



DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE ALIMENTARI E
AMBIENTALI

CORSO DI LAUREA IN: SCIENZE FORESTALI DEI SUOLI E DEL PAESAGGIO

ANALISI DEL DISSESTO
IDROGEOLOGICO NELLE AREE
COLLINARI DEI BACINI MISA-
CESANO

*ASSESSMENT OF THE HYDROGEOLOGICAL RISK IN
HILLY ENVIRONMENT OF THE MISA-CESANO
CATCHMENTS*

TIPO TESI: sperimentale

Studente:
MATTEO MEZZABOTTA

Relatore:
PROF. ALBERTO TAZIOLI

Correlatore:
DOTT. DAVIDE FRONZI

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

ELENCO DELLE TABELLE	5
ELENCO DELLE FIGURE	6
INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI	10
CAPITOLO 1 DISSESTO IDROGEOLOGICO E STRUMENTI DI PREVENZIONE	11
1.1 Dissesto Idrogeologico in ambito collinare.....	11
1.1.1 Fattori determinanti il dissesto	15
1.1.2 Manifestazioni specifiche in ambito collinare marchigiano	17
1.2 Strumenti di prevenzione in ambito PSR.....	18
1.2.1 Evoluzione storica degli Accordi Agroambientali d’Area nelle Marche	18
1.2.2 TSDA-AAA e attuali applicazioni in ambito PSR 2013-2020	22
CAPITOLO 2 INQUADRAMENTO DELL’AREA STUDIO	25
2.1 Bacini Misa e Cesano.....	25
2.2 Bacini Afferenti.....	26
2.2.1 Ambiti Omogenei di Riferimento.....	27
2.2.2 Pedopaesaggi.....	29
2.2.3 PPAR-PPR.....	33
2.2.4 CLC	37
2.2.5 REM.....	40
2.3 Sub-bacini	44
2.3.1 Rimodellazione Sub-bacini	44
2.3.2 Geologica	46
2.3.3 PAI.....	50
2.3.4 UdS	53
2.4 Analisi Pluviometrica.....	54
CAPITOLO 3 MATERIALI E METODI	58
3.1 Modello DTM	58
3.2 Carta delle pendenze	58
3.3 Flow Accumulation.....	59
3.4 TPI.....	59

3.5 Analisi morfometrica	59
CAPITOLO 4 RISULTATI	66
4.1 Indici di forma del rilievo	67
4.2 Caratteri geomorfologici quantitativi	70
4.2.1 Sub-bacino 1	71
4.2.2 Sub-bacino 2	76
4.2.3 Sub-bacino 3	80
4.2.4 Sub-bacino 4	85
CAPITOLO 5 DISCUSSIONI	91
5.1 Effetti della rimodellazione dei sub-bacini	91
5.2 Stadio evolutivo dei sub-bacini e caratteri geomorfologici	92
5.3 Come può operare lo strumento PSR?	97
CAPITOLO 6 CONCLUSIONI.....	103
BIBLIOGRAFIA	106
SITOGRAFIA.....	109

ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 2.1 – Tabella delle classi d’uso del suolo della CLC, in ha e %.	39
Tabella 4.1 – Dati gerarchici e geomorfologici del sub-bacino 1.	72
Tabella 4.2 – Tabella I legge di Horton, sub-bacino 1.	72
Tabella 4.3 - Tabella II legge di Horton, sub-bacino 1.	73
Tabella 4.4 - Tabella III legge di Horton, sub-bacino 1.	74
Tabella 4.5 - Dati gerarchici e geomorfologici del sub-bacino 2.	76
Tabella 4.6 - Tabella I legge di Horton, sub-bacino 2.	77
Tabella 4.7 - Tabella II legge di Horton, sub-bacino 2.	78
Tabella 4.8 - Tabella III legge di Horton, sub-bacino 3.	78
Tabella 4.9 - Dati gerarchici e geomorfologici del sub-bacino 3.	81
Tabella 4.10 - Tabella I legge di Horton, sub-bacino 3.	81
Tabella 4.11 - Tabella II legge di Horton, sub-bacino 3.	82
Tabella 4.12 - Tabella III legge di Horton, sub-bacino 3.	83
Tabella 4.13 - Dati gerarchici e geomorfologici del sub-bacino 4.	86
Tabella 4.14 - Tabella I legge di Horton, sub-bacino 4.	86
Tabella 4.15 - Tabella II legge di Horton, sub-bacino 4.	87
Tabella 4.16 - Tabella III legge di Horton, sub-bacino 4.	88
Tabella 5.1 – Integrali Ipsometrici dei sub-bacini.	93
Tabella 5.2 - Tabella dei costi degli interventi in proprietà Senigalliesi.	102

ELENCO DELLE FIGURE

Figura 1.1 – Carta degli Indici di Franosità Italiani, ISPRA 2007.....	12
Figura 1.2 – Grafico a torta sulle cause degli eventi franosi, ISPRA 2007.	15
Figura 2.1 – Carta degli Ambiti Omogenei di Riferimento, a scala di bacini afferenti.....	28
Figura 2.2 – Carta dei Pedopaesaggi, a scala di bacini afferenti. (Suoli e Paesaggi delle Marche, D’Alessio et al. – 2006).	30
Figura 2.3 – Aree paesistiche e botaniche, a scala di bacini afferenti.	34
Figura 2.4 – Corine Land Cover 2012 al 4° livello, a scala di bacini afferenti.....	38
Figura 2.5 – Grafico a torta rappresentante i valori della cartografia con CLC....	39
Figura 2.6 – Carta della Rete Ecologica Marchigiana, a scala di bacini afferenti.	42
Figura 2.7 – Sub-bacini inizialmente fornitici dal Comune.	45
Figura 2.8 – Sub-bacini rimodellati secondo criteri geomorfologici e geologici.	45
Figura 2.9 – Carta geologica a scala di sub-bacini (www.regione.marche.it).	46
Figura 2.10 – Grafico a torta rappresentante le formazioni geologiche in percentuale.....	46
Figura 2.11 – Screen tabella attributi in ambito GIS del file contenente il PAI. ..	52
Figura 2.12 – Carta PAI (frane) con relative classi di rischio, a scala di sub-bacini.	52
Figura 2.13 – Carta della CUS_07, a scala di sub-bacini.....	53
Figura 2.14 – Grafico a linee dei mm medi di pioggia mensili nella stazione pluviometrica di Corinaldo (dati degli ultimi 70 anni),	54
Figura 2.15 – Grafico a bare delle precipitazioni cumulate annuali della stazione di Corinaldo e curva lineare di andamento (dati dal 1951 al 2019).....	55
Figura 2.16 – Grafico a linee dei mm di pioggia cumulati a 90 (in blu), 120 (in arancione) e 180 (in grigio) nella stazione pluviometrica di Corinaldo (dati dal 1/1/2009 al 1/1/2019).....	56

Figura 2.17 – Grafico a barre delle precipitazioni cumulate mensili registrati nella stazione pluviometrica del comune di Corinaldo (dati dal 1/1/2009 al 1/1/2019).....	57
Figura 3.1 – Grafico dell’andamento della curva ipsografica a seconda dello stadio di evoluzione giovane (curva a), maturo (curva b) o invecchiato (curva c) di un bacino idrografico.....	65
Figura 4.1 – Quadro generale dell’area studio, con i sub-bacini (tratteggiati in verde) che si trovano adiacenti alla linea spartiacque tra i bacini idrografici di Misa e Cesano (in arancione).	66
Figura 4.2 – Carta delle pendenze ricavata su QGIS.	67
Figura 4.3 – Grafico a torta rappresentante i livelli di pendenza espressi in percentuale.	68
Figura 4.4 – Carta della Flow Accumulation, ricavata su SAGA.	69
Figura 4.5 – Carta del TPI, ricavata su GRASS.	69
Figura 4.6 – I 4 sub-bacini di interesse nell’area studio, con i rispettivi microreticoli e microbacini.....	70
Figura 4.7 – Carta sub-bacino numero 1.....	71
Figura 4.8 – Grafico lineare I legge di Horton, sub-bacino 1.	72
Figura 4.9 - Grafico lineare II legge di Horton, sub-bacino 1.....	73
Figura 4.10 - Grafico lineare III legge di Horton, sub-bacino 1.	74
Figura 4.11 – Grafico lineare dell’andamento della curva ipsografica del sub-bacino 1.	75
Figura 4.12 - Grafico lineare dell’andamento della curva ipsometrica del sub-bacino 1.	75
Figura 4.13 – Carta sub-bacino numero 2.....	76
Figura 4.14 - Grafico lineare I legge di Horton, sub-bacino 2.....	77
Figura 4.15 - Grafico lineare II legge di Horton, sub-bacino 2.....	78
Figura 4.16 - Grafico lineare III legge di Horton, sub-bacino 2.	79
Figura 4.17 - Grafico lineare dell’andamento della curva ipsografica del sub-bacino 2.	79
Figura 4.18 - Grafico lineare dell’andamento della curva ipsometrica del sub-bacino 2.	80
Figura 4.19 – Carta sub-bacino numero 3.....	80

Figura 4.20 - Grafico lineare I legge di Horton, sub-bacino 3.....	82
Figura 4.21 - Grafico lineare II legge di Horton, sub-bacino 3.....	83
Figura 4.22 - Grafico lineare III legge di Horton, sub-bacino 3.	84
Figura 4.23 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsografica del sub-bacino 3.	84
Figura 4.24 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsometrica del sub-bacino 3.	85
Figura 4.25 – Carta sub-bacino numero 4.....	85
Figura 4.26 - Grafico lineare I legge di Horton, sub-bacino 4.....	87
Figura 4.27 - Grafico lineare II legge di Horton, sub-bacino 4.....	88
Figura 4.28 - Grafico lineare III legge di Horton, sub-bacino 4.	89
Figura 4.29 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsografica del sub-bacino 4.	89
Figura 4.30 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsometrica del sub-bacino 4.	90
Figura 5.1 – Grafico di confronto tra le Curve Ipsografiche dei sub-bacini.....	92
Figura 5.2 - Grafico di confronto tra le Curve Ipsometriche dei sub-bacini.....	92
Figura 5.3 – Frana da colamento su un versante a seminativo intorno al comune di Corinaldo (Foto di Michele Caporaletti, Novembre 2019).....	93
Figura 5.4 – Grafico lineare di confronto dei valori della I Legge di Horton per i 4 sub-bacini.....	94
Figura 5.5 - Grafico lineare di confronto dei valori della II Legge di Horton per i 4 sub-bacini.....	95
Figura 5.6 - Grafico lineare di confronto dei valori della III Legge di Horton per i 4 sub-bacini.....	95
Figura 5.7 – Cerchiato in verde il tessuto urbano di Corinaldo, che interessa la superficie del sub-bacino 3.	96
Figura 5.8 – Carta del PAI dei 4 sub-bacini, divisa per classi di rischio.	97
Figura 5.9 – Proprietà Senigalliesi individuata su carta PAI e su geomorfologica.	98
Figura 5.10 – Corona di frana all'interno della proprietà Senigalliesi.....	98

Figura 5.11 – Ubicazione degli interventi da effettuare in proprietà Senigalliesi.	100
Figura 5.12 – Carta della Flow Accumulation del sub-bacino 2.....	100

INTRODUZIONE E SCOPO DELLA TESI

Il presente elaborato di tesi si pone come obiettivo quello di applicare il concetto di analisi integrata ad uno strumento dalle molteplici potenzialità come l'Accordo Agroambientale d'Area, nello specifico un AAA per la prevenzione dal rischio idrogeologico promosso dal comune di Corinaldo.

Dopo un'introduzione in cui vengono fatti cenni teorici al dissesto idrogeologico in ambito collinare e basso-collinare, alle potenzialità dello strumento PSR e alla storia degli Accordi Agroambientali nella Regione Marche, abbiamo l'inquadramento territoriale, partendo dai bacini idrografici di Misa e Cesano, fino ad arrivare, aumentando il livello di dettaglio, ai 4 sub-bacini del versante Misa oggetto di analisi.

Vengono poi analizzati materiali e metodi per la realizzazione dell'analisi idrologica e geomorfologica preliminare, con particolare attenzione alla analisi geomorfologica quantitativa per permetterci di inquadrare l'area studio da un punto di vista evolutivo per poter interpretare le dinamiche presenti e stimare quelle future e agli strumenti GIS, punto cardine dell'analisi integrata, che ci hanno dato un supporto importante per cercare di capire quali tipi di interventi servissero per ciascuna criticità specifica.

Una volta esaminata l'area dal punto di vista geomorfologico, individuate le aree più a rischio grazie all'incrocio con la carta del PAI e agli strumenti GIS, si è trattato delle implicazioni pratiche, ovvero: quali interventi effettuare? E dove? Quali Misure del PSR sfruttare? Con quali costi?

Capitolo 1

DISSESTO IDROGEOLOGICO E STRUMENTI DI PREVENZIONE

1.1 Dissesto Idrogeologico in ambito collinare

Il tema del dissesto idrogeologico, negli ultimi decenni, è sempre più presente nell'ambito della ricerca, vista la quantità di fenomeni che stanno interessando la penisola italiana da un punto di vista micro e macroscopico. Tutti i processi di modellamento naturale che agiscono sul territorio, come le piene fluviali e le frane, sono comunemente noti come fenomeni di dissesto idrogeologico. I danni e l'impatto causati da fenomeni di dissesto possono essere classificati come diretti o indiretti (Marzocchi et al., 2014) gli impatti diretti sono riferiti spesso a danni che interessano persone fisiche, edifici e infrastrutture (Marta et al., 2020), al contrario gli impatti indiretti non sono direttamente colpevoli dei danni, ma risultano parte di una serie di fattori interdipendenti che li causano (Ashley et al., 2005), L'Italia è uno dei paesi europei più esposti al rischio frane; secondo uno studio del Joint Research Center della Commissione Europea del 2012 i database nazionali e regionali di 22 stati membri contengono informazioni su oltre 630.000 fenomeni franosi, di questi, oltre il 75% si trova in Italia (Berti M., 2015). L'ISPRA ha portato a termine nel 2007 l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia e mappato un indice di franosità medio delle varie regioni (calcolato come rapporto percentuale tra area in frana e area collinare-montana).

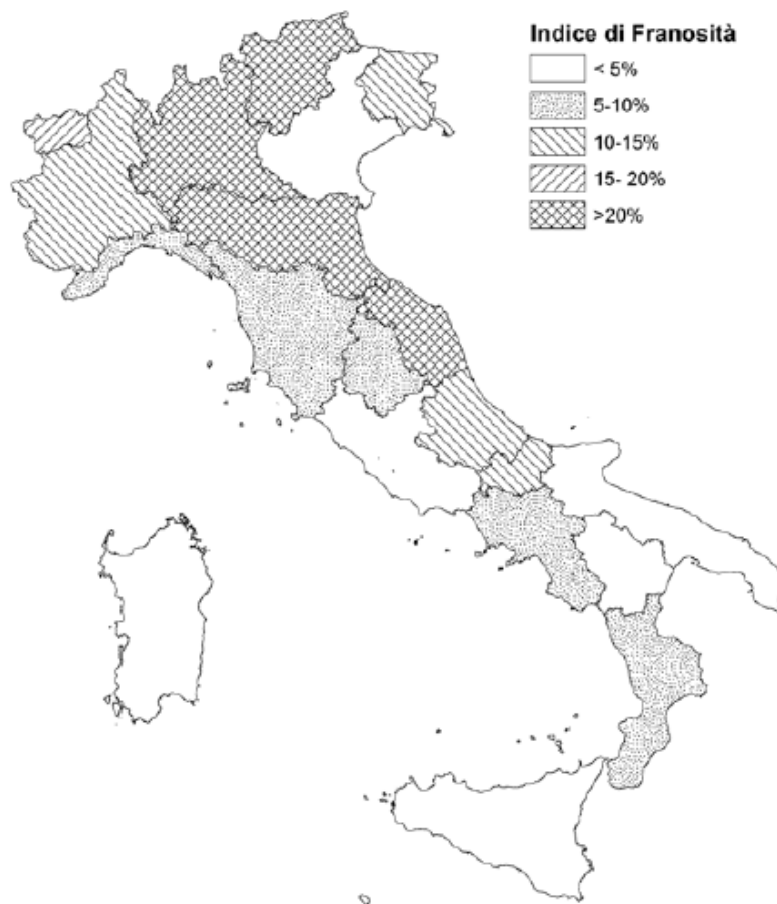


Figura 1.1 – Carta degli Indici di Franosità Italiani, ISPRA 2007.

Volendo fare una breve classificazione dei movimenti franosi, i fattori di cui tenere conto sono numerosissimi e riguardano più aspetti (naturali, geologici, antropici...). Alcuni di questi rimangono invariati nel corso del tempo, come: fattori geologici, tipi di roccia sia in affioramento che in profondità, fattori idrogeologici, grado di permeabilità delle formazioni rocciose, fattori morfologici e topografici, ovvero la pendenza dei versanti. Altri variano continuamente e velocemente nel tempo, di questi fanno parte i fattori climatici e vegetazionali, che hanno un ruolo cardine nell'innescare dei fenomeni, eventi piovosi molto intensi portano all'incremento delle azioni erosive ed all'innalzamento del livello di falda acquifera; e i fattori antropici, ovvero tutti quei fattori legati all'azione dell'uomo sia attive (disboscamento, cementificazione) che passive (abbandono). Con il termine frana si indicano tutti i fenomeni di caduta ed i movimenti di masse rocciose o di terreni causati dalla forza di gravità; classificarle

non è facile, i movimenti di versante, infatti, possono essere categorizzati in diversi modi ed ogni metodologia ha una sua validità in relazione al riconoscimento, controllo e sistemazione del tipo di versante. Tra i fattori che sono utilizzati come criteri per la classificazione e, prima, per l'identificazione, vi sono:

- Tipo di materiale interessato e proprietà meccaniche
- Tipo di movimento
- Cause del movimento
- Durata e ripetitività dei fenomeni

In base a queste premesse, i veri e propri movimenti di versante sono così diversificati:

- Crollo: massa che si stacca da un versante molto acclive e che, successivamente, si muove per caduta libera, rimbalzo, rotolamento. Il distacco può avvenire per rottura di taglio o di trazione della roccia, oppure impostarsi in superfici di discontinuità preesistenti.
- Ribaltamento: rotazione in avanti, verso l'esterno del versante, di una massa di terra o roccia, intorno ad un punto situato al di sotto del baricentro della massa spostata.
- Scivolamento: può essere rotazionale, traslazionale o a blocchi, è un movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia che avviene per deformazione di taglio lungo una o più superfici o entro uno spessore limitato di materiale
- Espansione: estensione e leggera subsidenza di un ammasso roccioso in seguito alla deformazione e allo spostamento di un livello sottostante. In questo caso la superficie di rottura non è una superficie di intensa deformazione di taglio.
- Colata (o colamento): movimento distribuito in maniera continua all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio, se presenti, sono multiple e spesso temporanee, e la distribuzione della velocità è simile a quella all'interno di un fluido viscoso.

Esistono dunque, cause innescanti e fattori predisponenti che determinano questi processi morfogenetici, solitamente essi sono diversi, complessi e combinati tra loro.

Tra le cause scatenanti possiamo avere:

- Scalzamento al piede di un versante (ad opera di acque fluviali o litorali)
- Disgregazione meteorica
- Precipitazioni particolari
- Attività sismica
- Attività antropica

Tra i fattori predisponenti invece:

- Intercalazioni argillose negli strati
- Elevata fessurazione
- Incoerenza del materiale
- Stratificazione, fessurazione, laminazione giacenti a franappoggio
- Attività antropica

Per esprimere in termini numerici il rischio idrogeologico (R definito come “l’entità del danno atteso in una data area e in un certo intervallo di tempo in seguito al verificarsi di un particolare evento calamitoso”) è stata messa a punto questa formula (che offre una stima, in quanto non sarà mai possibile prevedere con precisione assoluta il rischio, per via della difficile parametrizzazione dei fattori):

$$R = H \cdot V \cdot E$$

Dove:

- H è la pericolosità, ovvero la probabilità di occorrenza dell’evento calamitoso entro un determinato intervallo di tempo
- V è la vulnerabilità, ovvero il grado di perdita prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi
- E è il valore dell’elemento al rischio, ovvero il valore della popolazione, delle proprietà, delle attività economiche esposte al rischio.

1.1.1 Fattori determinanti il dissesto

I fattori che influenzano ed accentuano il rischio idrogeologico sono molteplici e di diversa natura; topografia, litologia, geologia, geomorfologia, pedologia, eventi climatici, eventi sismici ed impatto antropico. Nel rapporto ISPRA del 2007 è riportata una statistica sulle cause degli eventi franosi censiti; circa il 35% di essi è imputabile a precipitazioni brevi e intense, o eccezionali, il 24% alla natura del materiale, il 14% alla discontinuità, il 9% all'erosione fluviale, un altro 9% a effetti disgregativi della roccia dovuti a fenomeni di crioturbazione, l'8% è direttamente imputabile all'attività antropica (pratiche di attività agricola errate, errata regimazione e gestione delle acque superficiali, cementificazione, urbanizzazione, deforestazione, abbandono...).

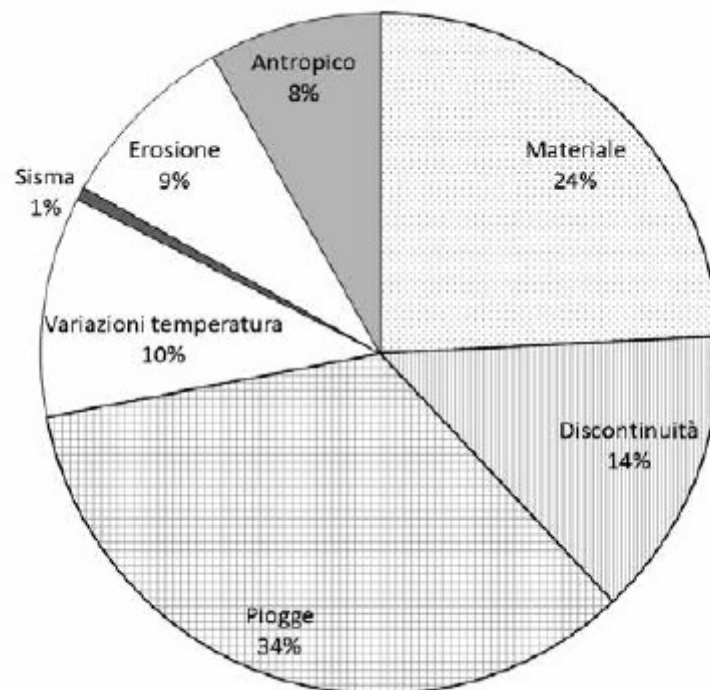


Figura 1.2 – Grafico a torta sulle cause degli eventi franosi, ISPRA 2007.

Da un punto di vista topografico, elevati dislivelli e determinate forme dei versanti favoriscono l'erosione, così come la pendenza, in caso di acclività maggiori corrisponderà una maggiore facilità di trasporto di materiale verso valle.

Parlando invece in termini geologici e geomorfologici possono essere fattori contribuenti alla comparsa di eventi franosi il tipo di materiale d'origine e i suoi gradi di alterazione e fratturazione, oltre ovviamente alle caratteristiche fisico-meccaniche e all'attività geomorfologica di recente sviluppo, come ad esempio frane pre-esistenti.

Per quanto riguarda gli aspetti pedologici, cioè a livello del suolo, i fattori che contribuiscono ai processi erosivi sono molti: in primis la composizione del suolo stesso, diverse percentuali di sabbia, limo e argilla, influiscono in modi diversi sulla capacità drenante e sulla porosità, nel caso di suoli con alte percentuali di limo (come nel caso della gran parte della regione Marche) ci sarà una tendenza al ristagno superficiale e alla formazione di rills e rigagnoli in caso di eventi meteorologici, dovuto alla dimensione delle particelle limose che sono troppo piccole per 'autodrenarsi' (come accade con le particelle di sabbia, di diametro maggiore) e troppo grandi per acquisire proprietà colloidali e formare agglomerati (come nel caso delle argille). Il suolo inoltre influisce anche fortemente sulla presenza di vegetazione, che normalmente fornisce una barriera efficace contro l'erosione, sia rallentando il flusso dell'acqua che scorre superficialmente lungo i versanti, sia attutendo l'energia cinetica delle gocce di pioggia che, se cadessero senza alcun ostacolo, avrebbero un potere erosivo all'impatto al suolo maggiore.

Il principale fattore di innesco delle frane sono le precipitazioni, l'acqua piovana si infiltra nel suolo e circola in profondità, causando un peggioramento delle condizioni di stabilità, riducendo le resistenze per attrito ai contatti tra le particelle (anche se ovviamente l'innalzamento del livello di falda all'interno di un versante non dipende soltanto dalla pioggia, che ne è la causa scatenante, ma soprattutto dal grado iniziale di umidità del suolo, dalla permeabilità, dalla struttura...). Altro fattore di innesco di un evento franoso causato da aspetti climatici è la variazione delle temperature, ad esempio il ciclo gelo/disgelo può causare la rottura della roccia attraverso meccanismi di crioturbazione.

Gli eventi sismici causano rotture negli strati rocciosi, generando discontinuità.

L'impatto antropico influisce in diversi modi sul dissesto idrogeologico: con la deforestazione (problema che nello specifico nelle Marche non c'è) che riducendo il grado di copertura abbassa la protezione diretta dalle perturbazioni e dall'impatto eolico, e causa anche l'impoverimento a livello di suolo di sostanza organica,

fondamentale per una buona struttura pedologica grazie alle capacità colloidali. Con la cementificazione, in aree vicine al tessuto urbano l'erosione superficiale è molto più accentuata, quando incontrano superfici antropizzate le acque superficiali raggiungono velocità molto più elevate (di conseguenza maggiore energia cinetica e capacità erosive) rispetto a quelle che percorrono superfici naturali, ecco perché lungo un versante, a valle di un'area urbana, l'erosione è maggiore. Con pratiche agricole errate o errata regimazione delle acque di drenaggio, che causano la formazione di rills. Molti di questi aspetti antropici possono essere correlati all'uso del suolo, a determinate classi d'uso del suolo, corrisponderà un rischio idrogeologico maggiore.

1.1.2 Manifestazioni specifiche in ambito collinare marchigiano

All'interno del panorama italiano, le Marche sono una delle regioni con il rischio idrogeologico più alto. In uno studio del 2007 l'ISPRA ha mappato un indice di franosità per ciascuna regione, calcolato come rapporto percentuale tra l'area in frana e l'area montana-collinare, e le Marche sono una delle tre regioni con l'indice maggiore (insieme a Lombardia, Emilia-Romagna e Trentino Alto-Adige).

In ambito basso e medio collinare, nello specifico nella parte più settentrionale della regione abbiamo delle formazioni facilmente degradabili come le Marne a Fucoidi e la Scaglia Cinerea, tipiche della successione Umbro-Marchigiana, intercalate a successioni prevalentemente calcaree, questo ha favorito il modellamento di rilievi con sommità generalmente arrotondate o talvolta appiattite. La morfologia dei bacini riflette quindi la struttura geologica del substrato ed esprime una intensa e recente attività tettonica (Nesci & Savelli, 1986). La maggior parte dei rilievi collinari è delimitata da versanti con acclività media o medio-bassa (circa il 50% rientra nella classe tra 10° e 20°) a cui si aggiunge una porzione considerevole del territorio (circa il 20%) ad andamento più pianeggiante. In un contesto morfologico di questo tipo la categoria dei movimenti franosi più diffusa è quella dei colamenti, anche se sono parzialmente diffuse sui versanti frane di tipo complesso, derivanti principalmente dalla combinazione di scivolamenti rotazionali e scivolamenti traslativi o di scivolamenti e colamenti.

1.2 Strumenti di prevenzione in ambito PSR

1.2.1 *Evoluzione storica degli Accordi Agroambientali d'Area nelle Marche*

Il tessuto agricolo marchigiano è una struttura molto articolata nel suo complesso e spesso questo risulta in bene, per l'eterogeneità e la ricchezza dei prodotti con cui poi il settore si presenta, di fatti sono presenti 10 presidi Slow Food, 8 marchi IGP, 6 DOP oltre alle nuove certificazioni territoriali come il marchio Qm "Qualità garantita dalle marche" e "Prodotti di Montagna" (<https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Agricoltura-Sviluppo-Rurale-e-Pesca>). Questo però in alcuni casi può risultare un punto di svantaggio ad esempio nell'affrontare tematiche e problemi che richiedono una gestione condivisa del territorio, attraverso delle azioni omogenee e concordate. Per riuscire a portare ad un pensiero, che si deve trasformare poi in azione comune sulla gestione e la tutela del territorio, sono nati gli Accordi Agroambientali d'Area (<http://agrimarcheuropa.univpm.it/it/content/1%E2%80%99approccio-agro-ambientale-nel-nuovo-psr-della-regione-marche>). Questo strumento nasce all'interno del Piano di Sviluppo Rurale, il secondo pilastro della Politica Agricola Comune dell'Unione Europea, ed ha lo scopo di coinvolgere sia figure pubbliche che private, per far fronte a grandi problematiche ambientali, promuovendo una serie di interventi per affrontare le criticità in modo coordinato e coeso. L'attuale programmazione 2014/2020 (Reg. UE 1305/2013), si struttura sulla base di 6 priorità in materia di sviluppo rurale, in cui si risponde in modo trasversale alle tematiche di innovazione, clima e ambiente. Il fine degli AAA è quello di trattare le priorità identificate dal Reg. UE 1305/2013, con approccio territoriale e soprattutto multi-misura, per un intervento più incisivo sulle tematiche; questo avviene promuovendo oltre alla redazione di un progetto comune tra i vari soggetti che sottoscrivono l'accordo, definito "Progetto d'Area", anche, promuovendo ed incentivando la realizzazione di interventi comuni, grazie all'aumento del 30% del premio ad ettaro per i beneficiari collettivi, per le misure a superficie e incentivando, i così detti "Pagamenti agro-climatico-ambientali", prevedendo azioni finanziabili solo per chi ricade all'interno di aree interessate da un Accordo Agroambientale d'Area. L'AAA copre, inoltre, tutti i vari costi di funzionamento della cooperazione come la redazione di studi e progetti, ma anche l'animazione, promuovendo incontri tra organi di rappresentanza del mondo agricolo

(Coldiretti, CIA, CopAgri, ecc...); questo è molto importante perché favorisce l'istituzione di tali accordi non solo da parte di soggetti pubblici, ma anche di aziende agricole private, promuovendo ancor più una pianificazione dal basso. Inoltre, sono comprese all'interno dell'Accordo Agroambientale d'Area tutte le misure finanziabili da tale accordo per sostenere le operazioni che sono fondamentali per il raggiungimento dell'obiettivo.

All'interno del Reg. UE 1305/2013, è previsto che per ogni priorità ambientale, vi sia l'attuazione di specifici Accordi Agroambientali d'Area, con le seguenti finalità:

- Prevenzione del rischio di dissesto idrogeologico ed alluvioni (Focus Area 3B)
- Tutela della biodiversità (Focus Area 4A)
- Tutela delle acque (Focus Area 4B)
- Tutela del suolo (Focus Area 4C)

La redazione degli AAA all'interno del Piano di Sviluppo Rurale 2014/2020 è prevista e finanziata tramite la sottomisura 16.5 "Sostegno per l'azione congiunta intrapresa al fine di mitigare o adattarsi al cambiamento climatico, e di approcci comuni a progetti ambientali e pratiche ambientali in corso", dove si prevedono al momento tre tipi di azioni: Azione 1) tutela del suolo e prevenzione del rischio idrogeologico, Azione 2) tutela della biodiversità, Azione 3) tutela della qualità delle acque.

