

AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2019 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI PER LA PRODUTTIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"

FOCUS AREA 4B DGR N. 2402 DEL 01 LUGLIO 2019

RELAZIONE TECNICA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO **5159202** DOMANDA DI PAGAMENTO **5705033**

FOCUS AREA: 4B

Titolo Piano	Cimice.Net - Sistema integrato di informazioni per razionalizzare l'applicazione dei mezzi di controllo per <i>Halyomorpha halys</i> in Emilia-Romagna
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	OI PERA
Elenco partner del Gruppo Operativo	OI PERA (Capofila) Astra (PE) RI.NOVA (PE) Consorzio Agrario Ravenna (PE) UNIBO (PE) CER (PE) Dinamica (PE) Az. agr. Govoni Pierluigi (PA) Az. agr. Simeoni Lauro (PA)

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	24
Data inizio attività	20/04/2020
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	27/11/2023

Relazione relativa al periodo di attività dal	20 Aprile 2020	Al 27/11/2023
Data rilascio relazione	15/01/2023	

Autore della relazione	Maria Grazia Tommasini	
telefono		mgtommasini@rinova.eu

1. DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO

Il Gruppo Operativo ha completato le attività complessivamente previste nel piano. L'intera attività svolta nel progetto è rendicontata nel presente Report tecnico, come richiesto da bando.

In sintesi:

- L'azione 1 è stata realizzata come previsto seguendo i percorsi e utilizzando i diversi strumenti indicati nel piano.
- Non era prevista, e non è stata svolta alcuna attività nell'Azione 2.
- L'intera azione 3 è stata realizzata completamente conformemente con quanto previsto nel Piano (di seguito anche Progetto), laddove funzionale al raggiungimento degli obiettivi del piano sono stati apportati aggiustamenti/modifiche minori di carattere tecnico che non hanno determinato alcuno scostamento né di carattere economico né sugli obiettivi e risultati attesi. In generale tutte le attività svolte nell'azione 3 hanno fornito risultati molto funzionali a fornire innovazioni e risposte importanti sulla distribuzione spaziale e temporale della cimice asiatica e utile a supportare le decisioni delle aziende agricole negli interventi volti alla difesa delle colture dalle infestazioni di cimice asiatica nel territorio regionale, grazie anche alla estesa condivisione dei risultati operata con le numerose azioni di divulgazione svolte. Dato l'interesse e utilità dei risultati raggiunti e fornito all'utenza agricola, nel 2022 l'azione di monitoraggio della cimice asiatica è stata ulteriormente estesa grazie a fondi privati del settore agricolo, implementando ulteriormente lo strumento realizzato nel progetto che è disponibile a libero accesso online.
- L'azione 4 di divulgazione è stata attivata sin dalle prime fasi progetto ed è stata particolarmente ricca di eventi ed ha visto sviluppare dal GO diverse iniziative che hanno incluso sia visite in campo che incontri tecnici, campus cloud e altri strumenti di informazione. RINOVA ha messo a disposizione del Gruppo Operativo il proprio Portale Internet, affinché le attività ed i risultati conseguiti nel presente Piano fossero facilmente fruibili dall'utenza. Il personale di RINOVA si è inoltre fatto carico di predisporre in lingua italiana e inglese, le modulistiche richieste per la presentazione del Piano al fine del collegamento alla Rete PEI-Agri.
- L'azione 5 sulla formazione è stata svolta con successo conformemente a quanto previsto, benché a causa della pandemia da COVID19 siano stati svolti corsi (anziché i previsti viaggi, come specificato di seguito nell'azione 1 e 5) e ridotta l'attività al 50% in conformità alla delibera Regionale n. 1965 del 14/11/2022 e come da comunicazione inviata via PEC alla Regione Emilia Romagna in data 30.8.2023 e successive comunicazione formali intercorse con le Regione, approvate con delibera regionale n. 18303 del 31/08/2023.

Il Gruppo Operativo ha dato avvio alle attività complessivamente previste nel piano a partire dal 20 aprile 2020, benché il progetto sia stato ammesso a finanziamento solo nel novembre 2020, al fine di poter procedere con le diverse attività sin dalla campagna agraria 2020 e sono state completate entro la primavera 2023 a cui è seguita una fase conclusiva legata al completamento della fase di Formazione, alla realizzazione della relazione tecnica e rendicontazione completata entro il 26 novembre 2023.

Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività reale	Mese termine attività previsto	Mese termine attività reale
1	RI.NOVA	Cooperazione	1	1	24	39
3	- OI PERA - Astra - RI.NOVA - Consorzio Agrario Ravenna - UNIBO - CER - Dinamica	Azioni specifiche	1	1	24	39
4	RINOVA	Divulgazione	3	4	24	39
5	Dinamica	Formazione	10	10	24	39

AZIONE 1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

2.1 Attività e risultati

Azione

1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

OI PERA, nel suo ruolo di mandatario, ha mantenuto la funzione di coordinamento generale, demandando a RINOVA, in accordo con gli altri Partner, la funzione di coordinamento organizzativo per garantire il funzionamento tecnico e amministrativo del Gruppo Operativo (GO).

RINOVA ha quindi avuto il compito di pianificare le attività previste nel Piano mettendo in atto tutte le iniziative necessarie alla realizzazione e al conseguimento dei risultati previsti. Per fare questo si è avvalso di proprio personale tecnico, amministrativo e di segreteria qualificato e dotato di esperienza pluriennale nel coordinamento tecnico-organizzativo di progetti di ricerca, sperimentazione e divulgazione a vari livelli, nonché nella gestione di comitati tecnici e gruppi di lavoro riguardanti i principali comparti produttivi.

Attivazione del Gruppo Operativo

La fase di attivazione del GO ha riguardato sia gli aspetti formali e amministrativi, sia il consolidamento degli obiettivi con l'intero gruppo di referenti coinvolti a vario titolo nel Piano.

In merito agli aspetti formali, con particolare riferimento alle attività del Piano e ai relativi costi ammessi, RINOVA, unitamente al Responsabile Scientifico (RS) e ai Responsabili dei partner del GO, ha verificato la congruenza dei budget approvati rispetto alle attività da svolgere. Con questo passaggio si è autorizzata l'attivazione del GO, comunicata a tutti i partner tramite e-mail. Inoltre, in questa fase si è proceduto alla costituzione formale del raggruppamento (ATS).

Una volta soddisfatti gli aspetti formali, sono state indette 134 riunioni del GO, di cui la prima di attivazione con l'intero gruppo di lavoro (21/04/2020) e successivamente all'approvazione del progetto con la costituzione del Comitato di Piano (27/11/2020) e alla presenza delle figure coinvolte per ogni partner nelle diverse attività dell'azione 3 (11/11/2020, 13/01/2021, 19/02/2021, 17/11/2021*, 18/01/2022*, 16/03/2022*, 23/06/2022, 22.12.2022*, 11/01//2023*, 27/01/2023*, 05/07/2023*), al fine di poter approfondire la discussione sui singoli aspetti di ciascuna azione da analizzare per i diversi obiettivi presi in esame, in coerenza con la coerenza delle attività operative nelle fasi di campo. In queste sedi, il Responsabile del Progetto (RINOVA) e il Responsabile Scientifico (UNIMORE) hanno analizzato i contenuti, gli obiettivi del Piano e le eventuali criticità incontrate in corso d'opera, fra cui la gestione delle attività e incontri in presenza della pandemia da COVID-19. Tale coordinamento ha garantito la più ampia condivisione possibile delle informazioni utili ad impostare correttamente la realizzazione delle azioni d'innovazione. In particolare nelle ultime fasi del progetto sono stati svolti anche incontri collegiali fra questo GOI e altri 3 coordinati sempre da RINOVA (GOI: A&K, Alien.Stop e Cimice.Net) (indicati con asterisco a lato delle date sopra riportate), al fine di massimizzare i risultati raggiunti fra i 4 progetti in modo organico e funzionale, e quindi utile a favorire il trasferimento dei risultati al comparto agricolo.

Negli ultimi mesi del progetto sono stati svolti ulteriori momenti di confronto, parte dei quali anche via telefono e posta elettronica, finalizzati in particolare alla predisposizione delle rendicontazioni tecniche ed economiche finali.

Costituzione del Comitato di Piano

In occasione della riunione di attivazione seguente l'approvazione del Piano, si è anche proceduto alla costituzione del Comitato di Piano (CP) per la gestione e il funzionamento del GO, che è così composto:

- RO (RINOVA)
- RS (UNIMORE) (consulente)
- Rappresentante di OI Pera
- Rappresentante di Astra
- Rappresentante di CAP RA
- Rappresentante di UNIBO
- Rappresentante di CER
- Rappresentante di Az. agr. Simeoni Lauro
- Rappresentante di Az. agr. Govoni Pierluigi
- Rappresentante di Dinamica

Gestione del Gruppo Operativo

Dalla data di attivazione operativa del GO, il RP ha svolto una serie di attività funzionali a garantire la corretta applicazione di quanto contenuto nel Piano stesso, e in particolare:

- Il monitoraggio dello stato d'avanzamento dei lavori;
- La valutazione dei risultati in corso d'opera;
- L'analisi degli scostamenti, comparando i risultati intermedi raggiunti con quelli attesi;
- La definizione delle azioni correttive.

Durante il costante monitoraggio dei lavori ed i risultati via via raggiunti in caso di scostamenti sono state valutate le necessarie azioni correttive. Questo è stato gestito anche in relazione ai momenti cruciali sullo sviluppo delle diverse prove del Piano ("milestone"). In particolare annualmente da aprile a ottobre (pieno sviluppo delle attività della azione 3) sono state svolte verifiche finalizzate al controllo del corretto stato di avanzamento lavori. Anche gli incontri sopra citati sono stati utili a questo scopo, oltre ai contatti diretti avuti con i responsabili e referenti delle diverse azioni e aree operative, e nel caso per definire congiuntamente con il RS, le metodologie comuni e le azioni correttive necessarie.

In generale il RP, in concerto con i referenti delle attività, si è occupato di pianificare una strategia di controllo circa il buon andamento delle attività del Piano, attraverso un sistema basato sull'individuazione delle fasi decisive, cioè momenti di verifica finalizzate al controllo del corretto stato di avanzamento lavori oltre che in sinergia con gli altri progetti sulla cimice coordinati sempre da RINOVA (Haly.Bio, Alien.Stop, A&K). Allo stesso modo, il RP e il RS si sono occupati di valutare i risultati/prodotti intermedi ottenuti in ciascuna fase inclusa la realizzazione delle fasi di rendicontazione tecnica e finanziaria. Tutto ciò agendo in coerenza con quanto indicato dalle procedure gestionali di RINOVA (v. Autocontrollo e Qualità).

Verifica dei materiali, strumenti e attrezzature impiegate in campo e in laboratorio

A campione, il RP ha verificato la congruenza tra le caratteristiche dei materiali e prodotti impiegati dai partner, rispetto a quanto riportato nel Piano. A tal fine il RP ha eseguito alcune verifiche ispettive presso i partner, in coerenza con quanto indicato dalle procedure gestionali del Sistema Gestione Qualità di RINOVA.

Preparazione dei documenti per le domande di pagamento

In occasione di questa prima domanda di pagamento (saldo), il RP ed il RS, insieme a tutti i partner coinvolti, hanno effettuato l'analisi dei risultati intermedi e finali ottenuti, nonché l'analisi della loro conformità a quanto previsto dal Piano. In particolare, è stata verificata la completezza della

documentazione relativa alle spese affrontate dai singoli soggetti operativi e raccolta la documentazione per la redazione del rendiconto tecnico ed economico.

Altre attività connesse alla gestione del GO

Oltre alle attività descritte in precedenza, RINOVA ha svolto una serie di attività di supporto al GO, come le attività di interrelazione con la Regione Emilia-Romagna, l'assistenza tecnico-amministrativa agli altri partner, le richieste di chiarimento.

RINOVA si è inoltre occupato dell'aggiornamento della Rete PEI-AGRI in riferimento al Piano, come richiesto dalla Regione, al fine di stimolare l'innovazione, tramite l'apposita modulistica presente sul sito.

Per la fase organizzativa e logistica di incontri e delle altre iniziative descritte di seguito, RINOVA si è avvalso della segreteria tecnica di RINOVA.

Autocontrollo e Qualità

Attraverso le Procedure Gestionali e le Istruzioni operative approntate nell'ambito del proprio Sistema Gestione Qualità, RINOVA ha lavorato al fine di garantire efficienza ed efficacia all'azione di esercizio della cooperazione, come segue:

- Requisiti, specificati nei protocolli tecnici, rispettati nei tempi e nelle modalità definite;
- Rispettati gli standard di riferimento individuati per il Piano;
- Garantita la soddisfazione del cliente tramite confronti diretti e comunicazioni scritte;
- Rispettate modalità e tempi di verifica in corso d'opera definiti per il Piano;
- Individuati i fornitori ritenuti più consoni per il perseguimento degli obiettivi.

La definizione delle procedure, attraverso le quali il RP ha effettuato il coordinamento e applicato le politiche di controllo di qualità, sono la logica conseguenza della struttura organizzativa del CRPV. In particolare, sono state espletate le attività di seguito riassunte.

Attività di coordinamento

Le procedure attraverso le quali si è concretizzato il coordinamento del GO si sono sviluppate attraverso riunioni e colloqui periodici con il Responsabile Scientifico e con quelli delle Unità Operative coinvolte.

Attività di controllo

La verifica periodica dell'attuazione progettuale si è realizzata secondo cadenze temporali come erano state individuate nella scheda progetto. Più in particolare è stata esercitata sia sul funzionamento operativo che sulla qualità dei risultati raggiunti; in particolare re è stata condotta nell'ambito dei momenti sotto descritti:

- Verifiche dell'applicazione dei protocolli operativi in relazione a quanto riportato nella scheda progetto;
- Visite ai campi sperimentali e ai laboratori coinvolti nella conduzione delle specifiche attività.

Riscontro di non conformità e/o gestione di modifiche e varianti

Non si sono verificate situazioni difformi a quanto previsto dalla scheda progetto.

Tutte le attività svolte come previsto nella procedura specifica di processo sono registrate e archiviate nel fascicolo di progetto e certificate attraverso visite ispettive svolte dal Responsabile Gestione Qualità di RINOVA.

Il Sistema Qualità RINOVA, ovvero l'insieme di procedure, di misurazione e registrazione, di analisi e miglioramento e di gestione delle risorse, è monitorato mediante visite ispettive interne e verificato ogni 12 mesi da Ente Certificatore accreditato (DNV).

In data 23 giugno 2022 è stata inoltrata una richiesta di PROROGA di 12 mesi, approvata con delibera regionale n. 18379 del 29/09/2022 (posticipando, quindi, la chiusura al 26/11/2023). Tale richiesta è stata necessaria a causa delle difficoltà nella realizzazione dell'attività di formazione e consulenza, legate in gran parte all'emergenza COVID. Nel progetto approvato infatti si prevedeva di spendere

la cifra indicata in viaggi, con un costo a persona elevato. L'elevato costo della formazione è risultato difficilmente spendibile in corsi on line, sia per l'elevato numero di allievi necessari a coprire il finanziamento, sia per l'elevata concorrenza degli altri numerosi corsi di formazione on line disponibili e finanziati (es. altri GOI e catalogo verde). Tale proroga è stata inoltre funzionale a completare l'azione sull'indagine della diffusione e dinamica della cimice asiatica sul territorio regionale ed in particolare sulle analisi di correlazione della enorme mole di dati raccolti nel corso del progetto, al fine di individuare elementi utili per evidenziare le zone di maggior rischio di infestazione della cimice asiatica verso i campi coltivati. L'estensione dell'azione di monitoraggio eseguita anche al 2022 è stata supportata economicamente da finanziamento esterno al GOI dato l'elevato costo per lo sviluppo della stessa; i risultati emersi da questa attività del 2022, pur ampiamente divulgati anche nell'ambito del presente GOI, non vengono riportati in questo report.

Sull'azione 1 sono state sviluppate tutte le attività previste nel piano. Gli obiettivi sono stati raggiunti e non sono state rilevate criticità nella fase di cooperazione del GO.

2.2 Personale

Cognome e nome		Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo orario	Costo totale
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	41,5	27	1.120,50
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	76	27	2.052,00
	RI.NOVA	Impiegato segreteria	Segreteria	157	27	4.239,00
	RI.NOVA	Impiegato amministrazione	Supporto amministrazione	11,5	27	310,50
	RI.NOVA	Impiegato amministrazione	Supporto amministrazione	12	27	324,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	22	27	594,00
	RI.NOVA	Impiegato amministrazione	Supporto amministrazione	55	27	1.485,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	28	43	1.204,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	91	43	3.913,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto tecnico	33	43	1.419,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Coordinamento tecnico	64	43	2.752,00
	RI.NOVA	Impiegato amministrazione	Amministrazione	138	43	5.934,00
					Totale:	25.347,00

AZIONE 3 – AZIONI SPECIFICHE LEGATE ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO

SOTTO-AZIONE 3.1. Monitoraggio territoriale in campo delle popolazioni di cimice asiatica

OBIETTIVI:

Creare una rete di monitoraggio della cimice asiatica *Halyomorpha halys* che copra il territorio regionale, i cui nodi sono rappresentati principalmente da aziende agricole ad indirizzo frutticolo. Standardizzare la metodologia di monitoraggio e la raccolta dei dati relativi alla presenza di *H. halys* sul territorio regionale. Ottenere informazioni tecniche da utilizzare sul territorio per razionalizzare la gestione nei confronti di *H. halys*.

MATERIALI E METODI:

Fase 1 - Individuazione nodi di monitoraggio

Nella prima fase dell'azione sono stati individuati sul territorio regionale i nodi della rete di monitoraggio. Nel corso del progetto sono state individuate, rispettivamente nel 2020 e nel 2021, 139 e 165 aziende agricole a vocazione frutticola, ognuna delle quali costituiva un nodo della rete di monitoraggio (Figura 3.1.1.). Il monitoraggio è poi proseguito con analoga metodologia anche nel 2022 con supporto finanziario privato al fine di proseguire le indagini e fornire un supporto apprezzato dalle imprese agricole (i risultati di questa parte del lavoro non sono pertanto inclusi in questo report benché siano visibili sul sito predisposto e divulgati assieme a quelli del 2020 e 2021). Le aziende agricole sono state individuate dai diversi partner del GOI sulla base della propria conoscenza dei territori e con l'ausilio di mappe in modo da garantire un'adeguata copertura del territorio regionale sulla base dell'estensione e della distribuzione delle aree frutticole di maggiore rilevanza nelle diverse provincie.

In ogni punto di monitoraggio o nodo, è stata installata una trappola da monitoraggio innescata con feromoni di aggregazione (dispenser per il monitoraggio modello Pherocon Trécé Inc). Il modello di trappola scelto in fase di programmazione, sulla base di una ricerca bibliografica e dell'esperienza maturata dalle diverse unità operative negli anni precedenti l'inizio del progetto, era la trappola piramidale AgBio DeadInn (Figura 3.1.2.). Purtroppo, ad inizio progetto (aprile-giugno 2020) queste trappole non erano ancora disponibili causa ritardi nella spedizione del materiale dagli USA (dovuto alla pandemia Covid-19) e pertanto nei primi mesi di attività il monitoraggio è stato realizzato con fogli collosi (modello Sticky Panel, Trécé Inc.), prontamente sostituiti dalle trappole piramidali appena disponibili (fine giugno 2020). Le trappole sono state installate all'interno delle aziende, ad una distanza compresa tra i 10 e i 20 m da un frutteto e quando possibile in prossimità (mantenendo comunque una distanza minima di 5 m) di edifici e siepi oppure di altre aree rifugio (boschetti, giardini, ecc.).

La posizione di ogni trappola è stata georeferenziata e sono state raccolte informazioni dettagliate sull'uso e sulla copertura del suolo in un raggio di 100 m dal punto di installazione della trappola. Tali informazioni sono state inserite nel Database tramite un'apposita app, utilizzabile sia direttamente dal campo che da postazione remota tramite smartphone o PC. La raccolta delle informazioni in ogni azienda veniva guidata da un questionario a risposta multipla appositamente predisposto che riguardava diversi fattori ambientali, quali, ad esempio: vegetazione presente descritta in termini di superfici occupate, e di specie coltivate o spontanee presenti, presenza e quantificazione del numero di edifici o altre infrastrutture, ecc.

Ogni sito di monitoraggio è stato identificato da un codice alfanumerico univoco formato da due lettere (in riferimento alla provincia) e da due cifre (il numero della trappola di quella provincia in forma progressiva). Pertanto la trappola FC04 è la quarta trappola installata in provincia di Forlì-Cesena, così come RA17 è la diciassettesima trappola presente nel territorio della provincia di Ravenna.

L'elenco dettagliato delle domande del questionario per l'installazione delle trappole di monitoraggio e acquisizione delle informazioni caratterizzanti il sito circostante ciascuna trappola, così come la descrizione dell'app sono riportati nella SOTTO-AZIONE 3.2.

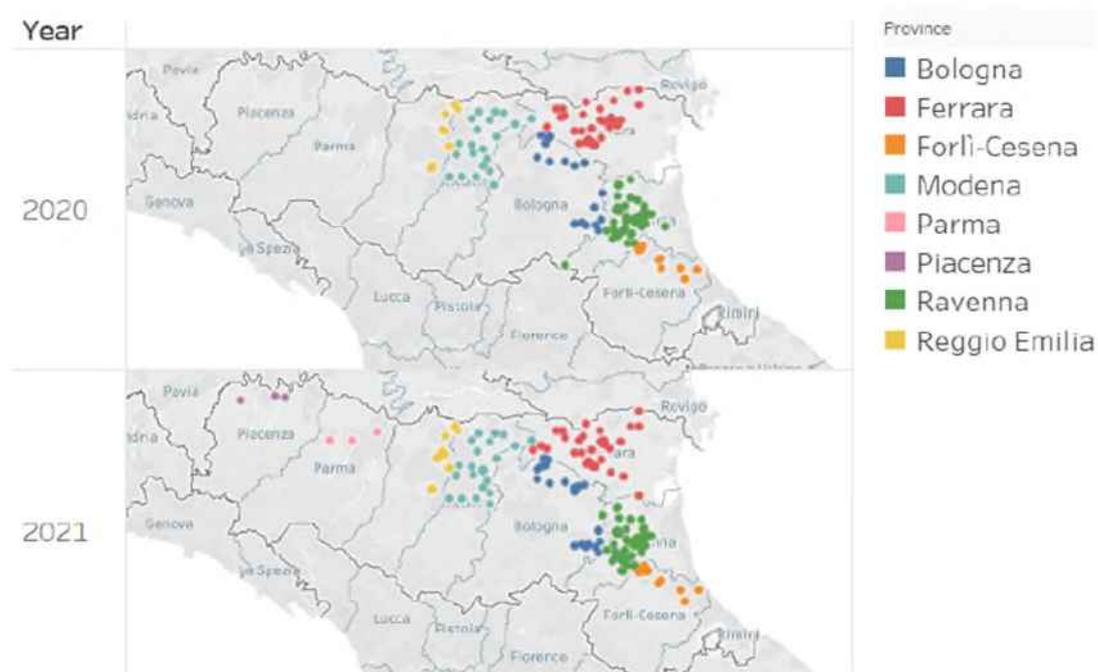


Figura 3.1.1. Rete di monitoraggio territoriale di *Halyomorpha halys* durante il biennio 2020-2021 nelle diverse province dell'Emilia-Romagna.



Figura 3.1.2. Trappola AgBio DeadInn innescata con esca a feromoni di aggregazione Trécé per il monitoraggio di *Halyomorpha halys*.

I siti di monitoraggio individuati nel biennio 2020-2021 sono riportati in tabella 3.1.1., con le coordinate geografiche espresse in gradi decimali nel sistema WGS84, comune ai sistemi di posizionamento globale.

Provincia	Codice	Anno 2020	Anno 2021	Longitudine E (°)	Latitude N (°)
Bologna	BO01	V	V	11,545205	44,648823
Bologna	BO02	V	V	11,441074	44,752227
Bologna	BO03	V	V	11,421705	44,725685
Bologna	BO04	V	V	11,39006	44,767018
Bologna	BO05	V	V	11,611306	44,638632
Bologna	BO06	V	V	11,618671	44,616558
Bologna	BO07	V	V	11,75529	44,336558
Bologna	BO08	V	V	11,764268	44,383871
Bologna	BO09	V	V	11,6486319	44,372968
Bologna	BO10	V	V	11,447751	44,755979
Bologna	BO11	V	V	11,604255	44,629948
Bologna	BO12	V	V	11,409847	44,759425
Bologna	BO13	V	V	11,4472226	44,6445253
Bologna	BO14	V	V	11,365186	44,711489
Bologna	BO15	V	V	11,365889	44,663667
Bologna	BO16	V	V	11,606577	44,365935
Bologna	BO17	V	V	11,668696	44,358661
Bologna	BO18	V	V	11,730519	44,362771
Bologna	BO19	V	V	11,765036	44,387736
Bologna	BO20	F	V	11,686861	44,372417
Bologna	BO21	F	V	11,75175	44,436861
Forlì-Cesena	FC01	V	V	12,01674	44,25155
Forlì-Cesena	FC02	V	V	12,0425006	44,2777707
Forlì-Cesena	FC03	V	V	12,006047	44,247429
Forlì-Cesena	FC04	V	V	12,1248209	44,2006937
Forlì-Cesena	FC05	V	V	12,2946508	44,1148957
Forlì-Cesena	FC06	F	V	12,05532	44,253207
Forlì-Cesena	FC07	V	V	12,3805762	44,1641651
Forlì-Cesena	FC08	V	V	12,0431105	44,3932302
Forlì-Cesena	FC09	V	V	12,0242263	44,3544632
Forlì-Cesena	FC10	V	V	12,0263391	44,404618
Forlì-Cesena	FC11	V	V	12,0662778	44,413179
Forlì-Cesena	FC12	V	V	12,0800003	44,4080381
Forlì-Cesena	FC13	V	V	12,0200679	44,4855879
Forlì-Cesena	FC14	V	V	12,0363302	44,4462601
Forlì-Cesena	FC15	F	V	12,055685	44,253028
Forlì-Cesena	FC16	V	V	12,051341	44,36556
Forlì-Cesena	FC17	F	V	12,05723	44,252617
Forlì-Cesena	FC18	F	V	12,057855	44,252381
Forlì-Cesena	FC19	V	V	12,1390685	44,2121207
Forlì-Cesena	FC20	V	F	12,0011308	44,253912
Forlì-Cesena	FC23	V	V	12,02421	44,25231
Forlì-Cesena	FC24	V	V	12,2677576	44,16883
Forlì-Cesena	FC25	V	F	12,0315603	44,2682599
Forlì-Cesena	FC26	F	V	11,031469	44,268176
Ferrara	FE01	V	V	11,7591248	44,8808093
Ferrara	FE02	V	V	11,7087481	44,7963039
Ferrara	FE03	V	V	11,4915326	44,8799734
Ferrara	FE04	V	V	11,5270873	44,8804115
Ferrara	FE05	V	V	11,6734147	44,910694
Ferrara	FE06	V	V	11,6546345	44,8588477
Ferrara	FE07	V	V	12,0064286	44,9033685
Ferrara	FE08	V	V	11,7580788	44,8300904
Ferrara	FE09	V	V	11,5190763	44,8444582
Ferrara	FE10	V	V	11,8474108	44,835164
Ferrara	FE11	F	V	11,6331738	44,8378845
Ferrara	FE12	F	V	11,833951	44,695957
Ferrara	FE13	F	V	11,905123	44,676296
Ferrara	FE14	V	V	11,8698468	44,8095546
Ferrara	FE15	V	V	12,0028422	44,9689722
Ferrara	FE16	V	V	11,9341221	44,9637226
Ferrara	FE17	V	V	11,8478407	44,9187958
Ferrara	FE18	V	V	11,5998239	44,7847172
Ferrara	FE19	V	V	11,6731017	44,7323588
Ferrara	FE20	V	V	11,42477	44,80391
Ferrara	FE21	V	V	11,5412124	44,8539655
Ferrara	FE22	V	V	11,7371689	44,7230992
Ferrara	FE23	V	V	11,827048	44,8323731
Ferrara	FE24	V	V	11,7898472	44,8232467
Ferrara	FE25	V	V	11,8167891	44,7996655
Ferrara	FE26	V	V	11,649626	44,7844171

Ferrara	FE27	V	V	11,764934	44,7496433
Ferrara	FE28	V	V	11,6286317	44,7301027
Ferrara	FE29	V	V	11,8292023	44,84521
Ferrara	FE30	V	V	11,7053542	44,7355318
Ferrara	FE31	V	V	11,7148862	44,7209097
Ferrara	FE32	V	V	11,8882833	44,8326291
Ferrara	FE33	F	V	11,7901	44,840343
Ferrara	FE34	V	V	11,6874526	44,7461447
Ferrara	FE35	F	V	11,788217	44,822089
Ferrara	FE36	F	V	11,395742	44,81079
Ferrara	FE37	F	V	11,341047	44,792511
Ferrara	FE38	F	V	11,953247	44,899127
Modena	MO01	V	V	11,0551559	44,6586655
Modena	MO02	V	V	10,8747754	44,7297688
Modena	MO03	V	V	11,1151917	44,7553528
Modena	MO04	V	V	11,0282259	44,6307886
Modena	MO05	V	V	11,2312941	44,8134728
Modena	MO06	V	V	11,330713	44,840268
Modena	MO07	V	V	10,9791558	44,5804801
Modena	MO08	V	V	11,1578885	44,8607589
Modena	MO09	V	V	11,10949	44,871943
Modena	MO10	V	V	11,068673	44,831312
Modena	MO11	V	V	10,9972178	44,8701348
Modena	MO12	V	V	10,9923746	44,7887749
Modena	MO13	V	V	10,960622	44,836716
Modena	MO14	V	V	10,9566755	44,7200191
Modena	MO15	V	V	10,963601	44,6823
Modena	MO16	V	V	11,023452	44,70514
Modena	MO17	V	V	10,85	44,67
Modena	MO18	V	V	10,895965	44,577205
Modena	MO19	V	V	10,81	44,57
Modena	MO20	V	V	11,06	44,55
Modena	MO21	V	V	11,07214	44,605
Modena	MO26	V	V	10,8495501	44,9006889
Modena	MO27	V	V	10,7911711	44,7802725
Modena	MO28	V	V	10,81369269	44,71540182
Modena	MO29	V	V	10,704968	44,61361903
Modena	MO30	V	V	10,71326039	44,62395304
Modena	MO31	V	V	10,740957	44,758622
Modena	MO32	V	V	10,7604348	44,76983116
Modena	MO33	V	V	10,77718919	44,78720195
Modena	MO34	V	V	10,79533305	44,85972671
Modena	MO35	V	V	10,870787	44,882606
Modena	MO36	F	V	11,0305343	44,7105357
Modena	MO37	F	V	10,8572616	44,682318
Modena	MO40	F	V	10,3600262	44,8755398
Modena	MO41	F	V	10,2112241	44,8365322
Modena	MO42	F	V	10,0671599	44,8391025
Piacenza	PC01	F	V	9,78366	45,029428
Piacenza	PC02	F	V	9,729929	45,034569
Piacenza	PC03	F	V	9,505601	45,017792
Ravenna	RA01	V	V	11,90728882	44,30234873
Ravenna	RA02	V	V	11,94919887	44,48673591
Ravenna	RA03	V	V	11,94799358	44,48177161
Ravenna	RA04	V	V	11,8738621	44,4909386
Ravenna	RA05	V	V	12,0082071	44,5889244
Ravenna	RA06	V	V	11,8674307	44,5376775
Ravenna	RA07	V	V	11,8754198	44,5602345
Ravenna	RA08	V	V	11,8698354	44,4217921
Ravenna	RA09	V	V	11,8989901	44,4158088
Ravenna	RA10	V	V	11,87617646	44,43486936
Ravenna	RA11	V	V	11,9287017	44,3995025
Ravenna	RA12	V	V	11,855644	44,43523
Ravenna	RA13	V	V	11,7774886	44,5039369
Ravenna	RA14	V	V	12,039343	44,431481
Ravenna	RA15	V	V	11,9368473	44,2760729
Ravenna	RA16	V	V	11,964822	44,322458
Ravenna	RA17	V	V	11,9844142	44,3759389
Ravenna	RA18	V	V	12,0161779	44,3959103
Ravenna	RA19	V	V	12,0312014	44,4432292
Ravenna	RA20	V	V	11,8458972	44,3741432
Ravenna	RA21	V	V	11,91683	44,349642

Ravenna	RA22	V	V	11,8967564	44,3314097
Ravenna	RA23	V	V	11,87794	44,3105971
Ravenna	RA24	V	V	11,8377626	44,2971944
Ravenna	RA25	V	V	11,98074205	44,2759995
Ravenna	RA26	V	V	11,80834699	44,34493019
Ravenna	RA27	V	F	11,9347162	44,3066041
Ravenna	RA28	V	V	11,9514271	44,3183036
Ravenna	RA29	V	V	44,333191	12,0221849
Ravenna	RA30	V	V	11,807204	44,33805
Ravenna	RA31	V	V	11,863103	44,32054
Ravenna	RA32	V	V	11,851967	44,3241
Ravenna	RA33	V	V	11,92069337	44,44661754
Ravenna	RA34	V	V	11,997529	44,405385
Ravenna	RA35	V	V	11,999096	44,39211
Ravenna	RA36	V	V	11,989569	44,38965
Ravenna	RA37	V	V	11,994728	44,38891
Ravenna	RA38	V	V	11,990133	44,3812
Ravenna	RA39	V	V	11,972236	44,383189
Ravenna	RA40	V	V	11,927909	44,3797304
Ravenna	RA41	F	V	11,908431	44,300256
Ravenna	RA42	F	V	11,907308	44,30029
Ravenna	RA43	F	V	11,897228	44,254976
Ravenna	RA44	F	V	11,89692	44,254613
Ravenna	RA45	F	V	11,9777675	44,368545
Ravenna	RA46	F	V	11,95079614	44,27028656

Tabella 3.1.1. Siti di indagine della cimice asiatica nel biennio 2020-2021 (V = vero, monitoraggio attivo per l'annualità in oggetto, F = falso, monitoraggio non attivo per l'annualità in oggetto).

Fase 2 - Monitoraggio

I rilievi sono stati eseguiti nel corso del biennio dalla primavera (marzo-aprile) all'autunno (settembre-ottobre) applicando tre metodologie di campionamento di seguito descritte:

1) *Monitoraggio con trappole a feromoni di aggregazione*

Le trappole sono state installate prima dell'inizio dell'uscita degli adulti svernanti (marzo-aprile) e sono state ispezionate settimanalmente fino all'entrata in svernamento delle cimici (fine settembre-inizio ottobre), per due stagioni produttive (2020-2021). Per ogni trappola sono stati conteggiati settimanalmente il numero di esemplari di *H. halys* catturati, suddividendoli in neanidi (forme giovanili di II e III età), ninfe (forme giovanili di IV e V età) ed adulti. Inoltre, per le forme giovanili è stata annotata e segnalata la prima comparsa di ogni nuovo stadio di sviluppo. I dati sono stati acquisiti mediante l'applicazione mobile georeferenziata descritta nella SOTTO-AZIONE 3.2.

Per garantire il corretto funzionamento delle trappole, contestualmente ai rilievi settimanali, ogni trappola era soggetta a un intervento di manutenzione che comprendeva la rimozione delle cimici e di eventuali altri artropodi catturati, la disostruzione dell'imbuto che garantisce l'entrata delle cimici nel collettore da eventuali ostacoli (es: ragnatele) e la sostituzione/riparazione di eventuali componenti danneggiati. I feromoni di aggregazione sono stati sostituiti dopo 12 settimane, secondo le indicazioni del produttore (longevità degli inneschi di 90 giorni).

2) *Monitoraggio mediante frappage*

In 10 siti di monitoraggio, scelti per rappresentare le diverse aree in cui le trappole sono state installate, sono stati raccolti dati sulla presenza della cimice asiatica mediante un monitoraggio

attivo. Quest'ultimo è stato condotto settimanalmente durante lo stesso periodo di installazione delle trappole, garantendo un minimo di 20 settimane di osservazioni per ogni stagione. Nello specifico il monitoraggio attivo è stato svolto con la tecnica del frapping, individuando all'interno dell'azienda almeno due punti di rilievo. Quando possibile un punto di rilievo era rappresentato dalle piante dei filari esterni di un frutteto e l'altro punto da piante (alberi o arbusti) collocati in aree possibilmente non trattate (e.g., siepi, giardini, boschetti).

In ogni punto di rilievo sono state applicate sulla vegetazione 30 battute di frapping (per battuta si intende la rapida successione di due-tre colpi di bastone applicate ad un ramo o ad una branca) e gli insetti caduti dalla vegetazione sono stati raccolti con un vassoio di 40 cm x 80 cm. Oltre al conteggio degli esemplari di *H. halys* caduti nel vassoio, eseguito con le stesse modalità già descritte al punto precedente, sono stati conteggiati anche gli esemplari di altre specie di pentatomidi senza però fare distinzione di specie e stadio di sviluppo. Le 30 battute di frapping sono state applicate su piante tra esse contigue o comunque situate in punti ben definiti (e.g., su porzioni di filare o di siepe non superiori a 100 m), avendo comunque cura di distanziare le porzioni di vegetazione battute di almeno 2 m, onde evitare che le vibrazioni prodotte da una battuta influenzassero il risultato della battuta successiva. Le informazioni raccolte attraverso i monitoraggi attivi sono state utilizzate a complemento di quelle raccolte attraverso le trappole a feromoni per redigere settimanalmente i bollettini descritti nella sotto-azione 3.3.

3) Informazioni sul danno ai frutteti

Nelle aziende in cui sono state posizionate le trappole, ma anche in altre aziende del territorio emiliano-romagnolo, ad inizio e a fine progetto sono state raccolte mediante un questionario le informazioni riguardanti la percentuale di frutti con danni attribuibili ad *H. halys*. L'obiettivo era di ottenere un quadro aggiornato dell'impatto delle infestazioni di cimice asiatica sulle produzioni frutticole da mettere in relazione con le catture rilevate dalle trappole della rete di monitoraggio.

Nello specifico, ad inizio progetto (anno 2020) è stato somministrato un questionario a circa 150 agricoltori produttori di pero delle province di Ferrara, Bologna, Modena, Ravenna e Forlì-Cesena. I questionari sono stati somministrati sia in forma digitale, utilizzando Google Form, che cartacea. I dati raccolti erano riferiti alla sola cultivar Abate Fetel. Attraverso il questionario sono state raccolte oltre alle informazioni sui danni da cimice registrati nelle annualità 2016-2017-2018-2019-2020 anche informazioni sulla tipologia di gestione del frutteto (conduzione integrata o biologica), sulla presenza o meno di reti di protezione (rete assente, rete antigrandine, rete antigrandine combinata alla protezione laterale, rete monoblocco, rete anti-insetto e rete monofila) e sulla superficie dell'impianto oggetto della raccolta dati. Il questionario è stato compilato dagli agricoltori, con il supporto e l'assistenza del personale delle UO che ha affiancato gli agricoltori durante il processo di compilazione, fornendo indicazioni e registrando le risposte. Le perdite di produzione subite a causa della cimice asiatica nel quinquennio sono state stimate dagli agricoltori utilizzando le seguenti classi di danno:

Danno assente	Classe 0	Valore medio 0%
Danno tra 0,1% e 5%	Classe 1	Valore medio 2,55%
Danno tra 5,1% e 25%	Classe 2	Valore medio 15,05%

Danno tra 25,1% e 50%	Classe 3	Valore medio 37,55%
Danno tra 50,1% e 75%	Classe 4	Valore medio 62,55%
Danno tra 75,1% e 100%	Classe 5	Valore medio 87,55%

A fine progetto (anno 2022-2023) è quindi stato distribuito un secondo questionario, realizzando interviste sia al personale delle unità operative interne al progetto, sia direttamente agli agricoltori e ai tecnici per stimare la percentuale di danno registrato alla raccolta nei frutteti limitrofi alle zone di monitoraggio. Le informazioni raccolte attraverso i questionari sono riferite ad appezzamenti ben definiti e a singole specie/cultivar. In questo caso le informazioni relative al danno da cimice hanno riguardato le annualità 2019-2020-2021-2022. Come per il primo questionario sono state raccolte inoltre informazioni relative alla tipologia di gestione del frutteto e alla presenza o meno di reti di protezione, come dettagliato di seguito. I questionari erano indirizzati ai produttori frutticoli di pero, melo, pesco/nettarino ed actinidia. Il questionario di fine progetto è stato reso disponibile on-line (via PC oppure smartphone) utilizzando il seguente link, con un'interfaccia 'userfriendly' per la raccolta dei dati (Figura 3.1.3.):

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeyCQcHLPPZveivItTaRFIzyk8-ms-SPC4fiCPbrv7c5q76iQ/viewform> .

