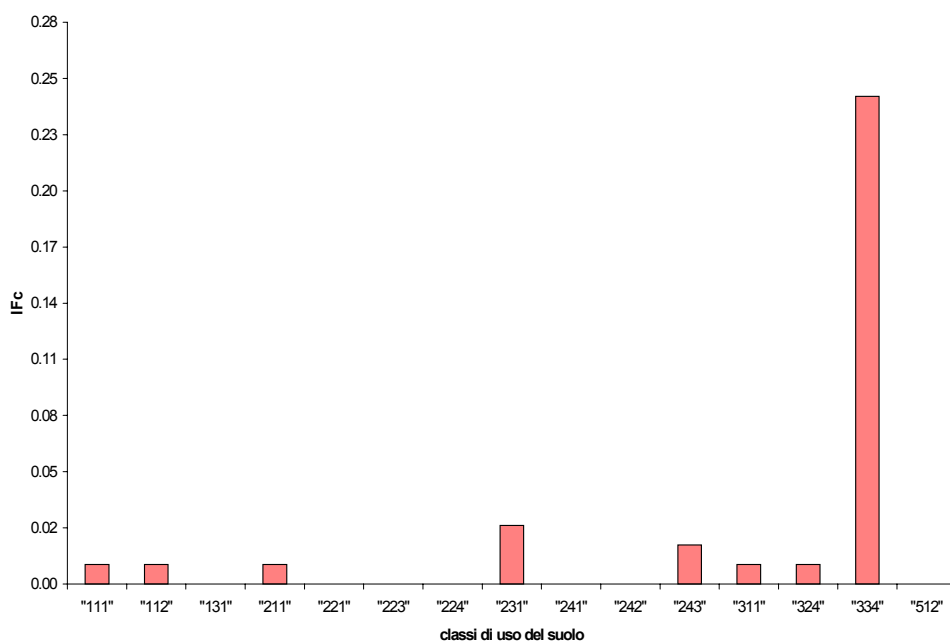
Le aree di affioramento di questi terreni presentano una morfologia prevalentemente tabulare (89% dell'intera area di affioramento compresa nella classe con pendenza < 10°) e i fenomeni franosi sono concentrati in corrispondenza delle ripide pareti subverticali formate dalla recente erosione torrentizia.

La classe di pendenze compresa tra 10° e 25°, elaborata digitalmente con DEM 100mt x 100mt, corrisponde infatti, nell'area di affioramento di questo complesso, alle zone che delimitano i principali fossi e torrenti impostati nelle vulcaniti.

2.2.5.2) Uso del suolo

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFc
111	0,76	0,01	0,01
112	2,89	0,02	0,01
131	0,16	0,00	0,00
211	161,92	1,08	0,01
221	2,27	0,00	0,00
223	23,24	0,05	0,00
224	0,42	0,00	0,00
231	10,20	0,03	0,03
241	5,94	0,00	0,00
242	39,76	0,02	0,00
243	29,67	0,61	0,02
311	101,14	0,63	0,01
324	3,33	0,04	0,01
334	0,24	0,06	0,25
512	0,01	0,00	0,00

Formazioni vulcaniche - andamento dell'indice di franosità in funzione dell'uso del suolo



Descrizione dei codici utilizzati

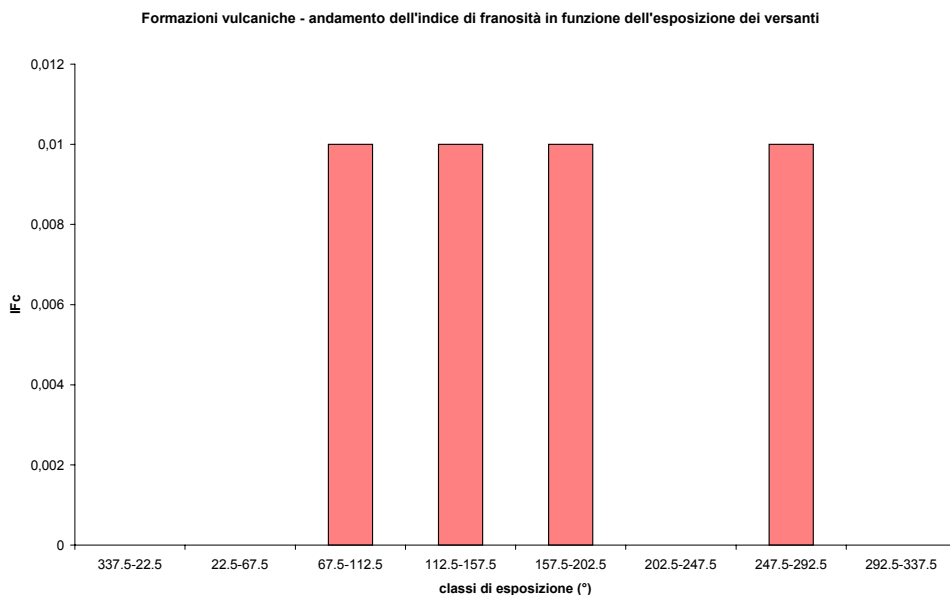
codice	descrizione
111	Tessuto urbano continuo
112	Tessuto urbano discontinuo
131	Aree estrattive
211	Seminativi in aree non irrigue
221	vigneti
223	Uliveti
231	Prati stabili
241	Culture miste
242	Culture complesse
243	Culture agrarie con spazi naturali
311	Boschi di latifoglie
324	Vegetazione boschiva e arbustiva
334	Aree percorse da incendi

In questo caso possiamo vedere che non vi è una sostanziale differenza tra le aree coltivate e le aree incolte, anche se tra queste due categorie la franosità è concentrata in corrispondenza delle zone con prati stabili (231).

L'indice di franosità in assoluto più elevato è presentato invece dalle aree percorse da incendi (334) che, anche se occupano una superficie minima rispetto a tutta l'area di affioramento, risultano maggiormente soggette ai processi di erosione superficiale.

2.2.5.3) Esposizione dei versanti

Classe	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFc
337,5°-22,5°	30,75	0,04	0,00
22,5°-67,5°	15,48	0,07	0,00
67,5°-112,5°	18,32	0,25	0,01
112,5°-157,5°	46,60	0,71	0,01
157,5°-202,5°	66,28	0,44	0,01
202,5°-247,5°	66,21	0,32	0,00
247,5°-292,5°	74,92	0,44	0,01
292,5°-337,5°	63,39	0,28	0,00



L'esposizione dei versanti, nel caso delle formazioni vulcaniche, non risulta un elemento discriminante per l'analisi statistica della distribuzione della franosità.

Infatti l'esposizione delle pareti che caratterizzano i fossi e i torrenti dove sono concentrati i dissesti risultano difficilmente risolvibili dal DTM utilizzato, comportando un errore di interpretazione spesso non trascurabile.

In generale comunque è possibile osservare che la direzione dei versanti con più alto indice di franosità corrisponde all'andamento principale del torrente Olpeta che, nell'area di affioramento delle vulcaniti di Latera, rappresenta il principale affluente del fiume Fiora.

In particolare le classi di franosità riscontrate mettono in evidenza l'andamento semicircolare del torrente l'Olpeta in corrispondenza della caldera di Latera, dove si trovano concentrati la maggior parte dei fenomeni franosi analizzati.

2.3) *Elaborazione della cartografia*

Per ogni complesso geologico esaminato, le tre carte tematiche relative a pendenze (P), esposizione dei versanti (E) e uso del suolo (S) sono state tra loro intersecate con elaboratore elettronico in modo da ottenere un'unica cartografia dove il territorio risulta suddiviso in aree elementari di diverse dimensioni, ognuna caratterizzata da una determinata terna di valori di P-E-S.

Nel database associato alla cartografia sono stati quindi inseriti i rispettivi valori dell'indice di franosità (IFc) così come riportati nelle precedenti tabelle, ed è stato creato un nuovo campo dove, per ogni area elementare, viene calcolato l'indice di franosità totale (IFt) come somma algebrica dei tre indici relativi a P, E e S. La gamma dei valori di IFt ottenuti è stata normalizzata ponendo il massimo valore riscontrato uguale a 100 ed è stata quindi elaborata una cartografia tematica dove la propensione al dissesto viene espressa come probabilità percentuale. Con questa elaborazione le aree con una probabilità di propensione al dissesto maggiore del 50% contengono circa il 50% del totale delle aree in frana.