L'azione 1 da cui prende spunto questa tesi, sarà approfonditamente spiegata nel paragrafo successivo, ora si vuole fare un'analisi generale sulle altre due azioni che sono state attivate precedentemente con altri bandi. L'Azione 2) "La tutela della biodiversità", è stata promossa con un bando all'interno del PSR 2007/2013 che prevedeva il coinvolgimento di Enti gestori e delle aziende agricole all'interno delle Aree Natura 2000 (A.F.P. 113 del 07/04/2011). L'obiettivo era quello di indirizzare i fondi europei che la Politica Agricola Comune (PAC) concede alle singole aziende, alla conservazione della biodiversità, perseguita con azioni che integrassero lo svolgimento dell'attività agricola con il mantenimento, ed in alcuni casi il miglioramento, degli habitat comunitari. Evitando una distribuzione non coordinata all'interno del territorio delle risorse finanziarie e portando al coinvolgimento degli

agricoltori fin dalle attività preliminari di definizione. All'interno dell'AAA il pacchetto di misure PSR previsto era costituito da:

- Azioni nel campo della formazione professionale e dell'informazione
- Infrastrutture connesse allo sviluppo e adeguamento dell'agricoltura e della selvicoltura
- Indennità per svantaggi naturali a favore di agricoltori delle zone montane
- Indennità Natura 2000 ed indennità connessa alla Direttiva 2000/60 CE
- Pagamenti agroambientali
- Sostegno agli investimenti non produttivi

È inoltre previsto all'interno dell'accordo l'approvazione, da parte degli Enti Gestori, in via preliminare delle misure di conservazione obbligatorie all'interno dei Piani di Gestione delle relative Aree Natura 2000 interessate, riferite alle azioni previste dalle misure sopra elencate, qualora non fossero riportate. Gli agricoltori aderenti dovranno poi rispettare obbligatorie tali misure per accedere agli aiuti previsti dal bando. Le misure di conservazione proposte e che poi sono state adottate riguardavano: il miglioramento e la conservazione degli habitat 6210 "Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia)" e 6510 "Praterie magre di fieno a bassa altitudine (*Alopecurus pratensis*, *sanguisorba officinalis*)"; mantenimento e miglioramento dell'habitat 91E0 "Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*"; la salvaguardia dell'avifauna. Le misure riguardavano ad esempio la redazione di piani di pascolamento, la realizzazione di fasce inerbite durevoli, il mantenimento di almeno la metà della superficie aziendale a seminativo, trasemine per migliorare i pascoli degradati e moltissime altre misure. Dato il forte impegno che queste azioni portavano agli agricoltori, sia da un punto di vista fisico che economico, fondamentale è stata la sensibilizzazione adoperata dalle organizzazioni di settore per incentivarli ad adottare tali pratiche. Il risultato di questo Accordo Agroambientale d'Area è stato di 15 progetti di massima presentati, 11 approvati e 6 progetti esecutivi presentati ed approvati che riguardano: Parco Nazionale dei Monti Sibillini, Parco Regionale del Conero, Parco Naturale Gola della Rossa e Frasassi, Parco Nazionale del Sasso Simone e Simoncello, Riserva Naturale Statale Montagna di Torricchio, Monte Catria, Monte Acuto e Monte della Srega. I

fondi messi a disposizione dal PSR per questo accordo sono stati 10.460.000,00 € (“L’esperienza del PSR delle Marche”, 2013).

L’azione 2) “Tutela delle acque” è stata promossa con 2 bandi all’interno del PSR 2014/2020, le cui finalità sono quelle di portare un miglioramento della qualità delle acque sia superficiali che sotterranee, oltre dei suoli (Bando sottomisura 16.5 Operazione A Azione 3, 2016-17). Le aree di intervento dovevano interessare bacini idrografici dove sono presenti aste fluviali e la porzione di territorio contigua che interessa i versanti, oltre ad includere Zone Vulnerabili ai Nitrati. Lo scopo di questo Accordo Agroambientale d’Area era quello di favorire la conversione delle aziende agricole che insistono nelle aree di intervento ad una gestione biologica o integrata, in quanto è ben dimostrato il loro impatto positivo riguardo al carico di inquinanti presenti sia nelle acque che nel suolo. Al contrario del precedente AAA questo prevedeva, come soggetti promotori: Enti gestori di aree protette, Comuni e loro associazioni, ma anche associazioni tra agricoltori, escludendo organizzazioni professionali. Il pacchetto di misure previsto riguardava:

- Formazione
- Azioni informative e dimostrative su tematiche ambientali
- Produzione integrata
- Produzione integrata avanzata
- Pagamenti per la conversione a metodi di produzione biologica
- Pagamento per il mantenimento di metodi di produzione biologica
- Sostegni pilota per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie

Anche in questi bandi viene comunque finanziata l’azione di studio, progettazione ed animazione a copertura dei costi a carico dei soggetti promotori, che dovranno impegnarsi nel loro svolgimento per portare la più ampia adesione all’accordo e il mantenimento dello stesso. Nel primo bando riguardante l’Azione 2) “Tutela delle Acque” riferito all’annualità 2016, sono stati presentati 3 progetti di massima e sono stati approvati tutti quanti, questi sono: Comune di Altidona – AAA della media e bassa Valdaso, Vinea – AAA Piceno, Associazione dei produttori agricoli della Valle del Foglia – AAA Valle del Foglia, con una dotazione finanziaria di 3.470.000,00 €. Invece, per il secondo bando riferito all’annualità 2017, ancora non è stata presentata

alcuna graduatoria delle possibili domande che sono state presentate, la dotazione finanziaria è di 4.400.000,00€ (“approvazione graduatoria del bando DDS n. 311 del 06/05/2016”).

1.2.2 TSDA-AAA e attuali applicazioni in ambito PSR 2013-2020

L’Accordo Agroambientale d’Area – “Tutela del Suolo e Prevenzione del Dissesto Idrogeologico ed Alluvioni”, vuole ridurre l’erosione superficiale del suolo e del micro dissesto idrogeologico influenzato dall’attività agricola (D.G.R. n. 1519, 2018). Questo avverrà attraverso: l’individuazione di aree ammissibili con un’analisi territoriale dei rischi di dissesto idrogeologico e di alluvioni e la loro incidenza sulle aree candidate, l’individuazione di possibili tecniche da sostenere tenendo in considerazione il PAI regionale, giustificazione delle delimitazioni territoriali e delle tecniche da sostenere con un’analisi del dettaglio locale. Si vuole favorire una maggiore consapevolezza da parte degli agricoltori ed il coinvolgimento dei soggetti pubblici e privati sotto un progetto condiviso. Per queste ragioni l’AAA si basa sull’aggregazione geografica attivando interventi tra loro correlati, promuovere l’approccio partecipativo per garantire la condivisione delle scelte ed incentivare una gestione sostenibile delle risorse naturali. Gli obiettivi sono, oltre alla partecipazione collettiva dei diversi soggetti, anche: tutela della risorsa suolo con un corretto equilibrio tra stabilità dei versanti e la disponibilità idrica degli ecosistemi, protezione delle terre e riduzione dei rischi di dissesto idrogeologico ed alluvioni e la protezione dei corsi d’acqua aumentando la resistenza delle sponde. Caratteristica importante di questo AAA sta nell’individuazione dell’area di intervento, che prescinde dai limiti amministrativi, ma si basa sull’identificazione di uno o più Bacini Idrografici, i quali ovviamente devono comprendere aree a rischio di dissesto idrogeologico o di esondazione, su cui si intende intervenire in maniera integrata ed omogenea al fine di migliorare la gestione delle acque superficiali. Le caratteristiche dell’area sono: la contiguità di tutti i bacini interessati ed un’ampiezza non eccessiva per ottenere un reale ed efficace coinvolgimento degli agricoltori del territorio. Di fatti l’area massima è di 50 Kmq. Il progetto deve essere delineato partendo da un’analisi territoriale dell’accordo, per poi arrivare a livello locale per individuare sia le problematiche

generali che quelle puntuali, poi coinvolgendo i vari portatori di interesse locali nella scelta degli obiettivi e delle strategie, concludendo con la redazione di un progetto d'area coerente con le strategie e realizzabile nei tempi previsti dall'accordo. In questo caso il soggetto promotore/capofila deve essere un Comune il quale deve avere parte o tutto il territorio compreso all'interno dell'area dell'accordo. I limiti dell'area devono poi essere allineati ed adattati ai Fogli di Mappa Catastali dei vari aderenti, devono quindi essere individuati tutti i mappali e relative superfici interessate dall'AAA – TSDA. Di particolare interesse è l'analisi a scala locale, che avviene identificando due tipologie di classificazioni geografico gestionali, gli Ambiti di Gestione delle Terre (AGT) e le unità Omogenee fluviali (UO). Le AGT sono identificabili come delle aree geografiche omogenee riconoscibili oltre che per il tipo di copertura delle superfici, per il tipo di gestione significativa in considerazione degli obiettivi dell'accordo, l'importanza di questo elemento sta nel suo carattere descrittivo dell'area e sarà propedeutico alla scelta degli interventi da realizzare. Le UO, invece, sono delle sottozone dell'area complessiva dell'accordo dove si ritrovano omogeneità geografiche, specifiche criticità ed esigenze di intervento con una conseguente gestione fluviale, che sono individuate come il confinamento di monte e di valle del singolo tratto considerato e del micro bacino di deflusso. Il pacchetto di misure messe in campo per questo Accordo Agroambientale d'Area si divide in “Interventi a carattere trasversale” ed “Interventi specifici” così divisi e specificati:

1. Interventi a carattere trasversale

- Sottomisura 1.1 sostegno ad azioni formative rivolte agli addetti del settore agricolo, alimentare e forestali - Operazione A azioni formative rivolte agli addetti del settore agricolo, alimentare e forestale
- Sottomisura 1.2 sostegno ad attività dimostrative e azioni di informazione – Operazione B azioni informative e dimostrative su tematiche ambientali
- Sottomisura 16.5 sostegno per azioni congiunte per la mitigazione del cambiamento climatico e l'adattamento ad esso e sostegno per approcci comuni ai progetti e alle pratiche ambientali in corso – Azione 1 tutela del suolo e prevenzione del rischio idrogeologico

2. Interventi specifici

- Sottomisura 4.3_sostegno a investimenti nell'infrastruttura necessaria allo sviluppo, all'ammodernamento e all'adeguamento dell'agricoltura e della silvicoltura - Operazione A viabilità rurale e forestale;
- Sottomisura 4.4 sostegno a investimenti non produttivi connessi all'adempimento degli obiettivi agro-climatico-ambientali – Azione 1 sostegno per interventi non produttivi in aree oggetto di accordo;
- Sottomisura 5.1_sostegno a investimenti in azioni di prevenzione volti a ridurre le conseguenze di probabili calamità naturali, avversità atmosferiche ed eventi catastrofici;
- Sottomisura 8.2 impianto e mantenimento di sistemi agroforestali;
- Sottomisura 8.3 protezione dei danni alle foreste causati da incendi, calamità naturali e da altri eventi catastrofici – Azione 2 investimenti destinati a ridurre il rischio idrogeologico;
- Sottomisura 10.1 pagamenti per impegni agro-climatico-ambientali – Azione B inerbimento permanente delle superfici agricole.

Gli interventi a carattere trasversale interessano tutta l'area, indipendentemente dalle problematiche individuali, questi sono ad esempio le misure inerenti alla formazione e l'informazione dei soggetti aderenti. Gli interventi specifici, invece, devono essere applicati individualmente all'AGT che presenta quelle problematiche per cui sono necessari quegli specifici interventi, come ad esempio per un seminativo avvicendato non la formazione di sistemazioni idraulico forestali ordinarie, ma opere per il loro miglioramento, come strade-fosso, canali a terrazza, fossi collettori, ecc... . Per le UO, si comprendono interventi come interventi selvicolturali favorendo una vegetazione riparia specializzate, mantenimento e ripristino delle opere idrauliche longitudinali e trasversali, il consolidamento di sponde naturali ed altri. I progetti che sono stati presentati ed approvati in tutto il territorio marchigiano sono 21, per una superficie totale di 48.833 ettari e che hanno coinvolto 533 soggetti (Tiberi, Sottomisura 16.5.A – Azione 1, 2019).

Capitolo 2

INQUADRAMENTO DELL'AREA STUDIO

2.1 Bacini Misa e Cesano

I Bacini Idrografici del Misa e del Cesano sono interessati dal progetto di tesi, in quanto questo si sviluppa principalmente nell'area amministrativa del Comune di Corinaldo compreso proprio tra i due (Provincia di Ancona, Relazione specialistica idraulica).

Il Bacino Idrografico del Cesano è compreso tra le provincie di Pesaro-Urbino ed Ancona, dato che il fiume stesso segna il confine, si estende per una superficie di 413 Km². Il fiume Cesano nasce dal Monte Catria in località Fonte dell'Insollo a 1200 m s.l.m. e si sviluppa per una lunghezza di 53 km attraversando i comuni di Serra Sant'Abbondio, Pergola, San Lorenzo in Campo, Castelleone di Suasa, Mondavio, Monte Porzio, Tre Castelli e Mondolfo, sfociando infine sull'Adriatico a Cesano di Senigallia. Il profilo longitudinale del Fiume Cesano può essere diviso in quattro tratti con differenti caratteristiche di pendenza. Il primo di 3 km, tra la sorgente e Fonte Avellana ha un dislivello di 650 m ed una pendenza media del 22%. Il secondo di 19 km tra Fonte Avellana e Pergola ha un dislivello di 320 m ed una pendenza media dell'1,7%. Il terzo di 20 km tra Pergola e Monte Porzio ha un dislivello di 170 m ed una pendenza media del 0,7%. L'ultimo tratto di 11 km tra Monte Porzio e la foce ha un dislivello di 60 m ed una pendenza media dello 0,5%.

Il fiume si sviluppa secondo l'orientamento SW-NE, come la maggior parte dei suoi affluenti. La sua struttura altimetrica è tipica dei fiumi a regime torrentizio, con piene improvvise concentrate nel periodo invernale e tardo primaverile. Inoltre, è caratterizzato da fenomeni di profonda incisione che nei periodi di forti precipitazioni porta come risultato ad importanti fenomeni erosivi.

Il Bacino Idrografico del Fiume Misa, invece, si origina dalla dorsale umbro-marchigiana, più specificatamente la sorgente del corso d'acqua si trova in località San

Donnino. Il bacino poi si sviluppa per la maggior parte lungo sui sedimenti argilloso-sabbiosi del bacino marchigiano esterno, con un orientamento SW-NE, sfociando nel Mar Adriatico attraversando la città di Senigallia. La superficie del bacino è di 380 kmq, con una lunghezza dell'asta fluviale di 48 km, la quale attraversa i comuni di Arcevia, Serra de' Conti, Ostra Vetere, Ostra e ovviamente Senigallia.

L'affluente principale del corso d'acqua è il Fiume Névola, il quale si origina tra i Comuni di Castelleone e Barbara, dall'unione del Torrente Fanella ed il Torrente Acquaviva. Il suo percorso è lungo 19 km ed incontra i Comuni di Castelleone, Ostra Vetere, Corinaldo e Ripe, finendo poi nel corso del Misa in località Brughetto.

2.2 Bacini Afferenti

I Bacini Idrografici definiti afferenti, delimitano l'area imbrifera che interessa i più importanti affluenti del corso principale e lo stesso fino alla foce. Nel caso del fiume Cesano i Bacini Afferenti sono quelli del Ciniso, Torrente Névola, Rio Freddo, Rio Maggio e Rio Grande. Per quanto riguarda il fiume Misa invece i bacini afferenti appartengono agli affluenti Torrente San Lorenzo, Torrente Acquaviva, Fiume Névola e Torrente Caffarelli.

Considerando che questo lavoro di tesi ha come input iniziale l'AAA di cui il comune di Corinaldo si è fatto capofila, comprendendo tutto il suo territorio comunale, ed inizialmente coinvolgendo anche il Comune di Castelleone, i Bacini Afferenti a cui si fa riferimento sono quelli coinvolti all'interno dell'Accordo. In particolare, a Nord abbiamo il bacino del Fiume Cesano che inizia dall'unione con l'affluente Torrente Névola, fino alla foce, mentre a sud abbiamo quello del Fiume Névola che va dalla sorgente fino al congiungimento con il corso principale del Misa. Si è ritenuto opportuno affrontare l'analisi a questa scala di dettaglio intermedia, per meglio evidenziare alcune caratteristiche locali, che ad un livello di dettaglio maggiore, porterebbero ad una lettura poco funzionale, mentre in questo modo si riesce a fare una lettura più complessiva ma nello stesso tempo sufficientemente specifica.

2.2.1 Ambiti Omogenei di Riferimento

Gli Ambienti Omogenei di Riferimento (AOR), sono degli ambienti individuati integrando caratteristiche significative per la genesi dei suoli, quali: geologia, clima, uso delle terre e vegetazione. Queste classificazioni di territorio sono state individuate all'interno del progetto europeo Sustainable Agriculture and Soil Conservation (SoCo Project) e che ha portato ad una suddivisione del territorio in Alta Montagna, Media Alta Collina, Bassa Collina, Piani Alluvionali Interni. Scopo di tale suddivisione è quello di portare ad una migliore organizzazione del territorio per portare ad una maggiore gestione del suolo. Come sappiamo la sostenibilità di alcune colture è soggetta alle condizioni ambientali locali, lo stesso vale per le tecniche di gestione del suolo, di fatti alcune pratiche di gestione possono in alcuni casi incrementare la degradazione del suolo, mentre in altri le stesse tecniche possono addirittura prevenirla. Quindi all'interno di progetti di gestione del territorio, in particolare per affrontare le tematiche di conservazione del suolo, la conoscenza dell'idoneità di un terreno ad un determinato uso, aiuta alla formazione di decisioni mirate sull'utilizzo ed una appropriata gestione del suolo, portando ad una sostenibilità ambientale delle attività.

Le peculiarità gestionali di questo tipo di classificazione, risultano essere fondamentali in progetti che mirano alla salvaguardia ed al miglioramento dell'assetto territoriale, in prevenzione a quelli che possono essere di prevenzione dei fenomeni di dissesto idrogeologico.

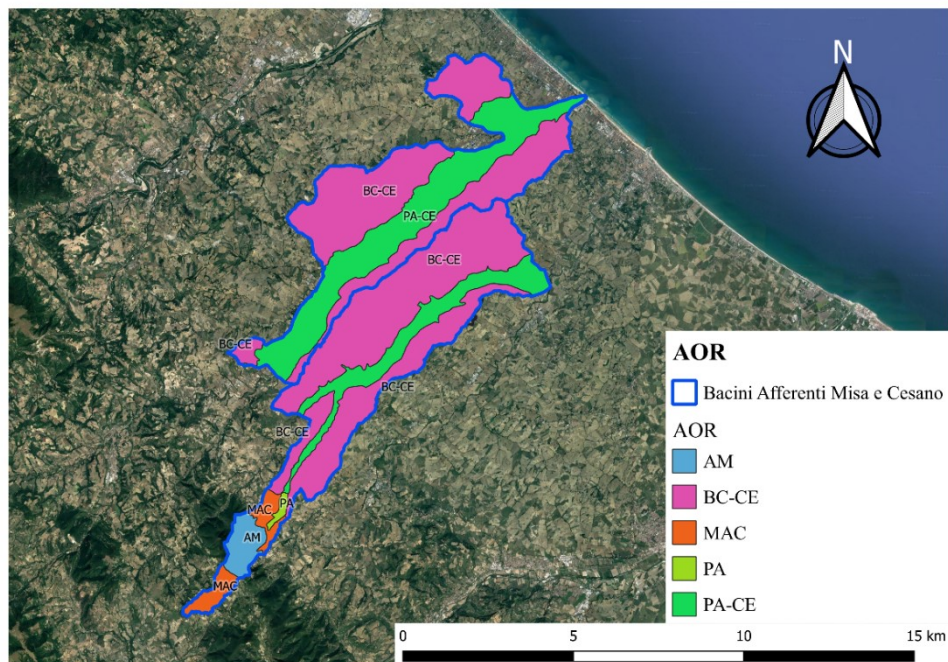


Figura 2.1 – Carta degli Ambiti Omogenei di Riferimento, a scala di bacini afferenti.

Come vediamo dalla cartografia abbiamo un territorio caratterizzato principalmente da ambienti di Bassa Collina (BC-CE) e di Piane Alluvionali (PA-CE) tipici dei bacini Cesano ed Esino, a seguire possiamo poi vedere, nelle parti più interne del bacino del Névola, la presenza di aree di Alta Montagna (AM), Media Alta Collina (MAC) e Piane Alluvionali Interne (PA). Le caratteristiche di questi ambienti secondo quanto si osserva all'interno del SoCo Project sono che; gli ambienti di alta montagna sono caratterizzati da una forte presenza di foreste e di prati-pascolo, questo porta quindi a delle lavorazioni molto minime legate soprattutto al pascolo dove la presenza di erbacee perenni aiuta nel mantenimento del suolo. Inoltre, la presenza degli animali contribuisce ad arricchire queste zone di materia organica, contribuendo ad una giusta fertilizzazione del suolo. Pertanto in queste zone la gestione delle terre è già di per sé molto buona ed andrebbe incrementata la conservazione e la valorizzazione delle risorse naturali presenti. Mediamente, all'interno della nostra Regione, le zone identificate come Media Alta Collina, sono caratterizzate da una forte riduzione delle superfici rispetto all'Alta Montagna, a favore di attività agricole, in cui ancora sono poco presenti le monoculture, mentre ritroviamo invece una forte presenza di colture

foraggiere, che rappresentano una grossa fetta nella rotazione delle colture. Questo ci porta a dire che in Media Alta Montagna occorre valorizzare maggiormente le risorse naturali, ma anche che il sistema di colture favorisce un minor input di fertilizzazioni minerali, d'altro canto però, il territorio caratterizzato da forti pendenze e da tessiture non sempre favorevoli portano ad adottare lavorazioni del terreno non sempre sostenibili. Invece nell'area di Bassa Collina ricadente nei bacini Cesano ed Esino ritroviamo il territorio agricolo gestito per lo più con la rotazione delle colture, tralasciando la presenza di foraggi all'interno della stessa, ma anche come monocoltura, una forte riduzione si ha anche per la presenza di foreste, mentre è significativa la presenza di colture orticole. In queste aree l'adozione di lavorazioni di conservazione del suolo è strettamente correlata alla presenza di disposizioni idrauliche agricole. In questa area date le condizioni favorevoli sono venute a mancare le sistemazioni idrauliche adatte a favore della meccanizzazione e della semplificazione colturale, portando poi a danni dati da fenomeni di erosione con frane, ma anche la perdita della capacità di assorbimento dell'acqua meteorica da parte del suolo. Inoltre, l'adozione di lavorazioni di conservazione del suolo varia moltissimo dalle disponibilità aziendali di praticarle, ma spesso, anche dalla mancanza di macchine adeguate. Negli ambienti delle Pianure Alluvionali Interne ritroviamo una situazione di gestione delle terre molto simile alle zone di Media Alta Collina, con una forte presenza di rotazione delle colture e una importante presenza di foraggiere.

2.2.2 Pedopaesaggi

I pedopaesaggi delimitano porzioni del territorio, prendendo come riferimento le differenze che ritroviamo nel suolo spostandoci da una Regione Pedologica all'altra (D'Alessio et al. - Suoli e Paesaggi delle Marche, 2006). Nello specifico sono stati eseguiti dei rilievi pedologici, poi sottoposti ad analisi, in zone campione del territorio, i risultati poi sono stati in parte mediati tra di loro, andando in fine a definire, tramite dei caratteri di spicco, la suddivisione prima in Regioni di Suolo e poi in Sottosistemi di Suolo (o Unità Tipologiche del Suolo). Possiamo quindi dire che per ogni suolo di un'UTS abbiamo un profilo virtuale di suolo rappresentativo dei caratteri medi dei suoli ad essa correlati, inoltre, ogni suolo concorre con un peso diverso a definire i

criteri dell'unità. I criteri analizzati per identificare le UTS sono in particolare: i suoli che vi ritroviamo aprendo un profilo pedologico, il pedoclima, il substrato roccioso, la fertilità e molte altre caratteristiche.

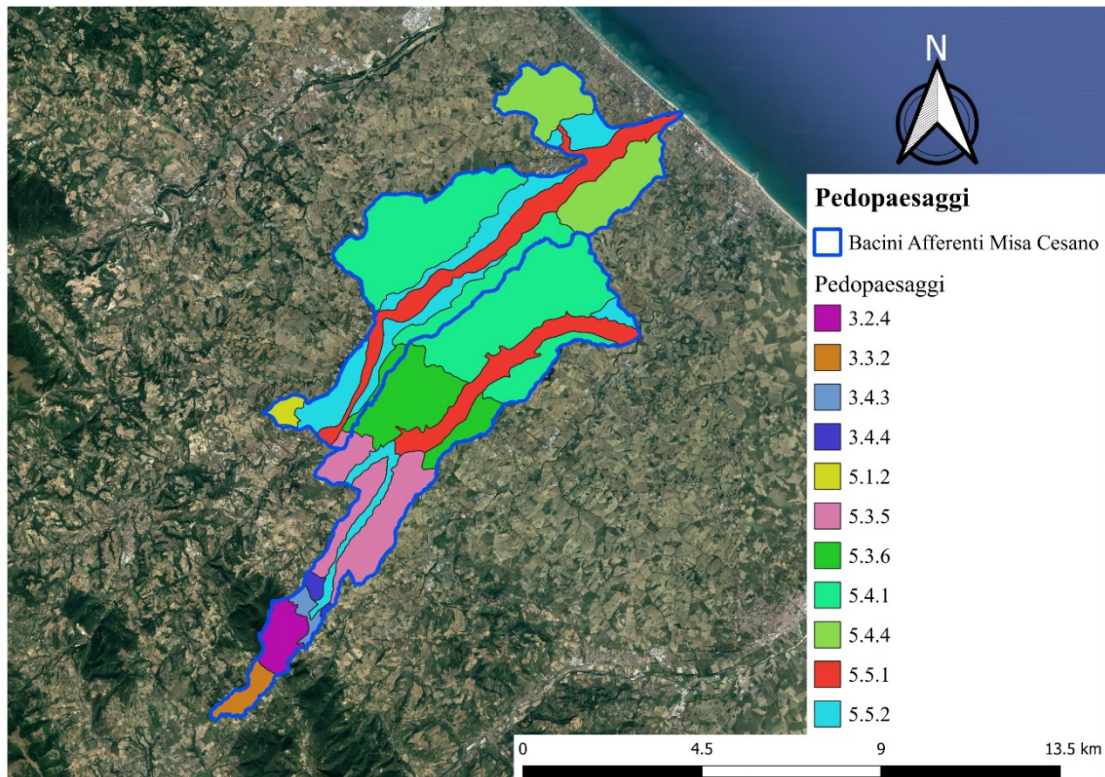


Figura 2.2 – Carta dei Pedopaesaggi, a scala di bacini afferenti. (Suoli e Paesaggi delle Marche, D’Alessio et al. – 2006).

I sottosistemi pedologici ricadenti nell’ambito d’area dei bacini afferenti interessati per questa tesi sono caratterizzati dalle seguenti proprietà:

3.2.4 – Margine della catena del Monte Cucco – Monte Nerone

Comprende bacini fino a 1000 m s.l.m. tra il Metauro ed il Chienti su calcari e marne calcaree, caratterizzato da versanti con pendenze medie principalmente coperti da boschi di latifoglie (Orno-ostrieti, querceti e leccete) e in quota minoritaria aree agricole e pascoli. I suoli sono caratterizzati da una certa ricchezza in sostanza organica ma poco profondi o con una forte presenza di scheletro in corrispondenza di depositi detritico-colluviali. Invece, dove l’erosione è meno accentuata possiamo trovare suoli

più strutturati con orizzonti superficiali spessi 15-20 cm con una forte presenza di sostanza organica.

3.3.2 – Bacino interno parte orientale

Il sottosistema è caratterizzato da bassi versanti nei dintorni di Fabriano e Camerino, da Pergola a Pieve Torina su marne argillose e siltose, calcari marnosi e, secondariamente, conglomerati ed arenarie. Dominano i seminativi e le coltivazioni con presenza di aree naturali, in subordine boschi di latifoglie. Possiamo riscontrare la presenza di suoli come i Calcari-Epileptic Regosols (SMA-S.Maria del Poggio) i quali sono litosuoli poco evoluti, spesso indice di fenomeni erosivi attivi o recenti, si rinvengono su calcari, marne e calcari marnosi ricoperti spesso da vegetazione naturale.

3.4.3 – Colline di Pergola

È definito da colline del medio bacino del Cesano e degli alti bacini del Névola e del Misa, su litotipi marnosi, calcareo marnosi con selce e successioni arenitico-pelittiche. Prevalgono le aree agricole; boschi di roverella e orno-ostrieti, formazioni riparie ed aree arbustive. Sono tipici i suoli a tessitura argillosa in particolare nei tratti meno acclivi dei versanti, invece, in situazioni opposte vediamo la prevalenza di litosuoli estremamente calcarei fortemente erodibili.

3.4.4 – Margine orientale delle colline di Pergola ed Arcevia

Stretta fascia collinare, a versanti inclinati, al margine est dell'area Urbinate tra Montevecchio ed Arcevia. Litotipi marnosi o marnoso-siltosi (Schlier). Terreni prevalentemente agricoli, con mosaici di colture; presenza di boschi di latifoglie (roverella e orno-ostrieti).

5.1.2 – Isola del Piano – Fratte Rosa

Rilievi interni dei bacini del Metauro e del Cesano, a pendenza media e quote inferiori a 500 m s.l.m. Prevalgono substrati marnosi, pelittici e pelittico arenitici. Le coperture dono seminativi, querceti, formazioni riparie, robineti ed ailanteti. I suoli sono prevalentemente argilloso limosi, molto profondi anche se poco evoluti, in alcuni casi troviamo anche suoli sodici che contribuiscono ad una bassa coesione della struttura del terreno.

5.3.5 – Ripalta tra Cesano e Misa

Rilievi collinari compresi tra i fiumi Misa e Cesano, generalmente inclinati, si trovano su substrati prevalentemente pelittici. Arativi non irrigui e coltivazioni

complesse a mosaico; sporadici querceti. Si riscontra la presenza di differenti tipi di suoli che portano ad una destabilizzazione dei versanti e ad una maggiore suscettibilità del suolo.

5.3.6 – Colli di Barbara e Castelleone

Vi ritroviamo i rilievi di Castelleone ed Ostra Vetere, a pendenza modesta o media, su substrati pelitico arenitici. Abbiamo suoli come il Calcaric Regosols (SPO - S. Pietro Orgiano) che si trovano sulle parti alte dei versanti collinari, questi si originano in condizioni dove è molto più elevata l'erosione che la deposizione di materiale generante suolo.

5.4.1- Colline dell'entroterra tra i fiumi Metauro ed Esino

Superfici basso-collinari a pendenza inclinata o moderatamente ripida, su peliti o peliti arenitiche. Uso del suolo soprattutto per arativi non irrigui, con locali presenze di vegetazione naturale (robineti-ailanteti, formazioni riparie, querceti). Sono tipici di questo pedopaesaggio suoli instabili, da un punto di vista idrogeologico perché sodici o iposodici che portano ad una maggiore instabilità degli agglomerati. Sono inoltre suoli con elevate presenze di calcare per cui molto difficili da coltivare.

5.4.4 – Colline pre-litoranee e litoranee tra Metauro e Potenza

Rilievi litoranei con pendenze da basse a medie, che si formano da peliti e areniti. Il suolo viene utilizzato principalmente per aree agricole e seminativi. Troviamo suoli con una presenza elevata di limo che porta di conseguenza ad un cattivo drenaggio interno e uno sviluppo di ristagni con la complicità della morfologia

5.5.1 – Fondovalle dei fiumi dal Cesano al Chienti

Valli dei fiumi Cesano, Misa e Nevola, sono pianeggianti e si originano da alluvioni recenti e attuali. Le superfici sono prevalentemente agricole e per lo più impiegate a seminativo. Lungo le aste fluviali si rinvengono formazioni ripariali (saliceti e pioppeti). Ritroviamo nel pedopaesaggio differenti suoli tipici delle aree di fondovalle di fiumi, alcuni con elevate presenze di scheletro, altri invece limosi argillosi, che possono presentare problemi di ristagno idrico particolarmente nei periodi umidi.

5.5.2 – Terrazzi delle valli dal Cesano al Chienti

Sono superfici terrazzate delle valli descritte al punto precedente, da poco a moderatamente inclinate, su depositi alluvionali pleistocenici. Si ha una prevalenza di terre arate non irrigue e limitata presenza di formazioni naturali caratterizzate da

pioppeti, saliceti, querceti, orno-ostrieti. Abbiamo suoli che sono soggetti, o lo sono stati, a decarbonatazione con orizzonti calcici presenti a profondità più o meno elevate a seconda dell'antichità dei suoli stessi. Hanno una tessitura prevalentemente argilloso limosa, o anche franco limoso argillosa, in alcuni casi si trova la presenza di scheletro in profondità che permette nel complesso una certa capacità drenante.