La compilazione del questionario richiedeva circa 2-3 minuti. Il file Excel contenente tutte le informazioni raccolte attraverso i questionari può essere scaricato al seguente link:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Q2fXftboMz15gg_E2XrmfG36P3sAv99ib-HxL3Ecnq8/edit?usp=sharing .

The screenshot shows a Google Forms interface for a survey titled "Progetto PSR Cimice.Net". The survey is anonymous and aims to evaluate damage caused by the Asian Pear Psyllid (Cimice asiatica) from 2019-2022. It includes a mandatory email field, an objective statement, and a question about the respondent's role (Internal project staff, Farmer, or Technician).

Figura 3.1.3. Pagina web al quale è possibile accedere per completare il questionario sulla cimice asiatica *Halyomorpha halys* (indagine di fine progetto).

Di seguito si riportano le domande proposte nel **questionario di fine progetto**.

1) *CHI STA COMPILANDO IL QUESTIONARIO?*

- *Persona interna al progetto Cimice.Net (passa alla seconda domanda, altrimenti va direttamente alla terza)*
- *Agricoltore*
- *Tecnico*

2) *SITO DI MONITORAGGIO (compilato solo da personale interno al progetto Cimice.Net)*

- *Inserire il codice della trappola (ES. MO21, FE03, RA14, ...) solo per i siti di monitoraggio*

3) *PROVINCIA E COMUNE DI RESIDENZA*

- *Risposta multipla per quanto riguarda la provincia e risposta aperta per il comune*

4) *CONDUZIONE AZIENDALE*

- *Integrato (convenzionale)*
- *Biologico*

5) *ESTENSIONE DELL'APPEZZAMENTO PER IL QUALE SI COMPILA IL QUESTIONARIO*

- *Risposta aperta (indicare gli ettari)*

6) *SONO PRESENTI PIU' COLTURE FRUTTICOLE DELL'APPEZZAMENTO PER IL QUALE SI COMPILA IL QUESTIONARIO?*

- *Sì (apre una sottofinestra per indicare con risposta multipla le colture presenti e quella per la quale si intende compilare il questionario)*
- *No (chiede per quale coltura si vuole compilare il questionario)*

7) *COLTURA FRUTTICOLA PREVALENTE*

- *Pero*
- *Melo*
- *Pesco/nettarino*
- *Actinidia*

8) *INDICARE LE VARIETA' PRESENTI (in funzione della coltura selezionata, ci sono risposte multiple con opzioni differenziate)*

- *Abate Fété́l, Carmen, Conference, Decana, Kaiser, Santa Maria, Williams, altro*
- *Fuji, Gala, Golden, Granny, Red, Rosy Glow, Ticchiolatura resistente, altro*
- *Pesco o nettarino*
- *Polpa gialla, rossa o verde*

9) *INDICARE L'EPOCA DI RACCOLTA*

- *Estiva, autunnale, invernale*
- *Precoce, media, tardiva*
- *...*

10) *PRESENZA DI COPERTURE*

- *Rete assente*
- *Presenza di rete antigrandine*
- *Presenza di rete moboblocco*
- *Presenza di rete monofila*

11) *E' PRESENTE VEGETAZIONE ARBOREA O ARBUSTIVA (NON GESTITA) A MENO DI 100 M?*

- Sì
 - No
- 12) SONO PRESENTI FABBRICATI A MENO DI 100 M?
- Sì
 - No
- 13) NUMERO DI TRATTAMENTI INSETTICIDI TOTALI REALIZZATI NEL 2019-2020-2021-2022
- (risposta aperta per ciascuna annualità)
- 14) NUMERO DI TRATTAMENTI INSETTICIDI SPECIFICI PER CIMICE ASIATICA NEL 2019-2020-2021-2022
- (risposta aperta per ciascuna annualità)
- 15) PERCENTUALE DI DANNO DA CIMICE ASIATICA STIMATO NELL'APPEZZAMENTO E RIFERITO AL 2019-2020-2021-2022
- (risposta aperta per ciascuna annualità)
- 16) QUANTO REPUTI UTILE IL MONITORAGGIO DELLA CIMICE ASIATICA PER LA GESTIONE DI QUESTA AVVERSITA'?
- Classi da 1 a 5 (da poco a tanto)
- 17) NELLA TUA AZIENDA FAI UN MONITORAGGIO (TRAPPOLE, VISIVO, FRAPPAGE) PER LA CIMICE ASIATICA?
- No
 - Trappole
 - Monitoraggio attivo
 - Monitoraggio con frappage
- 18) SEI A CONOSCENZA DEL SITO DI MONITORAGGIO TERRITORIALE DI CIMICE.NET
<https://biq.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php?>
- Sì
 - No
- 19) CONSULTI IL SITO DI MONITORAGGIO TERRITORIALE DI CIMICE.NET?
- Sì
 - No
- 20) QUANTO REPUTI UTILE LA MESSA A PUNTO DI UN MODELLO PREVISIONALE PER CIMICE ASIATICA?
- Classi da 1 a 5 (da poco a tanto)
- 21) QUALE ASPETTATIVA RIPONI SUL CONTROLLO BIOLOGICO AD OPERA DEI PARASSITOIDI OOFAGI (AD ESEMPIO, VESPA SAMURAI)?
- Classi da 1 a 5 (da poco a tanto)

Le risposte sono state analizzate ed elaborate mediante la classica statistica descrittiva, come riportato nei risultati.

RISULTATI

1) *Monitoraggio con trappole a feromoni di aggregazione*

I tre macro-obiettivi di questa sotto-azione sono stati pienamente raggiunti:

1. è stata istituita una rete di monitoraggio della cimice asiatica sul territorio Regionale (costituita da 139 e 165 punti di monitoraggio rispettivamente nel 2020 e nel 2021), che prima dell'avvio del progetto era del tutto assente;
2. è stata standardizzata a livello regionale la metodologia di monitoraggio e la raccolta dei dati relativi alla presenza di *H. halys*, permettendo così il confronto tra i dati raccolti dai diversi enti operanti sul territorio emiliano-romagnolo;
3. sono state ottenute, grazie al monitoraggio realizzato sul territorio, informazioni tecniche indispensabili per razionalizzare la gestione di *H. halys*.

Il primo risultato tangibile è rappresentato dalla imponente mole di dati raccolti attraverso la rete di monitoraggio. Nel biennio sono infatti stati eseguiti 7766 campionamenti sulle trappole della rete di monitoraggio attraverso i quali sono state catturati e contati 124252 esemplari di cimice asiatica suddivisi nei diversi stadi di sviluppo. Questi dati, raccolti settimanalmente nel corso del biennio, sono stati resi accessibili e visualizzabili quasi in tempo reale (entro 5 giorni dalla raccolta) attraverso il sito internet: <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php>. Collegandosi è sempre possibile consultare tutti i dati di monitoraggio raccolti nel biennio di attività (2020-2021), ma anche i dati raccolti nelle annate successive alla fine del progetto grazie ad altri finanziamenti. La consultazione del sito consente di ottenere informazioni dettagliate e puntuali sulla presenza e l'abbondanza delle popolazioni di *H. halys*, nonché sullo stato del suo ciclo biologico. Nel sito è possibile, interagendo con mappe e i grafici: a) consultare in tempo reale le catture di cimice asiatica, filtrando i dati per provincia o per stadio di sviluppo; b) visualizzare puntualmente lo storico di ciascun sito di monitoraggio; c) visionare tutti i dati raccolti durante le stagioni 2020 e 2021 e successive; d) agire su diversi livelli di visualizzazione della mappa (parametri meteorologici, uso del suolo e presenza di acque). Per ogni settimana di monitoraggio, a partire dal 2021 è stato inoltre pubblicato sul sito, un bollettino aggiornato sulla situazione della cimice asiatica in Emilia-Romagna. Questi risultati sono meglio descritti e dettagliati nella SOTTO-AZIONE 3.3. (Analisi e fruizione dell'analisi delle popolazioni di cimice asiatica).

La raccolta e la pubblicazione di informazioni puntuali riferite al ciclo biologico di *H. halys* in Emilia-Romagna è risultata di fondamentale importanza per razionalizzare la difesa chimica nei confronti di cimice asiatica nel corso dell'anno in cui tali informazioni venivano raccolte. Infatti le informazioni ottenute nell'ambito del presente progetto sono state utilizzate e divulgate attraverso i Bollettini di produzione integrata e biologica delle province emiliano-romagnole, nei quali a partire dal 2021 viene inserito il link al sito di monitoraggio (Figura 3.1.4). In particolare, grazie al lavoro svolto nell'ambito di questo progetto è stato possibile evidenziare il manifestarsi dei principali eventi fenologici (comparsa e picchi di presenza dei diversi stadi di sviluppo) legati al ciclo biologico di cimice asiatica. Evidenziare tali eventi risulta particolarmente importante al fine di guidare la difesa nei confronti di *H. halys* evitando di applicare i diversi mezzi di difesa disponibili in momenti di assenza o scarsa presenza del fitofago. I grafici 3.1.1. a, b riportano i dati raccolti nelle due annate ed evidenziano i picchi di presenza dei vari stadi di sviluppo. Confrontando i due grafici è possibile

rilevare le differenze sia in termini quantitativi (numero di catture per settimana) sia per quanto riguarda il periodo di comparsa di una determinata fase fenologica o picco di presenza. I dati del 2020 vengono riportati solo dal mese di luglio in quanto nei mesi precedenti erano stati raccolti attraverso le trappole collate e non potevano pertanto essere comparati a quelli raccolti successivamente. Il monitoraggio svolto nel corso di questo periodo ha comunque consentito di raccogliere informazioni sulla fenologia di *H. halys*. A livello quantitativo non sono emerse differenze rilevanti in entrambe le annate curve di cattura hanno andamenti paragonabili e coerenti con la biologia dell'insetto. In particolare gli adulti mostrano tre picchi di presenza degli adulti: il primo collocato nel mese di maggio e corrispondente alla generazione svernante che a partire dal mese di aprile inizia a lasciare i ricoveri invernali, il secondo collocato nel mese di agosto e corrispondente alla prima generazione estiva e il terzo collocato a fine settembre e corrispondente alla seconda generazione estiva. Le forme giovanili, suddivise in neanidi e ninfe, mostrano invece due picchi di presenza che anticipano di qualche settimana il secondo e il terzo picco degli esemplari adulti. Tra le due annate si rilevano però differenze nei periodi di comparsa delle forme giovanili che nel 2020 sono state ritrovate già all'inizio di giugno con circa due settimane di anticipo rispetto all'anno successivo. Una situazione opposta si riscontra invece considerando la comparsa del secondo picco di neanidi che nel 2021 si è manifestato con un anticipo di una settimana rispetto all'anno precedente. Tale andamento può essere spiegato dalle temperature registrate nel mese di giugno 2021 (più elevate di circa 2°C rispetto all'anno precedente) che potrebbero aver favorito un più rapido sviluppo delle forme giovanili.

PARTE SPECIFICA

Colture Arboree

Note Colture Arboree

Difesa

Monitoraggio di *Halyomorpha halys* in Emilia-Romagna 2021

Bollettino progetto PSR Cimice.Net

Utilizzando il seguente link è possibile visualizzare lo stato aggiornato in tempo reale delle catture di cimice asiatica nelle trappole di monitoraggio AgBio presenti in Emilia-Romagna: <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php>

CIMICE ASIATICA *Halyomorpha halys*: si rilevano le prime sporadiche presenze in campo di adulti svernanti. In questa fase si consiglia un attento monitoraggio nelle zone di possibile ingresso prossime a caseggiati, siepi, aree boschive . Per la difesa si rimanda al prossimo BOLLETTINO.

Figura 3.1.4. Esempio: estratto dal Bollettino di produzione integrata e biologica n. 15 del 19/05/2021 della provincia di Bologna.

La possibilità di avere uno storico di dati raccolti in forma standardizzata sul territorio ha permesso anche individuare soglie termiche predittive di determinati eventi fenologici (es. comparsa e picchi di presenza dei vari stadi di sviluppo) e di porre le basi per lo sviluppo di un modello previsionale della fenologia della cimice asiatica. Tali risultati sono riportati dettagliatamente nel capitolo “Risultati” della SOTTO-AZIONE 3.3. (Analisi e fruizione dell’analisi delle popolazioni di cimice asiatica).

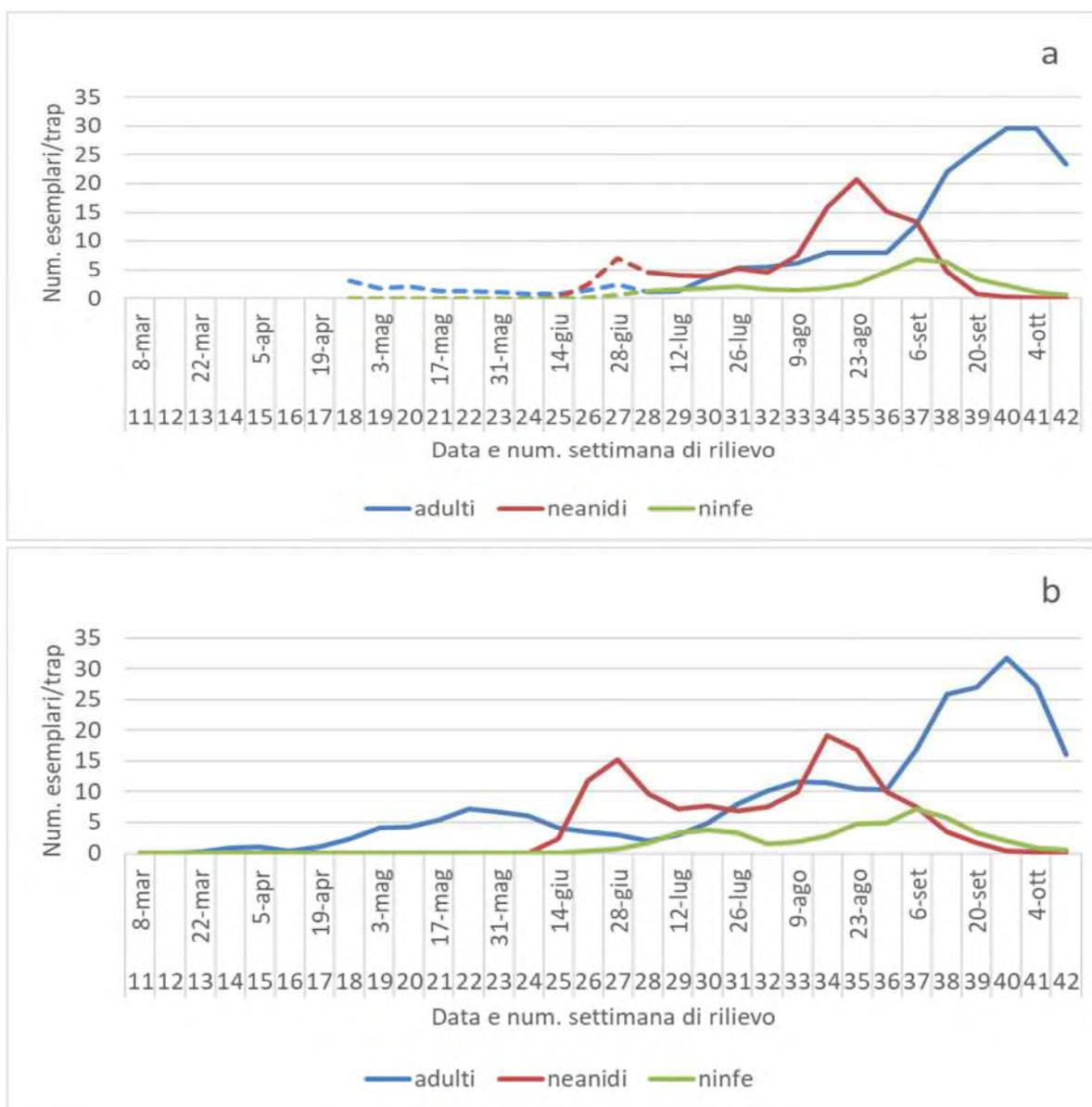


Grafico 3.1.1. Andamento delle popolazioni di *H. halys* nel 2020 (a) e 2021 (b). Nota: da aprile a giugno 2020 (linee tratteggiate) le trappole erano costituite da fogli collosi, poi sostituiti a fine giugno 2020 con trappole piramidali AgBio, pertanto in tale periodo le catture potrebbero essere sottostimate e non sono direttamente confrontabili con i dati raccolti nel 2021.

2) Monitoraggio mediante frappage

Nel biennio, nei 10 siti di monitoraggio selezionati, sono state eseguite complessivamente 569 sessioni di frappage ciascuna costituita da 30 battute applicate, a seconda delle caratteristiche del sito, sulla vegetazione spontanea adiacente al frutteto e/o sui filari esterni del frutteto stesso. In ciascun sito sono pertanto state applicate mediamente 28,5 sessioni di frappage per anno. Nell'arco dell'intero progetto sono stati individuati e contati 4391 esemplari di cimice asiatica. I dati raccolti attraverso il monitoraggio attivo sono stati utilizzati per integrare quelli raccolti mediante le trappole e sono stati utilizzati per la redazione dei bollettini settimanali pubblicati sul sito, al fine di fornire indicazioni utili ai tecnici e ai produttori per una puntuale gestione di *H. halys*.

Questi dati sono stati elaborati e messi a confronto con i dati di cattura delle trappole installate negli stessi siti. In 8 e in 6 siti di monitoraggio, rispettivamente nel 2020 e nel 2021, il frappage è stato applicato sia al frutteto, che in entrambe le annate e in ognuno dei 14 siti era costituito da pero, sia alla vegetazione spontanea adiacente. Quest'ultima era costituita da siepi miste composte principalmente da prugnolo (*Prunus spinosa*), sanguinello (*Cornus sanguinea*), nocciolo (*Corylus avellana*) e ligustro (*Ligustrum vulgare*). Confrontando il numero medio di cimici individuate con il frappage, indipendentemente dalla posizione in cui veniva applicato (siepe o pereto), con il numero medio di cimici catturate dalle trappole nel corso dei due anni emerge, per tutti gli stadi di sviluppo, una elevata e significativa correlazione tra le due tecniche di monitoraggio (Tabella 3.1.2.). Questo dato evidenzia come il monitoraggio attivo e quello passivo siano sostanzialmente equivalenti nell'individuare a livello territoriale la comparsa e i picchi di presenza dei diversi stadi di sviluppo di cimice asiatica (Grafico 3.1.2.).

Tabella 3.1.2. Coefficiente di correlazione di Pearson ($\alpha = 0.05$) tra le catture di *H. halys* nelle trappole piramidali e nei rilievi attivi eseguiti tramite frappage, divise per anno e stadio di sviluppo.

Anno e stadio di sviluppo	r	gdl	p
2020			
Adulti	0.6933	13	0.004154
Neanidi	0.523	13	0.04543
Ninfe	0.6784	13	0.005436
Tutti gli stadi	0.6918	13	0.004271
2021			
Adulti	0.7953	25	< 0.0001
Neanidi	0.7231	25	< 0.0001
Ninfe	0.9415	25	< 0.0001
Tutti gli stadi	0.8781	25	< 0.0001

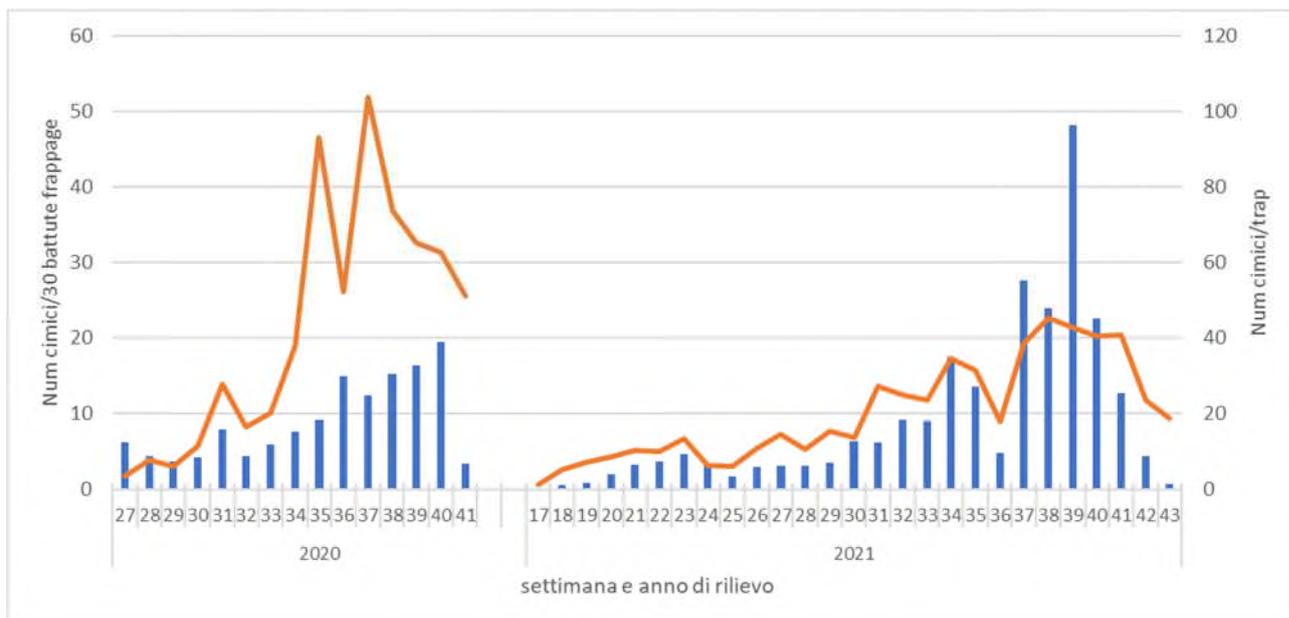


Grafico 3.1.2. Catture medie settimanali di esemplari di *H. halys* mediante trappola a piramide (linea arancione) e mediante frappage (colonne blu) in 10 siti di monitoraggio. Nota: non vengono riportati i dati nel periodo aprile-giugno 2020 in quanto le trappole impiegate in quel periodo erano trappole collate.

L'impiego delle trappole risulta essere però decisamente più semplice e meno dispendioso, in termini di tempo rispetto all'applicazione del frappage. Sebbene non siano state condotte indagini specifiche nell'ambito di questo progetto, si può stimare che l'ispezione di una trappola richieda un tempo massimo di 5 minuti, considerando anche la manutenzione, mentre per l'applicazione di una sessione di frappage costituita da 30 battute siano richiesti, a seconda del contesto aziendale dai 15 ai 20 minuti.

Tuttavia, nonostante il monitoraggio attivo presenti evidenti limiti al suo impiego e risulti pertanto una tecnica difficilmente applicabile su larga scala, questa tecnica ha evidenziato di poter apportare informazioni qualitativamente diverse e maggiormente precise rispetto alle trappole. Infatti, confrontando il numero di cimici rilevate attraverso il frappage applicato alla vegetazione spontanea con quello rilevato sulla coltura sono emerse sostanziali differenze negli andamenti riscontrati. In particolare, in entrambe le annate fino alla fine di maggio-inizio giugno (settimane 22-24) il numero di cimici ritrovate nelle due posizioni è risultato del tutto simile sia in termini di entità delle catture, sia in termini di andamento. Nelle settimane successive e fino alla raccolta completa dei frutti (avvenuta a fine metà settembre nel 2020 e a fine agosto nel 2021) il numero di cimici ritrovate su siepe è risultato invece decisamente superiore (dalle 2 alle 18 volte) rispetto a quello riscontrato su pero. A raccolta avvenuta, in entrambi gli anni, il numero di cimici ritrovate sulla coltura ha subito un drastico e repentino calo, mentre su siepe si è mantenuto su valori elevati fino alla fine di settembre, periodo in cui le cimici iniziano solitamente a spostarsi verso i siti di svernamento (Grafico 3.1.3).

Alla luce di questi risultati è pertanto possibile affermare che, mentre la trappola fornisce indicazioni generali sulla presenza di cimice su una determinata area, il monitoraggio attivo è in grado di individuare con precisione il punto o i punti in cui le popolazioni di cimici risultano

essere concentrate. È infatti nota la tendenza di *H. halys* ad aggregarsi in corrispondenza di fonti trofiche adeguate al suo sostentamento ed è altrettanto noto che la qualità nutrizionale di queste risorse muta nel corso della stagione. Di conseguenza le aggregazioni di cimice asiatica tendono a spostarsi nel corso del tempo seguendo la disponibilità di cibo presente e dando via via preferenza alle risorse di maggiore qualità. I risultati emersi da questa indagine evidenziano come, nei casi monitorati, il frutteto è risultato particolarmente gradito in primavera quando le cimici erano distribuite equamente tra le siepi ed i filari esterni dei pereti. È verosimile che in questo periodo, in cui la presenza di frutti in maturazione è piuttosto scarsa nelle siepi, il frutteto in cui sono presenti i frutticini in accrescimento risulti una risorsa trofica in grado di competere in termini di attrattività con la siepe mista.

È importante sottolineare come le tendenze evidenziate in questo studio non siano generalizzabili a tutti i contesti e come, a causa delle numerosissime variabili in gioco, la possibilità di prevedere gli spostamenti e di conseguenza gli attacchi di *H. halys* continuerà probabilmente a rimanere un problema senza soluzione. Questa esperienza dimostra comunque come, sebbene complicato e laborioso, il frapping possa essere estremamente utile ad individuare con precisione i momenti e la posizione in cui avvengono gli attacchi di cimice asiatica all'interno di un contesto aziendale. Per questo motivo l'applicazione di questa o di altre tecniche di monitoraggio attivo è stata promossa e consigliata nel corso del biennio mediante i bollettini settimanali pubblicati sul sito per integrare e migliorare le informazioni ricavate dalla rete di monitoraggio territoriale.

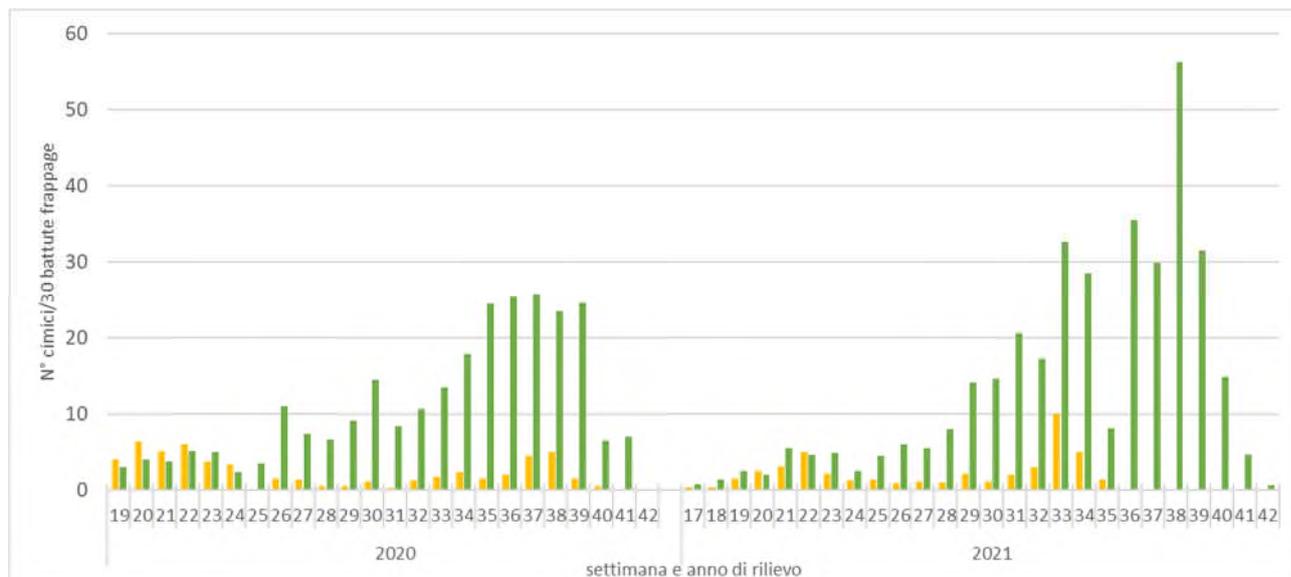


Grafico 3.1.3. Monitoraggio attivo della presenza di *H. halys* mediante frapping nel pereteo (giallo) e nelle piante spontanee limitrofe (verde) (media di 8 siti nel 2020 e di 6 siti nel 2021).

3) Informazioni sul danno ai frutteti

Questionario di inizio progetto (focus su pero Abate Fetel)

Il questionario di inizio progetto, realizzato a fine stagione 2020, ha coinvolto 151 aziende frutticole con presenza di pereto cv Abate Fetel e con una superficie media degli impianti di 1,5 ettari. Per ciascun impianto sono state raccolte le informazioni sul danno subito nelle cinque annualità precedenti all'invio del questionario (dal 2016 al 2020), permettendo di ottenere un quadro del danno da *H. halys* sul territorio e nel corso degli anni. I questionari sono rappresentativi delle diverse provincie del territorio emiliano-romagnolo a vocazione frutticola (con focus sul pero); come si può osservare dal Grafico 3.1.4, la maggioranza delle aziende intervistate presentava una gestione convenzionale (conduzione del pereto secondo i principi della difesa integrata) e solo una piccola quota degli intervistati aveva un pereto in biologico (6,6%). La maggioranza degli impianti oggetto dell'indagine non aveva reti di protezione (58,3%), mentre una quota degna di nota presentava la rete antigrandine (15,2%) oppure la combinazione delle protezioni laterali in aggiunta alla rete antigrandine per una migliore esclusione meccanica della cimice asiatica (17,2%), come visibile nel Grafico 3.1.5.

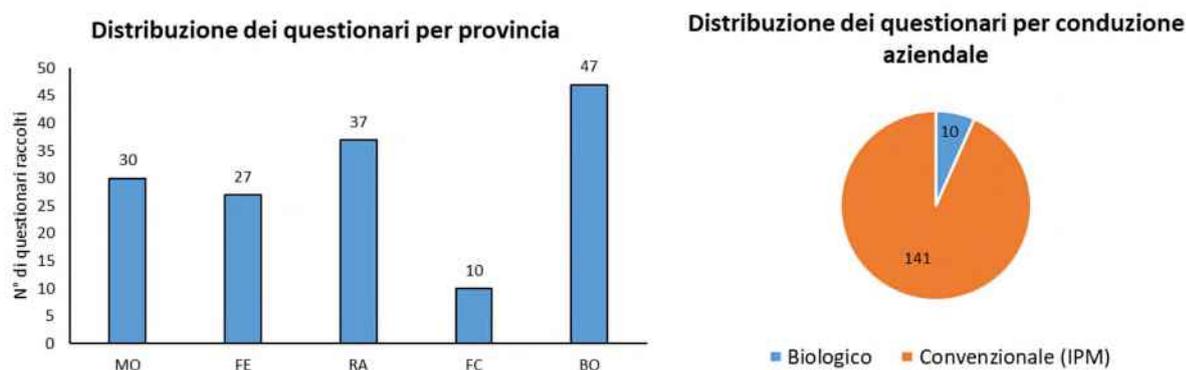


Grafico 3.1.4. Distribuzione dei pereti oggetto del questionario di inizio progetto nel territorio emiliano-romagnolo e frequenza dei pereti a conduzione biologica rispetto ai pereti totali oggetto delle interviste.

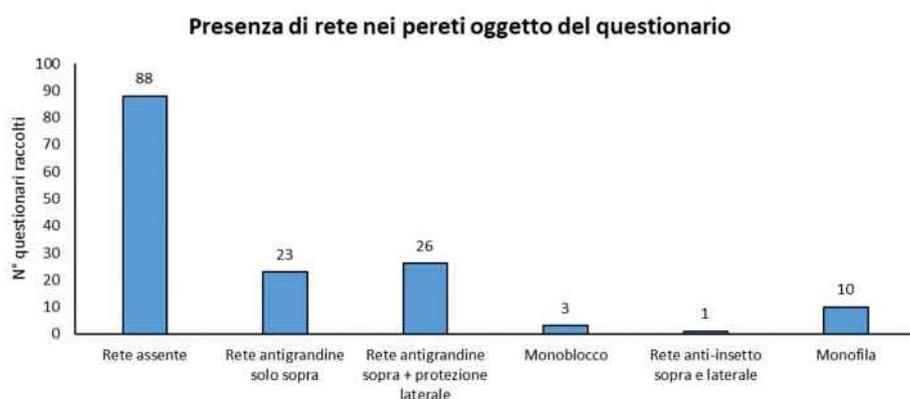


Grafico 3.1.5. Presenza di mezzi meccanici per l'esclusione di *H. halys* nei pereti oggetto delle interviste relative al questionario di inizio progetto (pereti Abate Fetel).

In Tabella 3.1.3 sono riportate media, moda e mediana del danno medio stimato per ciascuna annualità, considerando le sei classi di danno (0 = assenza di danno; 1 = danno 0,1% ÷ 5%; 2 = danno 5,1% ÷ 25%; 3 = danno 25,1% ÷ 50%; 4 = danno 50,1% ÷ 75%; 5 = danno 75,1% ÷ 100%) utilizzate nel questionario svolto ad inizio progetto su pero cv Abate Fetel.

Tabella 3.1.3. Danno (%) stimato da cimice asiatica su pero cv Abate Fetel nel territorio emiliano-romagnolo durante il quinquennio 2016-2020.

Danno (%) espresso come incidenza dei frutti colpiti sul totale della produzione					
Indice statistico	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
Media	1,86	2,76	7,27	13,41	6,95
Moda	0	0	2,55	15,05	2,55
Mediana	0	0	2,55	15,05	2,55

Dai risultati si può apprezzare come nel 2016 e nel 2017 la presenza di cimice asiatica in Emilia-Romagna fosse sostanzialmente ancora poco diffusa e le infestazioni modeste o comunque generalmente sotto controllo. In questo primo biennio, la maggioranza delle aziende con produzione di pero cv Abate Fetel non ha infatti segnalato danni da cimice (classe 0) e nelle aziende in cui è stato segnalato un danno, questo era mediamente inferiore al 10%. In particolare, nel 2016 la presenza di danno è stata segnalata da 31 aziende nelle quali il danno medio è risultato dell'8,11%; nel 2017 il numero di aziende colpite è salito a 50 con un valore medio del 7,45%. L'attacco di cimice asiatica è cresciuto nel 2018, quando moda e mediana del danno sono passate dalla classe 0 alla classe 1 (danno medio del 2,55%, come valore intermedio tra 0,1% e 5%); in questa annualità il danno segnalato dalle aziende è complessivamente risultato di modesta entità, nella maggioranza dei casi inferiore al 5%. Tuttavia, il livello di danno medio delle 151 aziende intervistate si è attestato al 7,27%, mentre se si considerano solo le 100 aziende colpite è risultato del 10,10%. Il 2019 è risultato essere l'anno peggiore del quinquennio come evidenziato dai valori media, moda e mediana. In particolare, nel 2019 moda e mediana hanno raggiunto la classe 2 (danno aziendale compreso tra il 5,1% e il 25%) e il danno medio da cimice asiatica ha raggiunto un'incidenza del 13,41% (incluso nella media anche le aziende senza danno); mentre se si considerano solo le 128 aziende che hanno registrato una perdita economica dovuta ad *H. halys* il danno medio si è attestato al 15,09%. Infine, il 2020 mostra infestazioni e livelli di danno simili a quanto registrato nel 2018, con una presenza media del 6,95% e una classe 1 come valore ricorrente. Nel 2020, 128 aziende sulle 151 intervistate hanno dichiarato di aver registrato danni da cimice rilevando in media l'8,19% di incidenza di frutti colpiti; tuttavia, è importante ricordare che le produzioni del 2020 sono state pesantemente colpite da ritorni di freddo e gelate primaverili, che in diverse zone hanno compromesso fino ad azzerare la produzione di pere.

I risultati del primo questionario, realizzato a fine campagna 2020, sono riportati anche differenziando il dato medio per provincia (in Tabella 3.1.3), per gestione del pereto (in Tabella 3.1.4) e in funzione della presenza delle reti di protezione (in Tabella 3.1.5).

Tabella 3.1.3. Danno (incidenza % media \pm SE) imputabile a cimice asiatica su pero cv Abate Fétel nelle diverse province dell'Emilia-Romagna durante il quinquennio 2016-2020 (N = numero di pereti per i quali è stato rilevato il dato).

Provincia	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
Bologna	1.88 \pm 0.72 (N = 44)	3.03 \pm 1.08 (N = 44)	8.45 \pm 1.74 (N = 44)	13.57 \pm 2.39 (N = 44)	6.75 \pm 1.25 (N = 47)
Forlì-Cesena	0.00 \pm 0.00 (N = 9)	0.00 \pm 0.00 (N = 9)	1.79 \pm 0.39 (N = 10)	5.54 \pm 2.11 (N = 10)	1.79 \pm 0.40 (N = 10)
Ferrara	1.47 \pm 0.87 (N = 24)	2.72 \pm 1.16 (N = 24)	5.85 \pm 2.30 (N = 24)	13.69 \pm 4.00 (N = 26)	5.04 \pm 1.18 (N = 27)
Modena	0.71 \pm 0.23 (N = 25)	2.23 \pm 0.59 (N = 25)	9.78 \pm 1.90 (N = 28)	17.89 \pm 3.67 (N = 29)	10.21 \pm 2.15 (N = 30)
Ravenna	3.50 \pm 1.36 (N = 33)	3.58 \pm 1.36 (N = 33)	6.25 \pm 1.68 (N = 33)	11.54 \pm 1.76 (N = 35)	7.34 \pm 1.72 (N = 37)

Si può osservare nella Tabella 3.1.3 che i danni da cimice sono distribuiti in tutte le province, con una minor intensità, ad esempio, nel forlivese-cesenate rispetto al ravennate; per il 2019-2020 la situazione peggiore è stata invece riscontrata nel territorio modenese. Questi risultati vanno interpretati alla luce delle conoscenze relative alla biologia ed etologia di *H. halys*: la cimice asiatica è infatti una specie estremamente mobile e altamente polifaga, che si sposta attivamente nel territorio alla ricerca di piante ospiti coltivate e spontanee. Pertanto, a parità di provincia, aziende limitrofe possono registrare danni anche estremamente variabili e diversi tra loro (passando da un danno medio-grave ad un'assenza totale di danno), in funzione del contesto agroecologico, della conformazione e posizione dell'impianto e delle caratteristiche intrinseche del frutteto, non ultimo la vigoria delle piante (dovuta al portainnesto, al terreno, ...), la forma di allevamento, il carico produttivo e la gestione aziendale. Pertanto, questi dati medi sono rappresentativi di una situazione mediata, talvolta sottostimata e talvolta sovrastimata rispetto agli attacchi puntuali e puntiformi della cimice asiatica. Questi risultati sono quindi indicativi di una situazione complessiva, dove in ciascuna provincia ci possono essere anche molteplici casi agli estremi (cioè privi di danno e con

produzioni completamente compromesse dalle infestazioni della cimice asiatica, che su pero causano forti danni in particolare ad inizio stagione provocando deformazioni dei frutti in accrescimento).

Tabella 3.1.4. Danno (incidenza % media \pm SE) imputabile a cimice asiatica su pero cv Abate Fetel in pereti a conduzione convenzionale (integrata) o biologica durante il quinquennio 2016-2020 (N = numero di pereti per i quali è stato rilevato il dato).

Gestione del pereto	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
Convenzionale	2.00 \pm 0.47 (N = 126)	2.66 \pm 0.50 (N = 126)	7.05 \pm 0.80 (N = 129)	12.55 \pm 1.21 (N = 134)	6.98 \pm 0.77 (N = 141)
Biologico	0.00 \pm 0.00 (N = 9)	4.17 \pm 4.17 (N = 9)	10.01 \pm 6.93 (N = 10)	25.04 \pm 10.64 (N = 10)	6.54 \pm 3.71 (N = 10)

I dati raccolti nelle poche aziende a conduzione biologica interessate dal questionario (Tabella 3.1.4) hanno comunque permesso di un andamento dei livelli di danno simile a quello riscontrato nelle aziende a gestione integrata. Le aziende a conduzione biologica hanno tuttavia registrato complessivamente un più grave attacco rispetto ai pereti a conduzione integrata. Tale differenza è risultata particolarmente evidente per il 2019 (Tabella 3.1.4).

Nel complesso i dati raccolti attraverso il questionario hanno evidenziato un progressivo incremento dei danni da cimice che coincide con la sua progressiva diffusione sul territorio regionale in seguito al suo primo ritrovamento avvenuto in provincia di Modena nel 2012 che ha toccato il suo apice nel 2019, considerato per tutta l'Italia settentrionale l'anno in cui l'impatto da cimice asiatica è risultato maggiore. Infatti, le stime dei danni durante la campagna 2019 hanno superato i 740 milioni di euro per il nord Italia (<https://www.italiafruit.net/cimice-asiatica-i-danni-del-2019-superano-i-740-milioni>) ed in particolare la produzione di pere in Emilia Romagna è stata pesantemente compromessa (con circa 5000 aziende colpite dalle infestazioni di *H. halys*), e sono andate perse 114mila tonnellate di prodotto rispetto alle previsioni 2019, come stimato dal CSO a fine campagna (<https://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2019/11/05/cimice-asiatica-la-conta-dei-danni/64794>).