Un altro tipo di elaborazione è stato effettuato considerando come aree ad elevata propensione al dissesto quelle dove IFt è superiore al suo valore medio. Con questo procedimento sono stati ottenuti risultati più soddisfacenti, risultando che le aree con $IFt > IFt_{\text{medio}}$ comprendono circa il 63% del totale delle aree in frana.

Per migliorare ulteriormente la definizione della propensione al dissesto sono stati esaminati i valori dell'indice di franosità ottenuti considerando le possibili combinazioni di P, E, e S riscontrate nelle diverse aree elementari, anziché sommando algebricamente i tre valori come sopra esposto.

Visto l'elevato numero di possibili combinazioni ottenibili utilizzando tutte le sottoclassi di P, E e S considerate precedentemente, ne sono state accorpate alcune in modo da ottenere 5 sottoclassi di uso del suolo, 3 sottoclassi di pendenze e 4 sottoclassi di esposizione dei versanti, così da avere al massimo 60 possibili combinazioni di questi tre fattori sul territorio. L'accorpamento è stato effettuato unendo sottoclassi spazialmente contigue che presentavano valori di indice di franosità confrontabili oppure utilizzando sopraclassi già esistenti.

Per ogni combinazione individuata è stato quindi calcolato l'indice di franosità della combinazione (IFcb) definito come il rapporto tra la somma delle aree in frana che hanno una certa combinazione P-E-S e l'intera superficie di affioramento della combinazione stessa. Nel database associato alla cartografia è stato quindi inserito, per ogni combinazione riscontrata, il rispettivo valore di IFcb.

Infine per ogni complesso tettonico trattato è stata valutata la media del valore di IFcb ed è stata elaborata una cartografia risultante dove vengono individuate le aree con IFcb maggiore di quello medio quali aree con maggiore propensione a franare.

In questo modo si è migliorata ulteriormente la definizione della propensione al dissesto dei versanti. Infatti, mentre calcolando l'indice di franosità totale (IFt) come somma algebrica dei tre valori S, P ed E risulta che le aree con $IFt > IFt_{\text{medio}}$ comprendono circa il 63% delle aree in frana, considerando l'indice di franosità totale della combinazione S-P-E si arriva a coprire circa il 68% delle aree in frana.

Nei paragrafi seguenti vengono analizzati gli accorpamenti effettuati per la riduzione delle sottoclassi di S, P ed E ai fini della valutazione delle possibili combinazioni, nonché i risultati ottenuti dall'elaborazione di questo secondo modello di cartografia della propensione al dissesto dei versanti.

2.3.1) Uso del suolo

I dati relativi al progetto Corine Land Cover sono stati accorpati in cinque gruppi principali:

gruppo 1 = territori modellati artificialmente

gruppo 2 = territori agricoli

gruppo 3 = territori boscati

gruppo 4 = territori con vegetazione arbustiva, erbacea o assente

gruppo 5 = zone umide e corpi idrici

Per ognuno di essi è stato quindi determinato l'indice di franosità del gruppo (IFg) definito come il rapporto tra la superficie in frana di quel gruppo e l'intera area di affioramento del gruppo stesso. I dati così ottenuti sono elencati nei paragrafi seguenti.

2.3.1.1) Formazioni di facies ligure

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	0,65	0,00	0,00
2	71,85	1,94	0,03
3	55,81	5,66	0,10
4	27,61	10,15	0,37

2.3.1.2) Formazioni di facies toscana

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFgx10
1	0,00	0,00	0,00
2	2,98	0,00	0,00
3	29,27	0,03	0,01
4	3,35	0,00	0,00

2.3.1.3) Formazioni neoautoctone

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
2	30,01	0,52	0,02
3	16,09	0,09	0,01
4	2,53	0,17	0,07

2.3.1.4) Formazioni quaternarie

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFgx10
1	1,49	0,00	0,00
2	142,85	0,46	0,03
3	23,83	0,07	0,03
4	11,31	0,03	0,03
5	0,88	0,00	0,00

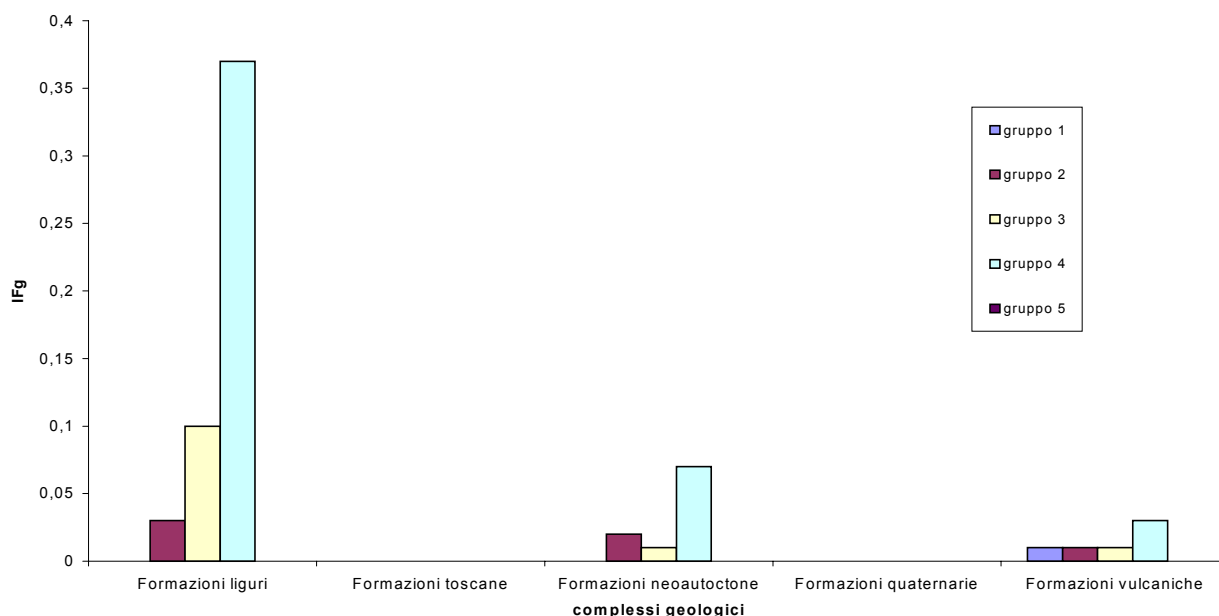
2.3.1.5) Formazioni vulcaniche

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	3,81	0,03	0,01
2	273,42	1,79	0,01
3	101,14	0,63	0,01
4	3,57	0,10	0,03
5	0,01	0,00	0,00

2.3.1.6) Analisi degli accorpamenti di uso del suolo

Nel grafico seguente, per ogni complesso tettonico esaminato, sono riportati i valori degli indici di franosità relativi ai cinque gruppi di uso del suolo considerati.

Andamento dell'indice di franosità dei gruppi di uso del suolo per i cinque complessi geologici analizzati



Escludendo le formazioni di facies toscana e le formazioni quaternarie, che come detto precedentemente non presentano caratteri di franosità che si prestano ad un'analisi statistica, possiamo vedere che gli accorpamenti effettuati relativamente alle classi di uso del suolo riescono abbastanza bene a discriminare le diverse caratteristiche di propensione al dissesto già individuate dall'analisi complessiva di tutte le classi esaminate.