2.2.3 PPAR-PPR

Il Piano Paesistico Ambientale Regionale, è stato approvato tramite Delibera Amministrativa 197 del 1989, in riferimento alla Legge 431 del 1985, ed alla Legge Regionale 26 del 1987; questo al fine di disciplinare gli interventi sul territorio conservando l'identità storica, garantendo la qualità dell'ambiente e il suo uso sociale, assicurando la salvaguardia delle risorse territoriali ("Regione Marche - Piano Paesistico Ambientale Regionale", 1989).

Il Piano si articola dividendo il territorio in diverse entità quali: Sottosistemi Tematici; Sottosistemi Territoriali; Categorie Costitutive del paesaggio; Interventi di Rilevante Trasformazione del territorio. I Sottosistemi Tematici considerano le componenti fondamentali dell'ambiente presenti nel territorio regionale: geologiche, botanico-vegetazionali e storico-culturali. Invece, i Sottosistemi Territoriali individuano anche le aree costituenti zone omogenee graduate secondo la rilevanza dei valori paesistico-ambientali. Le Categorie Costitutive del paesaggio sono riferite ad elementi fondamentali del territorio che definiscono la struttura del paesaggio medesimo. Infine, gli Interventi di Rilevante Trasformazione del Territorio sono valutati e disciplinati per quanto concerne le metodologie e le tecniche progettuali.

Il Piano svolge la sua azione, influenzando le scelte di gestione territoriale tramite: Indirizzi, Direttive e Prescrizioni. Gli Indirizzi orientano la formazione e la revisione degli strumenti urbanistici di ogni specie e livello, nonché degli atti di pianificazione, programmazione e di esercizio di funzioni amministrative attente alla gestione del territorio. Le Direttive puntano a far adeguare al Piano gli strumenti urbanistici generali, oltre a specificare e/o sostituire le prescrizioni di base definite "transitorie". Le Prescrizioni, infine, possono essere sia transitorie che permanenti e sono vincolanti per ogni soggetto pubblico o privato e prevalente su tutti gli strumenti di pianificazione

e programmazione vigenti. La tutela è applicata per ambiti territoriali, che comprendono le categorie costitutive del paesaggio considerato ed i luoghi ad esso circostanti e complementari in termini paesistico-ambientali. Il Piano definisce ambiti di tutela provvisori in base a parametri geometrici o specifiche indicazioni cartografiche come determinazione delle aree in cui applicare le prescrizioni di base e come segnalazione delle aree sensibili, in cui occorre risolvere le problematiche di tutela e attivare i processi di valorizzazione necessari.

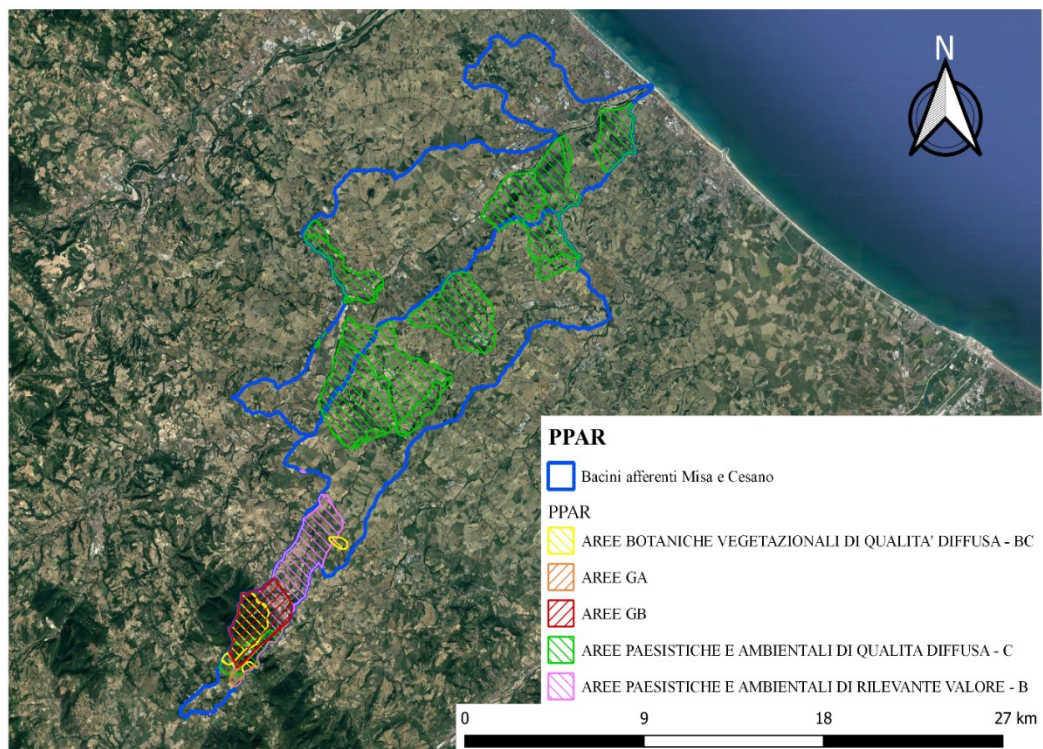


Figura 2.3 – Aree paesistiche e botaniche, a scala di bacini afferenti.

Nella cartografia sopra riportata si individuano i Sottosistemi Tematici che considerano le componenti fondamentali dell’ambiente presenti nel territorio all’interno dei Bacini Afferenti interessati dal progetto di tesi.

Sottosistema geologico, geomorfologico e idrogeologico: il piano individua tre aree tematiche GA, GB e GC che si differenziano per rarità a livello regionale e nazionale, estensione delle aree, esposizione e frequenza, valore didattico e studi scientifici. Le “Aree GA”, sono caratterizzate da un’alta rappresentatività e/o rarità degli elementi presenti, in cui sono ben riconoscibili le forme geomorfologiche tipiche della regione

marchigiana, le serie tipo della successione Umbro-Marchigiana e gli ambienti in cui sono presenti gli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici tipici del paesaggio regionale. Le “Aree GB” rappresentano aree montane e medio-collinari in cui gli elementi geologici, geomorfologici caratteristici del paesaggio sono diffusi e non presentano peculiarità come elemento singolo, ma concorrono nell’insieme alla formazione dell’ambiente tipico della zona montana e medio-collinare. I rischi maggiormente connessi a questo Sottosistema Tematico sono l’alterazione dell’ambiente naturali a causa delle trasformazioni del territorio, l’alterazione del regime idrico superficiale e sotterraneo a causa delle captazioni incontrollate delle sorgenti o la costruzione di invasi artificiali, bonifiche, ecc..., l’inquinamento delle risorse idriche, l’alterazione ed il degrado delle località in cui sono riconoscibili le serie della successione umbro-marchigiana, movimenti gravitativi dei versanti, erosioni fluviali, esondazioni. Perciò gli indirizzi di tutela generali sono orientati a mantenere l’assetto geomorfologico, conservare quello idrogeologico ed evitare l’occultamento delle peculiarità geologiche e paleologiche.

Sottosistema botanico-vegetazionale: Si classifica il paesaggio vegetazionale delle Marche in rapporto ai valori intrinseci localizzati nelle aree BA, BB, BC, secondo i parametri di specie vegetazionali endemiche, rare o in via di scomparsa, associazioni vegetazionali relitte o ridotte, ambienti infrequenti quali torbiere, paludi, piani carsici, gole calcaree, grotte, nei quali vivono specie floristiche peculiari, ambienti nei quali le associazioni vegetazionali compongono ecosistemi integri, di ampia estensione, in tutte le loro fasi progressive e regressive. All’interno dei Bacini afferenti d’interesse ritroviamo unicamente le “Aree BA” che comprendono le zone in cui sono presenti specie vegetali endemiche, rare o in via di scomparsa, peculiari della Regione Marche. I rischi principali di questo sistema sono la scomparsa delle specie rare in alcune o tutte le località dove sono presenti, l’alterazione dell’ambiente di sviluppo, degradazione e degenerazione delle associazioni vegetali e gli interventi antropici che possono introdurre elementi di frattura degli equilibri ecosistemici. La tutela di tali aree punta a proteggere e conservare le specie floristiche rare, esclusive ed in via di scomparsa, mantenere l’attuale assetto vegetazionale sulle montagne e sull’alta collina, salvaguardare le caratteristiche estetiche e storiche degli elementi vegetazionali che caratterizzano l’ambiente regionale ed infine, ripristinare

consolidare e sviluppare il patrimonio botanico-vegetazionale si con fini ecologici che di difesa del suolo.

Sono poi individuati i Sottosistemi Territoriali che, invece, individuano le aree costituenti zone omogenee graduate secondo la rilevanza dei valori paesistico-ambientali del territorio. Quelle che ritroviamo nell'area di interesse sono le "Aree B" che identificano unità di paesaggio rilevanti per l'alto valore del rapporto architettura-ambiente, del paesaggio e delle emergenze naturalistiche, caratteristico della regione. Ritroviamo anche le "Aree C" che racchiudono zone che esprimono la qualità diffusa del paesaggio regionale nelle molteplici forme che lo caratterizzano, come: torri, case coloniche, ville, alberature, pievi, archeologia produttiva, fornaci, borghi, ecc... La tutela di queste aree si basa su indirizzi generali che sono, per le "Aree B" di intraprendere una politica di conservazione e qualificazione dell'assetto attuale ed essere cauti con progetti di trasformazione del territorio. Per le "Aree C" ci deve essere una tutela dei valori e dei caratteri specifici delle singole categorie di beni, confermando l'assetto attuale dove si qualificato o ammettendo trasformazioni compatibili con l'attuale configurazione paesistico-ambientale.

Il Piano Paesistico Regionale, è anch'esso uno strumento di pianificazione del governo del territorio, ma fa riferimento al più recente D.Lgs 42/2004, il così detto Codice Urbani, il quale assume un importante valore innovativo rispetto alle precedenti concezioni di paesaggio, come detto nell'art. 131 (così modificato dall'art. 2, comma 1, D.Lgs. 63/2008): "*... per paesaggio si intende il territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interazioni...*". Inoltre, il concetto di paesaggio stesso viene esteso a tutto il territorio e non soltanto ad alcune categorie di beni ambientali ritenuti di maggior pregio, come nella Legge 431/1985 a cui fa riferimento il sopracitato PPAR.

Il Piano opera prettamente in una dimensione prettamente regolamentare, di fatti, fornisce un quadro organico di riferimento per articolare strategie e discipline di maggior dettaglio per la tutela del paesaggio all'interno degli strumenti urbanistici inferiori.

Attualmente la Regione Marche è in fase di revisione del PPAR per adeguarlo alle disposizioni del D.Lgs 42/2004, di cui per ora è stato approvato il documento preliminare con D.G.R. 140 del 01 febbraio 2010. Sono comunque state rese a

disposizione di consultazione in via per ora indicativa gli ambiti identificati. Il Preliminare di Piano descrive il paesaggio suddividendo il territorio marchigiano in 7 macro-ambiti e 20 ambiti. Questa suddivisione rappresenta una modalità di descrizione del territorio configurando un modello interpretativo che va ad affiancarsi a quello dei “Sistemi Tematici” del PPAR. Il Macro-ambito rappresenta una struttura di riferimento ampia che fa da cornice per meglio definire l’ambito di paesaggio, collocandolo in un contesto che ne contribuisce a definire il significato. Gli Ambiti sono, quindi, delle partizioni dei Macro-ambiti, sono riconosciuti come contenitori ancora ampi, riconoscibili per una morfologia prevalente, per le relazioni territoriali, i rapporti visuali e per un processo di identificazione delle popolazioni insediate in quei luoghi.

Pertanto al momento il PPAR risulta essere il Piano per la gestione e la tutela delle risorse paesaggistico ambientali attualmente vigente nel territorio regionale

2.2.4 CLC

Il Corine Land Cover è un progetto a livello comunitario che si conclude con l’elaborazione di una cartografia tematica riguardo alla copertura del suolo, riferita ad un determinato anno (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/download-mais/corine-land-cover/corine-land-cover-2012-iv-livello/view>). Il progetto nato nel 1985 ha lo scopo di verificare lo stato dell’ambiente all’interno dell’Unione Europea, in modo dinamico, per riuscire a fornire un supporto per lo sviluppo di politiche comuni, controllarne poi gli effetti e proporre eventualmente delle azioni correttive. La prima cartografia tematica è del 1990 (CLC90) a cui poi sono seguiti gli aggiornamenti del 2000, 2006, 2012 e l’ultimo del 2018. Già dal 2006 l’Europa ha adottato sistemi di monitoraggio indipendenti da altri soggetti mondiali, per riuscire a garantire una gestione dei dati finalizzata agli interessi dell’Unione stessa e degli stati membri, arrivando poi oggi con il programma di osservazione e monitoraggio della Terra Copernicus. L’ISPRA è l’istituto che per l’Italia assicura il coordinamento tecnico con l’Agenzia Europea dell’Ambiente, la quale gestisce il progetto europeo.

I prodotti della CLC sono basati sulla fotointerpretazione di immagini satellitari realizzata dai team nazionali degli Stati (ISPRA per l’Italia), secondo una metodologia

ed una nomenclatura standard. Si segue una costruzione gerarchica per definire la copertura del suolo, che arriva al terzo livello per la maggior parte degli stati europei, mentre per l'Italia ci sono degli approfondimenti fino al quarto livello. L'Unità Minima Cartografabile è di 25 ettari, l'ampiezza minima degli elementi lineari di 100 m e l'unità minima cartografabile per i cambiamenti è di 5 ettari. Per quanto il dettaglio delle informazioni non è molto elevato, questo risulta essere sufficiente, per questa scala di dettaglio, a darci conoscenza della copertura del suolo, dandoci anche informazioni sufficienti per l'influenza antropica sul territorio oggetto di studio.

La CLC, presa a riferimento è del 2012, questo perché presenta per il territorio in esame quella più aggiornata e con una più dettagliata rappresentazione del territorio tra quelle disponibili per la Regione Marche.

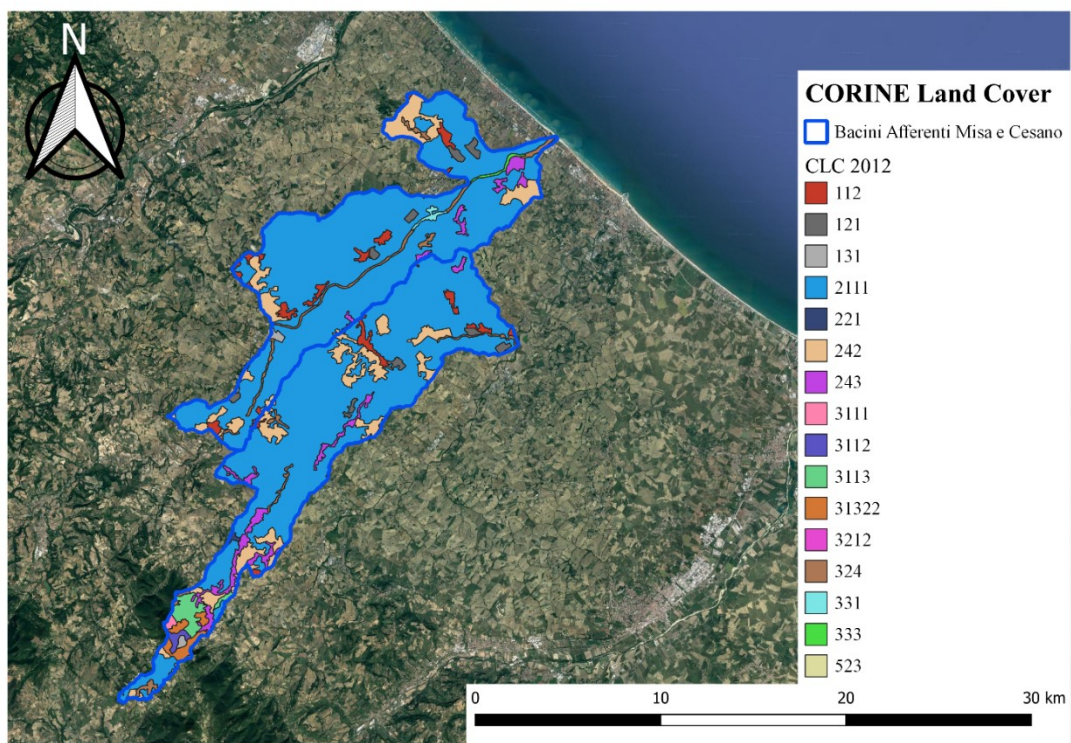


Figura 2.4 – Corine Land Cover 2012 al 4° livello, a scala di bacini affèrenti.

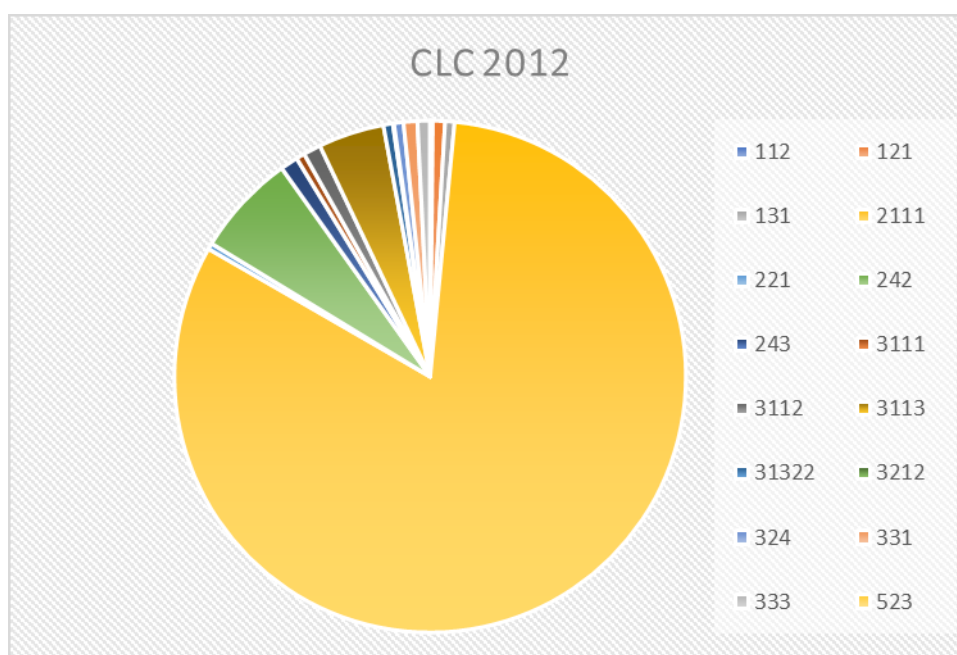


Figura 2.5 – Grafico a torta rappresentante i valori della cartografia con CLC.

CODICE CLC	DESCRIZIONE	AREA (ha)	Superficie (%)
112	Tessuto urbano discontinuo	9,69	0,17%
121	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	44,30	0,77%
131	Aree estrattive	34,51	0,60%
2111	Colture intensive	4727,05	81,79%
221	Vigneti	22,00	0,38%
242	Sistemi colturali e particellari complessi	372,41	6,44%
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	64,22	1,11%
3111	Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera	31,41	0,54%
3112	Boschi a prevalenza di querce caducifoglie	63,78	1,10%
3113	Boschi a prevalenza di latifoglie mesofile e mesotermofile	240,59	4,16%
31322	Boschi misti di conifere e latifoglie a prevalenza di pini montani e oromediterranei	34,65	0,60%
3212	Pascoli di pertinenza di malga	4,07	0,07%
324	Vegetazione in evoluzione	34,59	0,60%
331	Spiagge, dune, sabbie	50,54	0,87%
333	Aree a vegetazione rada	45,36	0,78%
523	Mari e oceani	0,32	0,01%
TOTALE		5779,48	100,00%

Tabella 2.1 – Tabella delle classi d'uso del suolo della CLC, in ha e %.

Dal grafico a torta e dalla tabella riportata, vediamo quali attività si compongono sul territorio dei bacini afferenti del Misa e del Cesano presi in esame. In particolare vediamo che la maggior parte della superficie è composta da colture intensive (81,79 %), questo dato il contesto rurale di area maggiormente compreso tra la media e la bassa collina, è piuttosto aspettato. In secondo luogo si nota la forte presenza anche dei sistemi colturali e particellari complessi che occupano il 6,44 % della superficie, con superficie di 372,41 ha, questa categoria racchiude tutte quelle coltivazioni che vengono gestiti con foraggere che possono essere in associazione anche con colture permanenti a ciclo produttivo più lungo. Ritroviamo poi la presenza di boschi a prevalenza di latifoglie mesofile e mesotermofile, che occupano il 4,16 % del territorio preso in considerazione, con una superficie di 240,59 ha. Queste si trovano nelle aree più interne, insieme alle altre coperture boscate ed ai pascoli, dove si ha la presenza di aree montane, in cui la pressione antropica è meno presente e le condizioni climatico-morfologiche sono più sfavorevoli per lo sviluppo delle attività agricole più intensive. Il resto del territorio si divide maggiormente tra aree urbane ed aree industriali, ma con una certa presenza anche di aree prevalentemente occupate da colture agrarie, con la presenza di spazi naturali importanti (1,11 %) che ritroviamo in modo diffuso per tutto il territorio.

2.2.5 *REM*

La REM (Rete Ecologica delle Marche) è un approccio ecosistemico che, pur nei limiti a essa propri, ha inteso configurarsi come un primo fondamentale tassello per sviluppare una strategia regionale per la biodiversità configurandosi quindi come l'avvio del processo che dovrà portare la regione a contribuire al raggiungimento degli obiettivi definiti dalla “Strategia Nazionale per la Biodiversità” elaborata dal Ministero per l'Ambiente nel 2010 e dalla “EU biodiversity strategy to 2020” della Commissione Europea (COM 2011 244). La REM è basata su una lettura multi-scala del territorio regionale che ha lo scopo di coglierne da un lato gli elementi unificanti e dall'altro l'articolazione dei contesti ambientali. Da questa lettura discendono obiettivi progettuali e misure di gestione specifiche che nel loro complesso permettono di dare risposta alle questioni emergenti dall'analisi del sistema biologico marchigiano. Per

questo fine la rete è stata organizzata in modo tale da individuare alcuni elementi paesistico-ecosistemici, che vengono definiti come: nodi, aree buffer e le UEF (Relazione Generale REM – Quadro propositivo, 2013).

I nodi sono fondamentalmente tutte le aree della cosiddetta Rete Natura 2000, che comprendono quindi le ZPS e ZSC, ma anche Parchi e Riserve Naturali sia Regionali che Nazionali, oltre ovviamente alle Oasi.

Le aree buffer sono porzioni di territorio funzionalmente collegate ai nodi. Azioni, misure e interventi finalizzati alla gestione di questi ultimi dovranno tenere in debito conto le aree buffer e potranno, se necessario, essere applicati anche ad esse.

Le continuità naturali (QC 7.2) rappresentano le porzioni di vegetazione naturale fisicamente contigue (gap massimo 100m), all'interno delle quali quindi si può ragionevolmente supporre che le specie target si possano spostare liberamente, sempre che non siano presenti elementi di occlusione.

gli elementi costitutivi della REM sono le cosiddette UEF (Unità Ecosistemiche Funzionali) che ci danno una suddivisione del territorio, proprio in base alle caratteristiche vegetazionali e faunistiche comuni all'interno delle singole unità, rispetto ad altre che sono certamente estranee e quindi appartenenti ad altre unità. Sono quindi caratterizzate da una precisa struttura delle fitocenosi e dall'ospitare un set ben definito di specie faunistiche.

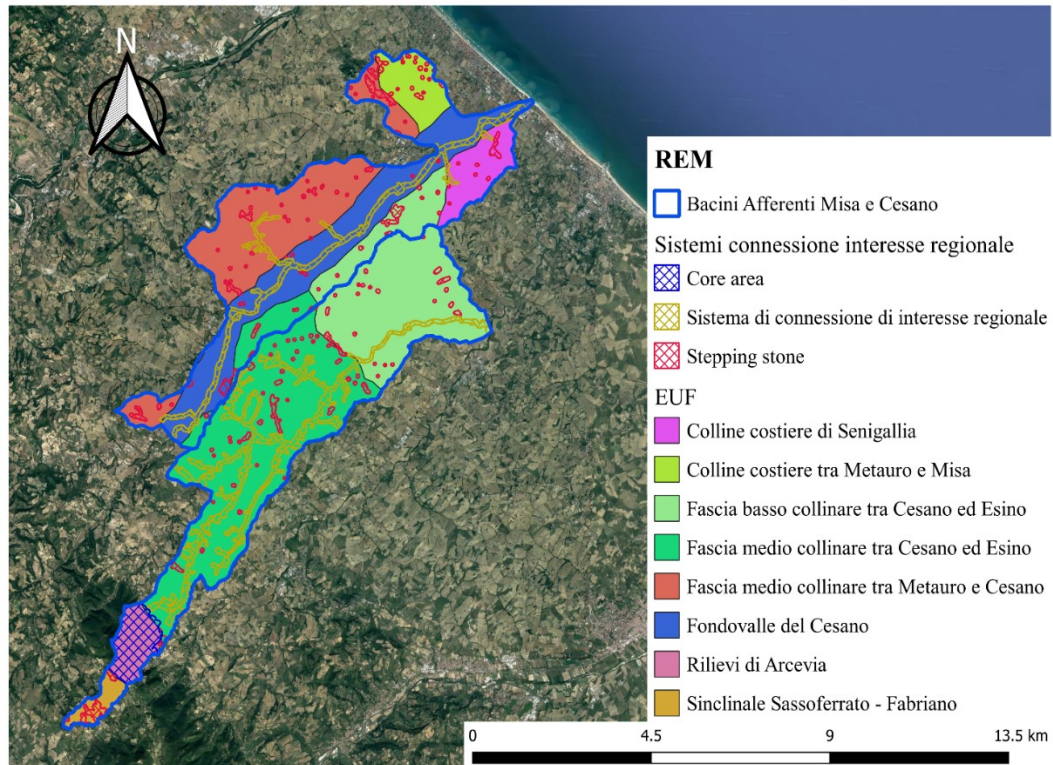


Figura 2.6 – Carta della Rete Ecologica Marchigiana, a scala di bacini afferenti.

Vediamo dalla cartografia sopra riportata che il territorio dei Bacini Afferenti del Misa e del Cesano, sono attraversati da diversi sistemi di connessione, tra cui ritroviamo una piccola porzione della “core area”, riguardante il “Sistema Dorsale Appenninica”. Questo raggruppa tutte le aree naturali presenti lungo la dorsale da Bocca Trabaria a Nord, fino al Fiume Tronto. La continuità all’interno di questo sistema è molto elevata ed ospita il cuore della biodiversità marchigiana comprendendo anche diversi Nodi, ed è per questo che viene denominata “core area”. Sviluppandosi sui rilievi montuosi è formata quindi da due lunghe fasce, una lungo la dorsale umbro-marchigiana e l’altra lungo quella marchigiana, le quali si congiungono sul massiccio dei Sibillini. L’attività gestionale in queste zone deve mirare al massimo potenziamento della qualità ecologica in particolare per le praterie e le aree rupestri che vi sono in gran parte concentrate. Troviamo poi sistemi d’interesse regionale come quelli del Montefeltro, che interessa il corso del Fiume Cesano, e quello del Bacino del Misa, che interessa anche qui il corso del fiume ed alcuni dei suoi principali affluenti. Il primo è un sistema molto ampio, come già il nome ci fa presupporre, infatti

comprende va da Bocca Trabaria al monte Carpegna, comprendendo le valli del Foglia, Conca, Metauro e Cesano arrivando fino al Mare Adriatico. Il secondo, invece, è il più piccolo dei sistemi di interesse regionale, fermandosi di fatto ai soli bacini del Misa e del Névola. Il sistema risulta molto debole data la sua struttura dendritica limitata alle sole fasce ripariali e collegandosi in poche aree con la Dorsale appenninica. Infine, troviamo le “Stepping stones”, composti da una vegetazione naturale frammentata rispetto agli altri sistemi, con lo scopo di essere dei punti di appoggio nei sistemi di connessione. La loro fragilità però sta nelle dimensioni e nella distanza che separa questi dai sistemi di connessione, perciò devono essere estesi e rafforzati per aumentare i collegamenti ecologici nelle aree più frammentate (Relazione Generale REM – Quadri conoscitivi e sintesi interpretative, 2013).

Per quanto riguarda le Unità Ecologiche Fondamentali, che ricadono all'interno dell'area in esame, abbiamo una certa diversità di caratteristiche delle aree identificate. Infatti, le “Colline costiere tra Metauro e Cesano”, la “Fascia basso collinare tra Cesano ed Esino” e la “Fascia medio collinare tra Metauro e Cesano” sono unità che riscontrano un certo impoverimento del sistema naturale; perché il primo si presenta con un insediamento antropico che poco permette lo sviluppo di connessioni tra le aree, mentre gli altri due hanno un'attività agricola predominante sulle altre ed un sistema di connessione troppo poco sviluppato, che impedisce così la comunicazione tra le aree costiere e le aree più interne. Particolare risultano, invece, le “Colline costiere di Senigallia”, in cui è presente un certo livello di insediamento antropico, ma dove comunque si possono trovare habitat frequentati dall'Averla minore, l'Ortolano ed il Fratino, che devono essere logicamente qualificati e potenziati. Ritroviamo poi nelle unità denominate “Fascia medio collinare tra Cesano ed Esino”, “Rilievi di Arcevia” e “Sinclinale di Sassoferrato - Fabriano”, delle aree con una presenza di sistemi naturali più elevata e più interconnessa dalla presenza di sistemi di connessione più articolati, ma anche una maggior superficie occupata dal bosco e con attività agricole meno meccanizzate ed intensive che lasciano spazio ad un maggior sviluppo del tessuto naturale. La gestione deve comunque puntare ad incrementare e rafforzare lo sviluppo dei sistemi di connessione tra le differenti aree. Infine, lungo il “Fondovalle del Cesano”, troviamo un tessuto insediativo ancora discontinuo, con una matrice

agricola ancora fortemente estesa e che può portare ad un maggior sviluppo delle connessioni con le altre aree.

2.3 Sub-bacini

2.3.1 Rimodellazione Sub-bacini

I bacini inizialmente fornitici, tracciati seguendo i confini comunali, nonostante potessero avere un utilizzo dal punto di vista amministrativo, presentavano delle criticità se, come nel nostro caso, si volevano effettuare studi geomorfologici e sugli stadi di evoluzione, i sub-bacini di partenza, infatti, avevano una scarsa valenza idrogeologica, proprio perché si interrompevano una volta incontrati i limiti amministrativi del comune. Per questo motivo si è deciso di ritracciare e rimodellare i 4 sub-bacini di maggior interesse del versante Misa.

Si è scelto di analizzare il versante Sud-Est, escludendo quello esposto a Nord-Ovest (interessato dal fiume Cesano), perché il reticolo idrografico nel versante Cesano è molto meno sviluppato (fig sotto...), e quindi probabilmente sintomo di una ancora scarsa evoluzione. Questo processo di rimodellazione è stato effettuato sia seguendo l'andamento delle curve di livello estrapolate su QGIS da un DTM (Modello digitale del terreno), sia facendo un controllo incrociato, sempre in ambiente GIS, con lo shapefile contenente il microreticolo idrografico, sia affidandoci alla fotointerpretazione, ove necessario, sfruttando immagini satellitari.