Per quanto riguarda l'effetto dei mezzi meccanici di protezione (sistemi di esclusione mediante reti), come si può osservare dalla Tabella 3.1.5, tra lo scoperto (fuori rete) e la rete antigrandine non vi sono sostanziali differenze numeriche in termini di danno medio, mentre la differenza è piuttosto marcata a favore delle protezioni laterali combinate alla rete antigrandine rispetto alla sola rete antigrandine per la stagione 2019 (con un danno medio più che dimezzato in presenza anche delle chiusure laterali). Infine, non si apprezzano nel 2019 sostanziali differenze tra antigrandine protetto anche lateralmente e monoblocco e monofila, mentre nel 2020 gli ultimi due sistemi (rete

monoblocco e monofila) sono migliorativi rispetto alla rete antigrandine protetta anche con chiusure laterali.

Tabella 3.1.5. Danno (incidenza % media \pm SE) imputabile a cimice asiatica su pero cv Abate Fetel in pereti con o senza protezione meccanica (rete) durante il quinquennio 2016-2020 (N = numero di pereti per i quali è stato rilevato il dato).

Provincia	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Anno 2020
Scoperto	2.36 \pm 0.66 (N = 81)	3.29 \pm 0.80 (N = 81)	8.38 \pm 1.20 (N = 83)	15.02 \pm 1.76 (N = 85)	7.77 \pm 0.94 (N = 88)
Rete antigrandine	1.20 \pm 0.73 (N = 21)	3.00 \pm 1.13 (N = 21)	7.87 \pm 2.79 (N = 22)	17.00 \pm 4.89 (N = 23)	9.06 \pm 2.78 (N = 23)
Rete antigrandine con protezioni laterali	1.68 \pm 0.98 (N = 21)	2.04 \pm 0.97 (N = 21)	6.35 \pm 1.39 (N = 21)	7.66 \pm 1.34 (N = 22)	5.33 \pm 1.61 (N = 26)
Rete monoblocco	0.00 \pm 0.00 (N = 2)	0.00 \pm 0.00 (N = 2)	2.55 \pm 0.00 (N = 3)	6.72 \pm 4.17 (N = 3)	1.70 \pm 0.85 (N = 3)
Rete anti-insetto	- (N = 0)	- (N = 0)	- (N = 0)	0.00 (N = 1)	0.00 (N = 1)
Rete monofila	0.00 \pm 0.00 (N = 10)	0.00 \pm 0.00 (N = 5)	0.00 \pm 0.00 (N = 10)	7.53 \pm 2.51 (N = 10)	1.28 \pm 0.43 (N = 10)

Questionario di fine progetto (focus su melo, pero, pesco/nettarino e actindia)

Per quanto riguarda il secondo questionario, somministrato a fine progetto sia al personale interno alle unità operative che hanno realizzato i monitoraggi, sia ad agricoltori e tecnici esterni alla rete di monitoraggio del progetto Cimice.Net, i risultati principali sono di seguito riportati.

Tra fine anno 2022 ed inizio anno 2023 sono stati raccolti dati puntuali su 50 siti con presenza di trappole della rete di monitoraggio (principalmente per le province di Modena e Ravenna); inoltre, grazie alla collaborazione di tecnici ed agricoltori, è stato possibile raccogliere ulteriori questionari per 45 siti limitrofi a quelli in cui erano dislocate le trappole di monitoraggio (principalmente curati dagli operatori che si occupano dell'assistenza tecnica alle aziende agricole). Pertanto, al netto dei

questionari incompleti e parziali che sono stati scartati, a fine progetto il secondo questionario ha permesso di raccogliere 95 serie di risposte.

I questionari hanno coinvolto sia aziende a conduzione integrata (80 risposte) sia aziende a conduzione biologica (15 risposte), per un totale di circa 954 ettari rappresentati (di cui il 35,7% in biologico). Nella maggioranza dei casi le aziende presentavano più colture frutticole compresenti nello stesso sito (sia pomacee, sia drupacee che actinidia) e per ottenere informazioni puntuali è stato necessario focalizzare l'attenzione su una specifica coltura, a libera scelta del compilatore del questionario; è ipotizzabile che la scelta del compilatore sia stata orientata sulla coltura prevalente o sulla coltura con le maggiori problematiche di cimice asiatica. Sono complessivamente state raccolte 10 risposte per melo, 51 risposte per pero, 24 risposte per pesco e nettarino, e 10 risposte per actinidia (sia a polpa gialla che a polpa verde, e in un caso a polpa rossa).

- Melo

Per quanto riguarda il melo, le 10 aziende coinvolte presentavano appezzamenti (per i quali è stato compilato il questionario) con un'estensione media di circa 7 ha (da un minimo di 1 ha a un massimo di 10 ha). Nella metà dei casi il melo era compresente con il pero e/o con il pesco e nettarino. Le varietà presenti erano molteplici, di seguito elencate: Rosy Glow (6), Fuji (6), Gala (4), Golden (4), Granny (4), Ticchiolatura resistente (2) e Red (1). È intuitivo considerare che le varietà citate hanno un diverso livello di attrattività per la cimice asiatica non solo in base alle caratteristiche agroecologiche e aromatiche della specifica cultivar, ma anche e soprattutto in base al calendario di maturazione (più l'epoca di raccolta è tardiva, minori saranno le disponibilità alternative di frutti e, pertanto, maggiore sarà la concentrazione delle cimici asiatiche sulle colture e cultivar ancora con produzione in campo). Nella metà dei casi i meleti non presentavano rete di protezione, mentre l'altra metà degli impianti era protetta da rete antigrandine (in un solo caso, gestito in biologico, era presente la rete monofila). Nel 60% dei casi era presente vegetazione spontanea arborea o arbustiva non gestita (< 100 m dal frutteto), mentre nel 100% dei casi erano presenti fabbricati (< 100 m dal frutteto).

Come si può osservare in Tabella 3.1.6, in media vengono realizzati 8-9 trattamenti insetticidi su melo (da un minimo di 2 ad un massimo di 14), di cui circa la metà (in media 4 applicazioni, con un range da 0 a 7) sono mirate a contenere le infestazioni e i danni di cimice asiatica. Mediamente il danno stimato nei meleti oggetto delle indagini era del 10-20% in funzione dell'anno e della varietà (con una variazione a 0% al 60% in un meleto nel 2019).

Tabella 3.1.6. Sintesi dei questionari su melo: trattamenti insetticidi e danno nei meleti oggetto dell'indagine (valori medi \pm deviazione standard).

Anno	Numero totale di trattamenti insetticidi realizzati su melo	Numero totale di trattamenti insetticidi specifici per <i>H. halys</i>	Percentuale di danno da <i>H. halys</i> stimato per l'apezzamento di melo oggetto del questionario
2019	8,7 \pm 4,2	3,8 \pm 2,5	16,1 \pm 18,0
2020	8,7 \pm 3,6	4,0 \pm 2,1	12,9 \pm 11,4
2021	8,7 \pm 3,8	3,9 \pm 2,0	17,6 \pm 17,4
2022	8,8 \pm 3,7	3,9 \pm 2,0	10,5 \pm 9,9

Questa fotografia, seppur circoscritta a sole 10 realtà melicole, permette di soppesare l'importanza dell'avversità per la coltura del melo. Di seguito sono riportati i dati delle quattro annualità (dal 2019 al 2022) in termini di numero di applicazioni insetticide specifiche per cimice asiatica e il relativo danno stimato in ciascun contesto melicolo indagato in Emilia-Romagna (Grafico 3.1.8) e la relazione presente tra danno e trattamenti insetticidi (Grafico 3.1.9).

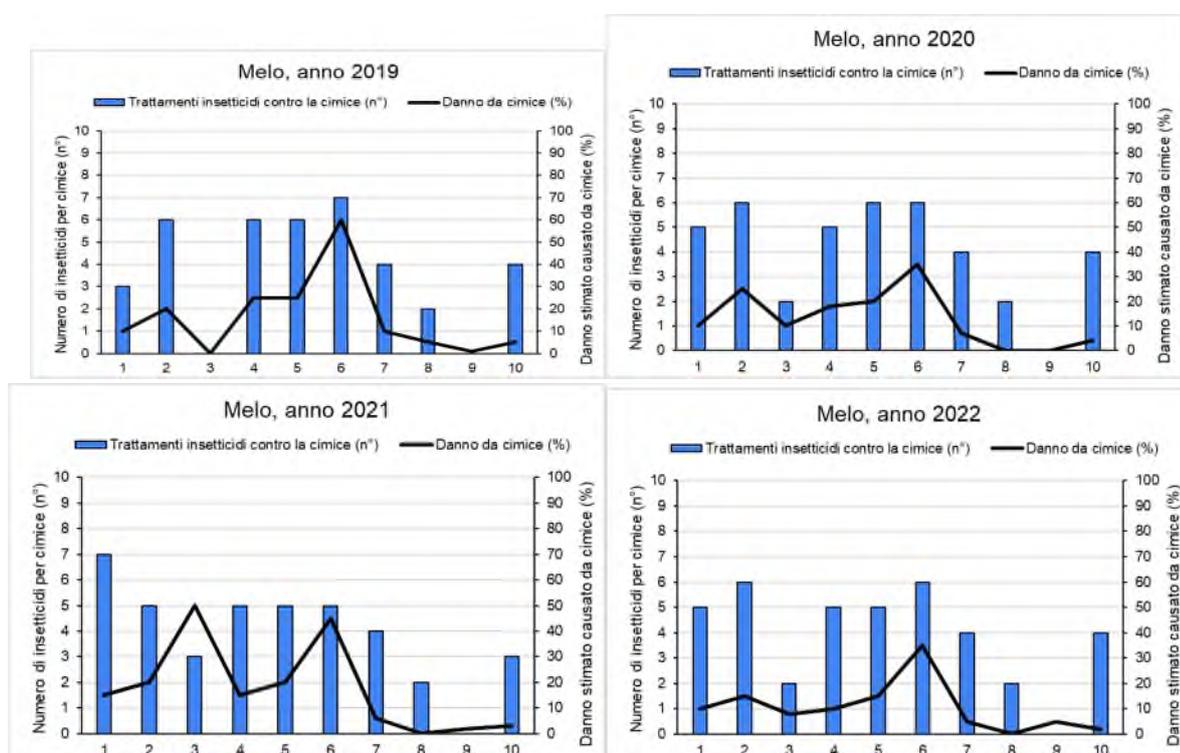


Grafico 3.1.6. Andamento del numero dei trattamenti insetticidi focalizzati contro *Halyomorpha halys* e relativo danno stimato su melo in 10 aziende rappresentative dell'Emilia-Romagna.

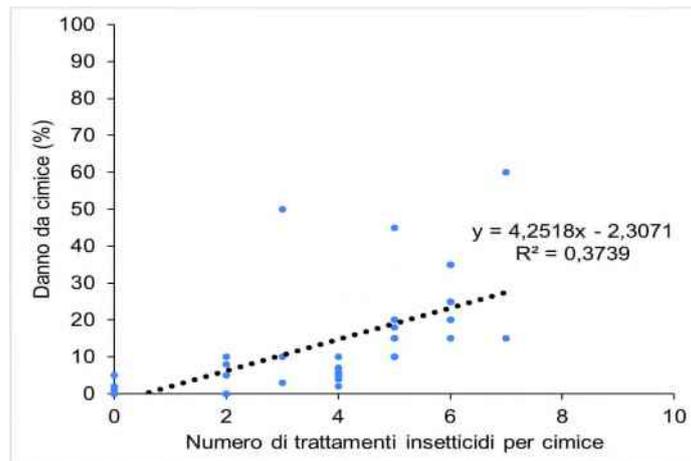


Grafico 3.1.7. Relazione tra numero dei trattamenti insetticidi focalizzati contro *Halyomorpha halys* e relativo danno stimato su melo in 10 aziende rappresentative dell’Emilia-Romagna, con un questionario relativo alle stagioni comprese tra il 2019 e il 2022.

Come visibile nel Grafico 3.1.8, al netto della presenza o meno di rete antigrandine, sono necessari diversi interventi insetticidi mirati a contenere la cimice asiatica e il risultato finale è una presenza più o meno importante di danno alla raccolta su melo. Va sottolineato come nel caso della presenza di rete monofila (azienda #9) non sono mai stati realizzati interventi insetticidi focalizzati sulla cimice asiatica e il danno alla raccolta è sempre stato assente o prossimo a zero (1%, 0%, 2% e 5% nelle quattro annualità considerate, rispettivamente 2019, 2020, 2021 e 2022). Nel Grafico 3.1.9 si può apprezzare una relazione positiva tra trattamenti e danno, che non presuppone necessariamente un nesso di causalità (causa-effetto), ma permette di mettere in luce il seguente andamento: nei casi dove le infestazioni di cimice asiatica sono presenti a livelli importanti e causano danno, viene aumentato il numero di trattamenti insetticidi atti a contenere questa avversità.

I risultati di seguito riportati disaggregati per il melo, così come per le altre colture, sono anche riportati successivamente come dati accorpati su tutti i questionari, al fine di ottenere una massa critica più solida (e quindi maggior consistenza del risultato). È stato comunque ritenuto interessante presentare anche la sfaccettatura di ciascuna coltura, sebbene come nel caso del melo con un numero limitato di risposte (10 questionari con focus melo). In Tabella 3.1.7 sono riportate le risposte relative al monitoraggio di cimice asiatica su melo. La sensibilità dei melicoltori intervistati nei confronti del tema “Monitoraggio *H. halys*” è complessivamente medio-alta (punteggio 3,7/5) e di fatto, ad eccezione di un caso che reputa poco importante monitorare questa avversità, la maggioranza dei produttori intervistati utilizza trappole a livello aziendale e in alcuni casi completa l’informazione delle trappole con campionamenti visivi e frappe. Il 60% degli agricoltori intervistati era a conoscenza del progetto Cimice.Net e il 50% consultava il sito <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php> per avvantaggiarsi anche delle informazioni territoriali prodotte e messe a disposizione in questo progetto.

Tabella 3.1.7. Risposte relative ai produttori di melo (N = 10) in riferimento alla percezione dei produttori sull'utilità del monitoraggio e alle pratiche di monitoraggio adottate dai melicoltori intervistati (punteggio di utilità del monitoraggio da 1 = poco utile a 5 = molto utile).

Quanto reputi utile il monitoraggio della cimice asiatica per la gestione di questa avversità?	Nella tua azienda, fai un monitoraggio (trappole, visivo, frappe) per cimice asiatica?		
	Trappole	Campionamenti visivi	Frappe
5	X		
5		X	
4	X	X	
4	X	X	X
4	X	X	X
4	X		
4	X		
3		X	
3	X		
1			

- Pero

Per quanto riguarda il pero, le 51 aziende per le quali è stato compilato il questionario presentavano appezzamenti con un'estensione media di circa 12 ha (nella maggior parte dei casi composti da più frutteti che includono il pero associato ad altre colture come melo, pesco e nettarino). A parità di coltura, focalizzando l'attenzione su pero, in molti casi erano presenti contesti multivarietaali, dove erano presenti cultivar a raccolta precoce, media e tardiva, di seguito elencate: Abate Fetel (42), Williams (41), Kaiser (15), Conference (14), Santa Maria (11), Carmen (9) e Decana (8). Anche in questo caso le varietà citate hanno un diverso livello di attrattività per la cimice asiatica in base alle caratteristiche aromatiche della specifica cultivar, all'epoca di raccolta e al contesto agroecologico nel quale sono inserite. In termini di copertura (protezione meccanica degli impianti), dei 51 casi presi in considerazione 29 impianti erano scoperti, 13 presentavano rete antigrandine (solo superiormente), 6 presentavano rete monoblocco (con protezioni anche laterali) e 3 impianti erano con rete monofila. Nel 76,5% dei casi era presente vegetazione spontanea arborea o arbustiva non gestita (< 100 m dal frutteto), mentre nel 92% dei casi erano presenti fabbricati (< 100 m dal frutteto).

Come si può osservare in Tabella 3.1.8, in media vengono realizzati 9-10 trattamenti insetticidi su pero, di cui 4-5 mirati a contenere le infestazioni e i danni di cimice asiatica. Mediamente il danno stimato nei pereti oggetto delle indagini era del 20-35% in funzione dell'anno e della varietà (con una variazione a 0% al 95% in un pereto cv Williams senza rete nel 2019).

Tabella 3.1.8. Sintesi dei questionari su pero: trattamenti insetticidi e danno nei pereti oggetto dell'indagine (valori medi \pm deviazione standard).

Anno	Numero totale di trattamenti insetticidi realizzati su pero	Numero totale di trattamenti insetticidi specifici per <i>H. halys</i>	Percentuale di danno da <i>H. halys</i> stimato per l'appezzamento di pero oggetto del questionario
2019	10,1 \pm 5,2	4,8 \pm 2,9	35,8 \pm 26,4
2020	10,3 \pm 5,4	4,7 \pm 3,0	28,5 \pm 21,7
2021	9,8 \pm 5,6	4,5 \pm 2,7	31,3 \pm 22,5
2022	9,5 \pm 5,5	4,1 \pm 2,4	19,6 \pm 19,7

Questa fotografia, ottenuta campionando dati su 51 realtà pericole dell'Emilia-Romagna, permette di soppesare l'importanza dell'avversità per la coltura del pero. Di seguito sono riportati i dati delle quattro annualità (dal 2019 al 2022) in termini di numero di applicazioni insetticide specifiche per cimice asiatica e il relativo danno stimato in ciascun contesto pericolo indagato in Emilia-Romagna (Grafico 3.1.8) e la relazione presente tra danno e trattamenti insetticidi (Grafico 3.1.11). Come visibile nel Grafico 3.1.8, al netto della presenza o meno della protezione meccanica offerta dalla rete (antigrandine, monoblocco o monofila) sono necessari numerosi interventi insetticidi mirati a contenere la cimice asiatica e il risultato finale è una presenza più o meno importante di danno alla raccolta su pero. Nel Grafico 3.1.9 si evince come, aggregando tutti i dati, non emerga nessun tipo di relazione tra numero di trattamenti e danno, a causa dell'elevata variabilità delle casistiche prese in considerazione, inclusa la presenza o meno di reti di copertura.

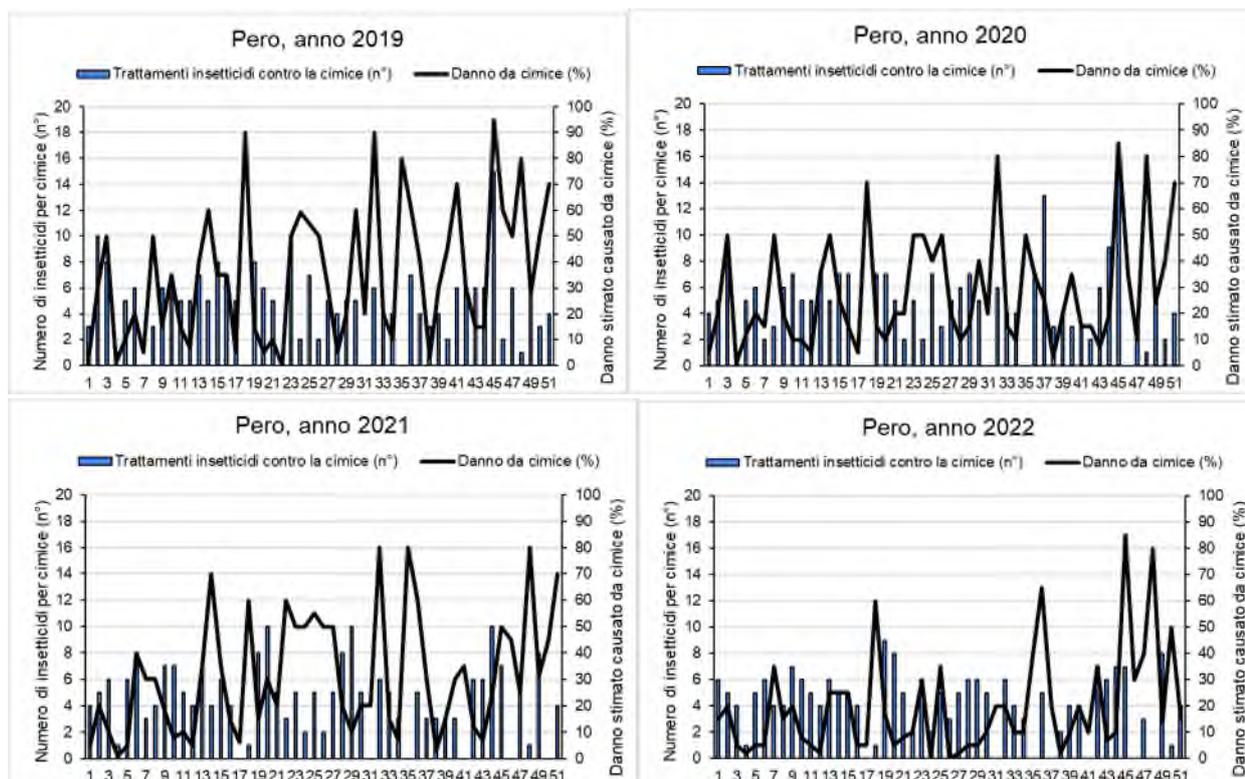


Grafico 3.1.8. Andamento del numero dei trattamenti insetticidi focalizzati contro *Halyomorpha halys* e relativo danno stimato su pero in 51 aziende rappresentative dell'Emilia-Romagna.

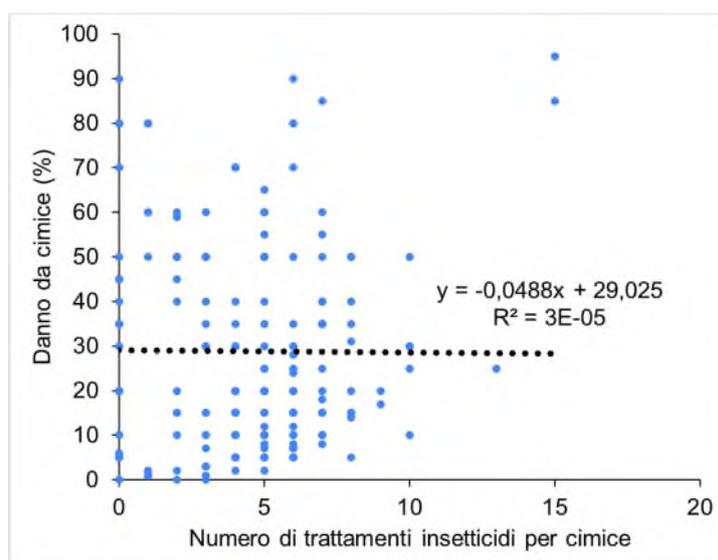


Grafico 3.1.9. Relazione tra numero dei trattamenti insetticidi focalizzati contro *Halyomorpha halys* e relativo danno stimato su pero in 51 aziende rappresentative dell'Emilia-Romagna, con un questionario relativo alle stagioni comprese tra il 2019 e il 2022.

Di fatto, è interessante scorporare i dati in funzione della tipologia di copertura dell'impianto, come di seguito presentato. Analizzando i dati separatamente per ciascuna annualità (risultati non

riportati), il trend è il medesimo di quanto ottenuto analizzando le quattro stagioni insieme, quest'ultimo di seguito riportato nel Grafico 3.1.10. Emerge come il numero di trattamenti insetticidi non varia in maniera sostanziale in assenza di coperture o in presenza di rete antigrandine o monoblocco, mentre è tendenzialmente inferiore negli impianti con reti monofila (seppur meno rappresentati, avendo nel questionario solo 3 campioni relativi al pero protetto con reti monofila). Il danno rilevato e stimato è tendenzialmente comparabile negli impianti scoperti e negli impianti protetti con rete antigrandine, ed è visivamente inferiore negli impianti con rete monoblocco (Grafico 3.1.10). Per quanto riguarda i pochi (3) casi analizzati con reti monofila, a fronte di un numero di interventi insetticidi mirati per cimice molto modesto (in quasi tutte le annate 0 o 1 trattamento), il danno è risultato essere anche dell'80-90%; tuttavia, il dato relativo al monofila, considerato la ristretta dimensione campionaria, può essere fuorviante e non rappresentativo della realtà di campo. Nel Grafico 3.1.11 si evince una relazione tra numero di trattamenti e danno negli impianti monoblocco, ma non negli impianti scoperti o protetti con rete antigrandine: solo negli impianti monoblocco, laddove incrementa il danno c'è tendenzialmente un maggior impiego di insetticidi (o viceversa), sottintendendo non necessariamente un rapporto causa-effetto, ma l'incremento contemporaneo di entrambe le variabili (probabilmente spiegabile come segue: dove c'è una maggior infestazione percepita, che risulta in un danno più elevato, c'è un maggior impiego di insetticidi atti a contenere la cimice asiatica).

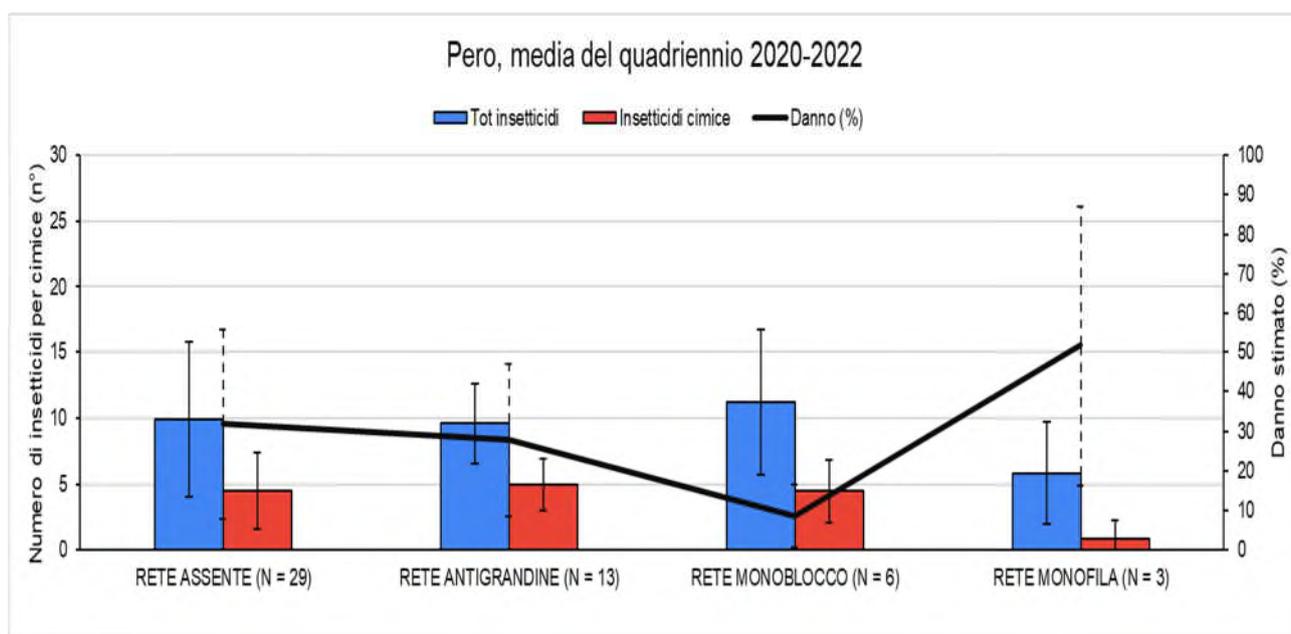


Grafico 3.1.10. Numero di interventi insetticidi totale sulla coltura, numero di interventi insetticidi focalizzati contro *Halyomorpha halys* e relativo danno stimato su pero in 51 aziende rappresentative dell'Emilia-Romagna nel quadriennio 2020-2022 in funzione del tipo di copertura.

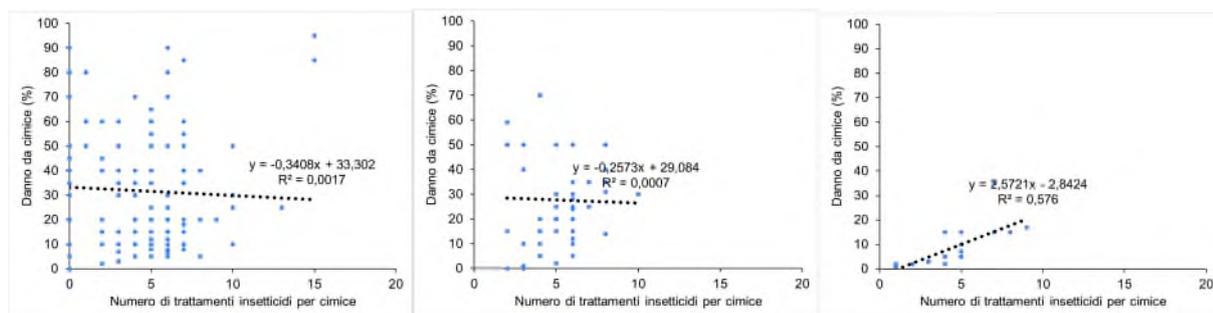


Grafico 3.1.11. Relazione tra numero dei trattamenti insetticidi focalizzati contro *Halyomorpha halys* e relativo danno stimato su pero in 51 aziende rappresentative dell’Emilia-Romagna, con un questionario relativo alle stagioni comprese tra il 2019 e il 2022, scorporando i pereti senza copertura).

I risultati di seguito riportati disaggregati per il pero, così come per le altre colture, sono anche riportati successivamente come dati accorpati su tutti i questionari, al fine di ottenere una massa critica più solida (e quindi maggior consistenza del risultato). In Tabella 3.1.9 sono riportate le risposte relative al monitoraggio di cimice asiatica su pero (51 questionari). La sensibilità dei pericoltori intervistati nei confronti del tema << Monitoraggio *H. halys* >> è complessivamente alta (punteggio 4,4/5) e di fatto la maggioranza dei produttori intervistati utilizza trappole a livello aziendale e in alcuni casi completa l’informazione delle trappole con campionamenti visivi (Tabella 3.1.10). Il 78% degli agricoltori intervistati era a conoscenza del progetto Cimice.Net e il 61% consultava il sito <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php> per avvantaggiarsi anche delle informazioni territoriali prodotte e messe a disposizione in questo progetto.

Tabella 3.1.9. Risposte relative ai produttori di pero (N = 51, di cui N = 45 risposte) in riferimento alla percezione dei produttori sull’utilità del monitoraggio (punteggio di utilità del monitoraggio da 1 = poco utile a 5 = molto utile).

N° di agricoltori	Quanto reputi utile il monitoraggio della cimice asiatica per la gestione di questa avversità ?
0	1
0	2
5	3
16	4
24	5

Tabella 3.1.10. Risposte relative ai produttori di pero (N = 51, di cui N = 45 risposte) in riferimento alle pratiche di monitoraggio adottate dai frutticoltori intervistati.

N° di agricoltori	Trappole	Monitoraggi visivi	Frappage
5	-	-	-
29	-	X	-
34	X	-	-
2	-	-	X

- Pesco e Nettarino

Per quanto riguarda il pesco e nettarino, le 24 aziende per le quali è stato compilato il questionario presentavano appezzamenti con un'estensione media di circa 7 ha (da un minimo di 1 ha a un massimo di 20 ha). Nei due terzi dei casi considerati l'impianto di pesco o nettarino era compresente con il pero, il melo e l'actinia. Le tipologie di frutti presenti nelle aziende intervistate erano principalmente la nettarina senza pelo e la pesca con pelo, con epoche di maturazione diverse e così distribuite: raccolta precoce (15%), raccolta media (59%) e raccolta tardiva (26%). La maggior parte degli impianti coltivati a pesco o nettarino non era protetta da rete, mentre 3 impianti erano protetti da rete antigrandine e 1 impianto era protetto da rete monoblocco. Nell'80% dei casi era presente vegetazione spontanea arborea o arbustiva non gestita (< 100 m dal frutteto), mentre nel 88% dei casi erano presenti fabbricati (< 100 m dal frutteto).

Come si può osservare in Tabella 3.1.11, in media sono stati realizzati 7 trattamenti insetticidi su pesco/nettarino (da un minimo di 0 ad un massimo di 22), di cui circa il 40% (in media 3 applicazioni, con un range da 0 a 11) erano mirate a contenere le infestazioni e i danni di cimice asiatica. Mediamente il danno stimato negli impianti coltivati a pesco/nettarino oggetto delle indagini era del 10-18% in funzione dell'anno e della varietà (con una variazione a 0% al 40% in tutti gli anni presi in esame).

Tabella 3.1.11. Sintesi dei questionari su pesco: trattamenti insetticidi e danno nei frutteti oggetto dell'indagine (valori medi \pm deviazione standard).

Anno	Numero totale di trattamenti insetticidi realizzati su melo	Numero totale di trattamenti insetticidi specifici per <i>H. halys</i>	Percentuale di danno da <i>H. halys</i> stimato per l'appezzamento di melo oggetto del questionario
2019	7,1 \pm 4,6	3,2 \pm 2,4	18,1 \pm 12,4
2020	6,8 \pm 4,9	3,0 \pm 2,7	15,0 \pm 11,9
2021	7,0 \pm 4,3	3,3 \pm 2,8	13,8 \pm 11,4
2022	6,9 \pm 3,6	3,3 \pm 2,3	10,3 \pm 9,2

Queste informazioni, seppur circoscritte a sole 24 realtà coltivate a pesco/nettarino, permettono di soppesare l'importanza dell'avversità per la coltura del pesco/nettarino. Di seguito sono riportati i dati delle quattro annualità (dal 2019 al 2022) in termini di numero di applicazioni insetticide specifiche per cimice asiatica e il relativo danno stimato in ciascun impianto di pesco/nettarino indagato in Emilia-Romagna (Grafico 3.1.12) e la relazione presente tra danno e trattamenti insetticidi (Grafico 3.1.13). Come visibile nel Grafico 3.1.12, sono necessari 3-4 interventi insetticidi mirati a contenere la cimice asiatica e il risultato finale è una presenza più o meno importante di danno alla raccolta su pesco/nettarino. Nel Grafico 3.1.13 non si apprezza nessuna relazione tra trattamenti e danno.

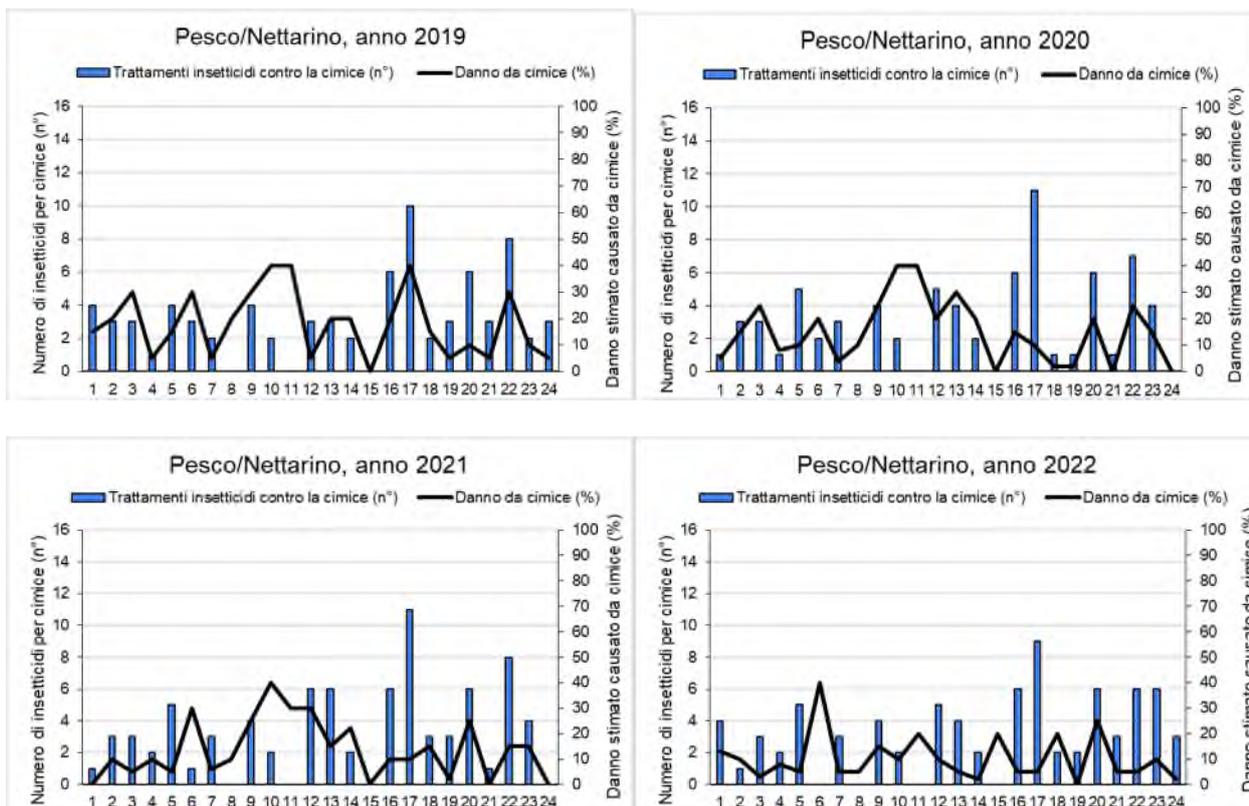


Grafico 3.1.12. Andamento del numero dei trattamenti insetticidi focalizzati contro *Halyomorpha halys* e relativo danno stimato su pesco/nettarino in 24 aziende rappresentative dell’Emilia-Romagna.

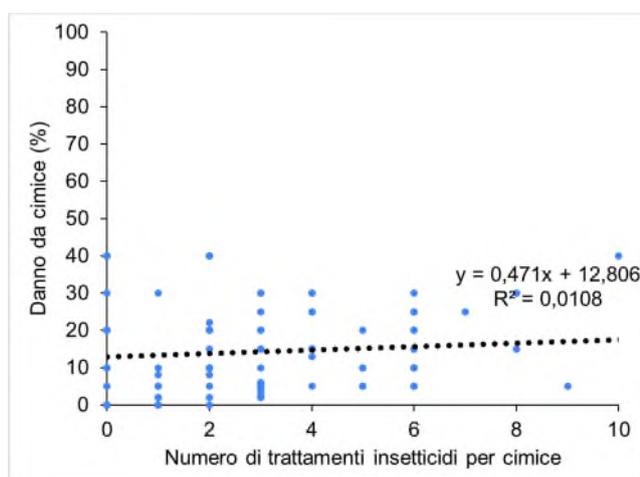


Grafico 3.1.13. Relazione tra numero dei trattamenti insetticidi focalizzati contro *Halyomorpha halys* e relativo danno stimato su pesco/nettarino in 24 aziende rappresentative dell’Emilia-Romagna, con un questionario relativo alle stagioni comprese tra il 2019 e il 2022.

I risultati di seguito riportati specificatamente per il pesco/nettarino, così come per le altre colture, sono anche riportati successivamente come dati accorpati su tutti i questionari, al fine di ottenere

una massa critica più solida (e quindi maggior consistenza del risultato). In Tabella 3.1.12 sono riportate le risposte relative al monitoraggio di cimice asiatica su pesco/nettarino. La sensibilità dei frutticoltori intervistati nei confronti del tema << Monitoraggio *H. halys* >> è complessivamente elevata (in media il punteggio è 4,3/5) e di fatto, ad eccezione di quattro casi che reputano di media importanza monitorare questa avversità, la maggioranza dei produttori intervistati utilizza trappole a livello aziendale e in alcuni casi completa l'informazione delle trappole con campionamenti visivi e frappe. Infine è emerso che il 60% degli agricoltori intervistati era a conoscenza del progetto Cimice.Net ed il 50% consultava il sito <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php> per avvantaggiarsi anche delle informazioni territoriali prodotte e messe a disposizione in questo progetto.

Tabella 3.1.12. Risposte relative ai produttori di pesco/nettarino (N = 24) in riferimento alla percezione dei produttori sull'utilità del monitoraggio e alle pratiche di monitoraggio adottate dai frutticoltori intervistati (punteggio di utilità del monitoraggio da 1 = poco utile a 5 = molto utile).

Quanto reputi utile il monitoraggio della cimice asiatica per la gestione di questa avversità ?	Nella tua azienda, fai un monitoraggio (trappole, visivo, frappe) per cimice asiatica?		
	Trappole	Campionamenti visivi	Frappe
5	X	X	X
5	X	X	
5	X	X	
5	X	X	
5	X	X	
5	X		
5		X	
5		X	
5		X	
5		X	
5		X	
5		X	
4	X	X	
4	X	X	
4	X	X	
4	X	X	

4	X		
4	X		
4	X		
4		X	
4		X	
3	X	X	
3	X		
3	X		
3	X		

- Actinidia

Per quanto riguarda l'actinidia, le 10 aziende coinvolte presentavano appezzamenti (per i quali è stato compilato il questionario) con un'estensione media di circa 11 ha (da un minimo di 4 ha a un massimo di 17 ha). Nel 60% dei casi considerati l'actinidia era compresente con il pesco o nettarino. Le tipologie di varietà presenti nelle aziende intervistate erano actinidia a polpa gialla (6), actinidia a polpa rossa (1) e actinidia a polpa verde (7), pertanto in alcuni casi erano compresenti impianti di diverse varietà di kiwi (più o meno attrattive e sensibili al danno da cimice asiatica). Il 60% degli actinidieti oggetto dell'indagine era protetto da rete: rete antigrandine (4), rete monofila (2) e rete monoblocco (2). Nel 60% dei casi era presente vegetazione spontanea arborea o arbustiva non gestita (< 100 m dal frutteto), mentre nel 80% dei casi erano presenti fabbricati (< 100 m dal frutteto).

