



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI

Corso di Laurea in Scienze della produzione e protezione delle
piante

**TELERILEVAMENTO APPLICATO AL MONITORAGGIO DEI
DANNI DI ORIGINE ATMOSFERICA E CONFRONTO CON
PERIZIE ASSICURATIVE: IL CASO STUDIO LOMBARDO**

Tesi di Laurea di:

FABIO INVERARDI

mat. 922962

Relatore: Prof. Marco Acutis

Correlatore: Dott. Calogero Schillaci

Anno Accademico 2019/2020

INDICE

RIASSUNTO	4
MOTIVAZIONI E FINALITA' DEL LAVORO DI TESI	7
CAPITOLO PRIMO: INTRODUZIONE	8
1.1 Il mais in Italia	8
1.2 Il danno prodotto da agenti atmosferici.....	11
1.2.1 I danni da grandine sul mais.....	11
1.2.2 Danni da vento forte sul mais	15
1.3 Assicurazioni agricole	17
1.4 Telerilevamento ed eventi atmosferici.....	19
1.5 Impatto degli eventi atmosferici avversi in agricoltura: ricerca libera sul web e sulle principali riviste scientifiche	24
1.6 Linee guida, tabelle e grafici operativi.....	31
CAPITOLO SECONDO: MATERIALI E METODI.....	37
2.1 Materiali	37
2.1.1 Area di studio	37
2.1.2 Dati di campo	39
2.1.3 Immagini multispettrali Sentinel-2.....	41
2.1.4 Sentinel application platform (SNAP)	45
2.1.5 Catasto	45
2.1.6 Costruzione dei layer vettoriali degli appezzamenti.....	46
2.1.7 GIS (Geographic Information System).....	47
2.1.8 SPSS (IBM)	48
2.1.9 Dischi rigidi e consumo di spazio di archiviazione dati	49
2.2 Metodi	50
2.2.1 Ricampionamento dei dati grezzi e calcolo degli indici vegetativi	50
2.2.2 Creazione dei layer poligonali gis e rappresentazione degli appezzamenti	53
2.2.3 Statistiche descrittive e metodo qualitativo DANNO/NO DANNO.....	55
2.2.4 Conversione da indice vegetativo a Leaf Area Index derivato da indice (LAI _x) per la stima del danno	68
2.2.5 Immagini dell'indice delle colture	69
2.2.6 Relazione tra differenza di LAI (media LAI _{post} -LAI _{pre}) e danno stimato a terra.....	69
CAPITOLO TERZO RISULTATI.....	71

3.1 Prima classificazione non supervisionata	71
3.2 Seconda classificazione non supervisionata	73
3.3 Calcolo dell'accuratezza del metodo qualitativo DANNO/NO DANNO	74
3.4 Regressioni lineari semplici: LAI _x come proxy dell'intensità del danno	75
3.5 Analisi di dettaglio per l'indice MSAVI	78
CAPITOLO QUARTO: DISCUSSIONE	85
4.1 Classificazioni non supervisionate	85
4.2 Conversione tra Indici Vegetativi a LAI _x	86
4.3 ΔLAI _x come proxy del danno a terra	87
4.4 Analisi visiva delle immagini	89
CAPITOLO QUINTO: CONCLUSIONI	90
BIBLIOGRAFIA	91
RINGRAZIAMENTI	101

RIASSUNTO

Malgrado una riduzione graduale della superficie coltivata a mais, in Italia esso occupa ancora quasi un milione di ettari. Alcune tra le principali avversità abiotiche del mais sono la grandine e il vento forte. Nel 2019 il mais rappresentava più del 9% del valore produttivo agricolo assicurato in Italia, ovvero una superficie di 240.000 ettari ed un capitale assicurato di oltre 500 milioni di euro.

Dopo un evento, dei tecnici preposti stimano il prodotto assicurato mancante causa avversità atmosferiche tramite tabelle e grafici prodotti dalla fine degli anni '60, ancora validi. Tuttavia, alcuni studi hanno evidenziato che queste operazioni in campo sono generalmente poco accurate e sono influenzate dall'esperienza dei tecnici operanti.

Di recente sono stati proposti metodi per la stima della produzione presente nel campo che si avvalgono della luce riflessa dalla coltura al fine di stimare parametri fisici. Numerose piattaforme come quad, droni e satelliti orbitanti sono stati testati al fine di produrre mappe di stima delle produzioni e definire metodi operativi attuabili a livello aziendale ed assicurativo.

Questa tesi è stata ideata al fine di valutare degli indici vegetativi elaborati da dati Sentinel-2 (ESA) come possibili predittori qualitativi e quantitativi del danno prodotto dagli agenti atmosferici. Fulcro del lavoro, il discernimento di danni medio-bassi (ovvero compresi tra il 10 ed il 30% della Produzione Lorda Vendibile) tramite indici e loro derivati.

Con tali premesse sono state:

- collezionate 74 scene registrate da Sentinel-2 nel periodo primavera-estate del 2018, in Lombardia (Italia). Sentinel-2 ha un orizzonte al suolo di 290 km una copertura di ricerca globale ed una buona risoluzione temporale (mediamente 5-6 giorni). La risoluzione spaziale delle

principali bande dello spettro elettromagnetico (BLU, VERDE, ROSSO e NIR) è di circa 10 m, tale per cui il pixel di una di queste bande non supera i 100-120 m²;

- ricercate nella pianura lombarda bresciana delle colture maidicole danneggiate da grandine e/o vento forte. Tramite un'importante assicurazione sono stati collezionati i dati di 125 appezzamenti (dimensione media 4 ettari). I dati erano su supporto cartaceo e sono stati digitalizzati;
- recuperate informazioni per interpretare i dati assicurativi, tramite l'ausilio di ispettori operanti nelle principali assicurazioni italiane.

L'elaborazione iniziale si è svolta per fasi progressive:

- dapprima, creando un database dei dati assicurativi recuperati, ponendo il focus sulle date in cui era avvenuto l'evento e sull'entità del danno;
- quindi è stato creato un vettore poligonale GIS rappresentativo dei terreni, individuandone l'esatta posizione;
- è stata effettuata una cernita per eliminare il problema della copertura nuvolosa nelle immagini grezze Sentinel ed un ricampionamento al fine di uniformare le diverse bande spettrali a circa 10 m;
- a partire dai dati ricampionati Sentinel-2, sono stati elaborati degli indici vegetativi VI (NDVI, ARVI, MCARI, SAVI, MSAVI, MSAVI2) tramite la piattaforma SNAP.

Tramite GIS, una successiva fase analitica ha permesso di mettere in relazione gli indici vegetativi con i dati assicurativi, permettendo l'ottenimento di un database nel quale il valore medio di ogni indice è associato ad ogni scena ottenuta da Sentinel-2.

I risultati di questa tesi sono:

- tramite l'evoluzione temporale dei dati degli indici, la classificazione della coltura maidicola come mais di primo raccolto (quindi, da granello

o da insilato) e mais di secondo raccolto e la validazione del dato a terra: delle 29 colture di mais di primo raccolto da insilato, gli indici “soil-adjusted” (SAVI, MSAVI, MSAVI2) sono riusciti a classificarne correttamente 24;

- tramite la differenza $\Delta VI = VI_{post\ evento} - VI_{pre\ evento}$ ed il confronto con i dati del danno a terra è stata definita una soglia ottimale (treshold) per la classificazione dei ΔVI ed i risultati sono stati valutati utilizzando tre diversi calcoli di accuratezza (Overall Accuracy, Falso Allarme e Mancato Allarme) . L’indice MSAVI si è confermato l’indice più performante per stabilire se una coltura era stata danneggiata o meno da eventi atmosferici, con un’accuratezza totale massima del 73,3%. NDVI, l’indice vegetativo generalmente più utilizzato in agricoltura, si è posizionato ultimo dei 6 indici, con un’accuratezza del 65,3%;
- tramite la trasformazione gli indici vegetativi in Leaf Area Index (LAI_x) e utilizzando la differenza $\Delta LAI = LAI_{post\ evento} - LAI_{pre\ evento}$, sono stati messi in relazioni i ΔLAI_x di ogni indice ed il danno a terra con delle regressioni lineari semplici allo scopo di predire la correlazione tra ΔLAI e il danno espresso come percentuale. I risultati non hanno permesso l’ottenimento di un valido predittore, ma piuttosto di un proxy, in quanto l’indice ΔLAI_{SAVI} e l’indice ΔLAI_{MSAVI} , che sono risultati i più performanti avevano R^2 poco inferiore a 0,3.

In futuro sarebbe opportuno, valutare quanta parte dell’incertezza è ricercabile nelle limitazioni del metodo con indici vegetativi ricavati da satellite, quanta è dovuta a errori di stima del danno a terra e quanta è dovuta ad altre cause.

MOTIVAZIONI E FINALITA' DEL LAVORO DI TESI

Lo scopo della presente tesi è la valutazione dell'utilizzo degli indici vegetativi telerilevati per fornire dati relativi al danno da agenti atmosferici (grandine e vento) sulla coltura del mais da granella e insilato. Considerando la dimensione media degli appezzamenti analizzati nell'area (circa 40.000 m²), si sono utilizzati l'indice NDVI e altri indici (SAVI, MSAVI, MSAVI2, ARVI, MCARI) per ottenere valori medi rappresentativi del campo (con l'esclusione delle capezzagne) allo scopo di valutare la relazione tra l'indice e il danno stimato da grandine, vento forte o dalla loro combinazione.

Gli obiettivi della tesi sono riassumibili in tre punti:

- verificare se è possibile riconoscere le colture DANNEGGIATE da eventi atmosferici (ovvero che hanno subito danni superiori o uguali al 10% della PLV) come un gruppo separato rispetto alle colture ILLESE (non soggette ad avversità atmosferiche) o COLPITE in modo non rilevante (danni subiti inferiori al 10% della PLV);
- valutare, nei campi per i quali era disponibile una valutazione a terra del danno, la capacità di determinare e quantificare il danno stesso da immagini satellitari;
- valutare spazialmente le immagini pre-evento, post-evento e la differenza post-pre, allo scopo di individuare la presenza di pattern o di un danno diffuso.

INTRODUZIONE

1.1 Il mais in Italia

Il mais (*Zea mays* L.) è una delle piante maggiormente coltivate al mondo. Importato in Europa subito dopo la scoperta dell'America, si è rapidamente diffuso nei sistemi colturali locali, compreso l'agroecosistema padano. Qui, è stato documentato per la prima volta nel 1554 nel Polesine e nel Veronese e nel 1558 nel Milanese, ha rapidamente sostituito le coltivazioni di sorgo e panico per imporsi come coltura principale nel periodo primaverile-estivo. Tale successo è originato dalla grande plasticità del mais, ovvero nella sua possibilità di adattamento ai sistemi colturali dei climi temperati, e all'aumento delle rese ad ettaro ottenute dalla sua coltivazione. La grande variabilità genetica, emersa in Italia come risultato della selezione adattativa e produttiva dei genotipi introdotti dalle Americhe, ha condotto alla formazione di un complesso di varietà locali e agro-ecotipi adatti a soddisfare le esigenze dei numerosi microclimi offerti dalle condizioni di un'orografia complessa e di una pluviometria estiva tendenzialmente scarsa, specialmente nel sud della penisola.

Dal punto di vista agronomico la differenziazione concerne il ciclo tardivo, medio-tardivo (a ciclo pieno), medio-precoce (per semine ritardate) e precoce da montagna o da zone semi-aride.

Mentre nei primi secoli la coltivazione maidicola era unicamente condotta in regime pluviale, da pantano o con occasionali interventi irrigui, nel periodo tra i due conflitti mondiali si è notevolmente espanso il ricorso agli interventi irrigui, che ha determinato la selezione di varietà ad alta produttività e l'utilizzo di fertilizzanti minerali che ha generato un progressivo incremento delle rese (Brandolini e Brandolini, 2007; Maggiore e Agostini, 2007).

A seguito della seconda guerra mondiale, l'introduzione degli essiccatoi e l'impiego della granella nel settore zootecnico hanno inoltre conferito un notevole impulso al processo di sostituzione delle varietà tradizionali che avevano elevate qualità organolettiche ma produttività nettamente inferiore agli ibridi "dentati" di prima generazione, divenuti fattori essenziali della nuova alimentazione zootecnica. Dal 1948 al 1958, con l'introduzione degli ibridi appena citati, la produzione italiana crebbe da 22 a 37 milioni di quintali (Maggiore e Agostini, 2007).

La nuova tecnica colturale cambiò il metodo di semina: la distanza fra le file resta commisurata a quella dei separatori della testata della mietitrebbia (70-80 cm), mentre quella lungo la fila è legata alla densità finale che si vuole ottenere (passando da 3 a 3,5 piante/m² delle varietà tradizionali alle 6-7 degli ibridi moderni).

Pur con queste innovazioni, fino al 1960 i campi di mais erano ancora popolati da persone, in genere donne, che perfezionano il lavoro effettuato dalle macchine: diradamento, sarchiatura e rincalzatura, nonché raccolta delle spighe cadute nel corso della mieti-trebbiatura. Date le sempre maggiori esigenze idriche del mais e le non più impellenti necessità alimentari delle popolazioni agricole, il cereale non venne più coltivato in montagna e la collina per la pianura irrigua, dove è possibile intensificare le produzioni.

Intorno al 1965 anche in Italia il mais comincia a essere coltivato per la produzione di trinciato integrale destinato all'insilamento: tale erbaio diventò il nuovo alimento per il bestiame e dette la possibilità di concentrare dapprima l'allevamento dei bovini da carne e, in seguito, anche quello dei bovini da latte. Negli ultimi decenni del '900 continuò il processo di sviluppo tecnologico della produzione agricola e, mettendo in crisi la vecchia organizzazione aziendale e la piccola proprietà, trasformò radicalmente la vita e l'aspetto del paesaggio agrario: l'abbandono dei piccoli poderi e di un'agricoltura di autosostentamento fondata sulle produzioni miste (cereali, viti, olivi ecc.), indusse a concentrare gli investimenti dove si prospettavano maggiori possibilità di riconversione e remuneratività. Nel nuovo paesaggio le colture

tradizionali lasciarono il posto a estese zone di seminativo in “omosuccessione” maidicola, dove in tempi indefiniti si continua a succedere la stessa coltura.

Nel 2006 l'Istat registrò 1.383.000 ha di superficie a coltura maidicola, di cui 1.108.000 ha a mais da granella e 275.000 a mais da insilato (Maggiore e Agostini, 2007). Il 90 % del mais da granella e il 75 % di quello a trinciato integrale era localizzato nel Nord Italia, prevalentemente nelle aree di pianura di Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli Venezia-Giulia, Emilia-Romagna (Brandolini e Brandolini, 2007; Maggiore e Agostini, 2007).

Sempre l'Istat, nel 2020, registra un forte calo della superficie a coltura maidicola attestandola a 600.000 ha di mais da granella e 380.000 di mais da insilato (ISTAT, 2020).

Dall'inizio del nuovo millennio, il mais comincia ad interessare le aziende anche per impieghi alternativi all'alimentazione umana ed animale, come la produzione di etanolo, combustibile in campo energetico, o silomais per ottenere biogas (Brandolini e Brandolini, 2007; Maggiore e Agostini, 2007).

Per quanto riguarda le problematiche che possono intaccare la produzione e la sua qualità, le avversità sono suddivisibili in biotiche e abiotiche: tra le biotiche si ricordano parassiti animali come la Diabrotica (*Diabrotica virgifera virgifera*) e la Piralide (*Ostrinia nubilalis*); un ampio elenco di funghi (*Fusarium spp.*, *Helminthosporium spp.*, *Penicillium spp.*, *Aspergillus flavus*, etc.) tra cui alcune specie che producono micotossine agenti sugli animali e sull'uomo; una vasta selezione di piante infestanti tra cui la sorghetta da rizoma (*Sorghum halepense*), il giavone comune (*Echinochloa crus-galli*) ed il cencio molle (*Abutilon theophrasti*) mentre il tema principale della presente tesi, ovvero gli agenti atmosferici, sono avversità abiotiche (Battilani, 2007a, 2007b; Polini, 2007; Viggiani, 2007).

1.2 Il danno prodotto da agenti atmosferici

1.2.1 I danni da grandine sul mais

Negli ultimi anni, eventi estremi come tempeste, ondate di calore e fenomeni siccitosi sono aumentati notevolmente: a titolo d'esempio, in Europa (compresa la Russia europea) sono stati registrati aumenti di temperatura senza precedenti nel corso della stagione estiva del 2003 e del 2010 (Vescovo et al., 2016). Sempre durante l'estate, nel 2007, il Regno Unito ha subito una serie di alluvioni distruttive, al punto che le opere di contenimento dei corsi d'acqua si sono rivelate poco efficaci (EASAC, 2013). Rimanendo in tema di alluvioni, nel 2013 sono stati coinvolti da inondazioni record anche la Germania, l'Ungheria ed altri Paesi del Centro-Europa. Per quanto riguarda le temperature, dalla fine di luglio all'inizio di agosto del 2013, nell'intero continente europeo (dal Mediterraneo alla Scandinavia) sono state registrate alte temperature. Il caso austriaco è una sineddoche nel contesto europeo: la temperatura media del mese di luglio si è attestata a 2,2°C in più rispetto alla media del periodo 1981-2010 (NOAA, 2013), raggiungendo picchi superiori ai 40°C, in alcune zone. Questa situazione di instabilità sembra rappresentare un rischio per le colture coltivate in Europa: i forti temporali e gli eventi estremi associabili come agenti atmosferici dannosi sono in aumento (Mohr e Kunz, 2013).

Una delle avversità abiotiche tipiche della stagione estiva europea è la grandine che consiste in un insieme di corpi di ghiaccio irregolari che si formano in nubi convettive (Kunkel e Changnon, 2003), e sono in grado di causare danni significativi alle colture ed alle proprietà, immobili e mobili (Prabhakar et al., 2019). Il verificarsi di fenomeni grandinigeni è comune nelle medie latitudini ed ha un impatto significativo sulle colture coltivate in queste regioni. Come accennato all'inizio, è previsto che il cambiamento climatico in essere possa aumentare la frequenza degli eventi meteorologici estremi (Diffenbaugh et al., 2013; Piani et al., 2005) e se ciò dovesse essere confermato ne risulterebbe una tendenza di innalzamento del rischio per le produzioni agricole (Torriani et al., 2007). Tuttavia, sono presenti in letteratura studi discordanti: infatti, a

discapito di quanto appena affermato, alcuni dati raccolti al di fuori dell'Unione Europea, precisamente negli USA, hanno confermato che gli eventi grandinigeni ed i danni conseguenti ai raccolti ed alle proprietà mostrano tendenze al ribasso per il periodo 1950-2009 (Kunkel e Changnon, 2003).

Sempre negli Stati Uniti, sono state stimate le perdite colturali totali dovute alla grandine: esse ammontano a 1,3 miliardi di dollari americani all'anno, quantificabili nel range 1-2% del valore complessivo delle colture raccolte negli Stati Uniti (Changnon, 1997). Nello specifico, la coltura maidicola ha subito perdite dovute all'azione meccanica operata dalla grandine per 580 milioni di dollari americani (Changnon, 2009), circa il 2% della produzione del mais americano (Hillaker et al., 1985).

Per quanto concerne l'Italia, gli eventi grandinigeni si concentrano principalmente solo in una parte del Paese: la Pianura Padana (Nord Italia) e le Prealpi, nello specifico in Lombardia e Veneto. In quest'area si registra il maggior numero di eventi grandinigeni al mondo a causa della sua particolare conformazione (Morgan, 1973). Sempre in questa zona la coltura maidicola è particolarmente diffusa, arrivando a rappresentare il 90% della produzione italiana di mais (ISTAT, 2016). La destinazione del mais qui coltivato è per l'82% del prodotto totale, è l'alimentazione zootecnica (Dell'Orto et al., 2007) e il periodo di semina spazia dalla metà di marzo alla metà di maggio per i mais di primo raccolto. La stagione produttiva del mais si concentra nei mesi di giugno, luglio ed agosto, sovrapponendosi quasi perfettamente al periodo di massimo rischio di grandine.

L'impatto meccanico della grandine sulla superficie fogliare del mais da granella ed il conseguente danno è ben documentato (Hanway, 1969; Hicks et al., 1977; Klein et al., 2011; Shapiro et al., 1986). La pianta reagisce in più modi all'indebolimento dello stocco, all'eventuale ingresso di patogeni e alla defogliazione. Quest'ultima, nello specifico, rappresenta una delle principali conseguenze che la grandine causa alla coltura e la perdita di area fotosinteticamente attiva è direttamente associata ai decrementi di resa alla raccolta (Eldredge, 1935; Erickson et al., 2004; Lauer et al., 2004). E' dimostrato infatti che la defogliazione comporta perdite nella quantità di

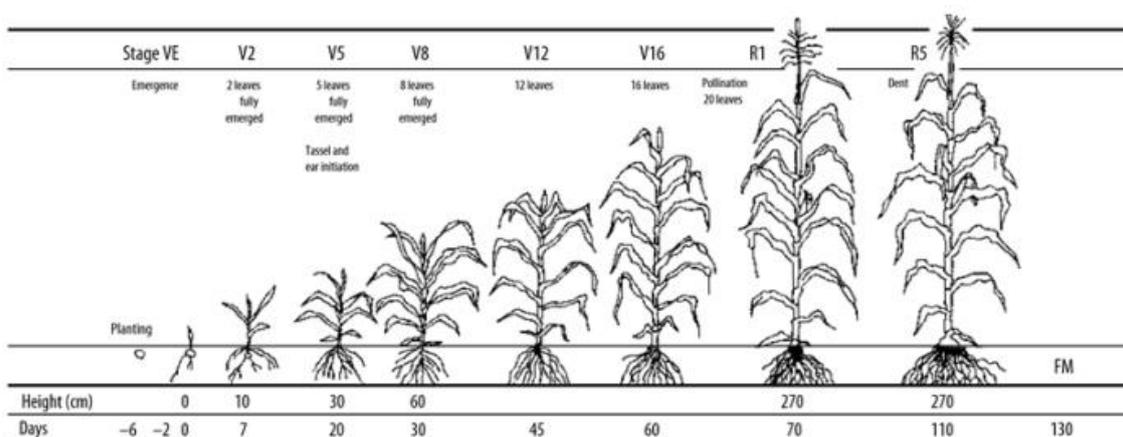
granella raccolta a fine ciclo (Siahkouhian et al., 2013) e di quantità di biomassa raccolta (Fasae et al., 2009).

La grandine non influenza in modo uniforme la resa del mais: la tempistica (ovvero lo stadio fenologico in cui la coltura si trova al momento dell'evento) e la gravità di defogliazione (l'inefficienza fogliare e la quantità di foglia asportata) sono le variabili principali che consentono con buona approssimazione la determinazione del danno. A titolo d'esempio, una defogliazione completa nelle fasi iniziali dello sviluppo della coltura maidicola può determinare effetti minimi o non determinare alcuna diminuzione della resa finale. Il motivo è legato alla posizione del meristema del mais in queste fasi iniziali dello sviluppo: infatti, se il punto di crescita delle piante di mais non è influenzato dall'azione meccanica della percossa, il recupero ed il ritorno alla normalità fisiologica sono più probabili (Battaglia et al., 2019). Defogliazioni di grande entità potrebbero verificare dei ritardi nella fenologia fino al periodo di fioritura (Battaglia et al., 2019), probabilmente dovuti al recupero della normale funzionalità fisiologica della canopy. D'altro canto, defogliazioni di bassa intensità successive a V10 potrebbero ridurre il rendimento finale anche del 30% (Battaglia et al., 2019). A parità di gravità dell'evento, il momento di massima penalità è intorno alla fioritura. Infine, al verificarsi di fenomeni grandinigeni nelle fasi finali del ciclo del mais, per esempio nella fase di riempimento delle cariossidi, il danno diminuisce progressivamente. La defogliazione avvenuta attorno a VT influenza comunemente il tempo di emissione delle setole, l'intervallo tra antesi e emissione delle setole e il tasso di crescita delle piante, ma non il tempo di antesi o il numero di cariossidi (KN). La defogliazione durante la fase Riproduttiva 2 o "della formazione della cariosside" (R2) influenza comunemente il peso della cariosside (KW), senza modificare KN (Battaglia et al., 2019).

Una conseguenza di tale comportamento del mais è il metodo d'analisi del danno subito dalla coltura quando questa risulta assicurata presso una compagnia assicurativa che si occupa di beni agricoli: i tecnici si avvalgono di grafici per stimare la percentuale di perdita di resa del mais dovuta alla defogliazione e a eventi connessi. Questi grafici sono stati sviluppati alla fine

degli anni '60 e sono tutt'ora validi nella maggior parte delle situazioni (Battaglia et al., 2019). Nel campo delle assicurazioni agricole, uno dei metodi di stima del danno prodotto dalla grandine consiste nell'utilizzo di tali grafici e tabelle unitamente all'analisi di alcune piante (n variabile, da 5-6 a decine) che costituiscono un campione rappresentativo dell'appezzamento: con questo metodo si mette in relazione empirica il danno della pianta e la perdita di produzione ad esso associata (Erickson et al., 2004). Tuttavia, utilizzare correttamente tale metodo e determinare con accuratezza il danno dell'appezzamento valutando un numero sufficiente di piante può richiedere molto tempo e il danno che verrà stimato seguirà uno schema irregolare all'interno del campo per via della differente topografia, della direzione dei venti che hanno direzionato la grandine e per la casualità con cui questa ha colpito la coltura. Inoltre, parti colpite dell'appezzamento potrebbero risultare inaccessibili, oppure la presenza di una coltura alta e ben sviluppata potrebbe impedire la visione in profondità delle superfici fogliari (Erickson et al., 2004). Sorgono pertanto dei problemi operativi nel procedere con tali metodologie.

Fig. 01: esempio di ciclo biologico del mais



Un ulteriore problema si riscontra nella determinazione del danno da grandine sul mais non finalizzato alla raccolta della granella secca: mentre gli effetti del danno da grandine simulato sul mais da granella sono stati ampiamente studiati, non sono stati svolti molti studi di ricerca sugli effetti del danno da grandine nel mais da biomassa e da insilato (Barimavandi et al., 2010; Lauer et al., 2004; Simonelli et al., 1983). Un lavoro degli anni settanta (Baldrige, 1976) ha

simulato il danno da grandine valutandone gli effetti sia sulla resa in foraggio (biomassa) sia sulla resa in granella in ambienti irrigui del Montana (USA): la defogliazione nelle fasi a V7 e V11 ha ridotto la resa del foraggio più della resa in granella; al contrario, la defogliazione nelle fasi a 15 foglie, in VT e durante la maturazione lattea ha causato una riduzione della resa in granella maggiore della resa in foraggio.

1.2.2 Danni da vento forte sul mais

Per danni da vento forte si intende il danno direttamente collegato all'azione meccanica del vento e alle sue conseguenze sulla pianta: questo è l'allettamento, ovvero un ripiegamento al suolo della coltura. Questo ripiegamento influenza la capacità produttiva, la fecondazione delle setole (se avviene in prossimità della fioritura) e complica le operazioni di raccolta.

Dal periodo della rivoluzione verde ad oggi sono stati fatti molti progressi nella costituzione di varietà di cereali (specialmente autunno-vernini) resistenti all'allettamento. Le moderne pratiche colturali, tuttavia, si caratterizzano per una maggiore densità di piante coltivate e l'uso intensivo di fertilizzanti, aumentando il rischio di un possibile allettamento (Minami e Ujihara, 1991). Per dare un valore quantitativo all'importanza di questo problema Zuber e Kang, nel 1978, hanno determinato che l'allettamento è causa di perdite di resa comprese tra il 5 ed il 25% per il mais coltivato negli Stati Uniti, in base all'annata. Non direttamente collegato alla coltura, sussiste il danno logistico della difficoltà della raccolta mentre la qualità della granella potrebbe risultare deteriorata dal contatto col terreno (danno qualitativo).

Una diminuzione della resa in granella dovuta all'allettamento è stata segnalata in molte colture cerealicole.

L'allettamento di piante di mais può avvenire in varie fasi dello sviluppo: da prima della levata alla maturità prossima alla raccolta, con due tipi di ripiegatura, ovvero la ripiegatura all'altezza delle radici e la ripiegatura sullo stocco, in qualsiasi sua parte. La prima è causata dalla rottura delle radici senza

danneggiamento dello stocco e la seconda dalla rottura dello stocco in un qualunque punto (Minami e Ujihara, 1991). Alcuni effetti meccanici diretti del vento includono movimenti delle piante come risultato sia della turbolenza sia della resistenza delle piante al vento; lo sradicamento delle piante quando la forza del vento supera la resistenza degli steli o della radice e il danno fisico alle foglie causato da lacerazione, strappo e abrasione (Cleugh, 1998). Le piante rispondono in vari modi a questi effetti meccanici: la risposta principale è un cambiamento nel tasso di crescita e ciò può avvenire per l'intera pianta o solo per alcune parti di essa; altri effetti includono una modificazione nella morfologia e una diminuzione delle rese in granella.

L'erosione di particelle di terreno dovuta al vento è possibile anche prima che la coltura si sia stabilita e i semi seminati possono essere fisicamente spazzati via dal suolo (Kort, 1988). Forti venti possono portare addirittura al seppellimento di nuove colture per quanto frequentemente vengano strappate le giovani piantine dal terreno oppure esposte parzialmente le loro radici (Komlev, 1960; Woodruff and Lyles, 1972), ma tale fenomeno non è tipico dei climi italiani, se non per piccoli comprensori. Una canopy (ovvero la parte della vegetazione superiore al terreno) che non copre completamente il suolo permette alle particelle del terreno di essere mobilizzate e sollevate dalla forza di taglio del vento sulla superficie del suolo. Queste particelle trasportate dal vento possono causare abrasione, finendo per danneggiare le piante. Quando le piante raggiungono uno stadio più maturo, i movimenti indotti dal vento possono far strofinare le foglie, continuando il processo di abrasione. Man mano che la coltura diventa più alta ed il baricentro delle piante si sposta, la forza del vento può causare facilmente dei danni, rompendo gli steli o causando il collasso delle piante sul terreno. Le colture cadute, si ribadisce, sono difficili da raccogliere e il loro recupero potrebbe non essere economico (Kort, 1988). L'insieme di questi problemi (grandine e vento forte) è un punto critico per la gestione della coltura maidicola e del rischio della produzione ad essa associata e si rende necessario il suo monitoraggio.

1.3 Assicurazioni agricole

L'assicurazione è uno dei metodi più ampiamente riconosciuti ed applicati per la gestione della perdita da rischi indotti dagli agenti atmosferici. Essa è un metodo di protezione passivo, in quanto assicurarsi non previene il rischio di danno, ma permette un risarcimento in base al danno ricevuto. Questi potrebbero essere danni alla proprietà (ad es. Case private, edifici commerciali, veicoli o colture agricole) causati da eventi meteorologici quali vento forte, siccità, freddo frastuono, forti neviccate, grandine o pioggia (Curry et al., 2012; Erhardt, 2017; Hall, 2017). Tali eventi possono essere categorizzati come eventi catastrofici (poco frequenti, ad alto impatto) o non-catastrofici (eventi frequenti e di basso impatto). Cumulando le perdite anno per anno, questi ultimi tendono a causare perdite maggiori dei disastri naturali (Scheel et al., 2013), tuttavia ricevono un'attenzione notevolmente minore da parte dei media, dell'opinione pubblica e in letteratura.

Misurare l'impatto degli eventi non-catastrofici è un passo fondamentale per sensibilizzare l'opinione pubblica sui rischi meteorologici, sviluppare strategie efficienti di mitigazione del rischio meteorologico e migliorare la resilienza/resistenza della società (Stulec, 2017; Toeglhofer et al., 2012). Ad esempio, il rischio meteo non-catastrofico può avere un impatto diretto sull'aumento dei costi e sulla diminuzione del volume delle vendite nelle aziende agricole ed edili (Pres, 2009). Rischi elevati implicano anche un'assicurazione più costosa o addirittura una negazione della copertura assicurativa (Lyubchich et al., 2017). Una considerazione importante per la gestione del rischio assicurativo è l'effetto del cambiamento climatico, che parrebbe dimostrare l'amplificazione della frequenza e della gravità degli eventi meteorologici estremi. I cambiamenti climatici sembrano aumentare il rischio di danni legati alle condizioni meteorologiche, che impattano direttamente su tutti i settori dell'economia, dalla pesca e l'agricoltura al turismo (Smith et al., 2015).

L'Istituto Meteorologico Norvegese, in collaborazione con l'EASAC (European Academies Science Advisory Council) redige il rapporto sugli eventi estremi in

Europa. Secondo tale rapporto, il settore assicurativo registra un forte aumento del numero di eventi meteorologici che causano perdite economiche significative in Europa (Hov et al., 2013). Nello specifico, a titolo d'esempio del settore agricolo, nel 2013 le assicurazioni sulla grandine in Austria hanno risarcito danni per 240 milioni di euro a causa di eventi meteorologici estremi (Österreichische Hagelversicherung, 2013). Poiché il numero di richieste di risarcimento alle compagnie di assicurazione agricole è aumentato significativamente in molte aree del pianeta, vi è un interesse verso gli strumenti innovativi per far fronte alla situazione. Strumenti di monitoraggio sempre migliori possono fornire informazioni strategiche per la pianificazione di misure di adattamento nei settori agricolo e forestale. Tali misure sono necessarie per ridurre gli impatti dei cambiamenti climatici previsti e la variabilità nel tempo degli stessi.

Un processo di stima del danno tradizionale, operato dai tecnici di un'assicurazione allo scopo di risarcire i propri clienti e basato sulla stima del danno ottenuta dall'interpolazione di linee su grafici di accrescimento empirici, potrebbe incorrere in diverse problematiche: in primis, il costo del rilevamento e le difficoltà di accesso a determinati appezzamenti; altre problematiche sono l'efficienza del monitoraggio e l'accuratezza delle stime. Secondo Prabhkar et al., (2019), nel contesto indiano sia l'efficienza sia l'accuratezza delle stime sono costantemente basse.

Con tali premesse, lo sviluppo tecnologico può fornire nuove opportunità e si potrebbero applicare i metodi del telerilevamento attuale in nuovi campi, tra cui il settore assicurativo. Gli strumenti innovativi per il monitoraggio dell'agricoltura di precisione sarebbero utili non solo per il settore delle assicurazioni, ma anche per l'agricoltura su larga scala: la cartografia dei danni, a titolo d'esempio, può fornire informazioni importanti migliorare la gestione della produzione (Vescovo et al., 2016).

1.4 Telerilevamento ed eventi atmosferici

Il telerilevamento è ampiamente utilizzato nella gestione dell'agricoltura e della silvicoltura allo scopo di stimare caratteristiche biofisiche della vegetazione. Uno specifico utilizzo del telerilevamento riguarda la stima del danno causato da eventi atmosferici (Peters et al., 2000; Smith et al., 2005; Vescovo et al., 2016). Dati ottici acquisiti da qualsiasi installazione (terrestre, aerea e satellitare) hanno dimostrato di essere in grado di definire la defogliazione causata dalla grandine nelle canopy di mais e queste piattaforme di monitoraggio a distanza sono state presentate come possibili soluzioni per limitare le spese delle ispezioni in loco per mappare le perdite.

L'acquisizione e l'elaborazione di immagini telerilevate unite a informazioni a terra (tenendo in considerazione le condizioni meteorologiche) potrebbe divenire uno dei possibili scenari per la mappatura del livello di defogliazione delle colture maidicole (Erickson et al., 2004).

Un'ulteriore metodologia consiste nella valutazione diretta della riduzione della superficie fogliare causata dall'evento grandinigeno: essa può essere effettuata utilizzando immagini di telerilevamento raccolte prima e dopo l'evento e confrontando le immagini "prima del danno" e "dopo il danno", tramite una semplice differenza della riflettanza (Prabhakar et al., 2019). Il principio che guida l'utilizzo dei satelliti nella ricerca del danno determinato dalla grandine è la premessa che grandine e vento alterino le caratteristiche della superficie su cui impattano e producano cambiamenti della vegetazione nel visibile e/o nel NIR e che tali cambiamenti possano essere registrati da un sensore. Questi sintomi potrebbero essere riportati da tutte le piante di un appezzamento oppure solo da una porzione di esse: in ogni caso, una determinata coltura reagirà diversamente all'evento meteorico sia in base all'intensità ed alla durata dello stesso, sia in base al momento fenologico in cui si trova la coltura colpita (Prabhakar et al., 2018).

A livello sperimentale, è utilizzabile anche la combinazione di dati telerilevati ottici e all'infrarosso e microonde-onde radio allo scopo di monitorare eventi

grandinigeni su larga scala (Gallo et al, 2012; Molthan et al., 2013): l'inconveniente potrebbe essere una bassa risoluzione spaziale (già da 100 m x 100 m) degli elaborati, inutilizzabile nel caso di paesaggi agricoli frammentati, tipicamente quello italiano.

Una tecnica relativamente recente utilizza il laser nello spettro dell'ottico e dell'infrarosso allo scopo di ricostruire non solo le distanze degli oggetti dallo strumento di rilevazione, ma anche la composizione chimica degli stessi: Laser Imaging Detection and Ranging ovvero LiDAR. I dati LiDAR in agricoltura sono ampiamente utilizzati per la gestione del drenaggio delle alluvioni (tramite la mappatura minuta di tutti i canali di scolo) e per sviluppare mappe di prescrizione (Cazorzi et al., 2012), per produrre una valida topografia per l'agricoltura di precisione e per mappare le caratteristiche lineari dei paesaggi agrari (Bailly et al., 2008). L'uso di LiDAR per valutare i parametri biofisici delle colture annuali (come ad esempio mais, frumento, orzo, soia) è ancora agli inizi: è noto che l'architettura delle canopy delle colture a pieno campo è piuttosto impegnativa in quanto strutturate corte e fitte. A questo proposito, (Li, W. et al., 2015) hanno evidenziato che le colture agricole, rispetto alle foreste, sono maggiormente influenzate dai problemi di saturazione del segnale a causa dell'elevata densità della chioma che limita la profondità di penetrazione del raggio di rilevamento. Un'altra possibile applicazione importante correlata alla valutazione della densità della canopy (LAI) è la stima della defogliazione della grandine e il danneggiamento della coltura maidicola. La defogliazione può avere un impatto significativo sul mais, sia esso raccolto per la produzione di granella sia di foraggio (Lauer et al., 2004) e il danno è una funzione sia della tempistica che della defogliazione, come evidenziato dalle politiche di valutazione del danno e dai grafici (Die Österreichische Hagelversicherung, 2015a, 2015b)

Un'altra metodologia per acquisire informazioni utili sfrutta lo spettro ottico ed infrarosso allo scopo di rapportare in un algoritmo alcune bande significative dello spettro: il risultato è un indice vegetativo (VI), un numero adimensionale che stima dei determinati parametri biofisici della coltura. L'implementazione dei VIs in modelli previsionali può supportare la previsione delle rese, utile nel

caso un evento avverso modifichi il valore del VI, determinando una conseguente modificazione della previsione di resa. Storicamente, la maggior parte dei modelli sviluppati per scopi di previsione delle rese sono focalizzati su aree di notevoli dimensioni (DiRienzo et al, 2003; Hamar et al, 1996; Lopresti et al, 2005; Sibley et al, 2014), soprattutto perché, in passato, esisteva una fonte limitata di dati con una risoluzione temporale e spaziale sufficiente per stime accurate della resa delle colture nel campo. A titolo d'esempio, il primo satellite utilizzato per il telerilevamento fu Landsat 01, con una risoluzione spaziale di 80 m, monocromatico; seguirono, sempre a titolo d'esempio, Envisat, SPOT e RapiEye con una risoluzione spaziale rispettivamente di 300, 20 e 5 m (multispettrale). Oggigiorno, i dati satellitari sono molto più accessibili (Azzari et al, 2016) e vi è la possibilità di scelta del satellite da utilizzare, in base alle proprie esigenze (es. Skysat, RapidEye e Sentinel-2). È inoltre aumentata la risoluzione spaziale dei dati che permette di lavorare liberamente con dati a medio/alta risoluzione. Un'alta risoluzione spaziale è preferibile: vengono minimizzati i dati incerti come correzioni atmosferiche inaccurate, errori di calibrazione e di geolocalizzazione, effetto del suolo e della sua eterogeneità, etc. (Verger et al., 2009). Il già citato Sentinel-2 (S2) fornisce dati gratuiti e pubblicamente accessibili, con una risoluzione spaziale media (10-20 m per le bande spettrali principali) ed una risoluzione temporale elevata (5 giorni all'equatore) (Drusch et al., 2012).

Solitamente, i dati ottenuti tramite telerilevamento sono corretti atmosfericamente dalla riflettanza ToA (Top-of-Atmosphere) prima di poter essere utilizzati per la stima dei parametri della vegetazione (Laurent et al., 2014). Tale stima può essere elaborata principalmente secondo quattro approcci (Cui and Kerekes, 2018):

- Approcci empirici, basati sulla relazione tra le variabili vegetative e la riflettanza della vegetazione. Tali relazioni sono tuttavia strettamente correlate all'ambiente di studio e richiedono la raccolta dati di dati dal suolo. Gli approcci empirici sono i più semplici e rapidi ma sono soggetti alla saturazione dell'indice

- Approcci fisicamente basati, ottenuti da modelli che simulano le colture (nello specifico la canopy). Tra i principali approcci fisici troviamo i modelli di trasferimento radiativo (RT), più robusti e meno sensibili alla variazione di sensori, suolo, vegetazione, condizioni atmosferiche rispetto agli approcci empirici (Laurent et al., 2014). PROSAIL è uno degli RT più diffusi.
- Metodi di intelligenza artificiale (Machine learning), come le Reti Neurali
- Approcci ibridi tra i primi tre metodi

Negli anni sono state svolte delle comparazioni di tali metodi, al fine di determinarne uno più performante secondo certi parametri. Secondo Verrelst et al., 2015, comparati ai metodi empirici, i metodi di regressione non-parametrica sono più stabili e caratterizzati da una deviazione standard (SV) più contenuta quando si confrontano dati di Leaf Area Index (LAI) stimati e LAI misurati in campo tramite R^2 .

