

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE



Regione Toscana



COMUNE DI CAMPAGNATICO PROVINCIA DI GROSSETO

Reg. CE 1305/13

Programma di Sviluppo Rurale della
Regione Toscana (PSR) 2014/2020

Partenariato Europeo per l'innovazione in materia di
produttività esostenibilità dell'agricoltura

PROGETTO APITEC

Apicoltura di Precisione e Innovazione TECnica

Sottomisura 16.2

RELAZIONE FINALE

- Partner P1: Azienda Agricola Pasini di Santina Marica Nadi Capofila
- Partner P2: INSTM - Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali
- Partner P3: ROGGI S.r.l.
- Partner P4: Istituto Statale Istruzione Tecnica A. MANETTI
- Partner P5: ISIS Leopoldo II Lorena (CRISBA)

Il Capofila

az. agr. APICOLTURA PASINI
di SANTINA MARICA NADI
Fraz. CAMPAGNATICO 7/B
58042 CAMPAGNATICO (GR)
Tel e fax 0564 - 996674
P. IVA IT 01006750531

Santina Marica Nadi

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Sommario

1. Schede informative dei partners.....	6
2. Sintesi delle proposte progettuali.....	13
3. Attività.....	15
3.1. Macro area 1.....	17
3.1.1. Azione 2.1 – Definizione del modello di arnia di riferimento.....	17
3.1.2. Azione 2.2 – Definizione dei materiali e delle soluzioni costruttive per le arnie dei test.....	17
3.1.3. Azione 2.3 – Definizione del numero di alveari ed individuazione delle aree per il posizionamento delle arnie.....	20
3.1.4. Azione 3.1.1 – Progettazione delle arnie nel nuovo materiale e modifica dell’arnia di riferimento.....	23
3.2. Macro area 2.....	25
3.2.1. Introduzione.....	25
3.2.2. Azione 2.4 – Definizione dei parametri da monitorare e scelta dei sensori.....	25
3.2.3. Azione 3.1.2 e Azione 3.2 – Progettazione sistema acquisizione dati, acquisto dei materiali del sistema di elaborazione dei dati e loro integrazione.....	27
3.2.4. Azione 3.5 – Preparazione delle famiglie di api per la sperimentazione.....	28
3.2.5. Azione 4.1 – Verifica del funzionamento del sistema di acquisizione dati e contestuale verifica dell’efficacia delle performance climatiche delle nuove tipologie di arnie.....	33
3.3. Macro area 3.....	48
3.3.1. Introduzione.....	48
3.3.2. Azione 2.5 – Definizione delle specifiche tecniche e progettuali del sistema di aspirazione della pappa reale.....	49
3.3.3. Azione 3.3 – Specifiche tecniche per la progettazione e il collaudo del sistema di aspirazione della pappa reale.....	64

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

3.3.4. Azione 3.4 – Progettazione e costruzione del sistema di aspirazione della pappa reale.....	64
3.3.5 Azione 4.2 – Verifica del funzionamento del sist. di aspirazione pappa reale.....	70
3.3.6. Azione 4.3 – Rilascio dei prototipi definitivi.....	72
Fase 5 – Ampliamento dell’accordo di cooperazione e divulgazione dei risultati di progetto.....	73

Indice delle figure

Fig. 1 – Lezione di tecniche di apicoltura in aula.....	22
Fig. 2 – Ubicazione prescelta per l’installazione dell’apiario.....	22
Fig. 3 – Pannelli di sughero.....	24
Fig. 4 e 5 – Particolari della granulometria del sughero.....	24
Fig. 6 – Vernice atossica per arnie.....	25
Fig. 7 – Sistema di pesatura con sensore multifunzione.....	27
Fig. 8 – Caratterizzazione morfologica delle api.....	29
Fig. 9 e 10 – Visita nell’apiario di Pasini per la selezione delle famiglie.....	30
Fig. 11, 12 e 13 – Visite di controllo in apiario e posizionamento dei melari per la produzione.....	31 - 32
Fig. 14 – I tre tipi di arnie oggetto dei test.....	34
Fig. 15 – Apiario recintato.....	34
Fig. 16 – Particolare dell’apiario con scheda del progetto Apitec.....	35
Fig. 17 – Primo insediamento delle famiglie di api.....	35
Fig. 18 – Inserimento del sensore biomimetico nell’arnia.....	36

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Fig. 19 – Posizione definitiva del sensore a circa metà altezza su un favo centrale.....	37
Fig. 20 – Particolare del favo con api e cavo del sensore.....	37
Fig. 21 e 22 – Aggiunta di nuovi melari laddove necessario.....	38
Fig. 23 – Andamento peso alveare Controllo 1.....	39
Fig. 24 – Andamento peso alveare Sughero 1.....	40
Fig. 25 – Andamento peso alveare Plastica 1.....	40
Fig. 26 – Umidità interna Controllo 1.....	41
Fig. 27 – Umidità interna Sughero 1.....	41
Fig. 28 – Umidità interna Plastica 1.....	41
Fig. 29 – Temperatura interna Controllo 1.....	42
Fig. 30 – Temperatura interna Sughero 1.....	42
Fig. 31 – Temperatura interna Plastica 1.....	42
Fig. 32 – Controllo temperatura esterna alveari.....	43
Fig. 33 – Suono interno Plastica 1.....	43
Fig. 34 – Suono interno Sughero 1.....	43
Fig. 35 – Suono interno Controllo 1.....	44
Fig. 36 – Miele prodotto con la campagna sperimentale Apitec 2022.....	47
Fig. 37 – Schema a blocchi funzionali torretta di lavoro su asse X.....	48
Fig. 38 – Particolare 3D torretta di lavoro.....	49
Fig. 39 – Stecca standard COPAIT.....	51

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Fig.	40	–		Particolare
stecca.....				51
Fig.	41	–	Schema a blocchi sequenziali per funzionamento	
macchina.....				52
Fig.	42	–	Modulo di caricamento con stecche	
COPAIT.....				53
Fig.	43	–	Grafico coppia motore Nema	
23.....				54
Fig.	44	–	Sottoassieme motore-giunto-vite senza fine-chiocciola asse	
X.....				54
Fig.	45	–	Particolare del sensore laser a tempo di volo mod. STM-	
VL6180X.....				55
Fig. 46 – Particolare schede sensore laser e loro sistema di supporto e regolazione.....				55
Fig. 47 – Particolare beccuccio asportazione larve.....				56
Fig.	48	–	Particolare canale di scarico	
larve.....				57
Fig.	49	–	Sistema di scarico larve	
completo.....				57
Fig.	50	–	Sistema di aspirazione pappa reale con particolare e	
sezione.....				58
Fig.	51	–	Vaso in vuoto e tappi con aspirazione per la pappa	
reale.....				59
Fig.	52	–	Sistema di blocco attivo delle	
stecche.....				60
Fig.	53	–	Particolare vasca di lavaggio ugelli con acqua a temperatura	
controllata.....				60
Fig. 54 – Quadro elettrico.....				61
Fig.	55	–	Quadro	
pneumatico.....				62
Fig.	56	–	Pannello	
comandi.....				62
Fig.	57	–	Schermata app bluetooth da smartphone per settaggio posizione	
ugelli.....				63
Fig.	58	–	Schermata app bluetooth da smartphone per settaggio tempi di	
aspirazione.....				63
Fig. 59 – Schermata app bluetooth da smartphone per settaggio offset altezza di prelevamento				
larve.....				64
Fig. 60, 61 – Torretta di lavoro.....				65 -
				66

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Fig. 62	–	Vasca	di	lavaggio
ugelli.....				66
Fig. 63	–	Particolare		sistema
riscaldante.....				67
Fig. 64	–	Componenti	del retro	torretta di
lavoro.....				67
Fig. 65	–	Pompe da vuoto	per aspirazione	larve e pappa
reale.....				68
Fig. 66	–	Cassetto	di	raccolta
larve.....				68
Fig. 67	–	Piano		stecche
completo.....				68
Fig. 68,	69,	70	-	Viste
macchina				macchina
completa.....				69
Fig. 71	–	Particolare	asportazione	larva prima fase
(aspirazione).....				70
Fig. 72	–	Seconda fase (cilindri retratti e soffio trasversale aria compressa a rilascio rapido).....		70
Fig. 73	–	Aspirazione		pappa
reale.....				71
Fig. 74	–	Particolare sistema di blocco attivo	stecche	posizione
interfilare.....				71
Fig. 75	–	Particolare operazione di lavaggio ugelli.....		72
Fig. 76	–	Locandina del primo corso di divulgazione.....		74
Fig. 77	–	Primo corso di divulgazione presso Apicoltura Pasini.....		74
Fig. 78	–	Locandina del secondo corso di divulgazione.....		75
Fig. 79, 80 e 81	–	Secondo corso di divulgazione presso Apicoltura Pasini.....		75 - 76

1. SCHEDE INFORMATIVE DEI PARTNERS

Partner P1: Azienda Agricola Pasini di Santina Marica Nadi

L'azienda, grazie alla sua esperienza ormai trentennale nella lavorazione del miele e della pappa reale, ha recentemente intrapreso un percorso di insegnamento e formazione volto a trasferire e diffondere il patrimonio di conoscenze acquisito nel settore apistico. Tra i vari riconoscimenti e attività condotte si segnala che l'azienda:

1. Alla fine 2009 ottiene il riconoscimento di specializzazione nell'allevamento e selezione d'api regine e pappa reale (due attività ad alto contenuto di competenza professionale).
2. Dal 1990 partecipa come formatore per corsi Ministeriali organizzati da U.N.A.API (Unione Nazionali Associazioni Apicoltori Italiani) finanziati con Reg. 1221 con Tema, dalla Regione Toscana e da alcune Comunità Montane.
3. Ha collaborato con il "Gruppo produttori Pappa Reale" della Francia per l'allevamento d'api regine, ecotipo ligustica, selezionate per la produzione di pappa reale, e per le tecniche di produzione; collaboratore con l'I.N.R.A. Di Versailles e Avignone per gli studi riguardanti l'individuazione dei "microsatelliti" mitocondriali caratterizzanti l'ecotipo Apis mellifera ligustica.
4. È consulente per la realizzazione del progetto "Miglioramento della vita Campesinos della regione Andina" che ha come obiettivo l'introduzione dell'ecotipo ligustica nell'ambiente dove si è diffusa l'ape africanizzata. La realizzazione del progetto è iniziata nel 2001, ed ha già previsto la formazione di un tecnico in tema: allevamento d'api regine e selezione attraverso l'impiego dell'inseminazione artificiale. Il progetto è finanziato dal governo venezuelano.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

5. Collabora alla realizzazione del progetto F.A.O. (della durata di 6 anni) orientato verso la selezione delle api regine d'ecotipo locale, attraverso l'impiego dell'inseminazione strumentale, per il miglioramento nella produzione di miele e soprattutto di pappa reale nello stato cubano.

6. È consulente ufficiale, del Ministero Libico per l'Apicoltura, nel progetto rivolto allo sviluppo e alla razionalizzazione dell'apicoltura in Libia. Collaborazione rivolta alla formazione di tecnici, alla selezione d'api regine d'ecotipo ligustica in grado di adattarsi e lavorare nel territorio di produzione.

Inoltre, l'Apicoltura Pasini è stata capofila di un progetto d'innovazione denominato PRIME, finanziato dal GAL FAR MAREMMA con la misura 124 del PSR della Regione Toscana 2007-2013, per la realizzazione di un macchinario innovativo per la raccolta, pulitura e la deumidificazione del polline.

Partner P2: INSTM - Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali

INSTM è un consorzio di 45 Università italiane, sostanzialmente tutte quelle in cui viene condotta attività di ricerca sui materiali avanzati e relative tecnologie. Il numero di afferenti, oltre 2.000 tra professori di ruolo, ricercatori universitari, titolari di assegni di ricerca e di borse di studio e dottorandi di ricerca, è in costante aumento. INSTM promuove l'attività di ricerca che viene svolta nelle Università consorziate nel settore della Scienza e Tecnologia dei Materiali fornendo ad esse supporti organizzativo, tecnico e finanziario adeguati. Lo scopo principale è quello di raggiungere una "massa critica" di competenze in grado di affrontare, al più alto livello di competitività, progetti di ricerca innovativi anche a sostegno delle esigenze del tessuto imprenditoriale italiano e di supportare iniziative rivolte allo sviluppo del trasferimento tecnologico, offrendo significative ed efficaci opportunità di interazione tra il mondo accademico e la realtà industriale. Il successo di questa strategia è confermato dal grande numero e dalla qualità dei progetti nazionali e internazionali finanziati a cui partecipano i gruppi di ricerca afferenti al Consorzio e dalle collaborazioni che, fin dalla sua fondazione, INSTM ha stretto con i principali enti e 5 laboratori di ricerca pubblici e privati e le imprese. Obiettivi del Consorzio INSTM, in sintesi, sono: promuovere la ricerca ed il progresso tecnologico, in particolare in collaborazione con i settori della chimica, dell'ingegneria e delle nanotecnologie, supportando gli sforzi delle Università consorziate;

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

promuovere lo sviluppo di centri di eccellenza e strutture a livello nazionale necessarie per realizzare ricerca e sviluppo ai più alti livelli: fornire un punto di riferimento autorevole per collaborazioni internazionali e per il mondo industriale, offrendo un completo panorama di esperti, strutture e strumentazioni; sostenere, sviluppare ed integrare le attività dei gruppi di ricerca consorziati al fine di promuovere il trasferimento tecnologico; favorire l'avvicinamento della società civile alle tematiche della scienza e tecnologia dei materiali e una maggiore consapevolezza delle sue ricadute nei settori della salute pubblica, della sicurezza, dell'energia e della conservazione del patrimonio culturale attraverso convegni, pubblicazioni e attività di divulgazione, corsi e borse di studio. È in corso di costituzione il Gruppo Biomasse attivo nella produzione e processing di filiera nei campi delle bioenergie e dei biomateriali per impieghi tecnologici e nei settori legati a salute e benessere. All'interno di INSTM ci sono ricercatori che si occupano dell'ottimizzazione di processi di estrazione e frazionamento da biomasse di p.a. naturali di interesse alimentare, fitoterapico e cosmetico. Ulteriore obiettivo del Consorzio è quello di ottimizzare tecnologie e nuovi materiali legati all'aumento della biodisponibilità di molecole e p.a. per il settore agricolo, food, feed e farmaceutico.