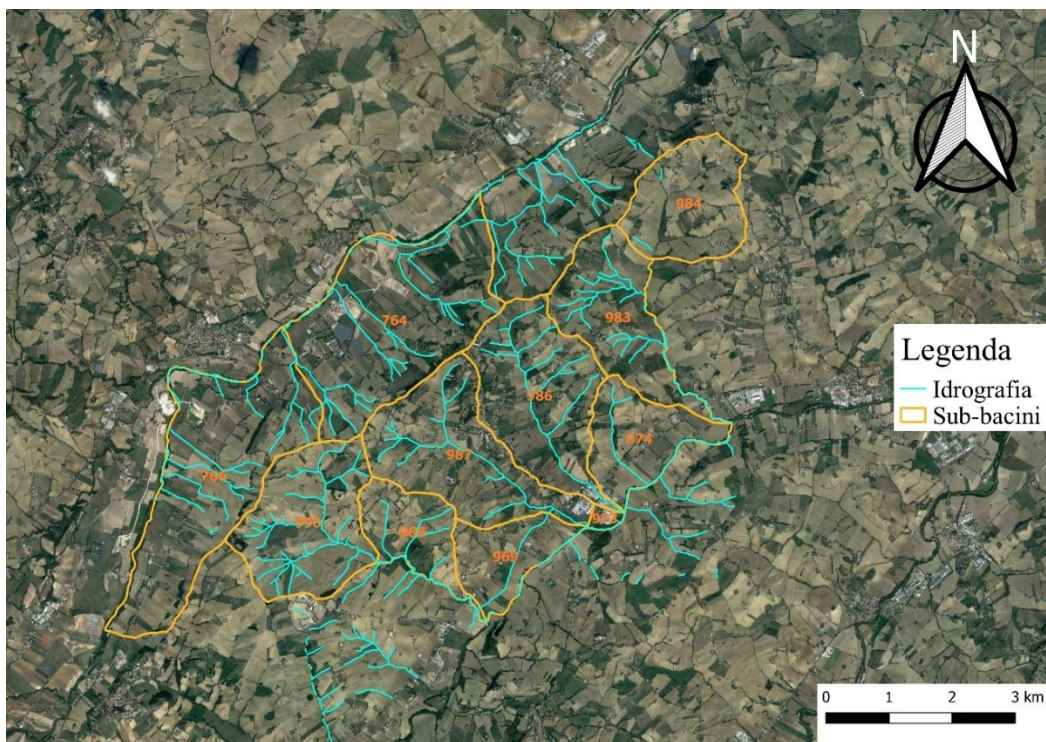


Figura 2.7 – Sub-bacini inizialmente forniti dal Comune.

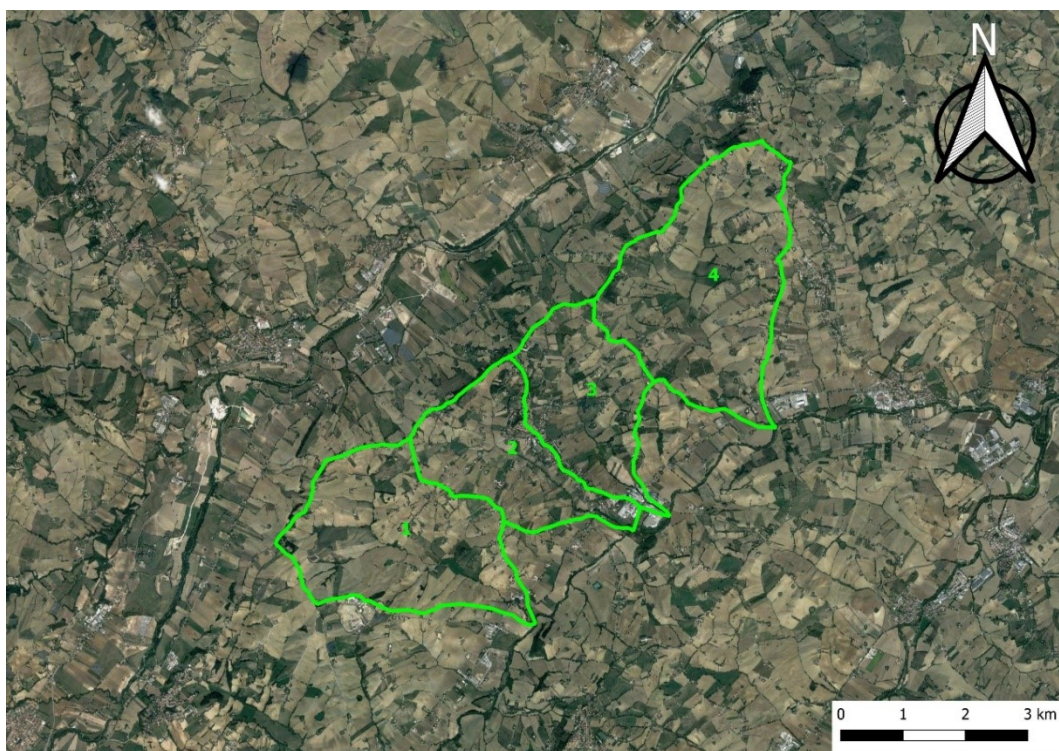


Figura 2.8 – Sub-bacini rimodellati secondo criteri geomorfologici e geologici.

2.3.2 Geologica

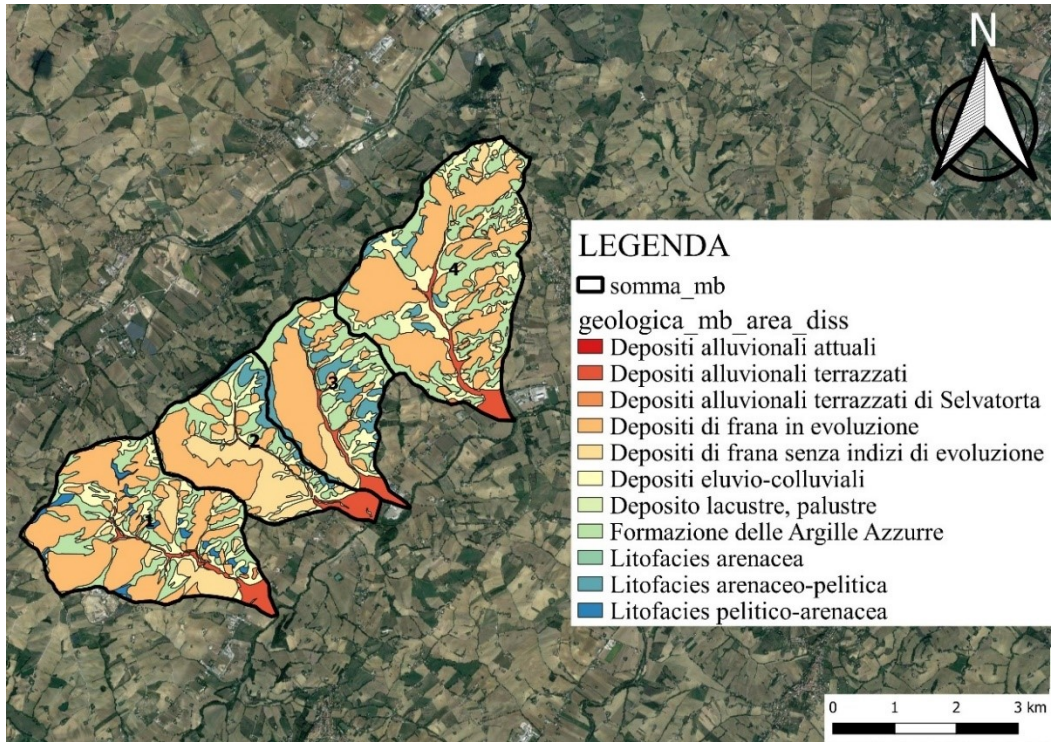


Figura 2.9 – Carta geologica a scala di sub-bacini (www.regione.marche.it).

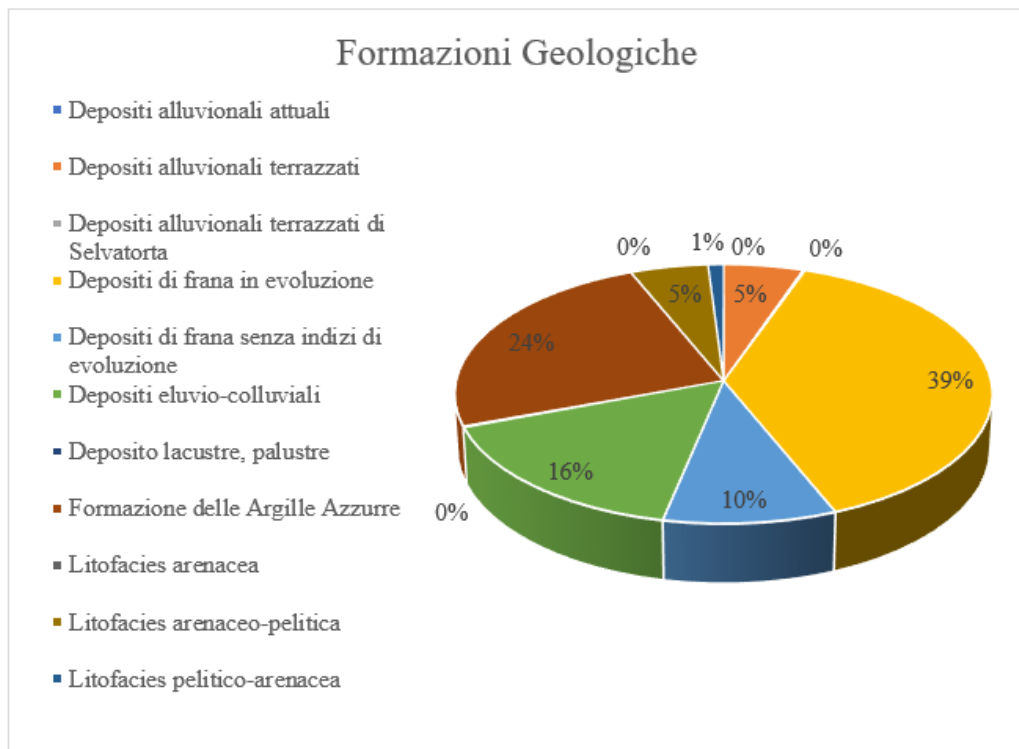


Figura 2.10 – Grafico a torta rappresentante le formazioni geologiche in percentuale.

Il territorio comunale di Corinaldo ricade, dal punto di vista geologico-strutturale, nel così detto bacino marchigiano esterno, in un'area caratterizzata da una morfologia essenzialmente collinare modellata su una estesa struttura monoclinale formata prevalentemente da terreni pelitici e, subordinatamente, arenaceo-pelitici immergenti verso NE e localmente interrotta da motivi plicativi minori.

L'assetto morfologico dell'area è caratterizzato dalla presenza di una estesa dorsale collinare principale, caratterizzata da un andamento sinuoso e direzione SW-NE, che funge da linea di spartiacque superficiale tra i bacini idrografici del fiume Cesano, a nord, e del fiume Nevola, a sud.

Dalla suddetta dorsale, in corrispondenza della quale si estende la sede stradale della S.P. n°14 Senigallia-Albacina, si dipartono, verso sud e con direzione prevalente NW-SE, quattro crinali secondari ad essa perpendicolari che suddividono il territorio comunale in bacini minori, tutti tributari in sinistra idrografica del fiume Nevola. Sul maggiore di questi crinali sorge il centro storico del Comune di Corinaldo. Contrariamente a quello meridionale, il versante settentrionale dal suddetto crinale collinare, degradante verso la sottostante pianura alluvionale modellata dal fiume Cesano, è contraddistinto da un reticolo idrografico meno articolato e gerarchizzato, e caratterizzato da pendenze elevate, conseguenti dell'assetto strutturale del substrato geologico, che qui può presentare una discreta componente a franapoggio.

Da un punto di vista morfologico, il territorio comunale può essere pertanto suddiviso in tre diversi settori, comprendendo infatti le pianure alluvionali del fiume Cesano, a Nord, e del fiume Nevola, a Sud, e la porzione centrale prettamente collinare. Le valli alluvionali dei fiumi Cesano e Nevola, come la maggioranza di quelle del bacino marchigiano esterno, sono caratterizzate da una direzione da sud-ovest verso nord-est, andando a tagliare ortogonalmente le principali strutture a direttrice appenninica. I depositi alluvionali terrazzati più continui ed estesi sono quelli più recenti, con quelli più antichi che si presentano più discontinui e di superficie limitata. Gli attuali alvei fluviali, nella loro porzione intermedia, sono generalmente localizzati in corrispondenza dei margini meridionali delle relative valli, con una conseguente disposizione asimmetrica dei depositi terrazzati sui due lati della pianura alluvionale, con una estensione areale superiore in sinistra idrografica, dovuta presumibilmente ad un controllo strutturale dell'area legato alla tettonica trasversale che ha conferito

all'area stessa un aspetto ad horst e graben, con i blocchi strutturali che hanno subito sollevamenti differenziati e basculamenti in senso N-S che hanno determinato la migrazione degli alvei fluviale verso sud.

La natura e la geometria dei depositi alluvionali è strettamente connessa alle caratteristiche geologiche e litologiche del bacino idrografico dei relativi corsi d'acqua; infatti a partire da monte il substrato geologico è costituito da formazioni calcaree e calcareo-marnose che lasciano poi il posto alle formazioni prevalentemente pelitiche man mano che ci si sposta verso la foce. Le valli scavate dai corsi d'acqua nelle formazioni calcaree hanno un aspetto di gole strette e profonde, che testimoniano la prevalenza dell'attività erosiva su quella deposizionale. Man mano che ci si sposta verso valle i versanti divengono meno acclivi, gli alvei sono più larghi e i profili delle valli più dolci e più ampi, soprattutto in corrispondenza del passaggio tra le formazioni mioceniche della dorsale a quelle plio-pleistoceniche dell'avanfossa. Conseguentemente i terrazzi fluviali nell'alta valle del bacino sono costituiti da ghiaie e ciottoli calcarei a granulometria medio-grossolana poco arrotondati con intercalazioni di lenti di materiale fine. La frazione fine diviene più abbondante in corrispondenza del passaggio nelle formazioni plio-pleistoceniche, in quanto l'apporto solido è costituito dai litotipi erosi dalle colline dell'avanfossa.

La diversa estensione dei bacini idrologici dei due principali corsi d'acqua ricadenti nel territorio comunale di Corinaldo si riflette sulla morfologia delle valli alluvionali e sulla geometria, natura e spessore dei depositi alluvionali ivi presenti. La piana alluvionale del fiume Cesano, caratterizzato da un bacino idrologico ben più esteso, presenta infatti una maggiore ampiezza rispetto a quella del fiume Nevola.

Come precedentemente detto, la regione compresa tra i due corsi d'acqua principali presenta caratteri tipicamente collinari. Qui l'acclività dei versanti e le forme ed i processi morfogenetici risentono significativamente della natura dei terreni e del loro assetto stratigrafico. I terreni prevalentemente argillosi danno luogo, in genere, a versanti poco acclivi, interessati molto spesso da fenomeni gravitativi di diversa tipologia e dimensioni. Il reticolo idrografico, in conseguenza della ridottissima permeabilità e della facile erodibilità del substrato, è in queste aree particolarmente fitto e gerarchizzato. I versanti divengono più acclivi in corrispondenza dei terreni arenacei e arenaceo-pelitici come conseguenza della loro maggiore resistenza nei

confronti degli agenti morfogenetici. La percentuale della componente sabbiosa aumenta generalmente in corrispondenza della sommità dei crinali collinari ricadenti all'interno del territorio comunale, il cui risalto morfologico è da mettere appunto in relazione alla maggiore resistenza all'erosione dei litotipi ivi affioranti.

I terreni ascrivibili al substrato su cui è impostata l'area collinare di interesse sono costituiti prevalentemente da argille marnose grigio-azzurre stratificate, cronologicamente riferibili al pleistocene inferiore. In corrispondenza della sommità dei crinali collinari ricadenti nel territorio comunale prevale invece l'associazione arenaceo-pelitica, costituita dall'alternanza di areniti e peliti con frequenza delle areniti variabile da 40% al 70%, caratterizzata da estensioni laterali ridotte e da spessori generalmente compresi tra 10÷15 m circa.

Lungo i versanti che si dipartono dai crinali collinari ricadenti all'interno del territorio comunale la locale formazione geologica basale è diffusamente sovrastata da coperture eluvio-colluviali, formatesi dall'alterazione e disgregazione dei litotipi del substrato che sono rimasti in posto (eluvium) o connessi con i processi di erosione, dilavamento, trasporto ed accumulo ad opera delle acque di ruscellamento o della gravità (colluvium). Detti depositi, costituiti da sedimenti fini di natura prevalentemente limoso-argilloso dalle mediocri caratteristiche geotecniche e particolarmente sensibili all'azione degli agenti esogeni, sono caratterizzati da spessori metrici, generalmente crescente spostandosi verso il fondovalle e/o le incisioni secondarie.

Tali tipologie di terreni sono molto spesso interessate da fenomeni gravitativi superficiali, evidenziati dalla presenza di tipiche ondulazioni della superficie topografica con raggi di curvatura variabili da metrici a decametrici e generalmente caratterizzati da movimenti lenti e continue deformazioni. Tali forme, classificabili come colamenti in terra, sono determinate dalla deformazione progressiva delle coperture caratterizzate dalle scadenti caratteristiche meccaniche e a comportamento prevalentemente plastico, soventemente connesso ad uno stato di saturazione idrica. In tale tipologia di fenomeni gravitativi la forma assunta dal materiale in movimento e la distribuzione delle velocità e degli spostamenti sono simili a quelli dei fluidi viscosi; le superfici di scorrimento all'interno della massa non sono continue e identificabili con chiarezza.

L'evoluzione di tale tipologia di dissesti gravitativi può coinvolgere ampi volumi di terreno e portare all'instaurarsi di fenomeni complessi (colamenti e scivolamenti roto/traslazionali) che, localmente, si possono manifestare con la creazione di evidenti scarpate sub-verticali, o comunque ad elevata acclività, e contropendenze spesso sede di diffuse venute idriche.

Come conseguenza dell'assetto strutturale del locale substrato geologico, immergente generalmente verso nord-nord-est e nord-est con inclinazioni variabili tra 5° - 15° circa, i versanti esposti a ovest si presentano caratterizzati da una maggior acclività rispetto a quelli orientali, con questi ultimi, unitamente a quelli settentrionali, interessati da fenomeni gravitativi di maggiore rilevanza ed estensione come conseguenza del generale assetto a franapoggio.

Nell'ambito del territorio comunale le aree maggiormente soggette a fenomeni di instabilità sono quelle ricadenti sul versante collinare che delimita verso sud la pianura alluvionale del fiume Cesano e sui versanti, esposti ad est, digradanti verso le incisioni minori rappresentate dai fossi Boccalupo, di Montorio e della Valle. Per quanto riguarda le profondità dei movimenti gravitativi rilevati sul territorio comunale, va detto che essa è estremamente variabile e, in linea generale, si può ritenere che tali fenomeni siano essenzialmente localizzati nella coltre di alterazione eluvio-colluviale di spessore variabile da qualche metro ad una decina di metri. Localmente i fenomeni gravitativi di maggiore estensione possono interessare anche il substrato geologico.

2.3.3 PAI

Il Piano PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico) è uno strumento della politica di assetto territoriale delineata dalla legge 183/89, viene avviata per ciascuna regione una pianificazione a livello di bacino. Il Piano ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo attraverso il quale vengono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio.

Le sue funzioni sono essenzialmente tre:

- Funzione conoscitiva, comprendente lo studio dell'ambiente fisico e del sistema antropico, della ricognizione delle previsioni degli strumenti urbanistici e dei vincoli idrogeologici e paesaggistici;
- Funzione normativa e prescrittiva, destinata alle attività connesse alla tutela del territorio e delle acque fino alla valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico e alla conseguente attività di vincolo in regime sia straordinario che ordinario;
- Funzione programmatica, che fornisce le possibili metodologie d'intervento finalizzate alla mitigazione del rischio, determina l'impegno finanziario occorrente e la distribuzione temporale degli eventi.

Esso è continuamente soggetto ad attività di aggiornamento e/o revisione delle condizioni di pericolosità, andrà quindi ulteriormente e costantemente valutato il grado e l'affidabilità delle informazioni necessarie per la conduzione delle attività. Sulla base di tali informazioni, sarà possibile definire il livello di aggiornamento e/o approfondimento caratterizzante lo studio di individuazione della pericolosità. In particolare:

- Livello base: analisi speditive mediante utilizzo di metodi storico inventariali e geomorfologici sulla base di conoscenze con modesto grado di attendibilità;
- Livello intermedio: analisi idrologico - idrauliche di tipo speditivo e analisi geomorfologiche basate su conoscenze aggiornate e con medio grado di attendibilità;
- Livello avanzato: analisi idrologico - idrauliche di tipo avanzato basate su conoscenze aggiornate e con alto grado di attendibilità (Fonte: minambiente.it).

Nel file caricato su piattaforma GIS abbiamo informazioni, interrogando la tabella attributi su rischio, pericolosità, tipologia di frana, attività (se attiva o quiescente) e bacino d'appartenenza.

Ritagliato :: Totale degli elementi: 59, Filtrati: 59, Selezionati: 0

	Codice	Rischio	Pericolosi	Tipologia	Attivita	Bacino
1	F-09-0620	R1	P3	CO	A	09 - Fiume Misa
2	F-07-0405	R2	P2	SC	Q	07 - Fiume Cesano
3	F-09-0582	R1	P3	SC	A	09 - Fiume Misa
4	F-09-0587	R2	P2	SC	Q	09 - Fiume Misa
5	F-09-0598	R1	P3	CO	A	09 - Fiume Misa

Mostra tutti gli elementi

Figura 2.11 – Screen tabella attributi in ambito GIS del file contenente il PAI.

La carta del PAI suddivide le aree in frana dei 4 sub-bacini in 3 diverse classi di rischio, evidenziate con 3 diverse colorazioni: verde per un rischio minimo (R1), giallo per un rischio medio (R2) e arancione per un rischio più elevato (R3).

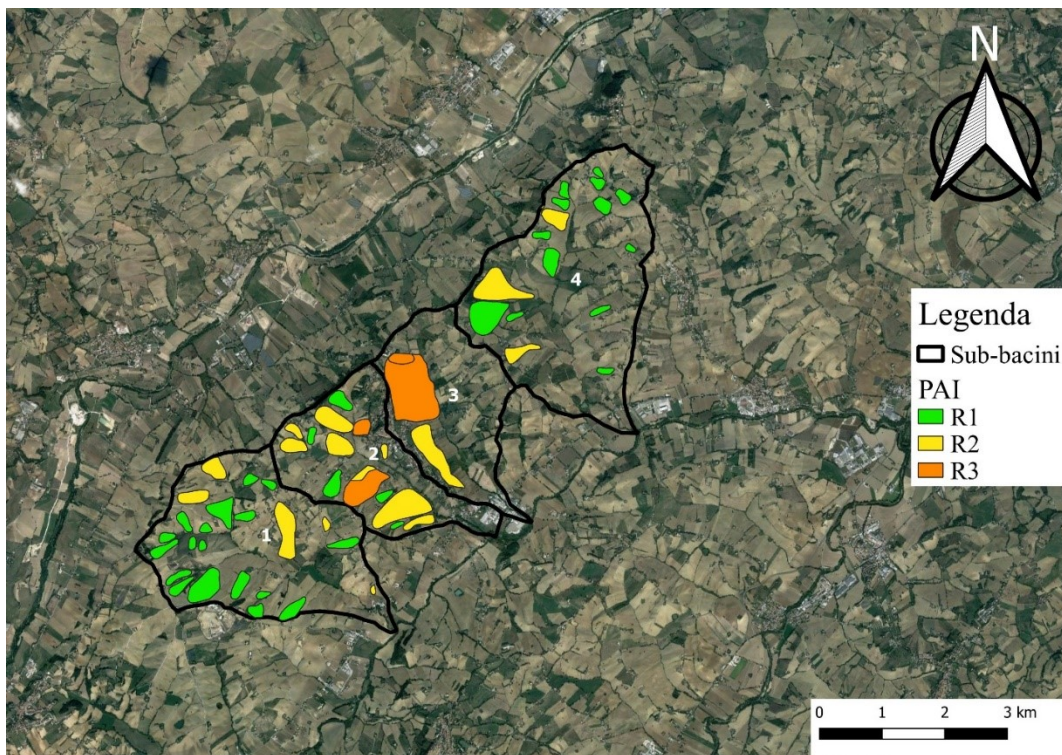


Figura 2.12 – Carta PAI (frane) con relative classi di rischio, a scala di sub-bacini.

2.3.4 Uds

Per l'analisi a livello di sub-bacini dei diversi usi destinati alle terre è stato utilizzato lo shapefile reperibile presso il sito della regione marche CUS_07_WGS84, la carta raggiunge solo 2 livelli di informazione in legenda (al contrario della CLC che esprimeva 4 livelli) ma è stata preferita alla Corine Land Cover per via dell'estensione del territorio da sottoporre ad indagine, infatti la CUS presenta un'unità minima cartografabile decisamente più piccola di quella della CLC, che la rende preferibile a questa scala di dettaglio.

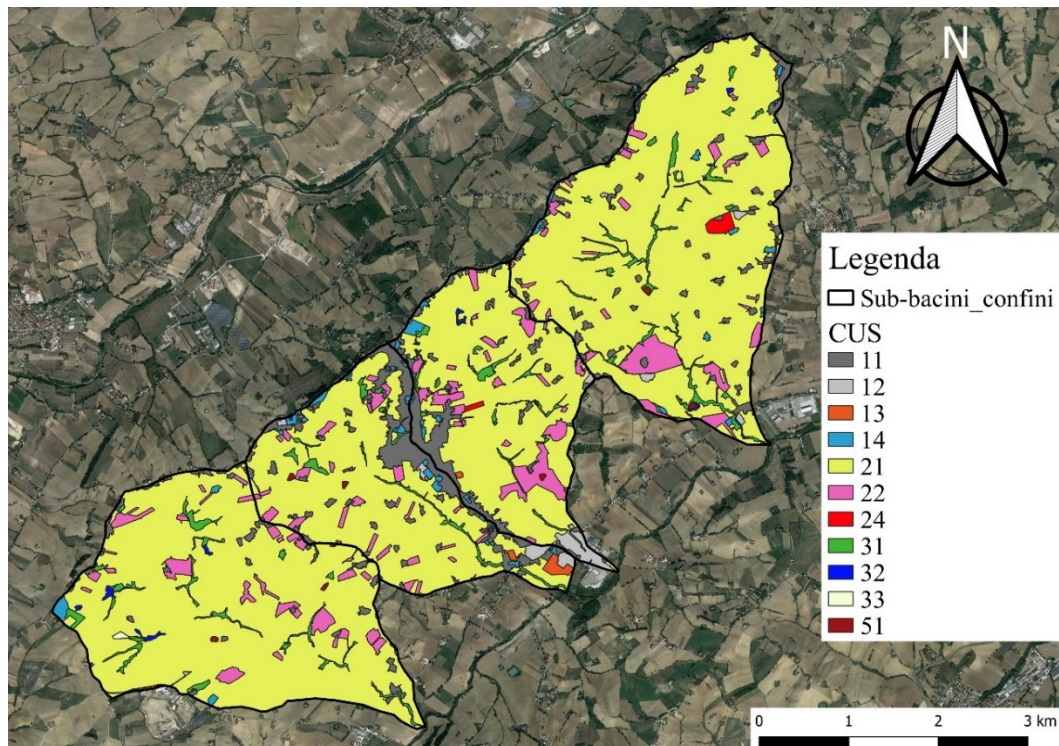


Figura 2.13 – Carta della CUS_07, a scala di sub-bacini.

I valori in legenda corrispondono alle seguenti coperture:

- 1.1 Zone urbanizzate di tipo residenziale
- 1.2 Zone industriali, commerciali e infrastrutturali
- 1.3 Zone estrattive, cantieri e discariche
- 1.4 Zone verdi artificiali non agricole
- 2.1 Seminativi
- 2.2 Colture permanenti

- 2.4 Zone agricole eterogenee
- 3.1 Zone boscate
- 3.2 Zone con vegetazione arbustiva e/o erbacea
- 3.3 Zone aperte con vegetazione rada o assente
- 5.1 Acque continentali

2.4 Analisi Pluviometrica

È stata effettuata anche un'analisi dal punto di vista pluviometrico dell'intera area. Questo è un aspetto di vitale importanza per lo studio del dissesto e degli eventi di frana, poiché la gran parte degli inneschi di questi fenomeni sono imputabili ad eventi meteorologici eccezionali a carattere di nubifragio.

Dal sito della Protezione Civile, sono stati scaricati i dati pluviometrici riguardanti gli ultimi 70 anni, della stazione meteorologica di Corinaldo, i primi dati ad essere registrati sono quelli del 1 gennaio 1951, fino ad arrivare ad oggi. Con un intervallo di tempo così ampio è possibile ottenere stime piuttosto rappresentative dei trend pluviometrici dell'area (e di gran parte della fascia basso-collinare marchigiana).



Figura 2.14 – Grafico a linee dei mm medi di pioggia mensili nella stazione pluviometrica di Corinaldo (dati degli ultimi 70 anni),

Il grafico delle medie mensili (calcolato sempre sulla base di 70 anni di dati registrati), ci indica quali siano i mesi dell'anno più piovosi in ambito basso-collinare. L'andamento della curva è unimodale, c'è un primo picco nel mese di marzo con quasi 90 mm di pioggia medi, per poi arrivare al punto più basso della curva corrispondente al mese di agosto, dove si registrano i dati minori di tutto l'anno, fino a giungere al secondo picco di novembre, molto più importante del primo, mese nel quale le precipitazioni sono tendenzialmente massime (superano i 100 mm).

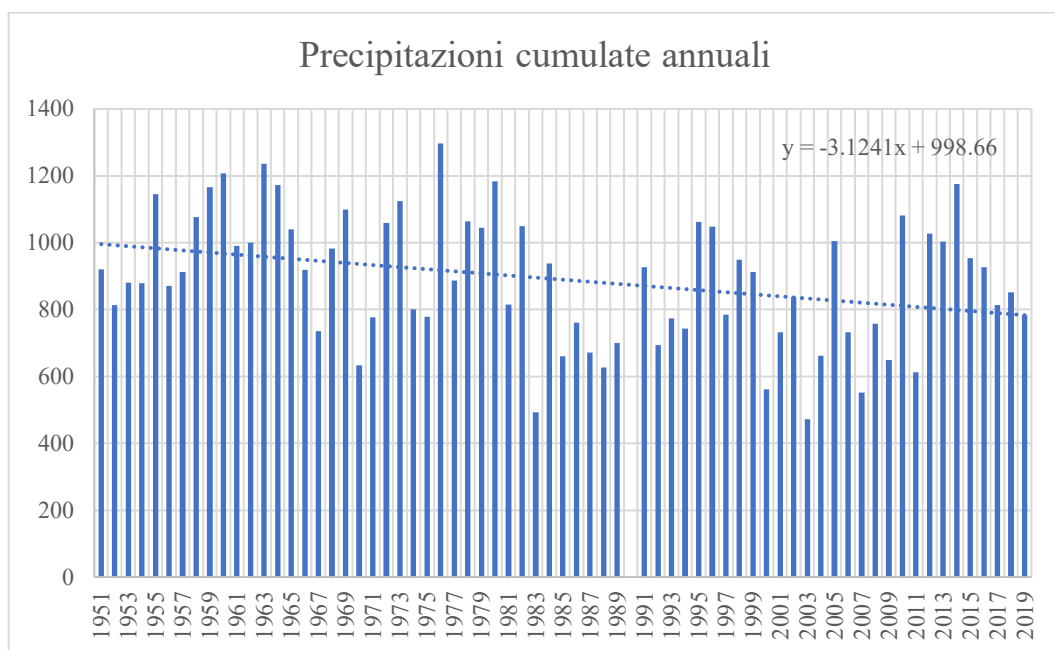


Figura 2.15 – Grafico a bare delle precipitazioni cumulate annuali della stazione di Corinaldo e curva lineare di andamento (dati dal 1951 al 2019).

In questo grafico sono riportate le precipitazioni cumulate annuali, per ciascun anno dal 1951 al 2019 (eccezion fatta per l'anno 1990, per assenza del dato nel database della Protezione Civile). I dati tra un anno e il successivo, sono talvolta oscillanti, ma la cosa da notare è il generale trend negativo, esplicito dalla linea tratteggiata avente pendenza negativa ed equazione $y = -3,12x + 998$, che sintetizza l'andamento del dato nel corso del tempo. Questo sta a significare che rispetto a qualche decennio fa, sta piovendo sempre meno.

Se in termini generali i mm di pioggia caduti all'anno stanno seguendo un trend negativo, nel corso degli ultimi 70 anni, al contrario stanno aumentando i fenomeni ad intensità molto elevata. Mettendo in relazione i grafici di piogge cumulate mensili, e piogge cumulate a 90, 120 e 180 giorni, si può osservare come i picchi delle piogge cumulate corrispondano specialmente a mesi in cui i mm totali di pioggia caduti sono molto bassi, in alcuni casi i più bassi dell'anno, questo sta ad indicare che nei mesi a bassa piovosità la gran parte delle precipitazioni sono concentrate all'interno di un numero molto limitato di eventi atmosferici, diversa è la situazione nei mesi tendenzialmente più piovosi, quando la distribuzione delle piogge è più omogenea.