Il LAI, negli agroecosistemi, è uno dei parametri che permettono di stimare l'assimilazione del carbonio ed il flusso dell'evapotraspirazione. Questi due elementi determinano la produzione di una coltura (Kang et al., 2016). Il LAI è stato per anni misurato in-situ, tramite vari metodi (sia distruttivi, sia ottici) e tramite telerilevamento. In-situ si ottengono delle misure molto accurate ma con un gran dispendio di tempo e risorse, mentre tramite telerilevamento è possibile mappare intere regioni (fino all'intero pianeta) a diverse scale di risoluzione. (Kang et al. 2016). Pertanto, il LAI ed una sua corretta stima sono un buon indicatore della produzione agricola e nella previsione delle rese.

Il potenziale di previsione delle rese utilizzando le informazioni satellitari è già noto e sono stati esplorati numerosi approcci statistici. Alcuni di essi si basano sul fatto che la produzione totale di biomassa è strettamente correlata alla frazione di radiazione fotosinteticamente attiva (fAPAR) assorbita dalla vegetazione nel corso della stagione di crescita (Monteith, 1977). Le stime di fAPAR sono spesso derivate da VI (Lobell, 2013), poiché le relazioni lineari tra queste due variabili sono ben note (Myneni & Williams, 1994). Tuttavia, considerando che la maggior parte dei dati di telerilevamento non sono

disponibili su base giornaliera, è necessaria una certa interpolazione per stimare il fAPAR giornaliero. Le relazioni empiriche tra misure di resa a terra e dati di telerilevamento sono state considerate come l'approccio più semplice alla previsione di rendimento con bassa potenza di calcolo (Hatfield et al., 2008; Lobell et al., 2013) e sono state implementate con successo in diversi studi con coltura maidicola (Bognàr et al., 2011; Bu et al., 2017; Lobell et al., 2015; Peralta et al., 2016; Shanahan et al., 2001; Sibley et al., 2014). Il successo di questo approccio è direttamente correlato alla selezione dei dati misurati in campo per costruire modelli.

Inoltre, la scelta del modello statistico utilizzato per prevedere la resa ha un grande impatto sul risultato finale (Anselin et al., 2004; Peralta et al., 2016). I modelli di previsione della resa prevalentemente empirici (basati su VI) utilizzano il metodo dei minimi quadrati (OLS) basati su tecniche di regressione semplice o multipla (Noureldin et al., 2013; Rembold et al., 2013; Shanahan et al., 2001), senza una corretta rappresentazione della struttura di autocorrelazione spaziale tra queste variabili (Imran et al., 2013; Peralta et al., 2016). Quest'ultima situazione può portare a problemi di eccessiva varianza e probabilmente a conclusioni errate (Anselin et al., 2004; Bongiovanni et al., 2007).

L'indice Normalized Difference Vegetation Indices NDVI (Rouse et al., 1973) è uno dei VIs più utilizzati per valutare la crescita e la resa delle colture (Peralta et al., 2016; Raun et al., 2002; Rembold et al., 2013; Solie et al., 2012), e diventa un punto di riferimento per i ricercatori che sviluppano nuovi VIs (Hatfield et al., 2008). Tuttavia, ci sono alcuni vincoli relativi alla saturazione nei valori di LAI medio-alto con NDVI (Haboudane et al., 2004; Nguy-Robertson et al., 2012; Tucker, 1979). Il problema tipico degli indici a due sole bande è la rapida saturazione dell'indice quando la canopy è all'apice dello sviluppo. Le principali problematiche dell'indice NDVI sono state analizzate da Jing et al. (2004): l'NDVI risulta sensibile alla concentrazione di clorofilla, all'umidità degli strati superficiali del suolo, alla luce diffusa nell'atmosfera, all'angolo di visuale zenith ed allo zenith del Sole. Tutti i risultati mostrano come superando

un LAI di 4, NDVI diventa meno sensibile a questi agenti, ma risulta anche meno sensibile alla variazione dei parametri della vegetazione.

Tale saturazione può essere parzialmente contenuta nella scelta delle bande da analizzare, ma la miglior alternativa consiste nell'utilizzare indici a tre bande (Verrelst et al., 2015). Si utilizzano pertanto, al fine di ovviare tale problema, numerosi altri indici che risentono meno dell'effetto della saturazione. Verrelst et al. 2015 hanno valutato più di 10.000 indici vegetativi generati dai dati Sentinel-2 ed hanno scoperto che i migliori corrispondono agli indici a tre bande secondo la formula normalizzata $(\rho_{560} - \rho_{1610} - \rho_{2190}) / (\rho_{560} + \rho_{1610} + \rho_{2190})$. Secondo Kang et al. 2016, Tra i vari indici, EVI ed EVI2 risultano i più efficaci e le relazioni EVI-LAI e EVI2-LAI risultano robuste e valide in varie scale spaziali a livello globale.

1.5 Impatto degli eventi atmosferici avversi in agricoltura: ricerca libera sul web e sulle principali riviste scientifiche

Per comprendere meglio il fenomeno dal punto di vista dell'informazione accessibile alla maggioranza della popolazione italiana, sono stati ricercati su Google Scholar e nella letteratura grigia, gli articoli scientifici e i documenti tecnici che potessero evidenziare la problematica degli eventi atmosferici avversi in Italia. Sono state digitate le query di ricerca "Grandine Agricoltura Mais" e "Allettamento Agricoltura Mais" e sono stati selezionati alcuni articoli dalle riviste tecniche *Informatore Agrario* e *Terra è Vita* ("Dopo il Covid-19 e gelata arriva la grandine", "Grandine sul mais, inizia la conta dei danni", "Maltempo, danni da grandine e ritardi nelle semine", "Polizze: tassi in aumento, ma proteggersi conviene"), due tesi di laurea (Gilioli, 2012; Politeo, 2008) ed alcuni documenti che esplicano alcune metodologie utilizzate per la stima del danno sul mais (Albertini, 2018; Follador, 2012) o dati generali dello stato di fatto assicurativo agricolo italiano (ISMEA, 2020).

Tra gli articoli di Terra e Vita, spicca il dato economico riferito al 2019, per i soli contratti agevolati (ovvero soggetti a contribuzione pubblica):

“Le coperture assicurative sottoscritte nel 2019 sono state così segmentate: 5,779 miliardi di euro (71,2 %) produzioni vegetali, 1,337 miliardi (16,5 %) produzioni zootecniche e 0,996 miliardi (12,3 %) strutture;

Nell’area nord della penisola si colloca l’81,30 % dei valori assicurati, le produzioni assicurate al sud (comprese le isole) rappresentano il 10,4 %, percentuale ancora più contenuta la si registra nelle regioni del centro, dove i valori assicurati rappresentato l’8,3 %”

Tab. 01: Trend valori assicurati in Italia, settore agricolo (miliardi di €)

Anno	Colture	Zootecnia	Strutture	Totale
2010	4.805	541	520	5.866
2011	5.314	620	628	6.562
2012	5.454	678	696	6.828
2013	5.873	680	729	7.282
2014	6.422	727	804	7.953
2015	5.705	982	861	7.548
2016	5.103	1.051	804	6.958
2017	5.156	1.461	751	7.368
2018	5.680	1.323	851	7.854
2019*	5.779	1.337	996	8.112
*=dato stimato				

Fonte: Ismea

Tab. 02: Dinamiche premi e imprese assicurate (produzioni vegetali)

Anno	Valori assicurati (mld di €)	Premi (migliaia €)	n. di aziende
2010	4.805	277.578	77.871
2011	5.314	328.304	79.680
2012	5.454	309.377	80.790
2013	5.873	362.620	81.994
2014	6.422	469.637	82.254
2015	5.705	387.331	73.930
2016	5.103	337.545	63.040
2017	5.156	347.885	58.905
2018	5.680	459.361	62.909
2019*	5.779	474.078	58.494
*=dato stimato			

Fonte: Ismea

Tab. 03: Distribuzione polizze produzioni vegetali sul territorio italiano

Anno	Quote %		
	Nord	Centro	Sud
2010	77,60%	8,20%	14,20%
2011	78,30%	8,60%	13,00%
2012	78,40%	8,40%	13,20%
2013	78,70%	8,20%	13,10%
2014	78,10%	8,60%	13,30%
2015	80,80%	9,00%	10,10%
2016	83,80%	9,00%	7,20%
2017	83,40%	9,60%	7,00%
2018	83,20%	8,60%	8,20%
2019*	81,30%	8,30%	10,40%

*=dato stimato

Fonte: Ismea

Questi dati riassumono la situazione assicurativa italiana agevolata al 2019 (stimato). Il mais, sia esso da granella o da insilato, è un sottoinsieme del totale dei prodotti assicurati in Italia e si concentra in special modo in Pianura Padana.

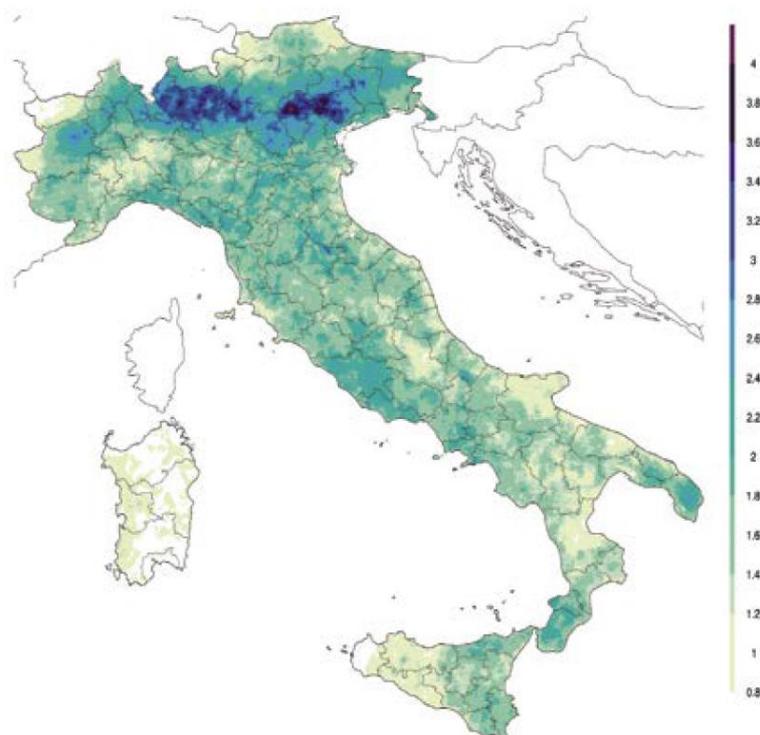
Fig. 02: Elaborazioni ISMEA (2020)

Regione	Numero di aziende	Valore assicurato (.000 €)
Lombardia	3.512	172.100
Piemonte	1.560	73.238
Veneto	2.007	71.172
Emilia-Romagna	1.041	44.030
Friuli-Venezia Giulia	582	26.694
Trentino-Alto Adige	20	648
Umbria	14	209
Toscana	5	146
Abruzzo	1	76
Puglia	1	50
Marche	3	30
Campania	9	26
Lazio	1	15
Totale Italia	8.665	388.433

Fonte: Ismea

Per quanto concerne la frequenza degli eventi grandinigeni, intesi come probabilità del manifestarsi di giorni con grandinate, sono stati trovati alcuni dati ISMEA (ISMEA, 2020).

Fig. 03: Elaborazioni ISMEA su dati Dipartimento Nazionale Protezione Civile e ARPA, numero atteso di giorni di grandine, per km² (anno 2019)

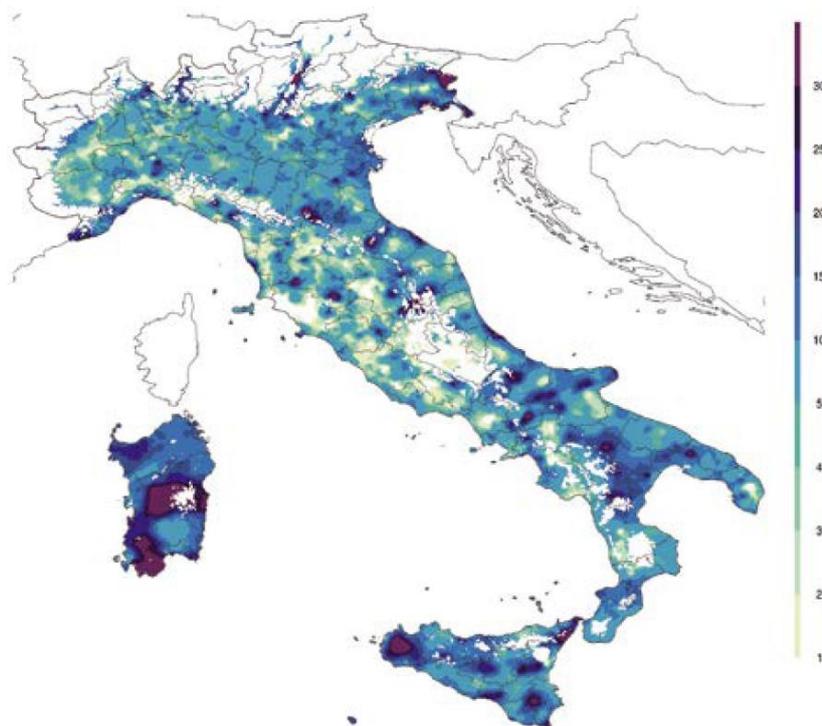


Fonte: Ismea

Tali dati evidenziano un'alta probabilità di grandinate su quasi tutto il territorio italiano, con un'intensità particolarmente elevata nel Nord Italia, nelle regioni Lombardia e Veneto.

Anche il vento forte colpisce un'ampia porzione del territorio nazionale, interessando soprattutto le regioni del Mezzogiorno (per Vento Forte si intendono raffiche oltre i 50 km/h rilevati a 10 m dal suolo).

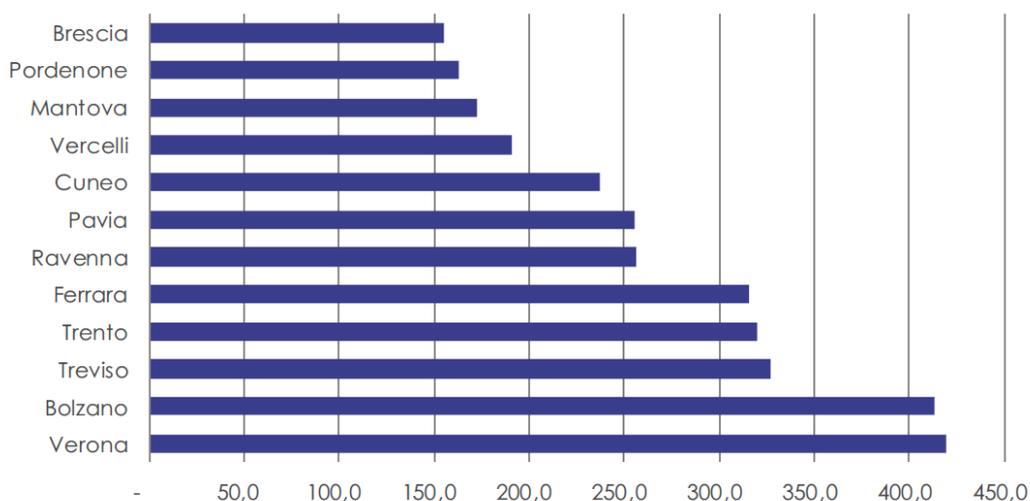
Fig. 04: Elaborazioni ISMEA su dati Dipartimento Nazionale Protezione Civile e ARPA, numero di giorni di vento forte per km² nel periodo 15/04-30/09 del 2019



Fonte: Ismea

Per quanto riguarda i valori assicurati per provincia, sempre ISMEA mette a disposizione un grafico delle principali province italiane per valori assicurati.

Fig. 05: Elaborazioni ISMEA, Valori assicurati per le principali province -2018- colture vegetali (mln di euro)



Fonte: Ismea

Un dato che è parso molto interessante per questa tesi è la suddivisione per valori assicurati dei prodotti coltivati in Italia. Trattando questa tesi del mais, il prodotto rappresenta il 5,5% del valore assicurato totale come mais da granella ed il 3,7% come mais da insilato, per un totale complessivo di 9,2% pari a euro 521.053.000, rendendolo il terzo prodotto per valore assicurato in Italia.

Fig. 06: Elaborazioni ISMEA (2020), I principali prodotti per valori assicurati nel 2018

Prodotto	.000 di €	Peso %
Uva da vino	1.778.564	31,3%
Mele	717.912	12,6%
Riso	426.600	7,5%
Mais	312.172	5,5%
Pomodoro da industria	274.925	4,8%
Mais da insilaggio	208.881	3,7%
Pere	203.980	3,6%
Tabacco	160.826	2,8%
Actinidia	150.303	2,6%
Frumento tenero	123.471	2,2%
Astoni piante da frutto	119.246	2,1%
Soia	114.391	2,0%
Nettarine	112.822	2,0%
Frumento duro	95.009	1,7%
Albicocche	68.330	1,2%
Altri prodotti	812.365	14,3%
Totale	5.679.798	100,0%

Fonte: Ismea

Altri dati interessanti sono le superfici assicurate, ovvero quanti ettari di una determinata coltura sono assicurati in Italia. Il mais, sia esso da granella o insilato, è assicurato per un totale di 238.319 ettari, ovvero circa il 30% della coltura coltivata in Italia.

Fig. 07: Elaborazioni ISMEA (2020), I principali prodotti per superfici assicurate nel 2018

Prodotto	Ettari	Peso %
Uva da vino	171.895	15,4%
Riso	166.373	14,9%
Mais	142.637	12,8%
Pomodoro da industria	35.819	3,2%
Mais da insilaggio	95.682	8,6%
Frumento tenero	93.635	8,4%
Soia	69.661	6,2%
Frumento duro	59.868	5,4%
Mais da biomassa	27.020	2,4%
Mele	26.901	2,4%
Altri prodotti	228.469	20,4%
Totale	1.117.961	100,0%

Fonte: Ismea

Ultimo dato utile per inquadrare il contesto assicurativo agricolo, l'offerta assicurativa in Italia. ISMEA ha raccolto in forma anonima le quote di mercato delle prime dieci compagnie assicurative, le quali rappresentano l'87% del mercato assicurativo agricolo italiano.

Fig. 08: Elaborazioni ISMEA (2020), Mercato delle principali compagnie assicurative

	Quota premi	Tariffa media	Quote certificati per garanzia	
			Multirischio	Pluririschio
LEADER	12,9%	9,4%	13,0%	87,0%
Follower 1	12,1%	7,0%	14,9%	85,1%
Follower 2	11,2%	6,5%	6,5%	93,5%
Follower 3	10,1%	8,0%	7,7%	92,3%
Follower 4	8,8%	9,2%	7,2%	92,8%
Follower 5	8,3%	9,7%	38,9%	61,1%
Follower 6	8,0%	9,2%	26,0%	74,0%
Follower 7	7,6%	7,7%	6,4%	93,6%
Follower 8	4,6%	7,2%	7,0%	93,0%
Follower 9	3,4%	10,2%	24,8%	75,2%

Fonte: Ismea

Conoscendo la situazione in Italia, lo scrivente ritiene opportuno sperimentare l'implemento delle nuove tecnologie al settore assicurativo per valutare la possibilità di ammodernare le metodologie di stima del danno e per valutare a

posteriori il lavoro svolto in campo dai tecnici. Tuttavia, prima di svolgere la parte metodologica di questa tesi, si ritiene opportuno evidenziare una metodologia tra le più comuni tra le compagnie assicurative operanti in Italia per la stima del danno atmosferico in Italia.

1.6 Linee guida, tabelle e grafici operativi

Nell'ambito delle assicurazioni agricole italiane sono presenti varie metodologie di stima dei danni. In questa tesi verrà descritta solamente una metodologia e nello specifico l'analisi del danno da avversità atmosferiche sulla coltura maidicola tramite l'inefficienza fogliare.

Per inefficienza fogliare si intende la ridotta funzionalità e capacità di svolgere le funzioni di fotosintesi, respirazione e traspirazione e non corrisponde alla defogliazione subita dalla pianta.

Le assicurazioni si avvalgono di tecnici del territorio. Tali tecnici, in fase di perizia, constatano una serie di parametri quali l'identificazione degli appezzamenti, lo stato vegetativo della coltura, l'eventuale presenza di malattie o danni non risarcibili etc. Tra questi tecnici, sono in uso varie tabelle, specifiche per ogni coltura e varietà colturale, così come grafici che mettono in relazione la perdita di foglia e la sua conseguente inefficienza con una perdita produttiva. Tali tabelle sono poi utilizzate in un contesto metodologico che consente di mettere in relazione altri elementi che competono alla determinazione del danno effettivo: danni diretti allo stocco, danni diretti o indiretti alla spiga, malformazioni, etc.

Una delle tabelle utilizzate dalle assicurazioni italiane è la seguente:

Fig. 09: Scheda analisi danni - Coltura maidicola

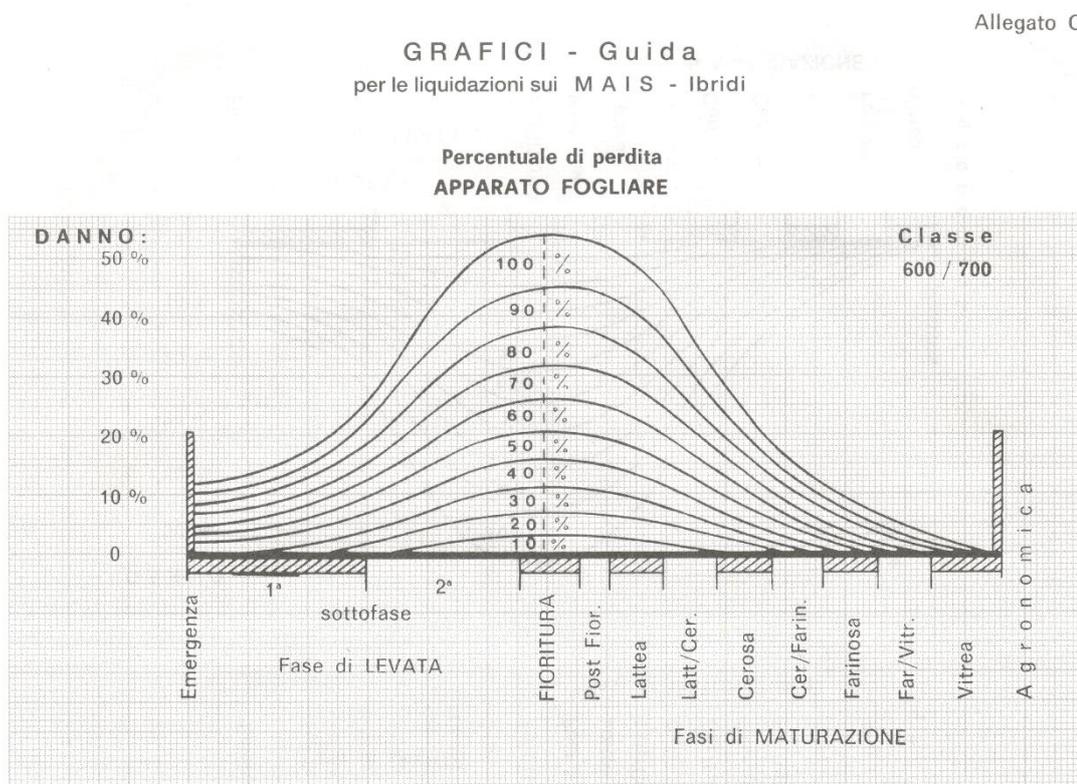
SCHEDA ANALISI DANNI MAIS																
Società			Agenzia			Cert. pol.			Consorzio/provincia							
Assicurato						N. Socii Comune			Data grandine		Data perizia					
Partita	Varietà		Quantità	Valore assicurato		Stadio vegetativo al momento del sinistro										
ANALISI DEL CAMPIONE											Pianta N.	Coefl.	Totale			
Piante illese											0	0	0			
Piante lievemente e mediamente danneggiate:																
N. piante	% danno			N. piante	% danno			N. piante	% danno			N. piante	% danno			
	foglie	culmo	cariossidi		foglie	culmo	cariossidi		foglie	culmo	cariossidi		foglie	culmo	cariossidi	
1				11				21				31				
2				12				22				32				
3				13				23				33				
4				14				24				34				
5				15				25				35				
6				16				26				36				
7				17				27				37				
8				18				28				38				
9				19				29				39				
10				20				30				40				
TOTALI											(a)	=	=	=	Residui progr.	Danno
Piante gravemente danneggiate e perdute:																
% danno		50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	Totale			
N. piante													c			
Totale													d			
											(b)	a	b			
											c			d		
TOTALE											E			F		
Danno Complessivo _____ F _____ : _____ E _____ = _____																
I PERITI																

L'immagine è molto esplicativa: si prevede l'analisi di un campione rappresentativo di piante di mais all'interno dell'appezzamento, un numero variabile di piante in base alle dimensioni ed all'omogeneità del danno. Alcuni tecnici intervistati hanno confermato un'analisi di 5-6 piante nei terreni più piccoli ed omogenei e di decine di piante in quelli più estesi e disomogenei. Queste piante possono essere classificate come illese, mediamente e gravemente danneggiate. Vi è un riferimento al numero di piante campionate e alla percentuale di danno che il tecnico assegna ad ogni porzione della pianta campionata, ovvero alle foglie, al culmo ed alle cariossidi (spiga). Utilizzando

la media ponderata tra le piante illese, mediamente e gravemente danneggiate il tecnico è in grado di risalire ad una stima di danno che soddisfa sia l'assicurazione sia l'assicurato.

La determinazione della percentuale di danno che viene aggiudicata alla componente "foglie" deriva dalla stima della percentuale di perdita dell'apparato fogliare: il tecnico, con la propria esperienza o con attrezzature, analizza foglia per foglia un'intera pianta di mais e attribuisce una percentuale media complessiva di danno all'apparato fotosintetico. Successivamente, tale percentuale è messa in relazione tramite delle tabelle empiriche, di seguito mostrate, che permettono la stima del danno causato dalla sola inefficienza dell'apparato fotosintetico in relazione allo stadio fenologico in cui si trovava, al momento dell'evento avverso, la coltura (come da immagine successiva).

Fig. 10: Grafico guida che mette in relazione inefficienza fogliare, fenologia e danno del mais



Il danno al culmo è in stretta relazione con il danno delle foglie e viene fatto corrispondere ad una percentuale di danno fogliare, mentre il danno alle

cariossidi può essere diretto, per percossa sulle cariossidi e la perdita di parte della spiga, oppure indiretto, per l'eventuale mancata fecondazione derivata dall'evento avverso.

Nell'appendice A, alcune immagini richieste e concesse dal Dott. Albertini Giorgio, tecnico ed ispettore presso una delle principali assicurazioni agricole operanti in Italia. In queste immagini è possibile osservare singole foglie della pianta di mais per le quali è stata attribuita una percentuale di inefficienza fogliare secondo la Declaratoria Simonelli (Simonelli et al., 1978) qui di seguito riportata (le definizioni ed alcune immagini si trovano anch'esse nell'appendice A):

INEFFICIENZA FOGLIARE	DECLARATORIA SIMONELLI
<10%	“Quando la lamina presenta semplici lacerazioni longitudinali che raggiungono in numero di 6-9 la lunghezza di 10-15 cm
<20%	“Quando la lamina presenta sensibili <u>listerellamenti</u> configurabili nelle classiche <u>sfrangiature</u> che raggiungono i 30-40 cm di lunghezza e sono pure riscontrabili lievi rotture trasversali”
<30%	“Circa un terzo dell'apparato fogliare non è più utile per la pianta. Le ferite sono sempre più consistenti rendendo ben manifesto il classico <u>sbrindellamento</u> con discrete rotture trasversali e, seppur in maniera ridotta, si comincia a notare una lieve <u>asportazione di lembo fogliare</u> ”
>30%	“Quando si è in presenza di concreta e significativa <u>asportazione di lembo fogliare</u> , alla quale bisogna sommare, per la parte restante, una ulteriore adeguata percentuale di Inefficienza Fogliare, corrispondente alla tipologia traumatica riscontrata”

Quanto suddetto riguarda la metodologia che alcune assicurazioni utilizzano per stimare le perdite produttive del mais da granella.

Per quanto riguarda il mais da insilato, vi è l'attribuzione di una maggiorazione del danno per la perdita della qualità del foraggio. Tale maggiorazione è tabellare e corrisponde ad una determinata percentuale di danno in funzione al danno attribuito alla granella.

Di seguito si mostra come avviene tale quantificazione di perdita di qualità in una delle principali assicurazioni agricole italiane.

GARANZIA MAIS - DANNO DI QUALITA'

MAIS DA INSILAGGIO (da applicare fin dall'inizio della seconda sottofase di levata)

% PERDITA QUANTITA'	0	10	20	30	40	50	60	70	80/100
COEFF. SUL RESIDUO	0	4	6	8	15	20	25	30	40

=	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,00	0,40	0,78	1,16	1,54	1,90	2,26	2,60	2,94	3,28
10	3,60	3,74	3,87	4,00	4,13	4,25	4,37	4,48	4,59	4,70
20	4,80	4,90	4,99	5,08	5,17	5,25	5,33	5,40	5,47	5,54
30	5,60	6,00	6,39	6,77	7,13	7,48	7,81	8,13	8,43	8,72
40	9,00	9,15	9,28	9,41	9,52	9,63	9,72	9,81	9,88	9,95
50	10,00	10,05	10,08	10,11	10,12	10,13	10,12	10,11	10,08	10,05
60	10,00	9,95	9,88	9,81	9,72	9,63	9,52	9,41	9,28	9,15
70	9,00	8,99	8,96	8,91	8,84	8,75	8,64	8,51	8,36	8,19
80	8,00	7,60	7,20	6,80	6,40	6,00	5,60	5,20	4,80	4,40
90	4,00	3,60	3,20	2,80	2,40	2,00	1,60	1,20	0,80	0,40

Mentre la prima tabella, composta da due sole righe, individua la percentuale di danno da applicare al prodotto residuo e presente in campo per la determinazione di un coefficiente da applicare a tale prodotto e quindi determinare il danno di qualità del mais, la seconda tabella permette direttamente di accedere alla percentuale di danno di qualità da sommare al danno di quantità: infatti, nella prima colonna è presente la decina del danno di quantità già attribuito e calcolato con il metodo descritto per il mais da granella; nella prima riga, è presente l'unità del danno di quantità attribuito. Per semplice interpolazione tra la colonna delle decine e delle unità, è possibile ottenere il danno di qualità da sommare al danno di quantità per ottenere il danno totale e permettere il risarcimento del prodotto assicurato da insilato.

Gli obiettivi di questa tesi sono:

- Recuperare dati assicurativi di colture maidicole danneggiate nell'area lombarda così come la possibilità di interpretarli;
- Recuperare delle immagini satellitari dell'area lombarda in modo da ricostruire, tramite indici vegetativi (VI), l'evoluzione della vegetazione;
- Mettere in relazione il danno stimato a terra e la variazione dei VI, o una loro elaborazione, al fine di ricavare dati interpretabili.

MATERIALI E METODI

2.1 Materiali

2.1.1 Area di studio

I dati di campo sono stati collezionati in 125 siti in Italia, nello specifico nella provincia di Brescia (Lombardia). Sono appezzamenti di varie dimensioni, tutti pianeggianti, compresi tra poche centinaia di metri ed alcuni ettari di superficie, coltivati a mais da granella o insilato, di primo o secondo raccolto, nel periodo primaverile-estivo del 2018.

Il clima della zona è subcontinentale umido (Pinna, 1970), caratterizzato da una piovosità uniformemente distribuita in tutte le stagioni con estati molto calde. Le precipitazioni si concentrano nei periodi compresi tra maggio ed agosto, con un leggero calo nei mesi di luglio e settembre, e una ripresa nel periodo compreso tra ottobre e novembre inoltrato. Il periodo invernale, compreso tra fine novembre e fine marzo, è caratterizzato da una percentuale di piovosità molto bassa.

Secondo la classificazione di Köppen, la zona rientra nella categoria Cfa, ovvero nei climi temperati con estate umida e temperatura media del mese più caldo superiore a 22 °C. Le precipitazioni medie della zona si attestano a 990 mm (ISPRA, 2020).

Tutte le aziende dalle quali sono stati raccolti i dati gestiscono gli appezzamenti presentano elevati livelli di meccanizzazione, che consentono di attuare tutte le operazioni colturali (dalla semina alla raccolta) tramite l'ausilio di macchine e attrezzature. I sistemi di irrigazione utilizzati dalle aziende sono principalmente due: il sistema per infiltrazione laterale e canalizzazione delle acque tramite canali e fossi di derivazione o il metodo dell'aspersione tramite rotolone. In una medesima azienda possono sussistere entrambi i metodi.

Inoltre, tutte queste aziende risultano aver assicurato la produzione di mais.

Trattandosi di piccoli appezzamenti disposti in modo disomogeneo, viene sovrascritto ad essi un rettangolo con vertici dell'estensione di circa 1300 km²

LONGITUDINE E	LATITUDINE N
9.8666	45.6058
10.2933	45.6058
10.2933	45.2551
9.8666	45.2551

Secondo il Datum WGS 84

Tutti i terreni rientrano all'interno del rettangolo identificato.

Di tali terreni si conosce nel dettaglio la coltura, il momento in cui tale coltura ha subito danni da eventi atmosferici (grandine, vento forte, etc.) e la percentuale di danno stimata da tecnici di un'assicurazione agricola. Si è poi a conoscenza del metodo di stima di tale danno, esplicitatosi tramite rilevazioni in campo e presa visione dello stato della coltura, secondo quanto descritto nel sottocapitolo "Linee guida, tabelle e grafici operativi".

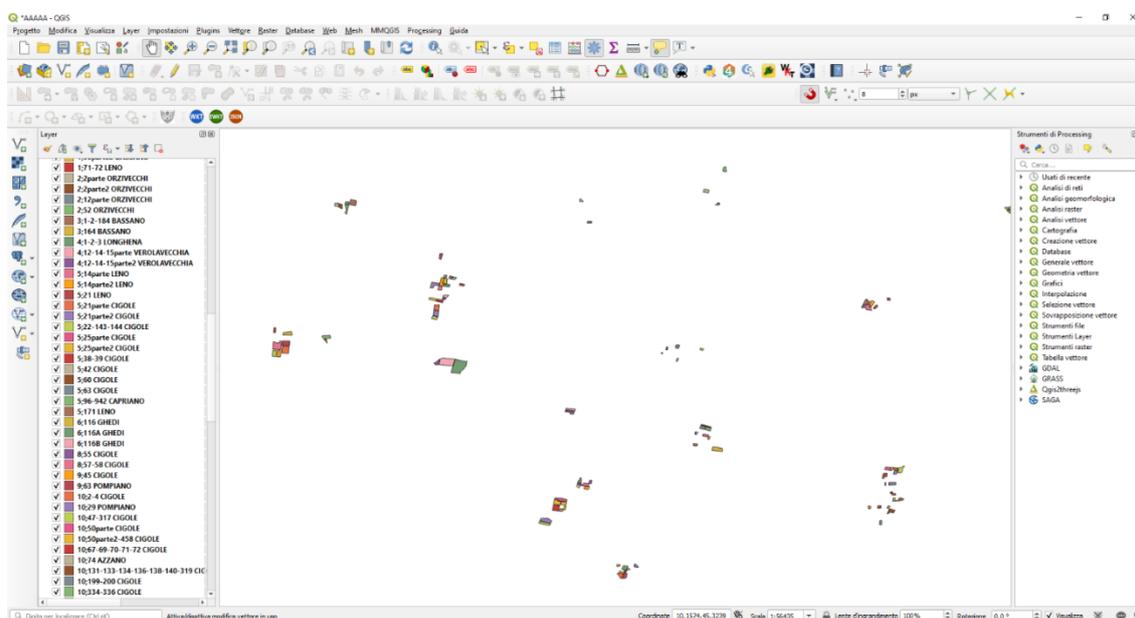
Fig. 11: collocazione dei terreni analizzati per questa tesi. Ogni terreno si trova all'interno del rettangolo colorato sulla mappa (Datum WGS 84)



Fonte: elaborato poersonale

Questi terreni sono stati caricati tramite layer vettoriale poligonale in QGIS (version 2.18 e 3.10). Per la loro identificazione univoca si è utilizzato il Catasto Italiano: ogni vettore è stato nominato con il metodo “<Foglio>; <Mappale/> <COMUNE>” in modo da rendere i file univoci e facilmente comprensibili. Si ricorda che un determinato mappale all’interno di un foglio di un comune del Catasto Italiano è univoco.

Fig. 12: nell’immagine si evidenziano parte dei layer vettoriali GIS utilizzati per rappresentare gli appezzamenti analizzati.



2.1.2 Dati di campo

Tramite un tecnico di una grande assicurazione agricola italiana (che ha consentito l’uso anonimo dei dati), sono stati recuperati i bollettini di campagna dei 125 appezzamenti per estrapolare le informazioni tecniche di coltura, data dell’evento e stima del danno totale. Sono state omesse tutte le informazioni personali per motivi di privacy.

Il settore assicurativo agricolo gode di ingenti fondi provenienti dalla Comunità Europea allo scopo di tutelare il territorio e le imprese agricole che insistono su di esso. Pertanto, si sono raccolte le informazioni da bollettini di campagna a scopo puramente scientifico ed omettendo i dati personali, rientrando all’interno della trasparenza dei dati pubblici.

Fig. 13: l'immagine rappresenta uno dei bollettini recuperati. Le informazioni private sono state oscurate per motivi di privacy e di protezione dei dati sensibili.

BOLLETTINO DI CAMPAGNA (risultati di perizia) nr. _____

Assicurazione agevolata da contributi pubblici
 Assicurazione non agevolata da contributi pubblici

AGENZIA _____ CERT./POL. N. 34 DATA NOTIFICA 14/03/2018 CONTRAENTE _____

ASSICURATO _____ RIFERENZA REAZIONE M15 Monorischio
 Pluririschio 3aw
 Multirischio

PERITI _____ DATA EVENTO 07/05 _____
 EVENTO DENUNCIA 2018 _____

DATA PERIZIA 08/08/2018 SPECIE Mais Gr CODICE PRODOTTO _____ COMUNE GATELLI

N. Perizia	Varietà	Valore assicurato	Deduzioni		Valore residuo sul quale si liquida il danno	Procentili di danno (al lordo di franchigia)					Residuo	Data di inizio della raccolta	Scomposizione del danno a col 9 per evento atmosferico	
			Causa	Importo		Base	Maggiore zona qualità	Compens. IVA al 10%	Deduzione di danni anteriori	In oltre				In lettere
<u>01</u>	<u>Mais Gr</u>													

La presente perizia è stata ultimata alle ore 15:00 del 08/08/18 e le percentuali liquidate sono comprensive di tutti i danni provocati dagli eventi assicurati fino al momento.

1 - Il prodotto è stato colpito da eventi atmosferici assicurati prima dell'effettuazione della garanzia? SÌ NO Se sì, quali?
 2 - La quantità di prodotto assicurato eccede sostanzialmente le tolleranze? SÌ NO Se sì, quali?
 3 - Il prodotto sopra indicato è assicurato da altre società? SÌ NO Se sì, quali? Non 243 E in quale misura?
 Consegna Spedizione per raccomandata con ricevuta r.

Ufficio Postale di _____

L'assicurato prende atto che il diritto all'indennizzo maturerà solo ed esclusivamente a superamento della soglia del 20% a termine di polizza relativamente all'intera produzione aziendale della specie dichiarata, anche se assicurata con uno o più certificati, ubicata in un medesimo comune.

La presente perizia è soggetta a possibili limitazioni dell'indennizzo e/o all'applicazione di franchigie e scoperti se previsti dalle norme contrattuali.

Nell'appendice B, la tabella 18 rappresenta tutti i terreni analizzati in questa tesi.

Di ogni appezzamento è stato costruito un poligono in Well-known text (WKT) che viene volontariamente non riportato per via dell'enorme spazio di testo che tale formato occupa.

Il formato WKT permette di creare, in questo caso, un poligono vettoriale tramite punti di cui si conosce la latitudine e la longitudine.

Per gli stessi appezzamenti sopra identificati, conosciamo la percentuale di perdita di prodotto che i tecnici dell'assicurazione hanno individuato. Per perdita di prodotto si intende

- Nel mais da granella, la granella non più ottenibile
- Nel mais da insilato, una quantità di foraggio ed una qualità del foraggio residuo non più ottenibile

Nella tabella 19 all'appendice B, il numero di campo già individuato con l'orientamento produttivo (GRANELLA o INSILATO), il momento dell'evento avverso, il tipo di evento e la perdita produttiva totale.

2.1.3 Immagini multispettrali Sentinel-2

Sono state raccolte alcune immagini prodotte dalla flotta satellitare Sentinel-2. Il programma Sentinel-2 fa parte del programma GMES (Global Monitoring for Environment and Security). Per via delle sue caratteristiche di risoluzione spaziale e spettrale, Sentinel-2 eredita e prosegue il lavoro in precedenza svolto dalle missioni SPOT e Landsat (Laurent et al., 2013). Infatti, Sentinel-2A e 2B trasportano un sensore MSI (Multi-Spectral Imager) che permette, con un'ampiezza massima di 290 km, di registrare 13 bande spettrali riflesse dalla superficie terrestre. Queste bande spaziano dalla luce visibile all'infrarosso corto SWIR con differenti risoluzioni spaziali:

- 10 metri per la luce visibile e il NIR;
- 20 metri per le bande red-edge e lo SWIR;
- 60 metri per le bande che consentono la correzione atmosferica dei dati.