Come si può osservare in Tabella 3.1.13, è emerso che in media vengono realizzati 3-4 trattamenti insetticidi su actinidia (da un minimo di 0 ad un massimo di 8), dei quali almeno 2 in media (con un range da 0 a 4) sono mirati specificatamente a contenere le infestazioni e i danni di cimice asiatica. Mediamente il danno stimato negli impianti coltivati ad actinidia oggetto delle indagini era del 12-15% in funzione dell'anno e della varietà (con una variazione a 0% al 80% in tutti gli anni presi in esame).

Tabella 3.1.13. Sintesi dei questionari su actinidia: trattamenti insetticidi e danno negli actinidieti oggetto dell'indagine (valori medi \pm deviazione standard).

Anno	Numero totale di trattamenti insetticidi realizzati su melo	Numero totale di trattamenti insetticidi specifici per <i>H. halys</i>	Percentuale di danno da <i>H. halys</i> stimato per l'apezzamento di melo oggetto del questionario
2019	3,4 \pm 2,1	2,0 \pm 1,3	14,7 \pm 23,8
2020	3,5 \pm 2,1	1,9 \pm 1,5	11,9 \pm 15,2
2021	3,6 \pm 2,1	2,2 \pm 1,3	13,7 \pm 14,4
2022	3,4 \pm 1,3	2,3 \pm 1,2	11,2 \pm 15,6

Questo risultato, seppur circoscritto a 10 realtà coltivate ad actinidia, permette di soppesare l'importanza dell'avversità per la coltura dell'actinidia. Di seguito sono riportati i dati delle quattro annualità (dal 2019 al 2022) in termini di numero di applicazioni insetticide specifiche per cimice asiatica e il relativo danno stimato in ciascun contesto coltivato ad actinidia indagato in Emilia-Romagna (Grafico 3.1.14) e la relazione presente tra danno e trattamenti insetticidi (Grafico 3.1.15).

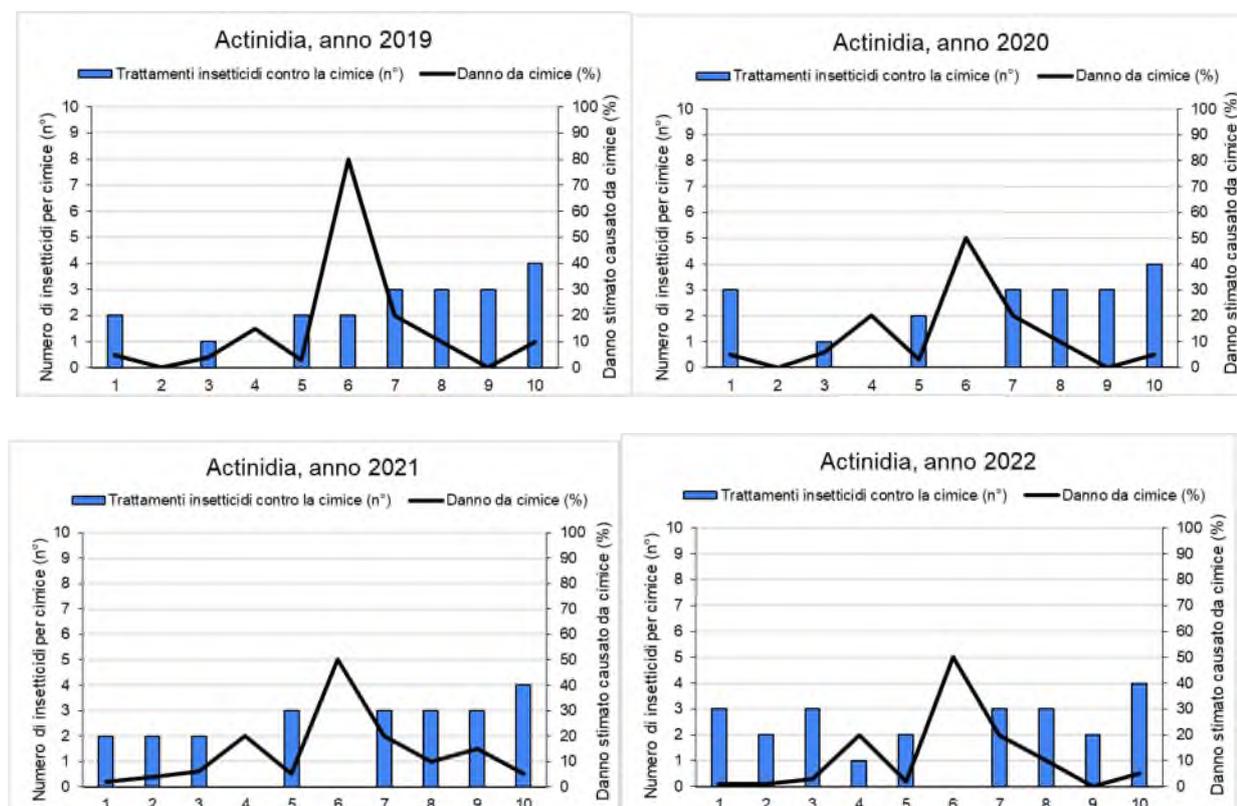


Grafico 3.1.14. Andamento del numero dei trattamenti insetticidi focalizzati contro *Halyomorpha halys* e relativo danno stimato su actinidia in 10 aziende rappresentative dell'Emilia-Romagna.

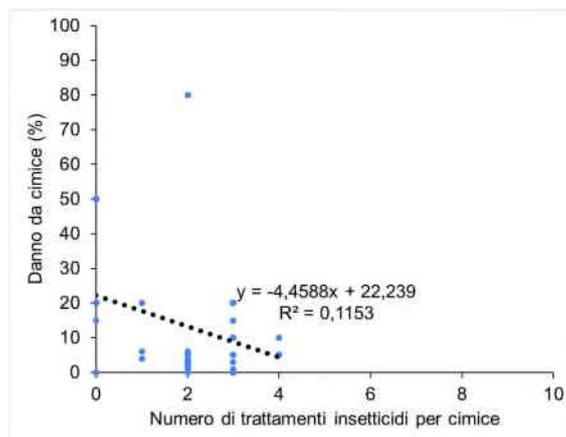


Grafico 3.1.1. Relazione tra numero dei trattamenti insetticidi focalizzati contro *Halyomorpha halys* e relativo danno stimato su actinidia in 10 aziende rappresentative dell'Emilia-Romagna, con un questionario relativo alle stagioni comprese tra il 2019 e il 2022.

Come riportato nel Grafico 3.1.14, mediamente sono necessari almeno 2 interventi insetticidi mirati a contenere la cimice asiatica e il risultato finale è una presenza talvolta anche rilevante di danno alla raccolta su actinidia. Nel Grafico 3.1.15 non si può apprezzare nessuna relazione tra trattamenti e danno.

I risultati di seguito riportati disaggregati per l'actinidia, così come per le altre colture, sono anche riportati successivamente come dati accorpati su tutti i questionari, al fine di ottenere una massa critica più solida (e quindi maggior consistenza del risultato). In Tabella 3.1.14 sono riportate le risposte relative al monitoraggio di cimice asiatica su actinidia (10 questionari con focus actinidia). La sensibilità dei frutticoltori intervistati nei confronti del tema « Monitoraggio *H. halys* » è complessivamente elevata (valore medio di punteggio 4,5/5) e di fatto la maggioranza dei produttori intervistati utilizza trappole a livello aziendale e in alcuni casi completa l'informazione delle trappole con campionamenti visivi. Il 60% degli agricoltori intervistati era a conoscenza del progetto Cimice.Net e il 50% consultava il sito <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php> per avvantaggiarsi anche delle informazioni territoriali prodotte e messe a disposizione in questo progetto.

Tabella 3.1.14. Risposte relative ai produttori di actinidia (N = 10) in riferimento alla percezione dei produttori sull'utilità del monitoraggio e alle pratiche di monitoraggio adottate dai frutticoltori intervistati (punteggio di utilità del monitoraggio da 1 = poco utile a 5 = molto utile).

Quanto reputi utile il monitoraggio della cimice asiatica per la gestione di questa avversità ?	Nella tua azienda, fai un monitoraggio (trappole, visivo, frappe) per cimice asiatica?		
	Trappole	Campionamenti visivi	Frappe
5		X	
5		X	
5		X	
5		X	
5	X		
4	X	X	
4	X		
4	X		
4	X		
4	X		

Nel complesso l'indagine effettuata tra i frutticoltori (mediante il secondo questionario di fine progetto), indipendentemente dalla coltura oggetto del questionario (melo, pero, pesco/nettarino o actinidia), ha riportato il seguente scenario riguardo l'importanza del monitoraggio nei confronti di cimice asiatica: su 95 questionari raccolti, l'1% ritiene che il monitoraggio di tale avversità non abbia nessuna importanza, il 2% considera il monitoraggio di *H. halys* poco rilevante, il 17% giudica il monitoraggio di media importanza, mentre rispettivamente il 45% e il 35% reputano il monitoraggio di questo insetto importante e di massima importanza (Tabella 3.1.15). Sempre a livello generale è stato chiesto ai frutticoltori se nella loro azienda adottassero delle azioni di monitoraggio nei confronti della cimice asiatica e le risposte ottenute sono le seguenti: il 6% ha dichiarato di non utilizzare alcun metodo per il monitoraggio della cimice asiatica, il 67% impiega le trappole, il 59% ricorre al monitoraggio visivo e il 5% si avvale anche della tecnica del frappe per il monitoraggio attivo (Tabella 3.1.16). È stato inoltre indagato quanti dei frutticoltori conoscessero il sito di monitoraggio territoriale di Cimice.net e la maggior parte (70 agricoltori su 95 intervistati) ha risposto positivamente; nello specifico, il 60% dei produttori intervistati ha dichiarato di utilizzare il sito Cimice.Net per ottimizzare la gestione di questa avversità.

Tabella 3.1.15. Risposte relative ai frutticoltori (N = 95) intervistati a fine progetto in riferimento alla percezione dell'utilità del monitoraggio di *Halyomorpha halys*.

Quanto reputi utile il monitoraggio della cimice asiatica per la gestione di questa avversità ?	N° di risposte
1 (poco utile)	1
2 (utilità bassa)	2
3 (utilità media)	13
4 (utilità alta)	43
5 (molto utile)	36

Tabella 3.1.16. Risposte relative ai frutticoltori (N = 95) in riferimento alle pratiche di monitoraggio adottate nei confronti di *Halyomorpha halys*.

N° di agricoltori che impiegano sistemi di monitoraggio per cimice asiatica			
Nessun sistema	Impiego di trappole	Monitoraggi visivi	Monitoraggi attivi mediante frappage
6	64	56	5

I risultati ottenuti sono riconfermati analizzando esclusivamente le risposte degli agricoltori esterni al progetto (cioè non coinvolti direttamente nella rete di monitoraggio e che quindi non ospitavano nessuna trappola afferente al progetto Cimice.Net). In questa indagine sono infatti state scorporate le risposte tra i frutticoltori rispondenti al questionario interni al progetto Cimice.Net e quelli esterni al progetto (ma comunque inseriti nello stesso territorio). Per quanto riguarda le risposte ottenute dai frutticoltori esterni al progetto Cimice.Net (in totale 45 dei 95 che hanno partecipato al questionario), tutti i frutticoltori intervistati ritengono il monitoraggio di *H. halys* una valida tecnica per gestire correttamente l'avversità: in particolare l'11% considera il monitoraggio mediamente importante, il 36% reputa il monitoraggio importante e il 53% giudica tale pratica molto importante (Tabella 3.1.17). Per quanto concerne l'utilizzo dei diversi sistemi di monitoraggio, le risposte sono le seguenti: il 2% dei frutticoltori non utilizza alcun sistema di monitoraggio, il 69% adotta il monitoraggio visivo dell'insetto, il 53% si avvale dell'utilizzo delle trappole e il 2% mette in atto la tecnica del monitoraggio tramite frappage (Tabella 3.1.18). Indagando poi quanti, tra i frutticoltori esterni al progetto Cimice.Net, conoscessero tale iniziativa e consultassero il sito, è risultato che la

maggioranza dei frutticoltori conosce il sito (solo 5 di questi non ne era al corrente), e che il 71% dei frutticoltori ne fa utilizzo.

Tabella 3.1.17. Risposte relative ai frutticoltori esterni al progetto Cimice.Net (N = 45) intervistati a fine progetto in riferimento alla percezione dell'utilità del monitoraggio di *Halyomorpha halys*.

N° di agricoltori	Quanto reputi utile il monitoraggio della cimice asiatica per la gestione di questa avversità?
0	1
0	2
5	3
16	4
24	5

Tabella 3.1.18. Risposte relative ai frutticoltori esterni al progetto Cimice.Net (N = 45) in riferimento alle pratiche di monitoraggio adottate nei confronti di *Halyomorpha halys*.

N° di agricoltori che impiegano sistemi di monitoraggio per cimice asiatica			
Nessun sistema	Impiego di trappole	Monitoraggi visivi	Monitoraggi attivi mediante frappage
1	24	31	1

Infine, è stato chiesto ai produttori intervistati di dare un giudizio sulla loro percezione di quanto possa essere utile sviluppare un modello previsionale per la gestione della cimice asiatica e di quale aspettativa c'è per il controllo biologico con i parassitoidi oofagi (Tabella 3.1.19). Circa il 77% degli intervistati considera utile lo sviluppo di un modello previsionale per la cimice asiatica (il 19% ritiene il modello mediamente utile, mentre solo il 4% pensa che il modello sia poco utile). Analogamente, circa il 64% degli intervistati ripone un'elevata aspettativa nei confronti del controllo biologico (il 32% manifesta un'aspettativa media, mentre solo il 4% ha una bassa aspettativa).

Tabella 3.1.19. Risposte relative ai frutticoltori intervistati (N = 95) in riferimento all'utilità di un modello previsionale e del controllo biologico per gestire *Halyomorpha halys* (valori percentuali e tra parentesi numero di risposte).

Punteggio	Quanto reputi utile la messa a punto di un modello previsionale per cimice asiatica?	Quale aspettativa riponi sul controllo biologico ad opera dei parassitoidi oofagi (ad esempio, vespa samurai)?
1 (poco utile)	2,11% (2)	1,05% (1)
2 (utilità bassa)	2,11% (2)	3,16% (3)
3 (utilità media)	18,95% (18)	31,58% (30)
4 (utilità alta)	29,47% (28)	31,58% (30)
5 (molto utile)	47,37% (45)	32,63% (31)

CONCLUSIONI

Lo sviluppo di questa SOTTO-AZIONE 3.1 ha permesso di creare una rete di monitoraggio della cimice asiatica *Halyomorpha halys* a livello dell'intero territorio regionale, i cui nodi sono rappresentati principalmente da aziende agricole ad indirizzo frutticolo. Inoltre, è stata per la prima volta standardizzata la metodologia di monitoraggio e la raccolta dei dati relativi alla presenza di *H. halys* in Emilia-Romagna, permettendo di raccogliere dati e informazioni tra loro confrontabili e creare uno storico di dati utile alle scelte future. Infine, aspetto più importante come ricaduta pratica per gli addetti ai lavori, questa attività ha permesso di ottenere informazioni tecniche da utilizzare in forma condivisa e a libero accesso sull'intero territorio regionale per razionalizzare la gestione nei confronti di *H. halys*.

SOTTO-AZIONE 3.2. Messa a punto della piattaforma per la fruizione e l'analisi dei dati di monitoraggio

OBIETTIVI:

Creare una piattaforma digitale per raccogliere i dati dalla rete di monitoraggio, integrarli con dati provenienti da fonti esterne (dati meteo, immagini satellitari, dati agroambientali geolocalizzati) e predisporli alla fruizione analitica in forma sia puntuale che aggregata.

MATERIALI E METODI:

Fase 1 - Implementazione del Database

L'acquisizione dei dati riguardanti l'installazione e il monitoraggio delle trappole per *H. halys* è stata possibile grazie a CASE (Collaborative Agro SENSing), un'applicazione di questionari dinamici per la raccolta di dati sul campo nel settore agricolo. CASE è stata sviluppata per facilitare e standardizzare la comunicazione tra gli operatori sul campo, che hanno una visione diretta di un determinato campo/frutteto, e i tecnici che necessitano di una visione a 360 gradi di tutti i campi/frutteti per il monitoraggio in tempo reale, la supervisione operativa, il coordinamento e le analisi.

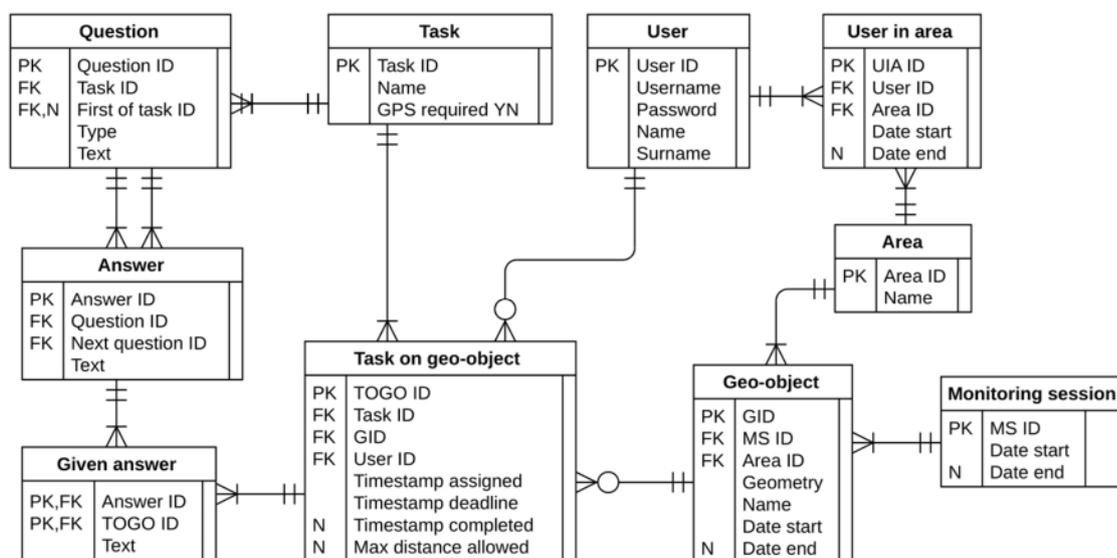


Figura 3.2.1: Schema relazionale del database di CASE

La figura 3.2.1 mostra lo schema relazionale del database. CASE si basa su un concetto di "Task", ovvero un questionario che deve essere compilato da un "User" (cioè un operatore sul campo). Ogni task è composto da un insieme di "Question", categorizzate in diversi tipi (ad esempio, risposte multiple, selezione di date), ognuna composta da un insieme predefinito di "Answer" (una delle quali può essere una risposta aperta, definita dall'utente al momento della selezione della risposta). L'aspetto dinamico dei questionari di CASE risiede nell'associazione di ogni possibile risposta con la successiva domanda da mostrare. Pertanto, gli utenti che compilano lo stesso task possono seguire

percorsi di domande diversi a seconda delle risposte date. Ciò consente un'esperienza utente personalizzata ed efficiente, in quanto domande dettagliate su un determinato argomento possono essere fatte solo se tale argomento è stato menzionato dall'utente. Le istanze dei task (ovvero "Task on geo-object") sono associate a "Geo-objects", ovvero elementi georeferenziati (ad esempio, campi, piante, trappole) che sono oggetto del questionario. Pertanto gli utenti hanno visibilità sugli oggetti geografici monitorabili in una determinata "Area" (ad esempio, una fattoria, una provincia) e gli oggetti geografici sono associati a un periodo di attività chiamato "Monitoring session" (sessione di monitoraggio).

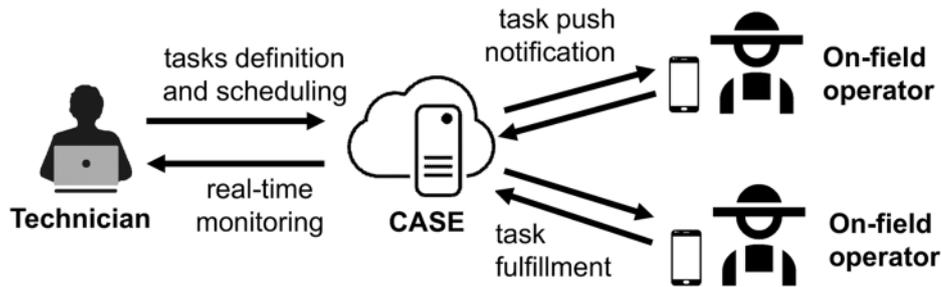
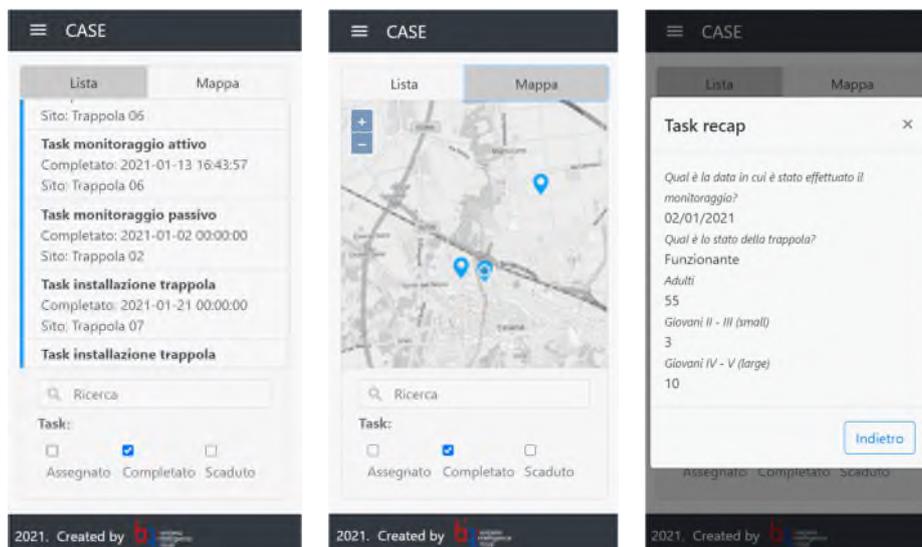


Figura 3.2.2: Esempio del processo di utilizzo di CASE

Un esempio del processo di utilizzo di CASE è mostrato nella Figura 3.2.2. Gli operatori sul campo utilizzano un'applicazione per essere informati dei task assegnati, ricevere promemoria e compilare i questionari, le cui risposte vengono immediatamente restituite ai tecnici.



(a) (b)

Figura 3.2.3: Schermate dell'applicazione CASE

La Figura 3.2.3 mostra alcune schermate dell'applicazione CASE, inclusa la lista dei task di monitoraggio (a), la mappa delle trappole con i relativi task di monitoraggio (b) e il riepilogo dei dati inviati in un task (c).

Lo sviluppo dell'applicazione CASE è iniziato con i progetti Mo.Re.Farming e Agro.Big.Data.Science, con l'obiettivo di essere agevolmente adottata in qualunque contesto di agricoltura di precisione. In Cimice.Net, l'applicazione è stata perfezionata in termini di fruibilità e user-experience, migliorando le funzionalità in funzione dei feedback ricevuti dalla prima messa in uso. Inizialmente disponibile solo come applicazione per smartphone e tablet Android (che consente l'inserimento di dati anche in assenza di connessione internet, grazie alla memorizzazione dei dati inseriti in un database SQL Lite interno e invio dei dati al database centralizzato della piattaforma dati mediante architettura REST), CASE è stata sviluppata come tradizionale sito web, in modo da estendere l'utilizzo a dispositivi di qualunque tipologia. Nel complesso, CASE fornisce un'interfaccia facile da usare per gli operatori per registrare e convalidare automaticamente i dati, riducendo così il rischio di registrazione errata dei dati. La registrazione ed il geoposizionamento delle trappole come "Geo-objects" vengono effettuati tramite un task di installazione delle trappole, dove CASE recupera automaticamente i valori di latitudine e longitudine dal GPS dello smartphone. I task di monitoraggio vengono invece pianificati settimanalmente; CASE invia promemoria settimanali agli operatori sul campo e fornisce visualizzazioni basate su mappa per aiutare gli operatori a individuare le trappole da monitorare nella settimana corrente.

Nell'ambito di questo progetto, CASE è stato utilizzato per raccogliere i dati dagli operatori responsabili delle attività di installazione e monitoraggio delle trappole per *H. halys*, con questionari appositamente creati per questo caso d'uso. In particolare, i dati raccolti attraverso CASE riguardano l'installazione di una trappola che include:

- Le coordinate di installazione della trappola.
- Un elenco di elementi ambientali identificati visivamente nelle vicinanze dal tecnico che ha installato la trappola (ad esempio, colture di alberi da frutto, colture arboree, edifici).

Successivamente, per ogni trappola installata e settimana all'interno della sessione di monitoraggio, sono stati raccolti i seguenti dati:

- Il corretto funzionamento della trappola.
- Il numero di ninfe di *H. halys* catturate.
- Il numero di neanidi di *H. halys* catturate.
- Il numero di adulti di *H. halys* catturati.

La registrazione del corretto funzionamento della trappola ha consentito di:

1. mantenere costantemente attivo il controllo delle trappole e intervenire tempestivamente per risolvere le problematiche emerse;
2. effettuare le opportune attività di accertamento della qualità dei dati raccolti, in modo da mettere a disposizione del processo analitico un dato pulito ed affidabile; in particolare, al termine di ogni stagione sono state effettuate le seguenti operazioni.
 - a. Le trappole con almeno 10 settimane consecutive senza monitoraggi o con almeno 5 settimane consecutive con malfunzionamenti sono state indicate come "non valide" ai fini dell'analisi.

- b. Nelle rimanenti trappole, i monitoraggi mancanti sono stati riempiti ridistribuendo i dati delle catture ottenuti nella settimana in cui il monitoraggio è stato ripreso. Ad esempio, se una trappola ha registrato 12 catture di adulti di *H. halys* dopo due settimane di monitoraggi mancanti, le 12 catture vengono ridistribuite uniformemente sulle settimane precedenti (per un totale di 4 adulti catturati, sia nelle settimane di monitoraggio mancato che in quella in cui il monitoraggio è effettivamente avvenuto). Questa redistribuzione, sebbene introduca un meccanismo di approssimazione, consente di evitare problematiche legate a picchi di catture (registrati nelle settimane in cui il monitoraggio riprende dopo periodi di monitoraggi mancanti) che rischierebbero di rendere inefficaci le analisi su base settimanale.

Fase 2 - Raccolta di ulteriori dati e informazioni sul territorio per correlarli alla presenza della cimice

Per arricchire i dati di CASE sono state utilizzate diverse fonti di informazioni territoriali in modo da consentire un'analisi dettagliata del fenomeno in esame. I dati includono:

- Immagini satellitari della regione Emilia-Romagna, raccolte dai satelliti Sentinel-2 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). Ogni immagine è composta da uno o più "granuli", ciascuna che copre un'area quadrata di 100 km² con una risoluzione di 10 m e contiene diverse bande, tra cui quelle visibili (rosso, verde, blu) e non visibili (ad esempio, infrarosso). A seconda della traiettoria del satellite nello spazio, fino a 3 immagini sono disponibili ogni settimana. Le immagini satellitari sono disponibili come dati aperti e consentono il calcolo degli indici di vegetazione, utili per inferire la quantità di vegetazione nelle vicinanze della trappola.
- Dati meteorologici, raccolti dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Acqua (ARPAE), che li pubblica come dati aperti. ARPAE crea una griglia di celle quadrate di 25 km² non sovrapposte e fornisce dati meteorologici rappresentativi per ciascuna cella. In particolare, per ogni cella e per ogni ora di ogni giorno all'interno della sessione di monitoraggio, sono stati raccolti i seguenti dati: temperatura minima, media e massima (°C), velocità media e massima del vento (m/s), umidità relativa minima, media e massima (%) e precipitazioni giornaliere (kg/m²).
- Tematismi idrografici e agroambientali, raccolti dal consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo (CER), quali la cartografia del reticolo consorziale di bonifica, delle aree umide interne e dell'uso agricolo del suolo regionale, che consente un rapporto dettagliato su tutte le colture agricole praticate annualmente nel territorio dell'Emilia-Romagna. Più specificatamente, ad ogni terreno agricolo sono associate le principali informazioni sulla natura delle colture, la superficie coltivata e il regime irriguo.
- Tutti i dati sono georeferenziati, il che significa che ciascuna registrazione è associata a identificatori spaziali precisi. In particolare: le immagini satellitari e i dati meteorologici sono descritti dalle coordinate delle granuli o celle che essi coprono e gli elementi ambientali sono associati a tipi di dati geometrici (ad esempio, poligoni, linee) che descrivono la forma

dell'elemento e la sua posizione sulla mappa. Gli standard di georeferenziazione (EPSG) utilizzati dalle diverse fonti sono diversi, pertanto è stata effettuata un'operazione di traduzione ad unico standard (EPSG:4326) al fine di garantire un corretto allineamento degli elementi georeferenziati in fase di integrazione dei dati. Questi dati vengono infine correlati alle catture di *H. halys* considerando la posizione di ciascuna trappola di monitoraggio, ottenuta attraverso l'applicazione CASE.

Nel processo di integrazione dei dati vengono estratte altre informazioni più specifiche della sola vicinanza geometrica di una trappola alle informazioni sopra riportate, in particolare:

- La percentuale di vegetazione spontanea (SVP) nelle vicinanze di una trappola, in quanto la vegetazione spontanea è un fattore di attrazione noto. Questo dato viene estratto automaticamente dalle immagini satellitari utilizzando l'Indice di Vegetazione Differenziata Normalizzata (NDVI). Viene calcolato il rapporto tra il numero di pixel con un valore di NDVI superiore a una soglia prestabilita e il numero totale di pixel nelle vicinanze della trappola.
- I "gradi giorno" e i "gradi giorno cumulativi" registrati per ogni trappola durante ogni settimana della sessione di monitoraggio. I gradi giorno rappresentano il numero di gradi accumulati per giorno in cui la temperatura media giornaliera supera una soglia specifica. Questi dati consentono di stimare i periodi di sviluppo degli insetti. I gradi giorno sono calcolati sommando i valori per ogni giorno della settimana monitorata, mentre i gradi giorno cumulativi sono la somma cumulativa di essi dall'inizio della stagione.

Per poter fornire le funzionalità descritte viene utilizzata una piattaforma Big Data, la cui panoramica è mostrata nella Figura 3.2.4.

Obiettivo principale della piattaforma è raccogliere i dati dalle varie fonti, integrarli e renderli disponibili agli utenti attraverso diverse opzioni di fruizione. La piattaforma è implementata su un cluster Big Data composto da 18 macchine Ubuntu, ognuna con una configurazione minima di processore i7 8-core, 32GB di RAM e hard disk da 6TB.

Nella fase di acquisizione dei dati, vengono gestiti i processi di acquisizione e arricchimento dei dati provenienti da diverse fonti. Ad esempio, l'applicazione CASE si occupa di acquisire i dati dalla rete di trappole per *H. halys*, mentre per le immagini satellitari vengono eseguiti processi complessi di correzione atmosferica per ottenere immagini adatte all'analisi. I dati meteorologici vengono scaricati e aggregati giornalmente, mentre i registri ambientali vengono raccolti manualmente all'inizio di ogni stagione.

I dati vengono memorizzati in tre livelli di archiviazione: Raw, Harbor e Access.

- Il livello Raw ospita il "data lake", una repository che contiene una vasta quantità di dati grezzi in diversi formati, inclusi dati strutturati, semi-strutturati e non strutturati.
- Il livello Harbor fornisce una vista integrata (attraverso gli appositi processi) dei dati a un livello di dettaglio più fine.
- Il livello Access fornisce una vista ad alto livello dei dati pronta per l'analisi.

Questi livelli di archiviazione si basano su tecnologie come Hadoop Distributed File System (HDFS), Apache HBase e PostgreSQL.

Per quanto riguarda la fruizione dei dati, il livello Access è accessibile dai diversi strumenti che consentono attività di analisi OLAP sfruttando i riferimenti geospaziali dei dati (SOLAP).

Inoltre, è stata sviluppata un'interfaccia web che consente il monitoraggio in tempo reale delle catture di *H. halys* nel territorio regionale (Figure 3.2.5). Il sito web visualizza una mappa interattiva con le trappole e le catture di *H. halys*, fornisce statistiche e grafici dinamici per analizzare le tendenze delle catture. È inoltre possibile esplorare i dati di ogni trappola selezionata per ottenere informazioni dettagliate.

Un importante contributo alla divulgazione delle informazioni relative alle catture è stato infine prodotto attraverso la pubblicazione di bollettini settimanali per evidenziare gli eventi biologici rilevanti legati alla presenza di *H. halys*.

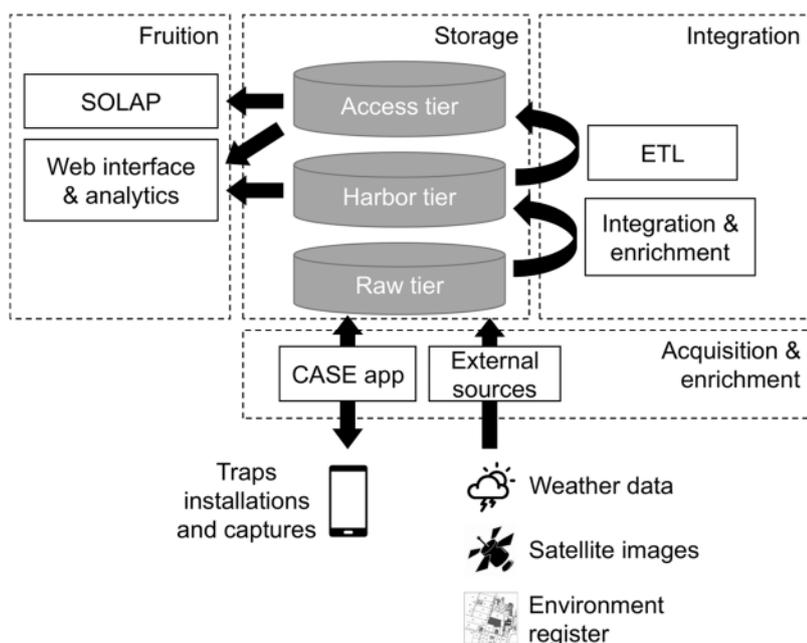


Figura 3.2.4: Architettura della piattaforma Big Data

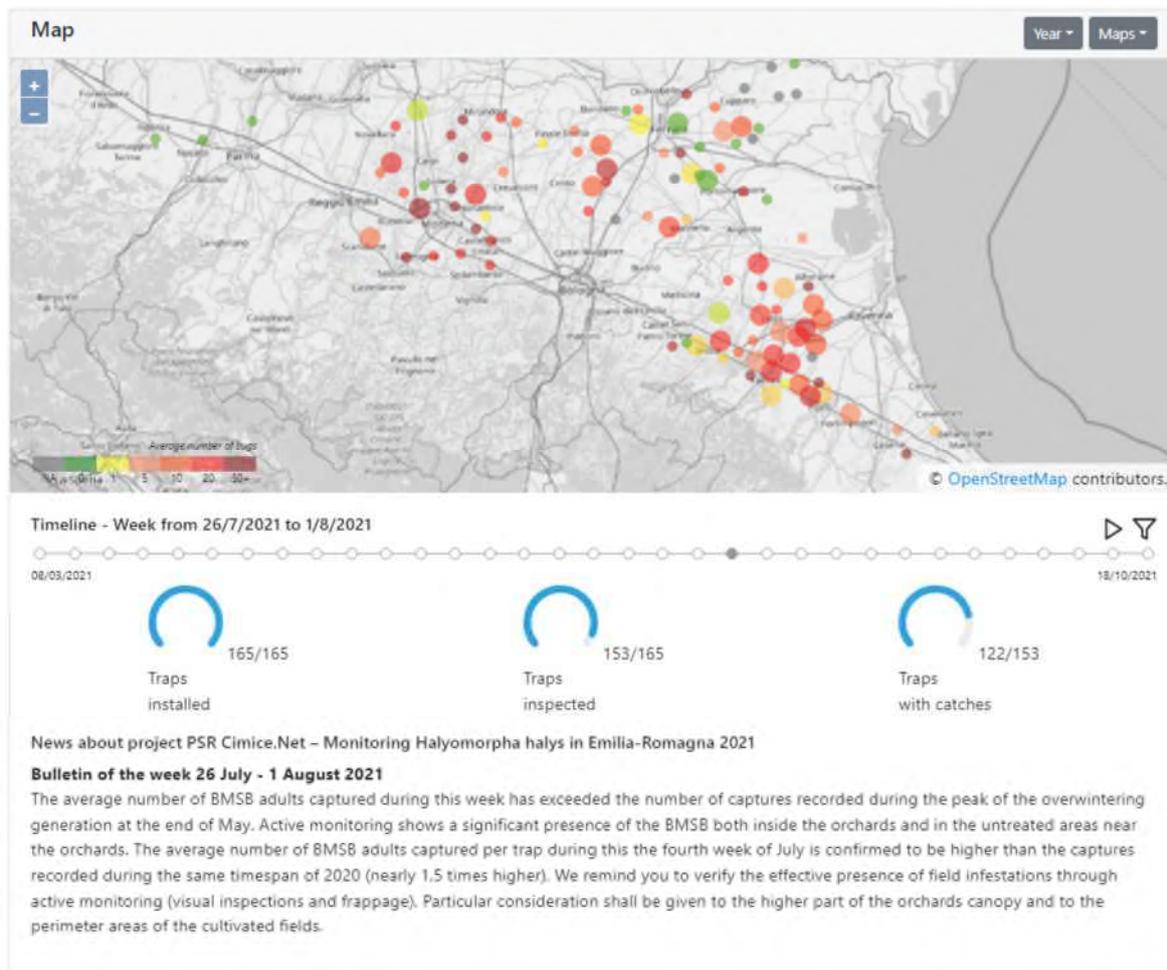


Figura 3.2.5: Parte superiore del sito web di monitoraggio

RISULTATI

Il risultato principale fornito da questa sotto azione è riportato nello schema relazionale in Figura 3.2.7, il quale mostra i risultati delle attività di integrazione e arricchimento materializzate nel livello Harbor della piattaforma di big data.

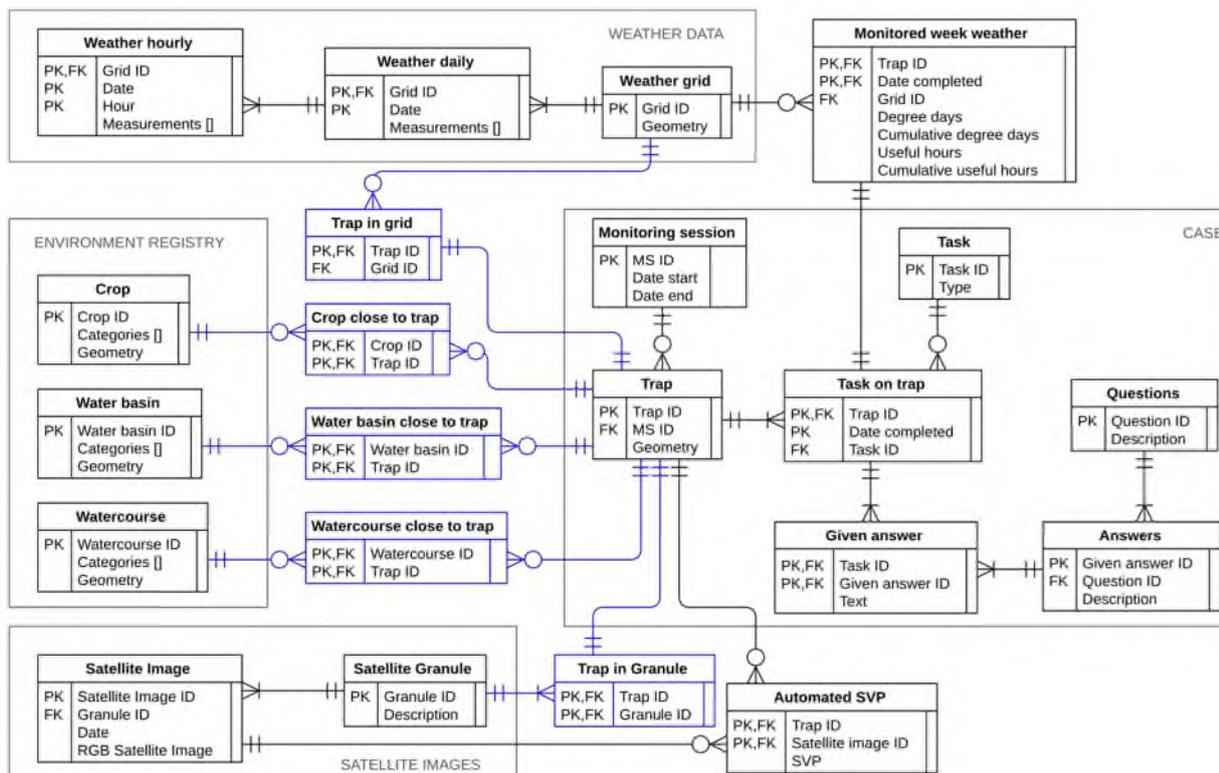


Figura 3.2.7: Schema relazionale dei dati integrati

A partire da tali dati è stato creato uno strumento analitico chiamato "cubo multidimensionale" per organizzare e analizzare i dati sulle catture di *H. halys*. Il risultato è mostrato in Figura 3.2.8. Questo strumento integra informazioni provenienti da diverse fonti e consente di eseguire analisi approfondite. Ad esempio, è possibile esaminare le catture in base alla data, alla trappola e ad altri fattori ambientali. Il cubo fornisce una visione completa dei dati e supporta l'esplorazione e il processo decisionale dei dati.