2.3.2) Pendenza dei versanti

I dati della carta delle pendenze dei versanti elaborata dal Modello Digitale del Terreno (DTM) con maglie di 100mt x 100mt è stata ridefinita considerando i seguenti tre gruppi di pendenza:

- gruppo 1 = pendenza minore di 10°
- gruppo 2 = pendenza compresa tra 10° e 25°
- gruppo 3 = pendenza maggiore di 25°

Per ognuna di essi è stato quindi determinato l'indice di franosità del gruppo (IFg) definito come il rapporto tra la superficie in frana di quel gruppo e l'intera area di affioramento del gruppo stesso. I dati così ottenuti sono i seguenti:

2.3.2.1) Formazioni di facies ligure

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	100,06	9,73	0,10
2	55,70	8,00	0,14
3	0,16	0,02	0,12

2.3.2.2) Formazioni di facies toscana

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	11,51	0,02	0,02
2	23,67	0,01	0,00
3	0,42	0,00	0,00

2.3.2.3) Formazioni neoautoctone

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	36,69	0,57	0,02
2	11,93	0,21	0,02
3	0,01	0,00	0,00

2.3.2.4) Formazioni quaternarie

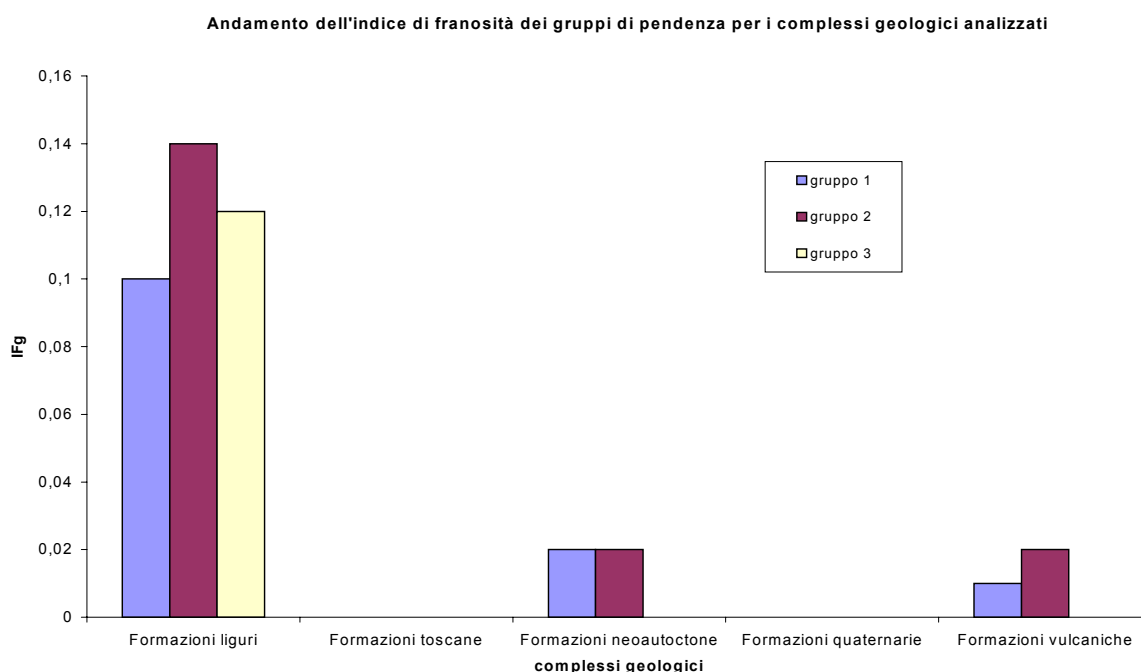
gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	169,03	0,47	0,02
2	11,22	0,09	0,08
3	0,11	0,00	0,00

2.3.2.5) Formazioni vulcaniche

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	341,83	1,82	0,01
2	39,90	0,73	0,02
3	0,22	0,00	0,00

2.3.2.6) Analisi degli accorpamenti di pendenza dei versanti

Nel grafico seguente, per ogni complesso tettonico esaminato, sono riportati i valori degli indici di franosità relativi ai tre gruppi di pendenza dei versanti usati per lo studio.



Escludendo le formazioni di facies toscana e le formazioni quaternarie, che come detto precedentemente non presentano caratteri di franosità che si prestano ad un'analisi statistica, possiamo vedere che gli accorpamenti effettuati relativamente alle classi di pendenza dei versanti riescono abbastanza bene a discriminare le diverse caratteristiche di propensione al dissesto nei terreni liguri e vulcanici, mentre nelle formazioni neoautoctone non vi differenzia tra i gruppi.

2.3.3) *Esposizione dei versanti*

I dati della carta dell'esposizione dei versanti elaborata dal Modello Digitale del Terreno (DTM) con maglie di 100mt x 100mt è stata ridefinita considerando i seguenti quattro gruppi di esposizione:

gruppo 1 = esposizione compresa tra 337,5° e 22,5°

gruppo 2 = esposizione compresa tra 22,5° e 157,5°

gruppo 3 = esposizione compresa tra 157,5° e 202,5°

gruppo 4 = esposizione compresa tra 202,5° e 337,5°

Per ognuno di essi è stato quindi determinato l'indice di franosità del gruppo (IFg) definito come il rapporto tra la superficie in frana di quel gruppo e l'intera area di affioramento del gruppo stesso. I dati così ottenuti sono i seguenti:

2.3.3.1) *Formazioni di facies ligure*

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	6,85	0,58	0,08
2	67,28	11,25	0,17
3	23,25	1,84	0,08
4	58,54	4,08	0,07

2.3.3.2) *Formazione di facies toscana*

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	4,28	0,00	0,00
2	14,23	0,02	0,01
3	4,03	0,00	0,00
4	13,06	0,01	0,01

2.3.3.3) *Formazioni neoautoctone*

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	3,56	0,00	0,00
2	24,46	0,38	0,02
3	7,27	0,12	0,02
4	13,34	0,28	0,02

2.3.3.4) *Formazioni quaternarie*

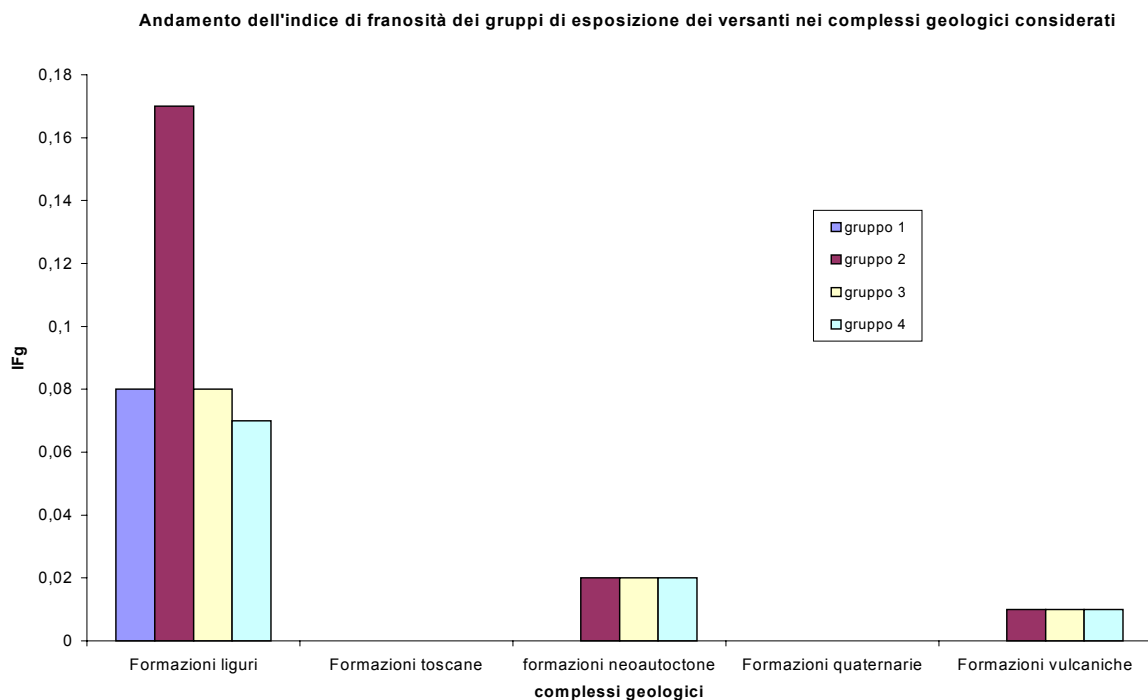
gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFg
1	10,28	0,04	0,04
2	44,18	0,29	0,07
3	31,43	0,10	0,03
4	94,47	0,13	0,01

2.3.3.5) *Formazioni vulcaniche*

gruppo	area di affioramento (kmq)	area in frana (kmq)	IFgx10
1	30,75	0,04	0,00
2	80,40	1,03	0,01
3	66,28	0,44	0,01
4	204,52	1,04	0,01

2.3.3.6) Analisi degli accorpamenti di esposizione dei versanti

Nel grafico seguente, per ogni complesso tettonico esaminato, sono riportati i valori degli indici di franosità relativi ai quattro gruppi di esposizione dei versanti usati per lo studio.