Tab. 04: Bande del sensore MSI, Sentinel-2 (Pasqualotto et al. 2019)

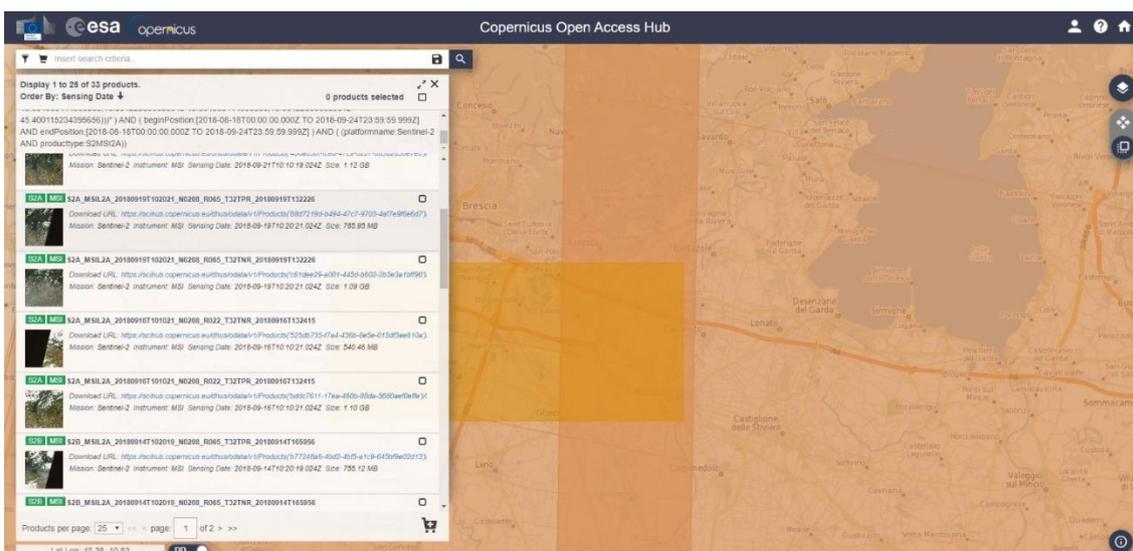
N° DI BANDA	FUNZIONE	CENTRO BANDA (nm)	AMPIEZZA BANDA (nm)	RISOLUZIONE SPAZIALE (m)
1	Aerosol costiero	443	27	60
2	Blu	490	98	10
3	Verde	560	45	10
4	Rosso	665	38	10
5	Red-edge (VI)	705	19	20
6	Red-edge (VI)	740	18	20
7	Red-edge (VI)	783	28	20
8	NIR	842	145	10
8°	Red-edge (VI)	865	33	20
9	Vapore acqueo	945	26	60
10	SWIR - cirri	1380	75	60

11	SWIR	1610	143	20
12	SWIR	2190	242	20

La risoluzione temporale media della flotta Sentinel-2 si attesta ad una misurazione ogni 5 giorni circa, anche se comunemente occorre eliminare alcune immagini per via della copertura nuvolosa che non permette di rilevare i dati al suolo. Pertanto, la risoluzione temporale utile è superiore a 5 giorni.

Per questa tesi, le immagini sono state scaricate direttamente e liberamente dal server della ESA al sito <http://scihub.copernicus.eu/>. Selezionando un'area e un periodo di tempo compreso tra due date, è possibile richiedere l'individuazione di tutte le immagini Sentinel-2 d'interesse. È stato impostato un periodo di rilevazione compreso tra il 01/03/18 ed il 01/10/18.

Fig. 14: l'immagine mostra l'utilizzo del sito Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/>).



Le immagini Sentinel-2 fornite al pubblico si suddividono in Level-1C e Level-2A. Nel primo caso sono immagini corrette dal punto di vista geometrico tramite riflettanza TOA (Top-of-Atmosphere reflectance). Nel secondo caso, le immagini sono ulteriormente corrette dalle variazioni causate dall'atmosfera con riflettanza BOA (Bottom-of-Atmosphere reflectance).

Le immagini L1C e L2A, così come scaricabili dal Sentinel Open Hub, sono mostrate a lato sinistro della figura 14. Per ogni immagine è possibile osservare,

in formato ridotto, una preview che permette subito di operare una cernita per la nuvolosità. Infine, è possibile effettuare il download di qualsiasi immagine presente, in quanto dato pubblico.

Il nome di ogni immagine riassume le caratteristiche della stessa, infatti selezionando un'immagine esempio

S2B_MSIL2A_20180911T101019_N0208_R022_T32TNR_20180911T164850.tif

si evidenziano più parti separate dal termine “_”, riassumibili come

MMM_MSIXXX_YYYYMMDDHHMMSS_Nxxyy_ROOO_Txxxxx_<Product Discriminator>.SAFE

MMM: è l'ID di missione della Costellazione Sentinel-2 (S2A/S2B)

MSIXXX: MSIL1C definisce il livello di prodotto 1C/ MSIL2A definisce il livello di prodotto 2°

YYYYMMDDHHMMSS: il giorno di inizio del rilevamento della superficie

Nxxyy: il numero dell'elaborazione PDGS (formato PDS dei prodotti 2°)

ROOO: Numero di orbita relativa del satellite intorno alla Terra

Txxxxx: Campo tessera

<Product Discriminator>: Una seconda data per distinguere più immagini prodotte durante la rilevazione della superficie.

SAFE: Formato digitale del prodotto (.tif, .png, ...)

Nello specifico la query di ricerca per le aree site in provincia di Brescia nel corso del 2018 per S-2° è:

```
(footprint:"Intersects(POLYGON((10.022621486648124  
45.51653835943961,10.124351353616799  
45.51653835943961,10.124351353616799
```

45.566538897566744,10.022621486648124
45.566538897566744,10.022621486648124 45.51653835943961)))”) AND (beginPosition:[2018-03-01T00:00:00.000Z TO 2018-10-01T23:59:59.999Z] AND endPosition:[2018-03-01T00:00:00.000Z TO 2018-10-01T23:59:59.999Z]) AND ((platformname:Sentinel-2 AND filename:S2A_* AND producttype:S2MSI2A))

Per le aree site in provincia di Brescia nel corso del 2018 per S-2B è:

(footprint:”Intersects(POLYGON((10.022621486648124
45.51653835943961,10.124351353616799
45.51653835943961,10.124351353616799
45.566538897566744,10.022621486648124
45.566538897566744,10.022621486648124 45.51653835943961)))”) AND (beginPosition:[2018-03-01T00:00:00.000Z TO 2018-10-01T23:59:59.999Z] AND endPosition:[2018-03-01T00:00:00.000Z TO 2018-10-01T23:59:59.999Z]) AND ((platformname:Sentinel-2 AND filename:S2B_* AND producttype:S2MSI2A))

Si riassume spiegando che è stato utilizzato il filtro relativo alle sole immagini del satellite Sentinel-2 (A e B), si è selezionato il solo periodo compreso tra le date del 01/03/2018 e il 01/10/2018.

Di tali immagini è stata effettuata una prima cernita per quanto concerne la copertura nuvolosa, direttamente dal sito Open Access Hub valutando visivamente le immagini di preview a bassa definizione.

Non è stata applicata una cernita automatica in base alla percentuale stimata di copertura nuvolosa per evitare di incorrere nei seguenti problemi:

1. L’inesistenza di una soglia ben definita (treshold) che permettesse di classificare le immagini prima del loro utilizzo;
2. L’eliminazione di immagini utili per via della posizione della copertura nuvolosa rispetto alla posizione dei terreni analizzati nell’immagine: paradossalmente, un’immagine con alta copertura nuvolosa potrebbe non interessare le aree analizzate o viceversa, una bassa copertura che oscura gli appezzamenti campionati.

In tal modo è stato ottenuto un totale di:

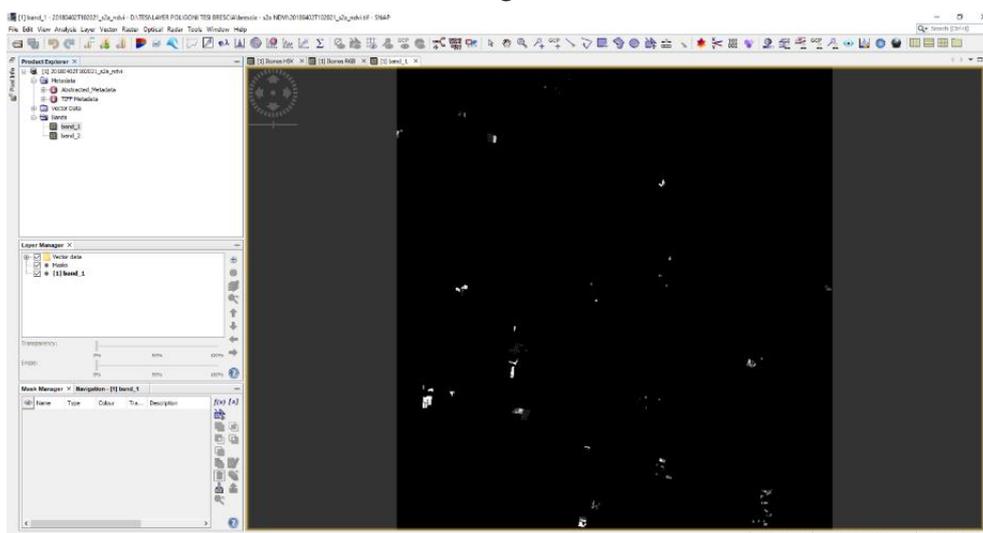
- 39 immagini per S2A sulla provincia di Brescia
- 35 immagini per S2B sulla provincia di Brescia

Una seconda cernita visiva manuale, utilizzando i software GIS, ha diminuito significativamente le immagini utilizzabili, riassunte nell'appendice B alla tabella 20.

2.1.4 Sentinel application platform (SNAP)

Le immagini grezze scaricate dal sito di Open Access Hub non sono prontamente utilizzabili: esse contengono le 13 bande rilevate dal sensore MSI, ma ognuna di esse è strutturata secondo la propria risoluzione spaziale che non permette, nell'immediato, la creazione degli Indici Vegetativi. Per elaborare le immagini Sentinel-2 scaricate è stato utilizzato il software SNAP (Sentinel Application Platform), sviluppato dalla ESA con il precipuo scopo di elaborare dati Sentinel-2. Sono state utilizzate le versioni 6.0.0, 7.0.0 e 8.0.0.

Fig. 15: Nell'immagine, l'applicativo SNAP durante l'elaborazione di un indice vegetativo.



2.1.5 Catasto

Le informazioni dell' Agenzia delle Entrate Italiana relativa al Catasto sono facilmente ottenibili in più modi. Per semplicità e facilità di lettura del dato, è stata utilizzata la piattaforma online formaps.it.

Fig. 16: Nell'immagine, il servizio formaps.it con la rappresentazione delle particelle catastali dei terreni selezionati



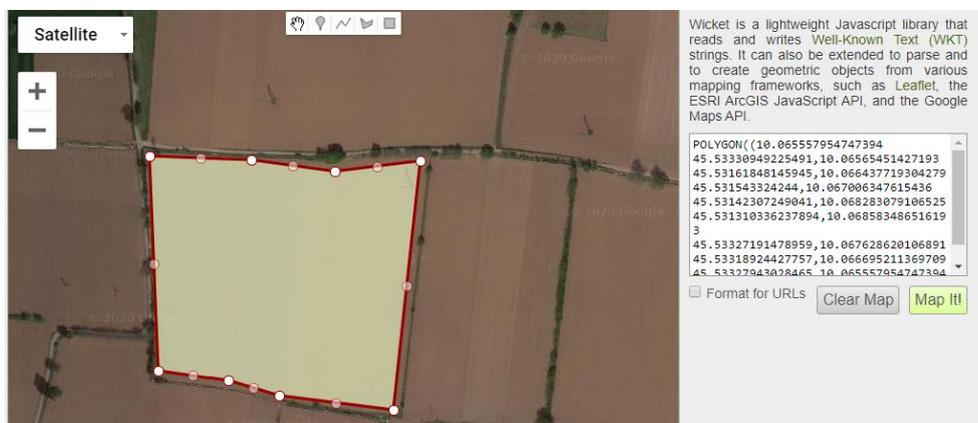
Tramite questa piattaforma è possibile sovrapporre il servizio WMS del Catasto alla mappa offerta da Google Maps.

Sono stati ricercati i terreni delle aziende tramite questo software per la definizione e la georeferenziazione delle aree.

2.1.6 Costruzione dei layer vettoriali degli appezzamenti

Per la costruzione dei layer vettoriali degli appezzamenti è stato utilizzato il servizio online Wicket, all'indirizzo <https://arthur-e.github.io/Wicket/sandbox-gmaps3.html>. Tale programma permette, conoscendo la corretta posizione di un'area, la sua definizione in formato Well-Known Text (WKT) e quindi il caricamento come layer vettoriale in una piattaforma GIS.

Fig. 17: Nell'immagine, il servizio Wicket. E' possibile tracciare manualmente il poligono per recuperare le coordinate di tutti i vertici in formato LAT, LONG (WGS84). Inoltre, è possibile l'operazione inversa digitando il testo WKT e ottenere un poligono.

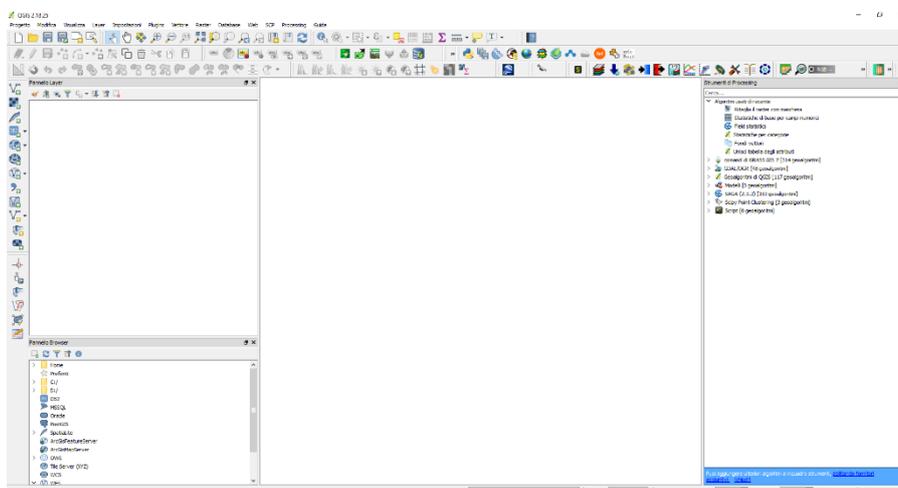


Come si evidenzia dall'immagine, per ogni appezzamento sono state escluse le capezzagne: tale procedimento si rende necessario in quanto la maggior parte dei terreni presenta filari di arbusti e alberi ai bordi, le cui chiome possono interferire nell'acquisizione dei dati da remoto.

2.1.7 GIS (Geographic Information System)

Il sistema di collegamento di tutti i fattori precedente e di elaborazione della "change detection" è un software GIS, nello specifico QGIS. Sono state utilizzate due differenti versioni di QGIS, ovvero la 2.18 e la 3.10.

Fig. 18: Nell'immagine, la schermata iniziale di QGIS 2.18



2.1.9 Dischi rigidi e consumo di spazio di archiviazione dati

Per l'archiviazione dei dati grezzi e degli elaborati intermedi e finali successivi, sono stati utilizzati dischi rigidi per l'archiviazione dei dati con una capacità totale finale di circa 3 Tb. Tale spazio si è reso necessario soprattutto per la conservazione del materiale di elaborazione intermedia che non è stato cancellato per mantenere la tracciabilità di tutte le operazioni effettuate a partire dai dati grezzi.

Le operazioni sui dati grezzi non riportate in questo documento sono state cancellate allo scopo di ridurre l'utilizzo di memoria.

A scopo puramente indicativo, si riporta il consumo di spazio di una singola immagine Sentinel-2 da 1.3 Gb e le sue successive elaborazioni. Per semplicità si riportano i dati in Mb con la relazione approssimata 1 Gb = 1.000 Mb

FILE	SPAZIO OCCUPATO (Mb)
IMMAGINE GREZZA	1300
IMMAGINE RICAMPIONATA A 10 m	17300
IMMAGINE DI N° 6 INDICE VEGETATIVO	11100
VETTORI POLIGONALI PER 100 HA	120
ESTRAZIONE DATI INDICI SU .XLSX (6 V.I.)	12
RITAGLIO DI 100 HA DELL'INDICE VEGETATIVO	1440
TOT	31272

Tramite tali indicazioni si stima l'utilizzo di 1 Tb di memoria ogni 30-35 immagini grezze circa.

2.2 Metodi

2.2.1 Ricampionamento dei dati grezzi e calcolo degli indici vegetativi

Le immagini Sentinel-2 sono compresse in formato .zip e contengono la riflettanza di numerose bande spettrali nonché alcuni punti di controllo per fissare la posizione geografica delle bande e le misure zenitali e nadirali.

Una prima problematica riscontrata per effettuare le operazioni di calcolo degli indici vegetativi è stata la diversa dimensione spaziale dei pixel delle bande spettrali: ve ne sono alcune con una dimensione di circa 10 m (dimensione del pixel di circa 100 m²), altre di 20 m ed altre ancora di 60 m. Pertanto, si è effettuato un ricampionamento delle immagini utilizzando il dimensionamento a 10 m per ricostruire tutte le bande con la medesima unità di misura spaziale utilizzando il software SNAP (ESA - Agenzia Spaziale Europea). Per il downscaling è stato utilizzato il metodo “Nearest”, per il downsampling il metodo “First” e per il Flag downsampling il metodo “First”.

La determinazione dei principali parametri vegetativi (es. LAI), potrebbe essere elaborata direttamente dal software SNAP. Tuttavia, alcuni studi (Pasqualotto et al., 2019) mostrano che l’algoritmo di SNAP sottostima fortemente il LAI reale di alcune colture. Dopo il ricampionamento, è stata creata un’immagine di circa 17 Gb a partire dai 1.3 Gb dei dati grezzi.

Sempre tramite il software SNAP, si è effettuato il calcolo degli indici utilizzando come sfondo la provincia di Brescia ed utilizzando diversi algoritmi per ottenere diversi indici vegetativi. Tali immagini sono state salvate in formato non compresso .tif per il caricamento sulla piattaforma GIS.

Sono stati calcolati i seguenti indici vegetativi:

- NDVI - Normalized Difference Vegetation Index
Trattasi dell’indice di vegetazione più usato ed alla base di molti altri indici, più elaborati. L’NDVI compone una misura per l’attività fotosintetica ed è fortemente in correlazione con la densità e la vitalità della vegetazione.

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

Utilizzando Sentinel-2, NIR è la banda B8 e RED la banda B4.

- SAVI - Soil Adjusted Vegetation Index

Si tratta di un indice introdotto da Huete (1988), per ridurre il “rumore” del suolo (disturbo che comporta una distorsione della riflettanza delle colture da parte del suolo).

$$SAVI = (1 + L) * \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

L è un fattore di correzione che può assumere valori compresi tra 0 (aree ad alta copertura vegetale) ed 1 (aree a bassissima copertura vegetale). In questo caso il valore assegnato ad L è di 0.5.

Utilizzando Sentinel-2, NIR è la banda B8 e RED la banda B4.

- MSAVI - Modified Soil Adjusted Vegetation Index

L'idea di base di MSAVI (Qi et al., 1994) è fornire un fattore di correzione L variabile. Il fattore di correzione utilizzato si basa sul prodotto di NDVI e WDV.

$$MSAVI = (1 + L) * \frac{NIR-RED}{NIR+RED+L}$$

Trattasi di un indice che non varia dal precedente eccezion fatta per il metodo di calcolo di L. Mentre in precedenza il valore di L è stato arbitrariamente stabilito a 0.5, in MSAVI il coefficiente L è stabilito dalla formula $L = 1 - 2s * NDVI * WDV$ dove il termine s è la “soil line slope” (ovvero l'ipotetica relazione lineare tra riflettanza del rosso e

dell'infrarosso corto del suolo nudo su cui poggia la coltura) a cui è stato attribuito il valore 0.5.

Utilizzando Sentinel-2, NIR è la banda B8 e RED la banda B4.

- MSAVI2 - Second Modified Soil Adjusted Vegetation Index

Come il VI precedente, anche questo è stato sviluppato da Qi et al., 1994. In pratica, viene utilizzato un processo iterativo e si evita il calcolo di NDVI, WdVI e s.

$$MSAVI2 = 0,5 * \{2 * (NIR + 1) - [(2 * NIR + 1)^2 - 8 * (NIR - RED)]^{0,5}\}$$

Come l'indice precedente, sono utilizzati alcuni rapporti tra NIR e RED per attenuare il rumore del suolo senza ricorrere al calcolo di NDVI, WdVI e s.

Utilizzando Sentinel-2, NIR è la banda B8 e RED la banda B4.

- ARVI - Atmospherically Resistant Vegetation Index

Introdotta da Kaufman e Tanre nel 1992, ARVI ha una gamma dinamica simile all'NDVI, ma è, in media, quattro volte meno sensibile agli effetti atmosferici dell'NDVI (avviene una correzione dell'indice tramite la banda del blu)

$$ARVI = \frac{NIR - rb}{NIR + rb}$$

Il fattore "rb" corrisponde a $RED - \gamma(BLUE - RED)$ In questo caso è stato attribuito a γ il valore 1.0.

Utilizzando Sentinel-2, NIR è la banda B8, RED la banda B4 e BLUE la banda B2.

- MCARI - Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index

Questo algoritmo risponde sia alle concentrazioni di clorofilla fogliare che alla riflettanza del terreno.

$$MCARI = [(RED2 - RED1) - 0,2 * (RED2 - GREEN)] * \left(\frac{RED2}{RED1}\right)$$

Utilizzando Sentinel-2, RED2 corrisponde alla banda B5 mentre RED1 corrisponde alla banda B4. La banda GREEN è la B3.

2.2.2 Creazione dei layer poligonali gis e rappresentazione degli appezzamenti

In primo luogo, sono stati ottenuti i dati catastali di tali terreni (Provincia, Comune, Foglio, Mappale). Questi dati sono stati caricati sul sito Formaps, il quale ha restituito un'immagine visiva degli appezzamenti. Tramite tale immagine è stato possibile tradurre in linguaggio WKT la forma e dimensione dei terreni con il servizio Wicket.

QGIS ospita una funzione che permette, trascrivendo un codice in formato WKT, la sua traduzione in un layer vettoriale poligonale. Tale funzione è il plugin QuickWKT

Fig. 21: nell'immagine, un esempio di restituzione visiva di linguaggio WKT

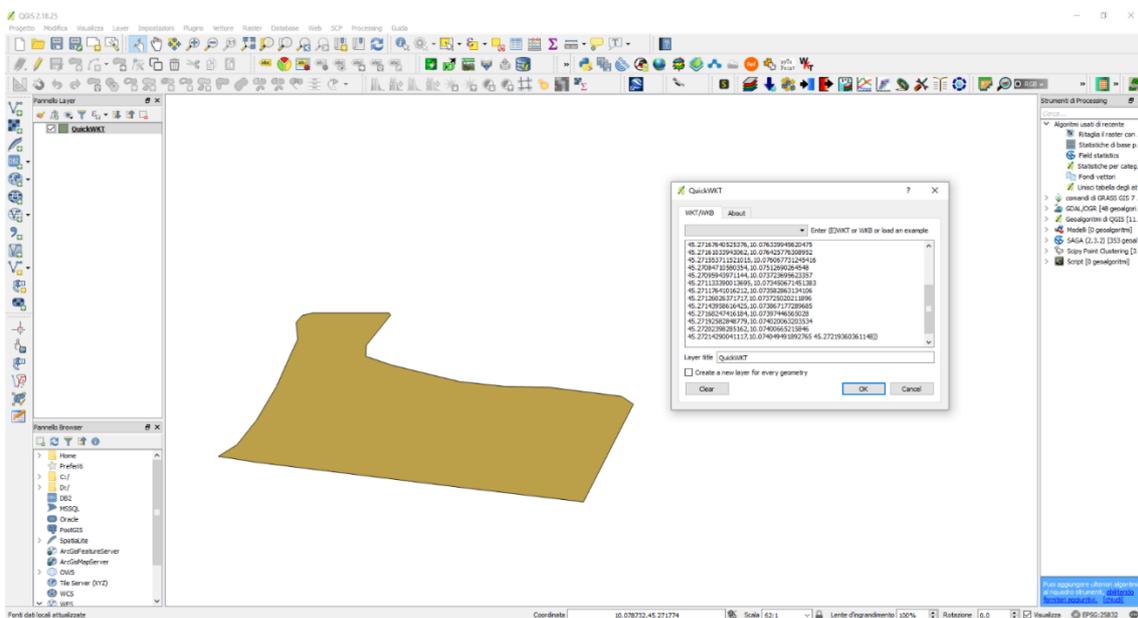
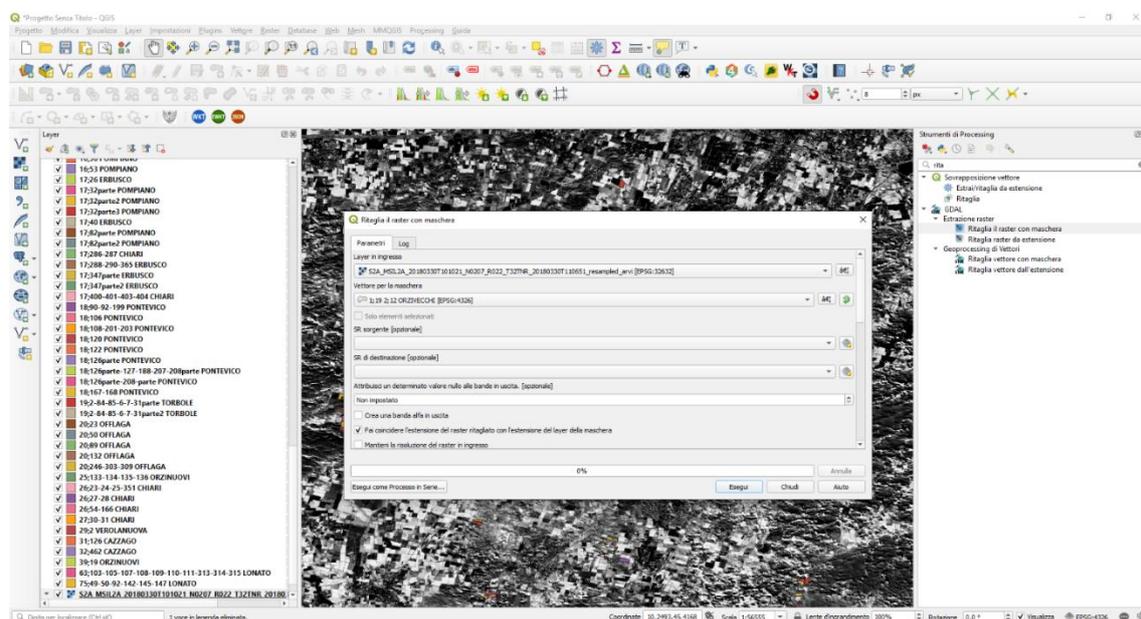


Fig. 23: nell'immagine, lo strumento "Ritaglia il raster con maschera" della versione 3.10 di QGIS.



Le immagini raster così ottenute sono state raggruppate per indice vegetativo e nominate in base alla data di ripresa della flotta Sentinel-2 e ai dati catastali. In questo modo, digitando i dati catastali è possibile ottenere tutte le immagini dell'appezzamento ricercato.

2.2.3 Statistiche descrittive e metodo qualitativo DANNO/NO DANNO

Si è elaborata, a partire dai dati Sentinel-2, una singola immagine raster per ogni appezzamento (n° 125), per ogni scena (n° 39) e per ogni indice vegetativo (n° 6), per un totale di 29.250 immagini. È quindi possibile analizzare i pixel di tali immagini utilizzando la "change detection", ovvero valutando il cambiamento dell'indice vegetativo per coppia di immagini temporalmente contigue.

Per raccogliere e analizzare le statistiche descrittive degli indici vegetativi è stata utilizzata la seguente procedura:

- Sono stati caricati in QGIS i file "resampled" degli indici vegetativi dell'intera area di ricerca (Brescia, Lombardia, Italia)
- E' stato caricato il vettore poligonale di tutti i terreni da analizzare

- Si è eseguito lo strumento “Ritaglia raster con maschera” e come maschera è stato utilizzato il vettore poligonale unito
- Si è provveduto alla trasformazione dei raster in layer vettoriali puntiformi, nello specifico del dato dell’indice vegetativo per il singolo pixel, con lo strumento “Da pixel raster a punti”
- E’ stato eseguito lo strumento “Unisci attributi per posizione (riassunto)” al fine di trasferire le informazioni dell’indice vegetativo dei singoli appezzamenti all’interno di un file .xlsx
- Ogni file .xlsx così generato contiene le statistiche di ogni terreno per il singolo giorno analizzato
- Sono così creati 39 file .xlsx, uno per ogni giorno analizzato, per ogni singolo indice vegetativo

A livello operativo, si è omesso lo strumento “Poligonizzazione” in quanto determina moltissimi bug nei vettori che crea. Infatti, “Poligonizzazione” crea poligoni vettoriali a partire da insiemi di pixel collegati che condividono un valore di pixel comune nel raster e di conseguenza non può essere utilizzato efficacemente in questo caso.

Nelle seguenti pagine un esempio di statistiche descrittive create con il metodo sopra indicato e la somma dei valori MEDIA (mean_value) in ordine cronologico.

CAMPO	CON	MIN	MAX	RAN	SOM	MED	MED.na	S.D.	Q1	Q3	IQR
10;131-133-134-136-138-...CIGOLE	392	0,11	0,43	0,33	54,49	0,14	0,13	0,05	0,12	0,13	0,01
10;199-200 CIGOLE	156	0,20	0,44	0,24	51,76	0,33	0,33	0,07	0,28	0,39	0,11
10;29 POMPIANO	559	0,39	0,53	0,14	276,32	0,49	0,50	0,02	0,49	0,51	0,01
10;2-4 CIGOLE	102	0,48	0,58	0,10	55,95	0,55	0,55	0,02	0,54	0,56	0,02
10;334-336 CIGOLE	91	0,12	0,26	0,14	13,90	0,15	0,14	0,03	0,13	0,16	0,03
10;47-317 CIGOLE	104	0,40	0,56	0,16	53,00	0,51	0,52	0,03	0,51	0,53	0,02
10;50parte2-458 CIGOLE	156	0,31	0,59	0,28	82,79	0,53	0,54	0,04	0,53	0,55	0,03
10;50parte CIGOLE	86	0,44	0,57	0,13	45,45	0,53	0,53	0,02	0,53	0,54	0,01
10;67-69-70-71-72 CIGOLE	146	0,24	0,57	0,33	55,66	0,38	0,38	0,06	0,34	0,42	0,08
10;74 AZZANO	291	0,50	0,57	0,07	160,36	0,55	0,55	0,01	0,55	0,56	0,01
11;86 AZZANO	120	0,43	0,59	0,15	62,96	0,52	0,53	0,02	0,52	0,54	0,02
12;100-105-109-119 ERBUSCO	1052	0,33	0,55	0,23	481,25	0,46	0,46	0,04	0,43	0,49	0,06
13;15-16-17 VEROLAVECCHIA	232	0,40	0,55	0,16	117,80	0,51	0,51	0,02	0,51	0,52	0,01
13;1-2-39 VEROLAVECCHIA	230	0,43	0,61	0,18	123,13	0,54	0,54	0,02	0,53	0,54	0,02
13;3-5-51 VEROLAVECCHIA	165	0,37	0,61	0,25	79,80	0,48	0,49	0,04	0,46	0,51	0,05
13;41 POMPIANO	176	0,36	0,51	0,14	81,43	0,46	0,46	0,02	0,45	0,48	0,03
13;4 VEROLAVECCHIA	77	0,40	0,57	0,16	40,24	0,52	0,53	0,03	0,52	0,54	0,02
13;9-10-11-12 VEROLAVECCHIA	328	0,40	0,52	0,13	161,45	0,49	0,50	0,02	0,49	0,51	0,02
14;36 ROVATO	126	0,33	0,48	0,16	56,99	0,45	0,46	0,02	0,44	0,47	0,02
14;50 VEROLAVECCHIA	696	0,34	0,53	0,19	327,58	0,47	0,47	0,02	0,46	0,48	0,02
14;84 VEROLAVECCHIA	421	0,43	0,58	0,15	222,85	0,53	0,53	0,02	0,52	0,54	0,02
15;226-231 ROVATO	166	0,27	0,46	0,19	70,48	0,42	0,43	0,03	0,42	0,44	0,02
15;65-77-129-238 ROVATO	112	0,29	0,50	0,21	51,51	0,46	0,47	0,04	0,46	0,48	0,02
15;6parte2 VEROLAVECCHIA	520	0,37	0,56	0,19	228,18	0,44	0,44	0,03	0,42	0,45	0,02
15;6parte2 VEROLAVECCHIA	306	0,39	0,64	0,26	187,12	0,61	0,62	0,03	0,61	0,63	0,03
15;6parte2 VEROLAVECCHIA	123	0,41	0,62	0,21	70,59	0,57	0,58	0,04	0,57	0,59	0,02
15;6parte2 VEROLAVECCHIA	138	0,50	0,64	0,14	85,44	0,62	0,63	0,02	0,62	0,63	0,02
15;6parte3-11 VEROLAVECCHIA	660	0,41	0,65	0,25	412,08	0,62	0,63	0,03	0,62	0,64	0,02
15;6parte VEROLAVECCHIA	509	0,34	0,51	0,16	219,92	0,43	0,44	0,03	0,42	0,45	0,03
16;11parte2 POMPIANO	271	0,31	0,52	0,21	114,96	0,42	0,43	0,07	0,36	0,49	0,12
16;11parte POMPIANO	350	0,38	0,51	0,13	161,65	0,46	0,46	0,03	0,44	0,48	0,04
16;25parte2-44 POMPIANO	108	0,34	0,50	0,16	50,21	0,46	0,47	0,03	0,47	0,48	0,01
16;25parte POMPIANO	197	0,34	0,54	0,20	92,17	0,47	0,47	0,04	0,45	0,49	0,04
16;2 POMPIANO	145	0,42	0,54	0,12	72,56	0,50	0,51	0,03	0,48	0,52	0,04
16;4parte2 POMPIANO	144	0,34	0,52	0,18	61,86	0,43	0,43	0,04	0,40	0,46	0,06
16;4parte POMPIANO	154	0,34	0,46	0,13	61,23	0,40	0,40	0,03	0,36	0,42	0,06
16;50 POMPIANO	252	0,27	0,51	0,23	115,55	0,46	0,47	0,04	0,44	0,48	0,04
16;53 POMPIANO	480	0,35	0,50	0,15	216,42	0,45	0,45	0,03	0,43	0,48	0,05
17;26 ERBUSCO	1565	0,30	0,56	0,25	713,71	0,46	0,46	0,05	0,43	0,49	0,06
17;286-287 CHIARI	271	0,41	0,54	0,13	136,39	0,50	0,51	0,03	0,49	0,52	0,04
17;288-290-365 ERBUSCO	614	0,33	0,49	0,16	262,52	0,43	0,43	0,03	0,41	0,45	0,04
17;32parte2 POMPIANO	528	0,44	0,52	0,08	255,58	0,48	0,48	0,01	0,48	0,49	0,01
17;32parte3 POMPIANO	273	0,40	0,50	0,10	131,58	0,48	0,49	0,01	0,48	0,49	0,01
17;32parte POMPIANO	486	0,41	0,55	0,14	242,60	0,50	0,50	0,02	0,49	0,51	0,02
17;347parte2 ERBUSCO	126	0,36	0,50	0,14	56,99	0,45	0,46	0,03	0,44	0,47	0,03
17;347parte ERBUSCO	737	0,37	0,54	0,17	361,81	0,49	0,49	0,03	0,48	0,51	0,03
17;400-401-403-404 CHIARI	206	0,35	0,53	0,18	101,05	0,49	0,50	0,03	0,49	0,51	0,02
17;40 ERBUSCO	516	0,36	0,51	0,15	237,06	0,46	0,47	0,03	0,44	0,48	0,04
17;82parte2 POMPIANO	291	0,29	0,52	0,24	137,95	0,47	0,50	0,05	0,46	0,51	0,04
17;82parte POMPIANO	307	0,24	0,37	0,14	99,63	0,32	0,33	0,02	0,32	0,34	0,02
18;106 PONTEVICO	363	0,39	0,58	0,18	189,52	0,52	0,53	0,03	0,50	0,54	0,04
18;108-201-203 PONTEVICO	75	0,40	0,57	0,17	37,88	0,51	0,51	0,03	0,49	0,53	0,03
18;120 PONTEVICO	37	0,44	0,53	0,09	18,78	0,51	0,52	0,02	0,50	0,52	0,02
18;122 PONTEVICO	42	0,44	0,55	0,11	22,17	0,53	0,54	0,02	0,52	0,54	0,02
18;126-127-188-207-... PONTEVICO	369	0,34	0,54	0,20	182,01	0,49	0,50	0,03	0,48	0,51	0,03
18;126parte-208-parte PONTEVICO	330	0,39	0,55	0,16	162,24	0,49	0,49	0,02	0,48	0,50	0,02
18;126parte PONTEVICO	188	0,40	0,54	0,15	93,96	0,50	0,50	0,02	0,49	0,52	0,03
18;167-168 PONTEVICO	193	0,48	0,58	0,11	100,78	0,52	0,52	0,02	0,51	0,53	0,01
19;2-84-85-6-7-31parte TORBOLE	533	0,49	0,57	0,07	288,27	0,54	0,54	0,01	0,53	0,55	0,02
1;19 2;12 ORZIVECCHI	582	0,42	0,71	0,28	351,79	0,60	0,60	0,06	0,56	0,66	0,11
1;22 VILLACHIARA	482	0,35	0,65	0,30	300,13	0,62	0,64	0,04	0,62	0,64	0,02
1;27 BORGO	2682	0,06	0,33	0,27	252,81	0,09	0,08	0,04	0,07	0,09	0,01

1;34parte2 BORGIO	300	0,11	0,57	0,46	53,02	0,18	0,14	0,09	0,13	0,19	0,06
1;34parte BORGIO	1772	0,07	0,34	0,27	163,96	0,09	0,09	0,03	0,08	0,09	0,01
1;36parte2 VILLACHIARA	396	0,59	0,63	0,05	244,52	0,62	0,62	0,01	0,61	0,62	0,01
1;36parte VILLACHIARA	1088	0,50	0,64	0,14	631,11	0,58	0,58	0,04	0,54	0,62	0,08
1;38parte-39 VILLACHIARA	644	0,28	0,61	0,32	349,69	0,54	0,57	0,06	0,53	0,58	0,04
1;38parte-46 VILLACHIARA	874	0,44	0,64	0,20	527,66	0,60	0,61	0,02	0,60	0,62	0,02
1;41 BASSANO	109	0,48	0,59	0,12	61,55	0,56	0,57	0,02	0,56	0,58	0,02
1;44 VILLACHIARA	409	0,58	0,67	0,09	255,82	0,63	0,63	0,01	0,62	0,63	0,01
1;4-8-9-27-...CASTREZZATO	2741	0,24	0,56	0,32	1446,94	0,53	0,53	0,03	0,53	0,54	0,01
1;50parte2 BASSANO	96	0,44	0,59	0,15	53,99	0,56	0,58	0,04	0,56	0,58	0,02
1;50parte BASSANO	214	0,51	0,59	0,07	122,15	0,57	0,57	0,01	0,57	0,58	0,01
1;5 VILLACHIARA	163	0,48	0,67	0,19	103,63	0,64	0,64	0,03	0,63	0,65	0,02
1;6 LONGHENA	138	0,11	0,46	0,35	21,17	0,15	0,13	0,07	0,12	0,15	0,03
1;6parte2 BASSANO	263	0,67	0,77	0,10	198,47	0,75	0,76	0,02	0,76	0,76	0,01
1;6parte3 BASSANO	267	0,53	0,66	0,13	153,91	0,58	0,58	0,01	0,57	0,58	0,01
1;6parte BASSANO	203	0,50	0,61	0,11	115,52	0,57	0,57	0,01	0,56	0,58	0,01
1;71-72 LENO	122	0,48	0,55	0,07	65,40	0,54	0,54	0,01	0,53	0,54	0,01
20;132 OFFLAGA	30	0,38	0,47	0,10	13,55	0,45	0,46	0,02	0,45	0,46	0,02
20;23 OFFLAGA	96	0,32	0,49	0,17	43,56	0,45	0,46	0,03	0,44	0,48	0,04
20;246-303-309 OFFLAGA	226	0,39	0,57	0,18	117,46	0,52	0,53	0,03	0,50	0,54	0,04
20;89 OFFLAGA	84	0,41	0,66	0,25	45,93	0,55	0,55	0,05	0,52	0,57	0,06
20;50 OFFLAGA	70	0,40	0,55	0,15	33,97	0,49	0,48	0,04	0,46	0,52	0,05
25;133-134-135-136 ORZINUOVI	437	0,37	0,66	0,29	261,84	0,60	0,62	0,04	0,56	0,63	0,07
26;23-24-25-351 CHIARI	316	0,27	0,53	0,27	156,69	0,50	0,52	0,05	0,49	0,52	0,03
26;27-28 CHIARI	50	0,50	0,58	0,08	27,43	0,55	0,55	0,01	0,54	0,56	0,01
26;54-166 CHIARI	203	0,44	0,63	0,18	103,62	0,51	0,50	0,04	0,48	0,52	0,04
27;30-31 CHIARI	156	0,20	0,36	0,17	36,51	0,23	0,23	0,02	0,23	0,24	0,01
29;2 VEROLANUOVA	143	0,42	0,53	0,12	72,11	0,50	0,51	0,02	0,50	0,51	0,02
2;12parte ORZIVECCHI	156	0,50	0,56	0,06	82,05	0,53	0,53	0,02	0,51	0,54	0,02
2;2parte2 ORZIVECCHI	256	0,45	0,53	0,08	128,18	0,50	0,50	0,01	0,50	0,51	0,01
2;2parte ORZIVECCHI	224	0,28	0,43	0,15	77,40	0,35	0,34	0,03	0,32	0,37	0,05
2;52 ORZIVECCHI	329	0,50	0,59	0,10	181,77	0,55	0,56	0,02	0,54	0,57	0,03
31;126 CAZZAGO	60	0,36	0,43	0,07	23,77	0,40	0,40	0,01	0,39	0,41	0,02
32;462 CAZZAGO	63	0,29	0,47	0,18	27,20	0,43	0,44	0,04	0,42	0,46	0,03
39;19 ORZINUOVI	94	0,50	0,62	0,13	54,65	0,58	0,59	0,03	0,57	0,60	0,03
3;164 BASSANO	632	0,38	0,58	0,20	348,43	0,55	0,56	0,03	0,55	0,57	0,01
3;1-2-184 BASSANO	161	0,50	0,59	0,09	90,97	0,57	0,57	0,02	0,56	0,57	0,01
4;12-14-...VEROLAVECCHIA	363	0,55	0,73	0,18	251,61	0,69	0,70	0,03	0,68	0,71	0,03
4;12-14...VEROLAVECCHIA	273	0,41	0,49	0,08	125,63	0,46	0,46	0,01	0,45	0,47	0,01
4;1-2-3 LONGHENA	144	0,32	0,49	0,17	62,55	0,43	0,43	0,04	0,42	0,46	0,04
5;14parte2 LENO	311	0,41	0,56	0,15	159,79	0,51	0,52	0,03	0,50	0,53	0,03
5;14parte LENO	483	0,49	0,60	0,10	260,37	0,54	0,54	0,01	0,53	0,54	0,01
5;171 LENO	470	0,44	0,60	0,16	252,09	0,54	0,54	0,02	0,53	0,55	0,01
5;21 LENO	179	0,42	0,56	0,14	86,04	0,48	0,48	0,03	0,46	0,50	0,03
5;21parte2 CIGOLE	231	0,11	0,38	0,28	34,10	0,15	0,13	0,05	0,12	0,14	0,02
5;21parte CIGOLE	156	0,12	0,40	0,28	24,34	0,16	0,13	0,05	0,13	0,16	0,04
5;22-143-144 CIGOLE	468	0,10	0,40	0,30	65,66	0,14	0,13	0,04	0,12	0,14	0,02
5;25parte2 CIGOLE	131	0,28	0,40	0,12	44,19	0,34	0,34	0,02	0,32	0,35	0,02
5;25parte CIGOLE	283	0,12	0,33	0,21	48,01	0,17	0,15	0,05	0,14	0,20	0,06
5;38-39 CIGOLE	228	0,25	0,51	0,26	103,94	0,46	0,47	0,04	0,44	0,49	0,04
5;42 CIGOLE	67	0,36	0,56	0,20	33,19	0,50	0,50	0,04	0,48	0,53	0,04
5;60 CIGOLE	46	0,45	0,54	0,09	22,89	0,50	0,50	0,02	0,49	0,51	0,02
5;63 CIGOLE	338	0,43	0,52	0,09	166,20	0,49	0,50	0,01	0,49	0,50	0,02
5-96;942 CAPRIANO	259	0,48	0,59	0,10	143,30	0,55	0,56	0,01	0,54	0,56	0,02
6-116B GHEDI	43	0,14	0,25	0,11	7,44	0,17	0,17	0,03	0,16	0,18	0,02
8;55 CIGOLE	52	0,47	0,56	0,09	27,65	0,53	0,54	0,02	0,52	0,55	0,03
8;57-58 CIGOLE	29	0,50	0,57	0,07	15,90	0,55	0,55	0,02	0,54	0,56	0,02
9;45 CIGOLE	124	0,50	0,57	0,08	67,60	0,55	0,55	0,01	0,54	0,56	0,02
9;63 POMPIANO	247	0,25	0,50	0,25	107,84	0,44	0,44	0,04	0,43	0,46	0,02
19;2-84-85...parte 2 TORBOLE	298	0,50	0,56	0,06	159,48	0,54	0,54	0,01	0,53	0,54	0,01
6-116 GHEDI	209	0,12	0,33	0,21	51,03	0,24	0,25	0,05	0,20	0,29	0,09
18;90-92-199 PONTEVICO	117	0,40	0,55	0,15	58,71	0,50	0,51	0,03	0,50	0,52	0,02
6-116A GHEDI	452	0,11	0,34	0,23	96,99	0,21	0,23	0,06	0,17	0,26	0,08