Il sito di monitoraggio ha ricevuto visite da oltre 2000 utenti, provenienti principalmente dall'Italia e dalla regione Emilia-Romagna, indicando un ampio interesse per l'iniziativa.

L'accesso al sito web di monitoraggio e all'applicazione CASE, nonché ai dati raccolti è possibile al seguente indirizzo: <https://big.csr.unibo.it/cimice/>.

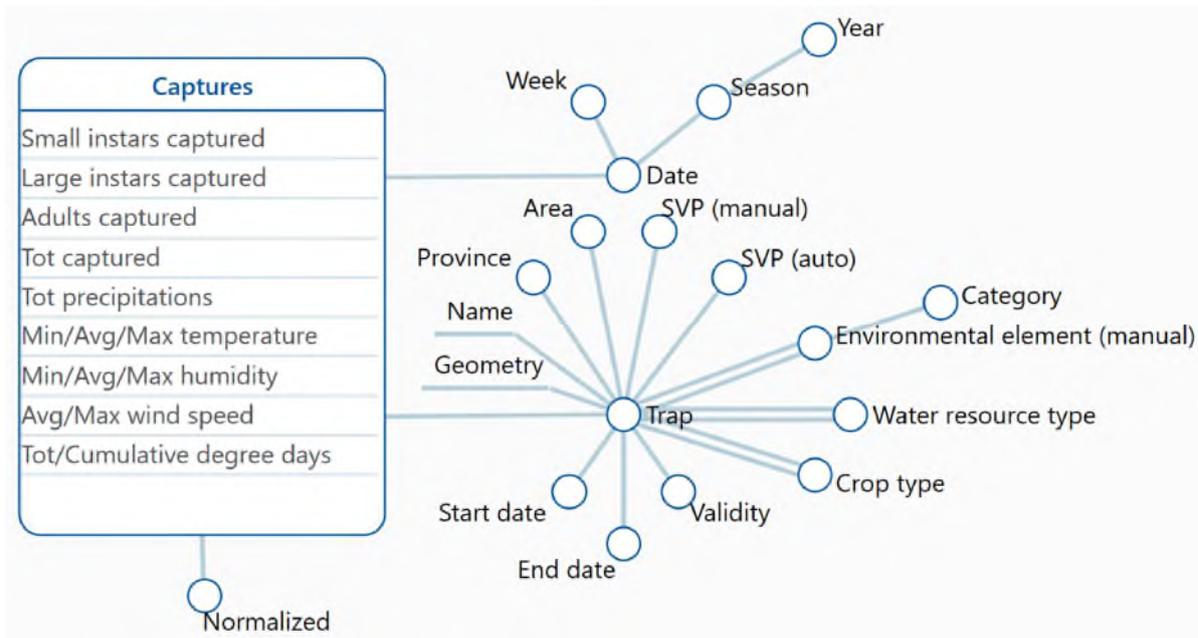


Figura 3.2.8: Cubo multidimensionale delle catture settimanali

CONCLUSIONI

La SOTTO-AZIONE 3.2 ha permesso la realizzazione di una piattaforma dati che raccoglie i dati generati dalla rete di monitoraggio, li arricchisce integrandoli con dati provenienti da diverse fonti eterogenee e li predispone alle attività analitiche. Lo sviluppo ed il perfezionamento dell'applicazione CASE hanno consentito di ottenere le informazioni sulle catture di *H. halys* in maniera rigorosa e puntuale, garantendo un'elevata qualità del dato raccolto. Grazie all'integrazione con immagini satellitare, dati meteo e registri ambientali è stato possibile incrementare il valore informativo delle catture, aggiungendo elementi che si riveleranno cruciali per acquisire importanti conoscenze relative alle dinamiche spazio-temporali della cimice asiatica. L'automazione dei processi di raccolta ed integrazione garantisce inoltre l'utilizzo della piattaforma in maniera continuativa e prolungata rispetto all'orizzontale temporale Cimice.Net.

SOTTO-AZIONE 3.3. Analisi e fruizione dell'analisi delle popolazioni di cimice asiatica

OBIETTIVI:

Sviluppare interfacce web analitiche che consentano, attraverso dashboard pre-impostato, di fruire dei dati raccolti ed integrati dalla piattaforma a diversi livelli di dettaglio, fornendo informazioni utili a tecnici ed agricoltori per la gestione in campo della difesa contro la cimice asiatica. Effettuare attività di analisi al fine di individuare pattern statisticamente significativi nella diffusione della cimice asiatica.

MATERIALI E METODI:

Fruizione dei dati raccolti e dei risultati ottenuti:

Questo obiettivo è stato raggiunto creando una pagina web che mette a disposizione tutti i dati raccolti durante il corso del progetto, organizzando le informazioni in modo da essere facilmente fruibili agli utenti finali, cioè ai tecnici e agli agricoltori. Ripetuti incontri e confronti interni al gruppo di lavoro, in particolare tra il personale addetto alla raccolta dei dati e i colleghi informatici addetti alla visualizzazione dei dati, hanno permesso di creare una piattaforma così come descritto nella SOTTO-AZIONE 3.2.

Validazione ed analisi dei dati delle catture:

Per quanto riguarda i dati delle catture raccolti settimanalmente nella rete di monitoraggio, questa attività è stata svolta dal personale delle Unità Operative che conteggiava fisicamente in campo gli individui in trappola e riportava sull'App CASE i dati registrati (vedi SOTTO-AZIONE 3.1. e SOTTO-AZIONE 3.2.). Mentre l'attività manuale delle visite sul campo ha assicurato un corretto conteggio delle catture e l'App CASE ha guidato i tecnici nella validazione dei dati, alcuni fattori hanno causato in alcuni casi (cioè per alcuni siti monitorati) la non uniformità dei dati. Da un lato, nonostante i promemoria settimanali dell'app CASE, non sempre i tecnici sono stati in grado di visitare tutte le trappole su base settimanale (vi sono alcuni dati mancanti). D'altra parte, il malfunzionamento di alcune trappole ha impedito la raccolta dei dati per un determinato periodo (es. trappola caduta a terra per il vento, entrata della trappola occlusa da una ragnatela, ...); in questo caso è stato segnalato tramite CASE l'eventuale malfunzionamento di una trappola. Pertanto, le catture di *H. halys* sono state elaborate come segue.

- Trappole con almeno 10 settimane consecutive di dati non inseriti o con almeno 5 malfunzionamenti registrati durante il corso della stagione sono state segnalate come “non valide” e pertanto non utilizzate nell'analisi dei dati.
- Trappole con non più di 3 settimane consecutive di dati non inseriti sono state tollerate, segnalate come “noisy” (= “rumorose”) ed utilizzate comunque nell'analisi dei dati. In ogni caso, il mancato monitoraggio genererebbe incongruenze (ad esempio, il numero di catture registrate dopo due settimane di mancato controllo della trappola è il risultato di due o più settimane dell'attività della

trappola). In questi casi le catture registrate in N settimane di dati non inseriti vengono divise per N e distribuite in numero uguale tra la settimana corrente e quelle precedenti con dati non inseriti.

I dati delle catture così validati sono stati analizzati insieme alle altre informazioni derivanti dalla caratterizzazione del contesto spaziale circostante la trappola (ad esempio presenza di vegetazione spontanea e di fabbricati) e dei dati meteorologici ed ambientali (uso del suolo, presenza delle acque superficiali, ...).

Per quanto riguarda l'effetto degli elementi del paesaggio circostante la trappola (fattori agroecologici rilevati e descritti in fase di installazione di ciascuna trappola di monitoraggio), i dati delle catture sono stati analizzati utilizzando il software R (v. 4.0.3, R Core Team 2020). Sono stati utilizzati modelli lineari generalizzati a effetti misti (glmer) con distribuzione di Poisson; i modelli hanno testato gli effetti di diversi fattori che circondavano le trappole (percentuale di vegetazione spontanea = SVP e diversi elementi ambientali, come numero di edifici, presenza di colture arboree da frutto, colture erbacee, rive e canali di fiumi, giardini e boschetti, siepi e bordure) sul numero di catture cumulative di *H. halys* per trappola nel corso della stagione, considerando questi fattori individualmente come predittori insieme all'anno e alla posizione della trappola (Provincia). Come atteso, l'anno e il luogo della trappola (Provincia) avevano un effetto significativo sulle catture delle trappole ($p < 0,001$) e questi fattori sono stati anche impostati come effetti casuali nei modelli. I criteri informativi di Akaike (AIC) e i residui sono stati utilizzati per selezionare i modelli che meglio si adattavano ai dati da analizzare. Infine, è stato effettuato un test comparativo post hoc sui modelli (funzione `glht` dal pacchetto `multcomp` di R) ed è stato utilizzato il test di Tukey ($p < 0,05$) per discriminare differenze significative.

Per quanto riguarda la valutazione dell'effetto dei diversi parametri ambientali, l'analisi dei dati delle catture è stata realizzata calcolando il Maximal Information Coefficient (MIC) tra le misure disponibili. Il MIC è un algoritmo statistico che determina la presenza di correlazione (sia lineare che non lineare) tra due variabili, restituendo valori compresi tra 0 (assenza di correlazione) e 1 (correlazione massima). Il risultato viene quindi mostrato in una matrice, che mostra il valore di correlazione per ogni coppia di misure. In particolare, sono state fatte due tipi di analisi:

1. A livello globale: date due misure, si calcola direttamente il MIC considerando tutti i valori ottenuti su base settimanale da tutte le trappole.
2. A livello di trappola: date due misure, si calcola il MIC considerando i valori ottenuti su base settimanale da una singola trappola e si ripete il processo per ogni trappola; il valore di correlazione finale viene quindi calcolato prendendo la mediana delle correlazioni sulle singole trappole.

Calcolo dei gradi giorno e delle dinamiche temporali delle catture di cimice:

I gradi giorno (DD = degree days) e i gradi giorno cumulativi (CDD = cumulative degree days) sono un modo per misurare la crescita o lo sviluppo degli insetti in risposta alle temperature giornaliere. Impostando soglie minime e massime di temperatura per lo sviluppo degli insetti e utilizzando le temperature effettive dell'aria registrate in una determinata area, è possibile prevedere il tempo di sviluppo di un insetto (e.g., da uno stadio allo stadio successivo, dalle forme giovanili allo stadio

adulto). In particolare, i gradi giorno (DD) indicano il numero di gradi centigradi cumulati al giorno di cui la temperatura media giornaliera dell'aria è superiore ad una determinata soglia θ (specifica per ogni specie di insetti); basandosi sulla letteratura la soglia minima per cimice asiatica utilizzata nelle analisi dei dati del progetto Cimice.Net è $\theta = 12,2$ °C. I gradi giorno (DD) sono stati calcolati per un determinato sito di monitoraggio durante ogni settimana di una sessione di monitoraggio, a livello settimanale sommando i valori dei giorni della settimana monitorata (ovvero dal giorno del monitoraggio precedente oppure, se non presente, dal giorno dell'installazione a quello del monitoraggio in corso). Quindi, i gradi-giorno cumulativi (CDD) sono la somma cumulativa di gradi giorno dall'inizio della stagione. I valori della temperatura presi in considerazione da ciascuna trappola sono quelli associati al quadrante di 25 km² nel set di dati meteorologici che contiene la trappola.

I gradi giorno cumulativi (CDD) sono stati utilizzati per descrivere i picchi di catture delle trappole durante la stagione di monitoraggio, suddividendo per stadio. Infine, utilizzando un modello previsionale della fenologia della carpocapsa delle pomacee (*Cydia pomonella*), a titolo puramente dimostrativo, è stato prodotto un prototipo di modello che potesse descrivere con una funzione matematica i dati delle catture registrati in campo. Nello specifico, è stato usato un modello di regressione non lineare a tre parametri [Damos 2018]:

$$F(x, \alpha, \beta, \gamma) = \frac{\alpha}{1 + e^{-\frac{x-\gamma}{\beta}}} + \epsilon_i$$

Nell'equazione, F rappresenta la percentuale cumulativa di catture di *H. halys*, x è il valore dei CDD, e ϵ_i è il termine di errore standard che si assume abbia una distribuzione normale e varianza zero. Il comportamento di questa curva è influenzato da tre costanti chiave: α , β , e γ . Il modello è piuttosto flessibile poiché la curva può essere adattata alla maggior parte delle variazioni concepibili della sua forma di base a seconda dei valori dei parametri; α e β indicano gli asintoti superiore e inferiore, rispettivamente, e stabiliscono i limiti verticali della curva. Il parametro γ rappresenta la pendenza che determina il tempo della curva, che rappresenta i CDD del 50% delle catture di *H. halys*. Sono creati modelli separati per ogni ciclo di ogni esemplare. I valori di α , β , e γ sono stati calcolati dai trend di catture isolando manualmente i cicli di ogni esemplare. Per semplicità, i cicli di ogni esemplare sono stati considerati come non sovrapposti, anche se in realtà lo sono [Costi 2017].

Per queste analisi sono stati utilizzati non solo i dati raccolti nell'ambito del progetto Cimice.Net (biennio 2020-2021), ma anche i dati raccolti nell'annualità successiva (2022), con finanziamenti privati (delle organizzazioni dei produttori), al fine di avere un risultato più consistente ed attendibile da trasferire al comparto produttivo.

RISULTATI

Fruizione dei dati raccolti e dei risultati ottenuti:

Per quanto riguarda il primo obiettivo (fornire informazioni utili a tecnici e agricoltori), la piattaforma digitale accessibile al link <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php> racchiude tutti i risultati del progetto. Questa piattaforma è disponibile on-line (visualizzabile sia da computer che da smartphone), open access (ad accesso libero e gratuito, senza identificazione) ed è aggiornata in real time con i dati dei campionamenti settimanali oppure è aggiornata settimanalmente con i bollettini della settimana conclusa (nel periodo dell'attività di *H. halys* che va da marzo a ottobre). Tale piattaforma, avviata nell'ambito del progetto Cimice.Net durante il biennio 2020-2021, è rimasta attiva e funzionante anche nelle annate successive 2022-2023 su richiesta dei produttori e supportata da finanziamenti delle cooperative dei produttori, che hanno ritenuto indispensabile questo supporto per gestire le infestazioni di cimice asiatica sul territorio regionale.

Infatti, per poter ottimizzare le strategie di difesa contro *H. halys* risulta fondamentale effettuare rilievi puntuali nello spazio e frequenti nel tempo, al fine di definire la presenza, il livello di infestazione e (in riferimento all'inizio della stagione) l'inizio dell'attività riproduttiva e conseguente ovideposizione delle cimici. Inoltre, attraverso la piattaforma è stata creata la possibilità di visualizzare e scaricare i dati raccolti nelle diverse annate offrendo così la possibilità di poter usufruire di uno storico di informazioni. Queste informazioni costituiscono un'importante baseline per continuare, anche in futuro, a condurre indagini comparative sulla presenza e sulla dinamica di popolazione di cimice asiatica. La stagione 2020 è stata il primo anno di dati e pertanto costituisce il 'punto zero' al quale fare riferimento. I bollettini sono stati prodotti a partire dalla stagione 2021. I confronti sono possibili a partire dalla seconda stagione di dati, quindi dal 2021.

Di seguito sono descritti, a titolo di esempio, alcuni andamenti osservati durante la seconda stagione del progetto. Nell'annata 2021, sebbene non siano state osservate differenze rilevanti rispetto all'anno precedente in termini di numero di cimici catturate nelle trappole di monitoraggio, il danno alla raccolta è risultato invece generalmente di entità superiore (vedi risultati del questionario di fine progetto). Tra i fattori che hanno inciso su questo andamento un peso determinante è attribuibile alla ridotta presenza di frutti che ha caratterizzato il 2021 (a seguito delle gelate primaverili che hanno interessato il territorio). Questa condizione ha presumibilmente concentrato le cimici nei frutteti con produzione comportando a livello generale un incremento della percentuale di frutti colpiti. In Figura 3.3.1. e Figura 3.3.2. sono riportati gli andamenti medi generali delle catture per provincia e per stadio di sviluppo, rispettivamente. In Figura 3.3.3. sono invece rappresentate in forma grafica le catture medie registrate nel 2021 in alcuni siti monitorati (a titolo esemplificativo, sono stati casualmente selezionati 4 siti dei 165 presenti

Trend per provincia

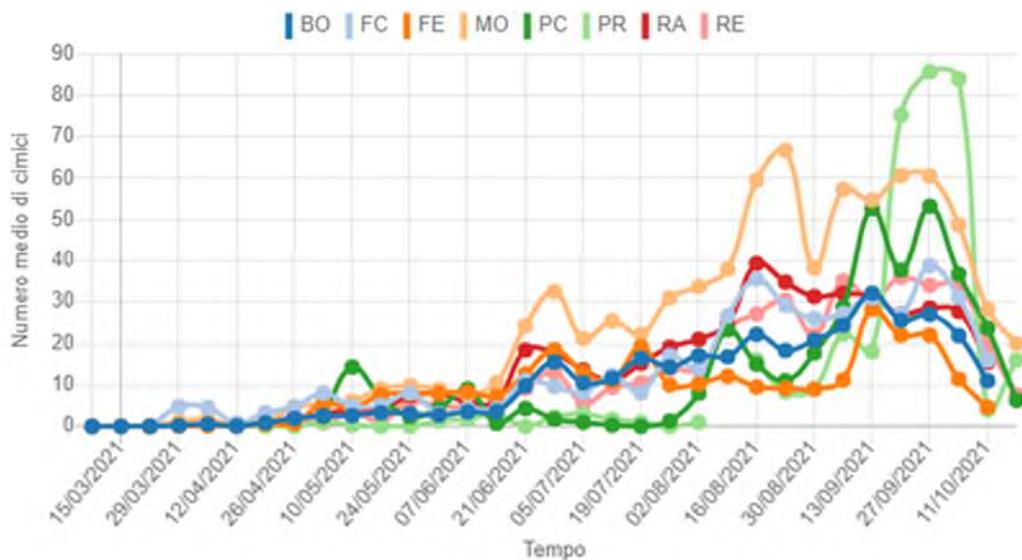


Figura 3.3.1. Andamento medio delle catture di cimice asiatica nelle diverse province monitorate durante la stagione 2021. Grafico estratto dal sito: <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php>

Trend per stadio di sviluppo

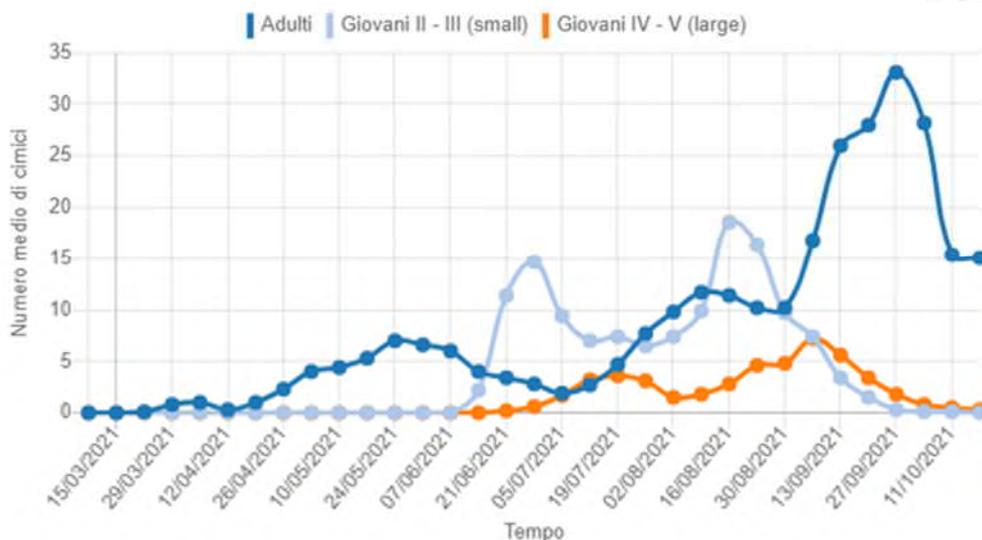


Figura 3.3.2. Andamento medio delle catture di cimice asiatica suddivise per stadio durante la stagione 2021. Grafico estratto dal sito: <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php>

Come si può osservare in Figura 3.3.2., sono ben distinti i tre picchi di presenza e di catture di adulti di cimice asiatica (il primo a fine maggio – inizio giugno; il secondo a metà agosto; il terzo a fine settembre), corrispondenti al picco della generazione svernata, della prima e della seconda generazione dell’anno; analogamente sono presenti i picchi della presenza delle forme giovanili (neanidi e ninfe), che anticipano di alcune settimane il secondo e il terzo picco degli adulti.

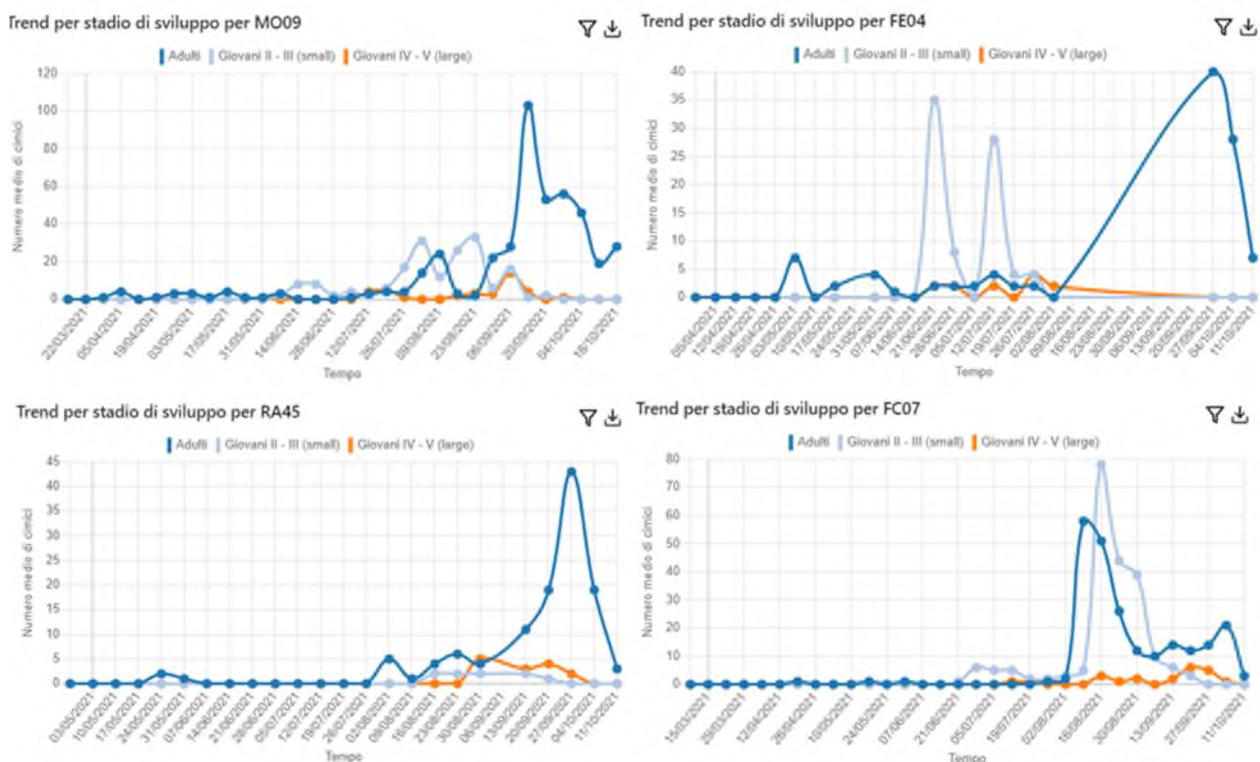


Figura 3.3.3. Andamento puntuale delle catture di cimice asiatica (suddivise per stadio) in quattro siti selezionati in provincia di Modena (MO09), Ferrara (FE04), Ravenna (RA45) e Forlì-Cesena (FC07) durante la stagione 2021. Grafici estratti dal sito: <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php>

Come si può osservare nell'esempio riportato in Figura 3.3.3. (4 siti selezionati sui 165 monitorati, nello specifico MO09, FE04, RA45 e FC07), la presenza e abbondanza della cimice asiatica è molto variabile sul territorio. La rappresentatività dei siti di monitoraggio identificati e monitorati nei diversi territori della regione Emilia-Romagna fornisce utili indicazioni alle aziende agricole per conoscere il rischio nella propria area dovuto alla presenza e andamento delle popolazioni di cimice asiatica. Pertanto, ogni produttore può autonomamente consultare il sito e visualizzare l'andamento delle catture nelle trappole più vicine alla propria azienda, confrontandole con quanto registrato negli anni precedenti e con quanto registrato negli altri areali. Queste informazioni, assieme a quanto riportato nei Bollettini provinciali settimanali di produzione integrata e biologica (in cui è indicata la comparsa e incremento delle popolazioni di cimice asiatica), permettono una più razionale gestione della cimice asiatica sul territorio regionale.

Si riportano di seguito i 33 bollettini prodotti settimanalmente durante la stagione 2021 e pubblicati sul sito Grafici estratti dal sito <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php>:

15 marzo 2021

Nella settimana 8 marzo – 14 marzo 2021 sul territorio regionale sono state installate 99 trappole piramidali AgBio innescate con feromone da monitoraggio Trécé per cimice asiatica. Ad oggi nessuna delle trappole ha rilevato la presenza dell'insetto.

22 marzo 2021

Nella settimana 15 marzo – 22 marzo 2021 è stata completata l'installazione delle trappole piramidali AgBio innescate con feromone da monitoraggio Trécé per monitorare la cimice asiatica sul territorio regionale. In data 15 marzo su due trappole in provincia di Modena (Nonantola e Campogalliano) è stata rilevata la prima cattura di cimice della stagione 2021. Negli altri siti (e province) al momento non sono state rilevate catture in trappola. Con l'innalzamento delle temperature è atteso un aumento dell'attività di cimice asiatica e di conseguenza un incremento delle catture.

29 marzo 2021

Settimana 22 marzo – 28 marzo 2021

Nel periodo considerato non si sono verificati incrementi significativi nelle catture di adulti di *H. halys* rispetto alla settimana precedente e solo 3 trappole sulle 137 ispezionate hanno catturato. Le catture, massimo tre esemplari per trappola, sono state rilevate nelle province di Modena, Bologna e Forlì. Con l'innalzamento delle temperature è attesa una progressiva fuoriuscita delle cimici svernanti dai siti di svernamento e di conseguenza un incremento delle catture. Prossimo aggiornamento martedì 30 marzo.

6 aprile 2021

Settimana 29 marzo – 4 aprile 2021

Percentuale di trappole con almeno una cattura: 21%

Prosegue la fuoriuscita degli adulti dai siti di svernamento; nel periodo considerato, la percentuale di trappole che hanno registrato almeno una cattura è aumentata rispetto alla settimana precedente, anche se il numero di esemplari catturati per trappola è rimasto, in generale, contenuto. Al momento le osservazioni di campo non hanno rilevato aggregazioni o presenze significative di cimici.

12 aprile 2021

Settimana 5 aprile – 11 aprile 2021

I dati rilevati indicano che la fuoriuscita degli adulti dai siti di svernamento è stata rallentata dalle basse temperature che hanno caratterizzato il periodo considerato, infatti, la percentuale di trappole che hanno registrato almeno una cattura è leggermente aumentata rispetto alla settimana precedente passando dal 21% al 34%, tuttavia, il numero medio di esemplari per trappola è rimasto

sostanzialmente invariato. Al momento le osservazioni di campo non hanno rilevato aggregazioni o presenze significative di cimici.

19 aprile 2021

Settimana 12 aprile – 18 aprile 2021

Anche per questa settimana i dati rilevati indicano che la fuoriuscita degli adulti dai siti di svernamento è stata rallentata dalle basse temperature che hanno caratterizzato il periodo considerato. La percentuale di trappole che hanno registrato almeno una cattura è diminuita rispetto alla settimana precedente passando dal 34% al 18%, anche il numero medio di catture ha subito una leggera flessione attestandosi a valori inferiori ad un esemplare per trappola in tutte le province. Al momento le osservazioni di campo non hanno rilevato aggregazioni o presenze significative di cimici.

26 aprile 2021

Settimana 19 aprile – 25 aprile 2021

La fuoriuscita dallo svernamento e la mobilità delle cimici già fuoriuscite è in ripresa. La percentuale di trappole che hanno registrato almeno una cattura e il numero medio di catture per trappola è aumentato rispetto alla settimana precedente mantenendosi comunque entro valori modesti. Anche i monitoraggi attivi non hanno rilevato aggregazioni o presenze significative di cimici nei frutteti e nelle aree verdi non gestite prossime ai frutteti. Considerando il progressivo aumento delle temperature è probabile, dalla prossima settimana, un aumento dell'attività di cimice asiatica, è pertanto opportuno eseguire monitoraggi aziendali per valutare la presenza di cimice in campo.

3 maggio 2021

Settimana 26 aprile – 2 maggio 2021

Nell'ultimo periodo in tutte le zone è stata osservata una significativa ripresa dell'attività di cimice asiatica in abbinamento all'innalzamento termico. A fine aprile-inizio maggio circa la metà delle trappole ispezionate hanno registrato almeno una cattura e il numero medio di catture per trappola è aumentato rispetto alla settimana precedente. In alcune zone sono state segnalate le prime presenze di adulti svernanti nei frutteti. Si raccomanda di eseguire monitoraggi aziendali per valutare la reale presenza di cimice in campo, ponendo attenzione alla parte alta dei frutteti ed in particolare alle zone perimetrali dei campi coltivati.

10 maggio 2021

Settimana 3 maggio – 9 maggio 2021

L'aumento delle catture di cimici adulte registrato anche nel corso di questa settimana evidenzia come sia ancora in corso la fase di uscita dallo svernamento e come, con l'innalzarsi delle temperature, si stia intensificando anche l'attività delle cimici già fuoriuscite dai siti di svernamento. I monitoraggi attivi hanno rilevato con frequenza cimici adulte nei frutteti o sulla vegetazione limitrofa, anche se tali ritrovamenti sono stati di entità modesta. Si raccomanda di eseguire monitoraggi aziendali per valutare la reale presenza di cimice in campo, ponendo attenzione alla parte alta dei frutteti ed in particolare alle zone perimetrali dei campi coltivati.

17 maggio 2021

Settimana 10 maggio – 16 maggio 2021

Analogamente alla settimana precedente, numerose trappole della rete di monitoraggio Cimice.Net segnalano diverse catture di adulti svernati di cimice asiatica in tutte le zone della regione. Le temperature sono favorevoli all'attività della cimice, già presente da inizio mese in prossimità e all'interno dei frutteti. In questi giorni si prevede di rilevare in campo i primi accoppiamenti e nel prossimo bollettino verranno date informazioni più puntuali riguardo l'inizio dell'ovideposizione, attesa entro fine mese. Si raccomanda di eseguire monitoraggi mediante rilievi visivi e frappe (scuotimento della chioma) per valutare la presenza di cimice in campo, ponendo attenzione alla parte alta dei frutteti ed in particolare alle zone perimetrali dei campi coltivati.

24 maggio 2021

Settimana 17 maggio – 23 maggio 2021

Per la terza settimana consecutiva oltre i due terzi delle trappole controllate hanno registrato catture di adulti svernati di cimice asiatica, con numeri leggermente maggiori rispetto al periodo precedente. Nella terza decade di maggio sono stati osservati i primi accoppiamenti di cimice in campo e si attendono nei prossimi giorni le primissime ovideposizioni. Si ricorda di verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione, con monitoraggi sia attivi (rilievi visivi e frappe) sia passivi (trappole), ponendo particolare attenzione alla parte alta dei frutteti e alle zone perimetrali dei campi coltivati.

31 maggio 2021

Settimana 24 maggio – 30 maggio 2021

Nel corso di questa settimana si è rilevato un aumento delle catture di adulti di *H. halys* nella maggior parte delle aree monitorate. I monitoraggi attivi hanno mostrato una generale intensificazione dell'attività degli adulti di cimice asiatica con presenze non trascurabili di cimici anche nei frutteti. In data 31 maggio è stata rilevata a Campogalliano (MO) su ailanto la prima ovatura di cimice asiatica. A partire dai primi di giugno si attende l'inizio dell'ovideposizione generalizzato in tutta la regione. Si ricorda di verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappe), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante.

7 giugno 2021

Settimana 31 maggio – 6 giugno 2021

Nel periodo considerato i monitoraggi attivi hanno evidenziato la presenza delle prime ovature di *H. halys*, oltre alla comparsa dei primi frutti con sintomi riconducibili a punture trofiche di pentatomidi. Il numero medio di catture per trappola è rimasto sostanzialmente invariato rispetto alla settimana precedente, confermando che l'attività e la presenza degli adulti usciti allo svernamento è al suo culmine. Dalla seconda decade di giugno sono attese le prime catture di neanidi di secondo stadio. Si ricorda di verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli

appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappe), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante.

14 giugno 2021

Settimana 7 giugno – 13 giugno 2021

Si segnala in tutte le provincie la presenza di ovature di *H. halys* e la nascita di neanidi di prima età. In trappola sono state segnalate le prime catture di neanidi di seconda età. In campo sono visibili i primi danni precoci sui frutti (deformazioni) imputabili all'attività trofica di pentatomidi. Il numero medio di catture per trappola degli adulti svernati è rimasto sostanzialmente invariato rispetto al periodo precedente, confermando che l'attività e la presenza degli adulti usciti allo svernamento è al picco. Si ricorda di verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappe), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante.

21 giugno 2021

Settimana 14 giugno – 20 giugno 2021

Le trappole a feromoni di aggregazione e i monitoraggi attivi mostrano che la presenza di cimici adulte della generazione svernante è in calo rispetto alle settimane precedenti. È invece in aumento la presenza di neanidi di seconda età e si segnalano i primi ritrovamenti di neanidi di terza età. Sono ben visibili i danni precoci sui frutti (deformazioni) imputabili all'attività trofica di pentatomidi, che nella maggior parte dei casi sono circoscritti alle zone più a rischio del frutteto (bordi in prossimità di siti di svernamento). Si ricorda di verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappe), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante.

28 giugno 2021

Settimana 21 giugno – 27 giugno 2021

Le trappole a feromoni di aggregazione ed i monitoraggi attivi mostrano che la presenza di cimici adulte continua a diminuire: nel periodo considerato il numero medio di adulti catturati per trappola è circa la metà di quello registrato al momento del picco nella settimana dal 24 al 30 maggio. È ancora in aumento la presenza di neanidi di seconda e terza età e si segnalano i primi ritrovamenti di ninfe di quarta età. Sono ben visibili i danni precoci sui frutti (deformazioni) imputabili all'attività trofica di pentatomidi, che nella maggior parte dei casi sono circoscritti alle zone più a rischio del frutteto (bordi in prossimità di siti di svernamento e parte alta delle piante). Si ricorda di verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappe), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante.

5 luglio 2021

Settimana 28 giugno – 4 luglio 2021

Le trappole di monitoraggio innescate con feromoni di aggregazione rilevano più frequentemente le forme giovanili rispetto agli adulti. Le neanidi catturate in trappola e osservate nei frutteti sono

principalmente di seconda, terza e quarta età. A breve si attendono le prime neanidi di quinta età, ad oggi non ancora osservate. Sono presenti in modo diffuso nel territorio i danni da attività trofica, specialmente nei frutteti ove è presente la produzione (parte alta delle piante e filari di bordo). Si raccomanda di non sottovalutare le infestazioni, in particolare nel caso dei frutteti con carico produttivo.

12 luglio 2021

Settimana 5 luglio – 11 luglio 2021

I dati raccolti dalla rete di monitoraggio mostrano come la presenza di adulti sia ancora in calo rispetto alla settimana precedente, in calo anche la presenza di neanidi. È invece in aumento la presenza di ninfe (IV e V stadio di sviluppo). Grazie ai monitoraggi attivi sono stati individuati anche i primi adulti di prima generazione, riconoscibili perché appena mutati (esoscheletro non ancora indurito e di colore chiaro). Dalle prossime settimane è pertanto atteso un progressivo incremento delle catture di adulti. Si ricorda di verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappe), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante.

19 luglio 2021

Settimana 12 luglio – 18 luglio 2021

I dati raccolti dalla rete di monitoraggio mostrano come la presenza di adulti e ninfe sia in aumento rispetto alla settimana precedente, è invece ancora in calo la presenza di neanidi. Dalle prossime settimane è atteso un progressivo incremento delle ovodeposizioni. Nelle prime due settimane di luglio le catture medie di esemplari di *H. halys* per trappola sono simili o leggermente superiori a quelle registrate nel 2020. Si ricorda di verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappe), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante.

26 luglio 2021

Settimana 19 luglio – 25 luglio 2021

I dati raccolti dalla rete di monitoraggio mostrano come la presenza di adulti sia ancora in aumento rispetto alla settimana precedente. Restano invece stabili rispetto alla settimana precedente le catture di neanidi e ninfe, per le prime è atteso un incremento a partire dalla prossima settimana. Le catture medie di esemplari di *H. halys* per trappola registrate nella terza settimana di luglio si confermano superiori alle catture registrate nello stesso periodo nel 2020 (circa 1,5 volte di più). Verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappe), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante.

2 agosto 2021

Settimana 26 luglio – 1 agosto 2021

Le catture medie di adulti registrate nella settimana in oggetto hanno superato quelle registrate nel picco della generazione svernante di fine maggio. I monitoraggi attivi evidenziano presenze

significative di cimici sia nelle aree non trattate prossime ai frutteti, sia nei frutteti stessi. Le catture medie di esemplari di *H. halys* per trappola registrate nella quarta settimana di luglio si confermano superiori alle catture registrate nello stesso periodo nel 2020 (circa 1,5 volte di più). Verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappage), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante.

9 agosto 2021

Settimana 2 agosto – 8 agosto 2021

La presenza di adulti e forme giovanili registrate nella settimana in oggetto è circa il doppio rispetto allo stesso periodo del 2020. I monitoraggi attivi evidenziano presenze significative di cimici sia nelle aree non trattate prossime ai frutteti, sia nei frutteti stessi. Verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappage), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante. Prestare particolare attenzione agli impianti prossimali a colture e varietà appena raccolte in quanto le popolazioni di cimice si potrebbero concentrare negli appezzamenti a raccolta tardiva. Inoltre, l'andamento meteo siccitoso potrebbe portare ad una aggregazione delle infestazioni su piante spontanee più rigogliose o colture irrigate.

16 agosto 2021

Settimana 9 agosto – 15 agosto 2021

Come per la settimana precedente le catture di esemplari di *H. halys* sono risultate superiori (circa il doppio) rispetto a quelle registrate nello stesso periodo nel 2020. Rispetto alla settimana precedente sono in incremento sia le catture di adulti che di forme giovanili (neanidi e ninfe). I monitoraggi attivi evidenziano presenze significative di cimici sia nelle aree non trattate prossime ai frutteti, sia nei frutteti stessi. Verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappage), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante. Prestare particolare attenzione agli impianti prossimali a colture e varietà appena raccolte in quanto le popolazioni di cimice si potrebbero concentrare negli appezzamenti a raccolta tardiva. Inoltre, l'andamento meteo siccitoso potrebbe portare ad una aggregazione delle infestazioni su piante spontanee più rigogliose o colture irrigate.