Escludendo le formazioni di facies toscana e le formazioni quaternarie, che come detto precedentemente non presentano caratteri di franosità che si prestano ad un'analisi statistica, possiamo vedere che gli accorpamenti effettuati relativamente alle classi di esposizione dei versanti non riescono a discriminare bene le diverse caratteristiche di propensione al dissesto, ad eccezione dei terreni liguri in seguito alla già discussa franosità dei versanti esposti verso E-NE.

2.3.4) Analisi delle possibili combinazioni

Per ognuna delle 60 possibili combinazioni di S, P e E è stato calcolato l'indice di franosità della combinazione (IFcb) definito come il rapporto tra l'area totale in frana caratterizzata da quella combinazione e l'area totale di affioramento della stessa combinazione. I dati ottenuti sono i seguenti:

2.3.4.1) *Formazioni di facies ligure*

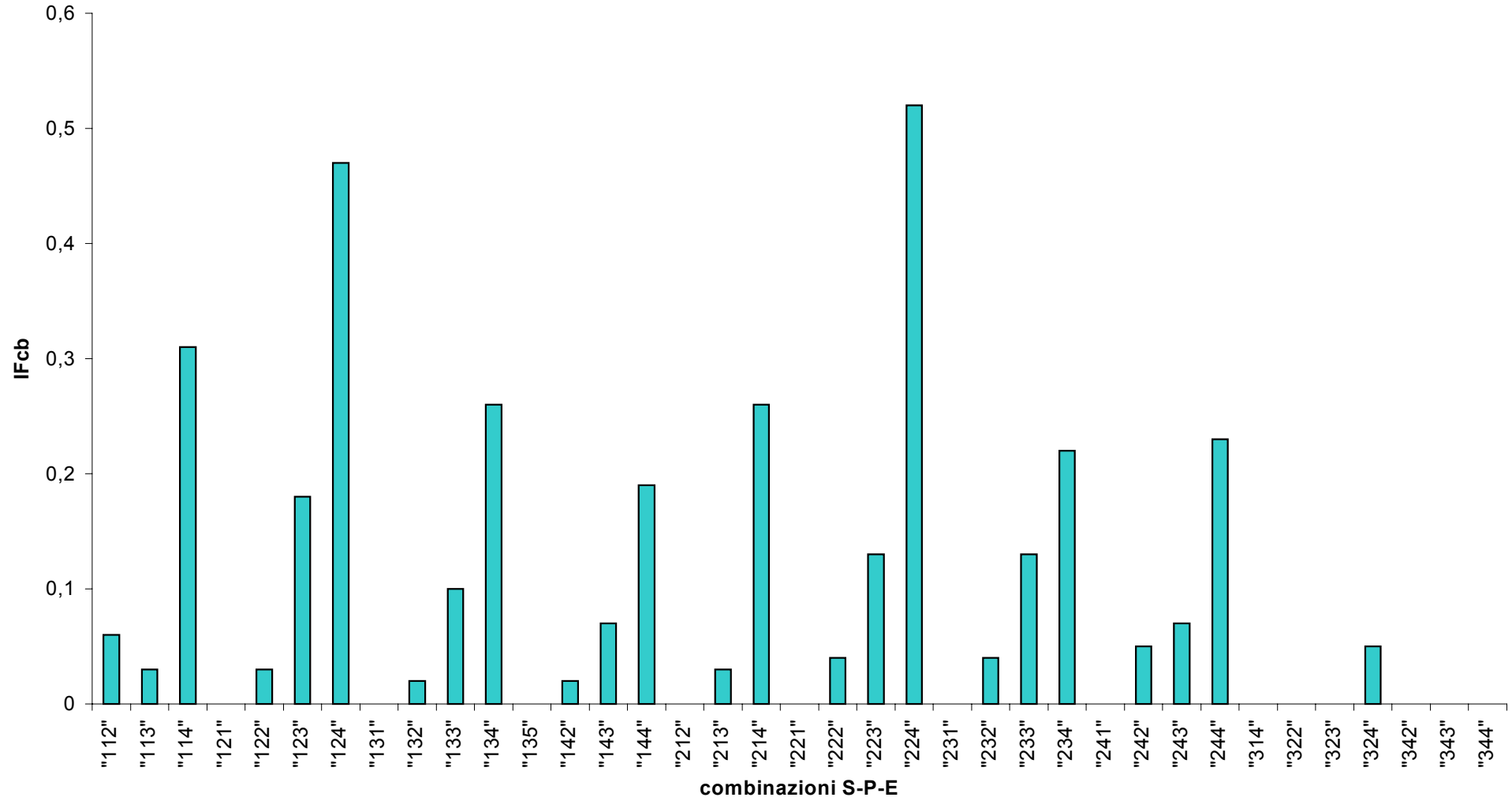
Gli indici di franosità ottenuti per le possibili combinazioni di S, P e E nelle formazioni di facies ligure hanno fornito i dati riportati nella seguente tabella, mentre la loro distribuzione è visualizzata nel grafico di pagina seguente.

Gruppo P	Gruppo E	Gruppo S	comb P-E-S	area di affioramento	area in frana	IFcb
1	1	2	112	1,60	0,01	0,06
1	1	3	113	2,01	0,05	0,03
1	1	4	114	0,67	0,21	0,31
1	2	1	121	0,07	0,00	0,00
1	2	2	122	25,41	0,63	0,03
1	2	3	123	9,77	1,73	0,18
1	2	4	124	7,92	3,75	0,47
1	3	1	131	0,17	0,00	0,00
1	3	2	132	9,83	0,20	0,02
1	3	3	133	3,67	0,37	0,10
1	3	4	134	1,58	0,41	0,26
1	4	1	141	0,30	0,00	0,00
1	4	2	142	18,28	0,32	0,02
1	4	3	143	13,72	0,96	0,07
1	4	4	144	5,03	0,98	0,19
2	1	2	212	0,36	0,00	0,00
2	1	3	213	1,58	0,05	0,03
2	1	4	214	0,61	0,16	0,26
2	2	1	221	0,00	0,00	0,00
2	2	2	222	7,06	0,28	0,04
2	2	3	223	10,21	1,35	0,13
2	2	4	224	6,74	3,49	0,52
2	3	1	231	0,08	0,00	0,00
2	3	2	232	3,36	0,12	0,04
2	3	3	233	3,04	0,40	0,13
2	3	4	234	1,51	0,34	0,22
2	4	1	241	0,02	0,00	0,00
2	4	2	242	5,93	0,28	0,05
2	4	3	243	11,75	0,76	0,07
2	4	4	244	3,45	0,78	0,23
3	1	4	314	0,02	0,00	0,00
3	2	2	322	0,02	0,00	0,00
3	2	3	323	0,05	0,00	0,00
3	2	4	324	0,04	0,03	0,75
3	4	2	342	0,01	0,00	0,00
3	4	3	343	0,02	0,00	0,00
3	4	4	344	0,03	0,00	0,00

IFcb medio = 0,13

Come possiamo meglio visualizzare dal grafico di pagina seguente, le combinazioni più critiche per la stabilità dei versanti sono individuabili nelle aree con copertura vegetale scarsa o assente, e tra queste in particolar modo quelle esposte a E-NE (124 e 224), senza privilegiare una determinata classe di pendenza. Come illustrato nel paragrafo 2.2.1 la franosità dei versanti esposti a E-NE risulta principalmente legata a fattori geomorfologici.