CAMPO	28/3	2/4	14/4	17/4	19/4	22/4	24/4	12/5	19/5	24/5	1/6	3/6	16/6	18/6	21/6	26/6	3/7	8/7	18/7
1	0,31	0,31	0,22	0,13	0,10	0,10	0,15	0,19	0,24	0,31	0,49	0,47	0,60	0,63	0,59	0,65	0,61	0,64	0,58
2	0,24	0,20	0,21	0,12	0,09	0,09	0,13	0,20	0,28	0,32	0,50	0,47	0,58	0,60	0,55	0,59	0,53	0,58	0,53
3	0,09	0,07	0,07	0,09	0,07	0,07	0,10	0,11	0,15	0,20	0,32	0,34	0,60	0,64	0,61	0,51	0,64	0,68	0,63
4	0,34	0,42	0,34	0,40	0,43	0,27	0,26	0,12	0,10	0,19	0,34	0,37	0,64	0,68	0,65	0,69	0,69	0,70	0,63
5	0,30	0,36	0,23	0,13	0,10	0,10	0,14	0,16	0,14	0,24	0,40	0,40	0,54	0,56	0,53	0,59	0,55	0,60	0,53
6	0,21	0,19	0,28	0,24	0,11	0,10	0,16	0,15	0,25	0,29	0,49	0,48	0,64	0,66	0,62	0,67	0,62	0,64	0,58
7	0,24	0,19	0,27	0,17	0,11	0,11	0,17	0,16	0,23	0,27	0,45	0,46	0,63	0,67	0,63	0,69	0,63	0,65	0,59
8	0,44	0,54	0,36	0,46	0,12	0,11	0,15	0,17	0,24	0,30	0,51	0,50	0,64	0,67	0,64	0,70	0,63	0,65	0,60
9	0,26	0,28	0,21	0,13	0,11	0,10	0,15	0,19	0,27	0,33	0,51	0,47	0,58	0,62	0,56	0,61	0,58	0,62	0,56
10	0,21	0,22	0,28	0,25	0,07	0,08	0,11	0,10	0,15	0,19	0,28	0,25	0,56	0,61	0,56	0,64	0,69	0,65	0,62
11	0,27	0,29	0,37	0,28	0,25	0,08	0,12	0,11	0,16	0,13	0,25	0,26	0,49	0,54	0,49	0,56	0,62	0,62	0,60
12	0,10	0,09	0,10	0,15	0,09	0,09	0,10	0,13	0,17	0,25	0,38	0,45	0,53	0,65	0,59	0,69	0,65	0,68	0,64
13	0,12	0,10	0,13	0,13	0,09	0,09	0,12	0,17	0,20	0,08	0,32	0,36	0,51	0,52	0,51	0,55	0,57	0,59	0,55
14	0,28	0,34	0,17	0,17	0,10	0,10	0,14	0,23	0,24	0,23	0,29	0,32	0,28	0,55	0,51	0,59	0,63	0,65	0,62
15	0,27	0,34	0,15	0,15	0,09	0,09	0,13	0,17	0,24	0,28	0,34	0,36	0,43	0,53	0,48	0,55	0,56	0,60	0,57
16	0,12	0,09	0,10	0,13	0,08	0,08	0,12	0,12	0,17	0,21	0,30	0,31	0,51	0,58	0,52	0,62	0,61	0,65	0,60
17	0,34	0,46	0,16	0,16	0,09	0,09	0,13	0,21	0,23	0,20	0,33	0,36	0,26	0,55	0,50	0,57	0,60	0,61	0,58
18	0,16	0,15	0,13	0,14	0,08	0,09	0,12	0,22	0,29	0,10	0,43	0,44	0,52	0,59	0,54	0,60	0,60	0,60	0,56
19	0,32	0,37	0,38	0,37	0,39	0,39	0,35	0,24	0,22	0,27	0,34	0,36	0,41	0,44	0,41	0,47	0,54	0,57	0,58
20	0,18	0,18	0,21	0,21	0,21	0,21	0,24	0,12	0,23	0,21	0,23	0,28	0,51	0,56	0,57	0,61	0,61	0,65	0,53
21	0,35	0,46	0,60	0,55	0,66	0,65	0,65	0,63	0,62	0,59	0,12	0,21	0,12	0,11	0,19	0,28	0,33	0,47	0,57
22	0,13	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,16	0,21	0,27	0,40	0,48	0,54	0,55	0,57	0,49	0,58	0,59	0,61	0,58
23	0,14	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,17	0,24	0,33	0,45	0,54	0,58	0,58	0,58	0,51	0,55	0,62	0,61	0,58
24	0,29	0,37	0,48	0,44	0,46	0,08	0,12	0,16	0,18	0,09	0,40	0,43	0,53	0,58	0,53	0,43	0,49	0,60	0,55
25	0,57	0,76	0,79	0,73	0,78	0,76	0,72	0,67	0,67	0,16	0,16	0,20	0,10	0,09	0,09	0,14	0,23	0,25	0,51
26	0,58	0,76	0,78	0,72	0,78	0,76	0,72	0,67	0,67	0,16	0,17	0,17	0,08	0,09	0,08	0,09	0,24	0,21	0,41
27	0,60	0,79	0,79	0,73	0,79	0,77	0,73	0,68	0,68	0,19	0,15	0,17	0,08	0,08	0,08	0,08	0,19	0,25	0,52
28	0,60	0,79	0,80	0,74	0,79	0,77	0,73	0,67	0,67	0,20	0,15	0,18	0,08	0,08	0,08	0,09	0,16	0,24	0,51
29	0,16	0,12	0,17	0,19	0,15	0,15	0,14	0,21	0,17	0,10	0,37	0,41	0,53	0,57	0,52	0,46	0,38	0,60	0,53
30	0,09	0,09	0,09	0,13	0,07	0,08	0,10	0,11	0,17	0,22	0,30	0,32	0,56	0,59	0,53	0,62	0,63	0,65	0,61
31	0,09	0,07	0,07	0,13	0,07	0,08	0,10	0,11	0,16	0,20	0,27	0,29	0,53	0,57	0,52	0,60	0,62	0,64	0,60
32	0,55	0,72	0,73	0,41	0,75	0,73	0,67	0,16	0,20	0,11	0,11	0,16	0,23	0,22	0,27	0,28	0,42	0,55	0,61
33	0,11	0,11	0,13	0,22	0,14	0,16	0,20	0,65	0,63	0,73	0,54	0,23	0,43	0,69	0,72	0,45	0,27	0,58	0,64
34	0,13	0,11	0,14	0,15	0,11	0,11	0,17	0,13	0,20	0,26	0,33	0,33	0,58	0,61	0,56	0,56	0,61	0,64	0,61
35	0,12	0,10	0,11	0,11	0,09	0,10	0,14	0,13	0,19	0,27	0,31	0,30	0,51	0,55	0,50	0,57	0,58	0,60	0,56
36	0,13	0,10	0,12	0,12	0,09	0,10	0,13	0,13	0,19	0,27	0,30	0,29	0,49	0,54	0,49	0,56	0,56	0,59	0,56
37	0,09	0,08	0,08	0,13	0,07	0,07	0,10	0,11	0,16	0,21	0,34	0,36	0,59	0,62	0,60	0,63	0,64	0,66	0,61
38	0,10	0,08	0,10	0,13	0,08	0,08	0,12	0,12	0,18	0,24	0,33	0,34	0,60	0,63	0,58	0,61	0,64	0,66	0,62
39	0,11	0,09	0,08	0,11	0,08	0,08	0,10	0,11	0,16	0,19	0,31	0,42	0,61	0,64	0,59	0,64	0,64	0,66	0,63
40	0,24	0,24	0,32	0,11	0,11	0,11	0,15	0,13	0,17	0,19	0,36	0,33	0,58	0,58	0,55	0,60	0,64	0,65	0,62
41	0,09	0,08	0,10	0,19	0,11	0,10	0,12	0,13	0,19	0,25	0,41	0,46	0,64	0,66	0,58	0,68	0,66	0,68	0,64
42	0,65	0,77	0,79	0,71	0,81	0,78	0,73	0,17	0,18	0,03	0,07	0,13	0,20	0,17	0,23	0,27	0,45	0,55	0,62
43	0,63	0,75	0,78	0,75	0,80	0,77	0,72	0,18	0,16	0,18	0,07	0,13	0,20	0,13	0,19	0,22	0,38	0,50	0,60
44	0,57	0,62	0,66	0,50	0,72	0,67	0,66	0,65	0,55	0,16	0,07	0,13	0,17	0,13	0,18	0,25	0,31	0,44	0,58

45	0,16	0,13	0,14	0,18	0,12	0,12	0,16	0,14	0,20	0,24	0,34	0,42	0,59	0,63	0,56	0,60	0,57	0,63	0,60
46	0,13	0,11	0,09	0,13	0,09	0,09	0,11	0,12	0,19	0,24	0,35	0,46	0,63	0,66	0,58	0,64	0,66	0,66	0,63
47	0,31	0,35	0,11	0,08	0,08	0,10	0,12	0,13	0,18	0,25	0,40	0,35	0,58	0,61	0,55	0,60	0,64	0,63	0,62
48	0,13	0,13	0,16	0,23	0,14	0,10	0,12	0,13	0,18	0,27	0,40	0,48	0,64	0,65	0,59	0,67	0,66	0,66	0,63
49	0,43	0,63	0,72	0,51	0,76	0,74	0,70	0,47	0,61	0,31	0,24	0,34	0,67	0,72	0,70	0,46	0,35	0,57	0,67
50	0,25	0,38	0,57	0,45	0,64	0,64	0,61	0,39	0,52	0,42	0,31	0,37	0,69	0,72	0,71	0,56	0,32	0,52	0,69
51	0,15	0,13	0,19	0,24	0,10	0,09	0,13	0,16	0,26	0,29	0,48	0,50	0,62	0,67	0,60	0,67	0,64	0,66	0,61
52	0,18	0,18	0,30	0,43	0,43	0,13	0,16	0,22	0,29	0,38	0,53	0,50	0,59	0,63	0,60	0,64	0,62	0,64	0,59
53	0,16	0,19	0,31	0,43	0,16	0,11	0,14	0,25	0,40	0,40	0,57	0,56	0,63	0,66	0,62	0,68	0,66	0,67	0,62
54	0,15	0,18	0,31	0,42	0,14	0,11	0,11	0,25	0,38	0,41	0,60	0,58	0,64	0,69	0,64	0,71	0,68	0,69	0,64
55	0,13	0,13	0,25	0,38	0,08	0,07	0,09	0,20	0,34	0,39	0,59	0,59	0,66	0,71	0,66	0,72	0,69	0,67	0,64
56	0,15	0,19	0,38	0,54	0,12	0,08	0,11	0,22	0,37	0,34	0,61	0,59	0,65	0,68	0,64	0,70	0,66	0,66	0,62
57	0,16	0,17	0,29	0,40	0,13	0,09	0,15	0,22	0,37	0,27	0,60	0,59	0,63	0,68	0,64	0,69	0,66	0,67	0,63
58	0,21	0,23	0,23	0,30	0,32	0,10	0,14	0,23	0,27	0,36	0,54	0,54	0,62	0,67	0,64	0,68	0,65	0,66	0,59
59	0,23	0,50	0,57	0,44	0,23	0,22	0,10	0,12	0,17	0,23	0,36	0,42	0,59	0,64	0,59	0,67	0,69	0,69	0,63
60	0,54	0,66	0,69	0,69	0,74	0,72	0,72	0,68	0,60	0,39	0,12	0,13	0,12	0,11	0,15	0,18	0,16	0,28	0,52
61	0,62	0,72	0,77	0,74	0,79	0,79	0,75	0,67	0,59	0,63	0,15	0,18	0,09	0,09	0,09	0,08	0,12	0,21	0,48
62	0,11	0,08	0,14	0,16	0,10	0,07	0,10	0,16	0,17	0,25	0,44	0,44	0,63	0,66	0,63	0,68	0,60	0,65	0,61
63	0,24	0,13	0,20	0,20	0,22	0,12	0,17	0,16	0,09	0,28	0,45	0,48	0,64	0,67	0,64	0,68	0,64	0,70	0,66
64	0,24	0,25	0,19	0,21	0,24	0,09	0,11	0,12	0,14	0,22	0,38	0,42	0,66	0,68	0,66	0,70	0,66	0,68	0,64
65	0,63	0,72	0,80	0,77	0,80	0,79	0,78	0,68	0,57	0,19	0,17	0,17	0,19	0,07	0,07	0,06	0,05	0,17	0,39
66	0,59	0,64	0,71	0,69	0,74	0,73	0,72	0,59	0,49	0,50	0,14	0,18	0,12	0,07	0,07	0,06	0,07	0,16	0,35
67	0,57	0,63	0,70	0,67	0,74	0,72	0,72	0,65	0,22	0,59	0,31	0,24	0,18	0,17	0,18	0,07	0,06	0,09	0,25
68	0,58	0,67	0,71	0,70	0,73	0,65	0,57	0,21	0,18	0,12	0,57	0,52	0,61	0,39	0,29	0,07	0,05	0,09	0,28
69	0,25	0,25	0,22	0,22	0,11	0,10	0,14	0,15	0,21	0,14	0,37	0,37	0,60	0,63	0,60	0,65	0,63	0,66	0,63
70	0,64	0,73	0,80	0,78	0,80	0,79	0,78	0,69	0,60	0,45	0,14	0,17	0,19	0,07	0,08	0,07	0,06	0,27	0,42
71	0,12	0,18	0,21	0,20	0,22	0,21	0,22	0,21	0,22	0,30	0,32	0,30	0,44	0,48	0,44	0,46	0,49	0,50	0,50
72	0,21	0,19	0,16	0,21	0,20	0,10	0,16	0,13	0,19	0,22	0,37	0,38	0,60	0,63	0,57	0,65	0,64	0,67	0,62
73	0,24	0,25	0,25	0,28	0,09	0,10	0,14	0,16	0,22	0,11	0,34	0,36	0,59	0,64	0,58	0,66	0,64	0,68	0,64
74	0,62	0,72	0,76	0,74	0,79	0,77	0,72	0,66	0,56	0,61	0,16	0,23	0,22	0,12	0,11	0,09	0,15	0,22	0,48
75	0,43	0,50	0,46	0,19	0,11	0,12	0,16	0,16	0,23	0,26	0,36	0,33	0,52	0,55	0,51	0,57	0,54	0,58	0,56
76	0,61	0,64	0,62	0,65	0,74	0,71	0,68	0,66	0,67	0,21	0,38	0,18	0,16	0,08	0,10	0,08	0,15	0,22	0,54
77	0,39	0,28	0,39	0,32	0,10	0,10	0,15	0,15	0,21	0,23	0,43	0,43	0,63	0,65	0,60	0,68	0,66	0,69	0,65
78	0,39	0,30	0,34	0,14	0,11	0,11	0,16	0,17	0,24	0,24	0,48	0,46	0,64	0,68	0,61	0,70	0,66	0,67	0,65
79	0,26	0,27	0,36	0,36	0,11	0,11	0,15	0,15	0,23	0,25	0,44	0,36	0,59	0,61	0,56	0,62	0,61	0,62	0,60
80	0,28	0,29	0,14	0,15	0,12	0,12	0,14	0,23	0,33	0,35	0,53	0,48	0,63	0,65	0,59	0,65	0,62	0,63	0,60
81	0,20	0,25	0,11	0,12	0,09	0,09	0,12	0,23	0,33	0,37	0,52	0,45	0,48	0,63	0,58	0,63	0,62	0,62	0,58
82	0,20	0,22	0,31	0,29	0,09	0,10	0,13	0,15	0,20	0,23	0,42	0,42	0,64	0,67	0,62	0,65	0,58	0,69	0,65
83	0,31	0,32	0,36	0,33	0,31	0,13	0,24	0,18	0,21	0,16	0,36	0,37	0,59	0,60	0,57	0,63	0,64	0,66	0,63
84	0,18	0,19	0,22	0,22	0,21	0,10	0,14	0,17	0,23	0,29	0,44	0,42	0,65	0,68	0,62	0,64	0,56	0,68	0,64
85	0,52	0,61	0,65	0,63	0,61	0,60	0,56	0,51	0,47	0,53	0,35	0,30	0,25	0,23	0,24	0,25	0,30	0,36	0,48
86	0,49	0,41	0,09	0,08	0,08	0,09	0,11	0,14	0,25	0,32	0,52	0,49	0,51	0,63	0,59	0,66	0,66	0,63	0,60
87	0,34	0,57	0,58	0,57	0,65	0,63	0,45	0,12	0,19	0,20	0,38	0,40	0,66	0,70	0,64	0,68	0,74	0,71	0,66
88	0,17	0,15	0,08	0,09	0,08	0,09	0,11	0,28	0,35	0,41	0,56	0,39	0,56	0,62	0,57	0,64	0,65	0,63	0,55
89	0,32	0,35	0,09	0,08	0,08	0,08	0,11	0,20	0,31	0,41	0,54	0,48	0,59	0,60	0,57	0,62	0,62	0,60	0,54

90	0,17	0,18	0,15	0,16	0,09	0,09	0,13	0,22	0,24	0,07	0,36	0,38	0,52	0,56	0,54	0,56	0,60	0,60	0,56
91	0,54	0,61	0,62	0,57	0,64	0,59	0,60	0,58	0,53	0,29	0,19	0,14	0,14	0,12	0,17	0,18	0,23	0,40	0,59
92	0,48	0,57	0,63	0,60	0,64	0,60	0,58	0,48	0,43	0,19	0,11	0,14	0,17	0,15	0,17	0,25	0,35	0,49	0,61
93	0,46	0,62	0,71	0,70	0,73	0,71	0,50	0,40	0,57	0,38	0,49	0,25	0,59	0,65	0,64	0,71	0,32	0,46	0,69
94	0,16	0,19	0,23	0,25	0,09	0,10	0,13	0,13	0,21	0,26	0,41	0,41	0,63	0,67	0,61	0,67	0,66	0,67	0,62
95	0,11	0,07	0,07	0,09	0,08	0,09	0,12	0,19	0,27	0,12	0,52	0,55	0,58	0,62	0,54	0,54	0,61	0,62	0,60
96	0,10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,12	0,18	0,25	0,38	0,50	0,56	0,59	0,59	0,54	0,53	0,58	0,60	0,58
97	0,59	0,70	0,73	0,71	0,77	0,76	0,72	0,62	0,56	0,43	0,17	0,22	0,10	0,08	0,09	0,07	0,13	0,24	0,43
98	0,25	0,27	0,28	0,30	0,28	0,11	0,12	0,14	0,20	0,23	0,43	0,43	0,60	0,64	0,60	0,64	0,66	0,67	0,62
99	0,21	0,20	0,17	0,21	0,20	0,08	0,12	0,16	0,19	0,20	0,29	0,32	0,56	0,61	0,57	0,64	0,65	0,67	0,62
100	0,16	0,07	0,11	0,12	0,11	0,11	0,16	0,29	0,50	0,65	0,73	0,67	0,26	0,35	0,48	0,62	0,64	0,08	0,18
101	0,41	0,47	0,61	0,60	0,68	0,67	0,68	0,34	0,56	0,55	0,09	0,12	0,21	0,26	0,33	0,23	0,37	0,49	0,60
102	0,53	0,61	0,69	0,64	0,72	0,69	0,67	0,64	0,17	0,20	0,09	0,16	0,11	0,11	0,15	0,17	0,28	0,40	0,51
103	0,22	0,20	0,25	0,25	0,17	0,09	0,12	0,11	0,13	0,15	0,26	0,28	0,50	0,55	0,53	0,59	0,61	0,62	0,59
104	0,30	0,29	0,35	0,37	0,07	0,09	0,12	0,13	0,19	0,21	0,40	0,39	0,59	0,61	0,57	0,63	0,65	0,64	0,62
105	0,48	0,51	0,25	0,22	0,21	0,18	0,12	0,11	0,15	0,21	0,33	0,33	0,55	0,58	0,53	0,59	0,61	0,61	0,60
106	0,40	0,42	0,49	0,47	0,50	0,50	0,51	0,47	0,42	0,44	0,43	0,36	0,41	0,41	0,37	0,40	0,39	0,30	0,33
107	0,30	0,31	0,26	0,30	0,30	0,09	0,14	0,13	0,19	0,24	0,44	0,44	0,66	0,69	0,62	0,69	0,59	0,67	0,62
108	0,22	0,18	0,21	0,23	0,23	0,09	0,15	0,15	0,20	0,25	0,43	0,43	0,65	0,68	0,62	0,69	0,67	0,69	0,63
109	0,21	0,18	0,22	0,25	0,18	0,08	0,14	0,15	0,22	0,26	0,49	0,48	0,65	0,67	0,62	0,68	0,58	0,63	0,59
110	0,42	0,60	0,54	0,64	0,70	0,68	0,59	0,35	0,25	0,39	0,67	0,59	0,26	0,36	0,45	0,59	0,57	0,70	0,28
111	0,19	0,14	0,19	0,18	0,15	0,11	0,13	0,16	0,21	0,22	0,45	0,44	0,66	0,68	0,63	0,69	0,57	0,68	0,62
112	0,29	0,29	0,32	0,39	0,42	0,27	0,13	0,12	0,18	0,22	0,39	0,40	0,64	0,66	0,63	0,69	0,54	0,69	0,64
113	0,29	0,27	0,27	0,39	0,42	0,32	0,15	0,12	0,18	0,22	0,37	0,39	0,63	0,65	0,62	0,68	0,60	0,66	0,61
114	0,37	0,43	0,31	0,43	0,48	0,45	0,33	0,14	0,22	0,21	0,32	0,32	0,51	0,51	0,52	0,55	0,52	0,62	0,49
115	0,31	0,38	0,34	0,43	0,47	0,45	0,31	0,10	0,12	0,16	0,29	0,32	0,58	0,62	0,60	0,65	0,52	0,65	0,59
116	0,37	0,44	0,46	0,36	0,08	0,09	0,13	0,15	0,18	0,26	0,38	0,37	0,58	0,64	0,57	0,65	0,68	0,60	0,64
117	0,17	0,19	0,09	0,09	0,08	0,08	0,11	0,14	0,17	0,23	0,38	0,37	0,47	0,58	0,54	0,63	0,61	0,58	0,60
118	0,37	0,42	0,29	0,39	0,40	0,25	0,23	0,11	0,12	0,17	0,31	0,34	0,60	0,64	0,62	0,66	0,67	0,68	0,61
119	0,36	0,43	0,32	0,43	0,46	0,29	0,30	0,13	0,18	0,22	0,38	0,39	0,63	0,65	0,62	0,67	0,66	0,67	0,61
120	0,31	0,35	0,37	0,39	0,41	0,40	0,13	0,13	0,20	0,12	0,36	0,39	0,63	0,66	0,61	0,69	0,68	0,71	0,64
121	0,57	0,71	0,74	0,70	0,77	0,75	0,69	0,15	0,19	0,28	0,09	0,15	0,16	0,14	0,19	0,26	0,37	0,47	0,56
122	0,30	0,63	0,63	0,47	0,23	0,22	0,11	0,14	0,17	0,23	0,36	0,39	0,58	0,64	0,58	0,65	0,69	0,69	0,63
123	0,17	0,17	0,08	0,09	0,08	0,08	0,12	0,15	0,21	0,19	0,38	0,35	0,54	0,59	0,52	0,60	0,61	0,59	0,61
124	0,20	0,16	0,21	0,26	0,14	0,12	0,19	0,23	0,31	0,21	0,40	0,39	0,51	0,55	0,49	0,49	0,57	0,62	0,58
125	0,14	0,16	0,07	0,08	0,08	0,08	0,11	0,15	0,19	0,21	0,39	0,36	0,55	0,61	0,54	0,63	0,62	0,59	0,61

CAMPO	23/7	28/7	31/7	5/8	7/8	10/8	15/8	17/8	20/8	22/8	27/8	30/8	6/9	9/9	11/9	14/9	16/9	21/9	24/9	29/9
1	0,59	0,57	0,51	0,16	0,14	0,11	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,13	0,17	0,18	0,19	0,19	0,15	0,13	0,13	0,11
2	0,52	0,47	0,40	0,33	0,33	0,29	0,23	0,23	0,20	0,20	0,16	0,14	0,17	0,14	0,14	0,15	0,15	0,12	0,13	0,13
3	0,60	0,57	0,50	0,47	0,49	0,41	0,42	0,38	0,37	0,39	0,33	0,27	0,22	0,18	0,19	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14
4	0,63	0,62	0,57	0,55	0,55	0,52	0,51	0,50	0,45	0,44	0,42	0,38	0,29	0,27	0,25	0,19	0,19	0,20	0,17	0,15
5	0,56	0,53	0,49	0,17	0,15	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,14	0,19	0,22	0,24	0,24	0,29	0,33	0,37	0,35
6	0,59	0,57	0,52	0,51	0,51	0,48	0,46	0,45	0,40	0,40	0,38	0,34	0,25	0,21	0,19	0,15	0,15	0,17	0,15	0,14
7	0,60	0,60	0,55	0,52	0,53	0,14	0,13	0,12	0,11	0,13	0,12	0,15	0,16	0,18	0,20	0,20	0,19	0,18	0,20	0,17
8	0,61	0,59	0,55	0,53	0,53	0,16	0,16	0,13	0,12	0,15	0,14	0,16	0,19	0,20	0,23	0,22	0,22	0,21	0,23	0,21
9	0,57	0,51	0,44	0,38	0,38	0,34	0,26	0,28	0,24	0,24	0,22	0,18	0,18	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,14
10	0,62	0,61	0,57	0,56	0,55	0,55	0,54	0,51	0,48	0,33	0,16	0,12	0,09	0,09	0,14	0,13	0,11	0,12	0,11	0,11
11	0,60	0,58	0,53	0,51	0,52	0,50	0,50	0,49	0,46	0,47	0,46	0,39	0,35	0,32	0,32	0,26	0,28	0,17	0,13	0,14
12	0,62	0,57	0,57	0,56	0,46	0,56	0,57	0,54	0,48	0,49	0,11	0,12	0,04	0,14	0,16	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15
13	0,56	0,55	0,50	0,50	0,51	0,50	0,49	0,49	0,43	0,21	0,10	0,08	0,08	0,10	0,07	0,09	0,10	0,04	0,07	0,02
14	0,62	0,61	0,53	0,52	0,54	0,52	0,51	0,52	0,45	0,29	0,19	0,10	0,13	0,12	0,13	0,13	0,14	0,10	0,09	0,09
15	0,58	0,58	0,51	0,47	0,48	0,46	0,43	0,45	0,39	0,29	0,27	0,11	0,14	0,13	0,13	0,14	0,13	0,09	0,09	0,09
16	0,61	0,58	0,50	0,45	0,46	0,42	0,38	0,38	0,32	0,33	0,28	0,23	0,18	0,14	0,16	0,14	0,13	0,15	0,15	0,14
17	0,60	0,57	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,47	0,24	0,11	0,09	0,13	0,13	0,14	0,16	0,18	0,10	0,10	0,09
18	0,56	0,55	0,49	0,49	0,49	0,48	0,46	0,47	0,42	0,19	0,14	0,08	0,11	0,11	0,12	0,13	0,12	0,08	0,08	0,07
19	0,52	0,48	0,44	0,45	0,45	0,41	0,42	0,43	0,32	0,37	0,33	0,28	0,26	0,25	0,23	0,23	0,23	0,24	0,28	0,29
20	0,53	0,52	0,46	0,46	0,47	0,47	0,43	0,30	0,22	0,19	0,12	0,10	0,12	0,12	0,13	0,17	0,16	0,19	0,22	0,24
21	0,60	0,62	0,58	0,52	0,53	0,52	0,50	0,50	0,47	0,48	0,53	0,49	0,46	0,46	0,44	0,36	0,46	0,14	0,13	0,12
22	0,51	0,47	0,42	0,42	0,42	0,38	0,37	0,38	0,28	0,28	0,16	0,15	0,16	0,16	0,18	0,19	0,20	0,13	0,15	0,15
23	0,55	0,51	0,48	0,47	0,46	0,41	0,38	0,39	0,28	0,28	0,22	0,17	0,17	0,16	0,18	0,18	0,20	0,24	0,30	0,29
24	0,54	0,53	0,47	0,43	0,44	0,40	0,33	0,29	0,20	0,18	0,14	0,13	0,16	0,17	0,18	0,21	0,24	0,27	0,32	0,34
25	0,58	0,63	0,58	0,59	0,61	0,62	0,57	0,55	0,49	0,50	0,54	0,51	0,47	0,47	0,47	0,39	0,51	0,11	0,11	0,09
26	0,49	0,56	0,52	0,55	0,57	0,59	0,57	0,55	0,50	0,50	0,53	0,51	0,48	0,47	0,48	0,40	0,52	0,14	0,10	0,09
27	0,59	0,65	0,61	0,61	0,62	0,63	0,55	0,52	0,47	0,46	0,51	0,49	0,45	0,45	0,44	0,37	0,48	0,11	0,10	0,09
28	0,59	0,64	0,60	0,62	0,62	0,65	0,60	0,56	0,51	0,51	0,54	0,51	0,46	0,47	0,46	0,38	0,49	0,11	0,10	0,09
29	0,53	0,52	0,46	0,42	0,43	0,39	0,33	0,29	0,20	0,18	0,15	0,14	0,14	0,14	0,16	0,21	0,23	0,27	0,34	0,39
30	0,60	0,56	0,47	0,41	0,42	0,16	0,31	0,33	0,27	0,27	0,24	0,19	0,15	0,13	0,14	0,12	0,16	0,14	0,12	0,14
31	0,59	0,56	0,49	0,46	0,46	0,25	0,34	0,32	0,28	0,29	0,25	0,20	0,16	0,14	0,15	0,13	0,17	0,15	0,14	0,14
32	0,63	0,56	0,49	0,46	0,46	0,48	0,48	0,47	0,44	0,46	0,48	0,44	0,43	0,43	0,41	0,39	0,43	0,17	0,16	0,12
33	0,64	0,19	0,26	0,40	0,47	0,52	0,53	0,55	0,49	0,49	0,54	0,21	0,35	0,51	0,55	0,55	0,70	0,66	0,65	0,19
34	0,60	0,57	0,51	0,50	0,50	0,21	0,42	0,38	0,36	0,38	0,36	0,30	0,24	0,20	0,20	0,16	0,20	0,16	0,15	0,16
35	0,57	0,55	0,47	0,42	0,43	0,06	0,33	0,35	0,28	0,28	0,23	0,17	0,12	0,11	0,11	0,11	0,17	0,15	0,15	0,15
36	0,56	0,54	0,45	0,39	0,40	0,02	0,26	0,28	0,23	0,23	0,17	0,14	0,10	0,09	0,10	0,10	0,15	0,14	0,14	0,14
37	0,59	0,57	0,50	0,44	0,46	0,37	0,37	0,38	0,31	0,32	0,27	0,21	0,17	0,14	0,14	0,12	0,13	0,16	0,15	0,16
38	0,58	0,54	0,49	0,45	0,45	0,27	0,37	0,31	0,31	0,32	0,27	0,23	0,17	0,15	0,15	0,12	0,18	0,15	0,14	0,15
39	0,62	0,58	0,56	0,55	0,46	0,52	0,51	0,48	0,42	0,38	0,11	0,10	0,12	0,13	0,14	0,12	0,15	0,14	0,12	0,11
40	0,63	0,61	0,56	0,56	0,50	0,58	0,44	0,43	0,41	0,32	0,20	0,15	0,15	0,14	0,15	0,11	0,11	0,12	0,13	0,12
41	0,62	0,59	0,57	0,55	0,43	0,55	0,55	0,52	0,48	0,45	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,14	0,17	0,14	0,12	0,11
42	0,63	0,62	0,53	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50	0,47	0,48	0,51	0,47	0,45	0,43	0,42	0,36	0,44	0,13	0,12	0,14
43	0,63	0,61	0,55	0,49	0,48	0,48	0,49	0,49	0,46	0,47	0,50	0,45	0,44	0,43	0,40	0,36	0,45	0,12	0,11	0,10
44	0,61	0,62	0,57	0,50	0,50	0,48	0,46	0,47	0,45	0,46	0,50	0,45	0,43	0,42	0,41	0,37	0,46	0,34	0,14	0,14

45	0,59	0,57	0,54	0,54	0,45	0,53	0,52	0,49	0,44	0,40	0,14	0,14	0,15	0,17	0,19	0,20	0,19	0,19	0,18	0,13
46	0,61	0,59	0,56	0,55	0,49	0,53	0,53	0,50	0,46	0,42	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,15	0,16	0,16	0,14	0,12
47	0,62	0,60	0,55	0,54	0,49	0,55	0,40	0,38	0,38	0,31	0,21	0,17	0,16	0,15	0,15	0,12	0,12	0,13	0,15	0,14
48	0,61	0,59	0,57	0,56	0,46	0,56	0,56	0,53	0,44	0,49	0,11	0,12	0,07	0,09	0,17	0,16	0,17	0,18	0,21	0,21
49	0,67	0,19	0,23	0,39	0,47	0,55	0,63	0,65	0,63	0,65	0,67	0,26	0,28	0,44	0,51	0,55	0,70	0,68	0,47	0,19
50	0,72	0,27	0,26	0,31	0,32	0,35	0,38	0,40	0,40	0,43	0,53	0,23	0,32	0,42	0,44	0,47	0,60	0,58	0,53	0,27
51	0,62	0,61	0,56	0,52	0,52	0,52	0,49	0,47	0,41	0,40	0,36	0,31	0,23	0,19	0,18	0,21	0,17	0,15	0,15	0,15
52	0,59	0,59	0,54	0,52	0,51	0,51	0,47	0,44	0,38	0,37	0,32	0,28	0,23	0,19	0,20	0,21	0,15	0,15	0,15	0,16
53	0,63	0,62	0,57	0,53	0,51	0,48	0,42	0,40	0,32	0,30	0,24	0,20	0,20	0,17	0,18	0,19	0,16	0,16	0,16	0,19
54	0,65	0,63	0,59	0,55	0,53	0,51	0,46	0,43	0,37	0,35	0,27	0,21	0,20	0,17	0,17	0,18	0,15	0,16	0,16	0,18
55	0,66	0,63	0,58	0,53	0,49	0,46	0,40	0,38	0,31	0,30	0,21	0,16	0,17	0,16	0,16	0,18	0,14	0,15	0,16	0,18
56	0,64	0,62	0,57	0,52	0,49	0,46	0,40	0,38	0,32	0,30	0,22	0,17	0,19	0,16	0,16	0,17	0,14	0,14	0,14	0,16
57	0,64	0,62	0,58	0,53	0,50	0,48	0,43	0,41	0,34	0,34	0,25	0,20	0,21	0,17	0,18	0,20	0,15	0,16	0,16	0,17
58	0,61	0,60	0,54	0,53	0,52	0,52	0,49	0,48	0,41	0,41	0,39	0,33	0,24	0,20	0,19	0,22	0,20	0,17	0,16	0,16
59	0,63	0,60	0,56	0,57	0,54	0,54	0,56	0,54	0,50	0,11	0,13	0,13	0,14	0,14	0,16	0,15	0,17	0,19	0,16	0,17
60	0,61	0,65	0,63	0,64	0,60	0,53	0,60	0,59	0,54	0,56	0,59	0,54	0,49	0,48	0,47	0,43	0,47	0,26	0,24	0,20
61	0,58	0,65	0,62	0,62	0,62	0,58	0,62	0,59	0,55	0,54	0,59	0,55	0,52	0,52	0,51	0,44	0,53	0,48	0,48	0,46
62	0,59	0,54	0,12	0,08	0,09	0,09	0,06	0,08	0,08	0,09	0,14	0,18	0,29	0,36	0,43	0,40	0,57	0,57	0,58	0,61
63	0,65	0,59	0,46	0,16	0,18	0,18	0,15	0,18	0,16	0,18	0,22	0,22	0,26	0,28	0,26	0,23	0,32	0,14	0,14	0,17
64	0,63	0,59	0,34	0,14	0,09	0,09	0,07	0,09	0,08	0,09	0,12	0,17	0,32	0,41	0,49	0,44	0,63	0,62	0,62	0,65
65	0,52	0,62	0,61	0,60	0,62	0,67	0,61	0,56	0,50	0,48	0,54	0,50	0,48	0,48	0,49	0,41	0,50	0,46	0,46	0,45
66	0,47	0,56	0,54	0,55	0,58	0,60	0,59	0,55	0,50	0,50	0,54	0,49	0,48	0,47	0,48	0,40	0,49	0,44	0,43	0,42
67	0,32	0,48	0,50	0,52	0,54	0,60	0,59	0,57	0,54	0,52	0,55	0,52	0,49	0,49	0,50	0,42	0,51	0,47	0,46	0,44
68	0,37	0,55	0,57	0,59	0,60	0,63	0,65	0,62	0,57	0,54	0,58	0,54	0,51	0,51	0,53	0,43	0,53	0,49	0,48	0,46
69	0,63	0,63	0,57	0,57	0,56	0,54	0,51	0,50	0,45	0,44	0,43	0,37	0,27	0,19	0,18	0,17	0,15	0,16	0,17	0,16
70	0,53	0,60	0,59	0,60	0,63	0,66	0,63	0,58	0,52	0,51	0,57	0,52	0,50	0,50	0,52	0,43	0,53	0,49	0,49	0,46
71	0,50	0,52	0,49	0,51	0,53	0,53	0,52	0,52	0,48	0,51	0,50	0,43	0,39	0,36	0,37	0,30	0,35	0,27	0,34	0,30
72	0,62	0,62	0,56	0,57	0,56	0,56	0,54	0,52	0,48	0,48	0,46	0,41	0,26	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13	0,13	0,14
73	0,63	0,63	0,57	0,58	0,57	0,54	0,52	0,50	0,46	0,45	0,42	0,37	0,25	0,19	0,17	0,16	0,13	0,14	0,16	0,16
74	0,59	0,65	0,63	0,64	0,64	0,67	0,63	0,59	0,57	0,55	0,58	0,55	0,51	0,51	0,49	0,43	0,50	0,46	0,48	0,47
75	0,55	0,54	0,17	0,12	0,15	0,14	0,12	0,24	0,22	0,23	0,23	0,23	0,25	0,25	0,27	0,23	0,26	0,18	0,18	0,10
76	0,69	0,76	0,71	0,76	0,75	0,75	0,78	0,76	0,74	0,74	0,75	0,70	0,63	0,63	0,65	0,51	0,62	0,46	0,35	0,23
77	0,65	0,64	0,58	0,59	0,58	0,57	0,55	0,54	0,50	0,49	0,12	0,13	0,14	0,13	0,14	0,15	0,12	0,16	0,14	0,13
78	0,65	0,64	0,58	0,58	0,57	0,54	0,52	0,50	0,47	0,45	0,13	0,13	0,15	0,14	0,17	0,19	0,14	0,18	0,17	0,15
79	0,58	0,58	0,53	0,53	0,54	0,53	0,52	0,51	0,47	0,45	0,44	0,37	0,27	0,24	0,24	0,19	0,18	0,10	0,09	0,09
80	0,61	0,58	0,53	0,47	0,45	0,42	0,36	0,36	0,31	0,30	0,22	0,21	0,18	0,17	0,18	0,16	0,17	0,18	0,18	0,18
81	0,58	0,56	0,53	0,50	0,45	0,44	0,39	0,37	0,34	0,28	0,17	0,16	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,15	0,16	0,17
82	0,64	0,63	0,59	0,52	0,52	0,50	0,45	0,43	0,38	0,36	0,20	0,19	0,14	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14	0,13	0,12
83	0,65	0,63	0,59	0,55	0,55	0,53	0,51	0,50	0,44	0,35	0,26	0,20	0,20	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15
84	0,65	0,62	0,58	0,53	0,49	0,41	0,32	0,29	0,24	0,24	0,17	0,15	0,12	0,12	0,15	0,15	0,13	0,15	0,15	0,14
85	0,56	0,60	0,58	0,58	0,60	0,43	0,58	0,47	0,42	0,42	0,45	0,41	0,40	0,39	0,40	0,32	0,39	0,33	0,16	0,12
86	0,58	0,58	0,53	0,51	0,50	0,52	0,38	0,37	0,34	0,32	0,24	0,20	0,18	0,17	0,16	0,14	0,16	0,14	0,14	0,09
87	0,65	0,64	0,60	0,59	0,55	0,59	0,55	0,52	0,50	0,51	0,14	0,14	0,13	0,12	0,14	0,14	0,12	0,12	0,15	0,14
88	0,58	0,61	0,57	0,57	0,51	0,47	0,47	0,48	0,46	0,45	0,34	0,32	0,30	0,21	0,18	0,19	0,21	0,27	0,33	0,27
89	0,50	0,48	0,42	0,23	0,23	0,23	0,11	0,13	0,12	0,13	0,13	0,14	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09