Partner P3: ROGGI S.r.l.

È un'azienda specializzata nella realizzazione di prototipi e produzione di macchine di uso generale, oltre che nella fornitura di semilavorati ottenuti mediante la trasformazione della lamiera, ferro, altri semilavorati e il successivo processo di saldatura. È fornitore di aziende leader nella produzione di macchine per il movimento terra, macchinari edili, macchine agricole e strutture per la realizzazione di prefabbricati. L'azienda garantisce un servizio ai propri clienti, anche nella prima fase di progettazione del pezzo da assemblare, proprio per ottimizzare il prodotto finito. L'azienda punta molto sull'innovazione e le attività di ricerca e sviluppo e fa affidamento su un ampio parco macchine:

- Un robot di saldatura Panasonic
- Un robot di saldatura Panasonic Tawers
- Una linea per il taglio foratura e piegatura di piatti e tubolari;
- Quattro saldatrici Castolin Total Arc.
- Macchine per la lavorazione CNC

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

I procedimenti di saldatura sono conformi alle norme vigenti in materia e i saldatori sono qualificati con certificati. L'azienda da anni sta cercando, in collaborazione con un'azienda leader nella realizzazione di piccoli utensili o accessori per l'allestimento di macchine da utilizzare in diversi settori dall'edilizia all'agricoltura giardinaggio, di crearsi una propria rete commerciale di vendita di prodotti innovativi da mettere sul mercato; per questo si è avvalsa di attività di consulenza di centri specializzati.

L'esperienza della ROGGI S.r.l. sui progetti di innovazione può essere esemplificata, a titolo non esaustivo, dai seguenti progetti:

- BOOM – Studio e progettazione di una attrezzatura per l'assemblaggio e la saldatura automatica di parti strutturali complessi di componenti di macchine per movimento terra - POR FESR 2007-2013, Linea di Intervento 1.3.b "Aiuti alle PMI per l'acquisizione di Servizi Qualificati"
- HANDYCORK - Studio e progettazione di utensili portatili per la raccolta del sughero - POR FESR 2007-2013, Linea di Intervento 1.3.b "Aiuti alle PMI per l'acquisizione di Servizi Qualificati"
- HANDYCORK 2012 - Realizzazione di prototipi di utensili per la raccolta del sughero- POR FESR 2007-2013, Linea di Intervento 1.3.b "Aiuti alle PMI per l'acquisizione di Servizi Qualificati"
- PRIME – Ottenimento polline ricercato con l'innovazione Meccanica Evoluta - progetto di cooperazione e innovazione (mis. 124 del PSR della Regione Toscana)
- BIOCASPO - Potatura dei Castagni e Biomasse: Nuovo Sistema per Aumentare Sicurezza Ed Efficienza - progetto di cooperazione e innovazione (mis. 124 del PSR della Regione Toscana).
- ESTRAREAL - Studio di un nuovo processo per l'estrazione in automatico della pappa reale – Bando Unico 2014
- CENTAURO - Colavoro, Efficienza, prevenZione nell'industria dei motoveicoli mediante Tecnologie di AUTomazione e Robotica - Bando FAR FAS Progetto in partenariato con Piaggio, Scuola Sant'Anna di Pisa, RSA, Robotech srl
- FID-U4E – Fabbrica Intelligente – Unity 4 Efficiency a valere sul Bando Unico 2017

Roggi S.r.l. è socio fondatore e attore principale nella gestione del Certema S.c.r.l., in cui è responsabile dell'area tematica dedicata alla meccanica applicata avanzata. Strutturato su cinque

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

aree tecnologiche, con più di 1.500 m2 di laboratori e 500 m2 di area uffici, Certema è stato inaugurato nel febbraio del 2016 ed è il Laboratorio Tecnologico Multidisciplinare ad Accesso Aperto della provincia di Grosseto. Con sede legale in Borgo Santa Rita (Cinigiano – Grosseto) il Certema fornisce alle aziende servizi innovativi e tecnologie avanzate in un ampio range di ambiti industriali (i.e. 1) Analisi Ambientale e di Processo e Qualità dell'area, 2) Microscopia a scansione ad Alta/Ultra risoluzione, 3) Prototipazione Optoelettronica & HMI, 4) Costruzioni Meccaniche, 5) Tecnologia Meccanica Avanzata). Il Certema è gestito da un consorzio composto da sei partner industriali caratterizzati, oltre che da una forte competenza tecnica ed una vasta esperienza industriale in ciascuna delle aree tecnologiche presenti, da una complementarietà dei settori di applicazione – che includono, tra gli altri, l'IT, la realizzazione di software, l'automazione, l'elettronica, la carpenteria metallica, la meccanica di precisione - permettendo al Laboratorio Tecnologico di coprire ogni ambito realizzativo. Certema è in grado di supportare tecnicamente una vasta gamma di iniziative di business in tutte le loro fasi, dallo studio di fattibilità, alla progettazione, alla realizzazione del prototipo, alla validazione, all'industrializzazione fino alla realizzazione di pre-serie. La propensione allo sviluppo e all'introduzione di processi innovati ha portato il Certema a partecipare a progetti di innovazione sia come partner che come fornitore, oltre che a supportare, come riferimento tecnologico, importanti iniziative in ambito agroalimentare. Dal 2019 Certema partecipa quale socio fondatore al centro nazionale di competenza per l'industria 4.0 – ARTES 4.0.

Partner P4: Istituto Statale Istruzione Tecnica A. MANETTI

Il Polo Manetti-Porciatti è un istituto di consolidata esperienza nella formazione di tecnici forniti di conoscenze e competenze che gli consentono di affrontare gli studi di grado superiore o di avviarsi verso un'attività lavorativa conforme alla loro preparazione e alle loro attitudini ed aspirazioni. Per rafforzare queste competenze ed armonizzarle con la richiesta del territorio, la scuola, da sola o in rete con altre, con l'università, in accordo con la formazione professionale provinciale e regionale, promuove ed aderisce ad iniziative di formazione professionale, parallele al curriculum che indirizzano ed inseriscono l'alunno direttamente nei diversi filoni dell'attività produttiva locale a seconda delle richieste del territorio manifestate dall'imprenditoria locale e dai competenti provveditori del lavoro. Anche grazie a queste iniziative attualmente il 30% dei diplomati si colloca dopo i primi mesi post diploma, il restante 70% trova lavoro nell'arco del triennio

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

successivo. Dal punto di vista didattico viene curata la preparazione generale allo stesso modo di quella specialistica, fornendo così adeguati strumenti utili sia per il proseguimento degli studi presso le università che per l'inserimento nel mondo del lavoro in realtà produttive molto differenziate e caratterizzate da rapida evoluzione, sia dal punto di vista tecnologico sia da quello dell'organizzazione del lavoro. Il corso di studi è di 5 anni suddivisi in un BIENNIO COMUNE ed un TRIENNIO DI SPECIALIZZAZIONE. Il primo BIENNIO costituisce l'ultimo step dell'istruzione obbligatoria. Nel TRIENNIO si entra nella parte specialistica della Scuola dove, senza abbandonare lo studio delle materie tradizionali, si affiancano le materie specialistiche "di indirizzo" proprie delle singole articolazioni. È nel Triennio che la scuola cerca di incrementare il rapporto con la realtà produttiva locale, tenuto conto dello sfondo nazionale ed europeo. A tale scopo l'offerta formativa comune a tutti gli indirizzi viene ampliata da Progetti, Stages e Collaborazioni con vari enti (Centro Fermi, CISCO, Erasmus, Abaco, ecc) mediante attività curricolari ed extracurricolari per incentivare, anche tramite progetti in rete, le interazioni fra scuola, società e impresa, intesa anche come spazio formativo, e per promuovere spirito di iniziativa e imprenditorialità nei discenti. Il lavoro per compiti significativi e concreti fa crescere l'abitudine nei giovani a lavorare insieme: organizzati in gruppi, essi imparano a porre domande e a dare risposte, si abituano a prendere decisioni, a discutere con responsabilità confrontando diverse opinioni, a darsi reciproco aiuto, ad assumere responsabilità (verso le persone, gli animali, le cose). Solo a titolo di esempio negli anni passati, ad ampliamento dell'offerta formativa sono stati proposti i seguenti progetti:

- ROBOCUP JR
- WEB BEGINNER
- GREY 2.1
- TUTTI TECNICI
- PROMUOVERE RESILIENZA PER SOSTENERE STILI DI VITA
- LABORATORIO DI RICICLO E TRASFORMAZIONE PLASTICA
- IL CODING ORIENTAMENTO AL PENSIERO COMPUTAZIONALE
- RICICLAGGIO: IL POLO TECNOLOGICO RECUPERA L'ALLUMINIO
- ORTO SINERGICO SCUOLE SECONDARIE DI PRIMO GRADO
- ORTO SINERGICO BIENNIO E TRIENNIO ITI
- UN GIORNO DA GEOLOGI

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Il Polo Tecnologico Manetti-Porciatti, è articolato su molti indirizzi tecnico-scientifici che tra gli altri, comprendono percorsi di Istruzione tecnica del Settore Tecnologico quali: 1) Meccanica, Meccatronica ed Energia, 2) Elettronica ed Elettrotecnica.

Il Polo Tecnologico Manetti-Porciatti metterà a disposizione del progetto le professionalità dei suoi docenti e strutturati ed in particolar modo del seguente personale, che coordinerà lo svolgimento delle attività di progetto:

- Prof. Fabio Mattioli
- Prof. Vincenzo Iacobone
- Prof.ssa Susanna Masini

Partner P5: ISIS Leopoldo II Lorena (CRISBA)

L'I.S.I.S. "Leopoldo II di Lorena" è un Istituto Superiore dal forte legame con il territorio e con l'ambiente; in questa realtà formativa sono confluiti l'I.S.I.T.P. "Leopoldo II di Lorena" che si fregiava a giusto titolo dell'appellativo di "Istituto Agro-ambientale" per la sua capacità di promuovere attività strettamente connesse con lo sviluppo agricolo sostenibile, con la salvaguardia ambientale e con la conservazione delle specificità del territorio, e l'Istituto "Einaudi" che si è sempre impegnato nell'educazione degli studenti a comportamenti basati sul rispetto dell'ambiente, sull'alimentazione sana costituita da prodotti biologici e naturali, sulla valorizzazione dei prodotti tipici. L'Istituto è dotato di una serra riscaldata (450 mq) con bancali di radicazione per la propagazione di specie orto-florovivaistiche e dispone altresì dell'Azienda Agraria Macchiascondona, sita nel Comune di Castiglione della Pescaia (GR), con una superficie complessiva di 85 ettari, di cui 20 ettari a oliveto (complessive 2.000 piante), 5 ettari a vigneto e 40 destinati a seminativo, utilizzabili anche per sperimentazioni in pieno campo. L'Istituto ha al proprio interno il CRISBA (www.crisba.eu), un Centro Ricerche che svolge attività di sperimentazione scientifica in ambito agro-ambientale, fondato all'interno dell'Istituto nel Luglio 2010. Il Centro ha personale tecnico qualificato rappresentato da un ricercatore laureato in biotecnologie vegetali e microbiche, di un laboratorio scientifico di microbiologia, dotato anche di strumentazioni analitiche per lo svolgimento di saggi immunoenzimatici su matrici agroalimentari, di un laboratorio per le colture cellulari vegetali in vitro, di una serra attigua di nuova concezione e

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

usufruisce di superfici coltivabili nelle quali vengono svolte periodicamente delle prove sperimentali in pieno campo. Il CRISBA è un punto di riferimento per la ricerca, la sperimentazione e la divulgazione scientifica nel settore agro-ambientale e alimentare del territorio grossetano, fungendo da raccordo fra il mondo scientifico e le realtà produttive locali. Le attività di ricerca del Centro, svolte con il coinvolgimento diretto di aziende agricole provinciali, riguardano in particolar modo l'impiego di isolati microbici quali biofertilizzanti e biofitofarmaci delle colture agrarie, la valorizzazione della qualità e della sicurezza alimentare nella filiera cerealicola maremmana, lo studio delle colture da biomassa energetica, la tutela della biodiversità locale protetta e l'esecuzione di prove agronomiche su commissione. Il Centro rappresenta inoltre un valore aggiunto per l'Istituto Superiore che ne ospita le strutture, grazie al CRISBA gli studenti dell'ISIS "Leopoldo II di Lorena" possono infatti entrare in contatto diretto con il mondo della ricerca applicata all'agricoltura, prendere dimestichezza con le strumentazioni scientifiche del settore e partecipare a percorsi didattici teorico-pratici che vengono periodicamente attivati dal Centro e che sono incentrati sulle più innovative acquisizioni scientifiche in ambito agricolo. Il CRISBA realizza anche convegni, seminari e workshop con la partecipazione dei massimi esponenti del mondo accademico, che illustrano ai partecipanti le recenti acquisizioni scientifiche nei settori di competenza, alimentando il dibattito su temi sensibili e presentando al contempo le innovazioni tecniche applicabili alla realtà agricola provinciale. Dal Luglio 2012 il Centro Ricerche svolge anche analisi chimiche immunoenzimatiche nell'ambito di un progetto denominato "Il CRISBA al servizio della cerealicoltura maremmana", finalizzato al monitoraggio della contaminazione da micotossine nelle produzioni cerealicole del territorio provinciale. In ambito cerealicolo dal Giugno 2015 il CRISBA collabora con l'azienda Eurosider S.a.s. per testare un sistema brevettato di conservazione dei cereali in atmosfera controllata di azoto, in grado di garantire il mantenimento della qualità e salubrità dei cereali nelle fasi post-raccolta. A oggi, il Centro Ricerche, ha all'attivo decine di pubblicazioni e partecipazioni a congressi scientifici nazionali ed internazionali. L'Istituto da qualche anno dispone infine di un impianto semi-industriale di estrazione, costituito da una vasca di macerazione per l'imbibizione del materiale vegetale (1000 litri) e di un estrattore rapido Naviglio con camera di estrazione da 200 litri, che consente di ottenere estratti da matrici vegetali di diversa natura (fra cui piante officinali e officinali-tintorie) delle quali vengono poi valutate le potenzialità di applicazione in agricoltura, come repellenti naturali e biocidi, nel settore tessile-tintorio come pigmenti nonché negli usi cosmetici ed alimentari.