Formazioni di facies ligure - andamento dell'indice di franosità delle possibili combinazioni S-P-E



2.3.4.2) Formazioni di facies toscana

Gli indici di franosità ottenuti per le possibili combinazioni di S, P e E nelle formazioni di facies toscana sono riportati nella seguente tabella:

Gruppo P	Gruppo E	Gruppo S	comb P-E-S	area di affioramento	area in frana	IFcbx10
1	1	2	112	0,17	0,00	0,00
1	1	3	113	1,49	0,00	0,00
1	1	4	114	0,02	0,00	0,00
1	2	2	122	0,57	0,00	0,00
1	2	3	123	3,67	0,02	0,05
1	2	4	124	0,22	0,00	0,00
1	3	1	131	0,00	0,00	0,00
1	3	2	132	0,16	0,00	0,00
1	3	3	133	0,94	0,00	0,00
1	3	4	134	0,16	0,00	0,00
1	4	1	141	0,00	0,00	0,00
1	4	2	142	0,67	0,00	0,00
1	4	3	143	3,17	0,00	0,00
1	4	4	144	0,26	0,00	0,00
2	1	2	212	0,03	0,00	0,00
2	1	3	213	2,45	0,00	0,00
2	1	4	214	0,04	0,00	0,00
2	2	2	222	0,59	0,00	0,00
2	2	3	223	8,34	0,00	0,00
2	2	4	224	0,70	0,00	0,00
2	3	2	232	0,21	0,00	0,00
2	3	3	233	1,97	0,00	0,00
2	3	4	234	0,56	0,00	0,00
2	4	2	242	0,57	0,00	0,00
2	4	3	243	6,87	0,01	0,01
2	4	4	244	1,34	0,00	0,00
3	1	4	313	0,08	0,00	0,00
3	2	3	323	0,12	0,00	0,00
3	2	4	324	0,03	0,00	0,00
			333	0,02	0,00	0,00
3	4	2	342	0,00	0,00	0,00
3	4	3	343	0,15	0,00	0,00
3	4	4	344	0,03	0,00	0,00

IFcb medio x 10 = 0,01

Come già esposto precedentemente questi litotipi presentano una franosità molto bassa che ha portato all'individuazione di due soli fenomeni cartografabili alla scala di lavoro.

Quindi, al contrario delle formazioni di facies ligure esaminate precedentemente, le formazioni di facies toscana non presentano caratteri di franosità che si prestano ad un'analisi statistica dei parametri geomorfologici predisponenti il dissesto.

Da questo punto di vista tali litotipi si possono considerare geomorfologicamente stabili e quindi nella definizione finale della pericolosità geomorfologica, basata sull'analisi della distribuzione delle frane sul territorio, le formazioni di facies toscana vengono inserite nella classe a maggiore stabilità (vedi paragrafo 3.1).

2.3.4.3) Formazioni neoautoctone

Gli indici di franosità ottenuti per le possibili combinazioni di S, P e E nelle formazioni neoautoctone hanno fornito i dati riportati nella seguente tabella, mentre la loro distribuzione è visualizzata nel grafico di pagina seguente.

Gruppo P	Gruppo E	Gruppo S	comb P-E-S	area di affioramento	area in frana	IFcb
1	1	2	112	1,17	0,00	0,00
1	1	3	113	0,95	0,00	0,00
1	1	4	114	0,06	0,00	0,00
1	2	2	122	11,99	0,23	0,02
1	2	3	123	4,87	0,03	0,01
1	2	4	124	0,81	0,02	0,03
1	3	2	132	3,98	0,10	0,02
1	3	3	133	1,06	0,00	0,00
1	3	4	134	0,27	0,01	0,04
1	4	2	142	9,55	0,12	0,01
1	4	3	143	1,58	0,00	0,00
1	4	4	144	0,39	0,06	0,15
2	1	2	212	0,08	0,00	0,00
2	1	3	213	1,22	0,00	0,00
2	1	4	214	0,08	0,00	0,00
2	2	2	222	1,78	0,04	0,02
2	2	3	223	4,39	0,05	0,01
2	2	4	224	0,60	0,03	0,05
2	3	2	232	0,77	0,00	0,00
2	3	3	233	1,10	0,00	0,00
2	3	4	234	0,11	0,00	0,00
2	4	2	242	0,70	0,03	0,04
2	4	3	243	0,91	0,00	0,00
2	4	4	244	0,20	0,06	0,30
3	2	3	323	0,01	0,00	0,00

IFcb medio = 0,02

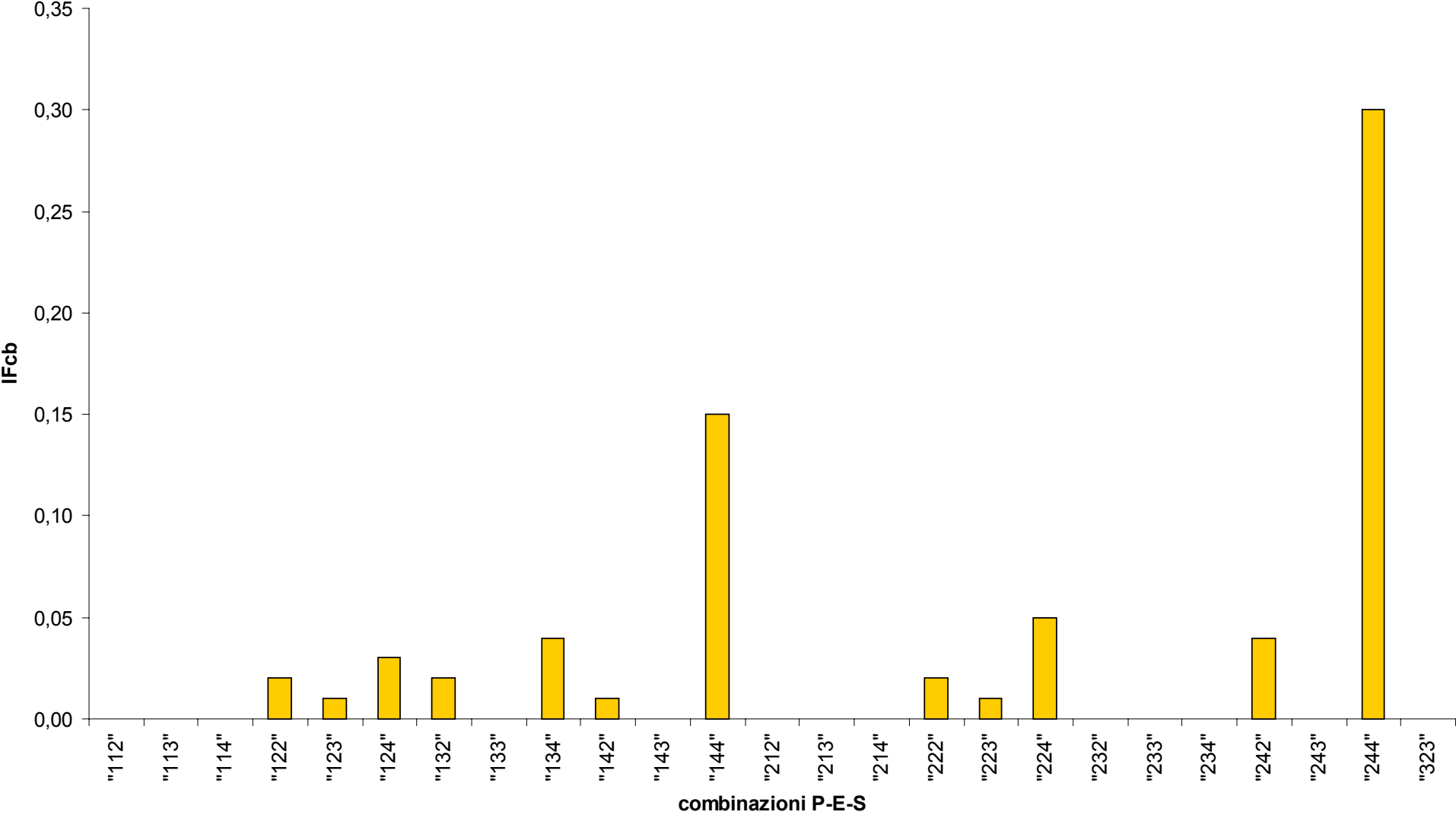
Come possiamo meglio visualizzare dal grafico di pagina seguente, le combinazioni più critiche per la stabilità dei versanti (144 e 244) sono individuabili nelle aree con copertura vegetale scarsa o assente che si trovano sui versanti esposti a N-NW, senza privilegiare una determinata classe di pendenza.

Mentre per i litotipi ad affinità ligure il rapporto tra esposizione dei versanti e franosità risulta principalmente legato a fattori geomorfologici, nel caso delle formazioni neoautoctone è possibile ipotizzare una dipendenza da cause climatiche riferibili principalmente al diverso irraggiamento solare che i versanti esposti a nord subiscono rispetto a quelli esposti a sud.

I litotipi appartenenti al complesso neoautoctono hanno infatti una storia geologica recente che non ha condizionato eccessivamente il loro comportamento meccanico. Per questo motivo il diverso grado di umidità e irraggiamento solare, determinato dall'esposizione dei versanti su cui affiorano questi terreni, risulta un fattore di influenza non trascurabile riguardo la loro franosità.