90	0,57	0,56	0,50	0,49	0,50	0,49	0,48	0,47	0,41	0,26	0,18	0,09	0,12	0,11	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,08
91	0,63	0,63	0,59	0,55	0,53	0,56	0,54	0,53	0,50	0,52	0,56	0,52	0,50	0,49	0,49	0,45	0,49	0,17	0,16	0,16
92	0,64	0,63	0,54	0,51	0,50	0,48	0,53	0,53	0,50	0,53	0,57	0,51	0,48	0,45	0,47	0,41	0,47	0,16	0,15	0,14
93	0,70	0,71	0,27	0,25	0,35	0,24	0,60	0,63	0,61	0,63	0,64	0,61	0,25	0,26	0,37	0,46	0,59	0,58	0,66	0,63
94	0,62	0,60	0,56	0,55	0,55	0,36	0,55	0,50	0,46	0,36	0,20	0,15	0,14	0,13	0,13	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
95	0,53	0,50	0,42	0,39	0,40	0,34	0,21	0,21	0,19	0,18	0,13	0,14	0,18	0,19	0,22	0,25	0,27	0,31	0,38	0,37
96	0,54	0,52	0,47	0,45	0,43	0,40	0,24	0,23	0,19	0,18	0,14	0,15	0,19	0,21	0,24	0,25	0,30	0,32	0,37	0,37
97	0,53	0,58	0,56	0,58	0,58	0,18	0,59	0,58	0,53	0,54	0,58	0,53	0,50	0,49	0,51	0,40	0,51	0,45	0,12	0,10
98	0,62	0,61	0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,54	0,50	0,50	0,46	0,41	0,32	0,28	0,25	0,18	0,17	0,16	0,15	0,10
99	0,63	0,63	0,56	0,57	0,57	0,57	0,57	0,55	0,51	0,50	0,13	0,13	0,15	0,14	0,13	0,15	0,14	0,17	0,17	0,18
100	0,37	0,63	0,68	0,71	0,69	0,61	0,73	0,69	0,66	0,65	0,72	0,68	0,64	0,65	0,19	0,12	0,08	0,11	0,12	0,16
101	0,62	0,63	0,59	0,49	0,46	0,41	0,43	0,43	0,42	0,43	0,48	0,13	0,11	0,10	0,11	0,13	0,09	0,14	0,18	0,24
102	0,53	0,55	0,49	0,47	0,43	0,43	0,44	0,40	0,41	0,42	0,44	0,40	0,38	0,37	0,37	0,15	0,14	0,13	0,12	0,14
103	0,58	0,57	0,52	0,52	0,51	0,51	0,49	0,47	0,30	0,24	0,12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13	0,08
104	0,61	0,60	0,55	0,54	0,54	0,53	0,52	0,50	0,38	0,32	0,18	0,15	0,14	0,13	0,14	0,14	0,13	0,14	0,16	0,16
105	0,60	0,59	0,55	0,54	0,54	0,54	0,53	0,50	0,47	0,46	0,44	0,37	0,27	0,24	0,21	0,20	0,18	0,13	0,14	0,14
106	0,39	0,43	0,43	0,48	0,48	0,50	0,52	0,51	0,48	0,48	0,51	0,47	0,41	0,40	0,39	0,35	0,41	0,38	0,27	0,24
107	0,60	0,59	0,53	0,50	0,15	0,12	0,10	0,12	0,09	0,10	0,11	0,12	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,20	0,23	0,23
108	0,63	0,61	0,56	0,51	0,16	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12	0,13	0,16	0,17	0,18	0,19	0,18	0,22	0,26	0,26
109	0,59	0,57	0,52	0,38	0,14	0,11	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,12	0,15	0,17	0,18	0,19	0,18	0,21	0,24	0,25
110	0,50	0,64	0,62	0,62	0,34	0,20	0,39	0,46	0,54	0,58	0,62	0,61	0,20	0,21	0,29	0,36	0,49	0,58	0,52	0,38
111	0,60	0,59	0,55	0,52	0,17	0,14	0,14	0,13	0,13	0,14	0,16	0,09	0,11	0,11	0,13	0,15	0,10	0,11	0,09	0,08
112	0,64	0,62	0,56	0,48	0,46	0,42	0,38	0,37	0,34	0,33	0,30	0,26	0,21	0,16	0,18	0,15	0,13	0,13	0,14	0,14
113	0,62	0,61	0,56	0,53	0,50	0,47	0,43	0,41	0,37	0,35	0,31	0,26	0,21	0,17	0,18	0,16	0,14	0,14	0,15	0,14
114	0,54	0,54	0,50	0,48	0,50	0,48	0,46	0,41	0,36	0,36	0,37	0,35	0,30	0,27	0,24	0,18	0,25	0,17	0,15	0,15
115	0,58	0,55	0,49	0,48	0,49	0,48	0,47	0,47	0,42	0,43	0,41	0,36	0,27	0,24	0,23	0,16	0,16	0,18	0,16	0,16
116	0,64	0,61	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55	0,54	0,51	0,50	0,49	0,42	0,38	0,35	0,34	0,25	0,23	0,14	0,12	0,12
117	0,61	0,57	0,54	0,16	0,17	0,16	0,20	0,23	0,25	0,28	0,40	0,46	0,45	0,20	0,19	0,19	0,23	0,25	0,26	0,20
118	0,61	0,60	0,55	0,52	0,53	0,51	0,49	0,48	0,42	0,41	0,39	0,35	0,27	0,25	0,23	0,18	0,18	0,18	0,16	0,13
119	0,62	0,60	0,56	0,54	0,55	0,53	0,51	0,51	0,46	0,45	0,43	0,40	0,30	0,28	0,26	0,20	0,20	0,20	0,18	0,16
120	0,66	0,65	0,60	0,55	0,55	0,53	0,50	0,48	0,41	0,41	0,35	0,30	0,20	0,16	0,16	0,16	0,13	0,17	0,18	0,17
121	0,60	0,60	0,52	0,46	0,44	0,30	0,40	0,40	0,37	0,40	0,42	0,38	0,38	0,36	0,37	0,32	0,39	0,12	0,11	0,11
122	0,62	0,60	0,57	0,56	0,54	0,54	0,55	0,51	0,50	0,12	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,19	0,19	0,20	0,19	0,15
123	0,61	0,58	0,37	0,25	0,24	0,24	0,31	0,29	0,31	0,32	0,46	0,50	0,54	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14	0,13	0,10
124	0,59	0,58	0,54	0,52	0,50	0,51	0,48	0,46	0,40	0,39	0,36	0,31	0,24	0,20	0,19	0,23	0,19	0,16	0,15	0,15
125	0,61	0,58	0,39	0,21	0,21	0,21	0,27	0,27	0,29	0,30	0,42	0,47	0,50	0,14	0,15	0,14	0,15	0,17	0,20	0,19

Tab. 05: Rappresentazione delle statistiche descrittive di ogni terreno analizzato per un singolo Indice Vegetativo e per un singolo giorno rilevato da Sentinel-2. Nella tabella, l'indice MSAVI nel giorno 07/08/2018. CON=numero di pixel nell'immagine; RAN=differenza max-min; SOM= somma dei valori per pixel dell'indice; MED= media aritmetica; MED.na= mediana; S.D.= deviazione standard;

Tab. 06: Rappresentazione della somma di tutte le statistiche descrittive di ogni appezzamento per un singolo indice. Si è scelto di utilizzare il parametro media (mean) dell'indice vegetativo dell'appezzamento come parametro di confronto. Nell'immagine, l'indice MSAVI. La colonna "CAMPO" rappresenta i medesimi terreni della tabella 05. La tabella è spezzata in una prima parte, fino al 18/07, ed una seconda parte a cominciare dal 23/07. In rosso, i valori individuati a loro volta in rosso nella tabella 05.

Dato che la coltura maidicola e la sua gestione variano in funzione dell'elemento antropico, delle condizioni del suolo e del clima, si è effettuata una classificazione non supervisionata per k-medie con il software SPSS (IBM) per individuare insiemi di colture omogenee.

Arbitrariamente, si è posto come numero di cluster la radice quadrata della somma dei terreni analizzati (arrotondata per eccesso) e come variabili 22 serie storiche corrispondenti alle scene comprese tra il 24/04/18 ed il 20/08/18. Si è effettuato questo tipo di procedimento per ridurre gli errori di classificazione che si avrebbero utilizzando date anteriori al 19/04/18 o posteriori al 30/08/18 e per effettuare una cernita dei dati, visualizzando l'andamento degli indici di ogni cluster per poi eliminare dal totale eventuali anomalie. Il numero massimo di iterazioni è posto 999 e il criterio di convergenza a 0. Si è aggiunta l'opzione "utilizza medie mobili" e come risultato finale l'indicizzazione dei cluster.

La sintassi utilizzata è qui riproposta:

```
QUICK CLUSTER VAR00001 VAR00002 VAR00003 VAR00004 VAR00005 VAR00006 VAR00007
VAR00008 VAR00009 VAR00010 VAR00011 VAR00012 VAR00013 VAR00014 VAR00015
VAR00016 VAR00017 VAR00018 VAR00019 VAR00020 VAR00021 VAR00022
/MISSING=LISTWISE
/CRITERIA=CLUSTER(12) MXITER(999) CONVERGE(0)
/METHOD=KMEANS(UPDATE)
/SAVE CLUSTER
/PRINT INITIAL ANOVA.
```

Si effettua pertanto una cernita nei 12 cluster così formati al fine di eliminare serie storiche degli indici anomale per la coltura maidicola in ambiente padano (vedi dopo fig. 24-25). La somma dei terreni liberati dalle anomalie è 117 (per l'indice NDVI).

Si è effettuata una nuova classificazione per usando K-means imponendo al software di classificare i campi in 3 classi, nell'ipotesi che corrispondano al mais di primo da granella, a quello di primo raccolto da trinciato e al mais di secondo raccolto.

```
QUICK CLUSTER VAR00001 VAR00002 VAR00003 VAR00004 VAR00005 VAR00006 VAR00007
VAR00008 VAR00009 VAR00010 VAR00011 VAR00012 VAR00013 VAR00014 VAR00015
VAR00016 VAR00017 VAR00018 VAR00019 VAR00020 VAR00021 VAR00022
```

```
/MISSING=LISTWISE  
/CRITERIA=CLUSTER(3) MXITER(999) CONVERGE(0)  
/METHOD=KMEANS(UPDATE)  
/SAVE CLUSTER  
/PRINT INITIAL.
```

Si effettua tale procedimento per ogni indice vegetativo; i risultati delle due classificazioni ed i terreni esclusi dalla seconda classificazione sono stati collocati all'appendice B, tabella 21.

Successivamente, i dati raggruppati vengono trasformati in z-value secondo la formula

$$\frac{x_i - \mu_j}{\sigma_j}$$

Dove x_i rappresenta il valore i-esimo che assume l'indice vegetativo secondo le informazioni spazio-temporali (appezzamento e scena Sentinel-2), μ_j è la media j-esima dell'indice vegetativo sulla base temporale (data di rilevazione del dato da parte di Sentinel-2) e σ_j è la deviazione standard j-esima dell'indice vegetativo su base temporale (Bell et al., 2020).

Tale procedimento ha lo scopo di normalizzare i dati e permette il confronto tra più eventi atmosferici malgrado la diversità di distribuzione dei valori dell'indice.

Creata gli z-value, si procede utilizzando tre metodi e confrontando i risultati con tre differenti calcoli di accuratezza: ogni metodo si basa sulla definizione di una soglia ottimale (threshold) che permetta la migliore classificazione qualitativa (DANNO/NO DANNO) tra le colture analizzate. Si ricorda che per colture DANNEGGIATE ci si riferisce a danni superiori o uguali il 10% della PLV, per colture ILLESE coltivazioni che non hanno risentito dell'evento avverso e per colture COLPITE coltivazioni che non raggiungono il 10% di danno alla PLV.

1. Il primo metodo consiste nell'analizzare tutti i dati contemporaneamente (37 colture DANNEGGIATE e circa 550 colture ILLESE o COLPITE), a prescindere dalla fenologia e a prescindere dalle date degli eventi atmosferici. Questo è consentito dall'utilizzo degli z-value. L'obiettivo è la miglior classificazione qualitativa dei dati.
2. Il secondo metodo consiste nell'analizzare i dati a prescindere dalla fenologia, ma considerando i singoli eventi atmosferici: si effettuano cinque diverse analisi, una

per ogni evento avverso considerato. Come per l'analisi precedente, il focus è la definizione di una soglia che permetta la miglior classificazione qualitativa dei dati.

3. Il terzo metodo consiste nell'analizzare i dati considerando sia i differenti eventi sia le diverse fenologie delle colture: si effettuano sette diverse analisi per via della presenza del mais di secondo raccolto, completamente racchiuso tra il 4° ed il 5° evento.

Studiando la letteratura che utilizza il metodo Indice Vegetativo PRE - I.V. POST evento, non è stato trovato un metodo adatto all'analisi di una serie di dati ottenuta con i metodi e le metodologie di questa tesi. Pertanto, allo scopo di valutare l'accuratezza dei metodi, si imposta lo strumento "Risolutore" di Excel allo scopo di determinare la soglia più conveniente per appezamento allo scopo di massimizzare l'Overall Accuracy, la probabilità di Falso Allarme e la probabilità di Mancato Allarme. Per il calcolo di queste ultime due accuratezze, viene tenuta in considerazione la loro somma, ovvero si seleziona la soglia che determina il minore dei valori delle combinazioni (Falso Allarme + Mancato Allarme)

Allo scopo di determinare un limite sinistro e destro della curva in cui può ricadere la soglia, si pone come limite allo strumento "Risolutore" il valore di ± 2 deviazioni standard dei dati analizzati.

$$\begin{array}{ll} \text{Overall accuracy} & \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \\ \text{Falso allarme} & \frac{FP}{TP+FP} \\ \text{Mancato allarme} & \frac{FN}{TN+FN} \end{array}$$

Dove TP=Veri Positivi, TN=Veri Negativi, FP=Falsi Positivi, FN=Falsi negativi.

Nell'appendice C sono collocate tutte le tabelle intermedie (Insieme di Tabelle 22) con i risultati conseguiti. Nel capitolo "RISULTATI" sono presenti i risultati finali a seguito di campionamento della componente maggioritaria.

2.2.4 Conversione da indice vegetativo a Leaf Area Index derivato da indice (LAI_x) per la stima del danno

Per rendere gli indici vegetativi comprensibili ad una più ampia platea di stakeholders, si è deciso di adottare una trasformazione degli indici vegetativi in LAI, indice molto conosciuto dagli utenti del remote sensing e direttamente correlato alla biomassa prodotta in campo. A tal fine si è consultata la letteratura (Haboudane et al., 2004; Wu et al., 2007) e si è deciso di utilizzare la funzione esponenziale basata sulla legge modificata di Beer (Baret and Guyot, 1991)

$$VI = VI_{\infty} - (VI_{\infty} - VI_g) \exp(-K_{VI}LAI)$$

e la sua inversione

$$LAI = -\left(\frac{1}{K_{VI}}\right) \ln \left[\frac{VI_{\infty} - VI}{VI_{\infty} - VI_g} \right]$$

nelle quali

- VI è il valore dell'indice vegetativo stimato o calcolato;
- VI_{∞} è un valore limite di VI, per il quale il LAI assume valori molto grandi;
- VI_g corrisponde al valore dell'indice a $LAI=0$;
- K_{VI} è un coefficiente di dispersione che determina la sensibilità del VI a un aumento unitario di LAI;

In questo caso, VI_{∞} assume il massimo valore registrato in campo, nel momento di massimo sviluppo della coltura e VI_g il minimo valore registrato in campo, dopo la raccolta. A K_{VI} è attribuito valore come da letteratura, quindi 0,68 per NDVI (anche per ARVI e MCARI), 0,52 per SAVI, 0,50 per MSAVI (anche per MSAVI2). Si ricorda che, per la presente tesi, il parametro K_{VI} ed il parametro VI_g sono secondari e non influenzano i risultati finali.

Nella tesi, la differenza di LAI ottenuta da un indice è denominata ΔLAI_x a seconda dell'indice di partenza utilizzato. Il danno confrontato non è direttamente legato al danno del perito, ma la variazione del LAI nel momento del danno.

2.2.5 Immagini dell'indice delle colture

Tramite la piattaforma QGIS sono elaborate le immagini degli indici degli appezzamenti a partire dall'indice MSAVI. Sono state selezionate le sole scene PRE e POST eventi dannosi ed è stato calcolato un nuovo vettore raster come "DELTA" ovvero la differenza tra l'indice dell'immagine POST e l'immagine PRE-EVENTO. Per ogni immagine è creata una scala di colore basata su cinque classi quantiliche con una definizione discreta (netta, senza sfumature) del colore delle classi in modo da classificare ogni pixel in una delle cinque classi.

2.2.6 Relazione tra differenza di LAI (media LAIpost-LAIpre) e danno stimato a terra

Oltre alla verifica della change detection tramite indici vegetativi ed alla stima delle accuratezze del dato satellitare confrontato con il dato a terra, questa tesi ha anche come obiettivo l'individuazione e la valutazione della relazione tra la differenza "LAI POST EVENTO - LAI PRE EVANTO" (ΔLAI_x) ed il danno sulla PLV registrato a terra al fine di valutare l'eventuale relazione.

Il procedimento per individuare e valutare la relazione tra ΔLAI_x e danno a terra è il seguente:

- I valori ΔLAI_x sono raggruppati per evento: ciò dovuto alla fenologia del mais, che cambia col tempo;
- Si assegna agli ILLESI un danno a terra pari a 0% ed ai colpiti un danno pari a 5% (media tra 0 e 10) solo se a questi non è assegnato un preciso valore;
- E' messo in relazione il danno a terra ed il ΔLAI_x tramite regressione lineare semplice;
- L'evento 04 non ha prodotto colture ILLESE/COLPITE ma solo colture DANNEGGIATE con la medesima percentuale di danno. Tuttavia, affinché la regressione abbia successo, è necessario ampliare i dati aggiungendo dei terreni con danni differenti. Pertanto si simulano utilizzando un campione randomizzato delle colture ILLESE/COLPITE nel corso dei cinque eventi.

La bontà della regressione è valutata attraverso indice R^2 . L'indice R^2 misura la frazione della varianza della variabile dipendente espressa dalla regressione tramite la formula

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS}$$

$$\text{Devianza spiegata dal modello} = ESS = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$$

$$\text{Devianza totale} = TSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

\bar{x}

L'indice R^2 varia tra 0 e 1: nella pratica, quando tende a 1 significa che il regressore predice accuratamente il valore della variabile dipendente in campione, mentre se tende a 0 significa che non lo fa.

Al fine di uniformare i danni registrati, che in realtà sono composti da mais da granella e da trinciato (di conseguenza la componente parametrica utilizzata per calcolare il danno subito cambia), si utilizzano le tabelle prodotte dall'assicurazione a senso inverso (vedi sottoparagrafo 1.6).

Infatti, mentre il mais da granella è danneggiato solo quantitativamente (ai fini assicurativi), il mais da trinciato lo è anche qualitativamente.

L'utilizzo inverso delle tabelle permette a due prodotti simili ma danneggiati in modo differente (come il mais da granella ed il mais da insilato) di essere messi in relazione con la medesima unità di misura.

Pertanto, tutti i danni sono stati riportati al mais da granella (il mais da insilato, danneggiato quantitativamente e qualitativamente, sarà riportato come sola componente quantitativa).

RISULTATI

3.1 Prima classificazione non supervisionata

Numero di casi in ciascun cluster

Cluster	1	1,000
	2	12,000
	3	59,000
	4	4,000
	5	1,000
	6	4,000
	7	6,000
	8	1,000
	9	10,000
	10	18,000
	11	8,000
	12	1,000
Valido		125,000
Mancante		,000

Dall'analisi della classificazione non supervisionata, si sono identificati n°5 cluster che contengono errori, ovvero andamenti dell'indice fogliare anomali per la coltura maidicola nell'ambiente padano. Questi sono i cluster 1, 5, 6, 8 e 12.. Probabilmente tali errori sono dovuti alla presenza di più colture sul medesimo mappale.

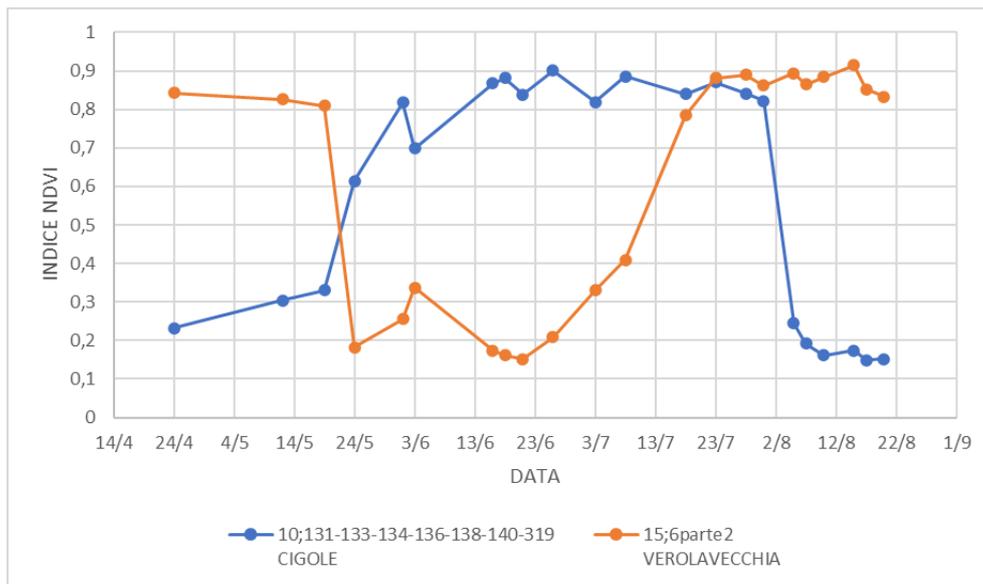
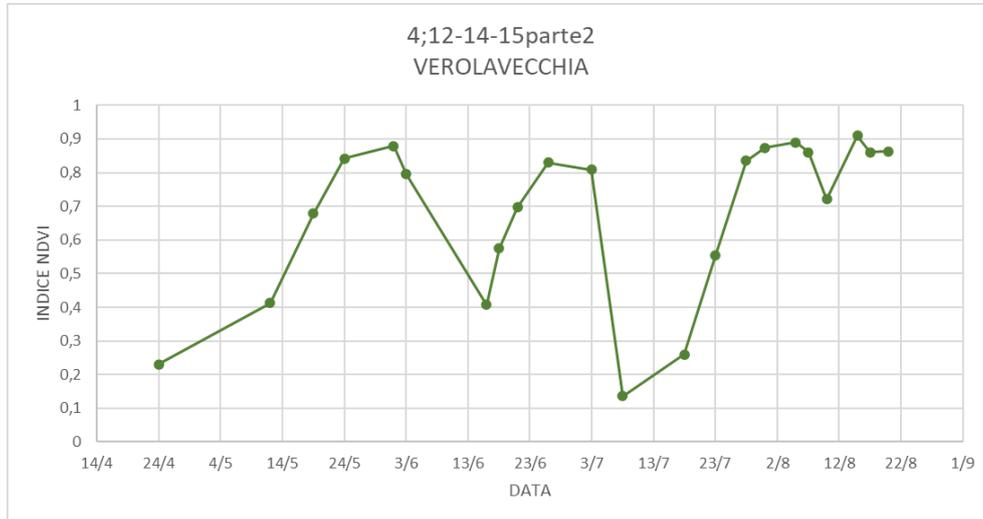
Tali cluster sono costituiti dai terreni individuati in tabella

Tab. 07: terreni scartati per la seconda classificazione (soli indici NDVI e ARVI)

COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
POMPIANO	16	25 (parte 1)
POMPIANO	17	82 (parte 1)
POMPIANO	17	82 (parte 2)
VILLACHIARA	1	38 (parziale), 46
ORZIVECCHI	2	2 (parte 1)
VEROLAVECCHIA	4	12, 14, 15 (parte 2)
LENO	5	21
CIGOLE	5	25 (parte 2)

g. 24-25: in alto, andamento anomalo dell'indice NDVI per il periodo compreso tra il 24/04/2018 ed il 20/08/2018 (22 misurazioni); in basso, tipici andamenti dell'indice NDVI per terreni coltivati a mais di primo raccolto (BLU) e secondo raccolto (ROSSO).

Fonte: elaborazione personale



Si effettua pertanto una cernita e si escludono i terreni dei cluster 1, 5, 6, 8 e 12. La somma dei terreni liberati dalle anomalie è 117.

3.2 Seconda classificazione non supervisionata

Numero di casi in ciascun cluster

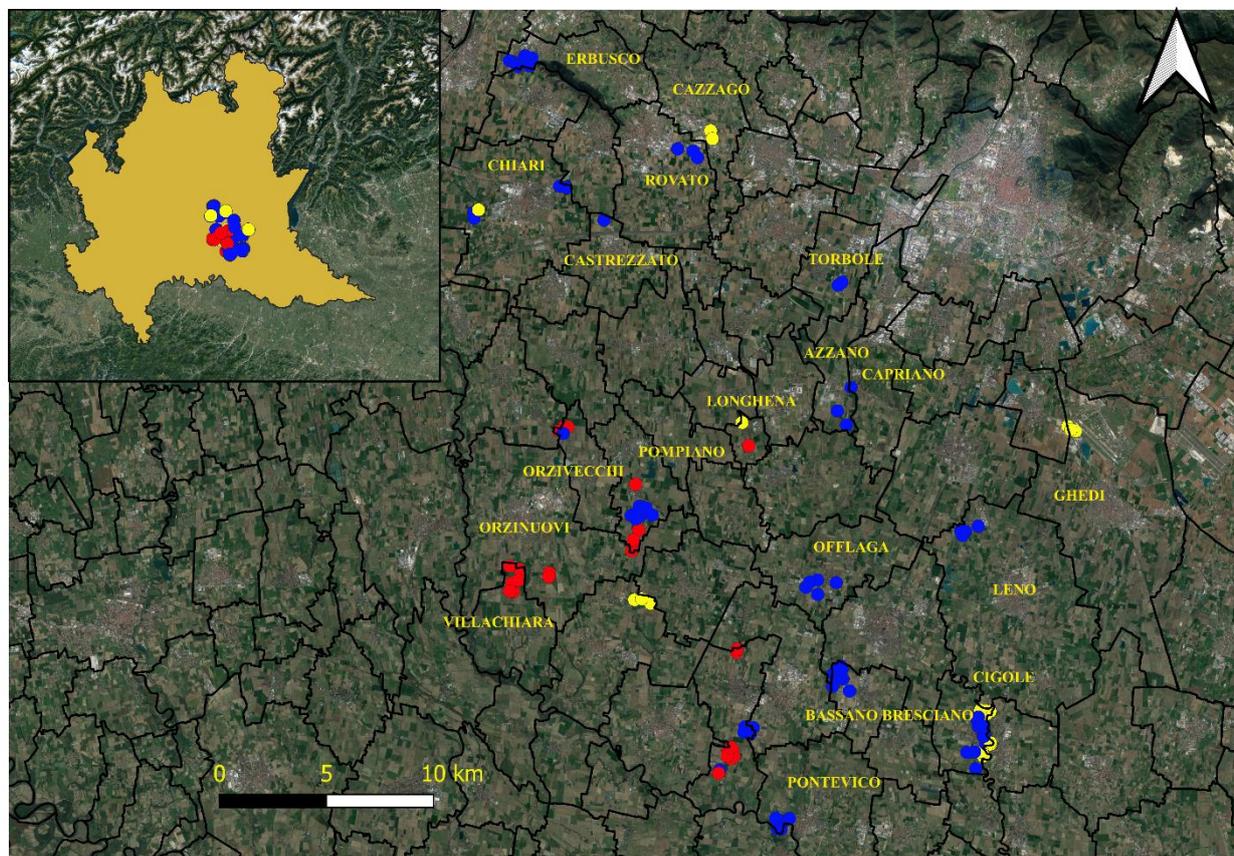
		cluster
Cluster	1	18,000
	2	24,000
	3	75,000
Valido		117,000
Mancante		,000

In ciascun cluster si ricercano i terreni colpiti da avversità atmosferiche in modo rilevante e si mettono a confronto con i terreni colpiti in modo irrilevante o indenni da avversità atmosferiche. Nella tabella seguente, il totale dei terreni per cluster e i terreni colpiti in modo rilevante per ciascun cluster (per il solo indice NDVI). Il cluster 01 corrisponde al mais di primo raccolto da insilaggio, il cluster 02 al mais di secondo raccolto ed il cluster 03 al mais di primo raccolto da granella.

CLUSTER	TERRENI TOTALI	TERRENI DANNEGGIATI
1	18 (78 Ha)	7 (26 Ha)
2	24 (94 Ha)	10 (41 Ha)
3	75 (220 Ha)	22 (69 Ha)
TOT	117	39

Come si evince dalla tabella, l'indice NDVI classifica 18 terreni come mais da insilaggio rispetto ai 29 presenti nei dati assicurativi. La seconda classificazione ne ha trovati 19 per ARVI, 24 per SAVI-MSAVI-MSAVI2 e 12 per MCARI. Gli indici "soil-adjusted" (SAVI, MSAVI, MSAVI2) hanno maggiore capacità di classificare correttamente la destinazione produttiva rispetto agli altri indici.

Fig. 26: posizione dei terreni e identificazione delle classi in basi al colore.
 CLASSE 1 - Mais di primo raccolto da insilato: Giallo
 CLASSE 2 - Mais di secondo raccolto: Rosso
 CLASSE 3 - Mais di primo raccolto da granella: Blu



3.3 Calcolo dell'accuratezza del metodo qualitativo DANNO/NO DANNO

Allo scopo di analizzare i dati in modo bilanciato, si è eseguito un campionamento della componente maggioritaria: sono stati calcolati dei centroidi rappresentativi dei terreni COLPITI+ILLESI, riducendoli da circa n° 550 totali nel corso dei 5 eventi a n° 37.

In questo modo, al costo di perdita d'informazione, è possibile eseguire i calcoli relativi alle accuratèzze su un campione bilanciato, massimizzandone la potenza.

Tab. 08: risultati dei test di accuratèzza eseguiti su campione bilanciato

INDICE	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO ALLARME MIN	MANCATO ALLARME MIN	ALLARME
MSAVI2	01->05		72,0%			0,0%
SAVI	01->05		70,7%			0,0%
MCARI	01->05		65,7%			0,0%
NDVI	01->05		65,3%			0,0%
ARVI	01->05		66,7%			0,0%
MSAVI	01->05		73,3%			0,0%

Primo tra tutti gli indici si classifica l'indice MSAVI con una OverAll Accuracy al 73,3% mentre in ultima posizione si colloca NDVI, con il 65,3%.

Il risultato del calcolo delle accuratezze degli indici ha dato dei dati promettenti, specialmente per quanto riguarda l'utilizzo degli indici "soil-adjusted", ovvero sia gli indici che riducono il rumore prodotto dal suolo (SAVI, MSAVI, MSAVI2). Infatti, questi indici hanno dimostrato la maggior accuratezza nella verifica del dato a suolo, minimizzando Falsi Positivi e Falsi Negativi.

Tab. 09: Confronto dei risultati assoluti tramite l'applicazione della soglia ottimale. In tabella, l'indice più performante MSAVI e il meno performante NDVI

INDICE	TP	TN	FP	FN
MSAVI	25	30	7	13
NDVI	17	32	5	21

Lo scarto di accuratezza tra l'indice MSAVI e l'indice NDVI, ovvero sia il massimo scarto tra due indici pari a 8,0%, corrisponde a n° 6 terreni su 75 (nuovo totale)), che l'indice NDVI colloca tra Falsi Positivi/Falsi Negativi mentre l'indice MSAVI colloca tra Veri Positivi/Veri Negativi.

Alla luce dei risultati del test di accuratezza, i risultati che dimostreremo a valle di questa analisi racchiuderanno soltanto l'indice MSAVI.

3.4 Regressioni lineari semplici: LAI_x come proxy dell'intensità del danno

Di seguito il risultato delle regressioni lineari per valutare la relazione tra ΔLAI_x e danno a terra, svolte per ogni evento (n° 5 eventi totali).

Tab. 10: risultati della regressione per ΔLAI_{MSAVI}

ΔLAI_{MSAVI}			
EVENTO	R ²	Significatività	n
01	0,324	0,001	30
02	0,000	0,957	28
03	0,356	0,003	23
04	0,251	0,034	18
05	0,496	0,077	7

Tab. 11: risultati della regressione per ΔLAI_{SAVI}

ΔLAI_{SAVI}			
EVENTO	R ²	Significatività	n
01	0,521	0,000	30
02	0,000	0,952	28
03	0,271	0,008	25
04	0,158	0,102	18
05	0,539	0,038	8

Tab. 12: risultati della regressione per ΔLAI_{MSAVI2}

ΔLAI_{MSAVI2}			
EVENTO	R ²	Significatività	n
01	0,317	0,001	30
02	0,004	0,757	27
03	0,292	0,005	25
04	0,207	0,058	18
05	0,545	0,058	7

Tab. 13: risultati della regressione per ΔLAI_{NDVI}

ΔLAI_{NDVI}			
EVENTO	R ²	Significatività	n
01	0,054	0,223	29
02	0,002	0,841	28
03	0,279	0,006	26
04	0,080	0,256	18
05	0,587	0,027	8

Tab. 14: risultati della regressione per ΔLAI_{ARVI}

ΔLAI_{ARVI}			
EVENTO	R ²	Significatività	n
01	0,053	0,223	30
02	0,005	0,724	28
03	0,241	0,013	25
04	0,050	0,370	18
05	0,585	0,027	8

Tab. 15: risultati della regressione per ΔLAI_{MCARI}

ΔLAI_{MCARI}			
EVENTO	R ²	Significatività	n
01	0,171	0,029	28
02	0,012	0,581	27
03	0,082	0,165	25
04	0,394	0,005	18
05	0,448	0,100	7

I dettagli delle regressioni sono all'appendice C, nell'insieme di tabelle 23

Le regressioni sono state svolte in base all'evento e mostrano un R² relativamente medio-basso.

A fine puramente di confronto, si mediano i risultati R² dei 6 indici dei 5 eventi.

Tab 16.: confronto indici R² delle regressioni precedenti

ΔLAI_x	R ² medio
ΔLAI_{MSAVI}	0,285
ΔLAI_{SAVI}	0,298
ΔLAI_{MSAVI2}	0,273
ΔLAI_{NDVI}	0,200
ΔLAI_{ARVI}	0,187
ΔLAI_{MCARI}	0,221

Come nel confronto del metodo qualitativo, gli indici soil-adjusted risultano lievemente più performanti. Tra questi spicca SAVI, con un R² medio di 0,3.

L'evento 02 è caratterizzato dal fatto che la relazione tra ΔLAI_x e danno è praticamente nulla per via della gran casualità di dati che variano a prescindere dal danno e dal dato dell'indice. Il regressore ΔLAI_x non permette di quantificare correttamente il danno

tramite analisi satellitare, tuttavia funge da proxy qualitativo e quantitativo, ovvero una diminuzione di ΔLAI_x in corrispondenza di un evento atmosferico dannoso indica probabilmente un terreno danneggiato e, inoltre, più gravemente cala l'indice più è probabile un danno grave.

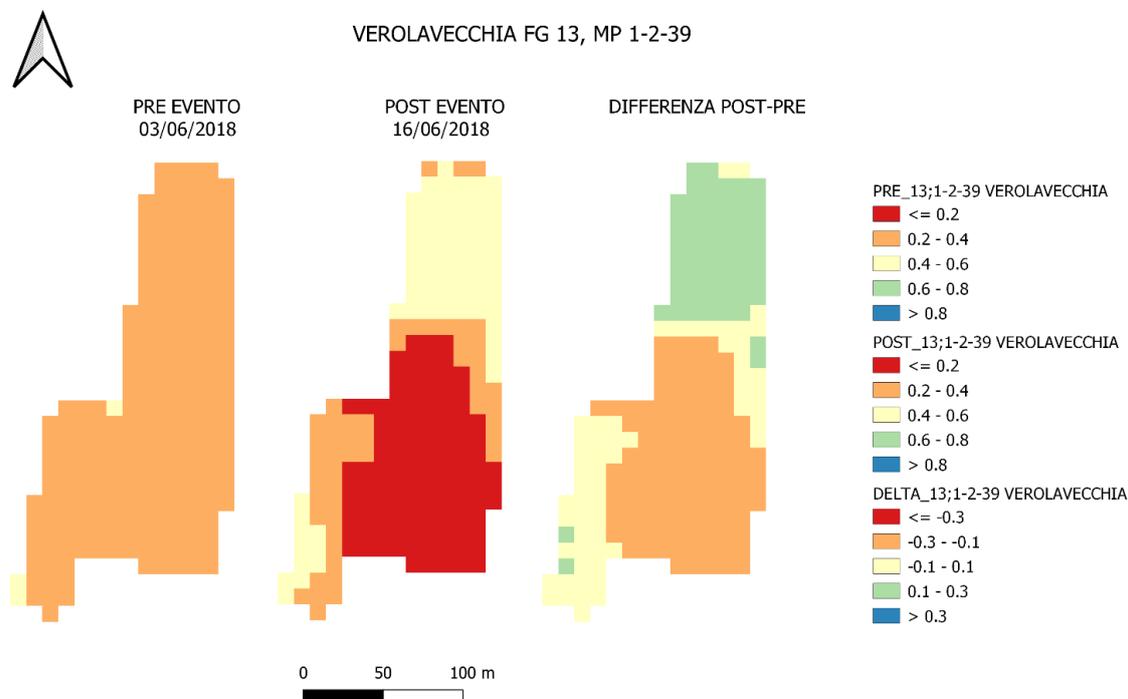
3.5 Analisi di dettaglio per l'indice MSAVI

Di seguito è presentata una rassegna di immagini che mostrano la variazione del solo indice vegetativo MSAVI (preso come esempio) per una coltura DANNEGGIATA in confronto con una coltura ILLESA/COLPITA. La prima immagine presentata è sempre una coltura DANNEGGIATA e la seconda sempre una coltura ILLESACOLPITA. All'interno di ogni immagine sono individuabili tre rappresentazioni dell'indice: la prima è una rappresentazione dell'indice vegetativo prima dell'evento; in centro, l'indice vegetativo dopo l'evento, mentre a destra la variazione dell'indice vegetativo come "DELTA = INDICE POST - INDICE PRE". La freccia indica il Nord rispetto al Datum WGS84. Al di sopra di ogni immagine è presente una breve descrizione, atta a comprendere meglio l'immagine stessa.

Ulteriori immagini, tra cui la totalità delle colture danneggiate e un campione delle ILLESE/COLPITE si può trovare all'appendice D della tesi.

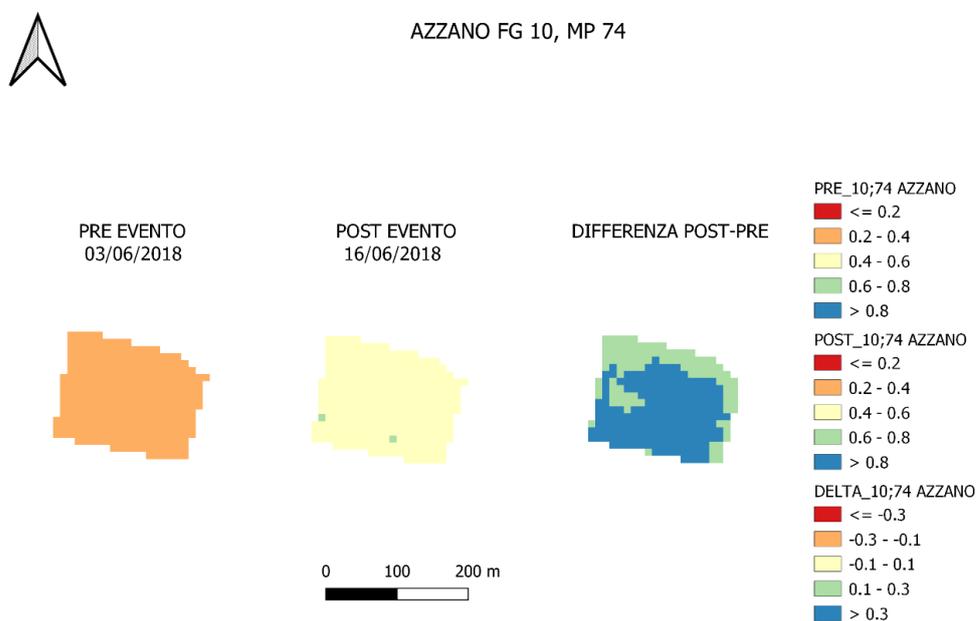
EVENTO 01 - COLTURA DANNEGGIATA

Coltura danneggiata nel corso del primo evento. Si notano un insieme di valori dell'indice omogenei che, successivamente l'evento, aumentano la loro varianza per via di una decisa decrescita nella parte centro-meridionale ed un aumento nella parte settentrionale.