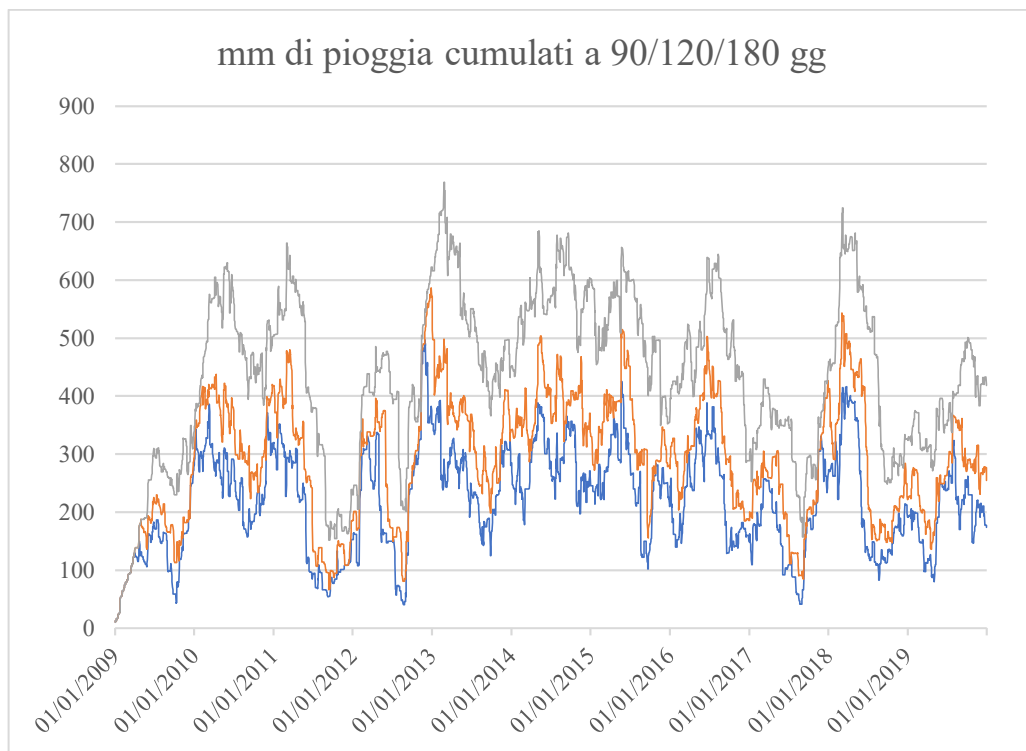


Figura 2.16 – Grafico a linee dei mm di pioggia cumulati a 90 (in blu), 120 (in arancione) e 180 (in grigio) nella stazione pluviometrica di Corinaldo (dati dal 1/1/2009 al 31/12/2019).

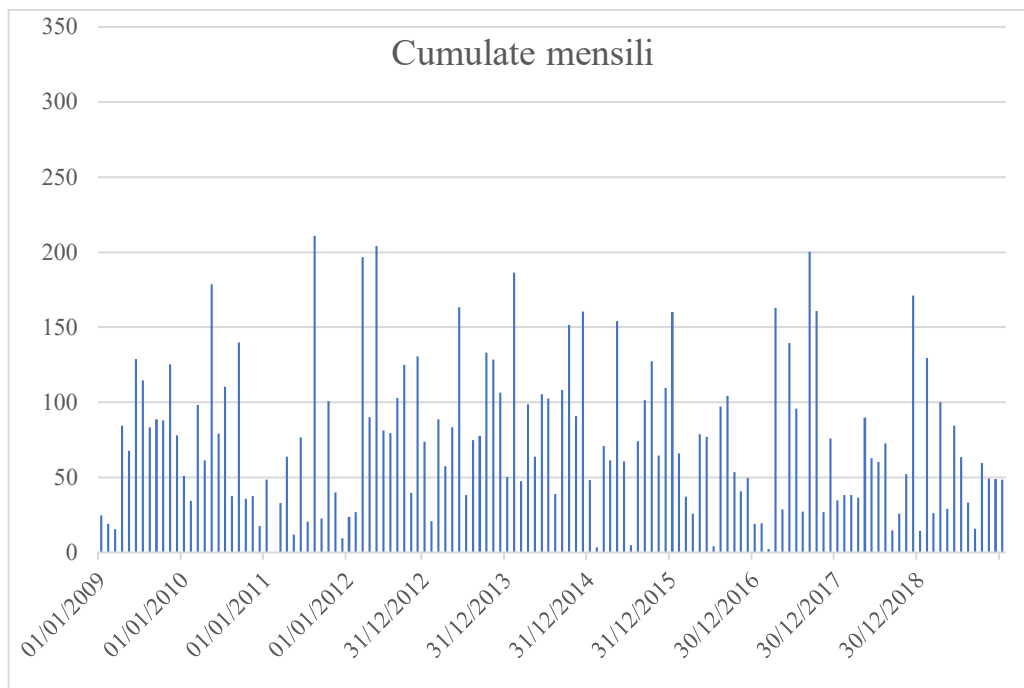


Figura 2.17 – Grafico a barre delle precipitazioni cumulate mensili registrati nella stazione pluviometrica del comune di Corinaldo (dati dal 1/1/2009 al 31/12/2019).

Capitolo 3

MATERIALI E METODI

3.1 Modello DTM

Un modello digitale di elevazione (anche noto come DTM, dall'inglese Digital Terrain Model) è la rappresentazione digitale della distribuzione delle quote di un determinato territorio o superficie. Il DTM viene solitamente prodotto in formato raster associando per ogni pixel l'attributo relativo alla quota assoluta. Nell'analisi effettuata, non avendo a disposizione un file DTM sufficientemente dettagliato (l'unico file reperito aveva come dimensione del pixel 20 metri, e per la scala di dettaglio di interesse occorreva maggiore precisione), si è provveduto a ricavarne uno manualmente, partendo dalla CTR (Carta Tecnica Regionale) si è cambiato il formato del file da .dvg a .dxf per renderlo leggibile dal software QGIS, una volta riportata la carta nel programma è stata effettuata una interpolazione prendendo come riferimento le curve di livello, e andando quindi ad indagare la coordinata z, corrispondente alla quota, assegnando come risoluzione spaziale 5m x 5m, per ottenere il livello di dettaglio desiderato.

3.2 Carta delle pendenze

La carta delle pendenze (slope) rappresenta l'acclività del terreno misurata ed espressa in percentuale. Essa è un ulteriore strumento per inquadrare l'area di interesse dal punto di vista topografico. Si crea partendo da un file raster DEM o DTM, selezionando su QGIS il menù "Raster → Analisi → DEM (analisi geomorfologica)" e spuntando la casella "slope".

3.3 Flow Accumulation

Il Flow Accumulation è uno degli indici di classificazione delle forme del rilievo. Esso ci aiuta ad identificare quali sono le zone caratterizzate da accumulo di flusso prevalente, è ricavato in ambito GIS dal conteggio delle celle che contribuiscono alla direzione principale del flusso (celle per le quali il flusso passa attraverso altre celle). Le celle che appartengono al reticolo idrografico delineato sono quelle aventi alti valori di flow accumulation, mentre le celle adiacenti o prossime alla linea spartiacque assumono valori bassi.

È stato utilizzato il programma SAGA di QGIS, in cui è presente un apposito comando “Flow Accumulation (Top Down)”

3.4 TPI

Il Topographic Position Index (TPI), è un indice ricavato utilizzando il comando “r.neighbor” nel software Grass associato a QGIS. È anch’esso un indice di classificazione delle forme del rilievo, ed ha valore compreso tra 0 ed 1, identifica le porzioni superiori, intermedie ed inferiori del territorio; a valore 0 corrispondono le incisioni, mentre a valore 1 corrispondono i dislivelli.

3.5 Analisi morfometrica

Lo studio geomorfologico quantitativo ci permette di definire nel modo più oggettivo possibile, le principali caratteristiche di un bacino di drenaggio. Gli studi di Strahler definiscono le linee guida per uno sviluppo della geomorfologia su basi dinamiche e quantitative, attraverso leggi e modelli matematici con i quali fosse possibile spiegare le cause dei processi geomorfologici e analizzare il grado di evoluzione delle forme del rilievo. Per la descrizione morfometrica di un bacino vengono dunque prese in considerazione tre diverse categorie di parametri:

- Quelli a cui corrisponde una lunghezza L (lunghezza di un versante o di un'asta fluviale)
- Quelli a cui corrisponde un'area L^2 (area di un bacino)
- Quelli adimensionali (angolo di un versante)

È stata effettuata un'analisi morfometrica per i 4 microbacini di interesse del versante Misa, per studiarne il grado evolutivo i parametri misurati o ricavati sono i seguenti:

- Ordine aste: il reticolo idrografico è l'insieme degli alvei entro i quali scorre l'acqua superficiale, lo sviluppo del reticolo può essere rappresentato secondo la descrizione di Strahler, che propone un modello 'a tronchi': un tronco prende origine da una sorgente, oppure dalla giunzione di due tronchi, e termina in un'altra giunzione, oppure alla sezione di chiusura del bacino. Ognuno di questi tronchi ha un ordine, le sorgenti danno origine ai tronchi di primo ordine, quando due tronchi del medesimo ordine si incontrano, il tronco che si origina dalla confluenza assume l'ordine $i+1$; quando invece si incontrano due tronchi di ordine diverso, il tronco che si origina dalla confluenza assume l'ordine del tronco confluyente di ordine maggiore. L'ordine del bacino è quello del tronco di ordine massimo di tutta la rete idrografica.
- Numero aste (Nu): conteggio di tutte le aste fluviali per ciascun ordine gerarchico
- Numero aste (Nud): conteggio di tutte le aste fluviali che confluiscono in un'asta di ordine gerarchico immediatamente superiore
- Lunghezza: somma di tutte le lunghezze dei segmenti di ciascun ordine gerarchico

- Lunghezza media: media aritmetica delle lunghezze dei segmenti per ciascun ordine gerarchico
- Area: somma di tutte le aree su cui insistono i segmenti appartenenti a ciascun ordine gerarchico.
- Area media: media aritmetica di tutte le aree su cui insistono segmenti appartenenti a ciascun ordine gerarchico.
- Rapporto di biforcazione: Questo parametro viene definito come il rapporto tra il numero dei segmenti fluviali di un dato ordine (N_u) e il numero dei segmenti dell'ordine immediatamente successivo (N_{u+1}).

$$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$$

Il rapporto di biforcazione medio del bacino si ottiene dalla media aritmetica o dalla media ponderata dei valori dei rapporti di biforcazione parziali. Il limite teorico inferiore di R_b è 2, in quanto sono necessarie almeno 2 aste di ordine u per formarne una di ordine $u+1$. Valori di questo parametro molto elevati, maggiori di, si riscontrano di solito in bacini con forte controllo strutturale, dovuto ad una intensa attività tettonica o ad una forte disomogeneità litologica, e in bacini sottoposti a processi erosivi molto rapidi.

- Rapporto di biforcazione diretto: il rapporto di biforcazione, per come viene definito, non riesce ad esprimere compiutamente la struttura gerarchica di una rete idrografica. Per esempio due reticoli che drenano bacini che hanno stesso numero totale di aste fluviali e le stesse frequenze dei segmenti dei vari ordini, avendo quindi lo stesso valore di R_b , possono presentare una distribuzione delle aste fluviali ben diversa. Per evidenziare quindi la diversa struttura gerarchica dei due reticoli, si introduce un nuovo parametro: il rapporto di biforcazione diretta, proposto da Avena, Giuliano & Lupia Palmieri nel 1967.

Questo parametro viene definito come il rapporto tra il numero delle aste di ordine u che confluiscono direttamente in aste di ordine $u+1$ e il numero delle aste di ordine $u+1$:

$$R_{bd} = \frac{N_{ud}}{N_{u+1}}$$

Questo valore in ciascun bacino idrografico è sempre necessariamente inferiore, o al massimo uguale al valore di R_b . Anche per questo parametro il valore limite inferiore è 2. Se nella rete idrografica sono presenti aste anomale, ovvero aste di ordine u che non confluiscono direttamente in aste di ordine $u+1$, la cui esistenza non viene evidenziata dal rapporto di biforcazione diretta, si può verificare il caso in cui due reti idrografiche presentino uno stesso valore di R_{bd} , ma valori diversi di R_b .

- **Indice di biforcazione:** per ovviare ai problemi di distinzione gerarchica sopra descritti, è quindi necessario introdurre e utilizzare un altro parametro che consenta di confrontare bacini diversi sulla base del grado di organizzazione del drenaggio superficiale. Questo parametro è il cosiddetto indice di biforcazione, definito come la differenza tra il rapporto di biforcazione e il rapporto di biforcazione diretta:

$$R = R_b - R_{bd}$$

Il valore minimo teorico di R è 0 (se $R_b = R_{bd}$); in questo caso c'è assenza di aste anomale. Valori molto elevati ($R = 2$ o 3), invece, indicano situazioni gravi di disorganizzazione della rete fluviale. Un reticolo idrografico viene definito perfettamente gerarchizzato (stadio di massima conservatività) quando $R = 0$, con $R_b = R_{bd} = 2$. Dal momento che i valori di R sono strettamente connessi alla presenza di aste anomale, indice di scarsa organizzazione gerarchica della rete idrografica, tipica delle fasi giovanili dell'evoluzione morfologica di un bacino di drenaggio, questo

parametro dà utili informazioni ai fini di una valutazione quantitativa delle modificazioni geomorfologiche cui il bacino stesso può essere sottoposto nel tempo.

Una volta ricavati questi parametri, la descrizione gerarchica secondo Strahler della rete idrografica ci permette di applicare le tre leggi Horton. La prima legge di Horton, anche detta legge dei numeri dei corsi d'acqua, riguarda la relazione esistente, all'interno di un bacino, tra il numero dei corsi d'acqua di un certo ordine e quello dei corsi d'acqua di ordine immediatamente superiore. Essa afferma che in un bacino il rapporto tra il numero N_w dei corsi d'acqua di ordine w ed il numero N_{w+1} dei corsi d'acqua di ordine $w+1$ è circa costante:

$$\frac{N_w}{N_{w+1}} = R_B$$

Dove il rapporto R_B prende il nome di rapporto di biforcazione. Normalmente è compreso tra 3 e 5.

La seconda legge di Horton, riguardante la relazione esistente tra le lunghezze dei corsi d'acqua di un certo ordine e quelle dei corsi d'acqua di ordine immediatamente superiore, viene anche detta legge delle lunghezze dei corsi d'acqua, e afferma che in un bacino il rapporto tra la lunghezza media L_w dei corsi d'acqua di ordine w e la lunghezza L_{w-1} dei corsi d'acqua di ordine $w-1$ è circa costante:

$$\frac{L_w}{L_{w-1}} = R_L$$

Il rapporto R_L prende il nome di rapporto delle lunghezze dei corsi d'acqua, normalmente ha valori compresi tra 1,5 e 3,5.

La terza legge di Horton infine riguarda la relazione esistente fra le aree dei bacini che hanno come sezione di chiusura una qualunque sezione della rete idrografica del bacino preso in considerazione (così che i bacini maggiori contengano i minori, ed il bacino considerato li contiene tutti). Anche detta legge delle aree, afferma che il rapporto fra l'area media A_w dei bacini dei corsi d'acqua di ordine w e l'area media A_{w-1} dei bacini dei corsi d'acqua di ordine $w-1$ è circa costante:

$$\frac{A_w}{A_{w-1}} = R_A$$

Il rapporto R_A prende il nome di rapporto delle aree dei bacini, ed è normalmente compreso tra 3 e 6.

Un altro parametro analizzato è la Densità di Drenaggio, per un assegnato bacino idrografico, il rapporto tra la lunghezza totale del reticolo idrografico e la superficie del bacino stesso, definisce una grandezza morfometrica, generalmente misurata in km^{-1} . Per un bacino di superficie A, il cui reticolo idrografico misuri una lunghezza L, la D (densità di drenaggio) ha la seguente espressione:

$$D = \frac{L}{A}$$

La densità di drenaggio ha generalmente valori molto alti nelle aree interessate dalla presenza di terreni impermeabili, perché su di essi il reticolo idrografico si presenta molto ramificato, e, viceversa, molto contenuti per le aree in cui ricadono terreni permeabili. La densità di drenaggio diminuisce all'aumentare del grado di copertura vegetale del bacino, perché il processo di infiltrazione nel suolo risulta sempre favorito rispetto al deflusso superficiale e il reticolo idrografico si presenta sempre meno ramificato. Essa è anche un indicatore dello stadio evolutivo della rete idrografica, dato che i fenomeni erosivi e di trasporto che avvengono sia all'interno dei canali fluviali sia sui versanti condizionano lo sviluppo planimetrico dei canali.

Per fornire una chiave di lettura dal punto di vista della distribuzione delle superfici nelle diverse fasce altimetriche dei bacini, sono state ricavate per ciascuno dei quattro microbacini due curve, la curva ipsografica e la curva ipsometrica. Nella curva ipsografica ogni punto ha come ordinata un valore di quota h_i e come ascissa la superficie parziale del bacino A_i posta al di sopra della quota considerata. Alla quota massima corrisponde una superficie nulla mentre, alla quota minima, che è quella della sezione di chiusura, corrisponde la superficie dell'intero bacino. Con l'aumentare dell'area di drenaggio, aumenta anche la distanza dalla sorgente.

La curva ipsografica può essere realizzata in forma dimensionale, sostituendo alle quote il rapporto tra ogni singola quota e la quota massima (h_j/h_{max}) e alle superfici il rapporto tra l'area al di sopra di una quota e l'area totale del bacino (A_j/A_{tot}). In questo caso prende il nome di Curva Ipsometrica. L'andamento della Curva Ipsometrica fornisce informazioni sul grado di evoluzione del bacino: una curva concava indica uno stadio evolutivo avanzato, un bacino vecchio in genere ha modesta

attività erosiva causata dalla completa o semi-completa asportazione dei terreni erodibili avvenuti nel tempo; al contrario se la curva è convessa il bacino sarà di più giovane formazione, con una attività erosiva maggiore e uno squilibrio tra evoluzione tettonica e dinamica erosiva; più la curva si avvicina ad un andamento lineare, più sarà vicino ad un grado di maturità, con attività erosiva tendenzialmente media ed equilibrio dinamico.

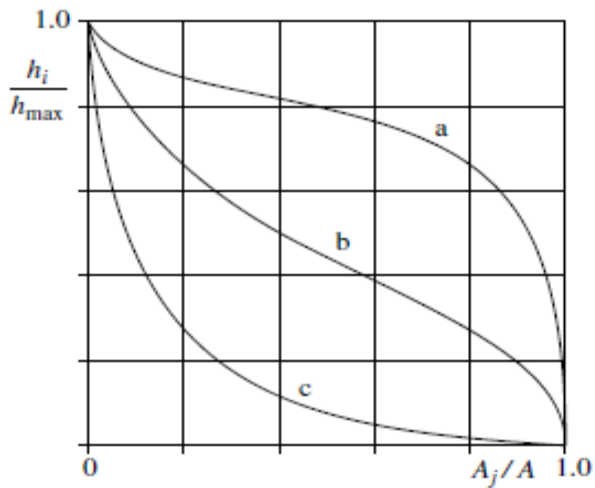


Figura 3.1 – Grafico dell'andamento della curva ipsografica a seconda dello stadio di evoluzione giovane (curva a), maturo (curva b) o invecchiato (curva c) di un bacino idrografico.

Capitolo 4

RISULTATI

L'intera area presa in esame interessata dal comune di Corinaldo può configurarsi come un "unicum", in quanto si trova lungo la linea spartiacque di due grandi bacini idrografici, il bacino del fiume Cesano a Nord ed il bacino del fiume Misa a Sud, si caratterizza perciò all'interno di due versanti contrapposti. Nello specifico nello studio ci si è concentrati su alcuni sub-bacini appartenenti al versante Sud, i motivi di questa scelta verranno spiegati nel corso di questo capitolo.

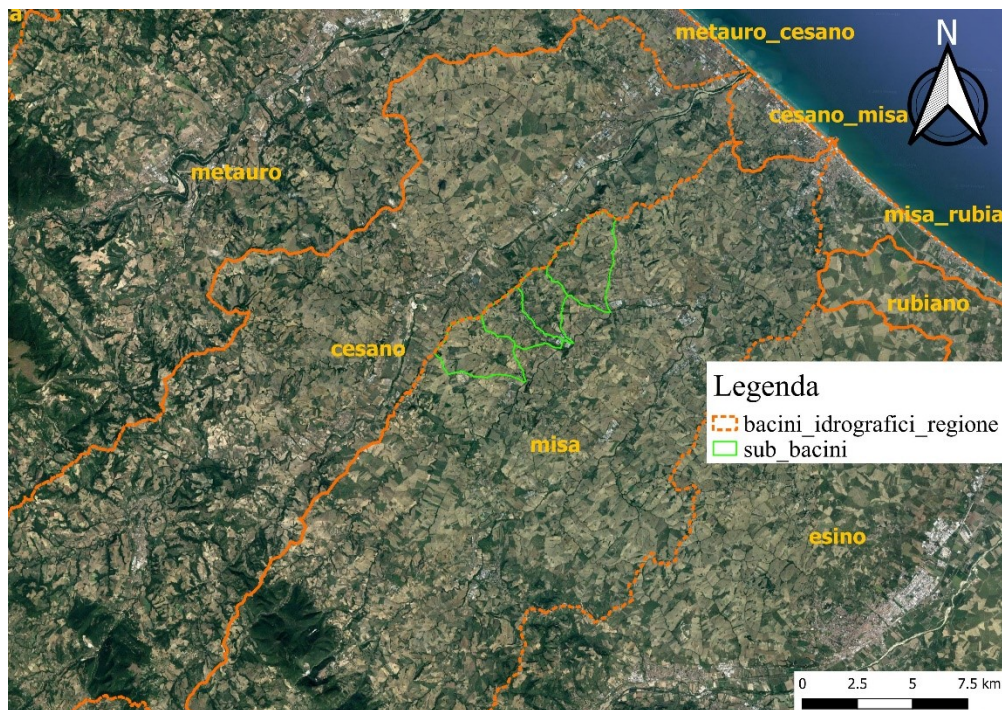


Figura 4.1 – Quadro generale dell'area studio, con i sub-bacini (tratteggiati in verde) che si trovano adiacenti alla linea spartiacque tra i bacini idrografici di Misa e Cesano (in arancione).

4.1 Indici di forma del rilievo

Nell'area studio, da un punto di vista delle acclività dei versanti, abbiamo la quasi totalità del territorio che presenta pendenze tra lo 0 e i 10 gradi (48%) e tra i 10 e i 20 gradi (49%), pendenze tra i 20 e i 29 gradi sono molto poco presenti (3%), mentre del tutto assenti sono acclività molto accentuate con angoli maggiori di 30 gradi.

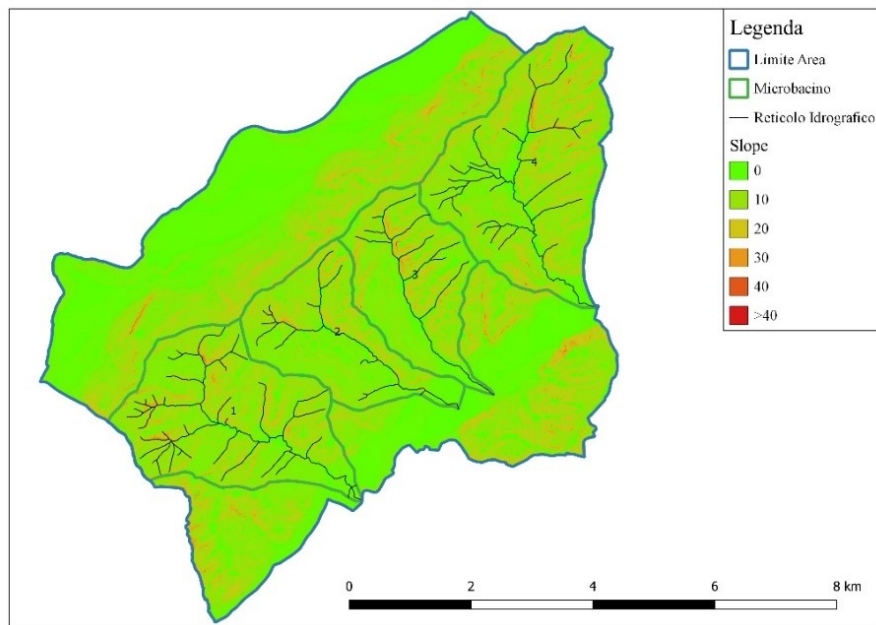


Figura 4.2 – Carta delle pendenze ricavata su QGIS.

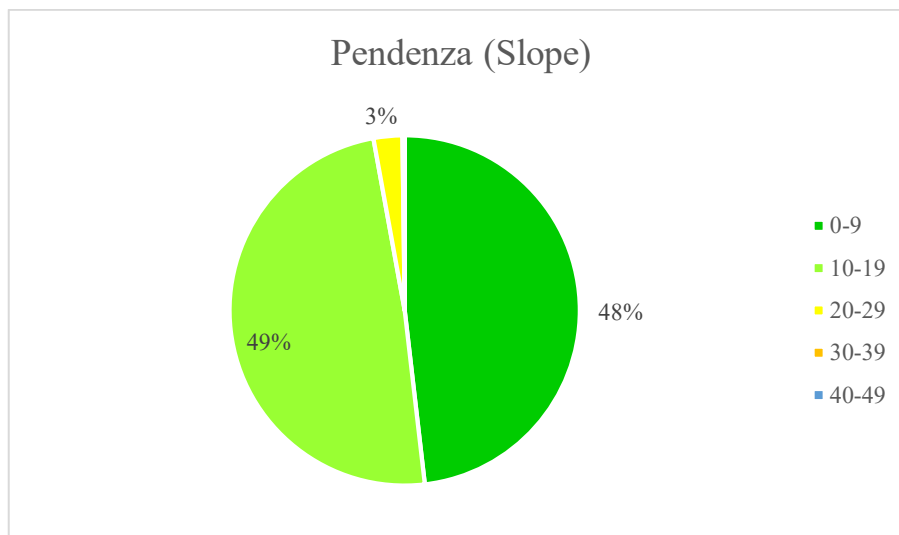


Figura 4.3 – Grafico a torta rappresentante i livelli di pendenza espressi in percentuale.

L'analisi degli indici di classificazione delle forme del rilievo mette in luce che i due versanti afferenti a bacini diversi (Bacino Misa a sud e Bacino Cesano a nord), sono caratterizzati da fenomeni profondamente differenti. In particolar modo, l'indice TPI non individua sistemi vallivi nel versante nord e quindi denota una assenza di ruscellamento preferenziale canalizzato, laddove esso è presente si sviluppa perlopiù in maniera rettilinea senza particolari ramificazioni, tale aspetto è incentivato dalle notevoli pendenze che caratterizzano il versante stesso. La dinamica prevalente nel versante nord è quella di versante con importanti movimenti gravitativi, anche di estensione modesta. Al contrario, il versante sud presenta una forte dinamica di ruscellamento organizzata in reticoli minori; tuttavia, la carta della flow accumulation mette in evidenza ulteriori canali preferenziali di ruscellamento rispetto al reticolo idrografico pre-esistente. Pertanto si è ritenuto opportuno effettuare una analisi geomorfologica quantitativa per caratterizzare i sub-bacini individuati nel versante sud.

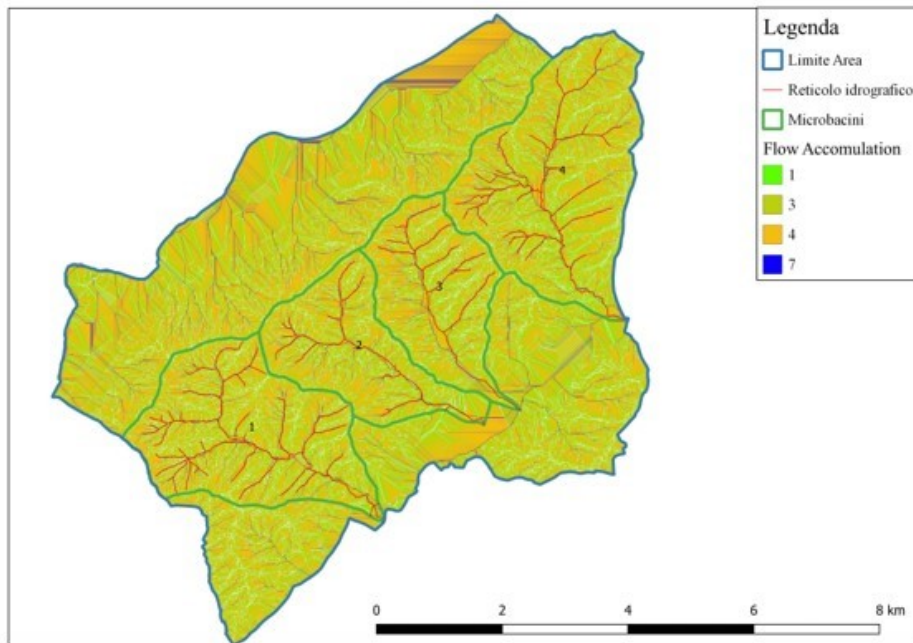


Figura 4.4 – Carta della Flow Accumulation, ricavata su SAGA.

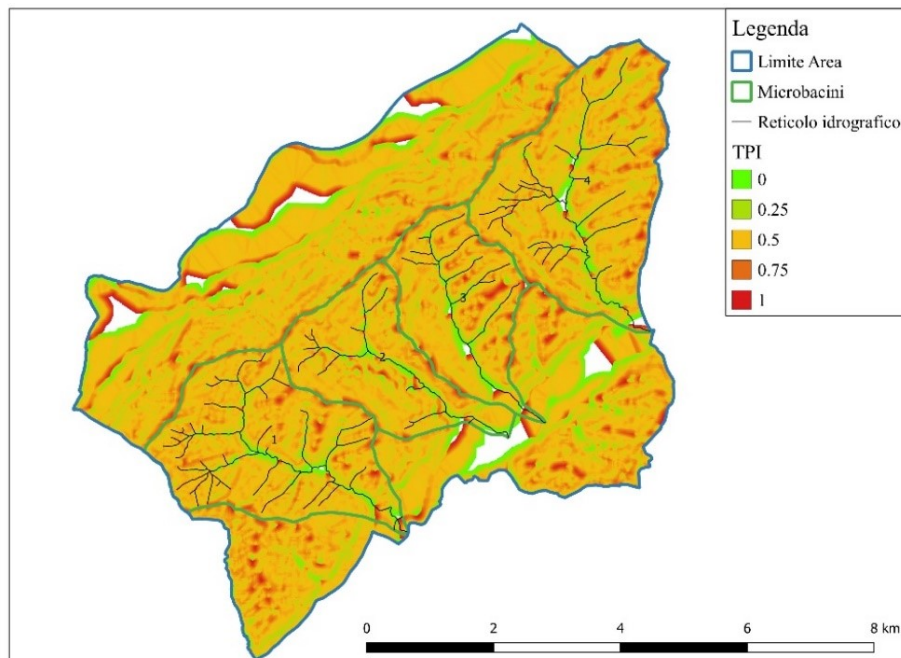


Figura 4.5 – Carta del TPI, ricavata su GRASS.

4.2 Caratteri geomorfologici quantitativi

Per ciascuno dei 4 sub-bacini rimodellati di interesse del versante Misa, è stata eseguita un'analisi dei caratteri geomorfologici quantitativi, che si pone l'obiettivo di parametrizzare le caratteristiche geomorfologiche evolutive dei sub-bacini.