2. SINTESI DELLE PROPOSTE PROGETTUALI

La situazione dell'apicoltura in toscana, ed in special modo nell'ambito territoriale dei GAL (gruppi di azione locale), si svolge ancora in un regime tradizionale, che non ha tratto vantaggio da quelle innovazioni tecnologiche collegate all' introduzione del paradigma dell'industria 4.0 che sta affacciandosi anche sul territorio italiano sulla spinta del piano varato dal governo nel 2017 e ripreso nel 2018 e 2019 (Piano nazionale Impresa 4.0).

Tuttavia, la mutevolezza delle condizioni produttive, dettate dai cambiamenti climatici in corso, dall'inquinamento e dal continuo arrivo di specie aliene, evidenzia la necessità di strumenti di analisi ed innovazione tecnologica che permettano di supportare l'apicoltore nell'effettuazione tempestiva delle scelte e di liberarlo dalle incombenze a basso valore aggiunto, per dedicare il tempo ad attività più strategiche.

Seguendo questa linea di pensiero, la proposta progettuale APITEC si pone l'obiettivo di introdurre delle innovazioni tecnologiche mirate su tre linee di intervento:

1. Utilizzo di nuovi materiali per il miglioramento delle condizioni climatiche dell' alveare;

Le arnie vengono comunemente prodotte in legno, materiale che associa ad un basso costo delle ottime caratteristiche strutturali e fisiche. Tuttavia, esistono dei materiali più performanti che potrebbero assicurare, a fronte in investimento leggermente più elevato, delle migliori rese in termini di isolamento termico e di mantenimento dell'optimum climatico all'interno dell'arnia, con un conseguente vantaggio operativo tanto per la salute della colonia, quanto per il suo sviluppo. L'individuazione di materiali costruttivi sarà svolta valutandone l'impatto ambientale, sia in fase di produzione che di smaltimento, per mantenere elevata la virtuosità del processo dell'apicoltura.

2. Introduzione di sistemi di monitoraggio dei parametri fisici, climatici, di salute e di produzione delle api;

Il processo decisionale dell'apicoltore necessita di un serie di informazioni atte a valutare numerosi stati della colonia di api quali: la sciamatura; l'allevamento della covata; lo stato

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

senza covata, il momento migliore per la smielatura, la crescita della colonia, il consumo di cibo, l'abbandono dell'alveare, i cambiamenti nelle riserve/disponibilità di nettare e polline, l'ammontare delle riserve di cibo nei periodi di non produzione di miele, il livello di attività della colonia e il numero di bottinatrici. L'applicazione delle tecnologie IoT (Internet of Things) al monitoraggio dell'alveare tramite l'utilizzo di sensori a bassa invasività e di un sistema di raccolta dati evoluto proposti da APITEC permetterà di superare queste limitazioni, garantendo un monitoraggio accurato dei parametri più rappresentativi a supporto dei processi decisionali dell'apicoltore.

3. Automazione delle fasi ripetitive e a basso valore aggiunto nella produzione della pappa reale;

Le operazioni di estrazione della pappa reale sono ancora condotte in maniera semi-automatica, dove un sistema di aspirazione, costituito da una pompa pneumatica e da un filtro per le impurità presenti nella gelatina, è comandato manualmente per ciascun cupolino. Questa operazione, ripetitiva ed a basso livello di complessità concettuale, si presta particolarmente ad un processo di automatizzazione che permetta di liberare risorse professionalmente qualificate per altre attività a maggiore valore aggiunto.

3. ATTIVITA'

Fase 1 – Accordo di cooperazione e regolamento

In questa fase si è definito l'impegno tra tutti i partner del progetto APITEC a sottoscrivere l'accordo di Cooperazione dove Pasini si è occupato dell'elaborazione e sottoscrizione dell'accordo, avvalendosi della società Certema con la propria esperienza nella gestione di progetti di Cooperazione. Successivamente sempre Certema si è occupata del supporto tecnico per il coordinamento tecnico per tutta la durata del progetto oltre alla gestione della rete di cooperazione per lo svolgimento di tutte le attività ed azioni previste.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Fase 2 (definizione delle specifiche tecniche operative), 3 (progettazione, allestimento dei prototipi ed operazioni preliminari) e 4 (sperimentazione in campo)

Nell'ambito del progetto la Roggi srl è stata impegnata nello svolgimento e attuazione delle Macro Aree 1 (realizzativa), 2 in parte e 3 in toto;

- **Macro Area 1. Utilizzo di nuovi materiali per il miglioramento delle condizioni climatiche dell' alveare;**

A seguito delle analisi sui materiali attualmente disponibili eseguite dal P2 (INSTM) e volte ad individuare le soluzioni migliori per garantire un efficientamento alle condizioni climatiche dell'alveare, la Roggi srl si è adoperata per la realizzazione delle arnie del progetto seguendo le specifiche indicate.

- **Macro Area 2 - Introduzione dei sistemi di monitoraggio dei parametri climatici, fisici, di salute e di produzione delle api;**

Definizione ed applicazione di un sistema di monitoraggio non invasivo dei parametri significativi dell' alveare (temperatura, umidità, intensità sonora, peso) per verifica dell' efficacia delle soluzioni costruttive basate sui nuovi materiali. L'introduzione di un sistema di

monitoraggio remoto, in "real time", ad ampio spettro permette di fornire un controllo ottimale della colonia facendo risparmiare tempo all'apicoltore, diminuendo la frequenza dei controlli ed eliminando ogni tipo di disturbo per la colonia stessa.

Rispetto ad un'arnia non "sensorizzata" il miglioramento atteso è quello di poter prevedere con maggiore accuratezza e tempestività gli eventi ricorrenti come: la sciamatura, l'insorgenza di malattie, le infestazioni/avvelenamenti e la mancanza di adeguate riserve di cibo.

- **Macro Area 3 Automazione delle fasi ripetitive e a basso valore aggiunto nella produzione della pappa reale;**

Realizzazione di un sistema di automazione e controllo che, avvalendosi delle tecnologie IoT, effettui in autonomia: l'identificazione dei cupolini da cui estrarre la pappa reale, l'estrazione della stessa ed il trasferimento in un recipiente esterno, limitando al minimo l'intervento dell'operatore e minimizzando i tempi dell'esposizione all'aria del prodotto. Anche in questo caso, rispetto alla soluzione attuale, il sistema permetterà una riduzione dei tempi di estrazione con un aumento della redditività dovuto al minor impegno necessario in termini di ore/uomo.

Data la complementarità di queste che risultano essere comprese nelle fasi 2,3 e 4, le azioni di progetto agiranno in maniera trasversale interessando più aree contemporaneamente, quindi per chiarezza espositiva, verranno trattate seguendo un filo argomentativo dettato dalla macro area di appartenenza.

3.1 Macro area 1

3.1.1. Azione 2.1 – Definizione del modello di arnia di riferimento

Quando l'uomo volle trarre maggiore profitto dall'ape, il primo problema che dovette affrontare fu quello dell'alloggiamento delle colonie di api.

I grandi tipi di arnie usate nel corso dei secoli, costituiscono le testimonianze più dirette e più significative dell'evoluzione delle tecniche apistiche e, quindi, il rapporto tra l'ape e l'uomo.

Tre sono i periodi da considerare. Il primo riguarda le arnie cosiddette a favi fissi, formate di un solo pezzo. Nel secondo periodo fanno la comparsa delle arnie a favi fissi formate da diversi pezzi (arnie a calotta o a melario). L'ultimo periodo è quello delle arnie a telaini mobili, e siamo giunti a metà del diciannovesimo secolo, e qui due apicoltori, crearono due modelli che, in breve tempo, si diffusero in quasi tutto il mondo, queste arnie presero il nome di "Dadant Blatt e Langstroth".

In Italia la più diffusa è la Dadant Blatt, che si adatta ai vari ambienti/pascoli di bottinatura italiani.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

É un'arnia composta da una sezione principale chiamata nido, dove si sviluppa la famiglia e ha delle dimensioni standardizzate (450 x 338 x 385), questa sezione è da un coperchio e un fondo, con un'apertura sul davanti per l'uscita delle api, da una seconda sezione da utilizzarsi nel momento del raccolto chiamata melario, che si aggiunge sul nido. Di melari, sul nido, nel caso ci fosse molto raccolto, se ne possono aggiungere altri. Nel nido, sono alloggiati 10 telai dove si sviluppa la famiglia, nei melari della dimensione (450x385x170) sono alloggiati 8/9 telaini dove le api stiveranno il nettare. Una volta che i melari saranno pieni di miele saranno prelevati senza api, portati in laboratorio, dove avverrà l'estrazione del miele per forza centrifuga, senza distruggere i telai che lo contenevano, i quali, successivamente, possono essere riutilizzati.

3.1.2. Azione 2.2 – Definizione dei materiali e delle soluzioni costruttive per le arnie dei test

Nel corso dei secoli sono stati usati materiali e forme diverse per gli alveari. Questa diversità si è gradualmente ridotta durante il XIX secolo e soprattutto dopo la Seconda guerra mondiale, portando al periodo attuale segnato dall'omogeneizzazione delle pratiche di apicoltura.

L'invenzione dei telai mobili di Padre Langstroth nel 1885 è stato un elemento chiave che ha permesso agli apicoltori di allevare, controllare e aumentare la resa della loro produzione di almeno dieci volte. Egli notò che le api avevano uno spazio compreso tra i 9 e i 7 mm in cui potevano muoversi liberamente. In particolare, gli spazi interni al nido inferiori ai 7mm di grandezza venivano tutti riempiti con propoli, mentre in quelli superiori ai 9mm le api costruivano ponti di cera. Langstroth applicò queste osservazioni per la creazione dell'arnia che a lui deve il suo nome. Egli pensò di inserire dei telai rimovibili all'interno dell'arnia, facendo in modo che tra favo e favo, una volta costruiti, ci fosse uno spazio di 8 mm, tale da permettere i movimenti delle api e la non occlusione di tale spazio. L'introduzione di questa novità agevolò molto il lavoro dell'apicoltore. Il modello Langstroth è molto diffuso in America, mentre in Europa è stato più volte modificato. In particolare, l'arnia più diffusa nel vecchio continente è la Dadant-Blatt, che prende il nome da coloro che attuarono le modifiche più significative al modello originale. Dalla Dadant-Blatt deriva l'arnia ad oggi più diffusa in Italia, ovvero la Italica-Carlina. La principale distinzione fra le due arnie riguarda la dimensione del corpo del nido e dei melari. Il modello Langstroth ha nido e melario della stessa dimensione (interno 37,8x48,8 e altezza di 23,5 cm) e si presta a numerose manipolazioni grazie alla intercambiabilità dei telaini del nido e del melario. Si presta molto bene all'apicoltura professionale, grazie alle sue doti di flessibilità. In Italia non viene

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

però utilizzata. Per la Dadant-Blatt, le ulteriori distinzioni riguardano la dimensione (10 o 12 telaini), il tipo di utilizzo (stanziale o nomade) e il fondo (fisso o mobile).

In breve, la dimensione dell'arnia incide sulla rapidità di sviluppo della famiglia, sulla forza e sulle capacità produttive della famiglia, sulla maneggevolezza dell'arnia e dei melari.

L'arnia a 12 telaini risulta sicuramente più proficua per la produzione, ma è più difficile e più lento portare la famiglia al massimo sviluppo e mantenerla in forze. Un alveare costituito da un'arnia a 10 telaini è in genere più facile da sviluppare; l'arnia è più leggera, più facile da spostare e da mantenere e si presta maggiormente alla pratica del nomadismo.