EVENTO 01 - COLTURA ILLESA/COLPITA

Coltura illesa/colpita nel corso del primo evento. Si notano un insieme di valori dell'indice omogenei che, successivamente l'evento, aumentano in maniera generalizzata su tutto il campo.

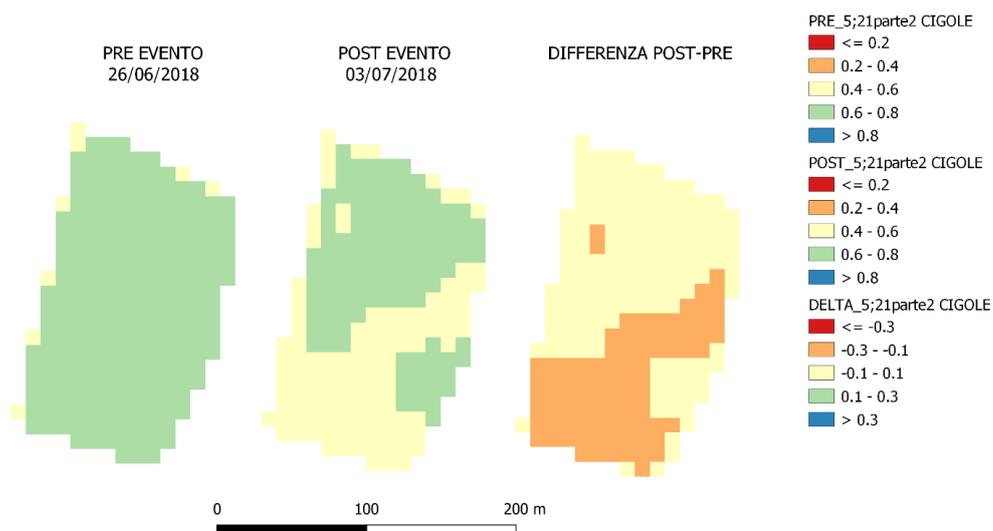


EVENTO 02 - COLTURA DANNEGGIATA

Coltura danneggiata nel corso del secondo evento. L'insieme di valori dell'indice omogenei, successivamente l'evento, aumentano la loro varianza per leggera diminuzione al centro-sud dell'appezzamento.



CIGOLE FG 5, MP 21 (parte2)

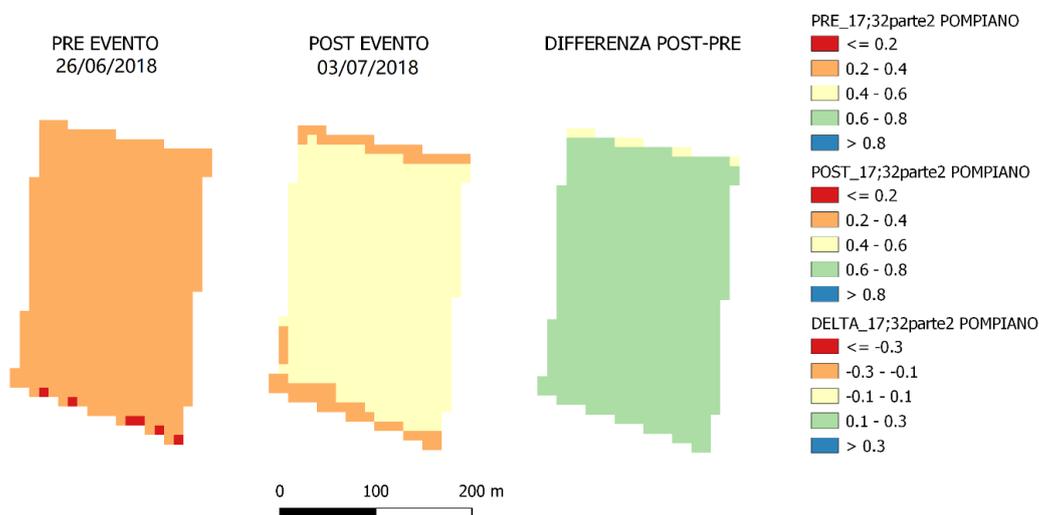


EVENTO 02 - COLTURA ILLESA/COLPITA

Coltura illesa/colpita nel corso del secondo evento. Si notano un insieme di valori dell'indice omogenei che, successivamente l'evento, aumentano in maniera generalizzata su tutto il campo.

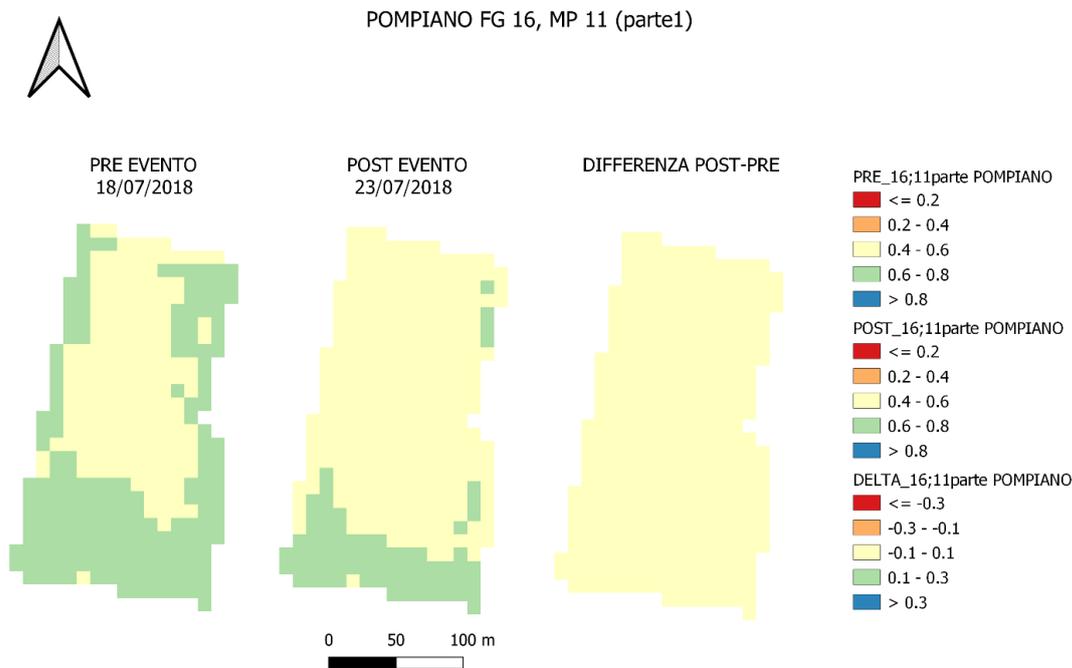


POMPIANO FG 17, MP 32 (parte 2)



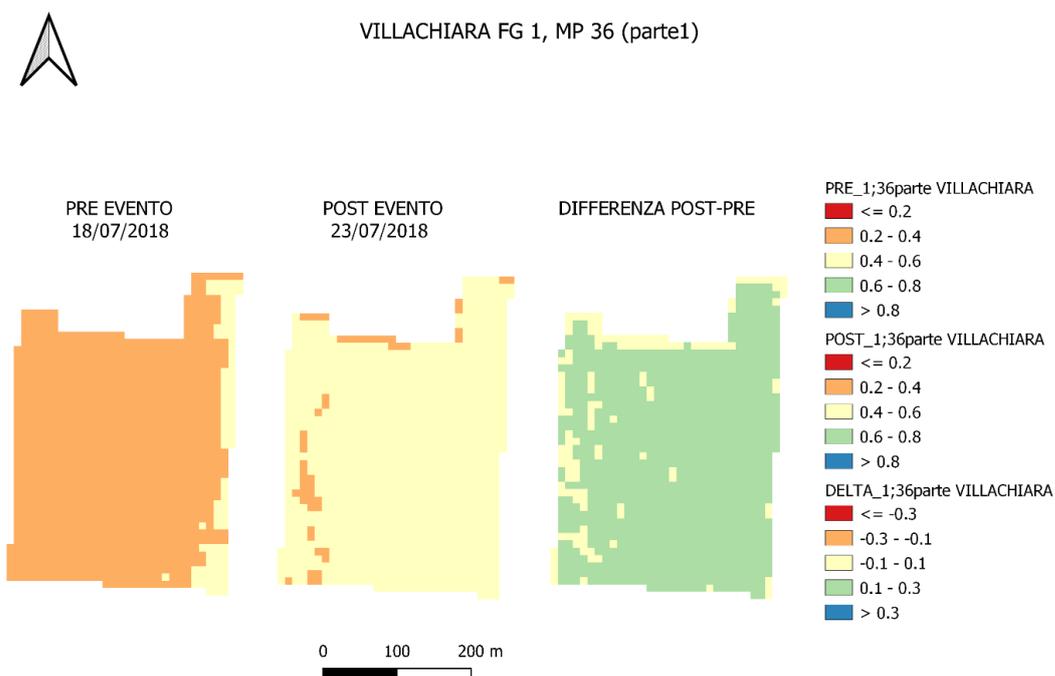
EVENTO 03 - COLTURA DANNEGGIATA

Coltura danneggiata nel corso del terzo evento. I valori iniziali sono maggiori ai bordi ed inferiori al centro. Dopo l'evento si omogenizzano, calando specialmente ai bordi dell'appezzamento



EVENTO 03 - COLTURA ILLESA/COLPITA

Coltura illesa/colpita nel corso del terzo evento. Si notano un insieme di valori dell'indice omogenei che, successivamente l'evento, aumentano in maniera generalizzata su tutto il campo

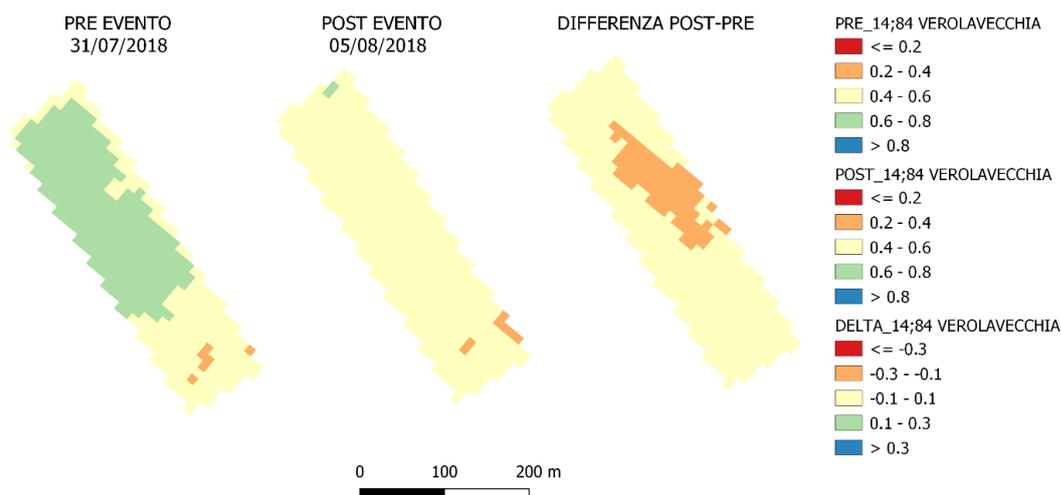


EVENTO 04 - COLTURA DANNEGGIATA

Coltura danneggiata nel corso del quarto evento. I valori iniziali sono maggiori nella parte sinistra del campo. Dopo l'evento si omogenizzano, calando specialmente nella parte sinistra già citata.



VEROLAVECCHIA FG 14, MP 84

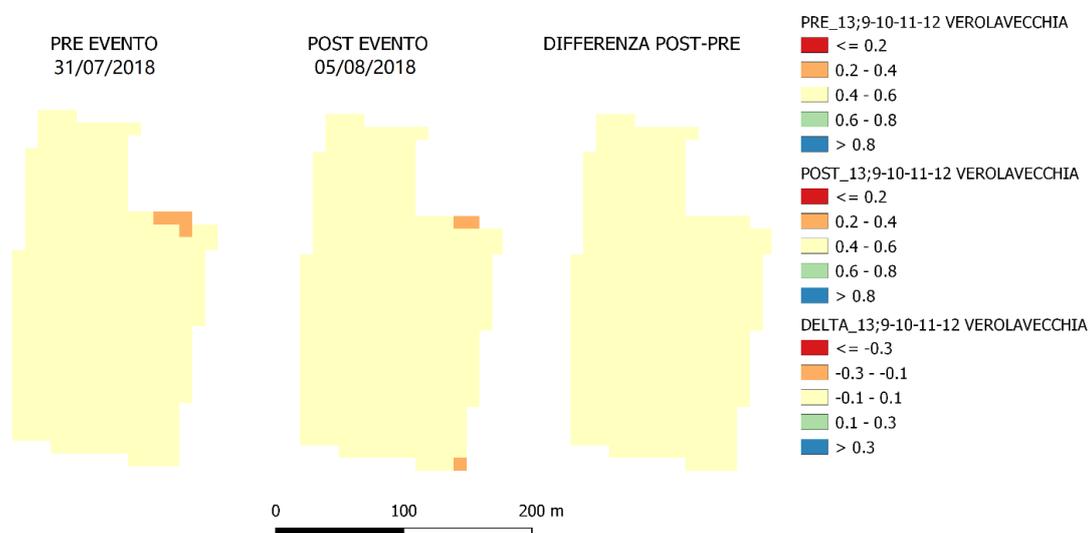


EVENTO 04 - COLTURA ILLESA/COLPITA

Coltura illesa/colpita nel corso del quarto evento. Si notano un insieme di valori dell'indice omogenei che, successivamente l'evento, restano pressoché invariati.



VEROLAVECCHIA FG 13, MP 9-10-11-12

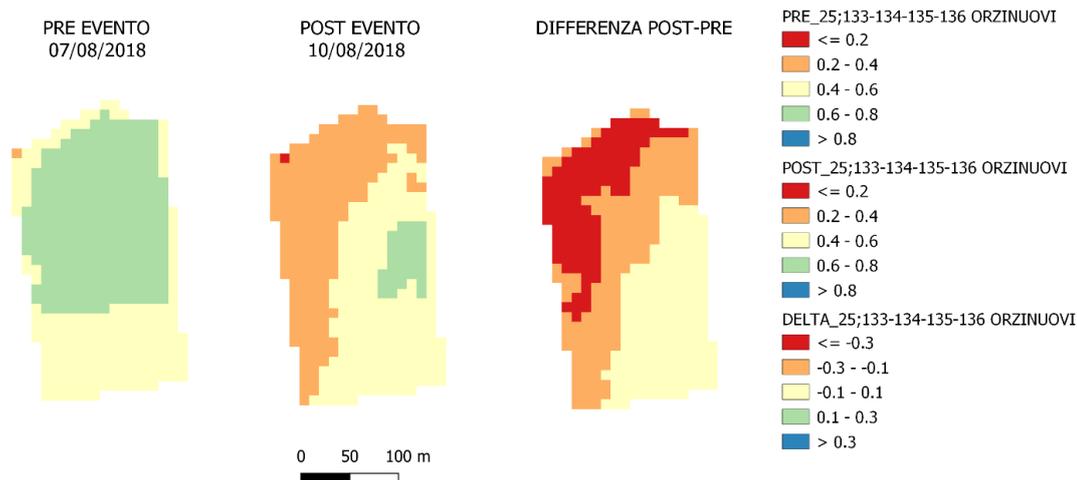


EVENTO 05 - COLTURA DANNEGGIATA

Coltura danneggiata nel corso del quinto evento. I valori iniziali sono maggiori nella parte superiore del campo. Dopo l'evento calano in special modo nella parte superiore e sinistra.



ORZINUOVI FG 25, MP 133-134-135-136

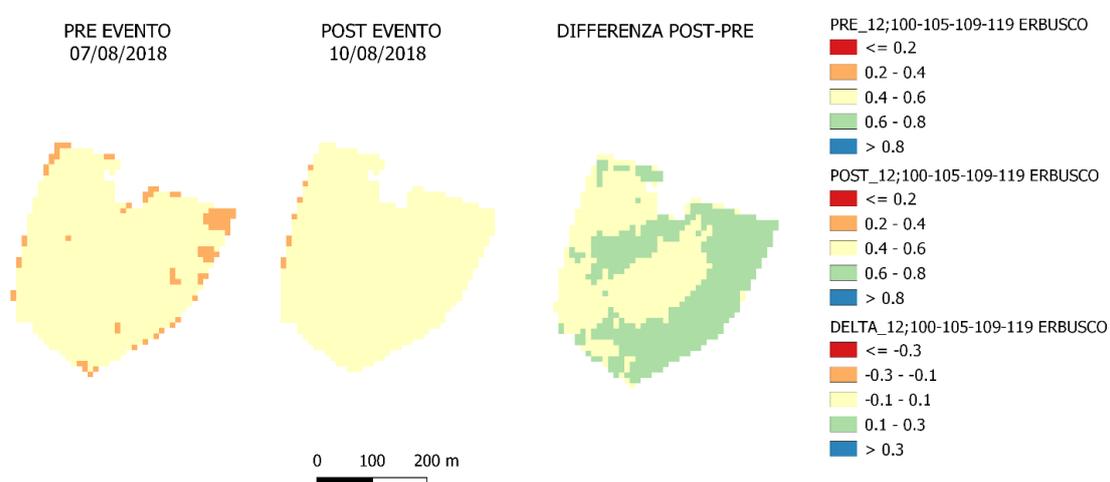


EVENTO 05 - COLTURA ILLESA/COLPITA

Coltura illesa/colpita nel corso del quinto evento. Si notano un insieme di valori dell'indice omogenei che, successivamente l'evento, restano invariati o crescono leggermente.



ERBUSCO FG 12, MP 100-105-109-119



Analizzando tutte le immagini (117) è possibile notare tre differenti modi in cui si comporta l'indice MSAVI nelle colture DANNEGGIATE:

1. Calo parziale, ovvero l'indice cala solo in una parte del terreno. Si assume pertanto che la coltura sia stata danneggiata in special modo nella parte che dimostra il maggior calo;
2. Calo generalizzato, ovvero l'indice cala in modo diffuso sull'intero appezzamento. Si assume che la coltura sia stata danneggiata in maniera omogenea;
3. Nessun calo, ovvero l'indice varia in maniera non rilevante. Questo è il caso più controverso: infatti, determina eventuali Falsi Negativi nel momento in cui venisse utilizzato un metodo basato sulla differenza POST-PRE di un indice vegetativo.

Utilizzando l'indice MSAVI e le 35 immagini delle colture DANNEGGIATE, è possibile raggruppare tali immagini nei tre trend appena individuati. Si ottengono pertanto:

- N° 9 immagini nelle quali l'indice MSAVI cala parzialmente;
- N° 13 immagini nelle quali l'indice MSAVI cala omogeneamente;
- N° 13 immagini nelle quali l'indice MSAVI non cala in maniera rilevante.

DISCUSSIONE

4.1 Classificazioni non supervisionate

Sono state eseguite due classificazioni non supervisionate:

1. La prima al fine di trattare i dati grezzi ed escludere a monte delle elaborazioni eventuali anomalie;
2. La seconda con lo scopo di classificare tipologie della medesima coltura (mais di primo raccolto, di secondo raccolto, da granella, da insilato)

Si è deciso di operare con il metodo k-means al posto del TwoStep Classification ben conoscendo che l'algoritmo k-means risente della correlazione tra le serie di dati analizzate perché l'algoritmo TwoStep crea solo due cluster (definiti automaticamente in base ai dati di input da processare) e pertanto non permette di definire più cluster di classificazione non supervisionata con il precipuo scopo di eliminare il rumore.

Per quanto concerne la prima classificazione non supervisionata, tramite analisi visiva delle immagini eliminate, si caratterizzano due anomalie dell'indice vegetativo:

- La presenza nell'appezzamento di una coltura differente rispetto al mais e che si caratterizza per una variazione dell'indice vegetativo propria;
- La presenza nel medesimo appezzamento catastale di due differenti colture, di cui una potrebbe essere quella maidicola, che hanno cicli vegetativi e copertura del suolo diversi e che, mediando tutti i pixel dell'appezzamento, producono dati dell'indice distorti.

Tutti i terreni di questo tipo, per ogni indice, sono stati filtrati.

La seconda classificazione non supervisionata è stata fatta allo scopo di differenziare a priori i due pattern che ricorrono in qualsiasi indice e distinguono, a prescindere dagli eventi atmosferici, mais di primo e secondo raccolto. Tuttavia, la classificazione ottimale è stata a tre classi, ed ha permesso di ottenere non solo la differenziazione tra mais di primo e secondo raccolto, ma anche tra mais per la produzione di granella e mais per la produzione di insilato. Questa classificazione ha come risultato che gli indici soil-adjusted hanno maggiori capacità di riprodurre il dato reale, con la corretta classificazione di 24

colture di mais di primo raccolto da insilato su 29. Parte dell'errore potrebbe essere dovuto al funzionamento dei contratti assicurativi, che non vincolano l'agricoltore alla destinazione produttiva delle proprie colture. Pertanto, un agricoltore potrebbe assicurare da insilato un mais da granella o viceversa.

4.2 Conversione tra Indici Vegetativi a LAI_x

Al fine di interpretare il risultato delle differenze degli indici fogliari, oltre alle mappe ottenibili dalla piattaforma QGIS, si è deciso di applicare una trasformazione degli indici fogliari in LAI, in modo da restituire un dato più comprensibile e direttamente correlato a parametri fisici della vegetazione. Infatti, l'indice LAI è ampiamente utilizzato e strettamente correlato ai parametri fisici della vegetazione dal quale è collegato. Una semplice ricerca quantitativa sulle banche dati SCOPUS e WEB OF SCIENCE dimostra il numero di articoli ricercabili se si digita come query di ricerca degli indici vegetativi oppure il termine "LAI" in data 28/02/2021.

Tab. 17: quantità di documenti all'interno delle banche dati SCOPUS e WEB OF SCIENCE digitando le specifiche query di ricerca

QUERY DI RICERCA	SCOPUS	WEB OF SCIENCE
NDVI	22.253	18.133
ARVI	386	164
MCARI	112	86
SAVI	1.909	1.543
MSAVI	329	219
MSAVI2	74	43
LAI	17.273	13.197

Inoltre, l'indice LAI permette di uniformare e confrontare i risultati degli altri indici, traducendoli ad una sola unità di misura.

La trasformazione da VI A LAI_x secondo la formula

$$LAI = -\left(\frac{1}{K_{VI}}\right) \ln \left[\frac{VI_{\infty} - VI}{VI_{\infty} - VI_g} \right]$$

e l'utilizzazione del ΔLAI_x , ovvero la differenza tra la media del dato post-evento e la media del dato pre-evento, non comporta variazioni al modificarsi di VI_g e K_{VI} , mentre si assiste a leggeri cambiamenti al variare di VI_{∞} . In questa tesi si è assunto VI_{∞} pari al valore più alto in campo registrato dalle misurazioni satellitari. Sono presenti numerose alternative a questa trasformazione: infatti, è possibile recuperare l'indice LAI direttamente dalla piattaforma SNAP (Biophysical Processor), oppure attraverso servizi come quello offerto da Google Earth Engine. Il LAI non è il solo parametro da prendere in considerazione: anche la quantità di biomassa umida (WBM) o secca (DBM), il contenuto in clorofilla (Cab), la quantità di acqua contenuta nella canopy (CWC) o la riflettanza combinata delle principali lunghezze d'onda elettromagnetiche (Blu, Verde, Rosso, NIR, SWIR) potrebbero essere importanti variabili da tenere in considerazione nell'immediato futuro allo scopo di individuare dapprima un proxy ed infine un buon stimatore del danno atmosferico.

4.3 ΔLAI_x come proxy del danno a terra

Dei possibili metodi che sono stati ideati per stimare il danno atmosferico tramite remote sensing, la letteratura evidenzia l'utilizzo della differenza tra la scena post-evento e la scena pre-evento di immagini di un indice vegetativo. Questo metodo, pur semplice, evidenzia alcune caratteristiche di robustezza:

- L'analisi di due scene, una subito precedente ed una subito successiva l'evento, minimizza la differenza di sviluppo, crescita, stato idrico, stato nutrizionale e fenologia della coltura tra le scene;
- Nell'utilizzo della formula $LAI = -\left(\frac{1}{K_{VI}}\right) \ln \left[\frac{VI_{\infty} - VI}{VI_{\infty} - VI_g} \right]$, la differenza ΔLAI_x non necessita delle variabili K_{VI} e VI_g .
- E' possibile analizzare tutti gli eventi (qualsiasi data) e diversi indici con lo stesso metodo, in questo caso con il ΔLAI_x

Tuttavia, si rendono qui noti alcuni difetti che si sono riscontrati nell'utilizzo di questo metodo:

- Non è sempre possibile ottenere due immagini satellitari relativamente vicine all'evento, per cui l'utilizzo di scene distanti tra loro non permette il contenimento di differenze di sviluppo, crescita, stato idrico, stato nutrizionale e fenologia della coltura;
- L'impatto degli agenti atmosferici come grandine e vento non esplica nell'immediato danno sulla produzione, ma dalla data dell'evento fino alla raccolta. Semplificando l'ottenimento di dati tra due date, non si valuta l'intero periodo tra il momento del danno e la maturazione del prodotto danneggiato ottenuto;
- La differenza tra due medie dell'indice, ottenute da due sole scene, è molto sensibile a rumore, copertura nuvolosa e pratiche agricole a terra, come l'irrigazione.
- Il danno a terra rilevato dai periti non è misurato, ma stimato. Il gran numero di periti che effettuano le stime unito a disomogeneità nell'appezzamento, irregolarità dei campioni, inesperienza e pratiche tipiche del settore assicurativo agricolo (per esempio il riportare nei documenti una media del danno subito da tutti gli appezzamenti al posto della valutazione di ogni singolo appezzamento) porta inevitabilmente a errori nella definizione di una relazione tra dati ottenuti da satellite e stime del danno a terra.

L'utilizzo della regressione lineare semplice tra ΔLAI_x e danno a terra ha identificato, in 4 eventi su 5, dei pattern che dimostrano una mediocre relazione tra i due parametri, non sufficiente a fare di ΔLAI_x uno stimatore del danno a terra da agenti atmosferici ma piuttosto un proxy che, in caso di conferma di evento dannoso e diminuzione di ΔLAI_x , rileva con buona probabilità che l'evento atmosferico ha danneggiato la coltura analizzata. Inoltre, maggiore diminuzione dell'indice ΔLAI_x è indizio di maggior danno. Ulteriori studi serviranno per arrivare ad un metodo quantitativo più solido.

In futuro, per chi volesse prendere spunto dalla tesi e sviluppare ulteriormente il metodo, si consiglia di ingrandire il campione iniziale e bilanciare i dati fin dall'inizio. Inoltre, si consiglia di analizzare diversi anni allo scopo di convalidare temporalmente il metodo. Infine, si consiglia di recuperare sul campo il dato a terra, non affidandosi a terzi, preferibilmente per ogni scena rilevata dal satellite in modo da poter valutare la serie storica dell'indice con le misurazioni a terra.

4.4 Analisi visiva delle immagini

Il confronto delle immagini PRE, POST e DELTA EVENTO dei terreni DANNEGGIATI ha permesso di identificare tre gruppi:

- Calo dell'indice su una superficie parziale dell'appezzamento;
- Calo omogeneo su tutto l'appezzamento;
- Nessun calo.

Una semplice analisi spaziale della variazione delle immagini dell'indice, considerando DANNEGGIATI i terreni che dimostrano una sensibile riduzione dell'indice, non può essere la corretta soluzione per determinare l'eventuale danneggiamento subito dalle colture.

Una soluzione alternativa potrebbe essere l'uso di una classificazione più fine dell'indice allo scopo di individuare più nel dettaglio un'eventuale variazione (nella seguente tesi, l'indice MSAVI è stato classificato in 5 classi della dimensione di 0.2 in quanto l'indice varia da 0 a 1). Tuttavia, tale metodo applicato anche ai terreni ILLESI o solo COLPITI determinerebbe un aumento dei Falsi Positivi in quanto sarebbero classificate come rilevanti piccole variazioni dell'indice.

CONCLUSIONI

Nella presente tesi sono stati individuati e valutati degli indici vegetativi (SAVI, MSAVI, MSAVI2, ARVI, MCARI) con lo scopo di classificare il danno prodotto da alcuni agenti atmosferici (grandine e vento forte) utilizzando scene ottenute dalla flotta satellitare Sentinel-2.

I risultati raggiunti sono:

- Nel classificare le colture in base al loro fine produttivo, ovvero la produzione di granella oppure di insilato, per quanto riguarda il mais di primo raccolto gli indici “soil-adjusted” si sono rivelati i più performanti individuando correttamente 24 delle 29 colture di mais da insilato;
- Nel valutare gli indici dal punto di vista qualitativo della classificazione del danno, ovvero dall’accuratezza nel distinguere correttamente un terreno DANNEGGIATO da un ILLESO/COLPITO, gli indici vegetativi del tipo “soil-adjusted” si sono rivelati i più efficienti. Tra di loro è spiccato l’indice MSAVI, il più performante dei 6 indici testati;
- MSAVI e SAVI sono ottimi stimatori di LAI (Niels and Leblanc, 2001) ed hanno range 0-1, come NDVI. Inoltre, la relazione LAI-DANNO è migliore rispetto alla relazione diretta MSAVI-DANNO o SAVI-DANNO;
- Nel valutare gli indici dal punto di vista quantitativo della classificazione del danno, non è stato possibile ottenere un buon stimatore del danno, ma ΔLAI_{MSAVI} e ΔLAI_{SAVI} si affermano come proxy per la valutazione qualitativa e quantitativa del danno atmosferico;
- Le immagini dei terreni danneggiati sono classificabili in 3 gruppi: con calo parziale dell’indice, con calo omogeneo e con nessun calo. Mentre i primi due casi sono strettamente associabili a terreni DANNEGGIATI, il terzo caso è facilmente confondibile con le immagini dei terreni ILLESI/COLPITI e pertanto, a seconda del metodo, soggetto a risultare Falso Negativo;
- La discreta risoluzione temporale di Sentinel-2 permette di ottenere numerose scene con un buon dettaglio spaziale, ma gran parte delle immagini va filtrata per via della copertura nuvolosa;
- Le stime del danno svolte da tecnici terzi sono tendenzialmente approssimative e la loro valutazione non rispecchia sempre la realtà, sia per l’incorrere di errori di stima sia per l’utilizzo di pratiche tipiche del comparto assicurativo agricolo.

BIBLIOGRAFIA

- Albertini, G., 2018. La valutazione dell'inefficienza fogliare, in: Corso Di Aggiornamento Periti Grandine, Remedello (BS).
- Anselin, L., Bongiovanni, R., & Lowenberg-DeBoer, J., 2004. A spatial econometric approach to the economics of site specific nitrogen management in corn production. *Am. J. Agric. Econ.* 86, 675-687.
- Azzari, G., Jain, M., & Lobell, D.B., 2016. Towards fine resolution global maps of crop yields: Testing multiple methods and satellites in three countries. *Remote Sens. Environ.* 129-141.
- Bailly, J.S., Lagacherie, P., Millierc, C., Puech, C., Kosuth, P., 2008. Agrarian landscapes linear features detection from LiDAR: application to artificial drainage networks. *Int. J. Remote Sens.* 29, 3489-3508.
- Baldrige, D.E., 1976. The effects of simulated hail injury on the yield of corn grown for silage, in: *Bull. B687. Montana Agric Exp. Stn.*
- Baret, F., Guyot, G., 1991. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote Sens. Environ.* 35, 161-173. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90009-U](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90009-U)
- Barimavandi, A. R., Sedaghatoor, S., & Ansari, R., 2010. Effect of different defoliation treatments on yield and yield components in maize. *Aust. J. Crop Sci.* 45, 9-15.
- Battaglia, M., Lee, C., Thomason, W., Fike, J., Sadeghpour, A., 2019. Hail Damage Impacts on Corn Productivity: A Review. *Crop Sci.* 59, 1-14. <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.04.0285>
- Battilani, P., 2007a. Malattie, in: *Coltura & Cultura.* pp. 220-231.
- Battilani, P., 2007b. Prevenzione micotossine, in: *Coltura & Cultura.* pp. 232-237.
- Bell, J.R., Gebremichael, E., Molthan, A.L., Schultz, L.A., Meyer, F.J., Hain, C.R., Shrestha, S., Payne, K.C., 2020. Complementing Optical Remote Sensing with Synthetic Aperture Radar Observations of Hail Damage Swaths to Agricultural Crops

in the Central United States. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 59, 665-685.
<https://doi.org/10.1175/JAMC-D-19-0124.1>

- Bognàr, P., Ferencz, C., Pásztor, S., Molnàr, G., Timàr, G., Hamar, D., et al., 2011. Yield forecasting for wheat and corn in Hungary by satellite remote sensing. *Int. J. Remote Sens.* 32, 4759-4767. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/01431161.2010.493566>
- Bongiovanni, R. G., Robledo, C. W., & Lambert, D.M., 2007. Economics of site-specific nitrogen management for protein content in wheat. *Comput. Electron. Agric.* 58, 13-24.
- Brandolini, Aureliano, Brandolini, Andrea, 2007. Origine e diffusione, in: *Coltura & Cultura*. pp. 46-83.
- Bu, H., Sharma, L. K., Denton, A., & Franzen, D.W., 2017. Comparison of satellite imagery and ground-based active optical sensors as yield predictors in sugar beet, spring wheat, corn, and sunflower. *Agron. J.* 109, 299-308.
- Cazorzi, F., Dalla Fontana, G., De Luca, A., Sofia, G., Tarolli, P., 2012. Drainagenetwork detection and assessment of network storage capacity in agrarianlandscape. *Hydrol. Process* 27, 541-553.
- Changnon, S.A., 2009. Increasing major hail losses in the U.S. *Clim. Change* 96, 161-166. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9597-z>
- Clements, R., Hagggar, J., Quezada, A., Torres, J., 2011. Technologiesfor Climate Change Adaptation.
- Cleugh, H.A., 1998. Effects of windbreaks on airflow, microclimates and crop yields. *Agrofor. Syst.* 41, 55-84. <https://doi.org/10.1023/A:1006019805109>
- Cui, Z., Kerekes, J.P., 2018. Potential of red edge spectral bands in future landsat satellites on agroecosystem canopy green leaf area index retrieval. *Remote Sens.* 10. <https://doi.org/10.3390/rs10091458>
- Curry, L., Weaver, A., & Wiebe, E., 2012. Determining the impact of climate change on insurance risk and the global community. Phase I: Key climate indicators, in: *American Academy of Actuaries' Property/Casualty Extreme Events Committee, CAS, CIA, and SOA.*

- Dabrowska-Zielinska, K., Bartold, M., Gurdak, R., Gatkowska, M., Kiryla, W., Bochenek, Z., Malinska, A., 2018. Crop yield modelling applying leaf area index estimated from sentinel-2 and ProBa-V data at Jecam site in Poland. *Int. Geosci. Remote Sens. Symp.* 2018-July, 5382-5385. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2018.8519120>
- Dell'Orto, V, Corino, C., & Savoini, G., 2007. Usi zootecnici. mais - Colt. Cult. 327-361.
- Die Österreichische Hagelversicherung, 2015a. Allgemeine Bedingungen für DieHagelversicherung.
- Die Österreichische Hagelversicherung, 2015b. Ergänzende Bedingungen für DieVersicherung Von Hagel- Und Anderen Elementarschäden an SaatmaisUniversal Saatmais.
- Diffenbaugh, N.S., Scherer, M., Trapp, R.J., 2013. Robust increases in severe thunderstorm environments in response to greenhouse forcing. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 110, 16361-16366. <https://doi.org/10.1073/pnas.1307758110>
- DiRienzo, C., Fackler, P., & Goodwin, B.K., 2000. Modeling spatial dependence and spatial heterogeneity in county yield forecasting models, in: *Proceedings of the American Agricultural Economics Association Annual Meeting.*
- Dopo il Covid-19 e gelata arriva la grandine, n.d. . L'Informatore Agrar.
- Doraiswamy, P. C., Moulin, S., Cook, P. W., & Stern, A., 2003. Crop yield assessment from remote sensing. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 69, 665-674.
- Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., et al, 2012. Sentinel-2: ESA's optical highresolution mission for GMES operational services. *Remote Sens. Environ.* 120, 25-36.
- EASAC, 2013. Trends in extreme weather events in Europe: implications for national and European Union adaptation strategies.
- Eldredge, J.C., 1935. The effect of injury in imitation of hail damage on the development of the corn plant, *Res. Bull.* 185. Iowa Agric. Home Econ. Exp. Stn.
- Erhardt, R.J., 2017. Climate, weather and environmental sources for actuaries.
- Erickson, B.J., Johannsen, C.J., Vorst, J.J., Biehl, L.L., 2004. Using remote sensing to assess stand loss and defoliation in maize. *Photogramm. Eng. Remote Sensing* 70,

717-722. <https://doi.org/10.14358/PERS.70.6.717>

Fasae, O. A., Adu, F. I., Aina, A. B. J., & Elemo, K.A., 2009. Effects of defoliation time of maize on leaf yield, quality and storage of maize leaves as dry season forage for ruminant production. *Rev. Bras. Ciências Agrárias* 4, 353-357.

Follador, G., 2012. Metodologie generali di stima dei danni da avversità atmosferiche, in: *Corso Di Formazione Perito Estimatore Danni Da Avversità Atmosferiche*.

Gallo, K., Smith, T., Jungbluth, K., Schumacher, P., 2012. Hail swaths observed from satellite data and their relation to radar and surface-based observations: a case study from Iowa in 2009. *Weather Forecast.* 27, 796-802.

Gilioli, D., 2012. La gestione del rischio in agricoltura, prospettive per lo sviluppo di un nuovo strumento per la stabilizzazione dei redditi.

Grandine sul mais, inizia la conta dei danni, n.d. . Terra e Vita.

Haboudane, D., Miller, J. R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P. J., & Strachan, I.B., 2004. Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote Sens. Environ.* 90, 337-352.

Haboudane, D., Miller, J.R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P.J., Strachan, I.B., 2004. Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote Sens. Environ.* 90, 337-352. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.12.013>

Hall, R.D., 2017. Analyzing extreme weather. *Actuar.*

Hamar, D., Ferencz, C., Lichtenberger, J., Tarcsai, G., & F., Arkos, I., 1996. Yield estimation for corn and wheat in the Hungarian Great Plain using Landsat MSS data. *Int. Sensing, J. Remote* 17, 1689-1699.

Hanway, J.J., 1969. Defoliation effect on different corn (*Zea mays*, L.) hybrids as influenced by plant population and stage of development. *Agron. J.* 61, 534-538. <https://doi.org/doi:10.2134/agronj1969.00021962006100040016x>

Hatfield, J. L., Gitelson, A. A., Schepers, J. S., & Walthall, C.L., 2008. Application of spectral remote sensing for agronomic decisions, *Agronomy Journal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.2134/agronj2006.0370c>

- Hicks, D.R., W.W. Nelson, and J.H.F., 1977. Defoliation effects on corn hybrids adapted to the northern Corn Belt. *Agron. J.* 69, 387-390.
<https://doi.org/doi:10.2134/agronj1977.00021962006900030014x>
- Hillaker, H.J., Jr., and P.J.W., 1985. Crop-hail damage in the Midwest corn belt. *J. Clim. Appl. Meteorol.* 24, 3-15.
- Hov, Ø., Cubasch, U., Fischer, E., Höppe, P., Iversen, T., Gunnar Kvamstø, N., Kundzewicz, Z.W., Rezacova, D., Rios, D., Duarte Santos, F., Schädler, B., Veisz, O., Zerefos, C., Benestad, R., Murlis, J., Donat, M., Leckebusch, G.C., Ulbrich, U.U., 2013. Extreme Weather Events in Europe: Preparing for Climate Change Adaptation, Norwegian Meteorological Institute and European Academies Science Advisory Council.
- Imran, M., Zurita-Milla, R., & Stein, A., 2013. Modeling crop yield in West e African rainfed agriculture using global and local spatial regression. *Agron. J.* 105, 1177-1188.
- ISMEA, 2020. Rapporto sulla gestione del rischio in agricoltura.
- ISPRA, 2020. Annli Idrologici [WWW Document]. URL www.acq.isprambiente.it.
- ISTAT, 2016. Italy in figures [WWW Document]. URL http://www.istat.it/en/%0Afiles/2017/06/Italy_in_figures_16.pdf
- Jing, J., Liu, L., Wang, J., Wang, J., Zhao, C., 2004. Uncertainty analysis for NDVI using the physical models, in: International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). pp. 4321-4324.
- Kang, Y., Özdoğan, M., Zipper, S.C., Román, M.O., Walker, J., Hong, S.Y., Marshall, M., Magliulo, V., Moreno, J., Alonso, L., Miyata, A., Kimball, B., Loheide, S.P., 2016. How universal is the relationship between remotely sensed vegetation indices and crop leaf area index? A global assessment. *Remote Sens.* 8.
<https://doi.org/10.3390/rs8070597>
- Klein, R.N., and C.A.S., 2011. Evaluating hail damage to corn, in: EC126.
- Komlev, A., 1960. Field-protective afforestation and the increase in financial yield of agriculture. *Selsk Khoz Povolzhya* 6, 43-45.
- Kort, J., 1988. Benefits of windbreaks to field and forage crops. *Agric. Ecosyst. Environ.*

22/23, 165-190.