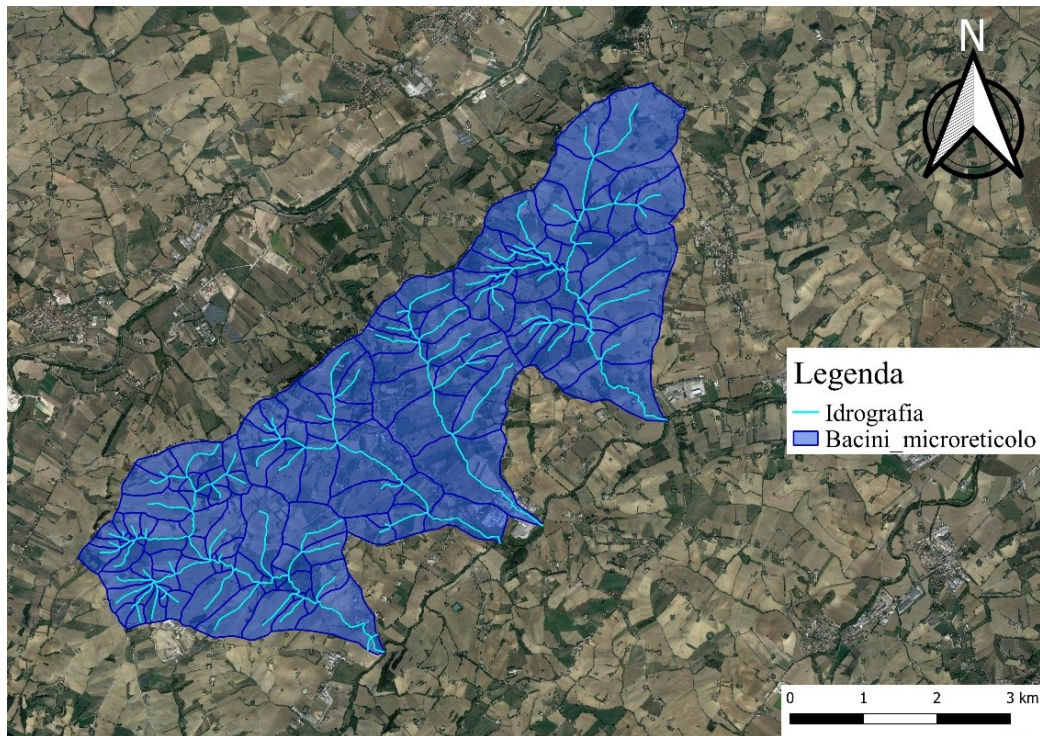


Figura 4.6 – I 4 sub-bacini di interesse nell'area studio, con i rispettivi microreticoli e microbacini.

4.2.1 Sub-bacino 1

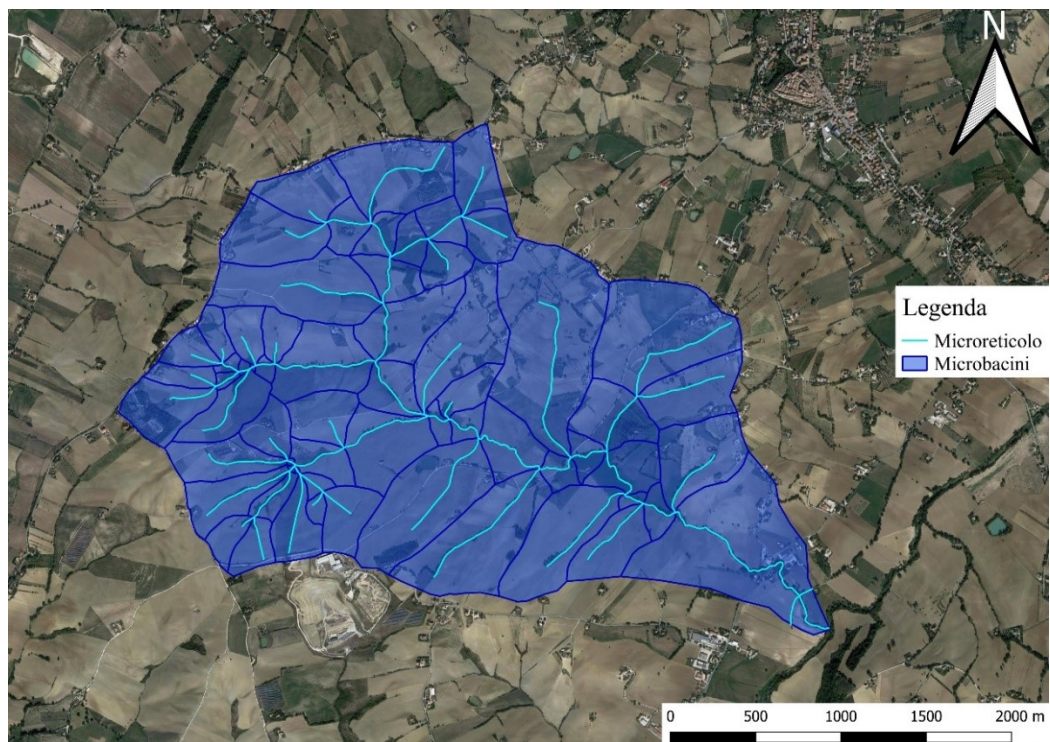


Figura 4.7 – Carta sub-bacino numero 1.

Per quanto riguarda il sub-bacino numero 1, l'ordine gerarchico di grado massimo è pari a 4. Tra i 4 presi in esame è quello con il reticolo più espanso di tutti. Nella tabella sottostante sono mostrati il numero di aste per ciascun ordine N_u , e il numero di aste che confluiscono direttamente in aste di ordine immediatamente successivo (N_{ud}), la lunghezza totale e media delle aste di ciascun ordine, la superficie totale e media sottesa alle aste di ciascun ordine, la densità di drenaggio, il rapporto di biforcazione R_b , il rapporto di biforcazione diretto R_{bd} e mediante la differenza di questi ultimi, l'indice di biforcazione R .

ORDINE	NUMERO ASTE (Nu)	NUMERO ASTE (Nud)	LUNGHEZZA (km)	LUNGHEZZA MEDIA (km)	AREA (km ²)	AREA MEDIA CUMULATA (km ²)	Rb	Rbd	R	Densità di drenaggio
I	33	16	13.05	0.40	5.09	0.15	4	3	1	
II	8	6	2.32	0.29	0.44	0.46	3	3	0	
III	3	2	2.40	0.80	0.70	1.55	3	\		
IV	1	\	3.87	3.87	1.08	7.31	\	\		
			21.64		7.31		3.2	2.8	0.4	2.96

Tabella 4.1 – Dati gerarchici e geomorfologici del sub-bacino 1.

I Legge di Horton

Rb 3.26

Ordine	Numero aste
I	33
II	8
III	3
IV	1

Tabella 4.2 – Tabella I legge di Horton, sub-bacino 1.

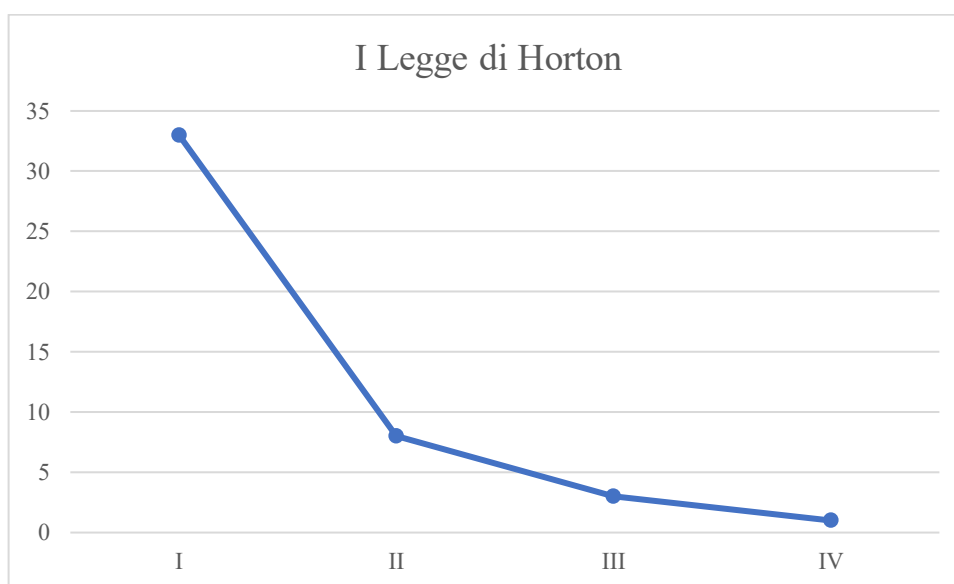


Figura 4.8 – Grafico lineare I legge di Horton, sub-bacino 1.

II Legge di Horton

Ordine	LUNGHEZZA MEDIA CUMULATA (km)	$L_{m(n+1)}/L_{m(n)}$
I	0.40	\
II	0.69	1.733333333
III	1.49	2.167108753
IV	5.36	3.605263158
tot		2.501901748

Tabella 4.3 - Tabella II legge di Horton, sub-bacino 1.

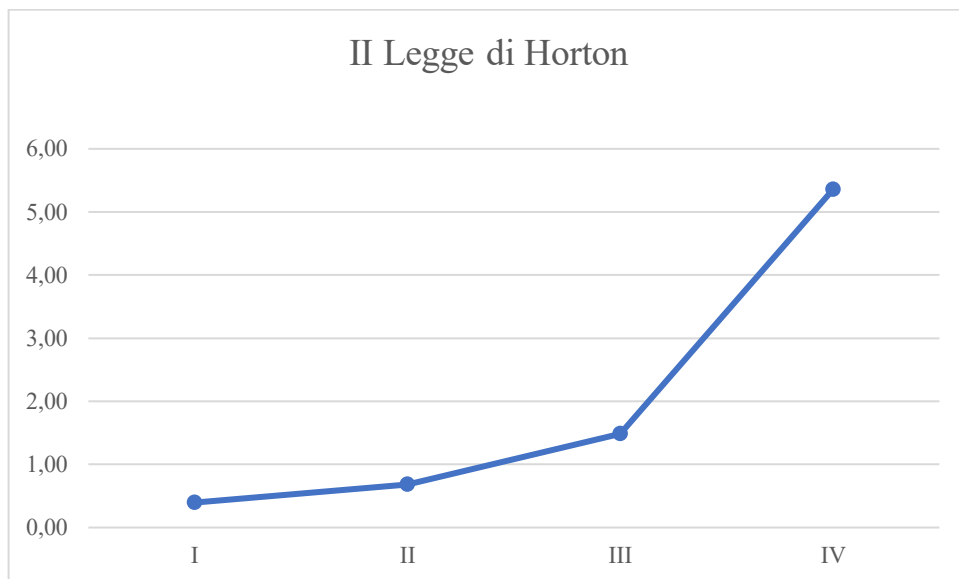


Figura 4.9 - Grafico lineare II legge di Horton, sub-bacino 1.

III Legge di Horton

Ordine	AREA MEDIA CUMULATA (km)	$A_m(n+1)/A_m(n)$
I	0.15	\
II	0.46	2.966118178
III	1.55	3.395264109
IV	7.31	4.706008594
tot		3.689130294

Tabella 4.4 - Tabella III legge di Horton, sub-bacino 1.



Figura 4.10 - Grafico lineare III legge di Horton, sub-bacino 1.

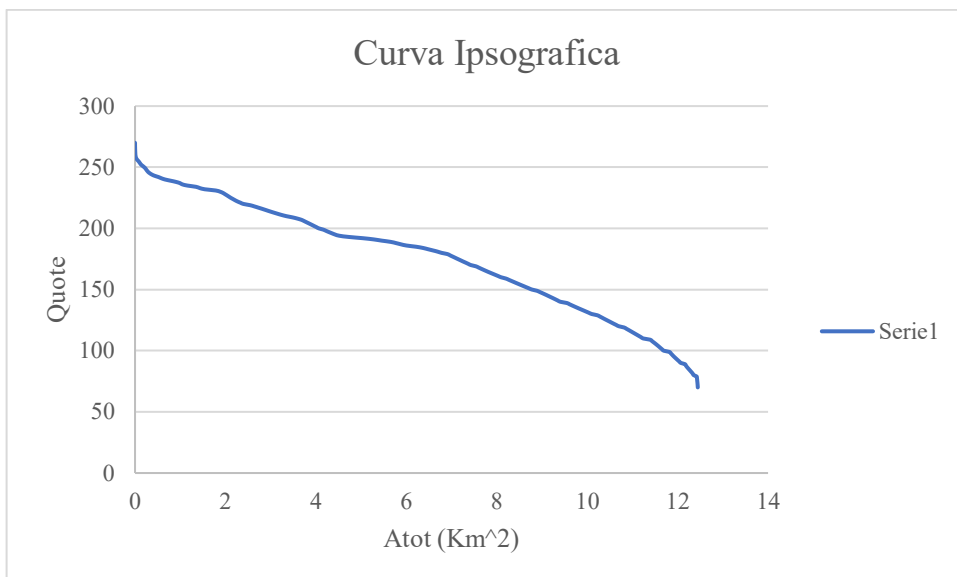


Figura 4.11 – Grafico lineare dell'andamento della curva ipsografica del sub-bacino 1.

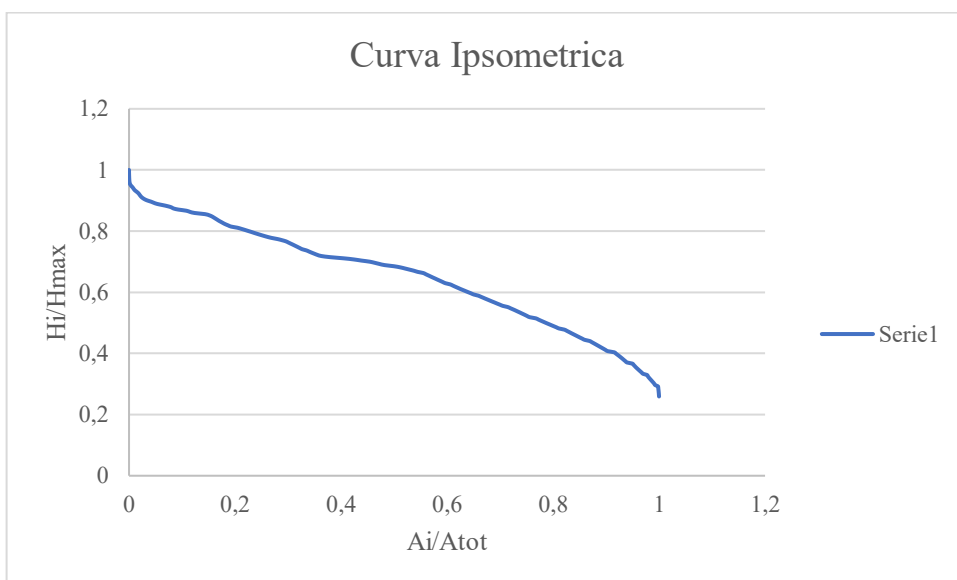


Figura 4.12 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsometrica del sub-bacino 1.

4.2.2 Sub-bacino 2

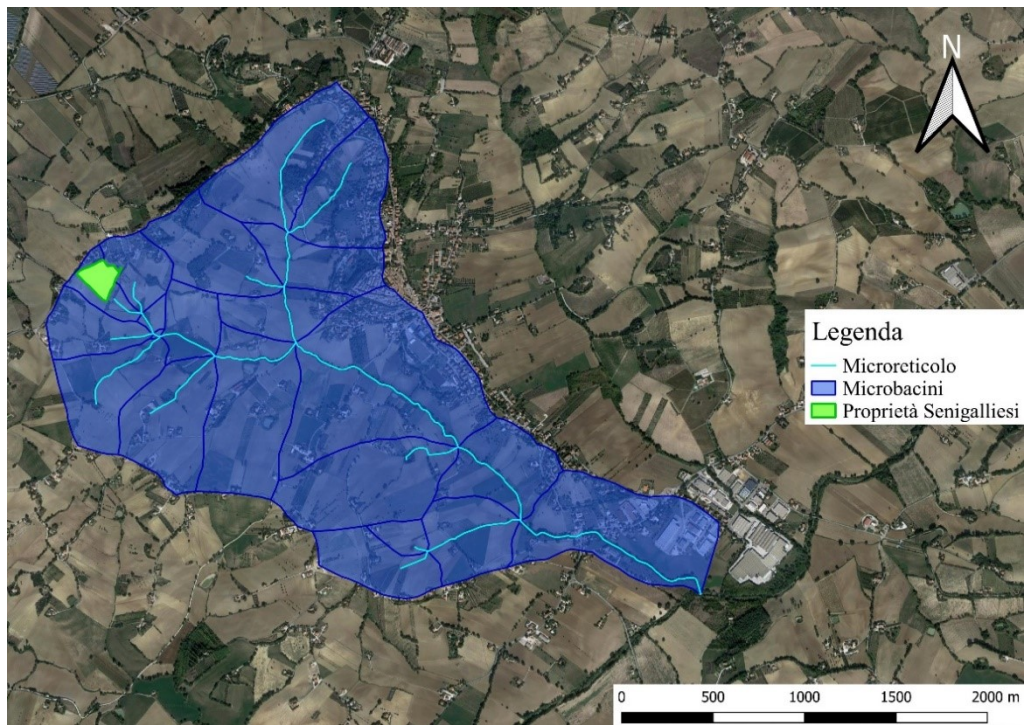


Figura 4.13 – Carta sub-bacino numero 2.

Il sub-bacino numero 2, uno dei due in cui si trova il paese di Corinaldo, presenta un reticolo più scarso, anche l'ordine gerarchico massimo, che in questo caso è 3, è inferiore rispetto a quello del sub-bacino 1.

ORDINE	NUMERO ASTE (Nu)	NUMERO ASTE (Nud)	LUNGHEZZA (km)	LUNGHEZZA MEDIA (km)	AREA (km ²)	Rb	Rbd	R	Densità di drenaggio
I	11	6	3.82	0.35		5.50	3.00	2.50	
II	2	2	2.19	1.10		2.00	\	\	
III	1	\	2.89	2.89		\	\	\	
			8.90		4.6629	3.75	3.00	0.75	1.91

Tabella 4.5 - Dati gerarchici e geomorfologici del sub-bacino 2.

I Legge di Horton

Rb 3.75

Ordine	Numero
I	11
II	2
III	1

Tabella 4.6 - Tabella I legge di Horton, sub-bacino 2.

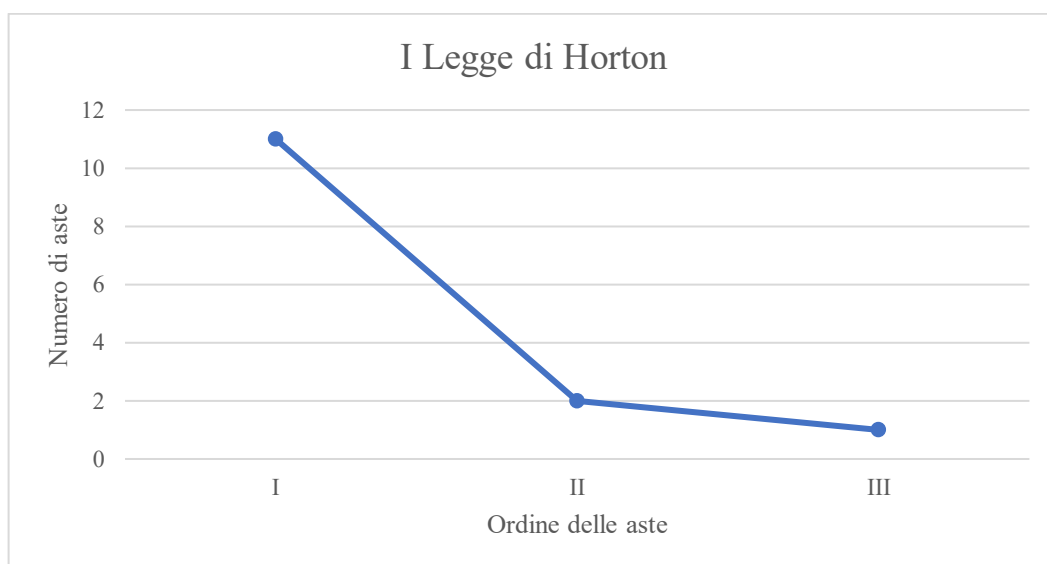


Figura 4.14 - Grafico lineare I legge di Horton, sub-bacino 2.

II Legge di Horton

Ordine	LUNGHEZZA MEDIA CUMULATA (km)	$L_{m(n+1)}/L_{m(n)}$
I	0.35	\
II	1.10	3.153141361
III	2.89	2.639269406
tot		2.896205384

Tabella 4.7 - Tabella II legge di Horton, sub-bacino 2.

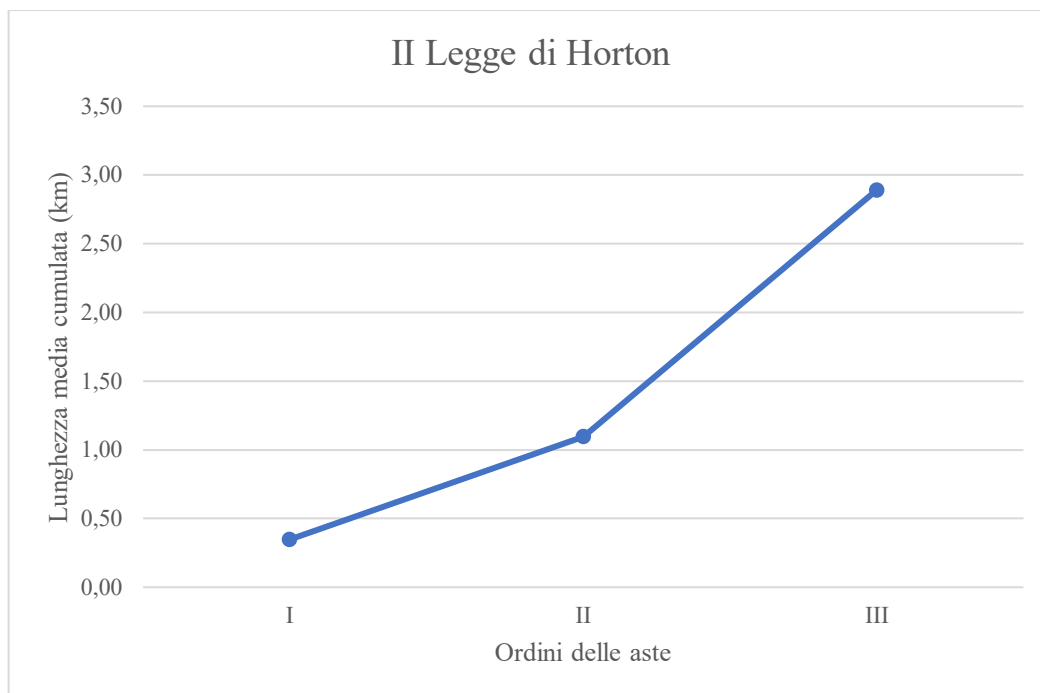


Figura 4.15 - Grafico lineare II legge di Horton, sub-bacino 2.

III Legge di Horton

Ordine	AREA MEDIA CUMULATA (km)	$A_{m(n+1)}/A_{m(n)}$
I	0.20	\
II	1.05	5.209657108
III	4.66	4.455069282
tot		4.832363195

Tabella 4.8 - Tabella III legge di Horton, sub-bacino 3.

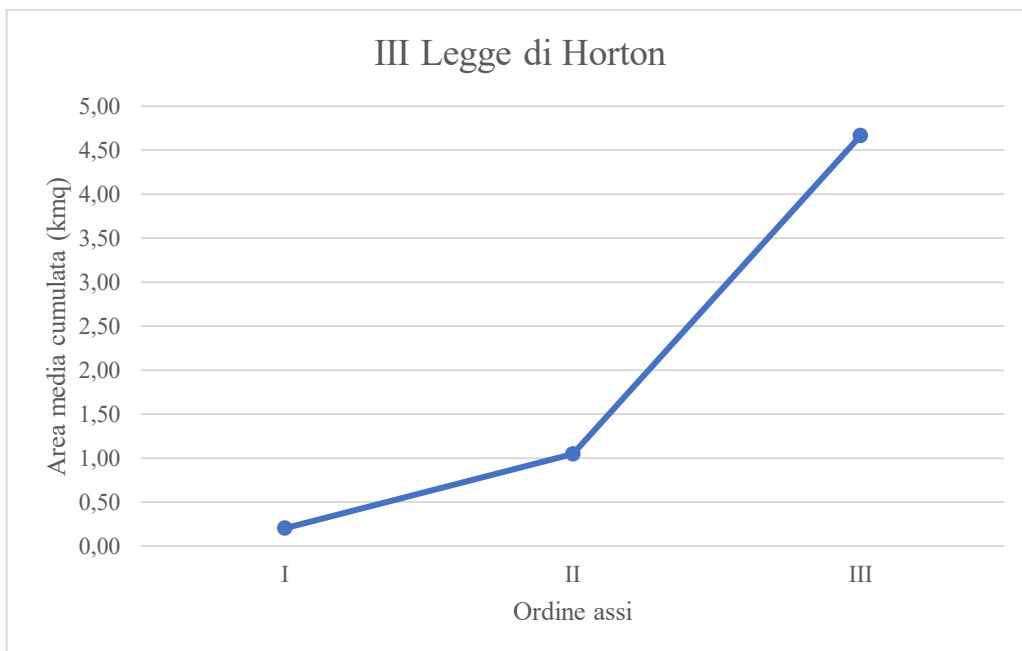


Figura 4.16 - Grafico lineare III legge di Horton, sub-bacino 2.

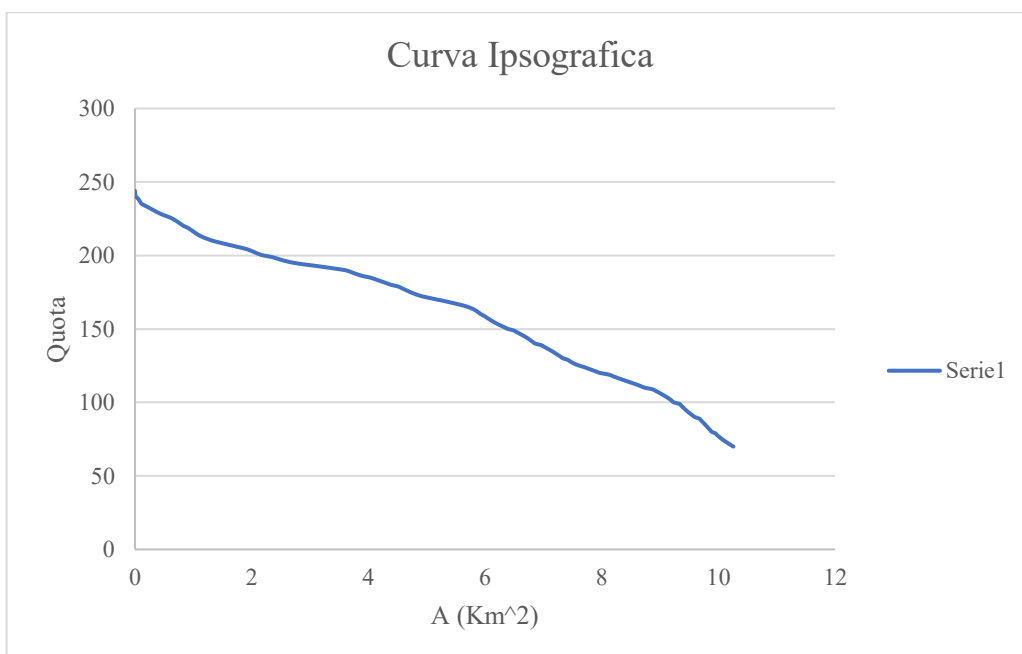


Figura 4.17 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsografica del sub-bacino 2.

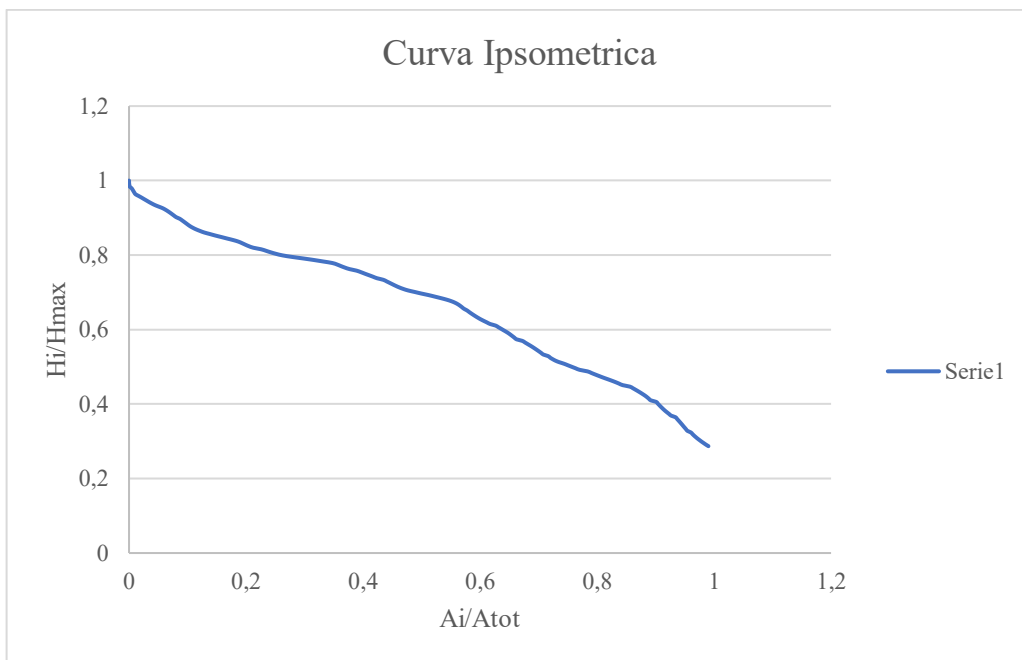


Figura 4.18 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsometrica del sub-bacino 2.

4.2.3 Sub-bacino 3

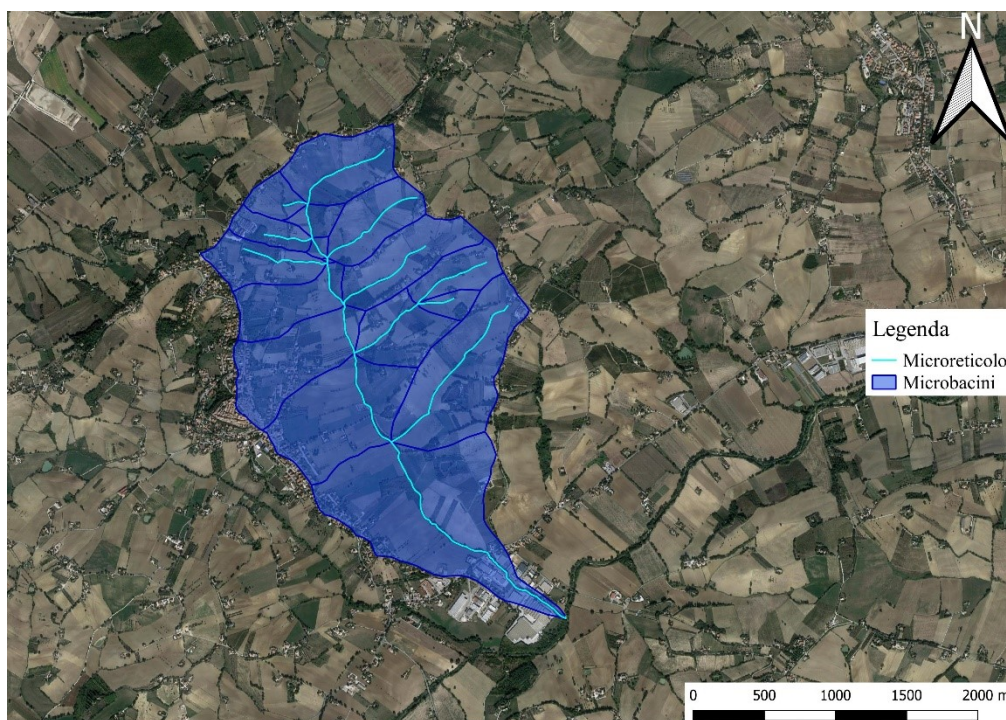


Figura 4.19 – Carta sub-bacino numero 3.

Il sub-bacino numero 3, come il numero 2, è interessato dalla presenza del tessuto urbano di Corinaldo, e risulta anch'esso ben poco ramificato rispetto alle potenzialità. Il grado massimo gerarchico è 3, e i parametri ricavati dall'applicazione delle tre leggi di Horton rientrano nei range di valori standard (tra 3 e 5 per la prima legge, tra 1.5 e 3.5 per la seconda e tra 3 e 6 per la terza).

ORDINE	NUMERO ASTE (Nu)	NUMERO ASTE (Nud)	LUNGHENZA (km)	LUNGHEZZA MEDIA (km)	AREA (km ²)	AREA MEDIA CUMULATA (km ²)	Rb	Rbd	R	Densità di drenaggio
I	9	4	5.53	0.61	2.11	0.23	4.5	2.0	2.50	
II	2	2	1.75	0.88	0.98	2.26	2.0	\	\	
III	1	\	2.60	2.60	1.55	4.64	\	\	\	
			9.88		4.64		3.25	2.0	1.25	2.13

Tabella 4.9 - Dati gerarchici e geomorfologici del sub-bacino 3.