Dobbiamo comunque tenere presente che, come visibile nel grafico riportato al paragrafo 2.2.3, l'esposizione dei versanti se considerata da sola non mostra una franosità preferenziale nelle diverse sottoclassi, mentre diventa un'importante elemento discriminante quando viene considerata in associazione con gli altri tematismi considerati (uso del suolo e pendenza dei versanti).

Formazioni neoautoctone - andamento dell'indice di franosità nelle possibili combinazioni P-E-S



2.3.4.4) Formazioni quaternarie

Gli indici di franosità ottenuti per le possibili combinazioni di S, P e E nelle formazioni quaternarie sono riportati nella seguente tabella:

Gruppo P	Gruppo E	Gruppo S	comb P-E-S	area di affioramento	area in frana	IFcb
1	1	2	112	8,29	0,05	0,06
1	1	3	113	0,66	0,00	0,00
1	1	4	114	0,33	0,00	0,00
1	1	5	115	0,20	0,00	0,00
1	2	1	121	0,03	0,00	0,00
1	2	2	122	33,59	0,23	0,07
1	2	3	123	3,06	0,00	0,00
1	2	4	124	2,88	0,00	0,00
1	2	5	125	0,49	0,00	0,00
1	3	1	131	0,36	0,00	0,00
1	3	2	132	24,56	0,08	0,03
1	3	3	133	2,99	0,00	0,00
1	3	4	134	1,95	0,00	0,00
1	3	5	135	0,02	0,00	0,00
1	4	1	141	0,85	0,00	0,00
1	4	2	142	72,97	0,09	0,01
1	4	3	143	10,36	0,01	0,00
1	4	4	144	5,10	0,02	0,01
1	4	5	145	0,12	0,00	0,00
2	1	2	212	0,26	0,00	0,00
2	1	3	213	0,45	0,00	0,00
2	1	4	214	0,07	0,00	0,00
2	1	5	215	0,01	0,00	0,00
2	2	1	221	0,01	0,00	0,00
2	2	2	222	0,96	0,00	0,00
2	2	3	223	2,64	0,05	0,19
2	2	4	224	0,47	0,00	0,00
2	2	5	225	0,02	0,00	0,00
2	3	1	231	0,27	0,00	0,00
2	3	2	232	0,34	0,00	0,00
2	3	3	233	0,86	0,02	0,23
2	3	4	234	0,11	0,00	0,00
2	4	1	241	0,07	0,00	0,00
2	4	2	242	1,54	0,00	0,00
2	4	3	243	2,91	0,00	0,00
2	4	4	244	0,45	0,01	0,22
3	2	2	322	0,00	0,00	0,00
3	2	3	323	0,03	0,00	0,00
3	2	4	324	0,00	0,00	0,00
3	4	2	342	0,00	0,00	0,00
3	4	3	343	0,08	0,00	0,00

IFcb medio x 10 = 0,03

Come esposto precedentemente le deboli pendenze che caratterizzano le aree di affioramento di queste formazioni portano ad una sostanziale stabilità geomorfologica.

Dal punto di vista statistico tali litotipi si possono quindi considerare stabili, in quanto le caratteristiche delle loro aree di affioramento non presentano valori di uso del suolo, pendenza ed esposizione dei versanti, o combinazioni di questi parametri, che dall'analisi condotta mettano in evidenza situazioni critiche per la stabilità dei versanti.

Nella definizione finale della pericolosità geomorfologica, basata sull'analisi della distribuzione delle frane sul territorio, le formazioni quaternarie vengono quindi considerate stabili e conseguentemente inserite nella classe a maggiore stabilità (vedi paragrafo 3.1).

2.3.4.5) Formazioni vulcaniche

Gli indici di franosità ottenuti per le possibili combinazioni di S, P e E nelle formazioni vulcaniche hanno fornito i dati riportati nella seguente tabella, mentre la loro distribuzione è visualizzata nel grafico di pagina seguente.

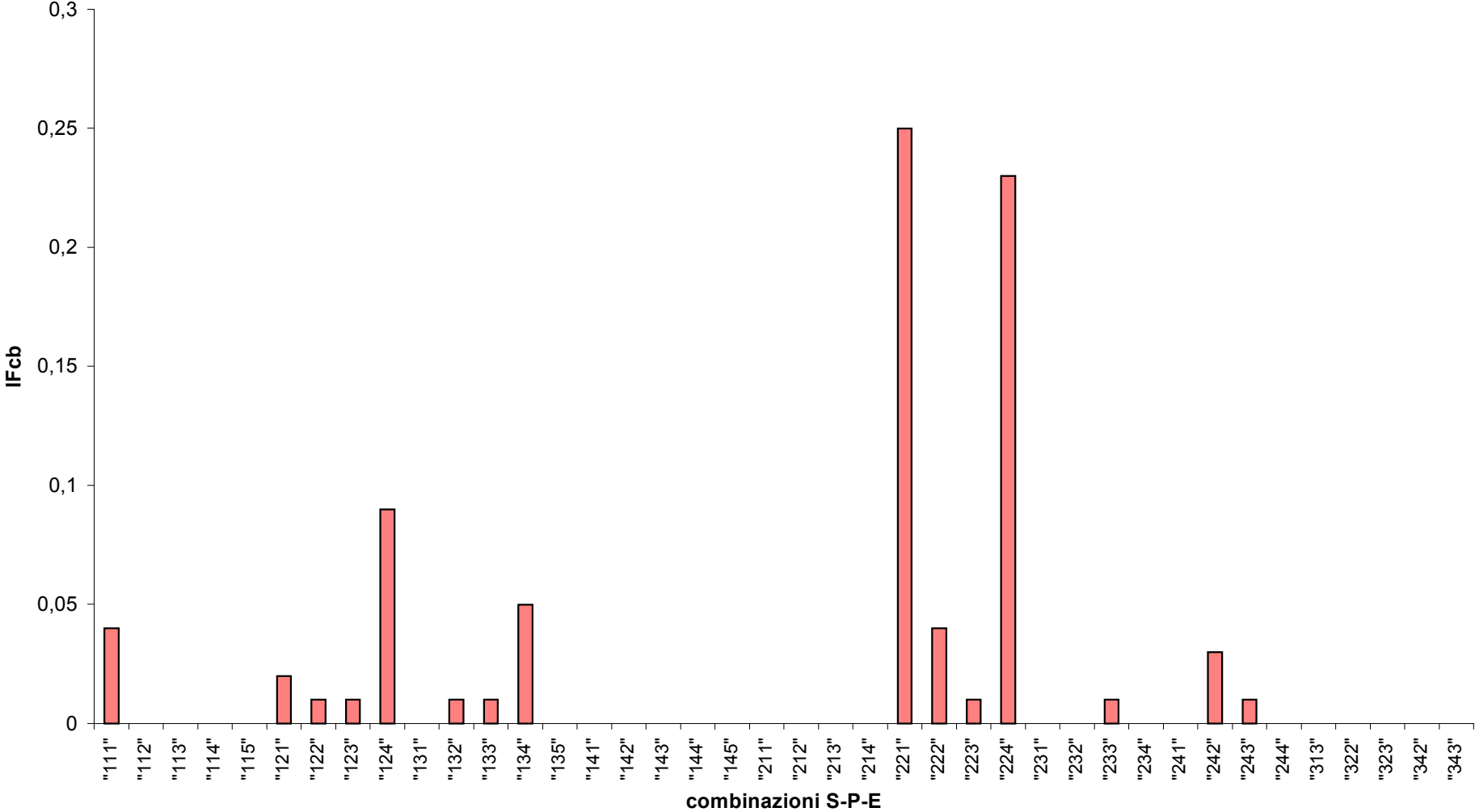
Gruppo P	Gruppo E	Gruppo S	comb P-E-S	area di affioramento	area in frana	IFcb
1	1	1	111	0,27	0,01	0,04
1	1	2	112	17,57	0,01	0,00
1	1	3	113	7,50	0,01	0,00
1	1	4	114	0,22	0,00	0,00
1	1	5	115	0,00	0,00	0,00
1	2	1	121	0,51	0,01	0,02
1	2	2	122	50,00	0,47	0,01
1	2	3	123	17,43	0,15	0,01
1	2	4	124	0,57	0,05	0,09
1	3	1	131	0,33	0,00	0,00
1	3	2	132	47,93	0,32	0,01
1	3	3	133	10,75	0,05	0,01
1	3	4	134	0,39	0,02	0,05
1	3	5	135	0,00	0,00	0,00
1	4	1	141	2,21	0,01	0,00
1	4	2	142	143,19	0,59	0,00
1	4	3	143	40,77	0,11	0,00
1	4	4	144	1,67	0,00	0,00
1	4	5	145	0,03	0,00	0,00
2	1	1	211	0,07	0,00	0,00
2	1	2	212	1,38	0,00	0,00
2	1	3	213	3,57	0,00	0,00
2	1	4	214	0,03	0,00	0,00
2	2	1	221	0,04	0,01	0,25
2	2	2	222	4,41	0,20	0,04
2	2	3	223	7,10	0,11	0,01
2	2	4	224	0,17	0,04	0,23
2	3	1	231	0,05	0,00	0,00
2	3	2	232	2,74	0,01	0,00
2	3	3	233	3,85	0,03	0,01
2	3	4	234	0,14	0,00	0,00
2	4	1	241	0,32	0,00	0,00
2	4	2	242	5,97	0,17	0,03
2	4	3	243	9,81	0,15	0,01
2	4	4	244	0,26	0,00	0,00
3	1	3	313	0,02	0,00	0,00
3	2	2	322	0,02	0,00	0,00
3	2	3	323	0,08	0,00	0,00
3	4	2	342	0,00	0,00	0,00
3	4	3	343	0,09	0,00	0,00