Il legno, solitamente di abete ben stagionato, rimane il principale materiale usato per le arnie, ma il suo uso è ora minacciato e viene gradualmente sostituito dal polistirolo, anche se non rinnovabile. Oggi l'apicoltura si trova di fronte ad una profonda crisi dovuta al rischio di estinzione di massa delle api.

Negli ultimi decenni, le perdite annuali globali in Europa sono state superiori al 10-15%. Le cause principali sono ampiamente documentate: gli effetti combinati di pesticidi, scarsità di risorse naturali, parassiti e predatori (acaro, calabrone asiatico *Vespa velutina*), patogeni (virus, batteri, funghi) e cambiamenti climatici. In un contesto così allarmante, tutti i modi per migliorare la salute delle api è rilevante.

Solitamente l'evoluzione degli alveari moderni è stata dedicata a pratiche di apicoltura focalizzate solo sulle esigenze produttive degli apicoltori. L'attuale accelerazione della standardizzazione delle pratiche di apicoltura e i modelli di alveari non tengono spesso conto che il materiale di costruzione dell'alveare potrebbe influenzare le condizioni di vita delle api e la loro resilienza ai cambiamenti attuali. Alcuni studi recenti hanno esplorato l'alveare dal punto di vista dell'influenza del materiale da costruzione sul clima igrometrico dell'alveare.

Il mercato degli alveari è dominato da arnie industriali di bassa qualità, fatte per lo più di legno dolce scelto per ragioni economiche ma non per la qualità del legno o per le specifiche proprietà desiderate. Una conoscenza più approfondita promuoverebbe una domanda che può influenzare il mercato e invertire l'attuale tendenza in cui l'offerta controlla la domanda. Tuttavia, c'è un mercato di nicchia dove alcune specie sono scelte per le loro proprietà benefiche sulla salute delle api (repellenti per i parassiti delle api come la tarma della cera) anche se al momento non ci sono studi scientifici che confermano queste affermazioni basate su osservazioni. In questo modo l'alveare non solo ha un ruolo protettivo, ma grazie alle proprietà dei materiali da costruzione,

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

crea un ambiente fisico e chimico che migliora le condizioni di vita delle colonie e contribuisce alla loro salute, al comfort e quindi alla produzione.

Al fine di migliorare le esigenze produttive degli apicoltori sono stati valutati diversi materiali, privilegiando quelli naturali e sostenibili: sughero, lana di pecora, fibra di cellulosa, di canapa o di legno, pannelli di sansa o di vinacciolo per bioedilizia, legno di castagno, di faggio, di larice, pioppo e betulla, materiale plastico riciclato. Dei vari prodotti sono state considerate le caratteristiche tecnologiche (conducibilità termica, igroscopicità ecc.), la territorialità, la reperibilità e la sostenibilità economica ed ambientale. La lana di pecora

e le fibre sono state abbandonate a causa del loro comportamento in presenza di umidità, in quanto bagnandosi e congelando in presenza di basse temperature, andrebbero incontro a rigonfiamento che porterebbe alla rottura delle strutture. I pannelli per la bioedilizia da economia circolare (sansa e vinacciolo) hanno ancora una disponibilità e reperibilità limitata oltre a prezzi non concorrenziali. I vari legni, escludendo l'abete, mostrano costi non sempre adeguati al settore, alta igroscopicità oppure coefficienti di conducibilità non idonei all'utilizzo richiesto in quanto necessiterebbero spessori elevati.

E' nota l'importanza del sughero sul controllo della trasmissione termica, meglio definita dal punto di vista fisico dal parametro indicato come "Conducibilità termica", tale parametro, infatti, risulta essere per il sughero da 3 a 3,6 volte inferiore rispetto a quello del legno d'abete, evidenziando una capacità tripla di isolamento termico rispetto al materiale comunemente impiegato nella

costruzione dell'arnia. Sulla base di tali considerazioni la prima referenza di arnie è stata modificata con l'impiego del sughero, queste infatti rispetto a quelle tradizionali in legno di abete, potrebbero presentare un più regolare andamento termometrico e la capacità di ripristinare più rapidamente le condizioni termiche ottimali dopo l'estrazione dei favi a seguito delle normali operazioni in apiario, oltre alla prospettiva di un conseguente ridotto consumo di miele da parte delle colonie allevate durante sia i mesi estivi che invernali.

Proseguendo la ricerca di materiali tecnologicamente idonei la plastica (Polietilene PE) si è confermata un'ottima opzione esprimendo contemporaneamente tutte le caratteristiche della "sostenibilità": ambientale ed economica.

La nostra ulteriore scelta è ricaduta quindi sull'utilizzo di plastica riciclata (PE) in modo da integrare i vantaggi forniti da tale materiale sia dal punto di vista tecnologico che della sostenibilità ambientale. In particolare, i vantaggi tecnologici sono dati dal ridotto peso del

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

materiale, dalla stabilità dimensionale alle alte e alle basse temperature, dalla loro stabilità chimica e biologica e dal fatto di essere atossici e inerti, la seconda vita della plastica è, inoltre, la prima risorsa per un'economia sostenibile, di corretto sfruttamento delle risorse e di abbassamento delle emissioni di inquinanti.

3.1.3. Azione 2.3 – Definizione del numero di alveari ed individuazione delle aree per il posizionamento delle arnie

L'apicoltura, a tutti gli effetti è un'attività agricola riconosciuta dalla legge 203 del 2013. La legge prevede che possa essere svolta anche per l'autoconsumo, ma con un numero di alveari inferiore a 10. Chi possiede più di 10 alveari, deve avere la partita iva, fino ad un fatturato inferiore a 7.000 €, può rimanere nel regime di esonero (non emette fatture). Tutti i possessori di alveari hanno l'obbligo di denunciare il numero e la località (coordinate) entro il 31 dicembre di ogni anno al BDA (banca dati apicoltura) il numero esatto degli alveari posseduti.

L'apicoltura svolta in maniera professionale, deve tenere conto di moltissime variabili: tempi e luoghi delle fioriture, esposizione degli apiari, preparazione della famiglia delle api, in modo di avere il suo massimo sviluppo quando inizia la fioritura, posizionare gli alveari in una posizione ben soleggiata, protetta dai venti freddi.

Un apicoltore può fare anche una scelta stanziale, cioè tenere le api fisse in una postazione senza mai spostarle, per questa pratica apistica, per un buon successo, serve una buona conoscenza del territorio, dei pascoli di bottonatura primaverili, estivi ed autunnali.

Purtroppo, non è facile individuare di primo acchito il posizionamento ideale di una postazione stanziale, perché le variabili stagionali sono infinite e a volte l'esperienza può non essere sufficiente. Solo la statistica di più anni di lavoro sul campo può aiutare.

Così dopo vari sopralluoghi di dove andremo a posizionare gli alveari adibiti a questa sperimentazione, si è deciso:

- 1) Luoghi protetti dai venti di maestrale e tramontana.
- 2) possibilità di posizionare gli alveari con un orientamento a 200 ° che garantiscano un soleggiamento perfetto.
- 3) postazione ai piedi di una collina che garantisce fioritura primaverile di Erika, Cisto e Mirto.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

- 4) Alle spalle della postazione un bosco con Lecci, Corbezzoli, Olmi.
- 5) Nella parte pianeggiante, Erba medica, Trifoglio alessandrino, senape e diverse piante di eucalipto.

Concludendo, teoricamente la postazione scelta sembrerebbe ottima, a fine stagione si vedrà E forse fra 5 anni statisticamente ne avremo la certezza.

Nel Settembre 2020 presso l'azienda agraria dell'ISIS Leopoldo II di Lorena si è proceduto ad analizzare quale fosse il luogo migliore per ubicare gli alveari. Abbiamo effettuato dei rilievi sui campi per individuare le aree campione ed il posizionamento ottimale delle arnie con particolare attenzione all'omogeneità di condizioni relativa a: fioriture, vegetazione, ventilazione ed esposizione solare, in modo da permettere un confronto dei dati che non fosse falsato da condizioni ambientali di partenza differenti. Dato che si tratta di una azienda agraria dove si svolge anche didattica gli alveari oltre a soddisfare le caratteristiche suddette dovevano essere posizionati in zona decentrata onde evitare troppo disturbo alle attività delle api.

Abbiamo realizzato una recinzione in pali di castagno e rete a maglia sciolta per ottenere una zona di sicurezza, anche per eventuali persone che potessero avvicinarsi alle arnie, dato che nelle vicinanze passa un sentiero tracciato della rete castiglione.

In questo periodo (anno scolastico 21-22) sono stati anche svolti nella classe 5^AC dell'indirizzo agrario ambiente territorio dei corsi di apicoltura sull'allevamento e la produzione di miele, pappa reale, polline e propoli. Gli alunni sono stati coinvolti nelle attività di progettazione.



APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Fig. 1 - Lezione di tecniche di apicoltura in aula

L'ubicazione scelta, visibile nella foto allegata, protegge in parte l'apiario dai venti dominanti e permette di esporre le porticine di uscita delle arnie verso Ovest. Ovviamente tutte le arnie saranno posizionate con la stessa direzione di uscita per garantire uniformità di condizioni.



Fig. 2 - Ubicazione prescelta per l'installazione dell'apiario (località Macchiascandona, Grosseto)

Abbiamo poi proceduto a determinare il numero minimo di alveari significativo ai fini della sperimentazione. Dato che si trattava di testare 3 tesi differenti, ossia tre tipologie di alveari il numero è stato stabilito in 9. Questo ha permesso di replicare per 3 volte le diverse varietà di arnie da installare.

Nelle riunioni successive abbiamo stabilito, in collaborazione con gli altri partner di progetto, le tipologie di arnie da realizzare per gli scopi del programma e della sensoristica necessaria, fornendo indicazioni relativamente al dimensionamento delle stesse ed al posizionamento ottimale dei sensori.

3.1.4. Azione 3.1.1 – Progettazione delle arnie nel nuovo materiale e modifica dell'arnia di riferimento

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

In seguito alle indicazioni ricevute dal partner INSTM a seguito dell'azione 2.2, la Roggi srl ha provveduto allo studio e alla realizzazione delle modifiche da apportare alle arnie classiche Dadant-Blatt.

Partendo da fogli commerciali di sughero 1000x500x30mm si è provveduto alla ricopertura integrale delle facciate esterne delle arnie e dell'interno del copri favo. Solo la parte anteriore, dove è presente l'ingresso all'alveare, è rimasta parzialmente senza isolamento per consentire l'utilizzo delle porticine in acciaio zincato.

Il sughero poi è stato verniciato con 3 mani di vernice atossica appositamente formulata per arnie e melari.

Questo prodotto non contiene prodotti petroliferi, derivati alchilici, acrilici, vinilici né solventi ed è invece a base di acqua, cera d'api, oli e standoli di lino e di legno, cera micronizzata, carnauba, resine vegetali, cellulosa, ossidi e terre e composti organici volatili trascurabili.



Fig. 3 - Pannelli di sughero

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE



Fig. 4 e 5 – Particolari della granulometria del sughero, faccia inferiore (sx), faccia superiore (dx)



Fig. 6 – Vernice atossica per Arnio

3.2 Macro area 2

3.2.1. Introduzione

Con il supporto e la collaborazione del partner P1 Apicoltura Pasini, sono stati presi in considerazione tutti i parametri fisici fondamentali coinvolti nella gestione di un alveare tipo.

Da quelli che sono risultati essere i più importanti e responsivi dal punto di vista di una gestione di tipo 4.0, con possibilità di integrazione di sistemi informatizzati, si è partiti con uno studio per la determinazione di una sensoristica idonea.

3.2.2. Azione 2.4 – Definizione dei parametri da monitorare e scelta dei sensori

Molteplici possono essere i fattori che influenzano la vita e di conseguenza la produzione di un alveare a conduzione tradizionale. Tra tutti, i più rilevanti sono:

- Temperatura esterna;
- Temperatura interna;
- Umidità interna;
- Orientamento dell'alveare rispetto al sole;
- Posizione dell'alveare rispetto alle fioriture e fonti idriche;
- Altitudine slm;
- Condizioni di copertura o meno delle arnie dai venti dominanti;
- Età e genetica della regina;
- Resistenza alle malattie e parassitosi;

Analizzando tutte queste variabili e cercando di capire quali potessero essere i punti da poter interpretare nell'ottica di ottenere un efficientamento nella gestione e soprattutto nella produzione dell'alveare, si è giunti alla decisione di monitorare, con sistemi che rispondono ai requisiti di una apicoltura 4.0, i seguenti parametri:

- Temperatura esterna;
- Temperatura interna;
- Umidità interna;
- Vibrazioni/rumore interno della colonia;
- Peso dell'arnia;

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

come si può notare sono state aggiunte misure di controllo su aspetti che non apparivano nell'elenco precedente, questo perché, tramite l'esperienza del P1 (Pasini), sono stati identificati come indispensabili per una gestione ottimale delle colonie.

Lo step successivo si è svolto verso la ricerca di una sensoristica atta a monitorare tutti gli aspetti definiti nello studio preliminare.

Questa attrezzatura avrebbe dovuto prevedere: sensori di temperatura, igrometro, fonometro ed un sistema di pesatura a celle di carico.

Una volta definite le caratteristiche di tutti i componenti necessari alla realizzazione dei prototipi si è proceduto all'acquisto dei materiali commerciali, al loro assemblaggio ed ai primi test di funzionalità in laboratorio.