- Kunkel, K.E., Changnon, S.A., 2003. Climate-years in the True Prairie: Temporal fluctuations of ecologically critical climate conditions. *Clim. Change* 61, 101-122. <https://doi.org/10.1023/A:1026338617893>
- Lauer, J.G., Roth, G.W., Bertram, M.G., 2004. Impact of defoliation on corn forage yield. *Agron. J.* 96, 1459-1463.
- Laurent, V.C.E., Schaepman, M.E., Verhoef, W., Weyermann, J., Chávez, R.O., 2014. Bayesian object-based estimation of LAI and chlorophyll from a simulated Sentinel-2 top-of-atmosphere radiance image. *Remote Sens. Environ.* 140, 318-329. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.09.005>
- Li, W., Niu, Z., Huang, N., Wang, C., Gao, S., Wu, C., 2015. Airborne LiDAR technique for estimating biomass components of maize A case study in Zhangye City. *Ecol. Indic.* 57, 486-496.
- Lobell, D. B., Thau, D., Seifert, C., Engle, E., & Little, B., 2015. A scalable satellite-based crop yield mapper. *Remote Sens. Environ.* 164, 324-333.
- Lobell, D.B., 2013. The use of satellite data for crop yield gap analysis. *F. Crop. Res.* 143, 56-64.
- Lopresti, M. F., Di Bella, C. M., & Degioanni, A.J., 2015. Relationship between MODIS-NDVI data and wheat yield: A case study in Northern Buenos Aires province, Argentina. *Inf. Process. Agric.* 2, 73-84.
- Lyubchich, V., & Gel, Y.R., 2017. Can we weather proof our insurance? *Environmetrics* 28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/env.2433>
- Maggiore, T., Agostini, S., 2007. Mais in Italia, in: *Coltura & Cultura*. pp. 122-139.
- Maltempo, danni da grandine e ritardi nelle semine, n.d. . *Terra e Vita*.
- Martella, F., n.d. Polizze, tassi in aumento ma proteggersi conviene. *Terra e Vita*.
- Minami, M., Ujihara, A., 1991. Effects of Lodging on Dry Matter Production, Grain Yield and Nutritional Composition at Different Growth Stages in Maize (*Zea mays* L.). *Japanese J. Crop Sci.* 60, 107-115. <https://doi.org/10.1626/jcs.60.107>
- Mohr, S., Kunz, M., 2013. Recent trends and variabilities of convective parameters

relevant for hail events in Germany and Europe. *Atmos. Res.* 123, 211-228.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.05.016>

- Molthan, A.L., Burks, J.E., McGrath, K.M., LaFontaine, F.J., 2013. Multi-sensorexamination of hail damage swaths for near real-time applications andassessment. *J. Oper. Meteor* 1, 144-156.
- Monteith, J.L., 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philos. Trans. R. Soc. B* 281, 277-294.
- Morgan, G.M.J., 1973. A general description of the hail problem in the Po Valley of Northern Italy. *J. Appl. Meteorol. Climatol.* 12, 338-353.
- Nguy-Robertson, A., Gitelson, A., Peng, Y., Vi-na, A., Arkebauer, T., & Rundquist, D., 2012. Green leaf area index estimation in maize and soybean: Combining vegetation indices to achieve maximal sensitivity. *Agron. J.* 104, 1336-1347.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2134/agronj2012.0065>
- Niels, B., Leblanc, E., 2001. Comparing prediction power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density. *Remote Sens. Environ.* 76, 156-172.
- NOAA, 2013. Global Analysis for July 2013.
- Noureldin, N.A., Aboelghar, M.A., Saady, H.S., Ali, A.M., 2013. Rice yield forecasting models using satellite imagery in Egypt. *Egypt. J. Remote Sens. Sp. Sci.* 16, 125-131.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2013.04.005>
- Österreichische Hagelversicherung, 2013. Hagel, Hochwasser, Dürre Verursachten Enorme Schäden in Der Landwirtschaft.
- Pasqualotto, N., Delegido, J., Van Wittenberghe, S., Rinaldi, M., Moreno, J., 2019. Multi-Crop Green LAI Estimation with a New Simple Sentinel-2 LAI Index (SeLI). *Sensors (Basel)*. 19. <https://doi.org/10.3390/s19040904>
- Peralta, N., Assefa, Y., Du, J., Barden, C., & Ciampitti, I., 2016. Midseason high-resolution satellite imagery for forecasting sitespecific corn yield. *Remote Sens.* 8, 848.
- Peters, A.J., Griffin, S.C., Vina, A., Ji, L., 2000. Use of remotely sensed data for assessing crop hail damage. *Photogramm. Eng. Remote Sensing* 66, 1349-1355.

- Piani, F., Crisci, A., De Chiara, G., Maracchi, G., Meneguzzo, F., 2005. Recent trends and climatic perspectives of hailstorms frequency and intensity in Tuscany and Central Italy. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 5, 217-224.
- Pinna, M., 1970. Contributo alla classificazione del clima d'Italia. *Riv. Geogr. Ital.* 2, 129-152.
- Polini, A., 2007. Parassiti animali, in: *Coltura & Cultura*. pp. 204-219.
- Politeo, M., 2008. I danni da grandine sulle colture agrarie del Veneto dal 1990 al 2004.
- Prabhakar, M., Gopinath, K.A., Reddy, A.G.K., Thirupathi, M., Rao, C.S., 2018. Mapping hailstorm damaged crop area using multispectral satellite data. *Egypt. J. Remote Sens. Sp. Sci.* <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2018.09.001>
- Prabhakar, M., Thirupathi, M., Kumar, G.S., Sravan, U.S., Kalpana, M., Gopinath, K.A., Kumar, N.R., 2019. Damage assessment of chilli thrips using high resolution multispectral satellite data. *J. Agrometeorol.* 21, 480-487.
- Pres, J., 2009. Measuring non-catastrophic weather risks for businesses. *Geneva Pap. Risk Insur.* 34, 425-439.
- Raun, W. R., Solie, J. B., & Johnson, G. V., 2002. Improving nitrogen use efficiency in cereal grain production with optical sensing and variable rate application. *Agron. J.* 94, 815-820.
- Reeves, M. C., Zhao, M., & Running, S.W., 2005. Usefulness and limits on MODIS GPP for estimating wheat yield. *Int. J. Remote Sens.* 26, 1403-1421.
- Rembold, F., Atzberger, C., Savin, I., & Rojas, O., 2013. Using low resolution satellite imagery for yield prediction and yield anomaly detection, *Remote Sensing*.
- Rouse, J., Haas, R., & Schell, J., 1973. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation.
- Scheel, I., Ferkingstad, E., Frigessi, A., Haug, O., Hinnerichsen, M., & Meze-Hausken, E., 2013. A Bayesian hierarchical model with spatial variable selection: The effect of weather on insurance claims. *J. R. Stat. Soc. Ser. C (Applied Stat.)* 62, 85-100.
- Shanahan, J. F., Schepers, J. S., Francis, D. D., Varvel, G.E., Wilhelm, W. W., Tringe, J. M., et al., 2001. Use of remotesensing imagery to estimate corn grain yield. *Agron.*

J. 93, 583-589.

- Shapiro, C.A., T.A. Peterson, and A.D.F., 1986. Yield loss due to simulated hail damage on corn: A comparison of actual and predicted values. *Agron. J.* 78, 585-589.
- Siahkouhian, S., Shakiba, M. R., Salmasi, S. Z., Golezani, K. G., & T., M., 2013. Response of yield, yield attributes and grain quality of three maize cultivars to defoliation. *Int. J. Plant, Anim. Environ. Sci.* 3, 22-27.
- Sibley, A. M., Grassini, P., Thomas, N. E., Cassman, K. G., & Lobell, D.B., 2014. Testing remote sensing approaches for assessing yield variability among maize fields. *Agron. Journal* 106, 24-32.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2134/agronj2013.0314>
- Simonelli, S., Fogliani, G., Chiusa, B., & Vercesi, A., 1983. Ricerche sperimentali sulla simulazione dei danni provocati dalla grandine su colture di mais da insilare (primo contributo). *Riv. di Agron.* 17, 27-34.
- Simonelli, S., Rancati, Taino, 1978. Declaratoria Simonelli. Ponte-Rivista Ciag.
- Smith, A. B., & Katz, R.W., 2013. US billion-dollar weather and climate disasters: Data sources, trends, accuracy and biases. *Nat. Hazards* 67, 387-410.
- Smith, A. B., & Matthews, J.L., 2015. Quantifying uncertainty and variable sensitivity within the US billion-dollar weather and climate disaster cost estimates. *Nat. Hazards* 77, 1829-1851. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11069-015-1678-x>
- Smith, A.M., Daub, N., Nadeau, C., 2005. Assessing hail damage in agricultural crops using MERIS data, in: *Proceedings of the 26th Canadian Symposium on Remote Sensing*. pp. 365-371.
- Solie, J. B., Dean Monroe, A., Raun, W. R., & Stone, M.L., 2012. Generalized algorithm for variable-rate nitrogen application in cereal grains. *Agron. J.* 104, 378-387.
- Stulec, I., 2017. Effectiveness of weather derivatives as a risk management tool in food retail: The case of Croatia. *Int. J. Financ. Stud.* 5, 1-15.
- Toeglhofer, C., Mestel, R., & Pretenthaler, F., 2012. Weather value at risk: On the measurement of noncatastrophic weather risk. *Weather. Clim. Soc.* 4, 190-199.
- Torriani, D., Calanca, P., Lips, M., Ammann, H., Beniston, M., Fuhrer, J., 2007. Regional

assessment of climate change impacts on maize productivity and associated production risk in Switzerland. *Reg. Environ. Chang.* 7, 209-221.
<https://doi.org/10.1007/s10113-007-0039-z>

Tosi, L., n.d. Grandine e maltempo, milioni di danni all'agricoltura delle regioni adriatiche. *Terra e Vita*.

Tucker, C.J., 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sens. Environ.* 8, 127-150.

Verger, A., Martínez, B., Coca, F.C.-D., García-Haro, F.J., 2009. Accuracy assessment of fraction of vegetation cover and leaf area index estimates from pragmatic methods in a cropland area. *Int. J. Remote Sens.* 30, 2685-2704.
<https://doi.org/10.1080/01431160802555804>

Verrelst, J., Rivera, J.P., Veroustraete, F., Muñoz-Marí, J., Clevers, J.G.P.W., Camps-Valls, G., Moreno, J., 2015. Experimental Sentinel-2 LAI estimation using parametric, non-parametric and physical retrieval methods - A comparison. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 108, 260-272.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.04.013>

Vescovo, L., Gianelle, D., Dalponte, M., Miglietta, F., Carotenuto, F., Torresan, C., 2016. Hail defoliation assessment in corn (*Zea mays* L.) using airborne LiDAR. *F. Crop. Res.* 196, 426-437. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.024>

Viggiani, P., 2007. Erbe selvatiche, in: *Coltura & Cultura*. pp. 238-253.

Woodruff NP, Lyles L, S.F. and F.D., 1972. How to control wind erosion. *Agric. Inf.* 354, 1-22.

Wu, J., Wang, D., Bauer, M.E., 2007. Assessing broadband vegetation indices and QuickBird data in estimating leaf area index of corn and potato canopies. *F. Crop. Res.* 102, 33-42.

Zuber, M.S. and M.S.K., 1978. Corn lodging slowed by sturdier stalks. *Crop. Soils* 30, 13-15.

RINGRAZIAMENTI

In due anni di lavoro ho chiesto molto a me stesso ma soprattutto alle persone che hanno dedicato parte del loro tempo e del loro impegno affinché questo lavoro di tesi raggiungesse dei risultati. Ringrazio Dodi Annunzio e Albertini Giorgio per il materiale che mi hanno fornito, il Prof. Acutis Marco e il Dott. Schillaci Calogero per la supervisione, mia mamma e la mia fidanzata per il costante supporto morale, specialmente quando non riuscivo a progredire e la tesi si impantanava in una serie di dati non interpretabili dalle mie conoscenze limitate. Grazie a tutti coloro che sono stati coinvolti e grazie ai lettori, veri fruitori del contenuto di questa tesi di laurea.

Nella speranza che possa ispirare future ricerche

APPENDICE A

Si riportano qui le immagini offerte dal Dott. Albertini e le definizioni alla Declaratoria Simonelli

TRAUMA	DEFINIZIONE
Listerellamento	Brevi ferite longitudinali della lamina (lunghe 10-15 cm), più o meno numerose (6-9) nel senso delle nervature parallele della foglia
Sfrangiamento	Rotture longitudinali più pronunciate delle precedenti (lunghe 30-40 cm) nel senso delle nervature. Le rotture, essendo più lunghe, si distendono a festoni ondulati e sono configurabili nelle classiche sfrangiature. Sono pure riscontrabili lieve rotture trasversali della lamina
Sbrindellamento	le ferite sono sempre più consistenti con discrete rotture trasversali in aggiunta a quelle longitudinali, tali da provocare verie propri brandelli della lamina con lieve asportazione del lembo fogliare
Asportazione	distacco di porzione del lembo fogliare e comportauna reale riduzione della superficie della lamina. Vanno ritenute asportate le porzioni di lembo e i brandelli con funzionalità scarsa o nulla

Per IF si intende Inefficienza Fogliare. Le immagini, prodotte per un corso di aggiornamento per periti assicurativi svoltosi a Remedello (BS) nel 2019, coprendono la fotografia di una foglia in pieno sviluppo di mais a cui è associata una percentuale di

inefficienza fogliare come da Declaratoria Simonelli. E' inoltre presente una spiegazione di come è stata assegnata l'inefficienza fogliare in base ai traumi riscontrati sulla foglia



7 lesioni longitudinali di cui 3 lunghe meno di 10 cm, 3 di circa 10 cm e 1 di 15 cm

IF 5%

FOGLIA 1



8 lesioni longitudinali lunghe circa 5 – 15 cm

IF 10%

FOGLIA 2



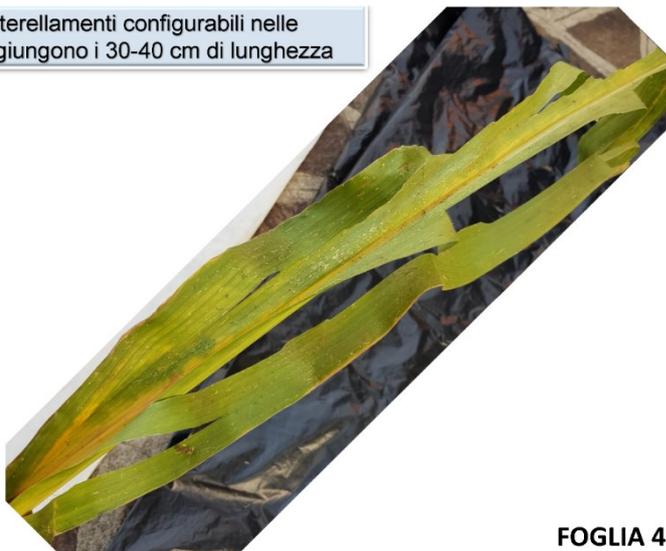
1 lesione longitudinale lunga 10 cm, 2 lesioni longitudinali di circa 15 cm e 2 di 20 cm

IF 15%

FOGLIA 3

la lamina presenta sensibili lusteramenti configurabili nelle classiche sfrangiature che raggiungono i 30-40 cm di lunghezza

IF 20%



FOGLIA 4

sensibili lusteramenti configurabili nelle classiche Sfrangiature che raggiungono i 30-40 cm di lunghezza e sono pure riscontrabili lievi rotture trasversali. Non c'è perdita di lembo fogliare

IF 25%



FOGLIA 5

Le ferite sono consistenti rendendo ben manifesto il classico sbrindellamento con rotture trasversali senza asportazione di lembo fogliare

IF 30%



FOGLIA 6



la lamina fogliare presenta uno sbrindellamento sensibile con rotture trasversale della lamina. Si rileva infine una asportazione del lembo fogliare di circa il 25%

$$IF = 25 + (30 \times 75 / 100) = 47,5\%;$$

IF 50%

FOGLIA 7



la lamina fogliare presenta uno sbrindellamento sensibile con rotture trasversale della lamina e brindelli in posizione anomala. Si rileva infine una asportazione del lembo fogliare di circa il 60%

$$IF = 60 + (30 \times 40 / 100) = 72,0\%;$$

IF 75%

FOGLIA 8



2 lesioni longitudinali lunghe circa 10 - 15 cm

IF 5%

FOGLIA 9



la lamina fogliare presenta uno sbrindellamento sensibile con rotture trasversale della lamina e brindelli in posizione anomala. Si rileva infine una asportazione del lembo fogliare di circa il 20%

$$IF = 20 + (30 \times 80 / 100) = 44,0\%;$$

IF 45%

FOGLIA 10



la lamina fogliare presenta uno sbrindellamento sensibile con rotture trasversale della lamina e brindelli in posizione anomala senza perdita di lembo fogliare

IF = 30%

FOGLIA 11



la lamina fogliare presenta uno sbrindellamento sensibile con rotture trasversale della lamina e brindelli in posizione anomala senza perdita di lembo fogliare

IF = 30%

FOGLIA 12

la lamina presenta 4 semplici lesioni longitudinali che raggiungono la lunghezza di 10- 15 cm e 2 di circa 20 cm



IF = 15%

FOGLIA 13

la lamina presenta 5 semplici lesioni longitudinali di 10 cm di lunghezza e 2 di 25 – 35 cm con l'aspetto di frangia



IF = 20%

FOGLIA 14

sensibili listerellamenti configurabili nelle classiche sfrangiature che raggiungono i 30-40 cm di lunghezza



IF 20%

FOGLIA 15



Singola lieve lesione longitudinale di pochi cm influente sulla funzionalità fotosintetica, respiratoria e traspirante

IF 0%

FOGLIA 16



la lamina presenta 3 semplici lesioni longitudinali che raggiungono la lunghezza di circa 15 cm e 2 di cm 25

IF = 15%

FOGLIA 17



la lamina fogliare presenta uno sbrindellamento sensibile con rotture trasversale della lamina e brindelli in posizione anomala. Si rileva infine una asportazione del lembo fogliare di circa il 40%

$IF = 40 + (30 \times 60 / 100) = 58\%$;

IF 60%

FOGLIA 18



la lamina fogliare presenta uno sbrindellamento sensibile con rotture trasversale della lamina e brindelli in posizione anomala. Si rileva infine una asportazione del lembo fogliare di circa il 10%

IF = 10 + (30 x 90 /100) = 37%;
IF 40%

FOGLIA 19

Sfrangiamento con ferite longitudinali lunghe 30-40 cm e rottura della costola nel terzo terminale della lamina fogliare

Sfrangiamento: IF 20%
 Rottura della costola: IF 15% sul residuo 80%
 IF totale: 20 + (15 x 80/100) = 32%
IF 35%



FOGLIA 20

APPENDICE B

TABELLA 18

Si rappresentano in tabella tutti i terreni analizzati per la presente tesi. La colonna “NUMERO” rappresenta il numero progressivo dei terreni, mentre le successive tre colonne rappresentano i tre dati necessari alla corretta localizzazione tramite il Catasto Italiano di tutte le porzioni di territorio sulle quali insiste la coltura analizzata. Tutti i Comuni individuati appartengono alla provincia di Brescia (Lombardia, Italia)

Tab. 18: Individuazione catastale dei terreni sui quali insistono le colture analizzate

NUMERO	COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
1	GHEDI	6	116
2	CAPRIANO D/C	5	96-942
3	AZZANO MELLA	10	74
4	AZZANO MELLA	11	86
5	CASTREZZATO	1	4-8-9-27-28-35-36-175-177
6	TORBOLE CASAGLIA	19	2-84-85
7	TORBOLE CASAGLIA	19	6-7-31 (parte 1)
8	TORBOLE CASAGLIA	19	31 (parte 2)-71
9	PONTEVICO	18	90-92-199
10	PONTEVICO	18	167-168
11	PONTEVICO	18	106
12	PONTEVICO	18	108-201-203
13	PONTEVICO	18	122
14	PONTEVICO	18	120
15	PONTEVICO	18	126 (parte1)
16	PONTEVICO	18	126 (parte 2) -208 (parte 1)
17	PONTEVICO	18	126 (parte 3) -127-188-207-208 (parte 2)
18	BASSANO BRESCIANO	3	164
19	CHIARI	27	30-31
20	CHIARI	26	23-24-25-351
21	CHIARI	26	27-28
22	CHIARI	26	54-166
23	CHIARI	17	286-287
24	CHIARI	17	400-401-103-404
25	VILLACHIARA	1	38 (parte 1) -46
26	VILLACHIARA	1	5
27	VILLACHIARA	1	22
28	VILLACHIARA	1	36 (parte 1)
29	VILLACHIARA	1	36 (parte 2)
30	VILLACHIARA	1	44
31	VILLACHIARA	1	38 (parte 1) -39
32	BORGIO S/G	1	27
33	BORGIO S/G	1	34 (parte 1)
34	BORGIO S/G	1	34 (parte 2)
35	CIGOLE	5	38-39
36	CIGOLE	5	42
37	CIGOLE	5	60
38	CIGOLE	8	55
39	CIGOLE	8	57-58
40	CIGOLE	9	45
41	CIGOLE	10	2-4
42	CIGOLE	5	21 (parte 1)
43	CIGOLE	5	21 (parte 2)

44	CIGOLE	5	25 (parte 1)
45	CIGOLE	5	25 (parte 2)
46	CIGOLE	5	22-143-144
47	CIGOLE	5	63
48	CIGOLE	10	67-69-70-71-72
49	CIGOLE	10	334-336
50	CIGOLE	10	131-133-134-136- 138-140-319
51	CIGOLE	10	199-200
52	CIGOLE	10	47-317
53	CIGOLE	10	50 (parte 1)
54	CIGOLE	10	50 (parte 2) -458
55	ERBUSCO	12	100-105-109-119
56	ERBUSCO	17	288-290-365
57	ERBUSCO	17	40
58	ERBUSCO	17	347 (parte 1)
59	ERBUSCO	17	347 (parte 2)
60	ERBUSCO	17	26
61	OFFLAGA	20	50
62	OFFLAGA	20	89
63	OFFLAGA	20	246-303-309
64	OFFLAGA	20	132
65	OFFLAGA	20	23
66	POMPIANO	10	29
67	POMPIANO	13	41
68	POMPIANO	16	4 (parte 1)
69	POMPIANO	16	4 (parte 2)
70	POMPIANO	16	2
71	POMPIANO	16	53
72	POMPIANO	16	11 (parte 1)
73	POMPIANO	16	11 (parte 2)
74	POMPIANO	16	50
75	LONGHENA	1	6
76	ROVATO	14	36
77	ROVATO	15	226-231
78	ROVATO	15	5-77-129-238
79	LONGHENA	4	1-2-3
80	BASSANO BRESCIANO	1	6 (parte 1)
81	BASSANO BRESCIANO	1	6 (parte 2)
82	BASSANO BRESCIANO	1	6 (parte 3)
83	BASSANO BRESCIANO	1	41
84	BASSANO BRESCIANO	1	50 (parte 1)
85	BASSANO BRESCIANO	1	50 (parte 2)
86	BASSANO BRESCIANO	3	1-2-184
87	VEROLAVECCHIA	13	9-10-11-12
88	VEROLAVECCHIA	13	1-2-39
89	VEROLAVECCHIA	13	4

90	VEROLAVECCHIA	13	3-5-51
91	VEROLAVECCHIA	13	15-16-17
92	VEROLANUOVA	29	2
93	POMPIANO	9	63
94	POMPIANO	16	25 (parte 1)
95	POMPIANO	16	25 (parte 2) – 44
96	POMPIANO	17	82 (parte 1)
97	POMPIANO	17	82 (parte 2)
98	POMPIANO	17	32 (parte 1)
99	POMPIANO	17	32 (parte 2)
100	POMPIANO	17	32 (parte 3)
101	LONATO D/G	63	103-105-107-108- 109-110-111-313- 314-315
102	LONATO D/G	75	49-50-92-142-145- 147
103	CAZZAGO S/M	31	126
104	CAZZAGO S/M	32	462
105	LENO	1	71-72
106	LENO	5	171
107	LENO	5	14 (parte 1)
108	LENO	5	14 (parte 2)
109	LENO	5	21
110	ORZIVECCHI	2	52
111	ORZIVECCHI	1	19
112	ORZIVECCHI	2	12
113	ORZIVECCHI	2	2 (parte 1)
114	ORZIVECCHI	2	2 (parte 2)
115	ORZINUOVI	25	133-134-135-136
116	ORZINUOVI	39	19
117	VEROLAVECCHIA	4	12-14-15 (parte 1)
118	VEROLAVECCHIA	4	12-14-15 (parte 2)
119	VEROLAVECCHIA	14	50
120	VEROLAVECCHIA	14	84
121	VEROLAVECCHIA	15	6 (parte 1)
122	VEROLAVECCHIA	15	6 (parte 2)
123	VEROLAVECCHIA	15	6 (parte 3)
124	VEROLAVECCHIA	15	6 (parte 4)
125	VEROLAVECCHIA	15	6 (parte 5)-11

TABELLA 19

Nella seguente tabella si rappresentano i terreni individuati nella tabella 18 aggiungendo informazioni essenziali alla loro classificazione: il “TIPO COLTURA” individua il fine ultimo della produzione maidicola (granella o insilato); il “TIPO EVENTO” individua il tipo di avversità

riscontrata nel mais (per semplicità, i soli Grandine e Vento Forte); la “DATA EVENTO” stabilisce il momento in cui osserare la coltura e il “DANNO TOTALE” è la stima di danno effettuata dai periti che hanno visitato il sito successivamente alla data dell’evento.

Nell’ultima colonna a destra, in certi casi, compare il termine RD. Tale valore significa “Ritiro di denuncia”. Ciò significa che un agricoltore, in quel caso specifico, ha deciso di non denunciare l’evento avverso in quanto non superava l’aliquota di franchigia e quindi non sarebbe comunque stato risarcito. In molte assicurazioni, la franchigia per il prodotto “Mais” è il 10%: questo fa sì che danni inferiori o pari al 10% siano irrisarcibili.

Tab. 19: colture analizzate ed eventi atmosferici

NUMERO	TIPO COLTURA	TIPO EVENTO	DATA EVENTO (NEL 2018)	DANNO TOT
1	GRANEL	GRANDINE	07-mag	RD
2	GRANEL	GRANDINE	07-giu	6
3	GRANEL	GRANDINE	07-giu	2
4	GRANEL	GRANDINE	07-giu	2
5	GRANEL	GRANDINE	05-lug	13
6	GRANEL	GRANDINE	11-giu	7
7	INSILAT	GRANDINE	11-giu	7
8	INSILAT	GRANDINE	11-giu	7
9	INSILAT	GRANDINE	04-giu	RD
10	GRANEL	VENTO FORTE	04-giu	RD
11	GRANEL	VENTO FORTE	04-giu	RD
12	GRANEL	VENTO FORTE	04-giu	RD
13	GRANEL	VENTO FORTE	04-giu	RD
14	GRANEL	VENTO FORTE	04-giu	RD
15	GRANEL	VENTO FORTE	04-giu	RD
16	GRANEL	VENTO FORTE	04-giu	RD
17	GRANEL	VENTO FORTE	04-giu	RD
18	GRANEL	VENTO FORTE	04-giu	RD
19	GRANEL	VENTO FORTE	23-lug	21
20	GRANEL	VENTO FORTE	23-lug	RD
21	GRANEL	VENTO FORTE	23-lug	RD
22	GRANEL	VENTO FORTE	23-lug	RD
23	GRANEL	VENTO FORTE	23-lug	RD
24	GRANEL	VENTO FORTE	23-lug	RD
25	GRANEL	VENTO FORTE	09-ago	0
26	GRANEL	VENTO FORTE	09-ago	32
27	INSILAT	VENTO FORTE	09-ago	26
28	INSILAT	VENTO FORTE	09-ago	0
29	GRANEL	VENTO FORTE	09-ago	0
30	GRANEL	VENTO FORTE	09-ago	0
31	GRANEL	VENTO FORTE	09-ago	0

32	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	3
33	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	28
34	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	2
35	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	2
36	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	2
37	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	2
38	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	2
39	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	2
40	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	2
41	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	2
42	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	12
43	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	12
44	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
45	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
46	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
47	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
48	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
49	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
50	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
51	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
52	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
53	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
54	INSILAT	VENTO FORTE	03-lug	3
55	INSILAT	VENTO FORTE	05-lug	RD
56	GRANEL	VENTO FORTE	05-lug	RD
57	GRANEL	VENTO FORTE	05-lug	RD
58	GRANEL	VENTO FORTE	05-lug	RD
59	GRANEL	VENTO FORTE	05-lug	RD
60	GRANEL	VENTO FORTE	05-lug	RD
61	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	12
62	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	12
63	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	3
64	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	3
65	GRANEL	VENTO FORTE	03-lug	3
66	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	30
67	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	30
68	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	30
69	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	30
70	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	30
71	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	30
72	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	30
73	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	30
74	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	30
75	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	20
76	INSILAT	GRANDINE + VENTO F.	20-lug	22
77	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	20-lug	22
78	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	20-lug	15

79	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	3
80	INSILAT	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	3
81	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	3
82	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	3
83	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	3
84	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	3
85	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	3
86	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	3
87	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	RD
88	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	15
89	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	15
90	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	15
91	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	15
92	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	04-giu	RD
93	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	3
94	INSILAT	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	3
95	INSILAT	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	3
96	INSILAT	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	3
97	INSILAT	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	3
98	INSILAT	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	3
99	INSILAT	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	3
100	INSILAT	GRANDINE + VENTO F.	21-lug	3
101	INSILAT	GRANDINE + VENTO F.	16-lug	RD
102	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	16-lug	16
103	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	20-lug	16
104	GRANEL	GRANDINE + VENTO F.	20-lug	14
105	GRANEL	/	04-giu	0
106	GRANEL	/	04-giu	0
107	GRANEL	/	04-giu	0
108	GRANEL	/	04-giu	0
109	GRANEL	/	04-giu	0
110	GRANEL	/	18-giu	RD
111	GRANEL	VENTO FORTE	18-giu	RD
112	GRANEL	VENTO FORTE	18-giu	RD
113	GRANEL	VENTO FORTE	18-giu	RD
114	GRANEL	VENTO FORTE	18-giu	RD
115	GRANEL	VENTO FORTE	09-ago	33
116	INSILAT 2° raccolto	VENTO FORTE	09-ago	33
117	INSILAT 2° raccolto	VENTO FORTE	01-ago	14
118	INSILAT 2° raccolto	VENTO FORTE	01-ago	14
119	INSILAT 2° raccolto	VENTO FORTE	01-ago	14
120	INSILAT 2° raccolto	VENTO FORTE	01-ago	14
121	INSILAT 2° raccolto	VENTO FORTE	01-ago	14
122	INSILAT 2° raccolto	VENTO FORTE	01-ago	14
123	INSILAT 2° raccolto	VENTO FORTE	01-ago	14
124	INSILAT 2° raccolto	VENTO FORTE	01-ago	14
125	INSILAT 2° raccolto	VENTO FORTE	01-ago	14

TABELLA 20

Con la categoria “NOME” si indica, per semplicità, la data di rilevamento della riflettanza del terreno. Ogni data corrisponde ad un’immagine recuperata il tale giorno e differente dalle altre. L’anno di riferimento è il 2018.

Tab. 20: immagini multispettrali Sentinel-2 utilizzate

PROVINCIA	ID MISSIONE SENTINEL-2	NOME
BRESCIA	S2B	28-marzo
BRESCIA	S2B	14-aprile
BRESCIA	S2B	17-aprile
BRESCIA	S2B	24-aprile
BRESCIA	S2B	24-maggio
BRESCIA	S2B	03-giugno
BRESCIA	S2B	16-giugno
BRESCIA	S2B	26-giugno
BRESCIA	S2B	03-luglio
BRESCIA	S2B	23-luglio
BRESCIA	S2B	05-agosto
BRESCIA	S2B	15-agosto
BRESCIA	S2B	22-agosto
BRESCIA	S2B	11-settembre
BRESCIA	S2B	14-settembre
BRESCIA	S2B	21-settembre
BRESCIA	S2B	24-settembre
BRESCIA	S2A	02-aprile
BRESCIA	S2A	19-aprile
BRESCIA	S2A	22-aprile
BRESCIA	S2A	12-maggio
BRESCIA	S2A	19-maggio
BRESCIA	S2A	01-giugno
BRESCIA	S2A	18-giugno
BRESCIA	S2A	21-giugno
BRESCIA	S2A	08-luglio
BRESCIA	S2A	18-luglio
BRESCIA	S2A	28-luglio
BRESCIA	S2A	31-luglio
BRESCIA	S2A	07-agosto
BRESCIA	S2A	10-agosto
BRESCIA	S2A	17-agosto
BRESCIA	S2A	20-agosto
BRESCIA	S2A	27-agosto
BRESCIA	S2A	30-agosto
BRESCIA	S2A	6-settembre
BRESCIA	S2A	9-settembre
BRESCIA	S2A	16-settembre

INSIEME DI TABELLE 21

La formazione dei cluster si è riproposta per gli altri indici vegetativi con le medesime metodologie, ottenendo diversi risultati per ogni indice. Di seguito si riporta quanto ottenuto.

- ARVI

PRIMA CLASSIFICAZIONE

(vedi NDVI)

TERRENI ANOMALI

(vedi NDVI)

SECONDA CLASSIFICAZIONE

Numero di casi in ciascun cluster

Cluster	1	19,000
	2	24,000
	3	74,000
Valido		117,000
Mancante		,000

- MSAVI e SAVI

PRIMA CLASSIFICAZIONE

Numero di casi in ciascun cluster

Cluster	1	13,000
	2	3,000
	3	1,000
	4	16,000
	5	1,000
	6	49,000
	7	15,000
	8	16,000
	9	1,000

10	8,000
11	1,000
12	1,000
Valido	125,000
Mancante	,000

TERRENI ANOMALI

COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
POMPIANO	16	25 (parte 1)
POMPIANO	17	82 (parte 1)
POMPIANO	17	82 (parte 2)
VILLACHIARA	1	38 (parziale), 46
ORZIVECCHI	2	2 (parte 1)
VEROLAVECCHIA	4	12, 14, 15 (parte 2)
VILLACHIARA	1	38 (parte 1), 39
CIGOLE	5	25 (parte 2)

SECONDA CLASSIFICAZIONE

Numero di casi in ciascun
cluster

Cluster	1	24,000
	2	24,000
	3	69,000
Valido		117,000
Mancante		,000

- MSAVI2

PRIMA CLASSIFICAZIONE

Numero di casi in ciascun
cluster

Cluster	1	16,000
	2	3,000
	3	1,000
	4	70,000
	5	1,000
	6	12,000
	7	8,000
	8	7,000
	9	1,000
	10	4,000
	11	1,000
	12	1,000
Valido		125,000
Mancante		,000

TERRENI ANOMALI

(vedi MSAVI e SAVI)

SECONDA CLASSIFICAZIONE

Numero di casi in ciascun cluster

Cluster	1	28,000
	2	24,000
	3	65,000
Valido		117,000
Mancante		,000

- MCARI

PRIMA CLASSIFICAZIONE

Numero di casi in ciascun cluster

Cluster	1	1,000
	2	1,000
	3	1,000
	4	1,000
	5	1,000
	6	1,000
	7	14,000
	8	1,000
	9	1,000
	10	1,000
	11	1,000
	12	101,000
Valido		125,000
Mancante		,000

TERRENI ANOMALI

COMUNE	FOGLIO	MAPPALE
POMPIANO	16	25 (parte 1)
POMPIANO	17	82 (parte 1)
POMPIANO	17	82 (parte 2)
VILLACHIARA	1	38 (parziale), 46
ORZIVECCHI	2	2 (parte 1)
VEROLAVECCHIA	4	12, 14, 15 (parte 2)
LENO	5	21
CIGOLE	5	25 (parte 2)
BASSANO BRESCIANO	1	6 (parte 2)
VILLACHIARA	1	38 (parte 1), 39

SECONDA CLASSIFICAZIONE

Numero di casi in ciascun cluster

Cluster	1	93,000
	2	12,000
	3	10,000
Valido		115,000
Mancante		,000

Tab. 21: Insieme di tabelle, prima e seconda classificazione non supervisionata degli indici vegetativi e tabelle di terreni cerniti

APPENDICE C

INSIEME DI TABELLE 22

Di seguito, i risultati suddivisi per tipologia di accuratezza e secondo i tre metodi utilizzati per il calcolo:

- nella prima tabella di ogni indice, le accuratezze relative al totale dei dati;
- nella seconda tabella di ogni indice, le accuratezze relative ai dati suddivisi per eventi atmosferici avversi;
- nella terza tabella di ogni indice, le accuratezze relative ai dati suddivisi per eventi e fenologia colturale.

MSAVI

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO ALLARME MIN	MANCATO ALLARME MIN
UNIVERSALE	01->05		92,7%		68,4%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO ALLARME MIN	MANCATO ALLARME MIN
I° E II° RACC	01		91,4%		85,7%
I° E II° RACC	02		94,9%		80,0%
I° E II° RACC	03		94,9%		0,0%
I° E II° RACC	04		88,9%		91,9%
I° E II° RACC	05		92,3%		80,0%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO ALLARME MIN	MANCATO ALLARME MIN
I° RACC	01		95,7%		50,0%
I° RACC	02		90,3%		71,4%
I° RACC	03		93,5%		0,0%

I° RACC	04	92,5%	96,6%	0,0%
II° RACC	04	79,2%	0,0%	21,7%
II° RACC	05	91,7%	0,0%	9,1%

MSAVI2

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
UNIVERSALE	01->05		92,8%		65,0%		5,1%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
I° E II° RACC	01		95,7%		66,7%		2,6%
I° E II° RACC	02		93,2%		80,0%		3,7%
I° E II° RACC	03		94,9%		0,0%		5,5%
I° E II° RACC	04		88,9%		83,3%		7,2%
I° E II° RACC	05		92,3%		76,9%		1,0%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
I° RACC	01		95,7%		50,0%		3,3%
I° RACC	02		90,3%		71,4%		4,7%
I° RACC	03		93,6%		0,0%		7,0%
I° RACC	04		92,5%		96,6%		0,0%
II° RACC	04		79,2%		0,0%		21,7%
II° RACC	05		91,7%		0,0%		9,1%

NDVI

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
UNIVERSALE	01->05		92,1%		70,8%		5,2%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
I° E II° RACC	01		95,7%		95,9%		0,0%
I° E II° RACC	02		92,3%		88,9%		4,6%
I° E II° RACC	03		92,3%		0,0%		8,0%
I° E II° RACC	04		88,0%		91,8%		0,0%
I° E II° RACC	05		91,4%		78,9%		0,0%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
I° RACC	01		94,6%		94,6%		0,0%
I° RACC	02		90,3%		80,0%		5,7%
I° RACC	03		90,3%		16,7%		9,2%
I° RACC	04		92,5%		95,9%		0,0%
II° RACC	04		83,3%		0,0%		18,2%
II° RACC	05		91,7%		0,0%		9,1%

SAVI

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
UNIVERSALE	01->05		92,2%		80,0%		1,9%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
I° E II° RACC	01		96,6%		50,0%		2,6%
I° E II° RACC	02		91,4%		83,3%		3,8%
I° E II° RACC	03		94,8%		0,0%		5,5%
I° E II° RACC	04		88,8%		91,8%		0,0%
I° E II° RACC	05		92,2%		80,0%		1,9%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
I° RACC	01		89,2%		50,0%		3,3%
I° RACC	02		90,3%		71,4%		4,7%
I° RACC	03		93,5%		0,0%		7,0%
I° RACC	04		92,5%		96,6%		0,0%
II° RACC	04		78,3%		0,0%		22,7%
II° RACC	05		91,3%		0,0		9,5%

MCARI

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
UNIVERSALE	01->05		88,5%		85,5%		3,9%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
I° E II° RACC	01		93,0%		87,5%		2,8%
I° E II° RACC	02		93,0%		75,0%		4,5%
I° E II° RACC	03		89,6%		33,3%		9,8%
I° E II° RACC	04		86,0%		92,5%		0,0%
I° E II° RACC	05		90,4%		82,4%		1,0%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
I° RACC	01		92,2%		85,7%		3,1%
I° RACC	02		92,2%		75,0%		5,1%
I° RACC	03		85,4%		59,1%		4,9%
I° RACC	04		88,3%		95,7%		0,0%
II° RACC	04		66,7%		50,0%		30,0%
II° RACC	05		83,3%		0,0%		18,2%

ARVI

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO MIN	ALLARME	MANCATO MIN	ALLARME
------	-----------	--------------	-----	-----------	---------	-------------	---------

UNIVERSALE	01->05	92,1%	72,7%	5,3%
------------	--------	-------	-------	------

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO ALLARME MIN	MANCATO ALLARME MIN
I° E II° RACC	01	95,7%		96,1%	0,0%
I° E II° RACC	02	93,2%		92,1%	1,9%
I° E II° RACC	03	92,3%		0,0%	8,0%
I° E II° RACC	04	88,9%		83,3%	6,7%
I° E II° RACC	05	91,4%		77,8%	0,0%

MAIS	EVENTO N°	ACCURACY MAX	TOT	FALSO ALLARME MIN	MANCATO ALLARME MIN
I° RACC	01	96,6%		94,9%	0,0%
I° RACC	02	90,3%		80,0%	5,7%
I° RACC	03	90,3%		30,0%	7,2%
I° RACC	04	92,5%		95,7%	0,0%
II° RACC	04	83,3%		0,0%	18,2%
II° RACC	05	91,2%		0,0%	9,1%

Tab. 22: Insieme di tabelle. Risultati del calcolo delle accuratezze per ogni indice

INSIEME DI TABELLE 23

Qui sono situati i dettagli delle regressioni lineari semplici effettuate.