IFcb medio = 0,01

Come possiamo meglio visualizzare dal grafico di pagina seguente, nel caso delle formazioni vulcaniche le combinazioni più critiche per la stabilità dei versanti (221 e 224) sono individuabili nelle aree con pendenze elevate che si trovano sui versanti esposti a E-NE, interessando sia terreni con vegetazione scarsa o assente che terreni modellati artificialmente.

In particolare, nei terreni modellati artificialmente che si trovano all'interno delle aree vulcaniche rientrano anche le zone urbanizzate con tessuto insediativo continuo, di cui fanno parte ben otto dei nove centri abitati da consolidare ai sensi del RD 445/1908 presenti nel bacino idrografico del fiume Fiora.

Formazioni vulcaniche - andamento dell'indice di franosità delle possibili combinazioni S-P-E



3) *Carta della pericolosità e del rischio di frana scala 1:25.000*

3.1) *Carta della pericolosità da frana*

Questa cartografia è stata realizzata utilizzando sia i dati sullo stato di dissesto geomorfologico, emersi dall'aggiornamento bibliografico e dallo studio aereofotogrammetrico (paragrafo 1), che i dati derivati dall'analisi statistica sulla distribuzione dei tipici fattori geomorfologici della franosità effettuata per la realizzazione della carta della propensione al dissesto dei versanti (paragrafo 2).

Gli elaborati cartografici ottenuti sono stati infine rivisti e in parte ridefiniti tenendo conto delle caratteristiche geomorfologiche del territorio evidenziate nella cartografia topografica di base (carta IGM 1:25.000 per la parte toscana e CTR 1:10.000 per quella laziale).

La definizione della pericolosità da frana è stata effettuata tenendo conto che in ogni classe individuata verranno applicate delle norme di Piano per la prevenzione e mitigazione del rischio. Per questo motivo nella definizione delle classi di pericolosità da frana di seguito riportata viene individuata una tipologia di indirizzo normativo coerente con il livello di definizione dei dati utilizzati.

Le quattro classi di pericolosità individuate sono le seguenti:

- **P.F.4** – *Aree a pericolosità da frana molto elevata*

Si tratta delle aree caratterizzate da un evidente dissesto geomorfologico da mettere in relazione alla presenza di fenomeni di instabilità gravitativa di versante.

Per l'individuazione di tali aree, oltre a tenere conto degli elementi emersi durante l'elaborazione del Piano straordinario, è stato effettuato un aggiornamento della carta inventario dei fenomeni franosi, così come illustrato al paragrafo 1. Si tratta quindi di fenomeni franosi attivi e quiescenti la cui elevata pericolosità geomorfologica è stata accertata dal presente studio e verificata sul territorio per le situazioni a rischio diretto.

(INDIRIZZO NORMATIVO: *le aree P.F.4 rappresentano zone direttamente interessate da fenomeni gravitativi e quindi ogni loro utilizzazione comportante la realizzazione di nuove volumetrie deve essere conseguente alla bonifica del movimento franoso stesso.*)

- **P.F.3** – *Aree a pericolosità da frana elevata*

Si tratta di aree interessate da un'elevata concentrazione di movimenti franosi superficiali non cartografabili alla scala utilizzata e/o di zone ubicate in prossimità di aree P.F.4 che per le loro caratteristiche geomorfologiche possono rappresentare aree di possibile evoluzione o influenza a breve termine del dissesto (vedi paragrafo 1).

Queste aree mostrano quindi evidenti segni di instabilità superficiale che tuttavia non possono essere definiti con certezza da uno studio a scala di bacino.

(INDIRIZZO NORMATIVO: *ogni utilizzazione comportante la realizzazione di nuove volumetrie deve essere conseguente all'accertamento dell'effettivo stato di stabilità dell'area tramite l'esecuzione di una campagna geognostica per valutare l'entità dei movimenti in atto e la conseguente fattibilità dell'intervento.*)

- **P.F.2** – *Aree a media pericolosità da frana*

Si tratta delle aree dove affiorano complessi geologici ad alto e medio indice di franosità (formazioni di facies ligure, formazioni neoautoctone e formazioni vulcaniche) che, nella cartografia della propensione al dissesto dei versanti elaborata considerando le possibili combinazioni P-E-S, presentano $IFt > IFt$ medio (vedi paragrafo 2.3).

Queste aree non mostrano evidenti segni di instabilità geomorfologica ma tuttavia la combinazione delle loro caratteristiche di geologia, uso del suolo, esposizione e pendenza dei versanti,

evidenziano condizioni valutabili come predisponenti la franosità in seguito all'analisi statistica delle stesse combinazioni nelle aree in frana.

(INDIRIZZO NORMATIVO: *ogni utilizzazione di tali aree comportante la realizzazione di nuove volumetrie deve essere supportata da una relazione geologica che definisca in particolare lo stato di stabilità dell'area.*)

- **P.F.1 – Aree a bassa pericolosità da frana**

Si tratta delle aree dove affiorano complessi geologici a basso indice di franosità (formazioni di facies toscana, formazioni quaternarie e formazioni vulcaniche del Monte Amiata) e delle aree che, nella cartografia della propensione al dissesto dei versanti elaborata considerando le possibili combinazioni P-E-S, presentano $IFT < IFT$ medio (vedi paragrafo 2.3).

Tali aree oltre a non presentare evidenti segni di dissesto gravitativo rilevanti non presentano neanche combinazioni di geologia, uso del suolo, esposizione e pendenza dei versanti valutabili come predisponenti la franosità in seguito all'analisi statistica delle stesse combinazioni nelle aree in frana.

(INDIRIZZO NORMATIVO: *per tali aree si può ritenere sufficiente l'esecuzione di quanto previsto dalla legislazione nazionale e regionale.*)

Un esempio della carta della pericolosità da frana è riportato in figura 1.

3.2) *Carta del rischio di frana*

La carta del rischio di frana è stata elaborata unicamente all'interno delle aree P.F.4 così come definite al precedente paragrafo. Infatti poiché il rischio è funzione della pericolosità, vulnerabilità e valore dell'elemento considerato, le aree P.F.4 risultano le uniche ad avere una definizione univoca di pericolosità ($P=1$), mentre le restanti tre classi necessitano di approfondimenti di dettaglio da definire in sede di pianificazione urbanistica.

L'esame degli elementi a rischio presenti all'interno delle aree P.F.4 è stato condotto utilizzando le ortofoto AIMA 1996 direttamente su GIS alla scala 1:5.000.

Le tipologie di rischio individuate sono state catalogate in cinque categorie principali e ad ognuna di esse è stato assegnato un grado di rischio R3 o R4 (DPCM 29.09.1998) così come visualizzato nella seguente tabella:

Categorie di rischio in aree P.F.4	Grado di rischio
agglomerati urbani (AU)	R4
case sparse (CS)	R4
strade statali (SS)	R4
strade provinciali (SP)	R3
pubblici servizi (S)	R3

Le aree così individuate sono state georeferenziate su GIS in coordinate Gauss-Boaga fuso W e differenziate in base al grado di rischio.