3.2.3. Azione 3.1.2 e Azione 3.2 – Progettazione del sistema di acquisizione dati, acquisto dei materiali del sistema di elaborazione dei dati e loro integrazione

La soluzione adottata fonde la tecnologia IoT, basata su rete GSM e adatta ad un uso outdoor grazie ad una sim multi-operatore incorporata, con sensori alimentati ad energia solare in grado di effettuare un monitoraggio giornaliero completo dello stato dell'alveare. Raccoglie dati di posizione dal GPS e fisici relativi a umidità, temperatura esterna e interna, suoni e peso le cui variazioni sono rilevate da due rails di alluminio con grado di protezione IP67 dotati di celle di carico ad alta precisione da posizionare sotto l'arnia.

Un display led ed un pulsante esterno permettono un controllo del peso in tempo reale. Inoltre un rilevatore di luce e di spettro luminoso consente di analizzare meglio le fioriture, l'alba ed il tramonto.

Il sensore biomimetico una volta posizionato all'interno dell'arnia permette di conoscere lo stato di salute della colonia, compresa l'umidità, temperatura e suoni.

La gestione dei dati inviati è affidata ad un'app/web-app che crea grafici e altre funzioni per facilitare la comprensione della situazione puntuale dell'alveare.

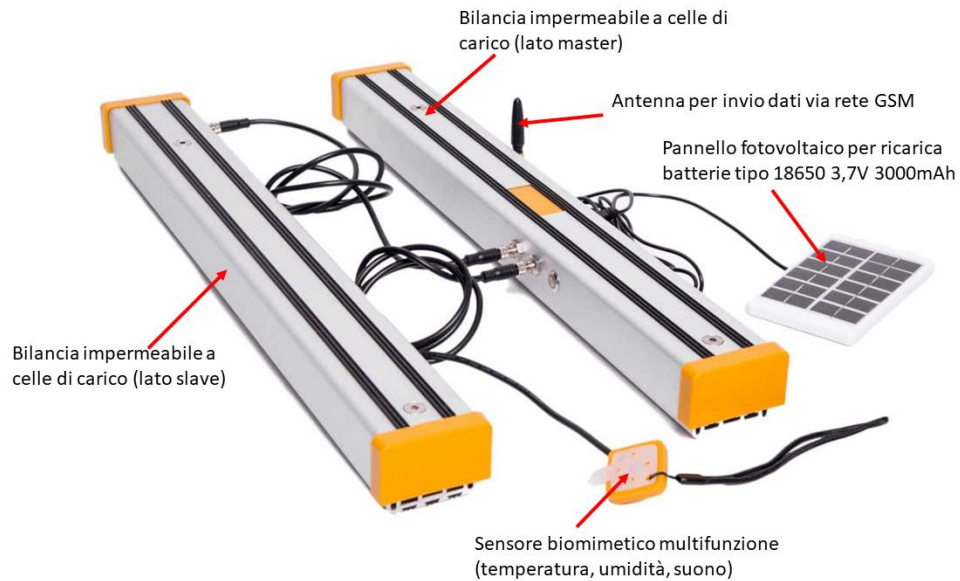


Fig. 7 - Sistema di pesatura con sensore multifunzione

3.2.4. Azione 3.5 – Preparazione delle famiglie di api per la sperimentazione

Cenni storici, biologici ed etologici

L'origine delle api si perde nella notte dei tempi...

Siamo nell'Eocene, il più antico fossile d'ape conosciuto, trovato all'interno di un'ambra nel mar Baltico, è stato catalogato nel 1960 come "ELECTRAPIS Apoidea MANNING".

Passiamo dall'Eocene (+/-55,8 milioni di anni ai 33,9+/-) a ARISTOTELE, 350 anni A.C., che studiò le api ed il loro mondo per primo.

All'interno della famiglia di api, distingueva già l'esistenza di un RE (la Regina), di api (operaie) e di fuchi (maschi), osserva anche che, in un alveare senza RE, non si vede mai nascere un'ape e che vi nascono solo fuchi.

Quello che aveva evocato, senza saperlo, poi studiato e dimostrato solo nel 1700, è il fenomeno della PARTENOGENESI.

Gli studi e le osservazioni moderne hanno portato ad una conoscenza molto più approfondita per quanto riguarda sia la biologia che l'etologia di questi imenotteri.

La struttura sociale si suddivide in classi a seconda dei compiti che le api devono svolgere all'interno dell'alveare. L'unico esemplare fertile che ricopre il ruolo principale della

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

riproduzione è la Regina, questa dopo un volo di fecondazione poco dopo la sua nascita non uscirà più dall'arnia se non in caso di sciamatura e deporrà una media di circa 2000 uova al giorno per i suoi primi 2-3 anni di vita.

Dalle uova nasceranno tutte api femmine e sterili, queste saranno le operaie che costruiranno e gestiranno come un unico organismo tutta la vita della colonia influenzate sia dall'ambiente che dai feromoni prodotti dalla regina. A seconda dell'età le operaie svolgono diversi compiti partendo da appena nate come spazzine dell'arnia, passando poi a nutrici accudendo le uova e le giovani larve, quindi ceraiole addette alla cura dei favi e produzione di cera e propoli, guardiane a protezione dagli intrusi ed in ultimo come esploratrici/bottinatrici di polline e nettare, compito che svolgeranno fino alla loro morte. Particolare è invece la condizione dei fuchi, maschi nati da uova non fecondate quindi con un corredo genetico aploide. Questi esemplari utili alla riproduzione non svolgono reali funzioni all'interno dell'alveare se non contribuendo al mantenimento della temperatura ideale in periodi freddi. Per questo motivo, una volta che il clima primaverile si è stabilizzato su temperature sufficienti e i voli di fecondazione delle nuove regine si sono conclusi, molti fuchi vengono allontanati dall'arnia dalle operaie condannandoli a morte certa.

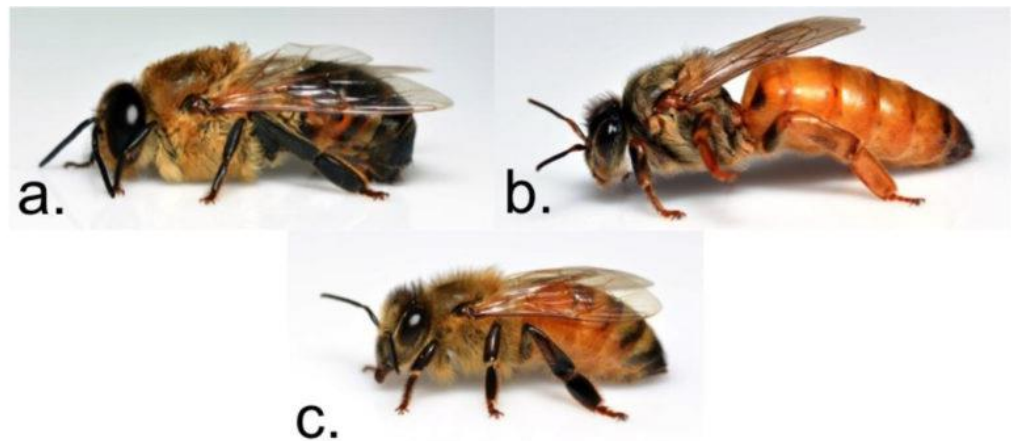


Fig. 8 - Caratterizzazione morfologica delle api: a) Fuco; b) Regina; c) Operaia;

Individuazione dei pregi dell'ape mellifera ligustica

Nell'incessante esplorazione del mondo delle api, continue sono le scoperte che inducono meraviglia e che spronano a proseguire le ricerche.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Una nostra certezza è la consapevolezza che, il patrimonio apistico nazionale, costituisce, di per sé, una ricchezza naturale da salvaguardare e valorizzare.

L'apicoltura italiana vanta oggi una posizione di tutto rispetto, nel panorama apistico mondiale.

Criteri di selezione

La selezione non è stata inventata dall'uomo.

È la natura che, in milioni di anni, ha creato infinite diversità, generando creature adattate, in modo meraviglioso, all'ambiente in cui vivono.

Quando l'uomo cerca di influenzare il patrimonio genetico, per l'allevamento delle api, deve tenere presente il loro luogo d'origine (ambiente) in ogni caso e, al termine della selezione, andremo ad attribuire il significato di: FAR AUMENTARE I CARATTERI POSITIVI ed ATTENUARE QUELLI NEGATIVI.

Dal punto di vista più tecnico, quello della genetica quantitativa, selezionare vuol dire "spostare, nel corso delle generazioni, la media di un determinato carattere in una certa direzione, utilizzando mezzi che non agiscono sull'ambiente, sulla tecnica di allevamento, ecc... ma che agiscono tramite la scelta di riproduttori classificati migliori rispetto al carattere da selezionare".





Fig. 9 e 10 - Visita nell'apiario di Pasini per la selezione delle famiglie

Azione 3.5.1 Monitoraggio delle colonie per il rilevamento dell'estensione della covata (uova, larve, covata opercolata e delle scorte di miele e polline).

Il sito dove sono state posizionate le api, per la sperimentazione, rispecchiava tutte le caratteristiche ambientali per cui sono state selezionate, negli ultimi trent'anni, l'ecotipo di ape mellifica ligustica, e questo ha facilitato molto il lavoro.

Le famiglie geneticamente ben adattate a queste primavere instabili con ritorni repentini di freddo, a queste estati secche e molto torride, non hanno avuto crolli o carenze di nettare né di polline, questo anche grazie a una scelta molto oculata dell'ambiente in cui sono state inserite.

Da aggiungere che, a livello nazionale, le stagioni 2021 e 2022 hanno registrato un calo di produzione del 40% Dati Istat.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE





Fig. 11, 12 e 13 Visite di controllo in apiario e posizionamento dei melari per la produzione di miele

Azione 3.5.2 Riequilibrio delle famiglie con scambi di covata e/o scorte in modo da renderle omogenee.

Non ci sono stati problemi di riequilibrio delle famiglie in quanto, in fase iniziale, le famiglie sono state formate con api regine sorelle, che sono state fatte fecondare nello stesso periodo e nella stessa località.

Tutto questo per avere, il più possibile, la massima uniformità e quindi le stesse performance. Le visite, di controllo, hanno avuto una frequenza settimanale.

Azione 3.5.3 Formazione gruppi sperimentali

In Europa, le arnie utilizzate dagli apicoltori, sempre parlando del modello Dadant-Blatt, si possono trovare costruite utilizzando diversi tipi di materiali.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

La nostra ricerca ci ha portato alla prima scelta, un'arnia classica italiana, in legno di abete con parti di spessore di 2,5cm, con un fondo in rete per il controllo della varroa e con un copri-favo in legno con uno spessore di 1cm.

Come seconda scelta, un'arnia costruita in materiale plastico (Polietilene ad alta densità PEHD) a fusione unica, fondo in rete e copri-favo con nutritore per i casi di alimentazione di soccorso in caso di stagione avversa.

Il terzo modello è stata una modifica aziendale, dettata dall'esperienza sul campo che possa sopperire alle forti escursioni termiche primaverili e ai caldi torridi estivi.

L'accorgimento scelto è stato quello di coibentare, con il sughero, le parti esterne della cassa e il copri-favo.

3.2.5. Azione 4.1 – Verifica del funzionamento del sistema di acquisizione dati e contestuale verifica dell'efficacia delle performance climatiche delle nuove tipologie di arnie

Le tre tipologie di arnia in esame sono state così realizzate:

- arnia classica Dadant Blatt (standard) tipo stanziale da 10 telaini.
- arnia in plastica DB di tipo stanziale da 10 telaini
- arnia autocostruita partrendo da una arnia standard DB. con coibentazione esterna in sughero di spessore 2,5 cm.



DB Classica



DB plastica



DB autoc. Sughero

Fig. 14 – I tre tipi di arnie oggetto dei test

Abbiamo poi testato i sensori e il sistema di acquisizione dati. Il software necessario per le analisi dei dati è stato testato e sono state effettuate delle analisi nelle classi della scuola. Questo è stato fatto ex-ante in modo, sia da testare le attrezzature sia da divulgare in classe

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

gli scopi del progetto, che ancora non aveva gli alveari in campo.



Fig. 15 – Apiario recintato



Fig. 16 – Particolare dell'apiario con scheda del progetto Apitec



Fig. 17 – Primo insediamento delle famiglie di api

Nella primavera dell'anno successivo (2022) in collaborazione con gli altri partner abbiamo posizionato nella zona prescelta le arnie complete di parte dei telai necessari e del sistema di acquisizione e trasmissione dati. Per quanto riguarda la sensoristica questa è stata installata in tre arnie, una per ogni tipologia testata. Contestualmente a questa attività abbiamo proceduto all'introduzione all'interno di esse dei nuclei di api completi di regine con genetica il più possibile omogenea, ossia provenienti dallo stesso allevamento e cresciute in condizioni simili.