Tab. 23: Insieme di tabelle. Risultati completi delle regressioni lineari semplici

INDICE MSAVI

REGRESSIONE EVENTO 01 (03/06-16/06)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,569532
R al quadrato	0,324367
R al quadrato corretto	0,300237
Errore standard	0,47678
Osservazioni	30

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	3,055755	3,055755	13,44259	0,00102
Residuo	28	6,364931	0,227319		
Totale	29	9,420686			

1

2 **REGRESSIONE EVENTO 02 (26/06-03/07)**

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,010581
R al quadrato	0,000112
R al quadrato corretto	-0,03835
Errore standard	0,64733
Osservazioni	28

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,00122	0,00122	0,002911	0,957384
Residuo	26	10,89495	0,419036		
Totale	27	10,89617			

3

4

5 **REGRESSIONE EVENTO 03 (18/07-23/07)**

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,596718
R al quadrato	0,356073
R al quadrato corretto	0,32541
Errore standard	0,252138
Osservazioni	23

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,738239	0,738239	11,61238	0,00265
Residuo	21	1,335042	0,063573		
Totale	22	2,073281			

6

7

8 **REGRESSIONE EVENTO 04 (31/07-05/08)**

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,500551
R al quadrato	0,250551
R al quadrato corretto	0,203711
Errore standard	0,242466
Osservazioni	18

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,314469	0,314469	5,349029	0,034369
Residuo	16	0,940639	0,05879		
Totale	17	1,255108			

REGRESSIONE EVENTO 05 (07/08-10/08)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,704342
R al quadrato	0,496097
R al quadrato corretto	0,395317
Errore standard	0,844172
Osservazioni	7

ANALISI VARIANZA					
	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	3,507943	3,507943	4,92255	0,077256
Residuo	5	3,563136	0,712627		
Totale	6	7,071079			

INDICE SAVI

REGRESSIONE EVENTO 01 (03/06-16/06)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,721883
R al quadrato	0,521115
R al quadrato corretto	0,502697
Errore standard	0,395789
Osservazioni	28

ANALISI VARIANZA					
	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	4,432044	4,432044	28,29281	1,45E-05
Residuo	26	4,072877	0,156649		
Totale	27	8,504921			

REGRESSIONE EVENTO 02 (26/06-03/07)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,011914
R al quadrato	0,000142
R al quadrato corretto	-0,03831
Errore standard	0,66393
Osservazioni	28

ANALISI VARIANZA					
	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,001627	0,001627	0,003691	0,952021
Residuo	26	11,46087	0,440803		
Totale	27	11,46249			

REGRESSIONE EVENTO 03 (18/07-23/07)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,520821
R al quadrato	0,271254

R al quadrato corretto	0,23957
Errore standard	0,260654
Osservazioni	25

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,581644	0,581644	8,561074	0,007599
Residuo	23	1,562634	0,067941		
Totale	24	2,144278			

REGRESSIONE EVENTO 04 (31/07-05/08)

Statistica della regressione

R multiplo	0,398037
R al quadrato	0,158433
R al quadrato corretto	0,105835
Errore standard	0,248647
Osservazioni	18

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,186228	0,186228	3,012156	0,101857
Residuo	16	0,989209	0,061826		
Totale	17	1,175437			

REGRESSIONE EVENTO 05 (07/08-10/08)

Statistica della regressione

R multiplo	0,734053
R al quadrato	0,538833
R al quadrato corretto	0,461972
Errore standard	0,834948
Osservazioni	8

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	4,887274	4,887274	7,010478	0,038144
Residuo	6	4,18283	0,697138		
Totale	7	9,070104			

INDICE MSAV12

REGRESSIONE EVENTO 01 (03/06-16/06)

Statistica della regressione

R multiplo	0,563276
R al quadrato	0,317279
R al quadrato corretto	0,292897
Errore standard	0,498584

Osservazioni 30

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	3,23470172	3,234702	13,012385	0,001191
Residuo	28	6,96041882	0,248586		
Totale	29	10,1951205			

REGRESSIONE EVENTO 02 (26/06-03/07)

Statistica della regressione

R multiplo	0,062466
R al quadrato	0,003902
R al quadrato corretto	-0,03594
Errore standard	0,815323
Osservazioni	27

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,0651011	0,065101	0,097933	0,75692
Residuo	25	16,618799	0,664752		
Totale	26	16,683901			

REGRESSIONE EVENTO 03 (18/07-23/07)

Statistica della regressione

R multiplo	0,540641
R al quadrato	0,292292
R al quadrato corretto	0,261522
Errore standard	0,29629
Osservazioni	25

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,833922	0,8339218	9,499289	0,005266
Residuo	23	2,01912	0,0877878		
Totale	24	2,853041			

REGRESSIONE EVENTO 04 (31/07-05/08)

Statistica della regressione

R multiplo	0,455374
R al quadrato	0,207366
R al quadrato corretto	0,157826
Errore standard	0,294589
Osservazioni	18

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,36326	0,36326	4,185854	0,057564
Residuo	16	1,388525	0,086783		
Totale	17	1,751785			

REGRESSIONE EVENTO 05 (07/08-10/08)*Statistica della regressione*

R multiplo	0,737993
R al quadrato	0,544634
R al quadrato corretto	0,453561
Errore standard	0,797491
Osservazioni	7

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	3,80335	3,80335	5,980182	0,058262
Residuo	5	3,179962	0,635992		
Totale	6	6,983312			

INDICE NDVI**REGRESSIONE EVENTO 01 (03/06-16/06)***Statistica della regressione*

R multiplo	0,233233
R al quadrato	0,054398
R al quadrato corretto	0,019375
Errore standard	0,555663
Osservazioni	29

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,479577	0,479577	1,553227	0,223365
Residuo	27	8,33657	0,308762		
Totale	28	8,816147			

REGRESSIONE EVENTO 02 (26/06-03/07)*Statistica della regressione*

R multiplo	0,039765
R al quadrato	0,001581
R al quadrato corretto	-0,03682

Errore standard	1,398298
Osservazioni	28

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,080512	0,080512	0,041178	0,840775
Residuo	26	50,8362	1,955239		
Totale	27	50,91672			

REGRESSIONE EVENTO 03 (18/07-23/07)

Statistica della regressione

R multiplo	0,527914
R al quadrato	0,278693
R al quadrato corretto	0,248639
Errore standard	0,361758
Osservazioni	26

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	1,213538	1,213538	9,272945	0,005573
Residuo	24	3,140847	0,130869		
Totale	25	4,354385			

REGRESSIONE EVENTO 04 (31/07-05/08)

Statistica della regressione

R multiplo	0,282247
R al quadrato	0,079664
R al quadrato corretto	0,022143
Errore standard	0,477192
Osservazioni	18

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,315369	0,315369	1,384947	0,256472
Residuo	16	3,643396	0,227712		
Totale	17	3,958766			

REGRESSIONE EVENTO 05 (07/08-10/08)

Statistica della regressione

R multiplo	0,765892
R al quadrato	0,58659
R al quadrato corretto	0,517688
Errore standard	0,768822
Osservazioni	8

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	5,032186	5,032186	8,513433	0,026708
Residuo	6	3,546527	0,591088		
Totale	7	8,578713			

INDICE ARVI

REGRESSIONE EVENTO 01 (03/06-16/06)

Statistica della regressione

R multiplo	0,229452
R al quadrato	0,052648
R al quadrato corretto	0,018814
Errore standard	0,547356
Osservazioni	30

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,466199	0,466199	1,556079	0,222573
Residuo	28	8,388755	0,299598		
Totale	29	8,854954			

REGRESSIONE EVENTO 02 (26/06-03/07)

Statistica della regressione

R multiplo	0,06973
R al quadrato	0,004862
R al quadrato corretto	-0,03341
Errore standard	0,815794
Osservazioni	28

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,084547	0,084547	0,127038	0,724399
Residuo	26	17,30352	0,66552		
Totale	27	17,38807			

REGRESSIONE EVENTO 03 (18/07-23/07)

Statistica della regressione

R multiplo	0,491237
R al quadrato	0,241314
R al quadrato corretto	0,208328
Errore standard	0,252439
Osservazioni	25

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,466189	0,466189	7,31557	0,012642
Residuo	23	1,46569	0,063726		
Totale	24	1,931879			

REGRESSIONE EVENTO 04 (31/07-05/08)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,22465
R al quadrato	0,050468
R al quadrato corretto	-0,00888
Errore standard	0,64617
Osservazioni	18

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,355074	0,355074	0,850403	0,370136
Residuo	16	6,680575	0,417536		
Totale	17	7,035649			

REGRESSIONE EVENTO 05 (07/08-10/08)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,765033
R al quadrato	0,585276
R al quadrato corretto	0,516155
Errore standard	0,681847
Osservazioni	8

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	3,936647	3,936647	8,467443	0,026984
Residuo	6	2,789494	0,464916		
Totale	7	6,726141			

INDICE MCARI

REGRESSIONE EVENTO 01 (03/06-16/06)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,413763
R al quadrato	0,1712
R al quadrato corretto	0,139323
Errore standard	0,072276
Osservazioni	28

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
--	------------	-----------	-----------	----------	--------------------------

Regressione	1	0,028056	0,028056	5,37066	0,028614
Residuo	26	0,135821	0,005224		
Totale	27	0,163877			

REGRESSIONE EVENTO 02 (26/06-03/07)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,111006
R al quadrato	0,012322
R al quadrato corretto	-0,02718
Errore standard	0,077765
Osservazioni	27

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,001886	0,001886	0,311903	0,581483
Residuo	25	0,151184	0,006047		
Totale	26	0,153071			

REGRESSIONE EVENTO 03 (18/07-23/07)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,286232
R al quadrato	0,081929
R al quadrato corretto	0,042013
Errore standard	0,042872
Osservazioni	25

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,003773	0,003773	2,052522	0,165407
Residuo	23	0,042275	0,001838		
Totale	24	0,046048			

REGRESSIONE EVENTO 04 (31/07-05/08)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,627676
R al quadrato	0,393977
R al quadrato corretto	0,356101
Errore standard	0,017435
Osservazioni	18

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,003162	0,003162	10,40164	0,00529
Residuo	16	0,004864	0,000304		
Totale	17	0,008025			

REGRESSIONE EVENTO 05 (07/08-10/08)

<i>Statistica della regressione</i>	
R multiplo	0,669129
R al quadrato	0,447733
R al quadrato corretto	0,33728
Errore standard	0,041989
Osservazioni	7

ANALISI VARIANZA

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	1	0,007147	0,007147	4,053591	0,100217
Residuo	5	0,008816	0,001763		
Totale	6	0,015962			

APPENDICE D

EVENTO 01 - COLTURE DANNEGGIATE

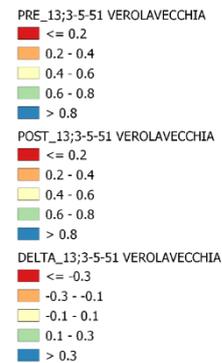
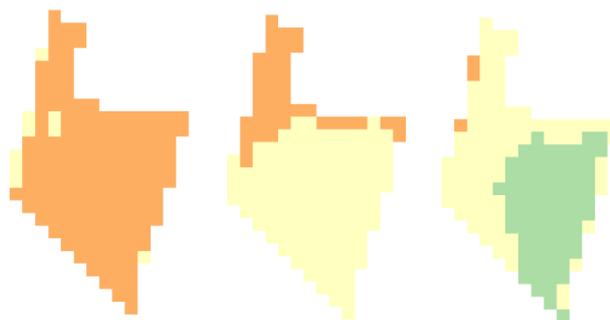


VEROLAVECCHIA FG 13, MP 3-5-51

PRE EVENTO
03/06/2018

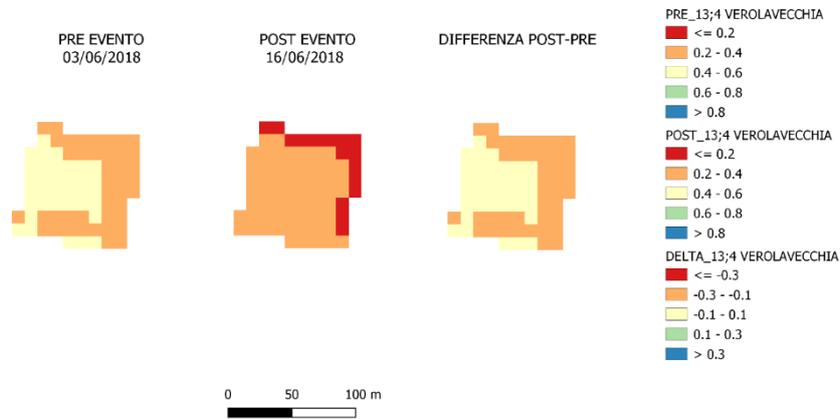
POST EVENTO
16/06/2018

DIFFERENZA POST-PRE

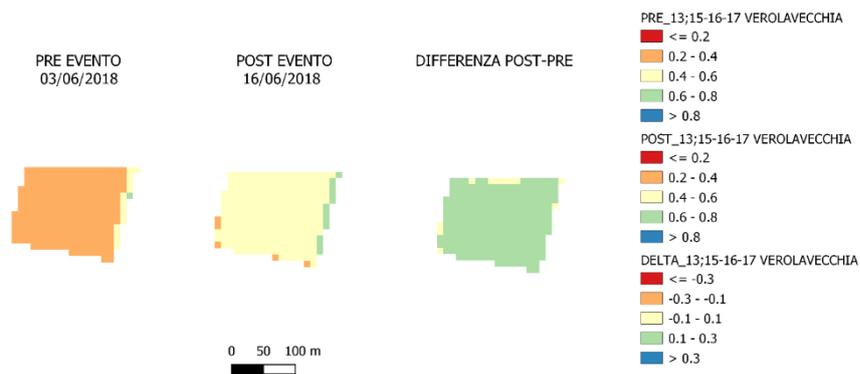




VEROLAVECCHIA FG 13, MP 4



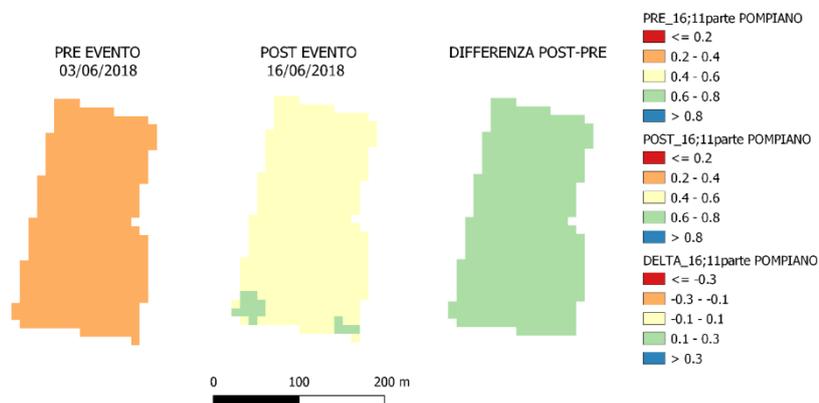
VEROLAVECCHIA FG 13, MP 15-16-17



EVENTO 01 - COLTURE ILLESE/COLPITE



POMPIANO FG 16, MP 11 (parte1)





POMPIANO FG 16, MP 11 (parte2)

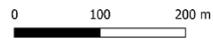
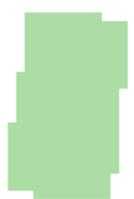
PRE EVENTO
03/06/2018



POST EVENTO
16/06/2018



DIFFERENZA POST-PRE



PRE_16;11parte2 POMPIANO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_16;11parte2 POMPIANO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_16;11parte2 POMPIANO

- <= -0.3
- -0.3 - -0.1
- -0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3



AZZANO FG 11, MP 86

PRE EVENTO
03/06/2018



POST EVENTO
16/06/2018



DIFFERENZA POST-PRE



PRE_11;86 AZZANO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_11;86 AZZANO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_11;86 AZZANO

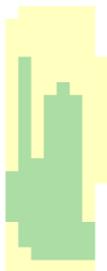
- <= -0.3
- -0.3 - -0.1
- -0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3

EVENTO 02 - COLTURE DANNEGGIATE



CIGOLE FG 10, MP 199-200

PRE EVENTO
26/06/2018



POST EVENTO
03/07/2018



DIFFERENZA POST-PRE



PRE_10;199-200 CIGOLE

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_10;199-200 CIGOLE

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_10;199-200 CIGOLE

- <= -0.3
- -0.3 - -0.1
- -0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3



OFFLAGA FG 20, MP 50

PRE EVENTO
26/06/2018



POST EVENTO
03/07/2018



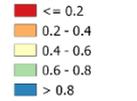
DIFFERENZA POST-PRE



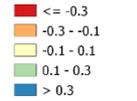
PRE_20;50 OFFLAGA



POST_20;50 OFFLAGA



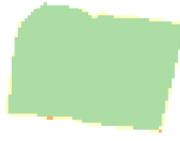
DELTA_20;50 OFFLAGA



0 50 100 m



PRE EVENTO
26/06/2018



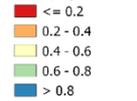
POST EVENTO
03/07/2018



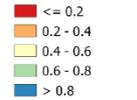
DIFFERENZA POST-PRE



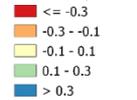
PRE_1;34parte BORGIO



POST_1;34parte BORGIO



DELTA_1;34parte BORGIO

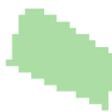


0 100 200 m



CIGOLE FG 5, MP 21 (parte1)

PRE EVENTO
26/06/2018



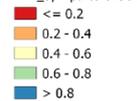
POST EVENTO
03/07/2018



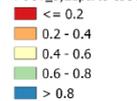
DIFFERENZA POST-PRE



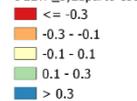
PRE_5;21parte CIGOLE



POST_5;21parte CIGOLE



DELTA_5;21parte CIGOLE



0 100 200 m



EVENTO 02- COLTURE ILLESE/COLPITE

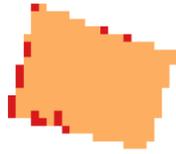


POMPIANO FG 17, MP 32 (parte 3)

PRE EVENTO
26/06/2018

POST EVENTO
03/07/2018

DIFFERENZA POST-PRE



PRE_17;32parte3 POMPIANO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_17;32parte3 POMPIANO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_17;32parte3 POMPIANO

- <= -0.3
- 0.3 - -0.1
- 0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3

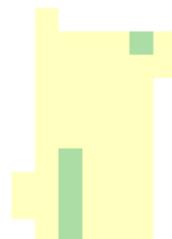
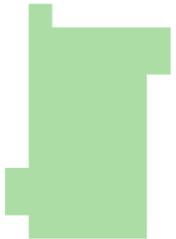
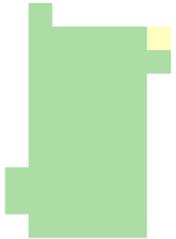
0 100 200 m



PRE EVENTO
26/06/2018

POST EVENTO
03/07/2018

DIFFERENZA POST-PRE



PRE_26;27-28 CHIARI

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_26;27-28 CHIARI

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_26;27-28 CHIARI

- <= -0.3
- 0.3 - -0.1
- 0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3

0 50 100 m

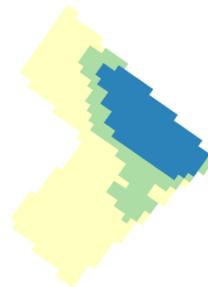
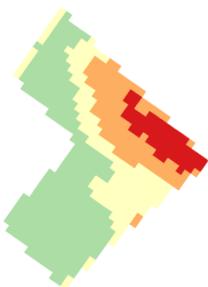


POMPIANO FG 10, MP 29

PRE EVENTO
26/06/2018

POST EVENTO
03/07/2018

DIFFERENZA POST-PRE



PRE_10;29 POMPIANO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_10;29 POMPIANO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_10;29 POMPIANO

- <= -0.3
- 0.3 - -0.1
- 0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3

0 100 200 m



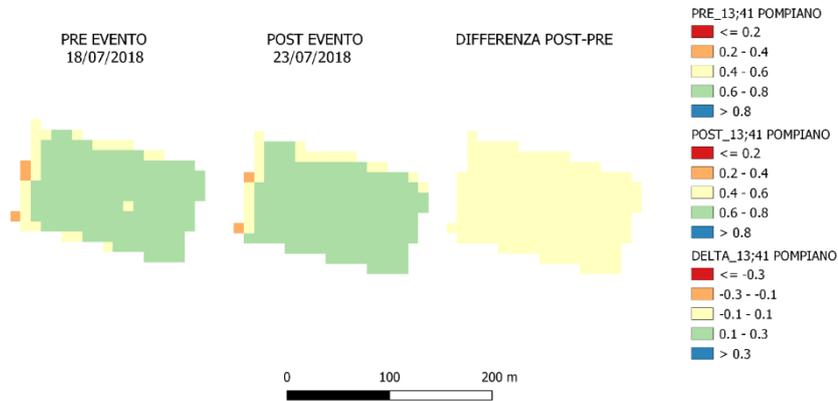
EVENTO 03 -

COLTURE

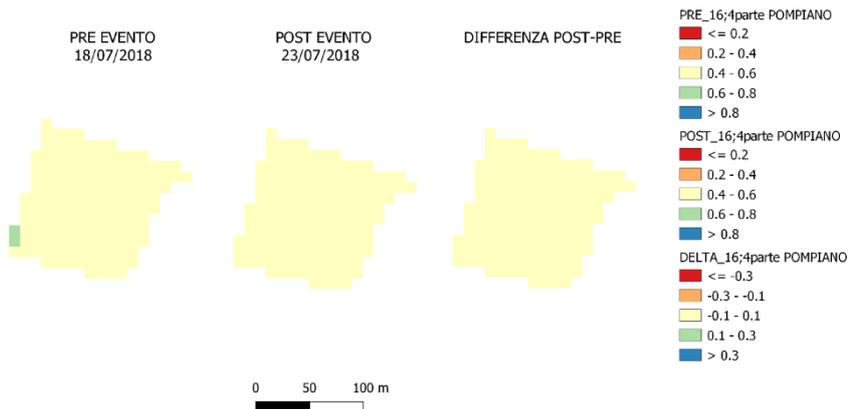
DANNEGGIATE



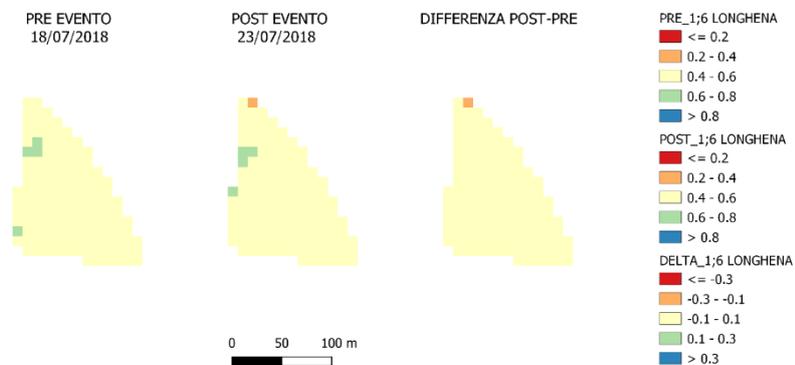
POMPIANO FG 13, MP 41



POMPIANO FG 16, MP 4 (parte1)



LONGHENA FG 1, MP 6





ROVATO FG 15, MP 65-77-129-238

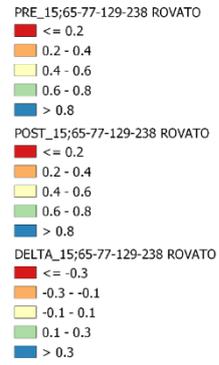
PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018



DIFFERENZA POST-PRE



POMPIANO FG 16, MP 50

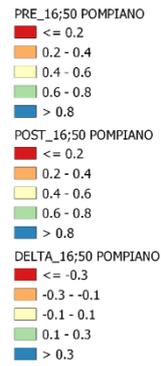
PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018

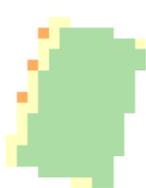


DIFFERENZA POST-PRE

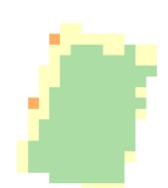


POMPIANO FG 16, MP 2

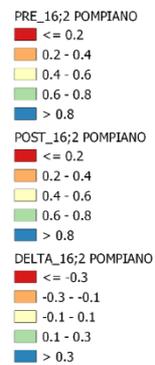
PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018



DIFFERENZA POST-PRE





CAZZAGO FG 32, MP 462

PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018



DIFFERENZA POST-PRE



PRE_32;462 CAZZAGO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_32;462 CAZZAGO

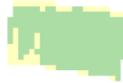
- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_32;462 CAZZAGO

- <= -0.3
- 0.3 - -0.1
- 0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3



PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018



DIFFERENZA POST-PRE



PRE_16;11parte2 POMPIANO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_16;11parte2 POMPIANO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

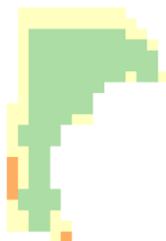
DELTA_16;11parte2 POMPIANO

- <= -0.3
- 0.3 - -0.1
- 0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3



ROVATO FG 15, MP 226-231

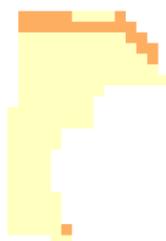
PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018



DIFFERENZA POST-PRE



PRE_15;226-231 ROVATO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_15;226-231 ROVATO

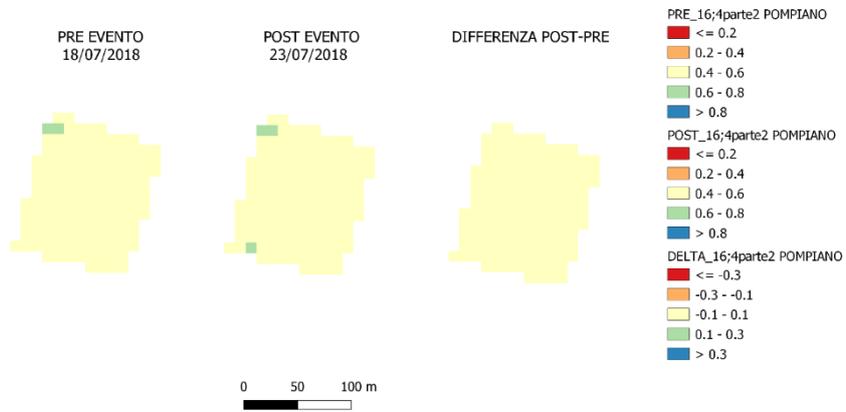
- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_15;226-231 ROVATO

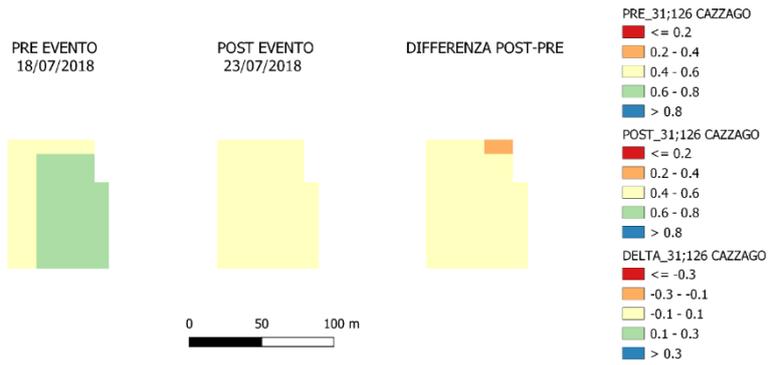
- <= -0.3
- 0.3 - -0.1
- 0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3



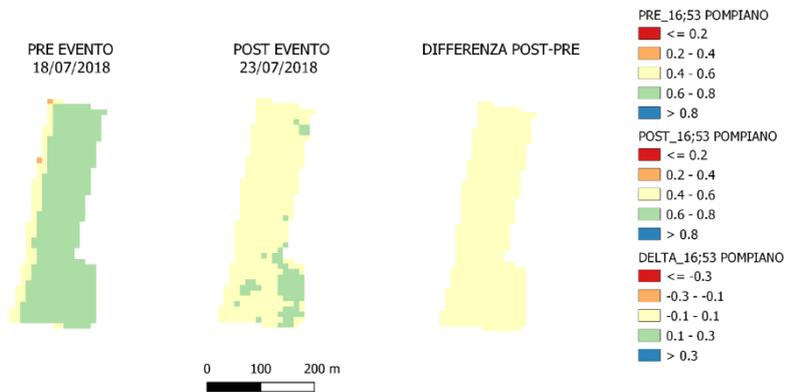
POMPIANO FG 16, MP 4 (parte2)



CAZZAGO FG 31, MP 126



POMPIANO FG 16, MP 53





CHIARI FG 27, MP 30-31

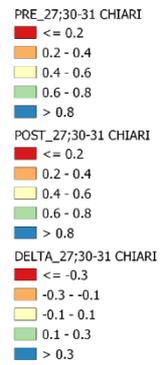
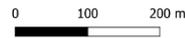
PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018

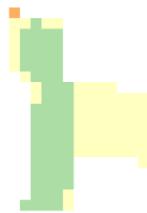


DIFFERENZA POST-PRE



ROVATO FG 14, MP 36

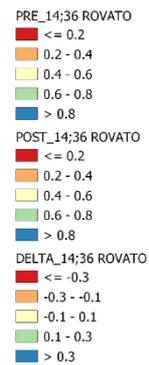
PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018



DIFFERENZA POST-PRE



EVENTO 03- COLTURE ILLESE/COLPITE



PONTEVICO FG 18, MP 122

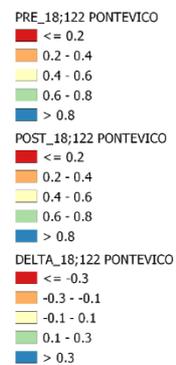
PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018



DIFFERENZA POST-PRE





VEROLAVECCHIA FG 14, MP 84

PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018



DIFFERENZA POST-PRE



PRE_14;84 VEROLAVECCHIA

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_14;84 VEROLAVECCHIA

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_14;84 VEROLAVECCHIA

- <= -0.3
- -0.3 - -0.1
- -0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3

0 100 200 m



ERBUSCO FG 17, MP 288-290-365

PRE EVENTO
18/07/2018



POST EVENTO
23/07/2018



DIFFERENZA POST-PRE



PRE_17;288-290-365 ERBUSCO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_17;288-290-365 ERBUSCO

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_17;288-290-365 ERBUSCO

- <= -0.3
- -0.3 - -0.1
- -0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3

0 100 200 m



EVENTO 04- COLTURE DANNEGGIATE



VEROLAVECCHIA FG 14, MP 50

PRE EVENTO
31/07/2018



POST EVENTO
05/08/2018



DIFFERENZA POST-PRE



PRE_14;50 VEROLAVECCHIA

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

POST_14;50 VEROLAVECCHIA

- <= 0.2
- 0.2 - 0.4
- 0.4 - 0.6
- 0.6 - 0.8
- > 0.8

DELTA_14;50 VEROLAVECCHIA

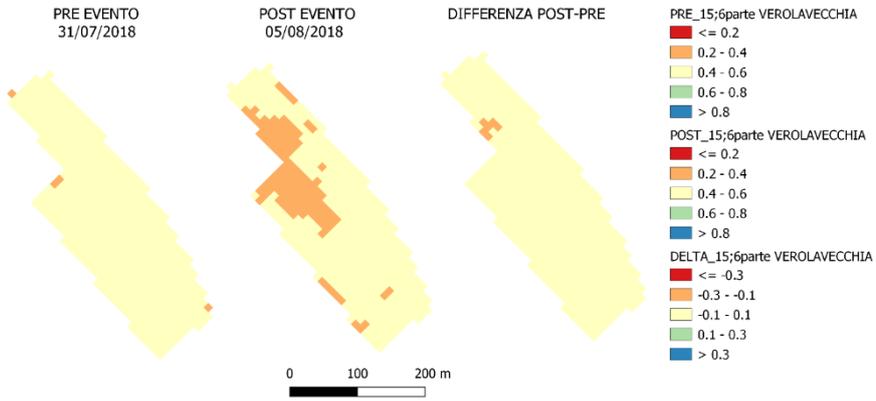
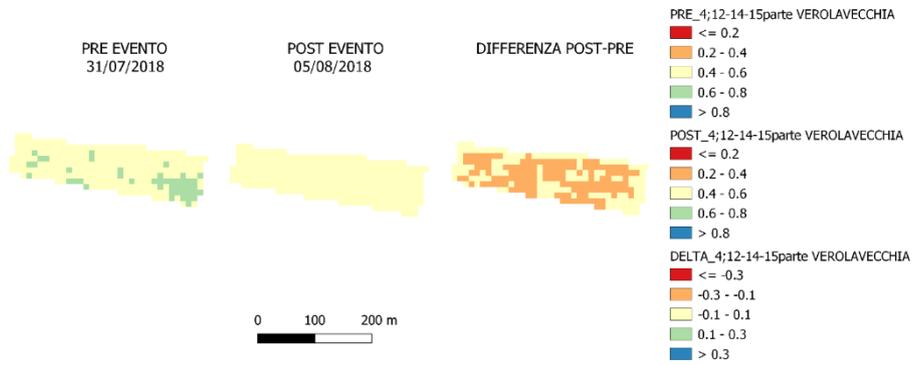
- <= -0.3
- -0.3 - -0.1
- -0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.3
- > 0.3

0 100 200 m

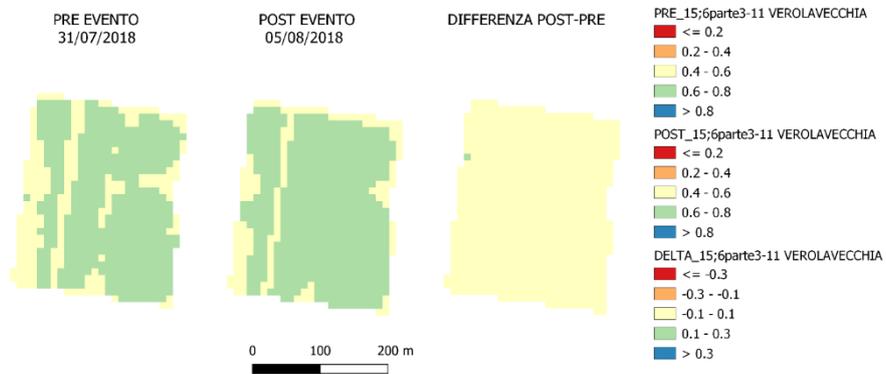




VEROLAVECCHIA FG 4, MP 12-14-15 (parte1)

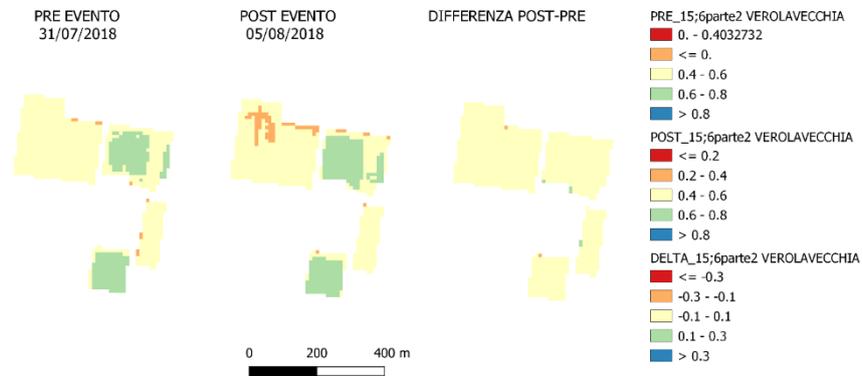


VEROLAVECCHIA FG 15, MP 6 (parte3)-11





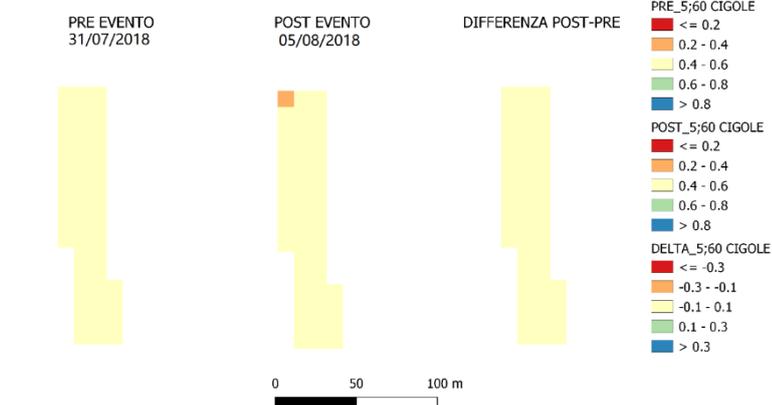
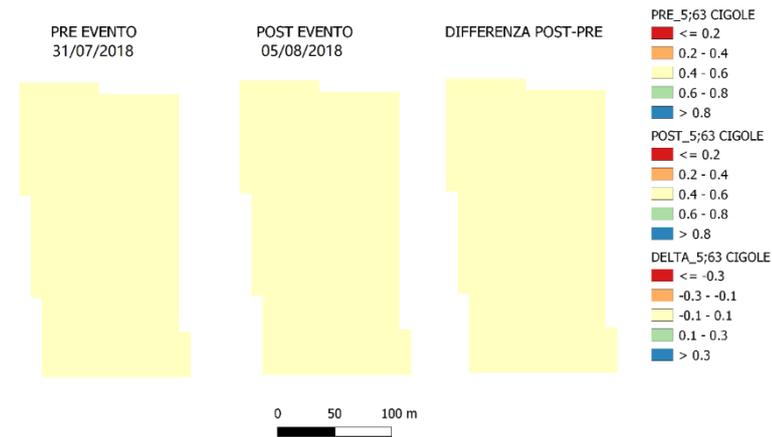
VEROLAVECCHIA FG 15, MP 6 (parte2)



EVENTO 04 - COLTURE ILLESE/COLPITE

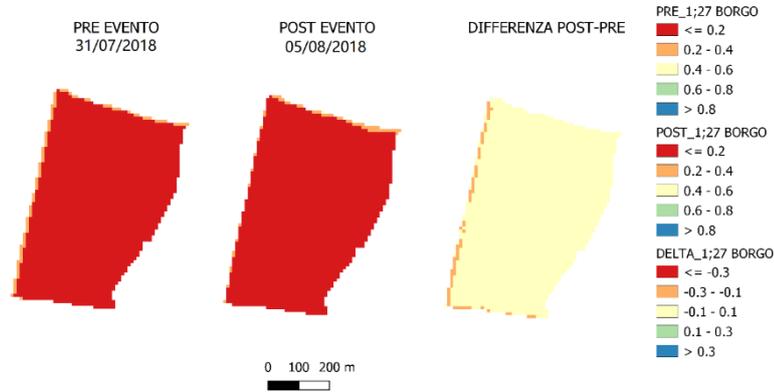


CIGOLE FG 5, MP 63





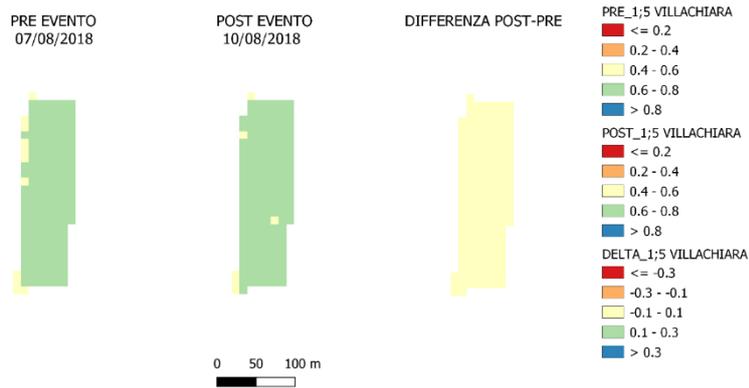
BORGO SAN GIACOMO FG 1, MP 27



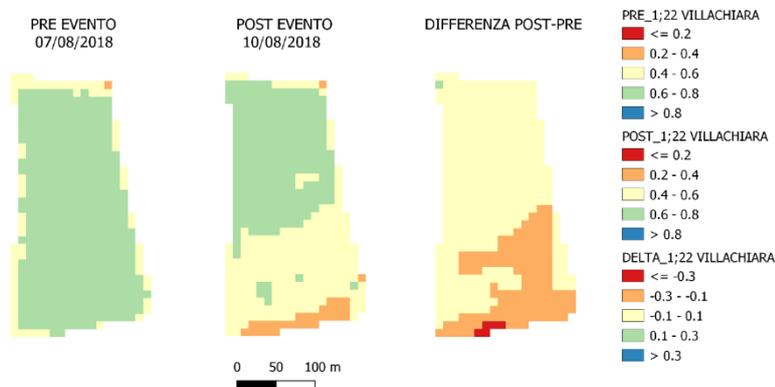
EVENTO 05 - COLTURE DANNEGGIATE



VILLACHIARA FG 1, MP 5

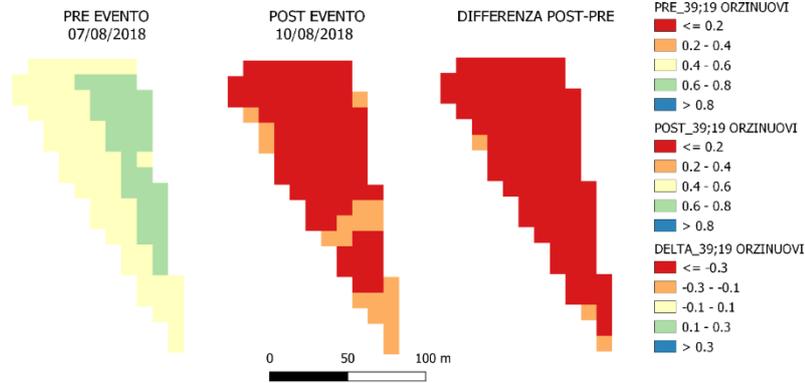


VILLACHIARA FG 1, MP 22





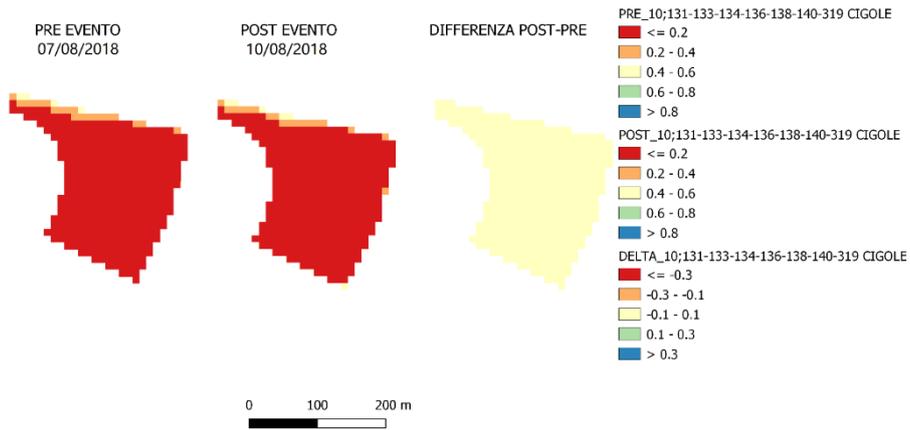
ORZINUOVI FG 39, MP 19



EVENTO 05 - COLURE ILLESE/COLPITE



CIGOLE FG 10, MP 131-133-134-136-138-140-319



CIGOLE FG 10, MP 334-336