23 agosto 2021

Settimana 16 agosto – 22 agosto 2021

Rispetto alla settimana precedente le catture di cimici adulte risultano stabili o in leggera flessione ma è atteso nelle prossime settimane un deciso incremento delle stesse, sono invece ancora in aumento le catture di forme giovanili. I monitoraggi attivi evidenziano presenze significative di cimici sia nelle aree non trattate prossime ai frutteti, sia nei frutteti stessi. Verificare l'effettiva presenza di infestazioni negli appezzamenti con produzione attraverso monitoraggi attivi (ispezioni visive e frappage), ponendo particolare attenzione alle zone perimetrali dei frutteti e alla parte alta delle piante. Prestare particolare attenzione agli impianti prossimali a colture e varietà appena raccolte

in quanto le popolazioni di cimice si potrebbero concentrare negli appezzamenti a raccolta tardiva. Inoltre, l'andamento meteo siccitoso potrebbe portare ad una aggregazione delle infestazioni su piante spontanee più rigogliose o colture irrigate.

30 agosto 2021

Settimana 23 agosto – 29 agosto 2021

Il fotoperiodo di fine agosto-inizio settembre porta ad un importante calo delle ovideposizioni. Sono ancora presenti forme giovanili delle diverse età, con prevalenza di ninfe (IV-V età) rispetto alle neanidi (I-II-III età). Si attende un aumento della presenza di adulti con la maturità delle forme giovanili presenti. Il momento stagionale di fine estate porta ad una aggregazione delle cimici che si preparano all'entrata in svernamento. La raccolta di diverse colture e cultivar porta inoltre a concentrare le popolazioni di cimice sulle produzioni ancora in essere e a raccolta tardiva. Prestare particolare attenzione agli impianti ancora da raccogliere prossimi a colture e varietà appena raccolte.

6 settembre 2021

Settimana 30 agosto – 5 settembre 2021

Le trappole rilevano un andamento stazionario delle catture di adulti e ninfe (IV-V età), mentre sono in calo come atteso le catture di neanidi (I-II-III età). Si ricorda che a fine estate si assiste ad un'aggregazione delle cimici che si preparano all'entrata in svernamento. La raccolta di diverse colture e cultivar porta inoltre a concentrare le popolazioni di cimice sulle produzioni ancora in essere e a raccolta tardiva. Pertanto è cruciale prestare particolare attenzione agli impianti ancora da raccogliere prossimi a colture e varietà appena raccolte.

13 settembre 2021

Settimana 6 settembre – 12 settembre 2021

Le trappole piramidali innescate con feromoni di aggregazione rilevano un aumento delle catture di adulti e ninfe (IV-V età) di cimice asiatica, mentre continuano a diminuire le catture di neanidi (II-III età). Si ricorda che a fine estate si assiste ad un'aggregazione delle cimici che si preparano all'entrata in svernamento. La raccolta di diverse colture e cultivar porta inoltre a concentrare le popolazioni di cimice sulle produzioni ancora in essere e a raccolta tardiva. Pertanto è cruciale prestare particolare attenzione agli impianti ancora da raccogliere prossimi a colture e varietà appena raccolte.

20 settembre 2021

Settimana 13 settembre – 19 settembre 2021

Le trappole della rete di monitoraggio *Halyomorpha halys* rilevano che la presenza di neanidi sta terminando, mentre è ancora elevata la presenza di ninfe che completeranno nelle prossime settimane il loro sviluppo fino all'età adulta. Nonostante gli adulti abbiano iniziato a spostarsi verso i siti di svernamento, la loro presenza in campo è ancora elevata e raggiungerà il suo picco tra la fine di settembre e l'inizio di ottobre. In questa fase è pertanto importante continuare a prestare

particolare attenzione agli impianti ancora da raccogliere prossimali a colture e varietà appena raccolte.

27 settembre 2021

Settimana 20 settembre – 26 settembre 2021

Ancora in leggero aumento rispetto alla settimana precedente il numero di adulti di *H. halys* catturati dalle trappole della rete di monitoraggio. Sono invece in calo le catture di ninfe e quasi terminate quelle di neanidi. I rilievi attivi effettuati su piante con frutti, sia spontanee che coltivate, confermano presenze ancora significative di cimici in attività trofica. In seguito alle perturbazioni del fine settimana sono in aumento le segnalazioni di aggregazioni consistenti di cimici presso edifici e strutture di vario genere, che costituiscono un rifugio ideale per gli adulti svernanti di cimice asiatica. Dalla fine di agosto, il numero medio di cimici catturate settimanalmente è in linea con quanto riscontrato nel 2020.

4 ottobre 2021

Settimana 27 settembre – 3 ottobre 2021

Prosegue l'entrata in svernamento degli adulti di *H. halys*, come testimoniato dalle numerose segnalazioni di aggregazioni di cimici presso edifici e strutture di vario genere. Si ricorda che le cimici prediligono svernare in luoghi riparati, in alto, e con poca umidità, come ad esempio i sottotetti dei fabbricati agricoli. A breve, probabilmente già dalla prossima settimana, è atteso un calo significativo delle cimici ancora presenti in campo.

11 ottobre 2021

Settimana 4 ottobre – 10 ottobre 2021

I rilievi attivi effettuati su piante con frutti, sia spontanee che coltivate, hanno rilevato una consistente riduzione di esemplari di *H. halys* in attività trofica rispetto alle settimane precedenti. Resta ancora alto, ma in calo rispetto alla settimana precedente, il numero di cimici catturate con le trappole della rete di monitoraggio. In seguito a rilievi eseguiti presso siti di svernamento (edifici e strutture di vario genere), è possibile affermare che una parte consistente di cimici ha già raggiunto i siti di svernamento.

18 ottobre 2021

Settimana 11 ottobre – 17 ottobre 2021

La presenza di *H. halys* in campo è in netto calo, tuttavia in alcune situazioni si riscontrano ancora cimici in attività trofica sui frutti. Attualmente le catture registrate dalle trappole della rete di monitoraggio sono circa la metà di quelle registrate al picco della curva delle catture autunnali, avvenuto nella settimana dal 27 settembre al 3 ottobre.

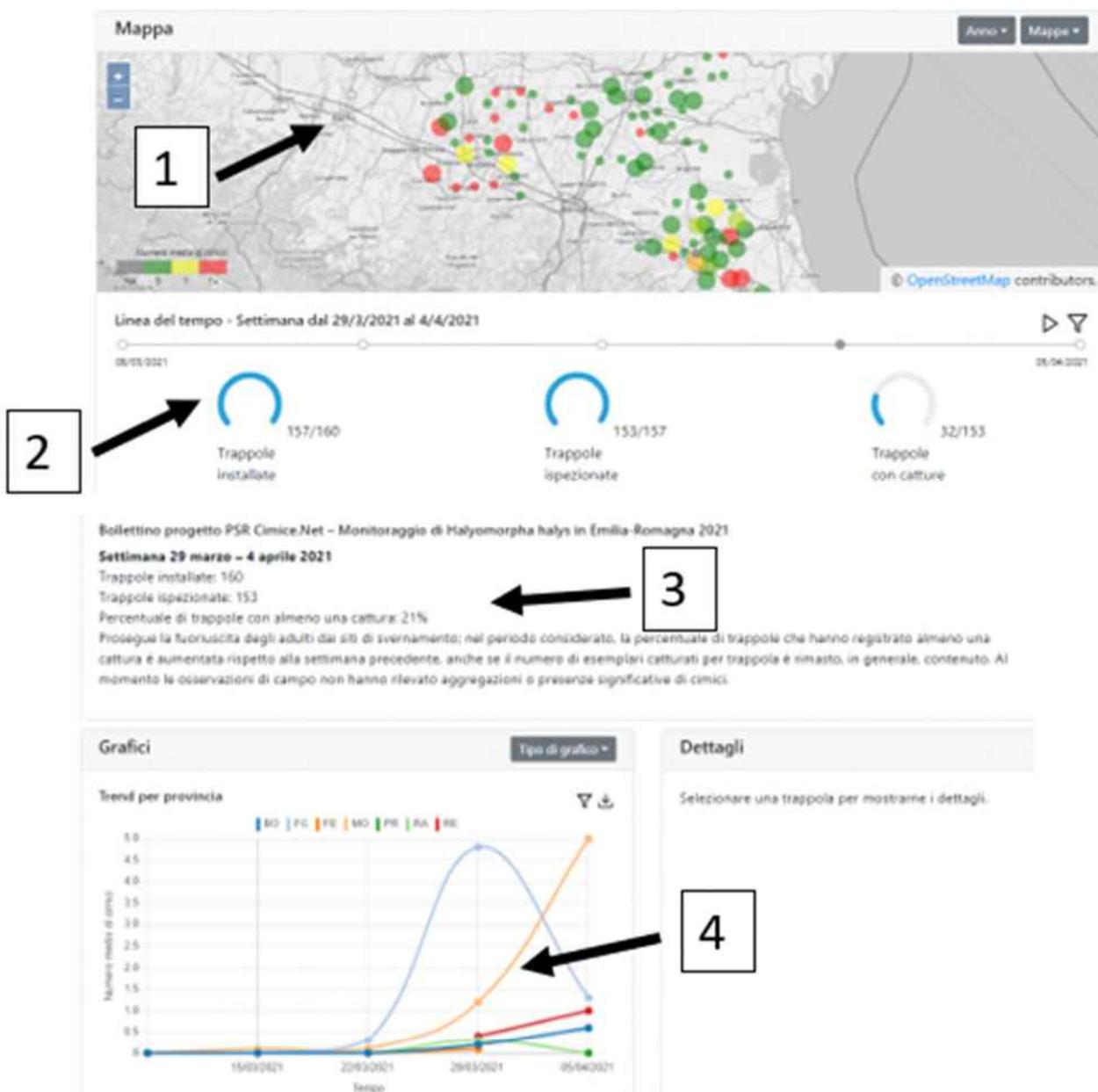
25 ottobre 2021

Settimana 18 ottobre – 24 ottobre 2021

Il monitoraggio di *H. halys* in campo è terminato per la stagione 2021. Sono ancora presenti alcuni adulti che stanno entrando in svernamento e la maggior parte degli individui ha già raggiunto i ricoveri in cui trascorreranno l'inverno.

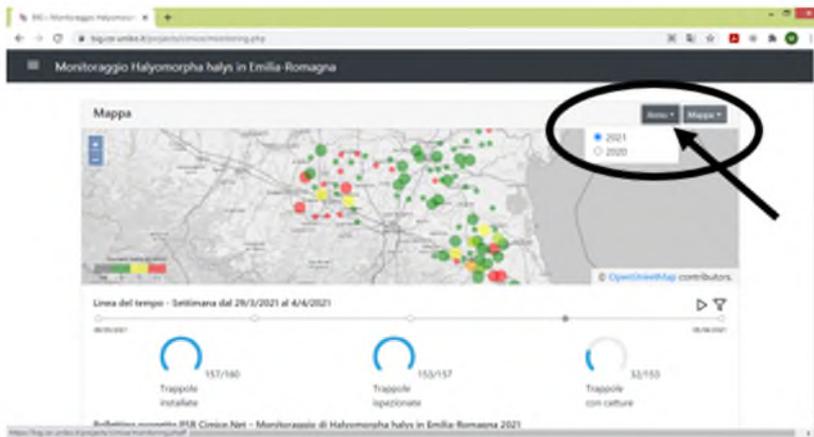
Questi bollettini sono stati settimanalmente divulgati anche nell'ambito del progetto di coordinamento provinciale della difesa integrata e biologica attivo nelle diverse province dell'Emilia-Romagna. Il link al sito di monitoraggio viene regolarmente pubblicato nei bollettini di produzione integrata e biologica di tutte le province emiliano-romagnole dal 2021. Le indicazioni diffuse attraverso il sito hanno consentito alle diverse aziende agricole sia integrate che biologiche di attivarsi per svolgere sia monitoraggi puntuali presso le proprie coltivazioni, sia per pianificare azioni di difesa attiva per il contenimento delle infestazioni di cimice asiatica e dei conseguenti danni causati sulle produzioni, raggiungendo migliaia di imprese agricole.

I risultati ottenuti nel progetto Cimice.Net sono integralmente fruibili tramite la piattaforma digitale accessibile al link <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php> e di seguito sono descritte alcune funzioni del sito, come riportato in Figura 3.3.4., Figura 3.3.5. e Figura 3.3.6.



- 1) MAPPA DELLE CATTURE
- 2) LINEA TEMPORALE E SINTESI DEI DATI PER SETTIMANA
- 3) BOLLETTINO DELL'ULTIMA SETTIMANA CONCLUSA
- 4) GRAFICI DELL'ANDAMENTO DELLE CATTURE

Figura 3.3.4. Screenshot della pagina principale della piattaforma digitale, dove è visibile la mappa con i siti di monitoraggio (1), la linea temporale con i dati settimanali (2), il bollettino settimanale (3) e il grafico 'userfriendly' delle catture di *H. halys* (4).



Possibilità di visualizzare la mappa come openstreetmap oppure come satellite, aggiungendo layer di dati meteo oppure uso del suolo/acque/... secondo dati del CER.

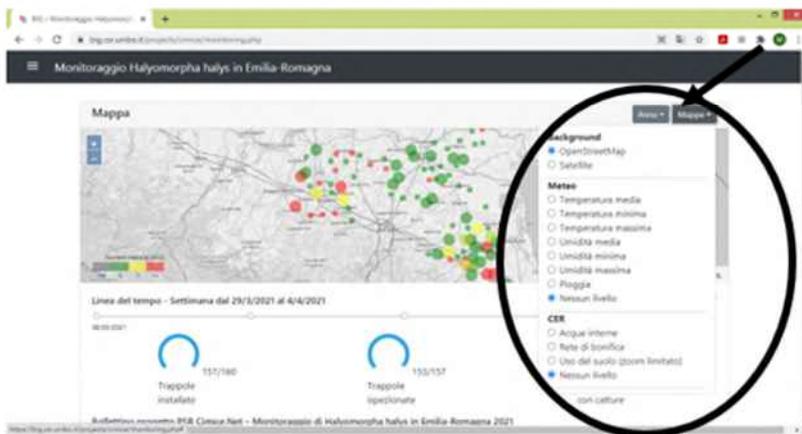


Figura 3.3.5. Nella mappa c'è la possibilità di selezionare l'anno di interesse (in alto) e la possibilità di visualizzare la mappa come openstreetmap oppure come satellite, aggiungendo layer di dati meteo oppure uso del suolo/acque/... (in basso).

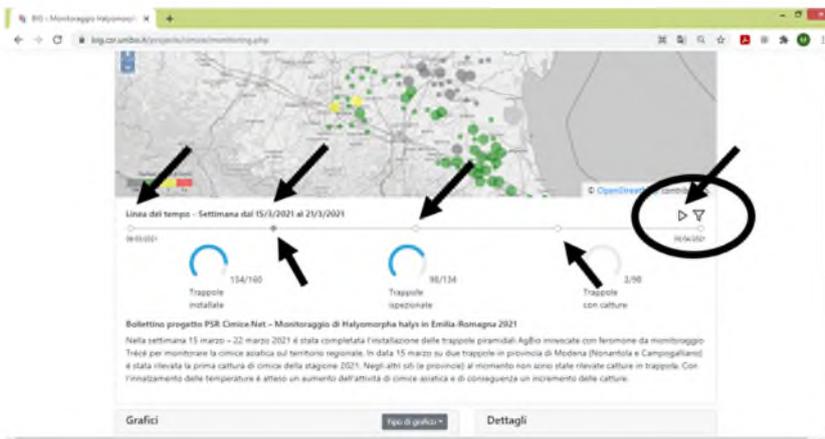


Figura 3.3.6. Sotto alla mappa c'è la possibilità di selezionare la data di monitoraggio visualizzando la linea temporale, con un'animazione delle catture con dinamica spazio-temporale sulla mappa (a diversi colori corrispondono diversi livelli di presenza della cimice asiatica).

In riferimento alla visualizzazione grafica delle catture, è possibile ottenere una figura dell'andamento delle infestazioni per provincia o per stadio di sviluppo, così come è possibile puntualmente visualizzare i dettagli di ogni singolo sito monitorato. Infine, tutti i dati sono pubblicati e liberamente scaricabili, come visibile in Figura 3.3.7. collegandosi al link: <https://big.csr.unibo.it/cimice/> (OPEN DATA: free access). Ogni sito è individualmente consultabile selezionando sulla mappa la trappola, come riportato in Figura 3.3.8. Questi risultati sono stati costantemente consultati da tecnici e agricoltori operanti nelle diverse province dell'Emilia-Romagna per orientare i programmi di difesa integrata e biologica, con un'interfaccia 'userfriendly' semplice e intuitiva, comunicata agli utenti finali durante diversi incontri tecnici e anche nel corso degli incontri settimanali di coordinamento della produzione integrata e biologica (in particolar modo durante la stagione 2021).

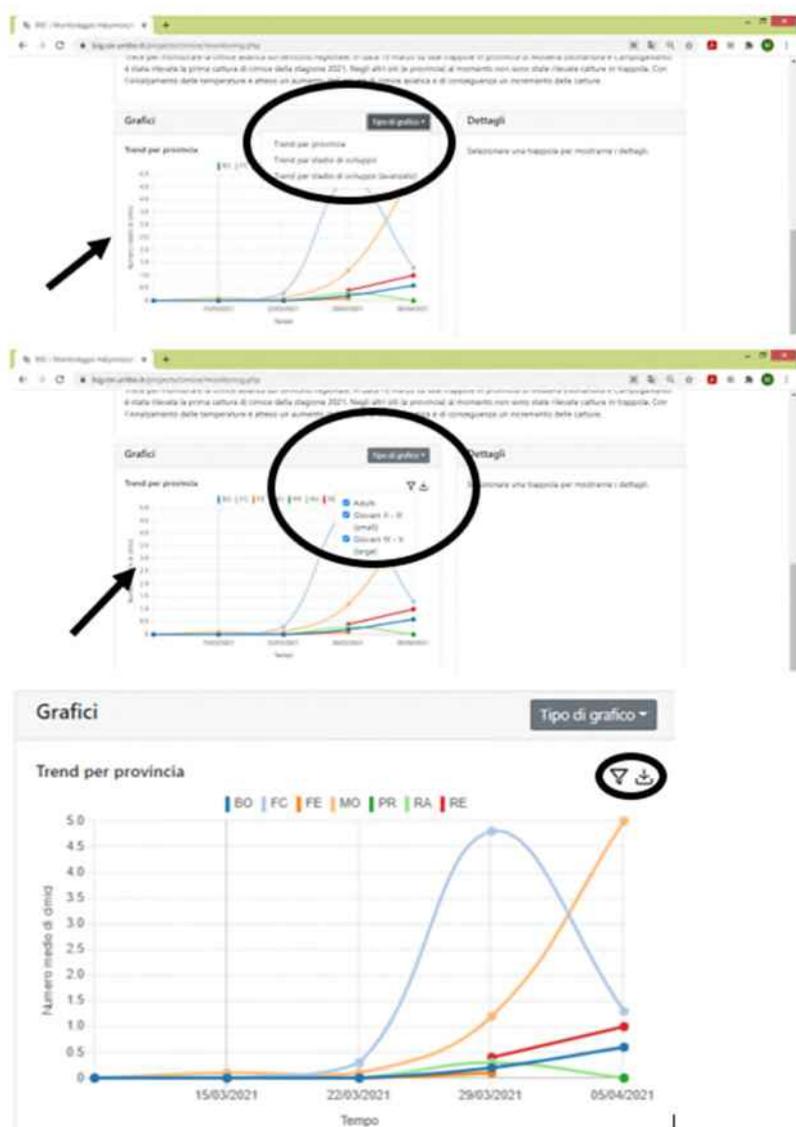


Figura 3.3.7. Nel grafico delle catture è possibile selezionare la visualizzazione per provincia o per stadio (in alto), selezionando anche solo uno stadio di sviluppo della cimice (al centro) ed infine è possibile scaricare in formato Excel tutti i dati del monitoraggio (in basso).

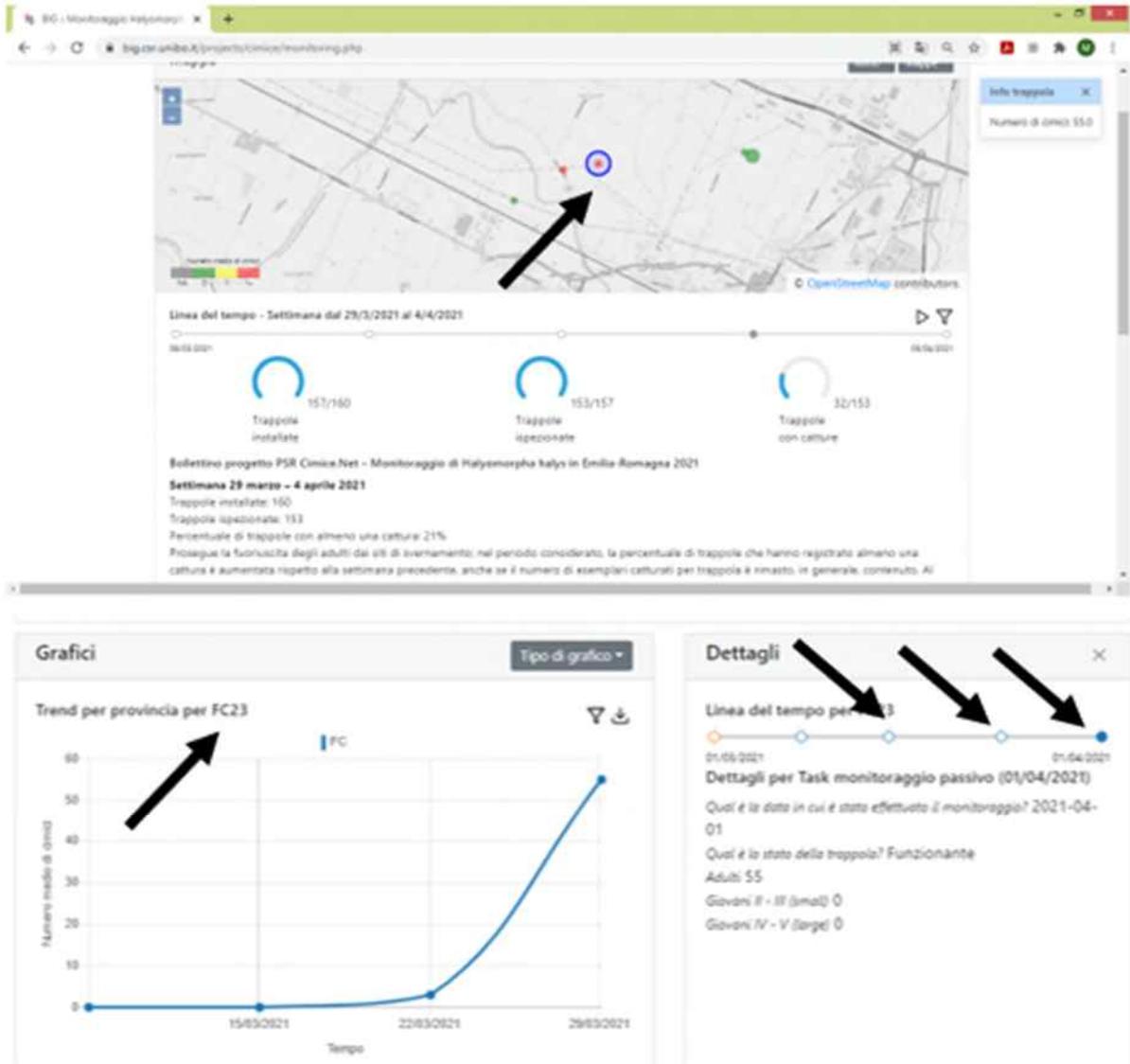


Figura 3.3.8. Sulla mappa è possibile selezionare una singola trappola (in alto) e visualizzare l'andamento delle catture di quel determinato sito di monitoraggio (in basso) per l'intera durata di monitoraggio e per ciascuna annualità in cui quel sito è attivo.

Validazione ed analisi dei dati delle catture:

La valutazione a livello stagionale è stata realizzata considerando il numero totale di catture di *H. halys* cumulative per ogni trappola in un'intera stagione e tenendo conto sia delle diverse ubicazioni delle trappole che dei tre anni di raccolta dati (incluso oltre al biennio del progetto 2020-2021 anche i dati raccolti con finanziamenti privati durante la stagione 2022). Innanzitutto, vengono analizzate le catture medie annue per ogni categoria caratteristica che rimane costante durante tutto l'anno; i confronti più interessanti sono riportati in Figura 3.3.9., dove si può notare che le caratteristiche che mostrano una differenza significativa in termini di numero di catture totali per trappola sono riferite agli elementi ambientali presenti nei dintorni delle trappole. In particolare, nei siti caratterizzati da una percentuale di vegetazione spontanea (SVP) più elevata ($\chi^2 = 2057,9$; $p < 0,001$) e in quelli caratterizzati dalla presenza di giardini e boschetti ($\chi^2 = 172,9$; $p < 0,001$), siepi e bordure ($\chi^2 = 211,5$; $p < 0,001$) e argini di fiumi e canali ($\chi^2 = 1004,1$; $p < 0,001$) sono state rilevate catture cumulative di *H. halys* significativamente più elevate rispetto ai siti in cui questi elementi erano assenti. I risultati ottenuti, coerentemente a quanto emerso in altri studi, confermano che, le aree con vegetazione arborea ed arbustiva non gestita (es. boschetti, parchi, siepi, arginature fluviali) costituiscono habitat di fondamentale importanza per il sostentamento e la riproduzione di *H. halys*. La presenza di uno o più di tali elementi all'interno dell'agroecosistema e l'estensione della superficie occupata da questi elementi può quindi incidere positivamente sulla densità di popolazione dell'insetto e, di conseguenza, sul numero di catture per trappola.

Sebbene sia noto come determinate colture erbacee, tra le quali in particolare la soia, possano rappresentare fonti trofiche estremamente gradite ad *H. halys* non è stata rilevata alcuna correlazione tra le catture per trappola ($\chi^2 = 1,44$; $p = 0,23$) e la presenza di colture erbacee nell'intorno delle trappole (Figura 3.3.9.). Questa mancata correlazione può essere spiegata in quanto non tutte le colture erbacee presenti in questo studio risultano attrattive per *H. halys*. Probabilmente un'analisi che consideri separatamente la presenza delle colture erbacee maggiormente attrattive potrebbe evidenziare correlazioni con le catture di cimici; tuttavia, tale approccio non è applicabile ai dati raccolti, in quanto la presenza delle colture maggiormente attrattive era decisamente meno rilevante rispetto a colture scarsamente attrattive come erba medica e cereali autunno vernini. Inoltre, è verosimile che il carattere transitorio della presenza sul territorio di determinate colture erbacee che per loro natura sono legate ad avvicendamenti colturali di breve durata, possa limitarne l'influenza sulla densità di popolazione di cimice asiatica. Per quanto riguarda l'effetto delle colture di alberi da frutto sulle catture, non è stata effettuata alcuna analisi poiché solo pochi siti ($N = 5$) non avevano frutteti circostanti le trappole di monitoraggio; in effetti, l'intera rete di trappole è stata creata tenendo in considerazione la produzione frutticola emiliano-romagnola e la maggior parte dei siti ($N = 343$) intenzionalmente prevedeva la presenza di coltivazioni di alberi da frutto nell'area attorno alla trappola di monitoraggio (Figura 3.3.9.).

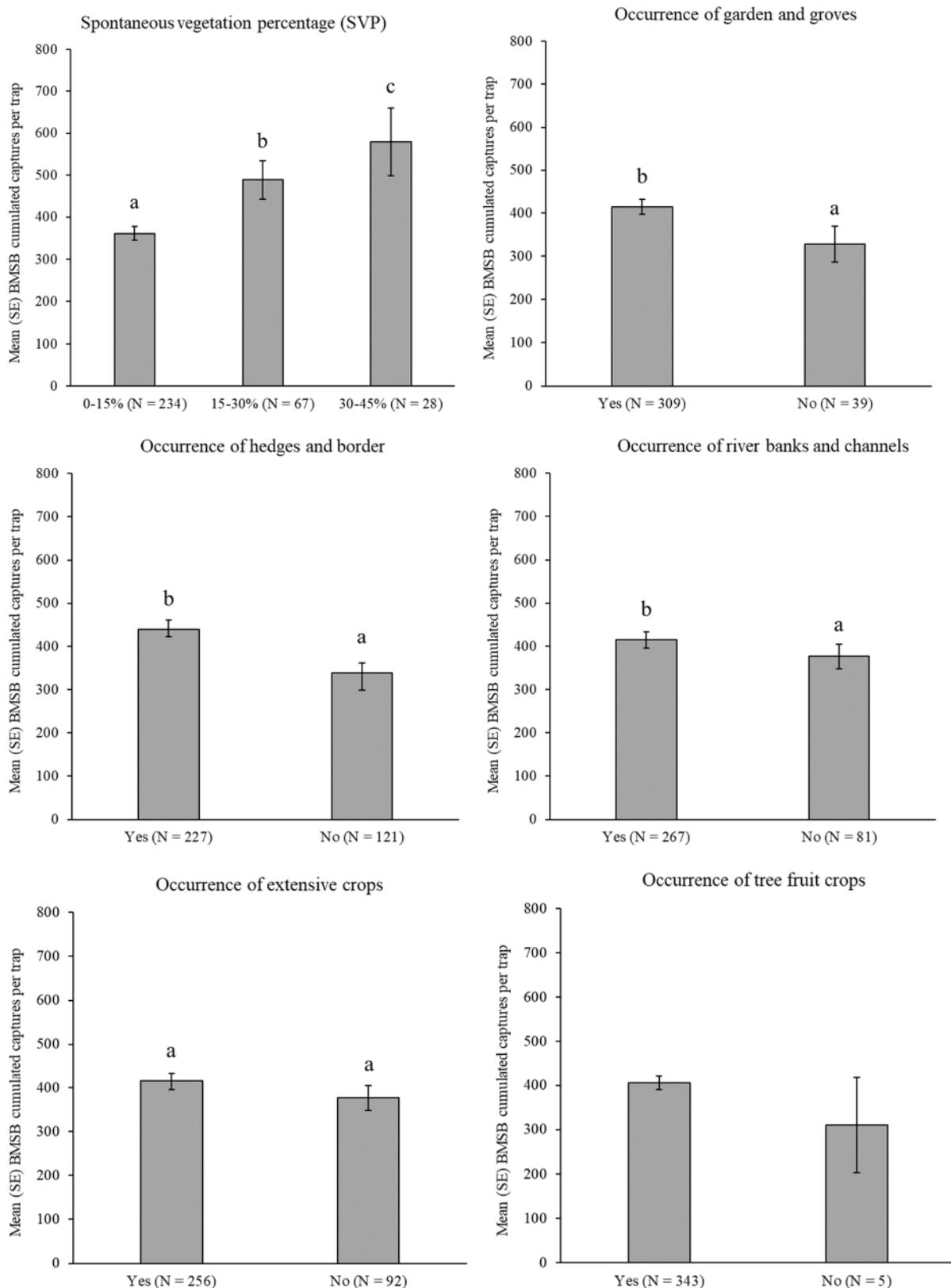


Figura 3.3.9. Fattori che influenzano le catture cumulate per stagione di cimice asiatica: percentuale di vegetazione spontanea (SPV), giardini e boschetti, siepi e bordure e sponde dei fiumi e canali hanno un effetto significativo, mentre la presenza di colture estensive no (infine la presenza di colture frutticole non è stata elaborata perché quasi tutti i siti avevano un frutteto).

Un altro fattore che ha influito sul conteggio delle catture totali di *H. halys* è stata la loro vicinanza ad edifici, come mostrato nella Figura 3.3.10. Gli edifici agricoli, capannoni, magazzini, cascine nei dintorni delle trappole, così come le abitazioni degli agricoltori, sono infatti rifugi ideali per lo svernamento di *H. halys*. Il numero di edifici che circondano le trappole è stato raggruppato in quattro livelli: siti senza edifici (0), siti con uno o due edifici (1-2), siti con tre o quattro edifici (3-4) e siti con cinque o più edifici (≥ 5). Considerando il numero di catture di *H. halys* rilevato durante l'intera stagione (Figura 3.3.10.), si notano differenze significative tra i diversi livelli di presenza degli edifici ($\chi^2 = 471,2$; $p < 0,001$), anche se non viene evidenziata una correlazione tra il numero di edifici presenti e l'abbondanza delle catture. Questa mancata correlazione è probabilmente dovuta alla concomitante presenza di altri fattori non inclusi nell'analisi (come l'attrattività dell'ambiente circostante in funzione delle diverse specie ospiti nelle diverse fasi fenologiche e la complessità dell'agroecosistema), che possono influenzare molto di più il numero di catture durante l'intera stagione rispetto alla presenza di edifici. Considerando però le catture cumulative di *H. halys* effettuate nel solo periodo primaverile (ovvero dall'inizio del monitoraggio fino al 31 maggio di ogni anno), si registra un effetto significativo della presenza di edifici ($\chi^2 = 102,4$; $p < 0,001$) e, come tipicamente osservato dagli agricoltori e dai tecnici, le catture di *H. halys* sono più elevate nei siti con edifici rispetto a quelli senza (Figura 3.3.11.). Questa tendenza è molto ben spiegata dal comportamento degli adulti svernanti di *H. halys* che durante l'autunno si aggregano in ripari protetti ed asciutti come gli edifici dai quali poi fuoriescono la primavera successiva; tuttavia, in primavera nessuna differenza in termini di catture è stata osservata tra i siti con un numero diverso di edifici (Figura 3.3.11.). Infine, prendendo in considerazione solo il cumulato delle catture di *H. halys* durante il periodo autunnale (cioè dal 1 settembre fino alla fine della sessione di monitoraggio di ciascun anno), l'effetto degli edifici sulle catture è significativo ($\chi^2 = 274,8$; $p < 0,001$), ma anche in questo caso l'andamento delle catture tra siti con diverso numero di edifici non è chiaro. In questo periodo, a fine estate, gli adulti cercano rifugi in cui svernare, ma il solo fattore 'presenza di fabbricati' non può spiegare le catture di *H. halys* in autunno perché altri fattori non inclusi nell'analisi (ad esempio colture non ancora raccolte a settembre e l'andamento della temperatura nel periodo settembre-ottobre) influenzano la dispersione di *H. halys* sul territorio prima dello svernamento (Figura 3.3.11.).

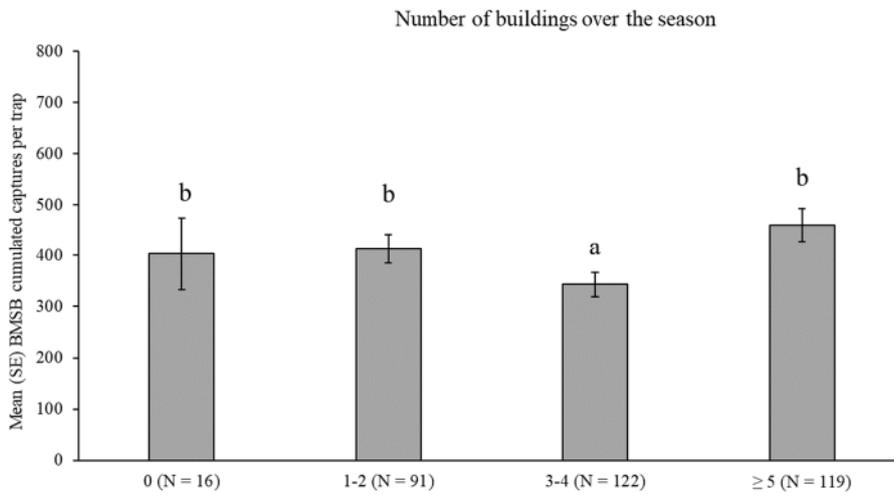


Figura 3.3.10. Effetto della presenza e del numero di fabbricati sulle catture cumulate di *H. halys* nel corso dell'intera stagione di monitoraggio.

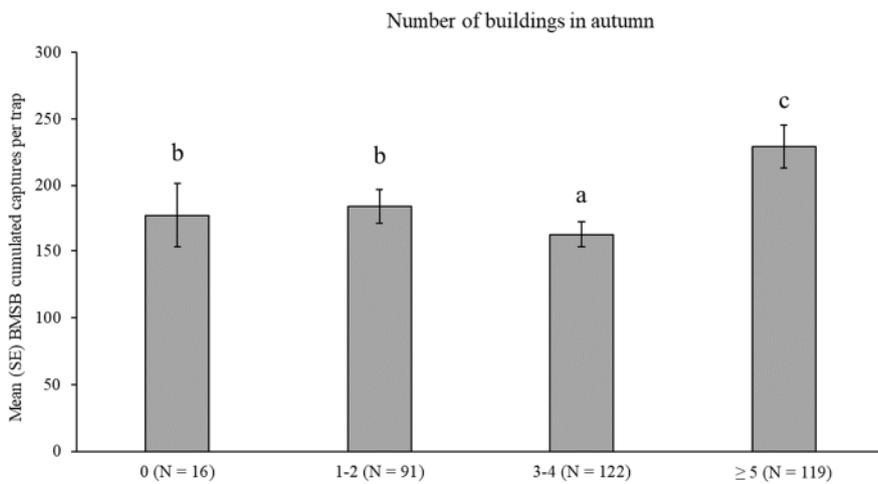
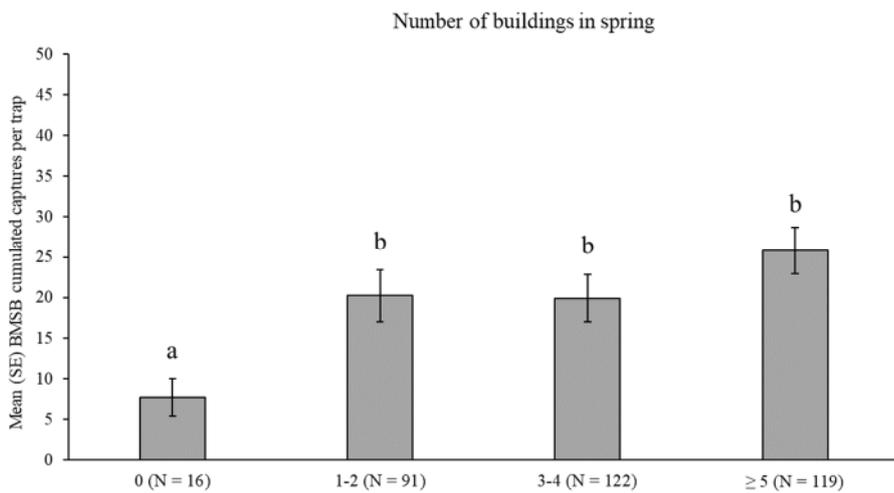


Figura 3.3.11. Effetto della presenza e del numero di fabbricati sulle catture cumulate di *H. halys* nel corso della primavera (in alto), cioè fino al 31/5, e dell'autunno (in basso), cioè dal 1/9.

Per quanto riguarda l'analisi della relazione tra fattori ambientali (ad esempio temperatura dell'aria, umidità, velocità del vento, ...) e catture di *H. halys*, i risultati sono di seguito riportati. Figura 3.3.12 mostra le matrici dei valori di correlazione (MIC) ottenuti a livello di trappola (a sinistra) e a livello globale (a destra) tra le catture ed i fattori ambientali. Si può notare innanzitutto che i valori delle correlazioni sono consistenti, indicando quindi che le correlazioni individuate si presentano uniformemente sulle singole trappole. Oltre alle correlazioni banali (ad esempio, quelle tra le misurazioni di temperatura), le matrici mostrano una chiara correlazione tra le catture totali (e degli esemplari adulti) di *H. halys* e i valori cumulativi dei gradi giorno (CDD). Questo conferma i risultati di ricerche recenti che dimostrano come temperatura e fotoperiodo (che possono variare in base alla latitudine e ad altri parametri geografici) influenzano notevolmente lo sviluppo, la sopravvivenza, il ciclo riproduttivo, la densità di popolazione, le dimensioni e lo svernamento di *H. halys*. Tuttavia, non è emersa alcuna correlazione tra le catture degli insetti e altri fattori come la velocità del vento e le piogge. Ciò è dovuto al fatto che questi fattori hanno un effetto asimmetrico sulle catture: da un lato, gli insetti tendono a spostarsi meno in presenza di forti venti o piogge, ma l'assenza di questi fattori non determina necessariamente un alto livello di catture. Questo fenomeno è più evidente in Figura 3.3.13, che mostra i valori delle singole catture settimanali per ogni trappola in relazione alle precipitazioni totali (sinistra) o alla velocità media del vento (destra) registrati. In entrambi i casi, è evidente come alti valori di precipitazioni o venti determinino un calo consistente nel numero di catture registrate.