Abbiamo poi indicato le arnie nel software di monitoraggio e analisi dei dati con le seguenti diciture:

1. Controllo 1 (con sensoristica)
2. Controllo 2
3. Controllo 3
4. Sughero 1 (con sensoristica)
5. Sughero 2

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

- 6. Sughero 3
- 7. Plastica 1 (con sensoristica)
- 8. Plastica 2
- 9. Plastica 3



Fig. 18 - Inserimento del sensore biomimetico nell'arnia



Fig. 19 - Posizione definitiva del sensore a circa metà altezza su un favo centrale



Fig. 20 - Particolare del favo con api e cavo del sensore

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE



Fig. 21 e 22 - Aggiunta di nuovi melari laddove necessario

Da questo momento in avanti abbiamo effettuato il monitoraggio remoto degli alveari per

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

tutta la durata del progetto, provvedendo alla manutenzione periodica della sensoristica (controllo delle batterie e del funzionamento). In campo abbiamo eseguito altri controlli, altrettanto periodici allo scopo di confrontare e convalidare i risultati derivanti dal sistema remoto, tanto in termini di rilevazione strumentale dei parametri climatici, quanto di situazione dello stato di salute e produttivo dei vari alveari.

Questi dati servono per determinare la capacità di supporto ai processi decisionali per la previsione/rilevazione degli eventi ricorrenti come: la sciamatura, l'insorgenza di malattie, le infestazioni/avvelenamenti, e la mancanza di adeguate riserve di cibo.

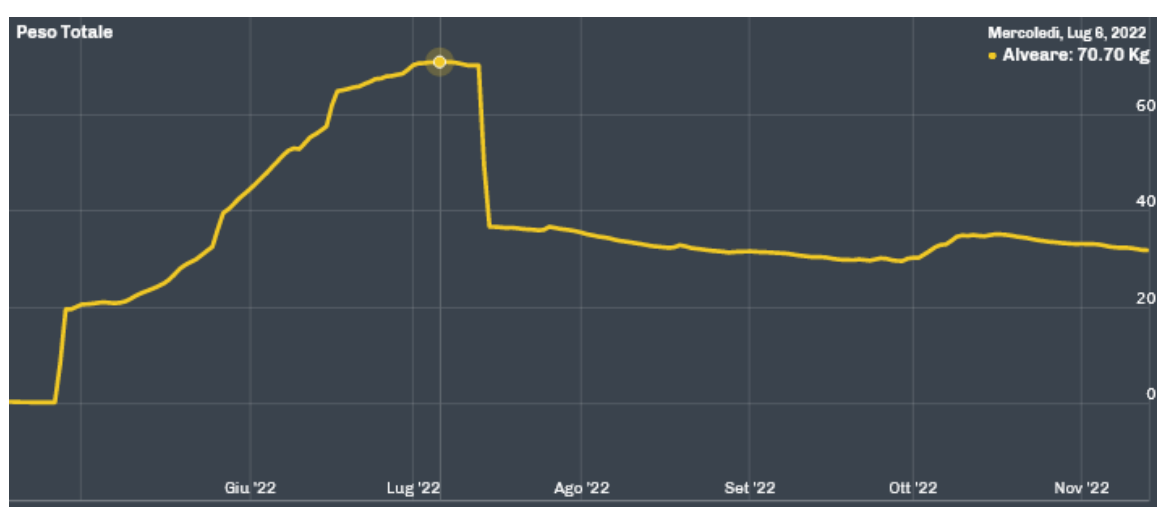


Fig. 23 - Andamento peso alveare controllo 1

Il peso iniziale dell'alveare controllo 1 popolato il 28-04-2022 era di 19.6Kg ed ha raggiunto un peso massimo il 6-07-2022 poco prima della smielatura di 71Kg con un incremento nell'arco di circa 73 giorni di circa 51.4kg.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

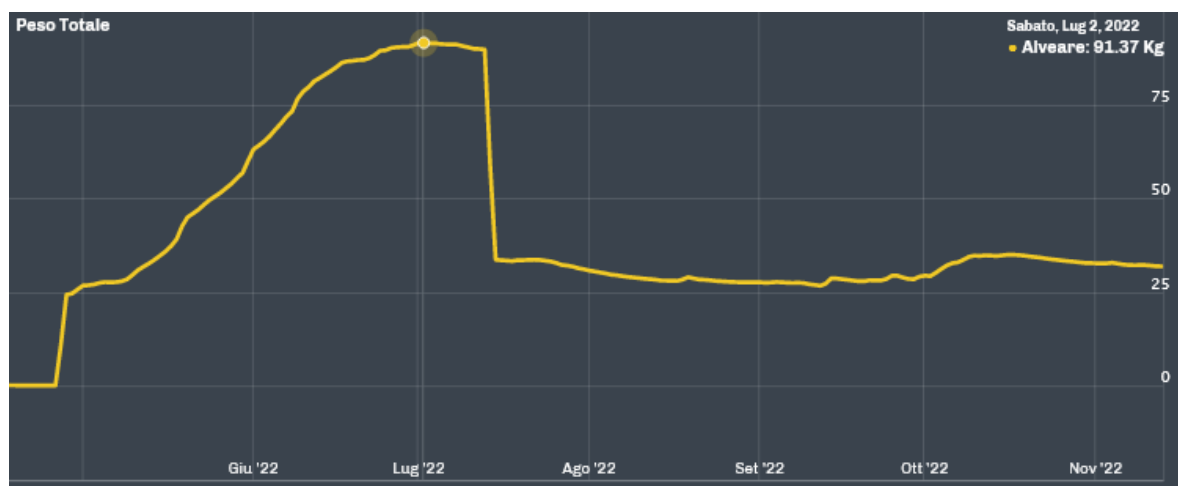


Fig. 24 - Andamento peso alveare sughero 1

Il peso iniziale dell'alveare popolato il 28 aprile 2022 era di 24.3Kg ed ha raggiunto un peso massimo il 2-07-2022, poco prima della smielatura di 92.1Kg con un incremento nell'arco di circa 64 giorni di circa 67.8kg.

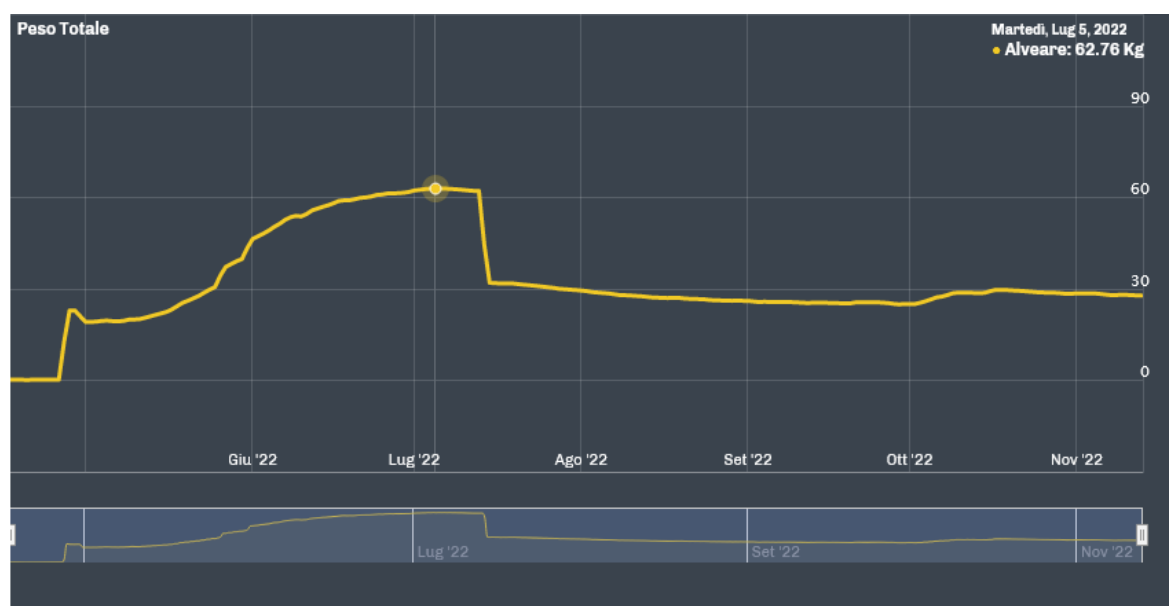


Fig. 25 - Andamento peso alveare plastica 1

Il peso iniziale dell'alveare popolato era di 19 Kg ed ha raggiunto un peso massimo poco prima della smielatura di circa 63 Kg con un incremento nell'arco di circa 68 giorni di circa 44 kg.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

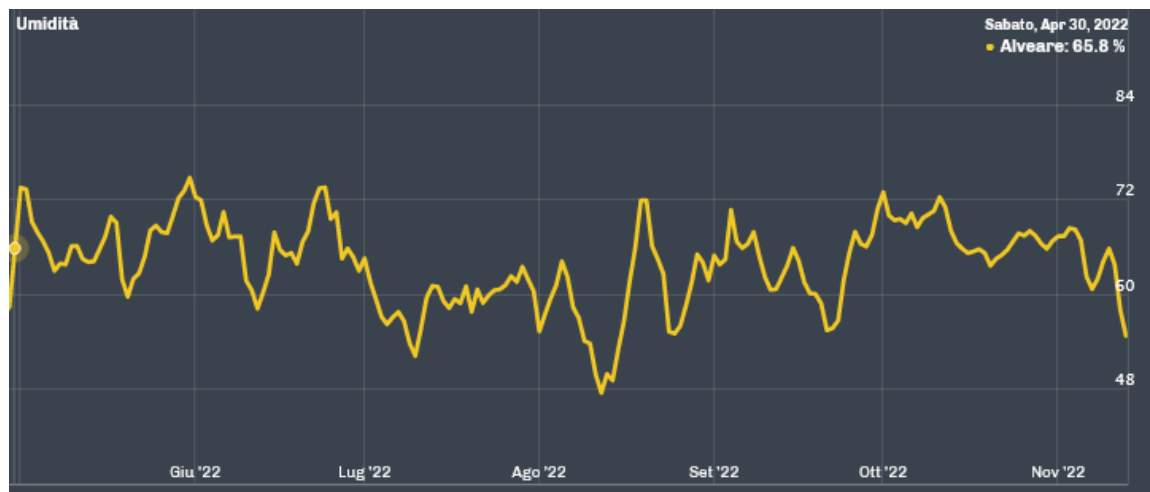


Fig. 26 - Umidità interna Controllo 1 max 64% il 31-5-2022 min 47,5% 12-08-2022



Fig. 27 - Umidità interna Sughero 1 max 72% il 24-5-2022 min 44,3% 13-11-2022

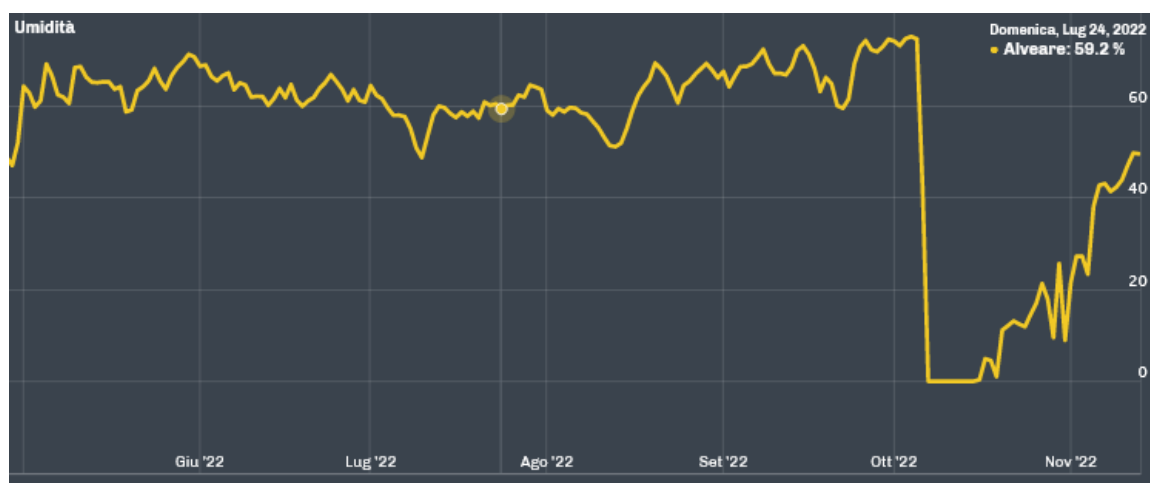


Fig. 28 - Umidità interna Plastica 1 max 75% il 4-10-2022 min 45%

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

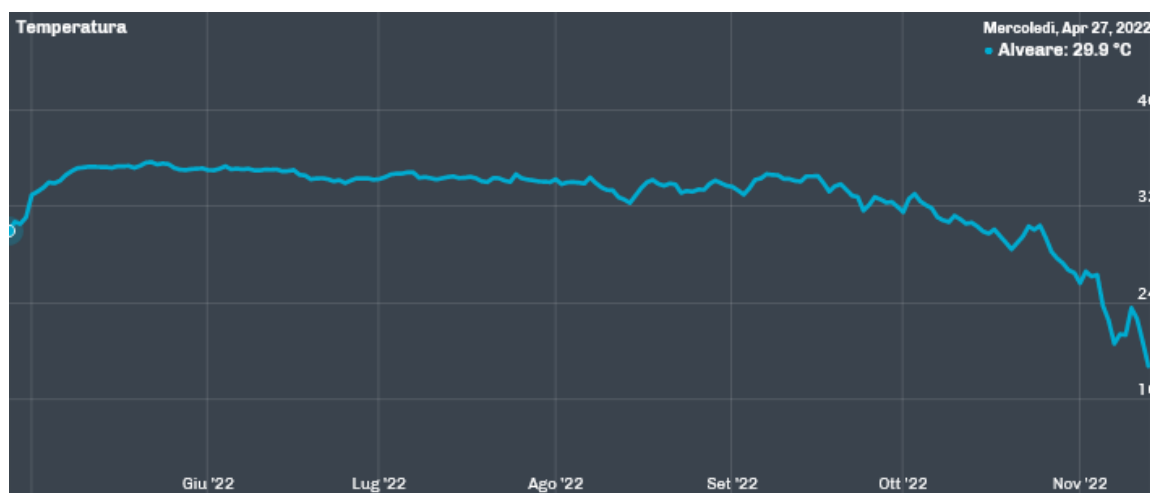


Fig. 29 - Temperatura interna Controllo 1 max 35,6°C 22-05-2022 min 18,7°C 13-11-2022