I Legge di Horton

Rb 3.25

Ordine	Numero aste
I	9
II	2
III	1

Tabella 4.10 - Tabella I legge di Horton, sub-bacino 3.

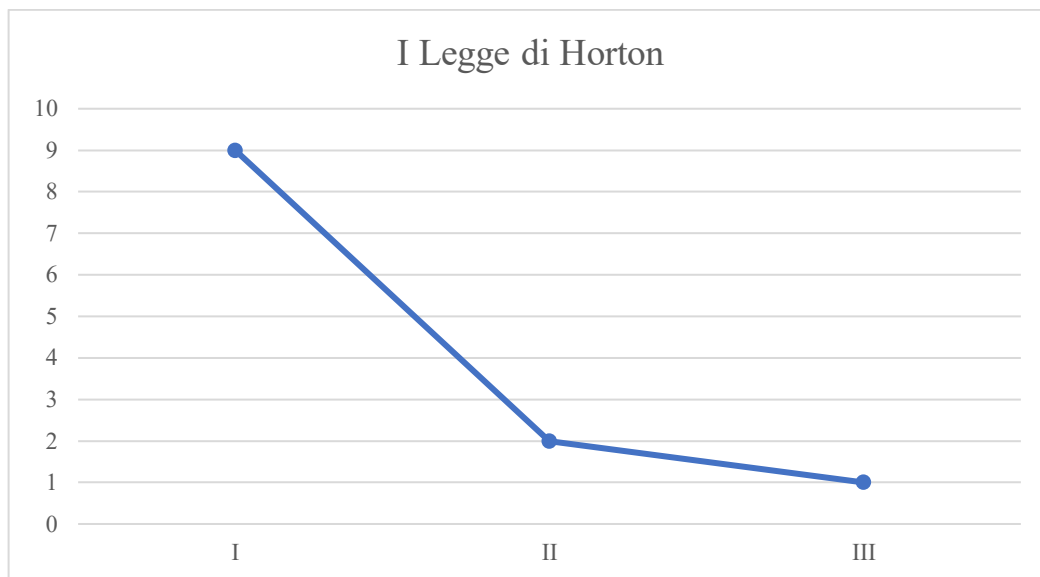


Figura 4.20 - Grafico lineare I legge di Horton, sub-bacino 3.

II Legge di Horton

Ordine	LUNGHEZZA MEDIA CUMULATA (km)	$L_{m(n+1)}/L_{m(n)}$
I	0.61	\
II	1.49	2.424050633
III	4.09	2.745617307
tot		2.58483397

Tabella 4.11 - Tabella II legge di Horton, sub-bacino 3.

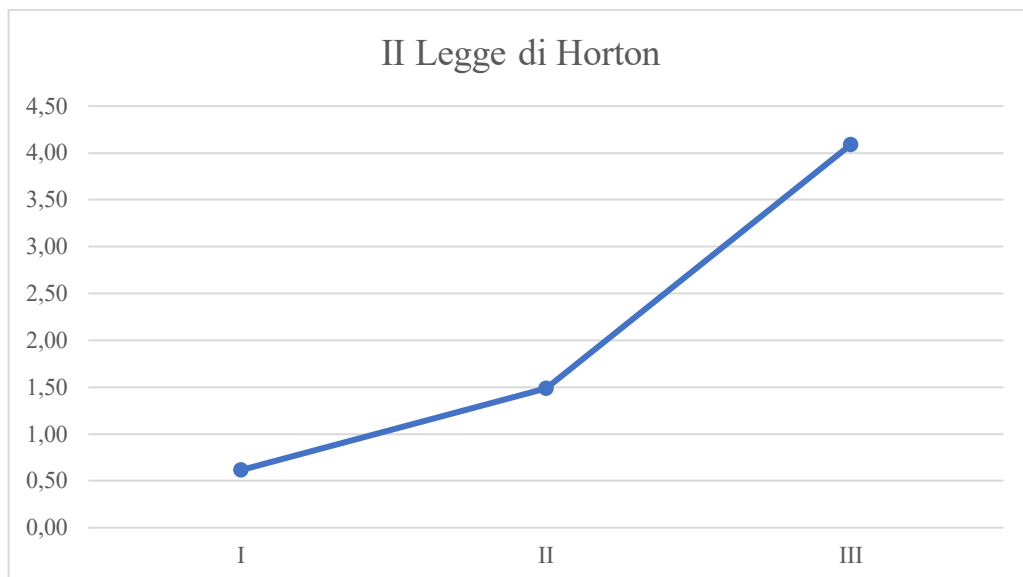


Figura 4.21 - Grafico lineare II legge di Horton, sub-bacino 3.

III Legge di Horton

Ordine	AREA MEDIA CUMULATA (km)	$A_{m(n+1)}/A_{m(n)}$
I	0.23	\
II	2.26	9.618501646
III	4.64	2.057649667
tot		5.838075657

Tabella 4.12 - Tabella III legge di Horton, sub-bacino 3.

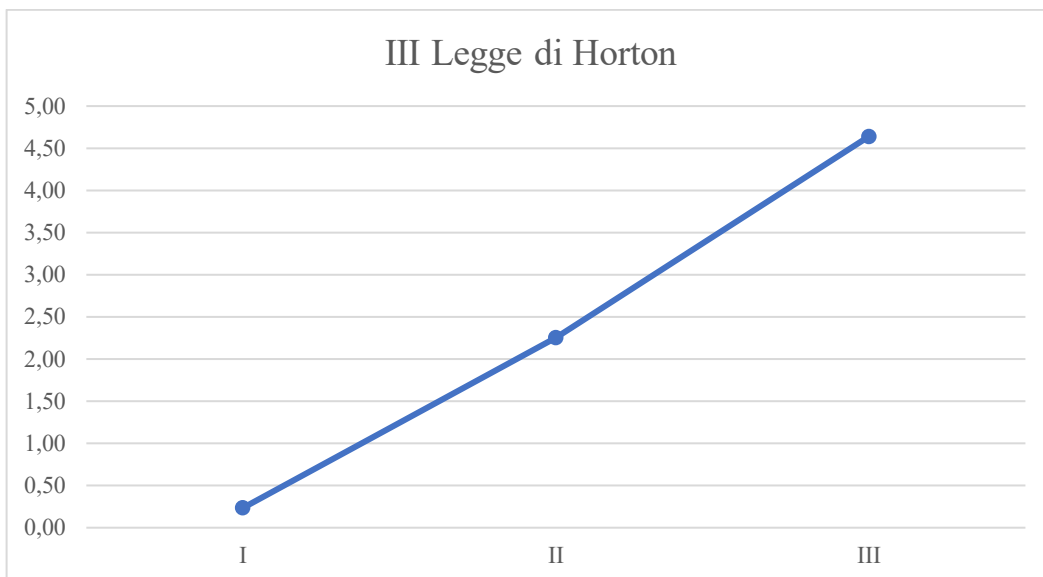


Figura 4.22 - Grafico lineare III legge di Horton, sub-bacino 3.

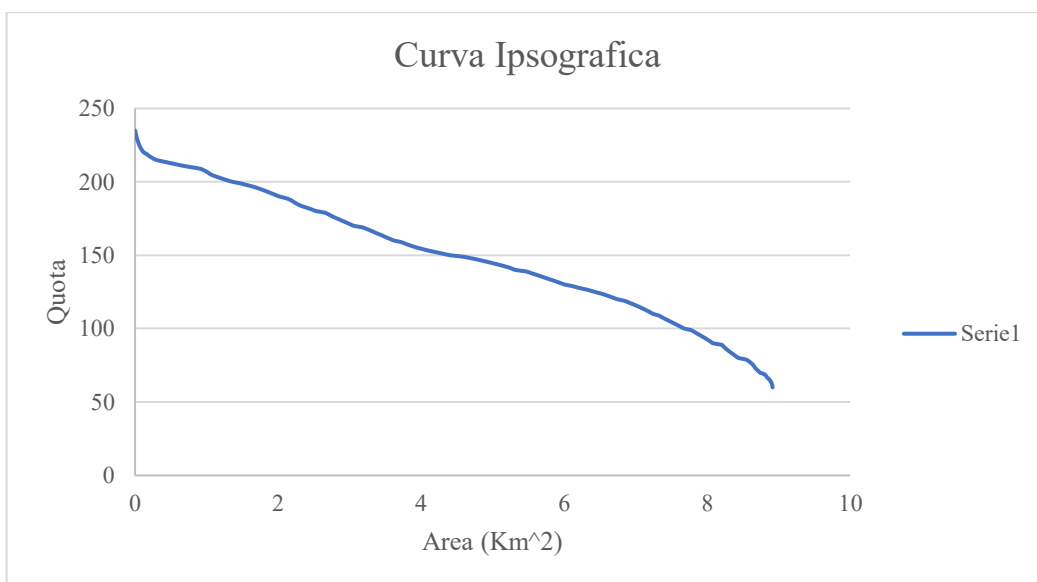


Figura 4.23 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsografica del sub-bacino 3.

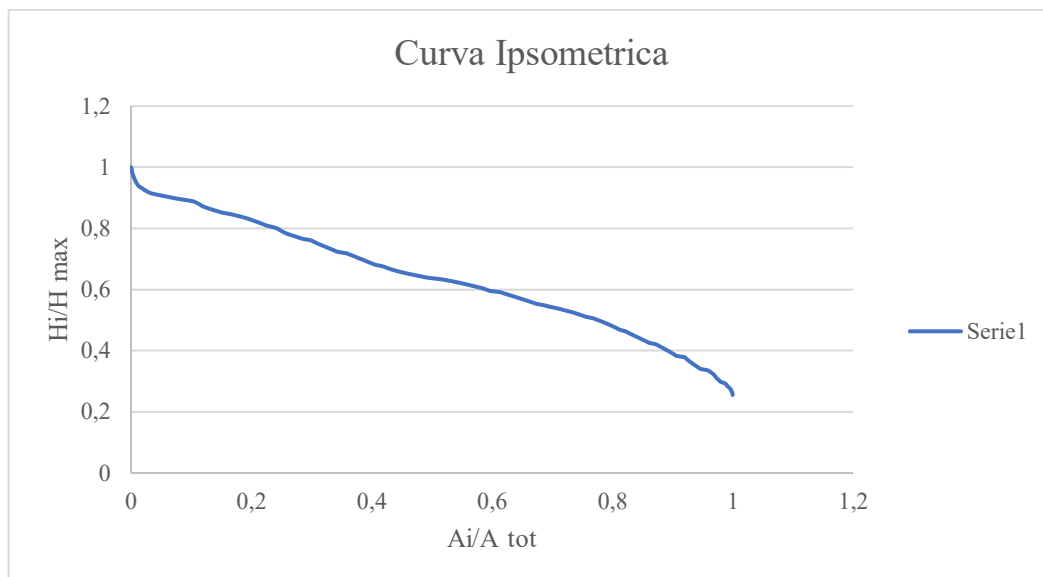


Figura 4.24 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsometrica del sub-bacino 3.

4.2.4 Sub-bacino 4

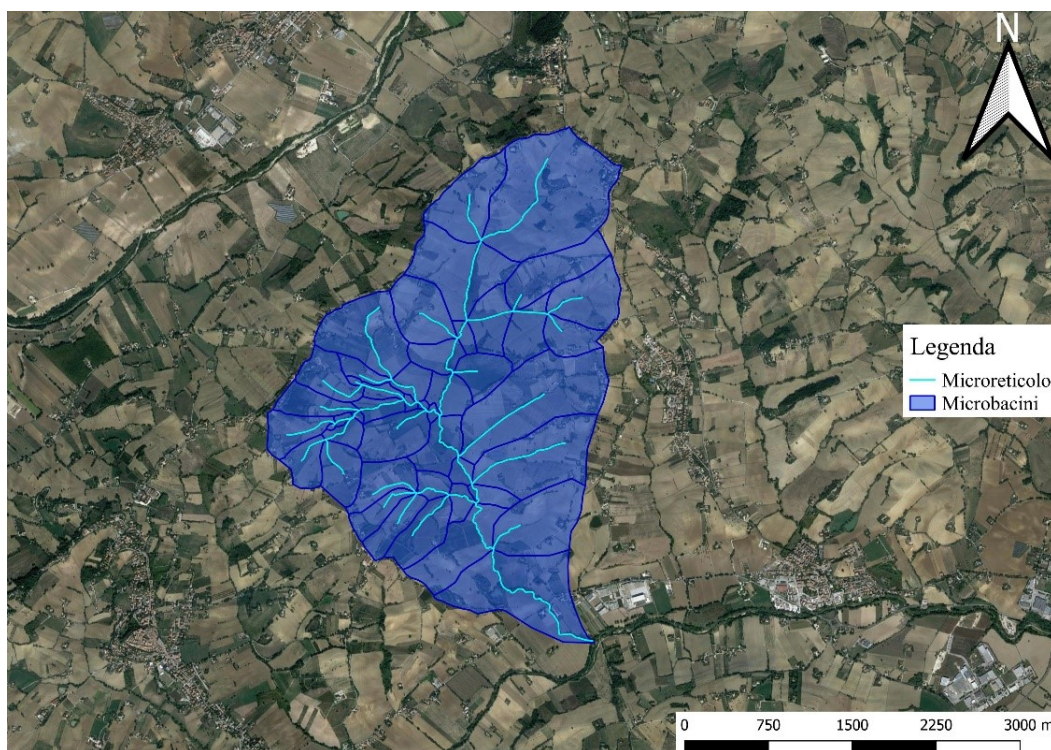


Figura 4.25 – Carta sub-bacino numero 4.

Il sub-bacino numero 4, risulta essere, insieme al numero 1, più ramificato rispetto ai sub-bacini centrali. Il grado gerarchico massimo è infatti 4, a differenza dei due sub-bacini centrali.

ORDINE	NUMERO ASTE (Nu)	NUMERO ASTE (Nud)	LUNGHEZZA (km)	LUNGHEZZA MEDIA (km)	AREA (km ²)	AREA MEDIA CUMULATA (km ²)	Rb	Rbd	R	Densità di drenaggio
I	24	14	10.13	0.42	6.15	0.26	3.43	3.50	-0.07	
II	7	4	3.38	0.48	1.11	0.80	3.50	2.00	1.50	
III	2	2	1.94	0.97	0.38	3.05	2.00	\	\	
IV	1	\	3.07	3.07	1.22	8.86	\	\	\	
			18.52		8.86		2.98	2.75	0.23	2.09

Tabella 4.13 - Dati gerarchici e geomorfologici del sub-bacino 4.

I Legge di Horton

Rb 2.98

Ordine	Numero aste
I	24
II	7
III	2
IV	1

Tabella 4.14 - Tabella I legge di Horton, sub-bacino 4.

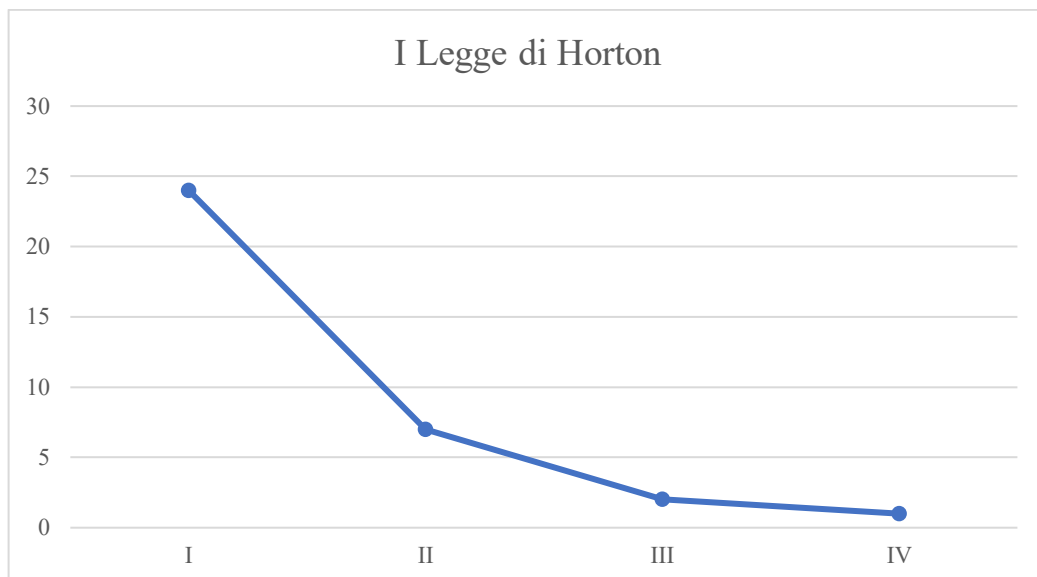


Figura 4.26 - Grafico lineare I legge di Horton, sub-bacino 4.

II Legge di Horton

Ordine	LUNGHEZZA MEDIA CUMULATA (km)	$L_{m(n+1)}/L_{m(n)}$
I	0.42	\
II	0.90	2.143985334
III	1.87	2.071893705
IV	4.94	2.637385314
tot		2.284421451

Tabella 4.15 - Tabella II legge di Horton, sub-bacino 4.

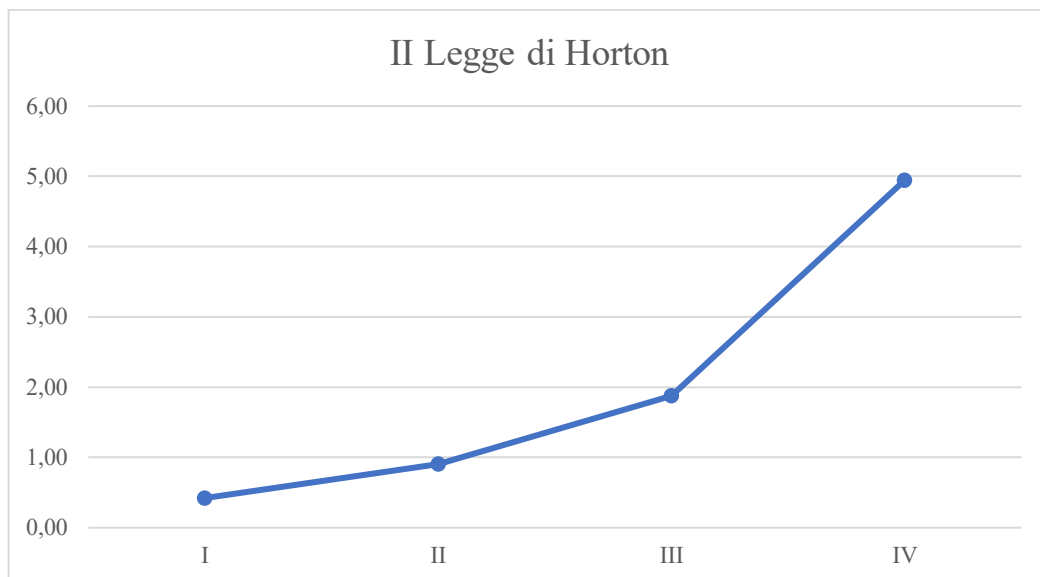


Figura 4.27 - Grafico lineare II legge di Horton, sub-bacino 4.

III Legge di Horton

Ordine	AREA MEDIA CUMULATA (km)	$A_m(n+1)/A_m(n)$
I	0.26	\
II	0.80	3.105225366
III	3.05	3.833035488
IV	8.86	2.904918033
tot		3.281059629

Tabella 4.16 - Tabella III legge di Horton, sub-bacino 4.

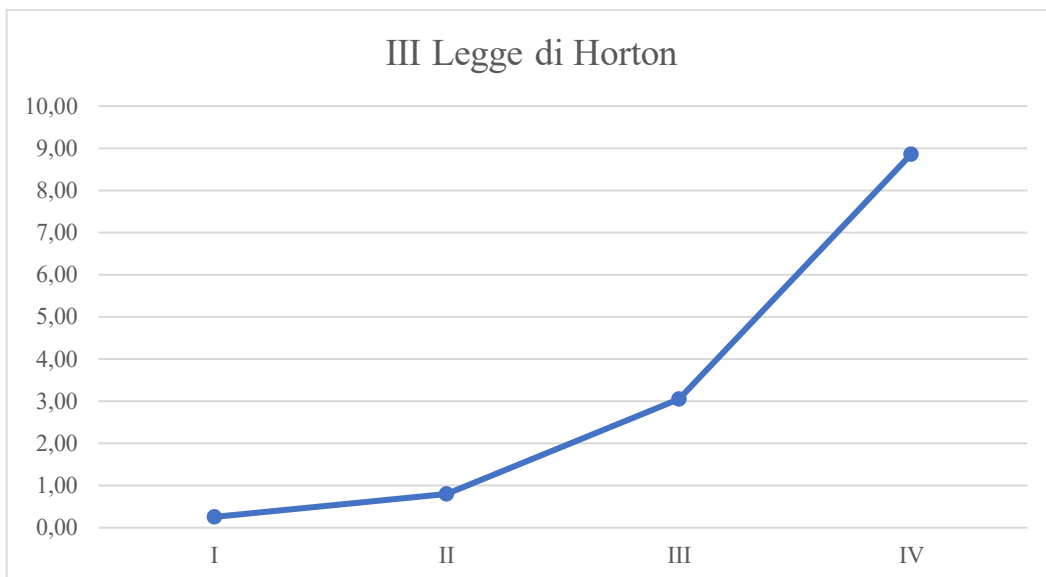


Figura 4.28 - Grafico lineare III legge di Horton, sub-bacino 4.

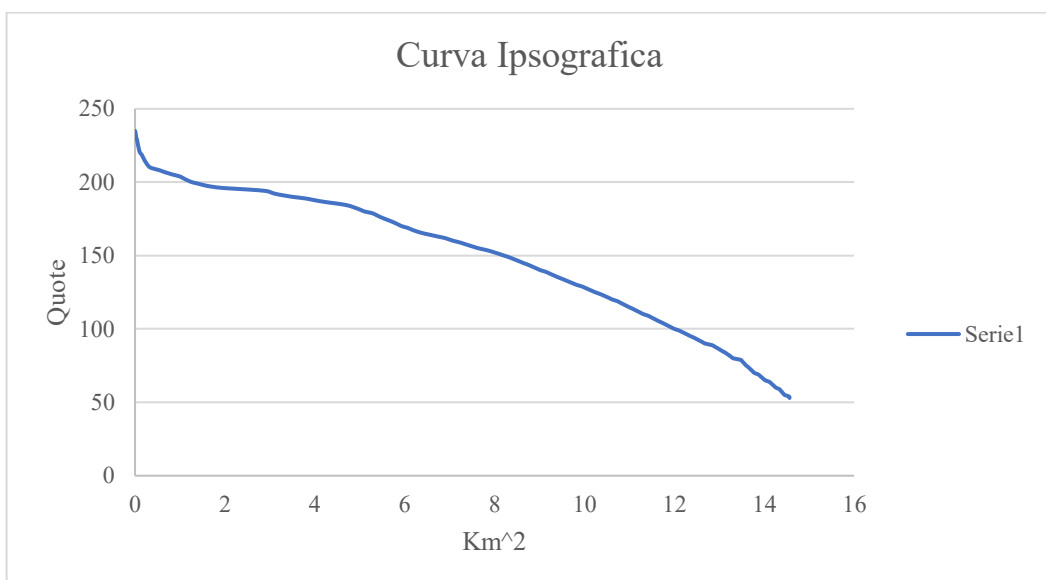


Figura 4.29 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsografica del sub-bacino 4.

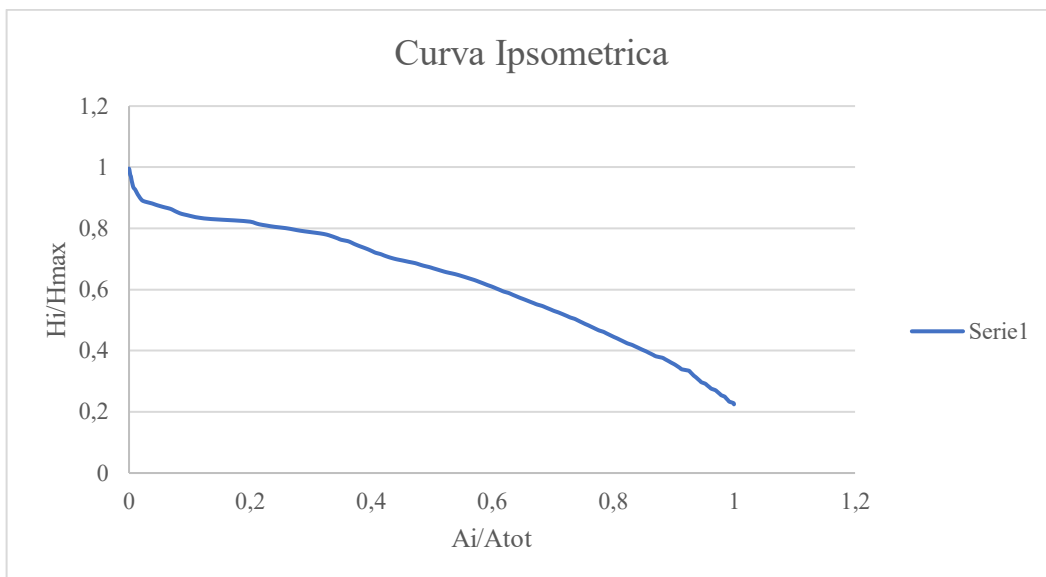


Figura 4.30 - Grafico lineare dell'andamento della curva ipsometrica del sub-bacino 4.

Capitolo 5

DISCUSSIONI

5.1 Effetti della rimodellazione dei sub-bacini

Prima di discutere dei risultati ottenuti con le analisi geomorfologiche quantitative, è necessario soffermarsi sul perché sia stata necessaria una rimodellazione dei bacini, e sugli effetti che questa ha avuto sullo studio.

Come già spiegato nel Capitolo 2 sull'inquadramento territoriale, inizialmente i file dei sub-bacini fornitici tenevano conto per la loro suddivisione soprattutto dei limiti amministrativi, non considerando quelli idrologici, e non considerando di conseguenza la reale geomorfologia del territorio (in un caso, una delle linee di displuvio addirittura coincideva con il reticolo idrografico stesso). Per poter costruire un modello riutilizzabile anche in contesti ed aree diversi, è stato dunque necessario rimodellare o, in alcuni casi, ritracciare quasi completamente i sub-bacini del versante Misa (il versante scelto per effettuare l'analisi). Gli effetti di questo ridisegno sono quelli di aver dato una valenza idrologica all'area studio; per poter studiare e prevenire quello che accade in un bacino dal punto di vista del dissesto idrogeologico, non ci si può confinare entro i limiti amministrativi, a meno che essi non coincidano con le effettive linee di displuvio. Operando in questo modo, ovvero ricavando i sub-bacini corretti dal punto di vista idrografico, che realmente indicano dove verranno convogliate le acque degli eventi meteorici, è più facile ipotizzare e prevenire eventuali interventi. Inoltre questo approccio permette anche di rendere esportabile e replicabile l'analisi

5.2 Stadio evolutivo dei sub-bacini e caratteri geomorfologici

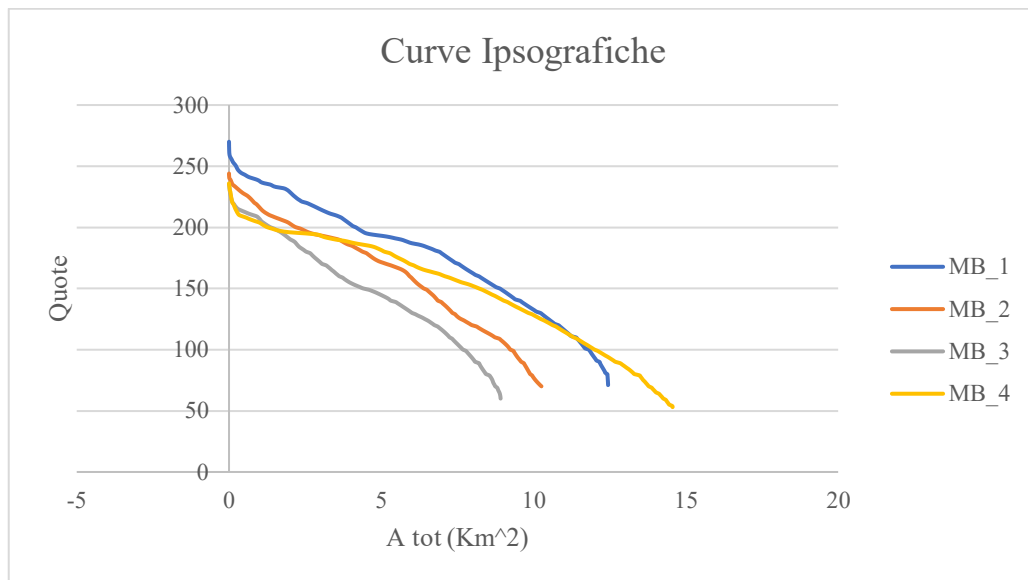


Figura 5.1 – Grafico di confronto tra le Curve Ipsografiche dei sub-bacini.

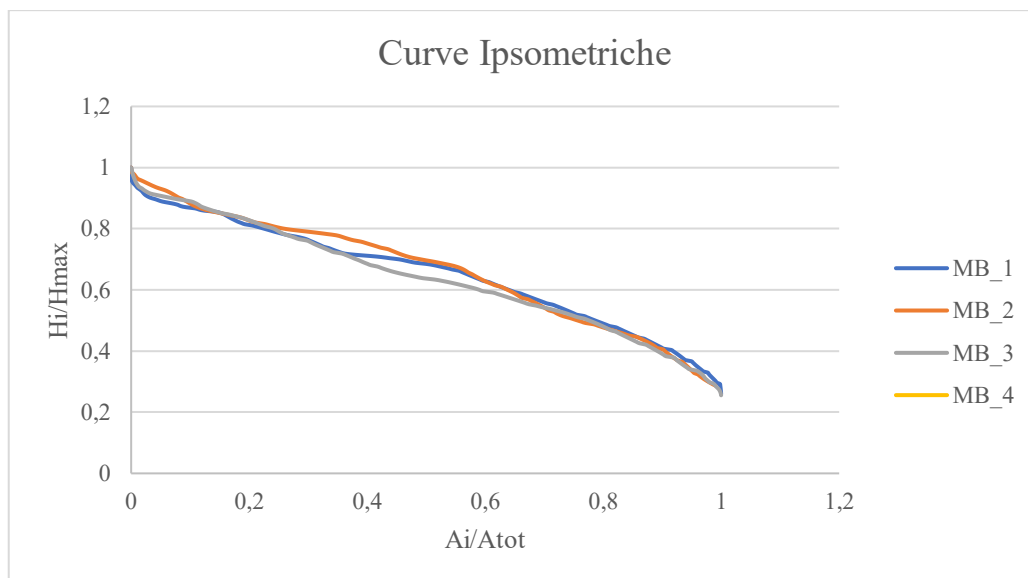


Figura 5.2 - Grafico di confronto tra le Curve Ipsometriche dei sub-bacini.

I bacini con curve ipsografiche che presentano una verticalizzazione nella parte a monte suggeriscono un'erosione regressiva e non presentano spartiacque appiattiti o con superfici sommitali ampie, bensì zone a più alta energia del rilievo. I valori degli

integrali ipsometrici suggeriscono sub-bacini più o meno in equilibrio con la recente tendenza all'erosione regressiva e alla conquista dello spartiacque; si considerano allo stadio evolutivo giovanile con un valore dell'integrale ipsometrico > 0.6 .

Microbacino	Valore integrale ipsometrico
1	0.655
2	0.661
3	0.642
4	0.637

Tabella 5.1 – Integrali Ipsometrici dei sub-bacini.

I valori degli integrali ipsometrici mostrano per tutti e 4 i sub-bacini uno stadio di evoluzione tendenzialmente giovanile, essendo i valori per tutte e 4 le aree $>$ di 0.6, teoria confermata anche dalle forme leggermente convesse delle quattro curve che anch'esse indicano uno stadio giovanile. Il potenziale erosivo dell'intera zona è difatti ancora molto alto, con numerose aree in frana riscontrate sia visivamente sia attraverso la lettura della carta PAI (movimenti franosi solitamente del tipo dei colamenti).



Figura 5.3 – Frana da colamento su un versante a seminativo intorno al comune di Corinaldo (Foto di Michele Caporaletti, Novembre 2019).