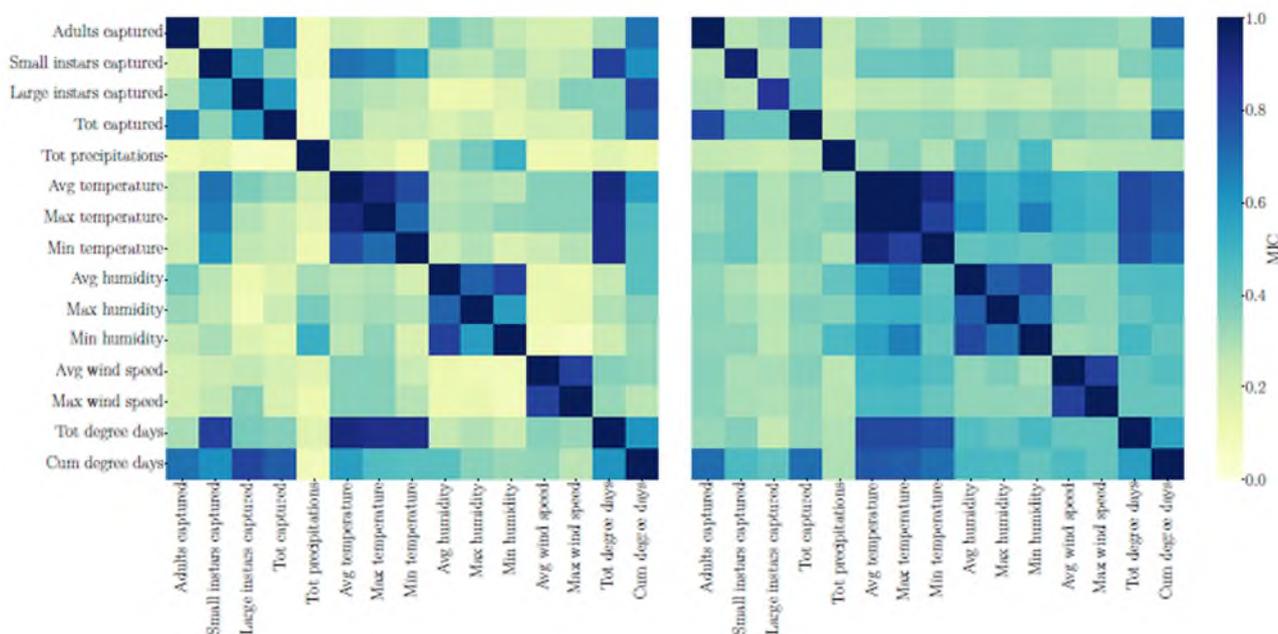


Figura 3.3.12. Matrici di correlazione MIC a livello settimanale, ottenute prendendo la mediana dei valori dalle matrici calcolate per ogni singola trappola (a sinistra) o semplicemente considerando i valori medi settimanali delle catture (a destra).

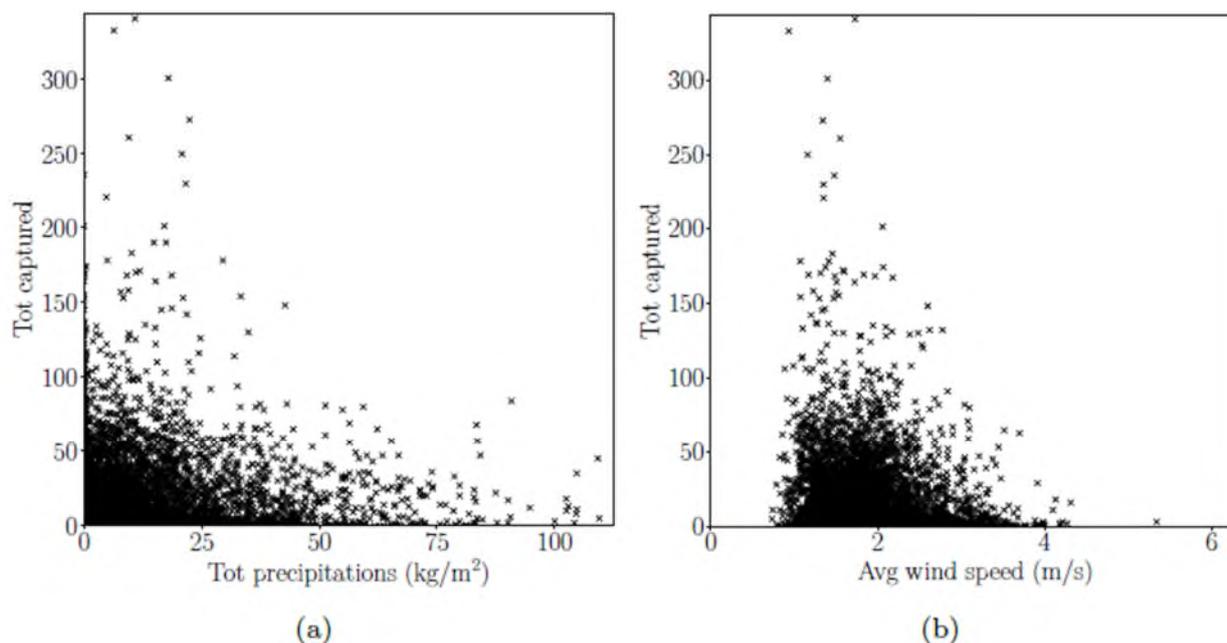


Figura 3.3.13. Scatter plot del totale delle catture di *H. halys* in funzione delle precipitazioni totali (mm = kg/m²) (a) e della velocità media del vento (m/s) (b).

Calcolo dei gradi giorno e delle dinamiche temporali delle catture di cimice:

I risultati qui riportati fanno riferimento al triennio 2020-2021-2022 (di cui l'ultima annualità fuori dal progetto Cimice.Net). Le informazioni ottenute hanno permesso di consolidare e approfondire le conoscenze sul ciclo biologico della cimice asiatica in Emilia-Romagna, aprendo la prospettiva per lo sviluppo di modelli previsionali fruibili alla collettività nel breve periodo.

In tutti gli anni di monitoraggio le catture di adulti sono diventate evidenti da fine marzo ed hanno avuto un primo picco tra la metà e la fine del mese di maggio. Dall'inizio di luglio le catture di adulti hanno ripreso ad aumentare fino alla fine di luglio-inizio agosto e si sono mantenute sugli stessi livelli fino all'inizio di settembre. Nel mese di settembre è stato osservato un forte incremento delle catture di adulti, che hanno raggiunto il picco agli inizi di ottobre. Le catture di forme giovanili hanno invece evidenziato solo due picchi, che anticipano il secondo e il terzo picco della presenza di adulti di 5-6 settimane nel caso delle neanidi (forme giovanili di II e III età) e di circa 3 settimane nel caso delle ninfe (forme giovanili di IV e V età), come osservabile in Figura 3.3.14.

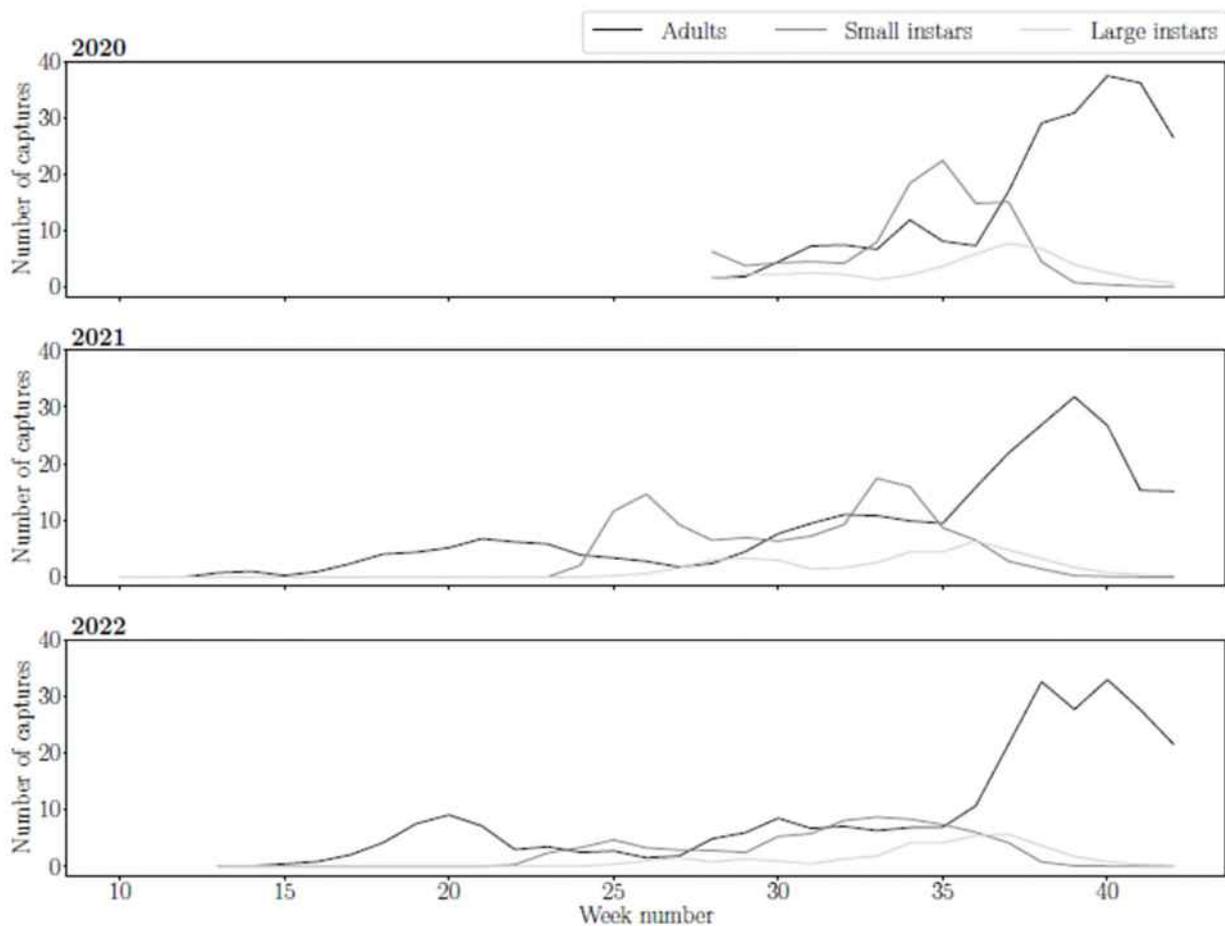


Figura 3.3.14. Andamento delle catture medie settimanali di *H. halys* per stadio (neanidi, ninfe e adulti) nei tre anni analizzati (2020-2021-2022).

I picchi di catture descritti in Figura 3.3.14. sono stati utilizzati per calcolare i gradi giorno cumulativi (CDD), come riportato nei materiali e metodi. Generalmente, i picchi di cattura dello stesso stadio di *H. halys* possono variare da uno a quattro settimane tra anni diversi (Tabella 3.3.1., Tabella 3.3.2. e Tabella 3.3.3.). Tuttavia, considerando i CDD queste differenze tra anni sono inferiori: il massimo della variabilità può essere osservato a fine estate quando si raggiunge il secondo picco delle ninfe, con differenze di 214 CDD tra il 2021 e il 2022 (Tabella 3.3.3.).

Tabella 3.3.1. Timing e media dei gradi giorno cumulativi (CDD) dei principali eventi del ciclo biologico di *H. halys* (in particolare facendo riferimento ai picchi delle catture) con focus sugli individui adulti.

Year	First peak		First comeback		Second peak		Second comeback		Third peak	
	Week	CDD	Week	CDD	Week	CDD	Week	CDD	Week	CDD
2020			Jul 13-19 (W29)	729	Aug 17-23 (W34)	1169	Sep 7-13 (W37)	1398	Sep 28-Oct 4 (W40)	1552
2021	May 24-30 (W21)	163	Jul 12-18 (W28)	722	Aug 9-15 (W32)	1099	Sep 6-12 (W36)	1382	Sep 27-Oct 3 (W39)	1547
2022	May 16-22 (W20)	141	Jul 4-10 (W27)	727	Jul 25-31 (W30)	1025	Aug 22-28 (W34)	1375	Sep 19-25 (W38)	1646

Tabella 3.3.2. Timing e media dei gradi giorno cumulativi (CDD) dei principali eventi del ciclo biologico di *H. halys* (in particolare facendo riferimento ai picchi delle catture) con focus sulle forme giovanili di seconda e terza età (neanidi).

Year	First capture		First peak		Comeback		Second peak	
	Week	CDD	Week	CDD	Week	CDD	Week	CDD
2020					Aug 10-16 (W33)	1080	Aug 24-30 (W35)	1256
2021	Jun 7-13 (W23)	278	Jun 28-Jul 4 (W26)	551	Aug 2-8 (W31)	1002	Aug 16-22 (W33)	1199
2022	May 30-Jun 5 (W22)	271	Jun 20-26 (W25)	521	Jul 25-31 (W30)	1025	Aug 15-21 (W33)	1299

Tabella 3.3.3. Timing e media dei gradi giorno cumulativi (CDD) dei principali eventi del ciclo biologico di *H. halys* (in particolare facendo riferimento ai picchi delle catture) con focus sulle forme giovanili di quarta e quinta età (ninfe).

Year	First capture		First peak		Comeback		Second peak	
	Week	CDD	Week	CDD	Week	CDD	Week	CDD
2020			Jul 27-Aug 2 (W31)	901	Aug 17-23 (W34)	1169	Sep 7-13 (W37)	1398
2021	Jun 21-27 (W25)	455	Jul 19-25 (W29)	810	Aug 9-15 (W32)	1099	Sep 6-12 (W36)	1382
2022	Jun 13-19 (W24)	424	Jul 4-10 (W27)	727	Aug 8-14 (W32)	1205	Sep 12-18 (W37)	1596

I nostri risultati raccolti in Emilia-Romagna sono coerenti con Rot *et al.* (M. Rot, L. Maistrello, E. Costi, S. Trdan, Biological Parameters, Phenology and Temperature Requirements of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in the Sub-Mediterranean Climate of Western Slovenia, *Insects* 13 (10) (2022) 956, doi:10.3390/insects13100956), un gruppo di ricercatori che ha studiato i parametri biologici di *H. halys* a Nova Gorica (nella Slovenia occidentale) calcolando la CDD con la stessa temperatura soglia. In particolare, nello studio sloveno il primo stadio giovanile si verifica a 200 CDD, mentre il picco dell'ovideposizione della generazione svernante a 200-400 CDD. Grazie al progetto Cimice.Net, in Emilia-Romagna abbiamo registrato la prima cattura di neanidi della seconda età tra

271 e 278 CDD ed il picco della presenza degli stadi giovanili di seconda e terza età a 521-541 CDD, totalmente in linea con i risultati Sloveni. Il primo stadio giovanile (neanidi della prima età) della seconda generazione in Slovenia è stato registrato a ca. 917,8 CDD (tra fine luglio e inizio agosto), mentre noi abbiamo osservato un aumento degli stadi di seconda e terza età tra il 1002 e il 1080 CDD. Infine, in Slovenia la seconda generazione di adulti avviene poco prima del 1400 CDD; nel nostro studio emiliano-romagnolo abbiamo registrato il secondo aumento di catture di adulti tra 1375 e 1398 CDD.

Infine, a titolo puramente dimostrativo, è stato proposto un calcolo previsionale della comparsa e dell'andamento dei diversi stadi (adulti, neanidi e ninfe), utilizzando i gradi giorno cumulativi (CDD) raccolti in campo (Figura 3.3.15.). Questo risultato apre la prospettiva allo sviluppo, calibrazione e validazione di modelli previsionali per la cimice asiatica basati sui dati raccolti nell'ambito del progetto Cimice.Net.

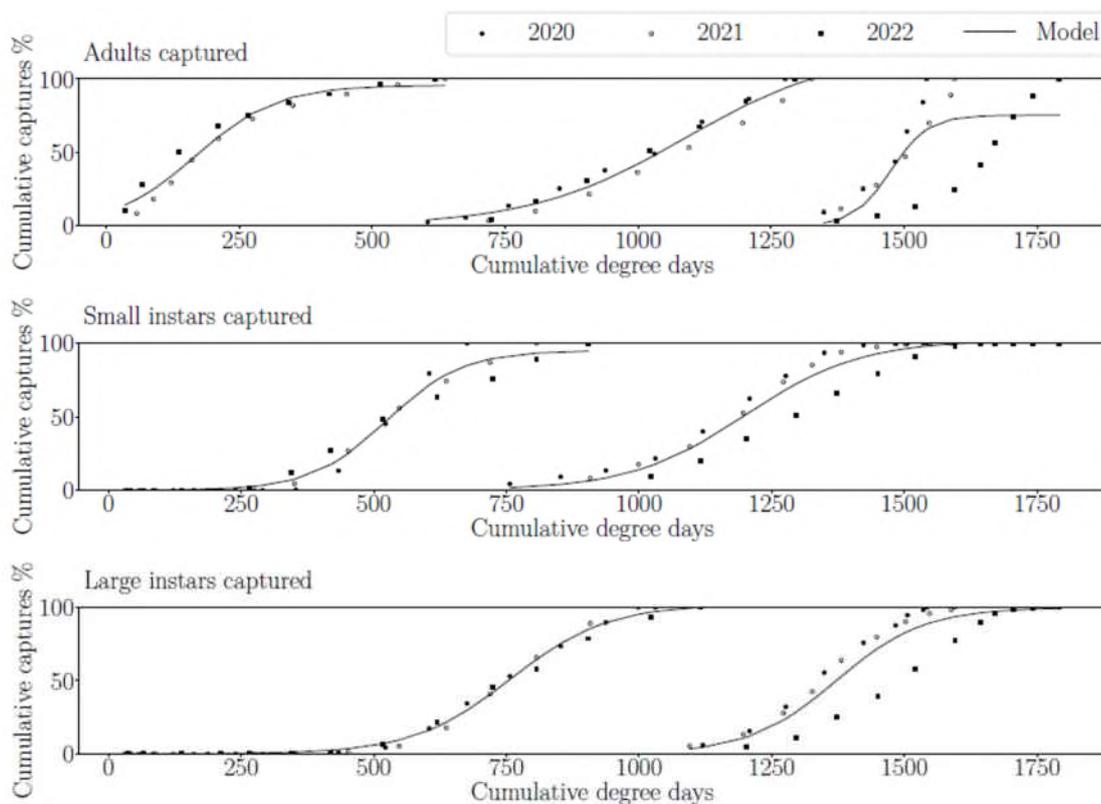


Figura 3.3.15. Esempio di modello previsionale per *H. halys* che mette a confronto i dati di campo (nel triennio 2020-2021-2022) e l'output della formula matematica (linea continua Model).

CONCLUSIONI

La SOTTO-AZIONE 3.3. ha permesso di rendere accessibili e quindi di fatto fruibili tutti i dati raccolti e i risultati ottenuti in questo progetto. Grazie alla creazione di una pagina web dedicata (<https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php?lan=IT>) le informazioni e i risultati sono stati organizzati in modo da poter essere liberamente (open access) e facilmente (user friendly) consultati dagli addetti ai lavori (tecnici e agli agricoltori), mettendo a disposizione i dati raccolti in

tempo reale sulla piattaforma digitale. I dati delle catture sono stati validati e controllati al fine di garantire un servizio di qualità, affidabile e puntuale. L'analisi di questi dati ha permesso di ottenere inoltre importanti informazioni in merito alle dinamiche spazio-temporali della cimice asiatica, individuando anche quei fattori e parametri ambientali che più di altri influiscono sull'attività e sulla presenza di questa specie. Infine, in prospettiva, nuove conoscenze acquisite grazie a questo progetto (come, ad esempio, i gradi giorno necessari alla cimice per ottenere picchi di attività e di catture) sono strategicamente funzionali per affrontare al meglio questa avversità, sul momento consultando i bollettini settimanali riferiti al periodo stagionale specifico, e nel futuro prossimo mettendo a disposizione della collettività un modello previsionale di sviluppo di *H. halys*.

2.2 Personale

Cognome e nome		Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo orario	Costo totale
	OI PERA	Personale distaccato CSO	Segreteria / Amministrazione	48	24,36	1.169,28
	OI PERA	Personale distaccato CSO	Segreteria / Amministrazione	108	24,23	2.617,11
	ASTRA	Impiegato tecnico	Prove in campo	452	27	12.204,00
	ASTRA	Impiegato tecnico	Prove in campo	364	27	9.828,00
	ASTRA	Impiegato tecnico	Prove in campo	154	27	4.158,00
	ASTRA	Impiegato tecnico	Prove in campo	596	21,64	12.897,00
	CON.AGR.RAVENNA	Impiegato tecnico	Prove in campo	386	27	10422,00
	CON.AGR.RAVENNA	Impiegato tecnico	Prove in campo	320	27	8640,00
	CON.AGR.RAVENNA	Impiegato tecnico	Prove in campo	265	27	7155,00
	CON.AGR.RAVENNA	Impiegato tecnico	Prove in campo	262	27	7074,00
	CON.AGR.RAVENNA	Impiegato tecnico	Prove in campo	212	27	5724,00
	UNIV.BOLOGNA	Professore ordinario	Gestione dati	210	48	10.080,00
	UNIV.BOLOGNA	Professore ordinario	Gestione dati	407	73	29.711,00
	CONS.BONIFICA CER	Impiegato tecnico	Prove in campo	65	43	2.795,00
	CONS.BONIFICA CER	Impiegato tecnico	Prove in campo	57	27	1.539,00
	CONS.BONIFICA CER	Impiegato tecnico	Prove in campo	37	43,00	1.591,00
	CONS.BONIFICA CER	Impiegato tecnico	Prove in campo	57	27,00	1.539,00
					Totale:	129.143,39

AZIONE 4 – PIANO DI DIVULGAZIONE DI TRASFERIMENTO DEI RISULTATI E IMPLEMENTAZIONE DELLA RETE PEI

4.1 Attività e risultati

Azione

Azione 4 - DIVULGAZIONE

Unità aziendale responsabile (Uar)

RINOVA

Descrizione attività

L'azione di diffusione dell'innovazione alle imprese agricole e ai diversi stakeholders è iniziata fin dai primi mesi di attivazione del progetto per condividere sin da subito i primi risultati e gli approcci innovativi verificati con il progetto.

Le diverse azioni divulgative organizzate sono state indirizzate per contribuire a rendere concreto il collegamento funzionale *multiactor* tra innovazione, trasferimento e applicazione, che rappresenta un obiettivo intrinseco del PSR e della Misura 16.1.

La fase di divulgazione ha pertanto perseguito l'obiettivo di diffondere le informazioni-innovazioni valutate nel corso del piano, non solo ai membri del GO ma ad una più ampia gamma di *stakeholders* del settore agricolo. RINOVA ha messo a disposizione del GO un indirizzario che conta oltre migliaia di utenti, una mailing list di oltre 1000 indirizzi, un portale che conta circa 10.000 visitatori all'anno, oltre a considerare che già la sua base sociale contribuisce nel suo complesso a produrre circa il 60% della PLV vegetale.

Come preventivato nel Piano, il Piano di Comunicazione è stato sviluppato dall'intenso operato del personale di RINOVA, al fine di sviluppare una "Comunicazione sostenibile", ossia organizzare iniziative utili a mostrare i risultati raggiunti dalle attività del progetto e sistemi di divulgazione logisticamente tali da limitare quanto più possibile gli spostamenti degli utenti fra cui anche incontri online (anche per ottemperare alle restrizioni intercorse a seguito della pandemia da COVID-19), pur garantendo una visibilità massima delle innovazioni che meritavano evidenza sin dalle prime fasi di sviluppo del Piano.

Parte delle iniziative sono state realizzate presso le sedi delle Strutture socie di RINOVA e/o partecipanti al GO, in modo da garantire una diffusione capillare su tutto il territorio regionale, anche replicando gli stessi argomenti o selezionandoli in funzione della vocazionalità del territorio, con l'obiettivo appunto di portare le competenze ed i risultati dell'innovazione, il più possibile vicino agli utilizzatori finali ossia le imprese agricole.

In accordo con i partner del GO, il personale di RINOVA ha quindi organizzato e gestito diverse iniziative e azioni di diffusione che sono descritte in Tabella 1.

In totale dal 20 aprile 2020 al 26 novembre 2023 sono state realizzate: **2 visite guidate; 4 incontri tecnici; 2 Campus cloud; 8 articoli tecnico-divulgativi, 2 brochure** denominate **Note tecniche** (diffuse capillarmente in diverse occasioni ad un ampio indirizzario sull'intero territorio regionale e con risonanza anche extra regione). **1 Convegno** collegiale ai 4 progetti cimice Haly.Bio, A&K, Cimice.Net, Alien.Stop. **1 Video.**

Tabella 1 – Descrizione delle iniziative di divulgazione svolte dal 20 aprile 2020 al 17 agosto 2023

Visite guidate		Incontri tecnici		Pubblicazioni		Campus cloud		Audiovisivi	
Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo (Provincia) (n. presenze)	Data	Titolo (Rivista)	Data	Titolo (n. presenze)	Data	Titolo
26/07/2021	siti di monitoraggio nell'ambito della rete regionale RA 33 CIMICENETVis260721RA	08/04/2021	presentazione attività on line coordinamento 9 CIMICENETInconline080421	30/04/2021	Cimici asiatiche in rete oppure una rete contro le cimici? FreshPlaza 300421	24/02/2021	presentazione on line attività primo anno 70	26/07/2021	Monitoraggio smart della cimice asiatica
29/07/2021	Monitoraggi attivi e passivi ed informatizzazione dei dati MO 29 CIMICENETVis290721MO	07/09/2021	presentazione attività MACFRUT RN 43 CIMICENETInco70921RN	14/07/2021	Strategie sostenibili di lotta alla cimice asiaticaEcoscienza2/2021	15/12/2021	presentazione on line attività progetto 36		
		26/01/2022	Convegno on line Cimice asiatica: i risultati della ricerca in Emilia-Romagna ed esperienze a confronto 576+14 CIMICENETConvegno260122BO	07/10/2021	Monitorare la cimice asiatica con Cimice.Net, Informatore agrario 32/2021				
		05/05/2022	presentazione attività MACFRUT RN 11 CIMICENETInco50522RN	29/09/2022	A territorial monitoring system for Halyomorpha halys in Emilia-Romagna Region, Pherofruits 2022				
		06/05/2022	presentazione attività MACFRUT RN 17 CIMICENETInco60522RN	29/09/2022	Poster: A territorial monitoring system for Halyomorpha halys in Emilia-Romagna Region, Pherofruit 2022				
				26/04/2023	Cimice asiatica, le strategie di difesa funzionano ItaliaFruit 26042023				
				26/06/2023	A territorial monitoring system for Halyomorpha halys in Emilia-Romagna Region - IOBC-WPRS Bulletin Vol. 166, 2023				
				26/09/2023	Solo un approccio integrato è vincente sulla cimice asiatica. L'Informatore Agrario n. 27/2023				

				**	AttiConvegnoCimice Sessione Controllo Biologico, Sessione Difesa, Sessione Meteo e Monitoraggio				
				*	Note tecniche Cimice 2022				
				15/02/ 2023	Aggiornamenti sulla cimice asiatica in Emilia-Romagna, Atti Giornata Tecnica Frutticola 15/2/2023				
				*	Note Tecniche Cimice 2023				
Tot = 2		Tot = 5		Tot = 8+4		Tot = 2		Tot = 1	

* Fra le attività di divulgazione svolte si sottolinea la produzione di **2 Note tecniche** prodotte rispettivamente all'inizio del 2022 e del 2023 (vedi allegato A e B), in cui i gruppi di lavoro di tutti i progetti finanziati sul bando Cimice e coordinati da RINOVA (Haly.Bio, A&K, Cimice.Net, Alien.Stop) si sono riuniti per tradurre tutti i risultati via via raggiunti e le conoscenze disponibili fino ad allora acquisite, per redigere delle indicazioni operative tecniche o dei suggerimenti operativi e tecnici atti a supportare l'intero mondo agricolo regionale (ed extraregionale) per una gestione più efficiente ed efficace delle infestazioni di Cimice asiatica sulle colture ortofrutticole.

**E' stato inoltre organizzato un Convegno collegiale fra i suddetti 4 Progetti per presentare pubblicamente i principali risultati emersi dalle indagini svolte, di cui si allegano gli atti delle 3 sessioni di lavoro.

Si ricorda inoltre che, laddove funzionale a rendere più efficace il trasferimento dei risultati, alcuni eventi come visite di campo e/o incontri tecnici sono stati organizzati in modo congiunto fra due o più dei quattro progetti sopracitati.

Tutta la documentazione relativa alle locandine di visite di campo, incontri tecnici e campus clouds organizzati e diffuse da RINOVA, ed i relativi fogli firma registrati in occasione delle diverse iniziative riportate in tabella, così come copia degli articoli prodotti, sono disponibili presso RINOVA.

Come indicato in Tabella 1, RINOVA ha organizzato, coinvolgendo sin dalla fase organizzativa i referenti tecnici del Servizio Fitosanitario regionale ed i Partner del presente GO, per affrontare collegialmente ed in sinergia il trasferimento e approfondimento necessario ad una migliore gestione della cimice asiatica sul nostro territorio. I diversi momenti organizzati nei Campus cloud ad esempio, oltre alle visite in campo ed agli incontri tecnici, hanno rappresentato specifici momenti di confronto fra tutti i partner del GO con diversi tecnici afferenti alle diverse imprese della base sociale di RINOVA e non, specificatamente invitati allo scopo nel caso dei campus cloud ad esempio, e ad esperti tecnici del mondo accademico, oltre a referenti del Servizio Fitosanitario regionale della Regione Emilia Romagna, permettendo un confronto diretto sui risultati, anche parziali, raggiunti nel piano. Questo strumento, molto apprezzato dall'utenza e dal GO, oltre a permettere il trasferimento dei risultati anche in corso d'opera (ossia con risultati parziali), ha consentito un *feed back* molto efficace per discutere fra interlocutori appropriati e provenienti anche da un'utenza allargata rispetto a quella del GO, di temi e innovazioni anche in corso di validazione, permettendo di cogliere anche suggerimenti utili allo sviluppo degli steps successivi del piano stesso. Inoltre i risultati presentati e le discussioni e analisi sviluppate durante i Campus Cloud sono stati in parte utili anche per la messa a punto di strategie di approccio regionale per l'aggiornamento dei Disciplinari di Produzione Integrata e di ausilio nel sistema di assistenza tecnica per la produzione integrata e biologica nella regione Emilia Romagna.

A ciò si aggiungono i Bollettini redatti settimanalmente (vedi azione 3) che sono stati diffusi attraverso il Servizio Fitosanitario Regionale nell'ambito anche dei Bollettini di Produzione Integrata

provinciali, estendendo quindi ulteriormente la comunicazione e diffusione dei risultati puntuali raggiunti attraverso il progetto.

Gran parte delle iniziative svolte e partecipate hanno rappresentato momenti di discussione e confronto, permettendo così un utile scambio di esperienze e risposte a vantaggio di tutti i partecipanti e del GO stesso.

Inoltre RINOVA ha messo a disposizione del GO il proprio **Portale Internet**, affinché le attività ed i risultati conseguiti nel presente Piano siano facilmente identificabili e fruibili dall'utenza. In particolare all'interno del portale Ri.nova è stata creata una pagina dedicata al Piano, organizzata per poter fungere da mini-sito del progetto ed ottimizzata in logica SEO, multilingua ed adattabile alle visualizzazioni da mobile, composta da una testata e da un dettaglio dove sono stati caricati tutti i dati essenziali del progetto (responsabili, partners, entità del finanziamento) e gli aggiornamenti relativi alle attività condotte. Riporta inoltre contenuti incorporati (video e gallerie immagini), nonché blog per notizie ed eventi collegati al progetto, sinergicamente connessi e ricercabili dalla homepage del portale Ri.Nova. Attraverso un contatto continuo con il Responsabile di Progetto, un referente Ri.Nova ha proceduto all'aggiornamento della pagina con notizie, informazioni e materiale divulgativo ottenuti durante lo sviluppo del Piano.

Questo lavoro ha permesso, unitamente alla pubblicazione dei risultati, la consultazione dell'elenco dei GOI e progetti coordinati da Ri.Nova all'interno di una sezione specificamente disegnata ad ospitare e classificare i contenuti ed i risultati di progetti regionali, nazionali ed europei; ogni progetto è infatti classificato e filtrabile per le colture sulle quali è stata applicata la sperimentazione, per tipologia di finanziamento e per macroargomento, riprendendo i tag indicati per il network PEI-AGRI. Questo strumento comunicativo e divulgativo permette anche di poter visionare collegamenti e sinergie che il presente piano può avere anche con altri progetti e/o iniziative.

Il personale di RINOVA si è fatto inoltre carico di predisporre in lingua italiana e inglese, le modulistiche richieste per la presentazione del Piano al fine del collegamento alla **Rete PEI-Agri**.

Nei seguenti allegati sono elencati programmi, fogli firma (o lista partecipanti per quanto svolto online) delle iniziative di divulgazione svolte, gli articoli e stampa del sito RINOVA:

- **Allegato-1_AttDivulgazioneCimiceNet.pdf**
- **Allegato-2_Notetecnichecimice2022.pdf**
- **Allegato-3_Note-tecniche_cimice_2023.pdf**

Nell'allegato di seguito è fatta sintesi di tutti i link delle iniziative sopra descritte:

Allegato-4_GO5159202CIMICENETLink.pdf

2.2 Personale

Cognome e nome		Mansione/qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo orario	Costo totale
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto divulgazione	14	27	378,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Divulgazione	80	27	2.160,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto divulgazione	218	27	5.886,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Supporto divulgazione	48	27	1.296,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Divulgazione	62	27	1.674,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Divulgazione	12	43	516,00
	RI.NOVA	Impiegato tecnico	Coordinamento divulgazione	39	43	1.677,00
					Totale:	13.587,00

AZIONE 5 – ATTIVITA' DI FORMAZIONE

5.1 Attività e risultati

Azione

Azione 5 – FORMAZIONE

Unità aziendale responsabile (Uar)

Dinamica

Descrizione attività

A causa della pandemia da COVID19 sono stati svolti corsi di formazione anziché i viaggi studio previsti. Inoltre l'attività è stata ridotta al 50% in conformità alla delibera Regionale n. 1965 del 14/11/2022 come da comunicazione inviata via PEC alla Regione Emilia Romagna in data 30.8.2023, seguita da successive comunicazioni formali intercorse fra il Capofila e la Regione, e approvata con delibera regionale n. 18303 del 31/08/2023.

In dettaglio sono stati svolti 2 corsi di formazione:

Proposta formativa 5160050 "Sviluppo di competenze tecniche avanzate per fruire in maniera efficace di una piattaforma informatica funzionale per le presenze della cimice asiatica *Halymorpha Halys*" con la seguente domanda di avvio formazione GOI:

- 5531324 con 18 partecipanti per un importo di costo totale pari a € 12.924,72 la quota di finanziamento pubblico è pari a € 11.632,32 chiusa con domanda di rendiconto formazione GOI n°5684001
- 5698379 con 10 partecipanti per un importo di costo totale pari a € 7.180,40 la quota di finanziamento pubblico è pari a € 6.462,40 chiusa con domanda di rendiconto formazione GOI n°5701773

Si allegano le domande inserite su AGREA complete dell'elenco dei partecipanti a ciascuna iniziativa (Allegati 5, 6). Le azioni di formazione svolte hanno suscitato un grande interesse e apprezzamento da parte dei partecipanti, come evidenziato dai questionari di soddisfazione compilati, sia per i temi

trattati che per come sono stati organizzati e strutturati con chiari riferimenti ai risultati ed alla loro applicazione operativa.

Gli obiettivi del progetto in merito alla formazione sono stati pienamente raggiunti e con alto grado di gradimento da parte degli utenti finali.

In allegato alla presente relazione è presente il frontespizio del materiale didattico impiegato e distribuito ai partecipanti nei corsi di formazione (**Allegato-7-Estratto-Materiale-didattico-formazione.pdf**).

Allegato-5_5684001_04237330370_20230622_1145_stampaDefinitiva.pdf

Allegato-6_5701773_04237330370_20231125_0919_stampaDefinitiva (1)

Rendiconto corso n. 5684001	12.924,72 €
Rendiconto corso n. 5701773	7.180,40 €
Subtotale	20.105,12
Spese generali	5.026,28 €
TOTALE	25.131,40 €

CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ

Criticità tecnico-scientifiche	Non sono state rilevate criticità significative nello svolgimento del Piano, benché lo scoppio della pandemia da Covid-19 a inizio 2020 abbia determinato complicazioni nello sviluppo di alcune attività fra cui in particolare la formazione (azione 5), determinando la necessità di rimodulare l'intera attività, allungando i tempi di sviluppo e di completamento dell'azione determinando la necessità di chiedere una proroga di 12 mesi (a seguito della D.G.R. n. 833 del 23/05/2022).
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento)	Non si rilevano criticità nella gestione del piano.
Criticità finanziarie	Non si rilevano criticità finanziarie

4 ALTRE INFORMAZIONI

In data 23 giugno 2022 è stata inoltrata una richiesta di proroga di 12 mesi (a seguito della D.G.R. n. 833 del 23/05/2022) approvata dalla Regione con atto n. 18379 del 29/09/2022, posticipando, quindi, la chiusura al 26/11/2023).

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Non si rileva nessun suggerimento particolare.

6 RELAZIONE TECNICA

ATTIVITÀ COMPLESSIVAMENTE EFFETTUATE, RISULTATI INNOVATIVI E PRODOTTI

Le attività svolte e risultati raggiunti da questo progetto sono di seguito sintetizzati.

Azione 3.1 - Monitoraggio territoriale in campo delle popolazioni di cimice asiatica

L'attività di monitoraggio territoriale in campo delle popolazioni di cimice asiatica (SOTTO-AZIONE 3.1) si poneva tre obiettivi: 1) Creare una rete di monitoraggio territoriale della cimice asiatica *Halyomorpha halys* in Emilia-Romagna; 2) Standardizzare la metodologia di monitoraggio e la raccolta dei dati relativi alla presenza di *H. halys* sul territorio regionale; 3) Ottenere informazioni tecniche da utilizzare sul territorio per razionalizzare la gestione nei confronti di *H. halys*. Questi tre obiettivi sono stati pienamente raggiunti grazie all'attuazione della SOTTO-AZIONE 3.1, che ha previsto l'installazione, la manutenzione e il controllo di una fitta rete di trappole di monitoraggio diffuse nelle diverse province dell'Emilia-Romagna (139 siti nel 2020 e 165 siti nel 2021). La rete di monitoraggio includeva aziende a vocazione frutticola rappresentative del contesto agricolo regionale e ogni sito è stato geolocalizzato, caratterizzato per composizione e visitato settimanalmente dalla primavera all'autunno con lo scopo di raccogliere dati sulla dinamica di popolazione di *H. halys*. In particolare, la raccolta dati ha previsto rilievi eseguiti nel corso del biennio dalla primavera (marzo-aprile) all'autunno (settembre-ottobre) applicando tre metodologie di campionamento: 1) Monitoraggio con trappole a feromoni di aggregazione (controllo delle catture in trappola); 2) Monitoraggio mediante frappage (campionamenti attivi in alcuni siti selezionati rispetto al totale di quelli monitorati anche con le trappole); 3) Raccolta di informazioni sul danno ai frutteti (questionario somministrato al personale delle Unità Operative e poi aperto ad agricoltori e tecnici a fine progetto). I dati raccolti e condivisi in tempo reale con gli agricoltori mediante la piattaforma digitale hanno permesso di orientare ed ottimizzare la difesa nei confronti di *H. halys*, in particolare evidenziando i momenti di maggior rischio e le aree geografiche con le infestazioni più elevate (utilizzando in particolare i dati delle catture in trappola) e conoscere con precisione i diversi stadi e tempi di sviluppo di questa avversità (utilizzando anche i campionamenti attivi mediante frappage). Infine, i questionari volti a raccogliere informazioni sul danno hanno permesso di ottenere un quadro aggiornato sulla situazione in Emilia-Romagna, fotografando la realtà produttiva frutticola e misurando anche la percezione che hanno i produttori rispetto alla tematica del monitoraggio e all'utilità di un sistema di dati condiviso in questo progetto, che è risultato essere molto apprezzato e consultato da buona parte degli interessati.