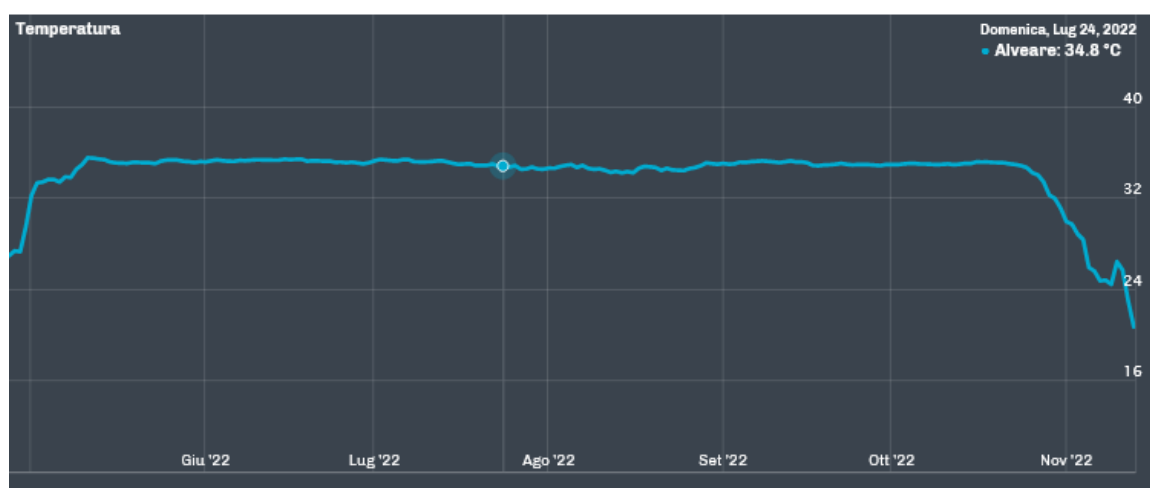


Fig. 30 - Temperatura interna Sughero 1 max 35,5°C 11-05-2022 min 20,7°C il 13-11-2022

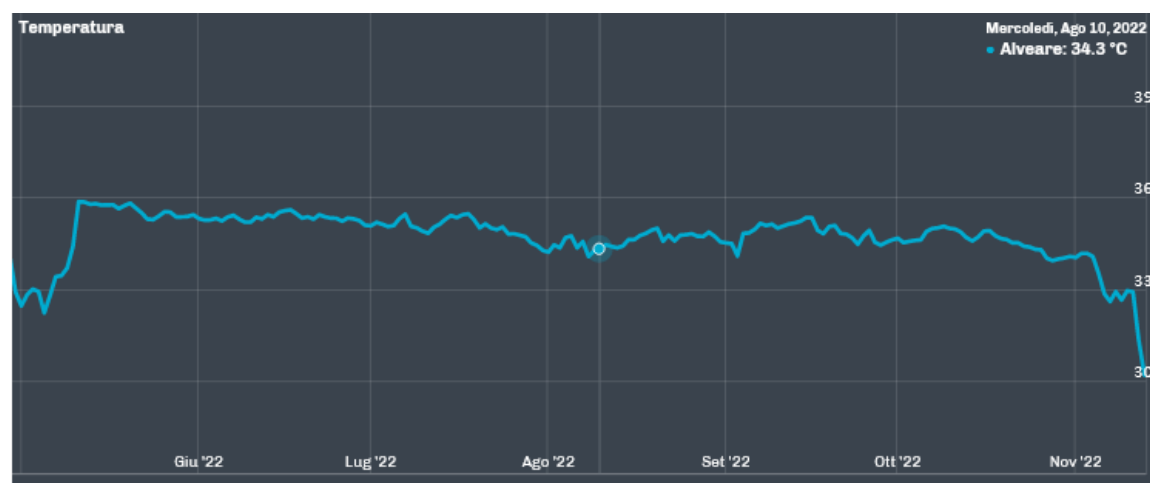


Fig. 31 - Temperatura interna Plastica 1 max 36°C il 11-05-2022 min 30,2°C il 13-11-2022

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE



Fig. 32 - Controllo temperatura esterna alveari temp. Max il 7-08-2022 32,3°C Temp. Min 12°C il 13-11-2022



Fig. 33 - Suono interno Plastica 1



Fig. 34 - Suono interno Sughero 1



Fig. 35 - Suono interno Controllo 1

Analisi dei dati ed osservazioni

Di seguito sono riportate le letture minime e massime rilevate dagli strumenti e della loro media, questo per consentire una loro interpretazione che copre un lasso di tempo in cui la variabilità puntuale deve necessariamente essere calmierata nell'analisi dei risultati.

Per quanto riguarda la temperatura esterna ovviamente tutti e tre i diagrammi riportano più o meno le stesse letture; questo al netto di posizioni leggermente diverse delle arnie che potrebbero avere avuto qualche ombreggiamento in più rispetto alle altre, alla tolleranza intrinseca degli strumenti di misurazione o al tipo di superficie su cui era appoggiato il sensore.

La temperatura interna, invece, riveste un importante ruolo come indicatore di energie spese dalla colonia per rimanere entro un optimum che garantisca il benessere delle larve ed il massimo sviluppo della famiglia. I valori limite ottenuti dalle tre tipologie di arnie sono:

Temperatura interna arnie			
Tipi di arnie	T min °C	T max °C	Media valori
PEHD	30.2	36	33.1
+Sughero	20.7	35.5	28.1
Controllo	18.7	35.6	27.15

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

L'umidità interna risulta essere un altro parametro fondamentale per la sopravvivenza e la crescita di un alveare, in quanto, la sua percentuale è direttamente correlata allo sviluppo delle larve, della produzione di pappa reale e miele oltre ad essere responsabile dell'insorgenza e proliferazione di pericolose malattie fungine e virali.

Umidità interna arnie			
Tipi di arnie	% min	% max	Media valori
PEHD	45	75	60
+Sughero	44.3	72	58.15
Controllo	47.5	64	55.75

Il livello di suono rilevato all'interno di un alveare può avere molteplici cause e significati, di conseguenza può essere interpretato solamente da un apicoltore esperto e conoscendo anche la situazione effettiva della colonia. Le motivazioni principali per cui una famiglia risulta essere più rumorosa del solito o rispetto ad altri alveari possono essere:

- mancanza della regina
- fasi precedenti alla sciamatura
- presenza di un alto numero di operaie in frenetica attività
- temperatura troppo bassa o troppo elevata all'interno dell'arnia
- infestazioni di parassiti o presenza di intrusi/corpi estranei/sostanze irritanti
- operazioni di lavoro/controllo/manutenzione da parte dell' apicoltore, specialmente se effettuate in periodi di scarsa importazione, giornate ventose e/o umide.

Nei grafici riportati in precedenza si possono osservare picchi di livelli sonori che possono essere ricondotti agli interventi di posizionamento e rimozione dei melari, visite da parte dell'apicoltore e alle operazioni di trattamento per la lotta alla varroa con antiparassitari. Queste situazioni verranno volutamente escluse dalla lettura in quanto dovute a disturbi esterni che potrebbero falsare l'interpretazione dei dati.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Detto questo, i valori registrati nel periodo riguardanti i livelli sonori sono stati i seguenti:

Livello sonoro arnie			
Tipi di arnie	Min mW/cm ²	Max mW/cm ²	Media valori
PEHD	68	2054	1061
+Sughero	203	2130	1166.5
Controllo	230	2340	1285

Nonostante tutti questi parametri siano estremamente importanti nella gestione di un alveare, quello che sicuramente ricopre il ruolo maggiore, dato che è indice diretto sia dell'aumento del numero di api sia della produzione di miele, e quindi dei guadagni dell'apicoltore, è il peso dell'arnia. Dalle rilevazioni nei grafici, si può notare come all'inizio della curva vi sia una prima impennata del peso dovuta alla messa a dimora delle arnie sulle bilance, seguita da un secondo aumento più leggero nel momento dell'inserimento della colonia di api. Successivamente in tutte le stazioni si osservano 2-3 picchi causati dal peso dei melari vuoti posizionati per la raccolta del miele. Allo stesso modo il crollo del peso in un unico giorno sta a significare la rimozione dei melari per la smielatura. Tra queste variazioni repentine si inseriscono le variazioni di peso che nel tempo aumenta in seguito alla raccolta di nettare ed all'incremento di nuove api nella famiglia. Anche qui si possono riconoscere le alternanze di peso tra il giorno dove le bottinatrici sono fuori in ricerca attiva e la notte dove tutti gli individui della colonia si sommano alle scorte.

Peso arnie			
Tipi di arnie	Peso iniziale Kg	Peso finale Kg	Differenza valori
PEHD	19	63	+ 44
+Sughero	24.3	92.1	+ 67.8
Controllo	19.6	71	+ 51.4

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Da questa ultima tabella si evince che la produttività è stata decisamente superiore nell'arnia rivestita con pannelli di sughero, inducendo così alla conclusione che una coibentazione maggiore possa aiutare le api nel loro lavoro di instancabili operaie. I risultati sono però da interpretare con cautela poiché i fattori che possono intervenire ed influenzare la produzione sono molteplici, così come la ristrettezza del numero di campioni e la durata limitata delle prove. Se in un futuro si vorranno avvalorare queste "ipotesi", occorrerà fare ricorso ad un numero maggiore di soggetti di studio suddivisi in diverse aree per caratteristiche geo morfologiche, di fioriture e climatiche ed effettuare una campagna sperimentale su più annate consecutive.



Fig. 36 – Miele prodotto con la campagna sperimentale Apitec 2022

3.3. Macro area 3

3.3.1. Introduzione

Partendo dalla stesura di uno schema a blocchi (Fig. 37), si sono potute individuare le caratteristiche e le funzionalità necessarie allo sviluppo di un prototipo che potesse rispettare i requisiti fondamentali per l'espletamento delle azioni di prelievo in automatico della pappa reale dalle stecche standard COPAIT. Queste informazioni hanno importanza fondamentale nella progettazione in quanto andranno ad influire sia sulle performance generali (es. velocità di lavoro) che sulle specifiche tecniche effettive della macchina (es. soluzioni di aspirazione, di stabilità ed ergonomia delle strutture, tipologie di controllo).