Un esempio della carta del rischio di frana è riportato in figura 2.

4) *Carta della pericolosità e del rischio idraulico scala 1:25.000*

4.1) *Carta della pericolosità idraulica*

La definizione di questa cartografia ha interessato l'asta principale del fiume Fiora e i suoi due più importanti affluenti (torrente Olpeta e fosso Timone).

In particolare per l'asta principale del fiume Fiora è stato elaborato dalla Regione Lazio un apposito modello idrologico-idraulico per l'individuazione delle aree alluvionabili per tempi di ritorno di 30 anni; tali aree sono state inoltre ridefinite integrandole con i dati in possesso della Regione Toscana relativamente ai fenomeni alluvionali che colpirono la Regione negli anni 90'-93'.

Per quanto riguarda invece il torrente Olpeta e il fosso Timone, non essendo ancora disponibile un apposito modello idrologico-idraulico, sono stati considerati rispettivamente i dati relativi alle aree alluvionabili per tempi di ritorno di 100 anni riportati nello studio Vams e i dati relativi ad alluvioni storiche in possesso della Regione Lazio.

L'insieme degli elementi così ottenuti è stato inglobato in un'unica classe di pericolosità idraulica, denominata ai sensi del DL 180/98 P.I.4 "Pericolosità idraulica molto elevata".

(INDIRIZZO NORMATIVO: *le aree P.I.4 rappresentano zone che possono facilmente essere coinvolte da fenomeni di inondazione e quindi ogni loro utilizzazione comportante la realizzazione di nuove volumetrie deve essere conseguente alla messa in sicurezza idraulica dell'area.*)

Un esempio della carta del rischio di frana è riportato in figura 3.

4.2) *Carta del rischio idraulico*

La carta del rischio idraulico è stata elaborata all'interno delle aree P.I.4 così come definite al precedente paragrafo.

L'esame degli elementi a rischio presenti all'interno delle aree P.I.4 è stato condotto utilizzando le ortofoto AIMA 1996 direttamente su GIS alla scala 1:5.000.

Le tipologie di rischio individuate sono state catalogate in cinque categorie principali e ad ognuna di esse è stato assegnato un grado di rischio R3 o R4 (DPCM 29.09.1998) così come visualizzato nella seguente tabella:

Categorie di rischio in aree P.F.4	Grado di rischio
agglomerati urbani (AU)	R4
case sparse (CS)	R4
strade statali (SS)	R4
strade provinciali (SP)	R3
pubblici servizi (S)	R3

Le aree così individuate sono state georeferenziate su GIS in coordinate Gauss-Boaga fuso W e differenziate in base al grado di rischio.

Un esempio della carta del rischio di frana è riportato in figura 4.

5) *Prodotti informatici*

I prodotti di cui ai precedenti paragrafi 1, 2 e 3 sono stati elaborati su GIS Arcview 3.1 e georeferenziati in sistema di coordinate Gauss-Boaga fuso W.

I files relativi alle suddette cartografie tematiche sono stati salvati come shape files (file.shp) su CD denominato “Esecuzione di studi e predisposizione di elaborati per il “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico” nel bacino del fiume Fiora”.

In particolare il CD è costituito dall’insieme delle seguenti directory:

D:\ Carta inventario

In questa directory si trova la carta inventario dei fenomeni franosi descritta al paragrafo 1 “Revisione e aggiornamento della carta inventario dei fenomeni franosi scala 1:25.000”.

Il file corrispondente è denominato **frane.shp** e riporta anche un database con i seguenti campi:

- *Tattivitab*: stato di attività (attivo, quiescente o stabilizzato) del fenomeno franoso;
- *Fonteb*: fonte bibliografica utilizzata per l’individuazione di quel fenomeno
- *Pologiabb*: classificazione del fenomeno franoso (colata, scivolamento, complessa, etc.)
- *Rischio*: presenza di elementi a rischio (si, no)
- *Geologia*: complesso tettonico in cui si sviluppa il fenomeno
- *Area*: area della frana

D:\ Carta propensione

In questa directory si trova la carta della propensione al dissesto dei versanti descritta al paragrafo 2 “Carta della propensione al dissesto dei versanti scala 1:25.000”.

Poiché la valutazione della propensione al dissesto dei versanti è stata valutata separatamente per ogni complesso tettonico presente nel bacino, i relativi files sono stati mantenuti separati per facilitare le successive elaborazioni. In particolare i files riportati in questa directory sono i seguenti:

- **pericliguridi.shp** - propensione al dissesto nelle formazioni di facies ligure
- **perictosc.shp** - propensione al dissesto nelle formazioni di facies toscana
- **pericneo.shp** - propensione al dissesto nelle formazioni neoautoctone
- **pericquater.shp** - propensione al dissesto nelle formazioni quaternarie
- **pericvulc.shp** - propensione al dissesto nelle formazioni vulcaniche

In ognuno di questi files è riportato anche un database con i seguenti campi:

- *Code*: codice di uso del suolo relativo al progetto Corine Land Cover;
- *Classepen*: classe di pendenza;
- *Esposizion*: classe di esposizione;
- *Frane*: aree in frana;
- *Area*: area di ogni unità elementare omogenea;
- *IFsuolo*: indice di franosità (IFc) delle diverse classi relative all’uso del suolo;
- *IFpend*: : indice di franosità (IFc) delle diverse classi relative alla pendenza dei versanti;
- *IFespos*: : indice di franosità (IFc) delle diverse classi relative all’esposizione dei versanti;
- *IFtotale*: : indice di franosità totale (IFt) delle diverse classi relative all’uso del suolo;
- *Codpend*: gruppo di pendenza dei versanti definito al paragrafo 2.3.2;
- *Codesp*: gruppo di esposizione dei versanti definito al paragrafo 2.3.3;
- *Codsuolo*: gruppo di uso del suolo definito al paragrafo 2.3.1;
- *Cod_p_e_s*: combinazione dei valori di pendenza, esposizione e uso del suolo riscontrata in ogni unità elementare omogenea;

- *IF_p_e_s*: indice di franosità (IFcb) della combinazione di pendenza, esposizione e uso del suolo caratterizzante ogni unità elementare omogenea.

D:\ Carta pericolosità da frana

In questa directory si trova la carta della pericolosità da frana descritta al paragrafo 3.1 “Carta della pericolosità da frana”.

Il file corrispondente è denominato **pericolosita.shp** e nel database associato sono individuati i quattro livelli di pericolosità definiti al paragrafo 3.1.

Poiché le formazioni di facies ligure presentano un elevato indice di franosità geologico (IFg), risultando che l’11% dell’intera area di affioramento è in frana, è stata elaborata anche una seconda cartografia della pericolosità dove tutte le aree di affioramento delle formazioni di facies ligure sono state inserite in classe 2. Il file corrispondente è denominato **ligclasse2.shp** e riportato sempre in questa directory.

D:\ Carta rischio di frana

In questa directory si trova la carta del rischio di frana descritta al paragrafo 3.2 “Carta del rischio di frana”.

Il file corrispondente è denominato **rischio.shp** e nel database associato sono riportati i seguenti campi:

- *Area*: area dell’elemento a rischio individuato;
- *Perimeter*: perimetro dell’elemento a rischio individuato;
- *Tiporisc*: categoria di rischio definita al paragrafo 3.2;
- *Rischio*: grado di rischio definito al paragrafo 3.2.

D:\ Carta pericolosità idraulica

In questa directory si trova la carta della pericolosità idraulica descritta al paragrafo 4.1 “Carta della pericolosità idraulica”.

Il file corrispondente è denominato **delimitazione.shp** e nel database associato è individuato il livello di pericolosità definito al paragrafo 4.1.

D:\ Carta rischio idraulico

In questa directory si trova la carta del rischio idraulico descritta al paragrafo 4.2 “Carta del rischio idraulico”.

Il file corrispondente è denominato **rischio.shp** e nel database associato sono riportati i seguenti campi:

- *Area*: area dell’elemento a rischio individuato;
- *Perimeter*: perimetro dell’elemento a rischio individuato;
- *Tiporischio*: categoria di rischio definita al paragrafo 4.2;
- *Rischio*: grado di rischio definito al paragrafo 4.2.