Azione 3.2. Messa a punto della piattaforma per la fruizione e l'analisi dei dati di monitoraggio

L'obiettivo posto nella SOTTO-AZIONE 3.2 era quello di realizzare una piattaforma digitale per la raccolta dei dati dalla rete di monitoraggio la loro predisposizione alla fruizione analitica attraverso l'integrazione con dati provenienti da fonti esterne, con particolare riferimento a dati meteo, immagini satellitari e dati agroambientali geolocalizzati. Il primo elemento chiave per il raggiungimento di tale obiettivo è stato lo sviluppo di CASE (Collaborative Agro SEnsing), un'applicazione di questionari dinamici per la raccolta di dati sul campo nel settore agricolo. Inizialmente proposta nel progetto Mo.Re.Farming, CASE è stata estesa per l'utilizzo in Cimice.Net

e perfezionata in termini di fruibilità e user-experience, consentendo 1) una precisa registrazione geolocalizzata delle trappole sfruttando le funzionalità GPS dello smartphone del tecnico installatore, 2) una registrazione puntuale delle catture su base settimanale, 3) una tempestiva segnalazione di eventuali problematica ed una significativa riduzione del rischio di registrazione errata dei dati; il tutto si traduce in un'elevata qualità del dato raccolto, a garanzia di un elevato grado di affidabilità delle analisi su di esso svolte. Un altro aspetto fondamentale riguarda l'integrazione dei dati sulle catture di *H. halys* con quelli raccolti da fonti esterne. In particolare, la piattaforma dati sviluppata nella SOTTO-AZIONE 3.2 raccoglie 1) le immagini satellitari prodotte dai satelliti dell'ESA, utilizzate per ricavare automaticamente informazioni ambientali nell'intorno delle trappole, 2) i dati meteo prodotti dall'ARPAE, utilizzati per ricavare gli andamenti delle temperature, delle piogge e del vento nell'intorno delle trappole, 3) i dati agroambientali geolocalizzati prodotti dal Consorzio CER, utilizzati per individuare elementi nell'intorno delle trappole di potenziale influenza sul numero di catture. I processi di elaborazione implementati nella piattaforma dati consentono la materializzazione di ricondurre i dati provenienti dalle diverse sorgenti ad un unico livello "pulito" ed integrato, per poi trasformarli in una struttura dati (cubo multidimensionale) per supportare attività analitiche ad ampio spettro. I risultati di queste trasformazioni sono messi a disposizione sul sito <https://big.csr.unibo.it/cimice/> per avere una visione in tempo reale sullo stato di avanzamento delle catture e per effettuare analisi aggregate in grado di rivelare pattern interessanti sulle dinamiche spazio-temporali della cimice asiatica.

AZIONE 3.3. Analisi e fruizione dell'analisi delle popolazioni di cimice asiatica

In questo progetto, e specificatamente attraverso la SOTTO-AZIONE 3.3., è stato presentato un approccio innovativo basato sulla gestione informatizzata e digitalizzata dei dati per monitorare ed analizzare la presenza, la distribuzione e la diffusione di *H. halys* in Emilia-Romagna. Il monitoraggio di campo è stato effettuato durante il biennio del progetto (2020-2021) e proseguito successivamente con finanziamenti privati, visitando decine di trappole distribuite nelle diverse province emiliano-romagnole. Il network di trappole ha alimentato e supportato una piattaforma big data per la raccolta e l'integrazione del monitoraggio di *H. halys* integrando i dati delle catture con diverse fonti di dati esterne, incluso l'andamento meteorologico e le informazioni riguardanti gli elementi ambientali vicini alle trappole. La piattaforma big data ha consentito attività analitiche che hanno portato ad una comprensione più profonda della dinamica della popolazione di *H. halys*, considerando sia la sua presenza e distribuzione sia la fenologia del fitofago nel territorio monitorato. Ancora più importante, lo studio ha rivelato come settimanalmente le catture di *H. halys* sono altamente correlate ai gradi giorno (funzione della temperatura dell'aria) e parzialmente influenzate da eventi atmosferici come pioggia e vento, mentre le catture annuali sono prevalentemente relazionate alla quantità di vegetazione spontanea presente nelle immediate vicinanze, come dalla presenza di giardini e boschetti, siepi e bordure e dalla presenza di fonti d'acqua. Alcuni fattori presenti nell'agroecosistema hanno un effetto sulla cattura di cimici solo in determinati periodi della stagione; ad esempio, all'inizio della primavera, la presenza di edifici che fungono da ricovero per la popolazione svernante degli adulti di *H. halys* ha avuto un impatto significativo sulle catture delle trappole rispetto a siti senza edifici. Infine, altri fattori sono molto difficili da controllare ed analizzare, come la diversa attrattività delle piante ospiti nel corso della

stagione, secondo le fasi fenologiche delle piante ed il calendario di maturazione delle diverse colture, cultivar e vegetazione selvatica, considerando la loro presenza ed interazione reciproca all'interno di ciascuna area infestata da *H. halys*. La conoscenza della presenza, della distribuzione e della fenologia di *H. halys* è fondamentale per applicare efficacemente le strategie IPM; in particolare, per evidenziare i periodi di elevata abbondanza della cimice può aiutare a focalizzare e razionalizzare la difesa basata su insetticidi. Il presente progetto è venuto incontro a queste esigenze, fornendo agli stakeholder (sia coltivatori che consulenti operanti nell'ambito della difesa integrata e biologica) diverse informazioni utili e strategiche per impostare gli avvertimenti, scegliere i metodi di controllo appropriati e quindi ottimizzare l'uso degli insetticidi nella gestione di *H. halys* durante il progetto. I risultati presentati in questo progetto aprono infine diverse opportunità per ulteriori sviluppi. Ad esempio, il calcolo dei gradi giorno cumulativi (CDD) basato sui dati raccolti in campo nel periodo 2020-2022 potrebbe essere sfruttato per definire gli interventi basandosi sulle soglie dei diversi eventi biologici osservati per *H. halys* durante la stagione vegetativa e in base all'andamento climatico. Inoltre, i dati raccolti in questo studio possono essere ulteriormente sfruttati in prospettiva per sviluppare, calibrare e validare un modello fenologico dello sviluppo di *H. halys*, al fine di facilitare i produttori nel prevedere i parametri del ciclo vitale di questo parassita e nell'utilizzare in modo più efficiente, razionale e sostenibile le misure di contrasto disponibili.

RICADUTE E INDICATORI

RICADUTE IN AMBITO PRODUTTIVO, TERRITORIALE ED AMBIENTALE

I rilievi eseguiti ed i dati di monitoraggio raccolti grazie a questo progetto sono stati di cruciale importanza per supportare sia i tecnici che gli agricoltori (all'interno e all'esterno del GOI) a organizzare in modo più razionale le strategie di difesa delle colture agrarie dalla cimice asiatica, prendendo decisioni in base alla presenza e sviluppo di *H. halys* nei diversi territori. La lettura e l'utilizzo delle informazioni è stato facilitato e reso fruibile alla collettività grazie alla realizzazione di uno strumento smart, per facilitare le decisioni e agevolare la gestione delle strategie di contenimento della cimice asiatica. I risultati del progetto permetteranno inoltre di valutare, nel tempo e in prospettiva, l'efficacia delle azioni di controllo attuate a livello territoriale (come ad esempio la valutazione dell'impatto dei parassitoidi oofagi sulle popolazioni di *H. halys*), e potranno costituire un solido punto di partenza per sviluppare un modello previsionale per la cimice asiatica in Emilia-Romagna a supporto sia degli operatori agricoli del GOI, che extra GOI, per la gestione quotidiana di questa temibile avversità.

Concretamente, lo sviluppo e l'implementazione della piattaforma digitale <https://big.csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php?lan=IT> ha fornito risposte alle innumerevoli domande provenienti dal settore agricolo. In particolare, mettendo a disposizione di tutti gli operatori del settore informazioni sull'andamento delle popolazioni e dei relativi stadi di sviluppo della cimice asiatica e indicando così i momenti di maggior rischio di infestazione nel corso

della stagione. Tutti gli output (partendo dai bollettini settimanali prodotti, fino ad arrivare ai dati puntuali di ogni singola stazione di monitoraggio) sono risultati essere di pronta utilità, con una ricaduta immediata nel settore produttivo, consentendo una concreta ottimizzazione dell'applicazione delle strategie di difesa di numerose colture agrarie dalla cimice asiatica. Questa ricaduta è a vantaggio di tutto il GOI e soprattutto delle aziende che soffrono una maggiore pressione della cimice, permettendo, conseguentemente, di ridurre i danni produttivi ed economici causati dalla cimice asiatica e quindi di salvaguardare la redditività degli agricoltori emiliano-romagnoli.

Buona parte dei produttori emiliano-romagnoli afferisce a strutture cooperative associate a Ri.Nova, che rappresentano oltre il 60% della PLV vegetale regionale e che si sono direttamente avvantaggiate dei risultati del progetto. Nel GOI la presenza di Ri.Nova e di altri partner che insieme esprimono gran parte del comparto ortofrutticolo regionale e dell'OI Pera, che con le sue 28 strutture associate raccoglie tutte le principali cooperative ed associazioni professionali specializzate nella pericoltura operanti nel nord Italia a tutti i livelli della filiera, rappresentando circa il 90% dei pericoltori della regione, hanno garantito la capacità di coinvolgere in maniera diretta e indiretta una componente considerevole del sistema agricolo regionale a cui trasferire le conoscenze acquisite dal progetto e di raggiungere la maggioranza dei soggetti colpiti dal problema della cimice asiatica nella nostra regione. Inoltre grazie al collegamento diretto di alcuni partner del GOI al sistema del Coordinamento regionale di Produzione Integrata e biologica, che opera da oltre trent'anni nella Regione Emilia-Romagna ed è forse unico nel panorama internazionale, è stato possibile un immediato accesso dei coordinatori provinciali di produzione integrata e biologica allo strumento e alle informazioni rese disponibili dal progetto, sin dalla prima annualità, consentendo di includere nei Bollettini provinciali settimanali di produzione integrata e biologica le informazioni derivate da questo progetto, con un trasferimento puntuale delle informazioni a tutto il settore produttivo agricolo regionale ed extra-regionale.

Grazie ai risultati ottenuti ed alla creazione di un network per il monitoraggio territoriale della cimice asiatica è stato possibile ottimizzare l'uso degli insetticidi da parte dei produttori agricoli.

In generale si ipotizza una tendenziale riduzione di 1-2 interventi con acetamiprid (sostanza attiva più diffusamente impiegata nei confronti della cimice asiatica) sia su drupacee che su pomacee. Considerando una superficie regionale di pero in produzione pari a 14.868 Ha (dati ISTAT 2022), con l'applicazione di un dosaggio della sostanza attiva acetamiprid pari a 100 g/Ha per intervento, si stima un risparmio pari a 1.486,8 kg di attivo per ogni intervento non effettuato. Analogamente, considerando una superficie regionale di pesco + nettarina in produzione pari a 56.284 Ha (dati ISTAT 2022), con l'applicazione di un dosaggio della stessa sostanza attiva pari a 100 g/Ha per intervento, si avrebbe un risparmio pari a 5.628,4 kg di attivo per ogni intervento non effettuato. Tale riduzione stimata dell'impiego degli insetticidi presa in esame determina un importante ricaduta di carattere ambientale per un minor residuo degli stessi nel suolo e acque, nonché nella frutta, oltre ad un beneficio diretto anche sulla salute di operatori e consumatori che si traduce una ricaduta sociale di rilievo.

Inoltre, grazie alla condivisione di diversi dati e informazioni in un **sistema intelligente realizzato nel progetto**, si potrà contribuire a realizzare, per il nostro sistema regionale, **un ponte verso un**

futuro più digitale, portando a valore, evolvendole, le competenze acquisite dai partners del GOI. La soluzione sviluppata e i dati in essa caricati rimarranno infatti fruibili e a disposizione del GOI anche dopo il progetto, come di fatto è accaduto anche nel 2022 e oltre. In tale ottica si evidenzia che il presente progetto è anche sinergico al progetto POR FESR Agro.BigData.Science che funge da piattaforma tecnologica di partenza per lo sviluppo delle specifiche funzionalità innovative. Il progetto Agro.BigData.Science prevede e formalizza la cessione della piattaforma ad aziende informatiche del territorio interessate a collaborare con il GOI nell'ambito dei progetti di agricoltura di precisione. Conseguentemente la possibilità di disporre di innovativi strumenti puntuali ed "intelligenti", in quanto supportati da nuove possibilità di analisi dei dati, quali quelli del monitoraggio a questo importante fitofago, caratterizzati da una ampia variabilità e che richiedono quotidianamente profonde analisi di "quanto sta succedendo ora, anche in confronto agli anni precedenti e/o ai siti produttivi", contribuirà fortemente e ulteriormente ad **indirizzare in maniera più precisa nel futuro prossimo le strategie di difesa nei confronti della cimice asiatica, e a fungere da modello per essere esteso anche ad altre avversità.**

INDICATORI

Azione 3 - Realizzazione

- Indice di correttezza (1) - percentuale di sessioni di monitoraggio con il sensore CASE andate a buon fine (conclusasi senza problemi tecnici) rispetto al totale delle effettuate (Azione 3.1). Nell'arco dei 3 anni (2020-2021-2022) sono stati effettuati 10.644 monitoraggi, di cui il 98% sono andati a buon fine. La possibilità di segnalare malfunzionamenti attraverso CASE ha permesso la risoluzione tempestiva delle problematiche, legate ad occlusioni (41% dei casi) o rotture (59%) e che hanno coinvolto nel 2020 il 23% delle trappole e nel 2021 il 17% delle trappole.
- Indice di correttezza (2) - livello di accuratezza dati di monitoraggio caricati nel database (un record è accurato se non presenta dati mancanti, incompleti o errati rispetto ai vincoli di dominio) (Azione 3.1). A seguito delle operazioni di controllo sulla qualità dei dati (citate in SOTTO-AZIONE 3.2), il 2% dei monitoraggi sono stati esclusi (in quanto relativi a trappole con troppi malfunzionamenti o monitoraggi mancati), mentre il 4,5% dei monitoraggi è stato rielaborato per ridistribuire le catture registrate a seguito di uno o più monitoraggi mancati. Di conseguenza, l'accuratezza dei dati caricati può essere indicata al 93,5%.
- Indice di efficacia (1) – quantità dei monitoraggi effettuati rispetto al totale preventivato (Azione 3.1). Nell'arco del monitoraggio svolto nel biennio 2020-21 finanziato dal progetto, sono stati eseguiti 7766 rilievi rispetto ai 7000 preventivati, superando di gran lunga il 100%. Se poi si considera l'estensione eseguita con i rilievi eseguiti anche nel 2022 (2020-2021-2022) si conteggiano 10.644 monitoraggi a favore dell'utenza agricola regionale.
- Ottenimento di una applicazione mobile geo referenziata per la raccolta digitale assistita dei dati (misurabile come raggiunto o non raggiunto) (Azione 3.2). L'obiettivo è stato raggiunto, come dimostrato dall'ampia discussione dell'applicazione CASE in SOTTO-AZIONE 3.2.

- Documento che metterà in evidenza le eventuali interazioni tra *H. halys* e fattori ambientali di diverso tipo, con particolare riferimento al reticolo idrografico dei consorzi di bonifica, la presenza di acqua nei canali e nelle zone umide, le coltivazioni circostanti le trappole (Azione 3.2); vedi Allegato-8_Documento interazioni cimice e fattori ambientali.pdf
- Indice di correttezza (3) – numero di report di base realizzati (Azione 3.3). Il sito di monitoraggio mette a disposizione un totale di 72 report, costituiti da: A) una mappa interattiva visualizzabile in 64 combinazioni diverse, in cui le catture vengono messe in relazione a dati meteo, immagini satellitari, ed informazioni agroambientali; B) una timeline che mostra diversi indicatori su ogni settimana di monitoraggio (e permette di controllare la mappa); C) 1 grafico sul trend annuale delle catture visualizzabile in 6 modalità, suddiviso su tre dimensioni diverse (per provincia e per due tipi di stadio di avanzamento) e a due diversi livelli di dettaglio (complessivo o su singola trappola); D) 1 report di dettagli sui singoli monitoraggi delle singole trappole.
- Indice di efficacia (2) – numero di report visualizzati nel tempo dagli utenti (Azione 3.3). Nell'arco dei 3 anni (2020-2021-2022) sono stati visualizzati 30.700 report, di cui 29.400 sono visualizzati in automatico all'accesso degli utenti al sito, mentre i rimanenti 1.300 sono stati generati a seguito di interazioni degli utenti con le funzionalità del sito.

Azione 4 – Divulgazione.

- Numero di imprese contattate con la mailing list e raggiunte dalla divulgazione: >800
- Numero di incontri e visite tecniche realizzati: 8
- Numero di tecnici partecipanti gli incontri tecnici: 838
- Numero articoli scientifici e divulgativi: 8

Azione 5 - Formazione

- Numero di imprese agricole coinvolte nella formazione: 28

RICADUTE SOCIALI:

Considerando il rilevante impatto negativo causato dalla cimice sull'intero indotto produttivo e la messa a rischio di numerosi posti di lavoro, la messa a punto di un sistema che permette di ottimizzare la difesa e salvaguardare così le produzioni, rappresenta una importante innovazione che potrà contribuire anche a preservare i circa 500.000 posti di lavoro a forte rischio nell'intero indotto in nord Italia (CSO Italy, 2019 - "Stima dei danni da Cimice Asiatica e Patologie connesse ai cambiamenti climatici"), determinando un positivo impatto in ambito sociale (preservando le filiere produttive ortofrutticole e i relativi posti di lavoro).

A ciò si somma quanto già sopra citato circa la ottimizzazione della difesa chimica alla cimice asiatica, mirando gli interventi ove e se necessario, che potrebbe determinare una tendenziale riduzione di 1-2 interventi che porterebbe un beneficio diretto anche sulla salute di operatori e consumatori.

Un'altra ricaduta sociale è riferita alla possibilità di realizzare nuovi posti di lavoro per la realizzazione di campionamenti attivi del danno e della presenza di cimici (ad esempio raccogliendo settimanalmente i dati delle catture in trappola, realizzando monitoraggi mediante frappe e somministrando ulteriori questionari ai produttori). Queste attività richiedono personale opportunamente addestrato in grado di muoversi sul territorio per raccogliere le informazioni necessarie a realizzare stime produttive attendibili ed implementare strategie di contrasto alle infestazioni di cimice asiatica puntuali ed affidabili. In prospettiva, questa mansione potrebbe essere svolta anche da cooperative che operano nel settore sociale con operatori anche non qualificati, affiancati e istruiti da esperti entomologi che potrebbero insegnare l'attività di scouting sul territorio sulla presenza della cimice asiatica e dei relativi danni. Laddove presenti finanziamenti pubblici o privati da dedicare a questa attività di inclusione sociale, le persone coinvolte in questi progetti potrebbero quindi trovare un'occupazione relativa allo scouting sul territorio emiliano-romagnolo di questa ed altre specie di insetti alieni presenti o in arrivo in Emilia-Romagna e in Italia.

- **Allegato-1_AttDivulgazioneCimiceNet.pdf**
- **Allegato-2_Notetecnichecimice2022.pdf**
- **Allegato-3_Note-tecniche_cimice_2023.pdf**
- **Allegato-4_GO5159202CIMICENETLink.pdf**
- **Allegato-5_5684001_04237330370_20230622_1145_stampaDefinitiva.pdf**
- **Allegato-6_5701773_04237330370_20231125_0919_stampaDefinitiva (1)**
- **Allegato-7-Estratto-Materiale-didattico-formazione.pdf**
- **Allegato-8_Documento interazioni cimice e fattori ambientali**

Data IL LEGALE RAPPRESENTANTE (firmato digitalmente)

Documento su interazioni tra cimice e fattori ambientali (GOI Cimice.Net)

Il presente documento riporta l'analisi effettuata per individuare interazioni tra *H. halys* e fattori ambientali di diverso tipo. I dati georeferenziati utilizzati a tale scopo sono i seguenti.

- Catture degli esemplari di *H. halys*, ottenute dalla rete di monitoraggio.
- Reticolo idrografico dei consorzi di bonifica, ottenuto dal Consorzio CER.
- Mappa delle zone umide, ottenuta dal Consorzio CER.
- Mappa delle coltivazioni, ottenuta dal Consorzio CER.
- Temperature, livelli di umidità e piogge giornaliere, ottenute dall'ARPAE.¹
- Fattori ambientali nell'intorno delle trappole, manualmente registrati attraverso lo strumento CASE.

Tutti i dati sopra indicati sono stati raccolti, integrati e predisposti alla fruizione analitica all'interno della piattaforma di big data sviluppata nel contesto del progetto. La Figura 1 mostra a titolo esemplificativo la visualizzazione georeferenziata integrata dei suddetti dati, con specifico riferimento alla settimana dal 23/08/2021 al 29/08/2021; la mappa delle coltivazioni (in basso a destra) mostra un dettaglio sulla trappola posizionata in località Valmontone (FE), in quanto la visualizzazione delle coltivazioni risulta tecnicamente impraticabile su una scala più ampia (a causa dell'elevata quantità di dati che dovrebbero essere mostrati).

La ricerca di correlazioni tra le catture di *H. halys* e i diversi fattori ambientali è stata effettuata su due piani.

- Settimanale, per valutare l'impatto di fattori continuamente variabili (ad esempio, temperature e piogge).
- Stagionale, per valutare l'impatto di fattori che rimangono costanti nell'arco dell'anno (ad esempio, la vicinanza a canali o zone umide).

¹ Il Servizio Idro-Meteo-Clima di ARPAE ER (Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia dell'Emilia-Romagna) mette a disposizione i dati meteorologici, sia osservati che previsti, presenti nella Banca dati denominata Meteo-Gias. I dati del sistema Meteo-Gias non sono misurati ma costituiscono una stima della distribuzione dei valori registrati nelle stazioni meteorologiche presenti sul territorio regionale. In questo modo è possibile ottenere i principali parametri meteorologici distribuiti su una griglia regolare di 486 quadranti che copre tutte le zone di interesse agricolo della regione, con passo di griglia di 5 Km. Il dato meteorologico è rappresentativo dell'intero quadrante di riferimento (25 Km²).

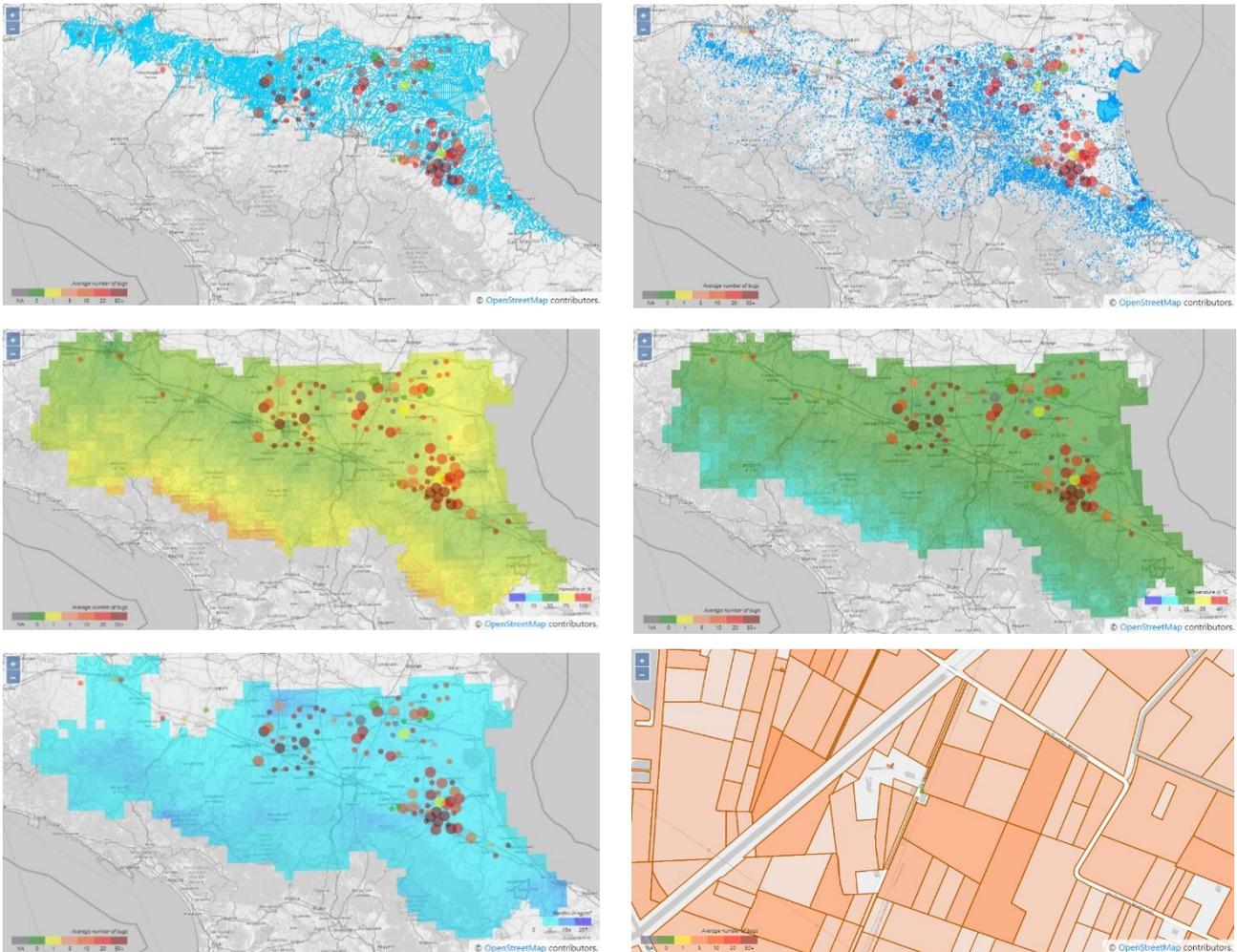


Figura 1: Visualizzazioni georeferenziate integrate delle catture di *H. halys* (rappresentate con cerchi colorati in funzione della quantità di catture registrate e dimensionati in funzione del numero di trappole ravvicinate) nella settimana dal 23/08/2021 al 29/08/2021 in relazione a: il reticolo idrografico dei consorzi di bonifica (in alto a sinistra); la mappa delle zone umide (in alto a destra); i livelli di umidità medi registrati nella settimana (al centro a sinistra); le temperature medie registrate nella settimana (al centro a destra); le piogge totali registrate nella settimana (in basso a sinistra); le coltivazioni nell'intorno delle trappole (in basso a destra, dettaglio sulla trappola in località Valmontone, FE).

Sul piano settimanale, come mostrato in Figura 2, è stato adottato l'algoritmo statistico MIC² per individuare correlazioni tra i valori delle catture di *H. halys* registrate sulle singole trappole nell'arco di una certa settimana (sia in totale, indicate come "Tot captured", sia suddivisi nelle diverse forme giovanili e adulte, indicate come "Adults captured", "Small instars captured" e "Large instars captured") ed i valori stimati nell'arco della stessa settimana nel quadrante di riferimento della singola trappola in termini di temperatura (media, massima e minima), umidità (media, massima e minima), pioggia (accumulata), vento (medio e massimo), e gradi giorno (assoluti e cumulativi).

² D. N. Reshef, Y. A. Reshef, H. K. Finucane, S. R. Grossman, G. McVean, P. J. Turnbaugh, E. S. Lander, M. Mitzenmacher, P. C. Sabeti, Detecting novel associations in large data sets, *Science* 334 (6062) (2011) 1518–1524.

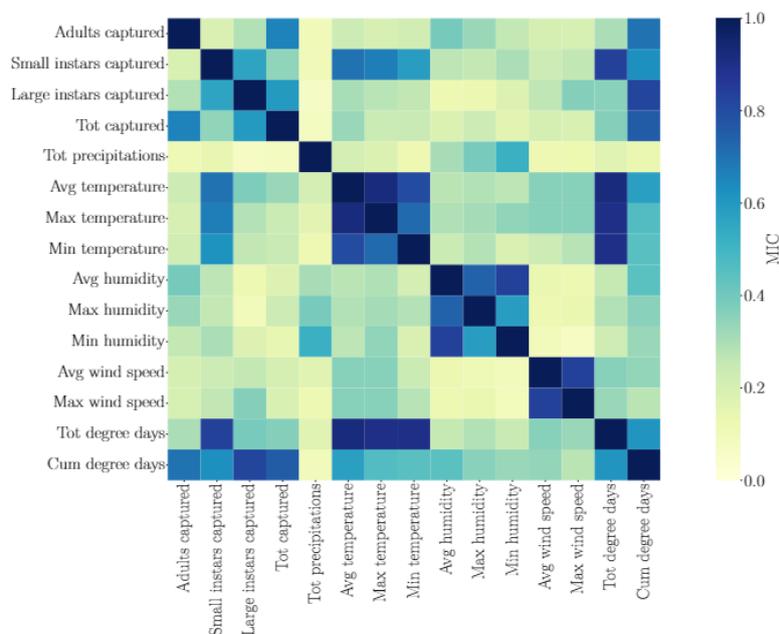


Figura 2: Matrice con i valori di correlazione (algoritmo MIC) tra le catture settimanali di *H. halys* e diversi fattori ambientali.

La matrice evidenzia come il fattore principalmente correlato alla presenza di *H. halys* nelle trappole sia quello dei gradi giorno cumulativi; tale dato conferma i risultati di recenti studi^{3,4,5} che indicano come le temperature ed il fotoperiodo abbiano una grande influenza sullo sviluppo e sulla diffusione degli esemplari di *H. halys*. Le piogge ed i venti sono altri fattori meteorologici che impattano (negativamente) sulla diffusione degli esemplari di *H. halys*, ma solo se presenti (ossia, l'assenza di forti piogge e/o venti non è determinante per prevedere il livello di diffusione, mentre la loro presenza disincentiva il movimento degli insetti).

Di conseguenza, tale correlazione non emerge nella matrice di Figura 2, ma può essere apprezzata in Figura 3, in cui i valori delle catture settimanali delle singole trappole sono mostrate in relazione alle precipitazioni totali (sinistra) e alle velocità medie dei venti (destra) registrate nella stessa settimana nell'intorno della trappola.

³ E. Costi, T. Haye, L. Maistrello, Biological parameters of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in southern Europe, Journal of Pest Science 90 (4) (2017) 1059–1067

⁴ M. Rot, L. Maistrello, E. Costi, S. Trdan, Biological Parameters, Phenology and Temperature Requirements of *Halyomorpha halys* (Hemiptera:Pentatomidae) in the Sub-Mediterranean Climate of Western Slovenia, Insects 13 (10) (2022) 956

⁵ T. Haye, S. Abdallah, T. Garipey, D. Wyniger, Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe, Journal of Pest Science 87 (3) (2014) 407–418

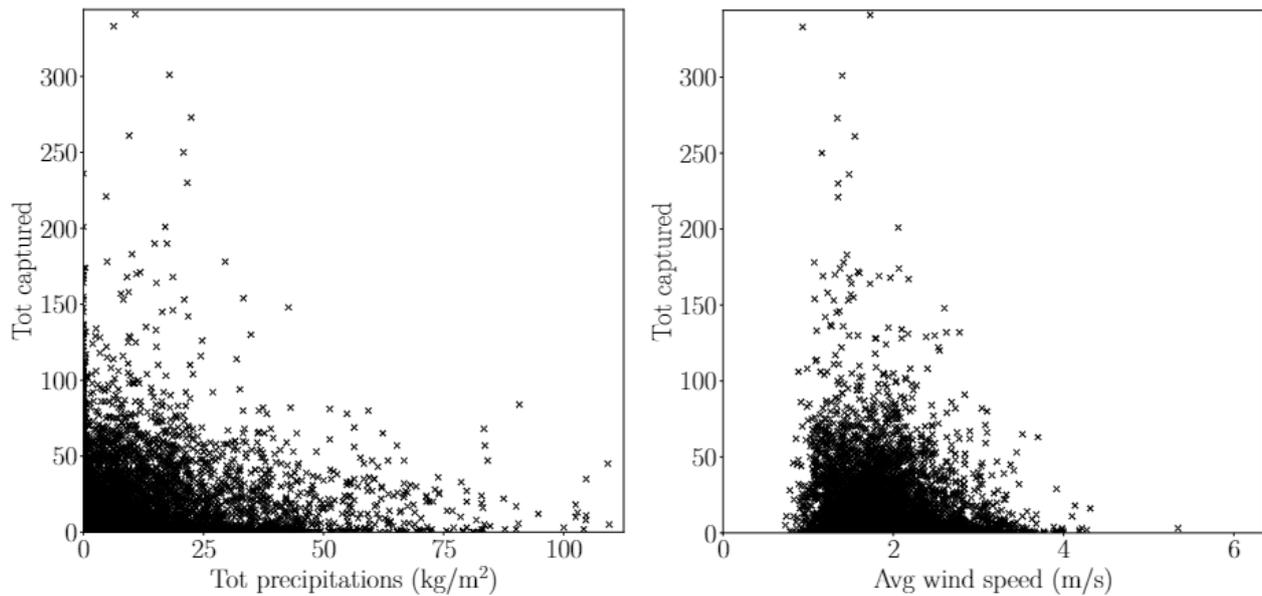


Figura 3: Grafici a dispersione che mostrano, per ogni rilevamento settimanale su una trappola (rappresentato da una "x"), il numero di esemplari di *H. halys* catturati ("Tot captured") in relazione alle precipitazioni totali della settimana ("Tot precipitations", a sinistra) e alla velocità media del vento ("Avg wind speed", a destra).

Sul piano stagionale, sono stati considerati altri fattori ambientali presenti nell'intorno di ciascuna trappola all'interno di un raggio di 200 metri, ricavati automaticamente dalle mappe già citate (grazie all'incrocio su base geospaziale tramite appositi strumenti informatici) o indicate manualmente attraverso l'applicazione CASE in fase di installazione della trappola. In particolare, è stata considerata la vicinanza a: argini e canali; colture arboree, colture estensive; fabbricati ad uso abitativo; fabbricati ad uso agricolo; giardini e boschetti; siepi e bordure; zone umide quali cave in falda, laghi, laghi artificiali, maceri o paludi; canali ad uso scolo, irriguo o promiscuo; vegetazione spontanea.

La ricerca di correlazioni è stata effettuata verificando l'esistenza di differenze significative nel numero medio di catture cumulative annuali registrate sulle trappole esposte o meno ad un determinato fattore. I fattori ambientali che mostrano una differenza distintiva nel numero di catture delle trappole sono riportati in Figura 4. Tale figura mostra, in ordine da sinistra verso destra, le catture medie annuali in funzione di:

- percentuale del terreno nell'intorno della trappola ricoperto da vegetazione spontanea, discretizzata in intervalli di lunghezza 15 ($\chi^2=2057,9$; $p<0,001$);
- presenza di giardini e boschetti nell'intorno della trappola ($\chi^2=172,9$; $p<0,001$);
- presenza di siepi e bordure nell'intorno della trappola ($\chi^2=211,5$; $p<0,001$);
- presenza di argini e canali nell'intorno della trappola ($\chi^2=1004,1$; $p<0,001$).

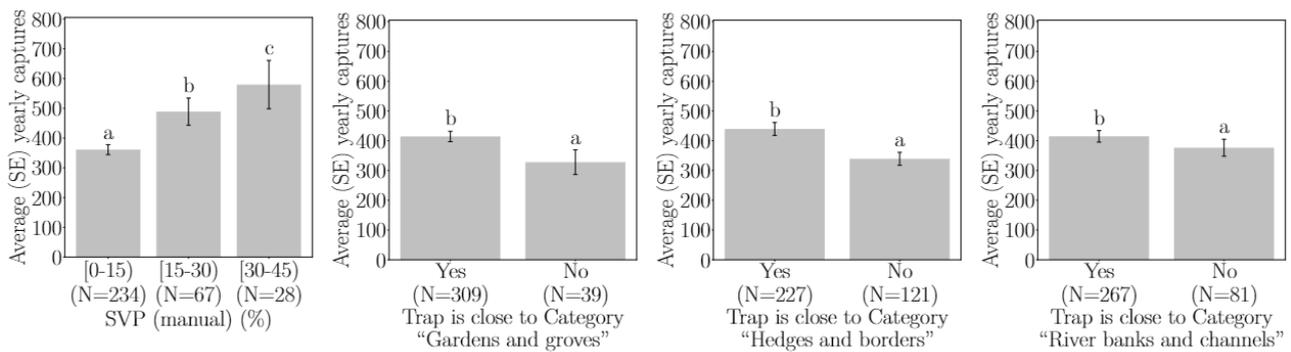


Figura 4: Numero medio di catture annuali per trappola in base a (a partire da sinistra): percentuale di terreno nell'intorno della trappola ricoperto da vegetazione spontanea; vicinanza a giardini e boschetti; vicinanza a siepi e bordure; vicinanza ad argini e canali.

Gli istogrammi indicano che nei siti in cui erano presenti i fattori ambientali elencati e maggiore era la loro abbondanza all'interno dell'area considerata, sono state registrate un numero di catture di cimici maggiore rispetto ai siti in cui tali elementi erano meno presenti o assenti. I risultati ottenuti, coerentemente a quanto emerso in altri studi,⁶ confermano che le aree con vegetazione arborea ed arbustiva non gestita (es. boschetti, parchi, siepi, arginature fluviali) costituiscono habitat di fondamentale importanza per il sostentamento e la riproduzione di *H. halys*. La presenza e l'abbondanza di tali elementi in una determinata area è pertanto positivamente correlata con la densità di popolazione di cimice asiatica e, di conseguenza, con il numero di catture per trappola.

Sebbene sia noto come determinate colture erbacee, tra le quali in particolare la soia, possano rappresentare fonti trofiche estremamente gradite ad *H. halys* non è stata rilevata alcuna correlazione tra le catture per trappola ($\chi^2 = 1,44$; $p = 0,23$) e la presenza di colture erbacee nell'intorno delle trappole. Questa mancata correlazione può essere spiegata in quanto non tutte le colture erbacee presenti in questo studio risultano attrattive per *H. halys*. Probabilmente un'analisi che consideri separatamente la presenza delle colture erbacee maggiormente attrattive potrebbe evidenziare correlazioni con le catture di cimici; tuttavia, tale approccio non è applicabile ai dati raccolti, in quanto la presenza delle colture maggiormente attrattive era decisamente meno rilevante rispetto a colture scarsamente attrattive come erba medica e cereali autunno vernini. Inoltre, è verosimile che il carattere transitorio della presenza sul territorio di determinate colture erbacee che per loro natura sono legate ad avvicendamenti colturali di breve durata, possa limitarne l'influenza sulla densità di popolazione di cimice asiatica.

Un altro fattore che ha influito sulle catture di *H. halys* è la presenza di edifici, come mostrato in Figura 5. Il numero di edifici nell'intorno delle trappole è stato raggruppato in quattro livelli: siti senza edifici (0), siti con uno o due edifici (1-2), siti con tre o quattro edifici (3-4) e siti con cinque o più edifici (≥ 5). La figura mostra il numero medio di catture nell'intero anno o nel solo periodo primaverile (dall'inizio del monitoraggio fino al 31 maggio di ogni anno) o autunnale (dall'1 settembre fino alla fine della sessione di monitoraggio di ogni anno). Il periodo in cui la presenza di edifici incide maggiormente risulta essere quello primaverile, in cui si riscontra un effetto significativo della presenza di edifici ($\chi^2 = 102,4$; $p < 0,001$), consistentemente con le tipiche osservazioni di coltivatori e consulenti in materia di disinfestazione. Questa tendenza è molto ben spiegata dallo svernamento degli esemplari adulti di *H. halys* che, nell'anno precedente, si erano aggregati in rifugi protetti ed asciutti come gli edifici. Negli altri periodi (ossia in quello annuale complessivo ed in quello autunnale) continuano ad esserci differenze significative in termini di catture tra i diversi livelli di edifici (su base annua: $\chi^2 = 471,2$; $p < 0,001$; su base autunnale: $\chi^2 = 274,8$; $p < 0,001$); tuttavia, il solo numero di edifici non è in grado di spiegare in dettaglio le differenze tra i diversi livelli di edifici a causa della concomitanza con

⁶ Citare: Hadden W., Brewster C.C., Leskey T.C., Bergh J.C., 2023. *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) trap captures at orchard and nonorchard sites and the influence of uncultivated woody host plants in adjoining woodlots. Journal of Economic Entomology toad190. doi:10.1093/jee/toad190

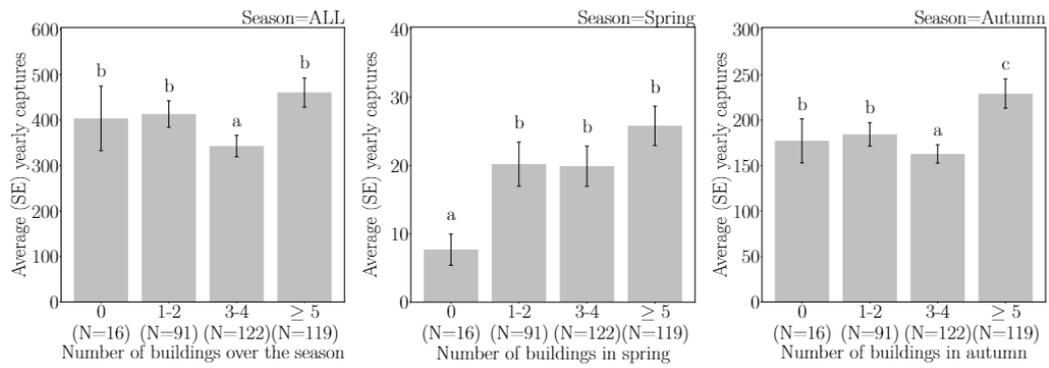


Figura 5: Numero medio di catture per trappola in base al numero di edifici nell'intorno della trappola, calcolati su base annua (a sinistra), nel periodo dall'inizio del monitoraggio fino al 31 maggio di ogni anno (primaverile, al centro) e nel periodo dall'1 settembre fino alla fine della sessione di monitoraggio di ogni anno (autunnale, a destra).

altri fattori che possono influire molto di più rispetto alla presenza di edifici (quali la presenza di colture in cui non è ancora stato effettuato il raccolto ed altre complessità relative all'agroecosistema).