Le leggi di Horton e il confronto tra tutti e 4 i sub-bacini suggeriscono la presenza di un reticolo idrografico non completamente sviluppato in relazione alle sue potenzialità, a conferma dello stadio evolutivo ancora giovane dei bacini. Tale risultato è supportato dagli indici ottenuti mediante la prima e la seconda legge di Horton, i quali si attestano su valori sotto media rispetto al range di variabilità disponibile in letteratura; e dal confronto tra il reticolo reale e quello potenzialmente determinato attraverso l'utilizzo del tool 'flow accumulation' che evidenzia infatti dei potenziali canali che al momento non vengono sfruttati, e che possono essere considerati in fase di pianificazione ed intervento. Questa analisi geomorfologica preliminare, coadiuvata dagli strumenti dei Sistemi Informativi Geografici, pone le basi per il lavoro di pianificazione territoriale. È infatti un primo necessario indirizzo fondamentale per chi si andrà ad occupare della progettazione degli interventi previsti dall'accordo. Una parte dei sub-bacini presi in esame è caratterizzata dalla problematica dello scarso sviluppo del microreticolo idrografico, e la carta della Flow Accumulation che ci indica la presenza di linee con accumulo potenziale di flusso in una zona in cui le incisioni non sono del tutto formate, suggerisce sia il tipo di intervento da compiere, ossia la creazione di canali di scolo e deflusso o l'approfondimento di alcuni già esistenti, sia in quali aree specifiche posso andare a canalizzare questo deflusso.

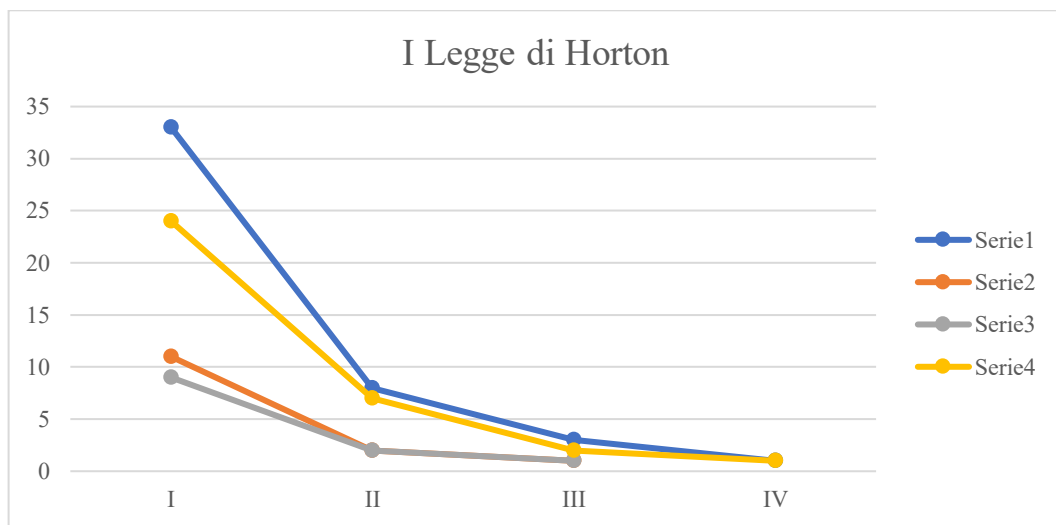


Figura 5.4 – Grafico lineare di confronto dei valori della I Legge di Horton per i 4 sub-bacini.

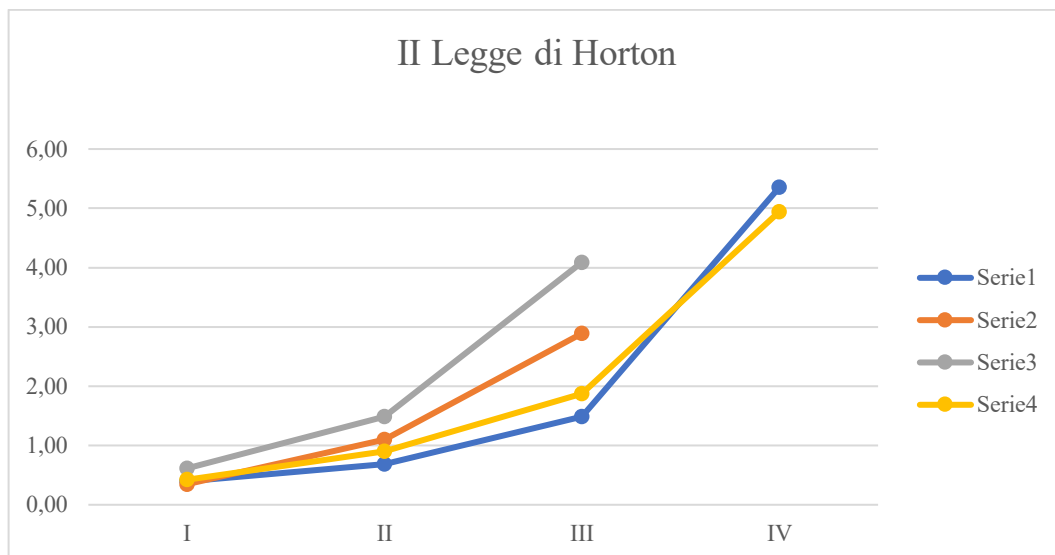


Figura 5.5 - Grafico lineare di confronto dei valori della II Legge di Horton per i 4 sub-bacini.

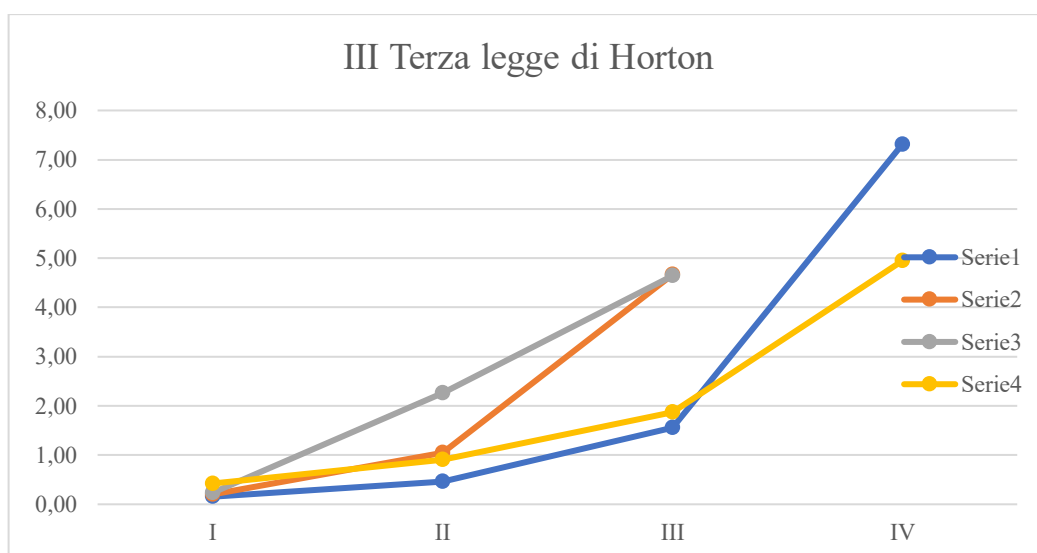


Figura 5.6 - Grafico lineare di confronto dei valori della III Legge di Horton per i 4 sub-bacini.

Generalmente è palese una differenza strutturale e gerarchica tra i sub-bacini 1 e 4, e i sub-bacini centrali 2 e 3; i primi sono molto più ramificati e il loro grado gerarchico massimo è il 4, mentre i secondi hanno un reticolo più povero e un grado gerarchico massimo pari a 3.

Questo fenomeno è dovuto non solo alla grandezza delle superfici, i sub-bacini numero 1 e numero 4 sono infatti di dimensioni maggiori rispetto agli altri due, ma soprattutto alla presenza del paese di Corinaldo e del suo centro storico esattamente a cavallo tra i sub-bacini 2 e 3. Il tessuto urbano continuo non permette l'organizzazione spaziale del reticolo idrografico secondo le sue reali potenzialità; emblematico è il caso del sub-bacino numero 3, che se consideriamo la sua asta principale, presenta un microreticolo che si sviluppa esclusivamente in destra idrografica, in sinistra idrografica, causa proprio la presenza del paese, non c'è nessuno sbocco.



Figura 5.7 – Cerchiato in verde il tessuto urbano di Corinaldo, che interessa la superficie del sub-bacino 3.

Anche analizzando la carta PAI si nota una sostanziale differenza; nel caso dei sub-bacini adiacenti al tessuto urbano continuo, le aree in frana sono di dimensioni considerevoli, ed hanno classi di rischio spesso alte (come nel caso del grande colamento del sub-bacino numero 3). Al contrario, i sub-bacini più esterni, non essendo interessati dalla presenza del paese, presentano aree in frana con superfici relativamente piccole, aventi indici di rischio bassi.

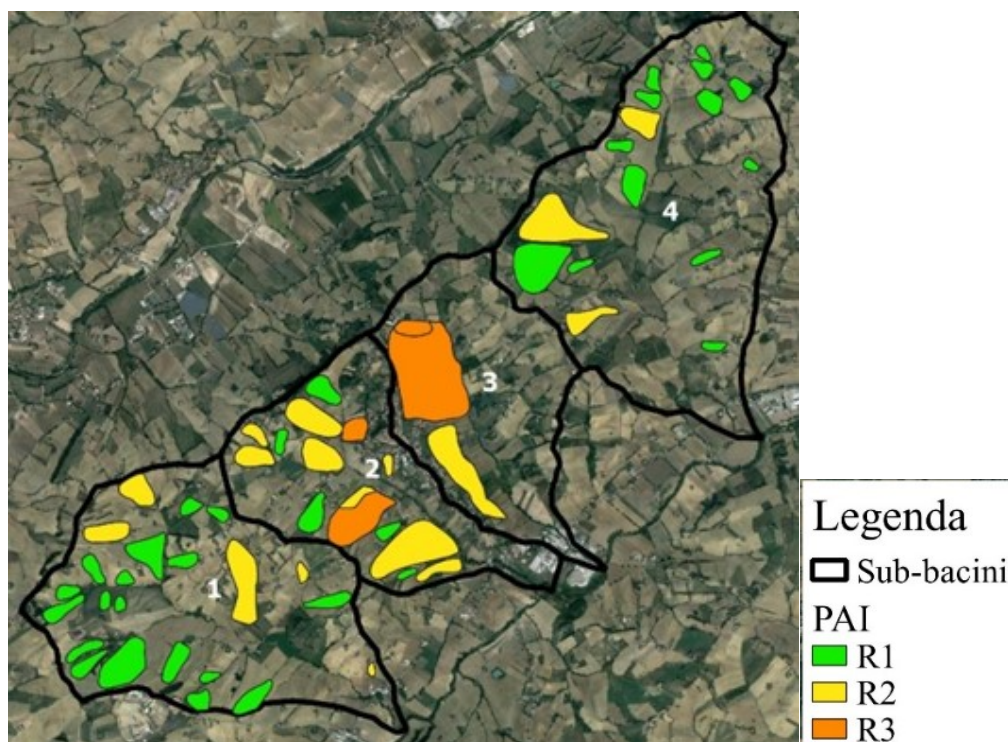


Figura 5.8 – Carta del PAI dei 4 sub-bacini, divisa per classi di rischio.

5.3 Come può operare lo strumento PSR?

Una volta esplicitato il criterio di individuazione e di analisi dei sub-bacini, e una volta analizzati geomorfologicamente, come interviene praticamente lo strumento PSR? All'interno dello Studio di Fattibilità dell'AAA proposto dai tecnici comunali sono riportate varie situazioni puntuali a scala di dettaglio molto bassa, in cui sono descritte criticità e problematiche dei terreni dei soggetti aderenti all'Accordo Agroambientale d'Area.

Nella figura in basso v'è un esempio di un colamento, una delle manifestazioni in ambito franoso più presenti in regione (Principi et al., 2006), in un appezzamento di proprietà Senigalliesi, la corona di frana è stata individuata sia attraverso rilevamenti in campagna, sia interrogando la carta PAI, sia la carta geomorfologica.

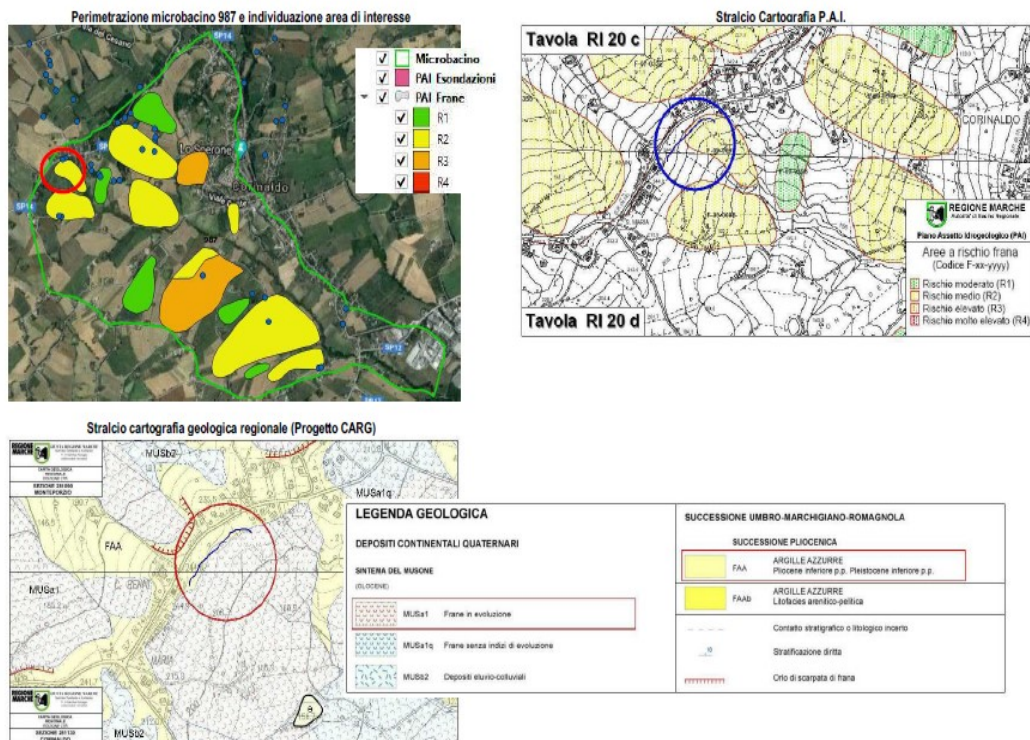


Figura 5.9 – Proprietà Senigalliesi individuata su carta PAI e su geomorfologica.



Figura 5.10 – Corona di frana all'interno della proprietà Senigalliesi.

Si è scelta questa come criticità puntuale ad esempio in quanto molto rappresentativa, le caratteristiche dei fenomeni franosi presenti nella proprietà corrispondono alla maggior parte delle caratteristiche dei movimenti dell'intera area.

I fenomeni in questione sono colamenti, e portano con sé diverse criticità; evidenti ondulazioni e in certi casi veri e propri scalini della superficie topografica, difficoltà di effettuare lavorazioni agricole con i normali mezzi, perdita di suolo, ristagni idrici

superficiali, reticolo idrografico minore inadeguato per lo smaltimento delle acque superficiali e ripercussioni sulla rete stradale, se essa è prossima al colamento. Gli interventi previsti per la mitigazione di suddette criticità possono essere i seguenti:

- Fossi di guardia permanenti (Misura 5.1 punto 1)
- Fossi collettori inerbiti (Misura 5.1 punto 1)
- Canali a terrazza (Misura 5.1 punto 1)
- Fossi esistenti da ripristinare (Misura 5.1 punto 1)
- Reticolo idrografico minore da ripristinare (Misura 5.1 punto 1)

Questa serie di interventi vanno ad integrarsi alle opere di regimazione delle acque già esistenti, consentendo di ridurre l'infiltrazione delle acque meteoriche e mitigare quindi il rischio idrogeologico (oltre ad aumentare la superficie coltivabile). L'efficienza degli interventi dovrà essere soggetta a controllo periodico, ad esempio i fossi collettori andranno regolarmente puliti ed espurgati per garantire il normale deflusso dell'acqua incanalate.

Analizzando più nello specifico il caso Senigalliesi, facendo riferimento anche allo Studio di Fattibilità, vediamo in figura qui sotto, la tipologia e la esatta ubicazione degli interventi complessivi previsti per la prevenzione del rischio idrogeologico; le linee di diversi colori rappresentano differenti tipologie di intervento:

- In marrone, nei pressi del bordo stradale, fosso di guardia permanente inerbito a monte della corona di frana principale (lunghezza totale di circa 280 m), le acque raccolte dovranno essere necessariamente convogliate al fosso collettore longitudinale come conseguenza della configurazione morfologica del terreno (Misura 5.1 punto 1).
- In blu, fosso collettore inerbito (Misura 5.1 punto 1).
- In fucsia, canale a terrazza (Misura 5.1 punto 1)
- In arancione, fossi livellari stagionali esistenti (Misura 5.1 punto 1)
- In verde, fossi esistenti da ripristinare e proteggere da eventi erosivi, adeguamento e ripristino della funzionalità idraulica di fossi collettori permanenti naturali (Misura 5.1 punto 1).

- In celeste, totale ripristino del reticolo idrografico minore, tributario di I ordine del fosso di Montorio – U.O. Misa 98 (Misura 5.1 punto 1).



Figura 5.11 – Ubicazione degli interventi da effettuare in proprietà Senigalliesi.

Soprattutto per quanto riguarda gli ultimi due interventi (linee verdi e linee celesti) l'analisi geomorfologica ha svolto il ruolo chiave.

Nella cartografia sottostante infatti, rappresentante i valori di Flow Accumulation dell'intero sub-bacino 2, si nota una sovrapposizione solo parziale tra il reticolo minore pre-esistente e le zone a più alto accumulo di flusso. Si evidenzia la scarsa presenza di reticolo specialmente nella porzione Sud-Ovest e Nord-Ovest del sub-bacino, laddove sono localizzate le maggiori criticità e in esempio, proprio la proprietà Senigalliesi.

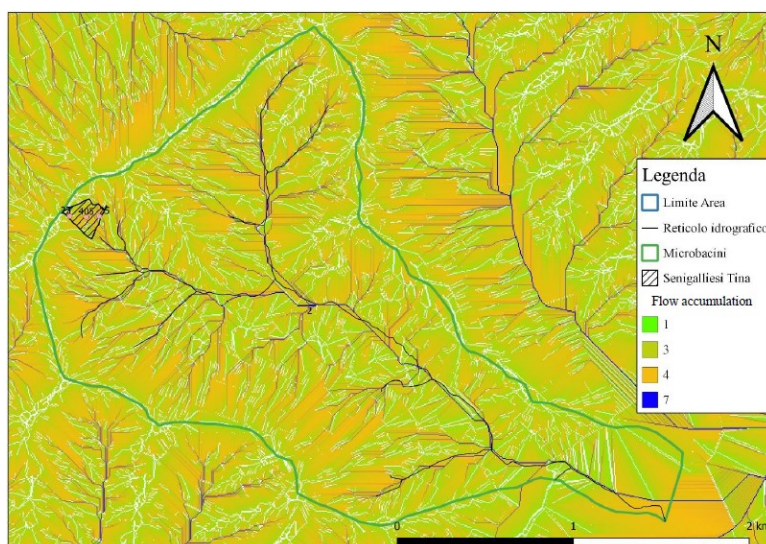


Figura 5.12 – Carta della Flow Accumulation del sub-bacino 2.

All'interno dello Studio di Fattibilità, troviamo anche un'analisi dei costi (solo per gli interventi in proprietà Senigalliesi). Le voci dei costi degli interventi necessari al conseguimento delle finalità previste dal Bando Misura 16.5 del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020, sono riferite al prezzario regionale aggiornato al 2019 attualmente in vigore.

Più nel dettaglio gli interventi previsti nell'ambito del presente lavoro sono quelli previsti dalle Misure 4.3 (Viabilità interpodere rurale e forestale), 4.4 (Interventi non produttivi a finalità ambientale), 5.1 (Misure per la prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico) e 10.1B (Inerbimento permanente delle superfici agricole).

La tabella di seguito riporta una breve descrizione degli interventi previsti nell'area in esame.

CODICE	DESCRIZIONE	COSTO TOTALE (euro)
18.03.010	Scavo di sbancamento a sezione aperta con uso di mezzi meccanici, di materie di qualsiasi natura e consistenza, asciutte, bagnate, melmose, compresi i trovanti rocciosi. Sono inoltre compresi: il deflusso dell'eventuale acqua presente fino ad un battente di cm 20; la demolizione delle normali sovrastrutture, taglio di alberi o cespugli che possano rendere difficoltoso l'intervento.	629,10
18.03.010	Espurgo di materiali di qualsiasi natura e consistenza, escluse le materie putride, eseguito con mezzi meccanici anche in presenza di acqua. Sono compresi la configurazione del fondo e delle pareti e il successivo carico del materiale di rifiuta.	696,60
28.01.003.11	Autocarro a quattro assi 8x4 con massa totale a terra di 32000 kg e portata utile 22000 kg.	980,16
Manodopera	Operaio specializzato regione marche	604,80
	Massa in assetto operativo di 13000 kg	687,36
	Operaio specializzato regione marche	604,40

17.02.015	Seminazione di scarpata e sponde interne con erbe prative. Sono compresi: la provvista dei semi; la semina; la sarchiatura e l'innaffiamento fino all'attecchimento.	320,00
26.01.01.01	Taglio e sfalcio di canna palustre vegetazione arbustiva, eseguito con messo meccanico.	750,00
TOTALE OPERE PREVISTE		5272,82

Tabella 5.2 - Tabella dei costi degli interventi in proprietà Senigalliesi.

Capitolo 6

CONCLUSIONI

Il dissesto idrogeologico costituisce un tema di particolare rilevanza per l'Italia a causa degli impatti sulla popolazione, sulle infrastrutture lineari e sul tessuto economico e produttivo (Trigila et al., 2018). Il forte incremento delle aree urbanizzate, verificatosi a partire dal secondo dopoguerra, spesso in assenza di una corretta pianificazione territoriale, ha portato ad un considerevole aumento degli elementi esposti a frane ed esondazioni e quindi del rischio. Le superfici artificiali sono passate infatti dal 2.7% degli anni '50 al 7.65% del 2017. L'abbandono delle aree rurali montane e collinari ha inoltre determinato un mancato presidio e manutenzione del territorio (Trigila et al., 2018). In aggiunta a questi fattori appena elencati, va inserito l'aspetto climatico-meteorologico. Studiando infatti il trend delle precipitazioni negli ultimi 70 anni, si è visto che nelle aree collinari e basso collinari marchigiane c'è una generale tendenza al ribasso nel valore dei mm di pioggia totali annuali, questi mm caduti sono però concentrati in un numero minore di eventi, che risultano dunque molto più severi rispetto al passato. Queste perturbazioni a carattere di nubifragio sono molto impattanti, provocando numerosi dissesti e fenomeni che coinvolgono il suolo, finanche l'innescò di fenomeni franosi rilevanti.

Nello specifico il TSDA-AAA è il primo Accordo Agroambientale d'Area della Regione Marche a trattare il tema del dissesto idrogeologico. All'interno di un progetto di questo tipo è di fondamentale importanza il coinvolgimento multidisciplinare; l'integrazione delle conoscenze dei diversi stakeholders (tecnici, ricercatori, produttori) è considerata una preconditione necessaria per la buona riuscita di una gestione sostenibile del territorio (Toderi et al. 2017). Nello specifico, nel corso dello svolgimento del progetto con il Comune di Corinaldo, c'è stata la partecipazione attiva di più figure professionali ed enti, tra i quali: geologi liberi professionisti, agronomi liberi professionisti, ingegneri, ente comunale ed Università. Questo ha

permesso di affrontare l'intera problematica del dissesto idrogeologico attraverso punti di vista differenti, che convergono però, verso un obiettivo comune. Il ruolo dei geologi è stato quello di fornire un'analisi delle implicazioni dal punto di vista geomorfologico delle criticità puntuali analizzate, e di dare un quadro completo delle dinamiche di versante in ambito basso-collinare. Partendo dalle analisi geomorfologiche, gli agronomi, di concerto con i geologi, individuano l'intervento migliore per ciascun caso studio, tenendo conto delle esigenze agronomico-gestionali, e delle peculiarità territoriali. Agli ingegneri naturalisti sarà invece riservato il compito di progettare alcuni degli interventi che interessano altri campi di gestione (es. strade o argini fluviali).

In generale l'approccio di tutto il lavoro è stato quello dell'applicazione di un'analisi integrata: partendo dallo studio idrologico e geomorfologico sia in campagna, sia con la successiva elaborazione dei dati quantitativi per ottenere il quadro evolutivo dell'intera area e poter dunque prevedere dove si verificheranno con maggiore probabilità i processi e i movimenti futuri, per arrivare con queste basi scientifiche a studiare la soluzione migliore tra quelle proposte dagli strumenti a disposizione (misure PSR per l'attuazione del piano). In questo caso è stato molto importante l'uso dei programmi di Sistemi Informativi Geografici, attraverso il programma open source QGIS e il suo output "Flow Accumulation", ad esempio, è stato possibile individuare con buona precisione i punti esatti dove dovrebbero essere compiuti interventi specifici, come il ripristino del reticolo idrografico minore.

Un altro punto di forza di questo studio è che si pone l'obiettivo di analizzare il contesto territoriale nella sua interezza, considerando tutte le sue dinamiche passate, presenti e future, non limitandosi alla risoluzione puntuale delle singole criticità riscontrate, questo approccio gestionale a scala di paesaggio rende il modello facilmente riproducibile ed adattabile a tutta la fascia collinare della Regione, se non anche di altre aree collinari dell'Italia centrale. Il territorio Corinaldese è infatti molto rappresentativo dal punto di vista geologico, geomorfologico e pedologico, e le manifestazioni specifiche dei fenomeni franosi si riproducono in molte altre zone collinari delle Marche e del centro Italia. La presenza di un accordo di questo tipo nel territorio porta con sé un altro beneficio, ovvero la sensibilizzazione degli agricoltori

sul tema del dissesto, sui suoi rischi e sulle implicazioni che esso può avere sui privati. L'informazione e la presa di coscienza giocano dunque un ruolo fondamentale.

Di contro possiamo dire che le misure e gli interventi previsti dal PSR essendo di carattere estremamente specifico, cozzano un po' con l'obiettivo di visione di insieme a scala territoriale del piano, lasciando infatti, in alcuni casi, poco margine di manovra ai progettisti, e spesso devono essere sovrapposte più misure per mitigare una singola criticità.

Un altro aspetto migliorabile del TSDA-AAA è che, a differenza di altri tipi di Accordi Agroambientali d'Area con finalità diverse, riconosce come soggetti capofila esclusivamente i comuni, il che potrebbe vincolare tutta la gestione territoriale (basterebbe un singolo comune confinante che non sottoscriva l'accordo, per creare una discontinuità a livello progettuale); la rimodellazione dei sub-bacini secondo criteri idrogeologici sottostanti a leggi fisico-naturali, piuttosto che amministrative, proposta all'interno dell'elaborato, vuole essere proprio un input di miglioramento per questa criticità dell'accordo.

Va comunque tenuto conto del fatto che si tratta del primo esempio di Accordo Ambientale a livello regionale riguardante il tema della prevenzione del dissesto idrogeologico, ed in quanto tale è comprensibile che alcuni aspetti possano essere migliorabili.

BIBLIOGRAFIA

A.F.P. 113 del 07/04/2011 – “Bando per gli accordi agroambientali d’area per la tutela della biodiversità – PSR 2007-2013”.

Ashley R.M., Bamforth D.J., Saul A.J., Blanskby J.D. (2005) – Flooding n the future-predicting climate change, risk and responses in urban areas. *Water Sci Technol* 52(2):265-273.

Bando sottomisura 16.5 Operazione A Azione 1 “Tutela del suolo e prevenzione del rischio di dissesto idrogeologico ed alluvioni” 2018.

Bando sottomisura 16.5 Operazione A Azione 3 “Tutela della qualità delle acque” 2016 e 2017.

Berti M. (2015) – Atteso ma prevedibile: il problema del dissesto idrogeologico in Italia.

D.G.R. n. 1519 del 2018 “Linee guida per la realizzazione degli accordi agroambientali d’area finalizzati alla tutela ed suolo ed alla prevenzione del rischio di dissesto idrogeologico ed alluvioni”.

D’Alessio D., Rossini L., Tiberi M., Suoli e Paesaggi delle Marche, Programma interregionale “Agricoltura e Qualità” – Misura 5 – Carta dei Suoli – Scala 1:250000 (D.G.R. n 2805 del 28/12/2000), 2006.

Decreto del dirigente del servizio Politiche Agroalimentari n. 37 del 13/02/2017 “approvazione graduatoria del bando DDS n. 311 del 06/05/2016”.

Dissesto Idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio - Rapporto 287/2018, ISPRA 2018.

“L’approccio agro-ambientale nel nuovo PSR della Regione Marche” Lorenzo Bisogni, Silvia Fiorani, 2014.

“L’esperienza del PSR delle Marche” Seminario Regione Friuli Venezia Giulia 13-14 febbraio 2013 – Udine.

Marzocchi W., Garcia-Aristizabal A., Gasparini P., Mastellone M.L., Di Ruocco A. (2012) – Basic principles of multi-risk assessment: case study in Italy. *Nat Hazards* 62(2):551-573.

Marta E., Ricciardi G., Barbato G., Buffa A., Villani V., Mercogliano P. (2020) – Past and future hydrogeological risk assessment under climate change conditions over urban settlements and infrastructure systems: the case of a sub-regional area of Piedmont, Italy. *Natural Hazard* (2020) 102:275-305.

Nesci O. & Savelli D. (1986) – Cicli continentali tardo-quadernari lungo i tratti vallivi mediani delle marche settentrionali. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, Pisa.

Principi M., Bettucci C., Carotti A. (2006) – Analisi del dissesto da frana nelle Marche.

Provincia di Ancona - Manutenzione straordinaria biennale sui reticoli idrografici provinciali in aree P.A.I. a rischio R3 ed R4. Bacini idrografici Fiumi Cesano e Misa – Relazione specialistica idraulica.

“Regione Marche - Piano Paesistico Ambientale Regionale” approvato con Deliberazione amministrativa n. 197 del 03/11/1989 – Norme tecniche di attuazione.

Relazione Generale REM – Quadri conoscitivi e sintesi interpretative – Allegato 2 Schede Unità Ecologico Funzionali, 2013.

Relazione Generale REM – Quadro propositivo, 2013.

Romeo R., Tiberi P. (2007) – Indagine sui rapporti esistenti tra uso del suolo e rischio idrogeologico in rapporto all’ambiente fisico, per le esigenze di protezione civile. Convenzione tra la Regione Marche e l’Università degli Studi di Urbino, D.D. n. 481/SPS.

Russo E., Maréchal B., Tiberi M., Bernacconi C., Ciabocco., Ricci P., Spurio E. (2008) – Sustainable agriculture and soil conservation (SoCo Project), Case Study Report (WP2 findings) Italy.

Sottomisura 16.5.A – Azione 1 “ AAA- Tutela del Suolo e prevenzione del rischio di dissesto idrogeologico” Regione Marche - Servizio Politiche Agroalimentari – PO Monitoraggio e Cartografia dei suoli - Mauro Tiberi.

Toderi M., Francioni M., Seddaiu G., Roggero P., Trozzo L., D’Ottavio P. (2017) – Bottom up design process of agri-environmental measures at a landscape scale: Evidence from case studies on biodiversity conservation and water protection – Land Use Policy 68 (2017) 295-305.

Trigila A., Iadanza C., Bussetini M., Lastoria B. (2018) – Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio, Edizione 2018.

SITOGRAFIA

https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/vari/documento_difinitivo_indirizzi_operativi_direttiva_alluvioni_gen_13.pdf

<http://app.protezionecivile.marche.it/sol/indexjs.sol?lang=it>

<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-wms/>

<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>

<https://www.regione.marche.it/Entra-in-Regione/Rete-Ecologica-Marche-REM>

<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/download-mais/corine-land-cover/corine-land-cover-2012-iv-livello/view>

<https://www.regione.marche.it/Entra-in-Regione/Rete-Ecologica-Marche-REM/Cartografia-shapefile>

<https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica>

<https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Agricoltura-Sviluppo-Rurale-e-Pesca>

<http://agrimarcheuropa.univpm.it/it/content/1%E2%80%99approccio-agro-ambientale-nel-nuovo-psr-della-regione-marche>

<http://www.autoritabacino.marche.it/bacini.asp>