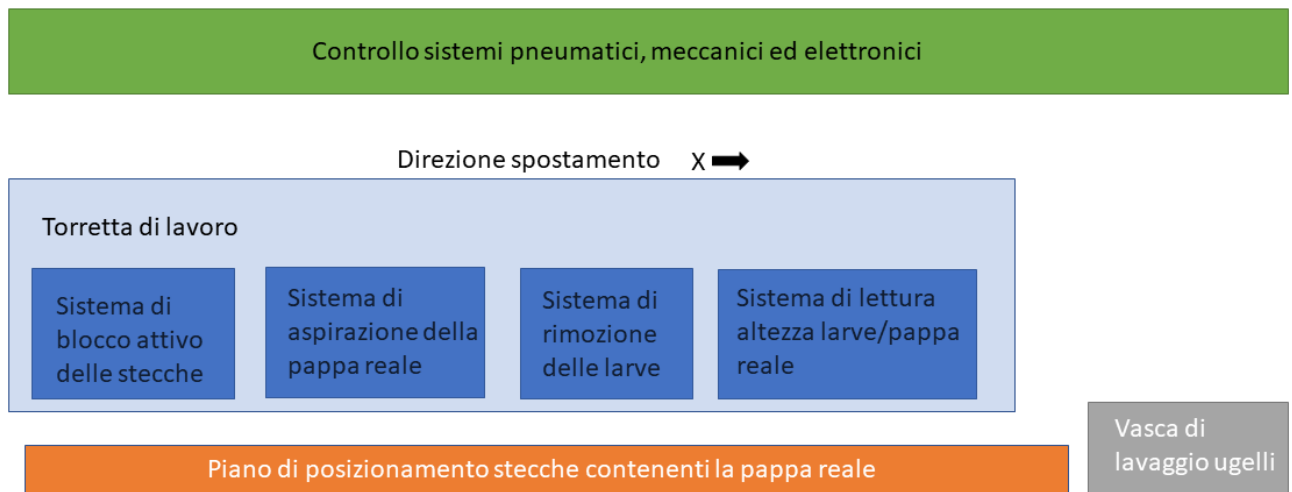


Fig. 37 - Schema a blocchi funzionali torretta di lavoro su asse X

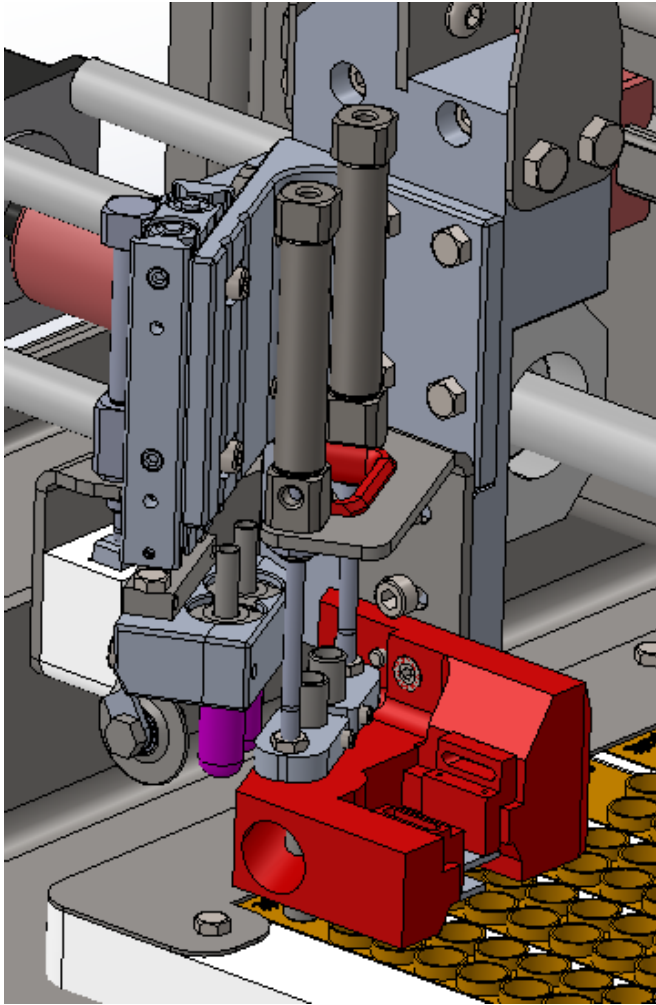


Fig. 38 - Particolare 3D torretta di lavoro

3.3.2. Azione 2.5 – Definizione delle specifiche tecniche e progettuali del sistema di aspirazione della pappa reale

La produzione della pappa reale a fini commerciali viene realizzata inserendo delle stecche di plastica appositamente studiate e create (in Italia dal COPAIT, Fig. 39 e 40) nelle arnie per 72 ore dopo avervi inserito artificialmente delle larve appena schiuse.

Queste stecche sono formate da due file parallele e sfalsate di 30 cupolini concavi ciascuna in cui le api andranno a depositare la pappa reale.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Nella prima fase di progettazione vengono considerate le macro caratteristiche che dovrà possedere il prototipo, quindi ingombri massimi, velocità di lavoro, produttività attesa e di conseguenza quantità di prodotto/materiale processato.

Sulla base di queste informazioni preliminari si è optato per la realizzazione di un piano di lavoro intercambiabile che potesse contenere 10 stecche COPAIT per ciclo di lavoro. Come già anticipato anche gli ingombri risultano importanti in un'ottica di utilizzo della macchina in ambienti abbastanza contenuti come possono essere i laboratori dei produttori di pappa reale, in funzione di questo si sono stabilite le misure massime per la macchina ad 800mm x800mm del piano di lavoro e 1000mm di altezza.

Il progetto, nella sua completezza, dopo aver stilato il diagramma a blocchi sequenziali riportato in Fig. 41, risulta essere formato dai seguenti sottoassiemi funzionali:

- Modulo di posizionamento stecche;
- Sistema di movimentazione torretta di lavoro;
- Sistema di rilevamento altezza larve/pappa reale nei cupolini;
- Sistema di asportazione larve;
- Sistema di espulsione larve;
- Sistema di aspirazione della pappa reale;
- Sistema di filtrazione e stoccaggio temporaneo della pappa reale;
- Sistema di blocco attivo delle stecche;
- Sistema di lavaggio e pulizia ugelli;
- Sistema di controllo e gestione elettronico;



Fig. 39 - Stecca standard COPAIT



Fig. 40 - Particolare stecca

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

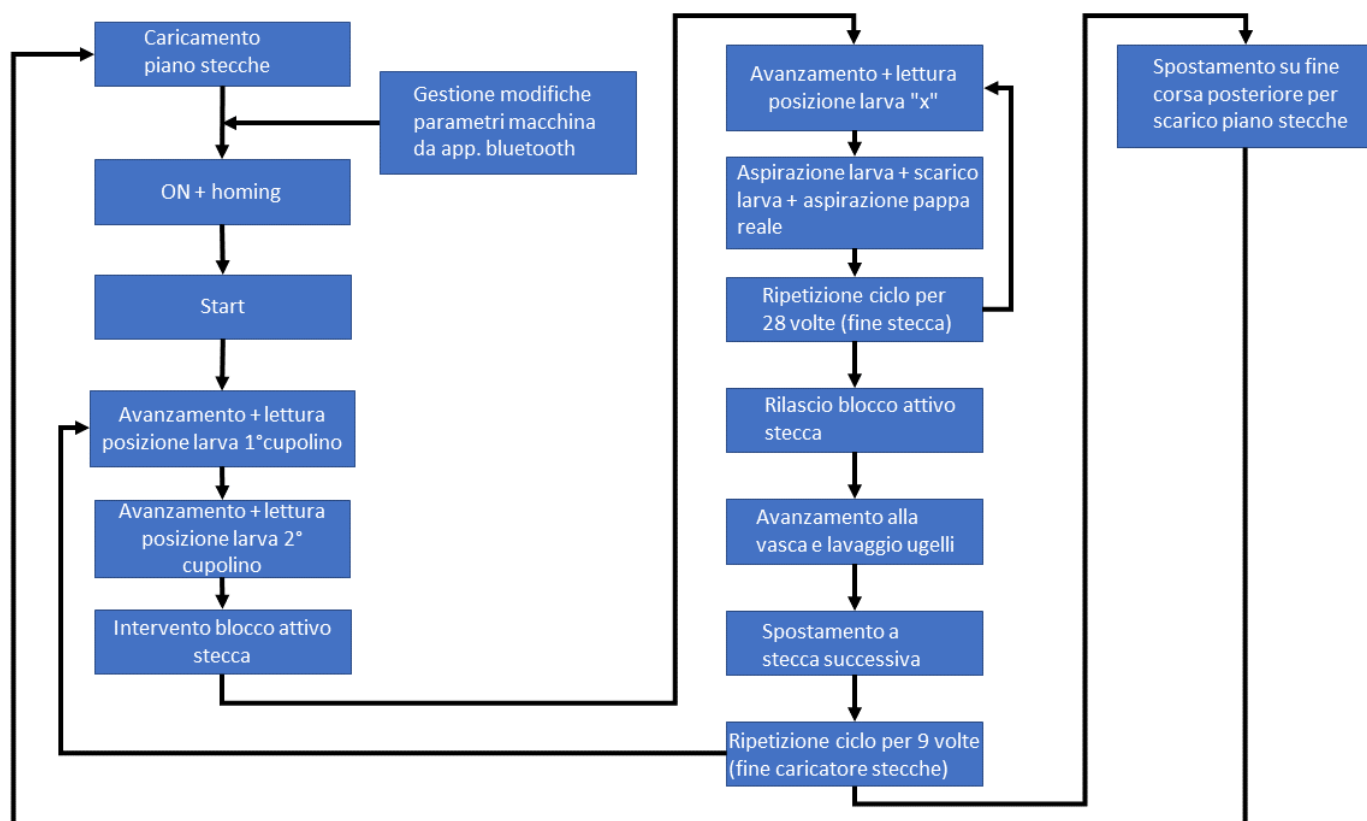


Fig. 41 - Schema a blocchi sequenziali per funzionamento macchina

- **Modulo di posizionamento stecche**

Utilizzando le stecche standard COPAIT si è studiato un piano in Nylon 6 (Fig. 42) per consentire un caricamento di 11 di queste. Sono state realizzate sedi con tolleranza dimensionale minima per assicurare un posizionamento puntuale e costante una volta sul piano di lavoro della macchina. Un sistema di ancoraggio con blocco a vite impedisce ogni movimento delle stecche garantendo massima precisione di lavoro.

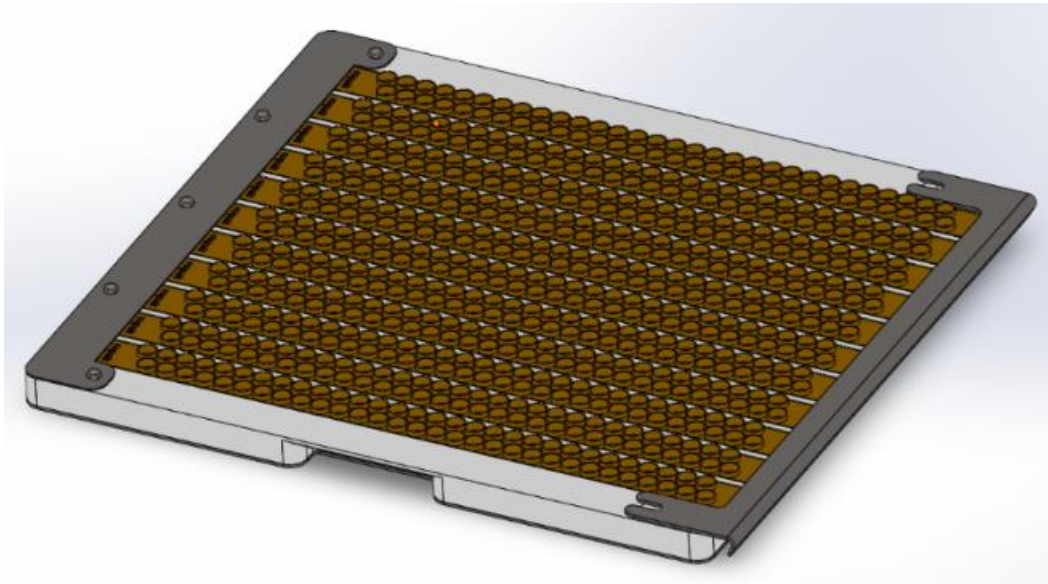


Fig. 42 - Modulo di caricamento con stecche COPAIT

- ***Sistema di movimentazione torretta di lavoro***

Questa macchina utilizza un sistema di movimentazione ad assi cartesiani X,Y,Z.

Lungo l'asse X si sviluppa la parte funzionale mossa da una vite senza fine a passo 10mm ed un motore Stepper Nema 23 (modello P57-2H-5-A-400-4) da 3,1 Nm di coppia massima.

Questo valore è di fondamentale importanza in quanto, data la tipologia di movimento con accelerazioni elevate e brevi corse tra un cupolino e l'altro, serve a garantire spostamenti precisi senza perdite di passi nel motore dovute all'inerzia del sistema di aspirazione trasportato.

L'asse Y utilizza lo stesso modello di motore ma con albero di trasmissione passo 5mm, questo perché gli spostamenti per passare da una stecca all'altra sono meno frequenti e necessitano di velocità ed accelerazioni inferiori data la massa da movimentare per garantire la medesima precisione.



Fig. 43 - Grafico coppia motore Nema 23

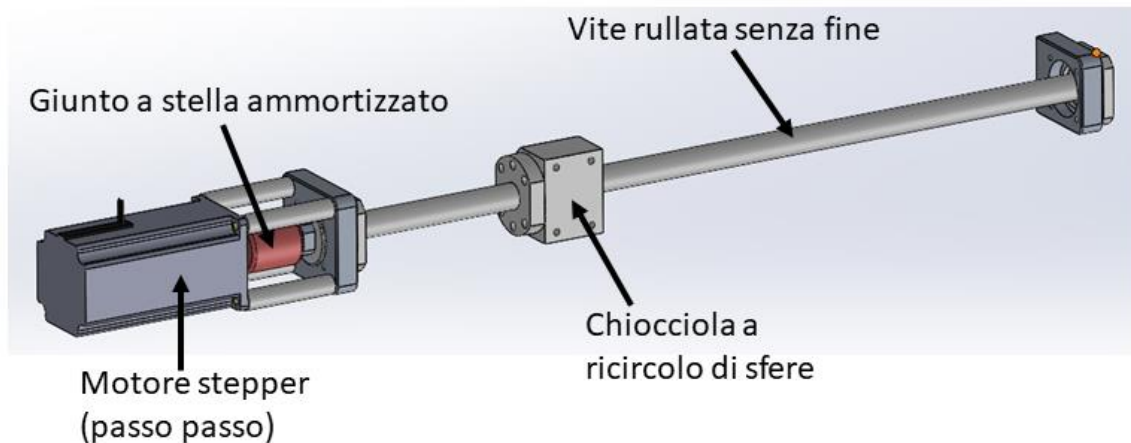


Fig. 44 - Sottoassieme motore-giunto-vite senza fine-chiocciola asse X

- **Sistema di rilevamento altezza larve/pappa reale nei cupolini**

La prima parte operativa della torretta che interviene sul processo di lavorazione è costituita da 2 sensori di distanza a tempo di volo (uno per fila di cupolini sulla stecca). Il rilevamento della posizione in altezza è effettuato tramite un laser puntiforme che, una volta riflesso dalle larve (la loro profondità nei cupolini è in funzione della quantità di pappa reale su cui sono adagiate), colpisce il ricevitore sulla scheda; il tempo impiegato dal fascio per compiere questo tragitto viene tradotto in unità lineare con una risoluzione di 1mm.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Grazie ai dati rilevati da questo sistema è possibile, tramite un microcontrollore dedicato, andare a gestire l'altezza di prelievo delle larve, evitando così di affondare nei cupolini e far fuoriuscire la pappa reale.

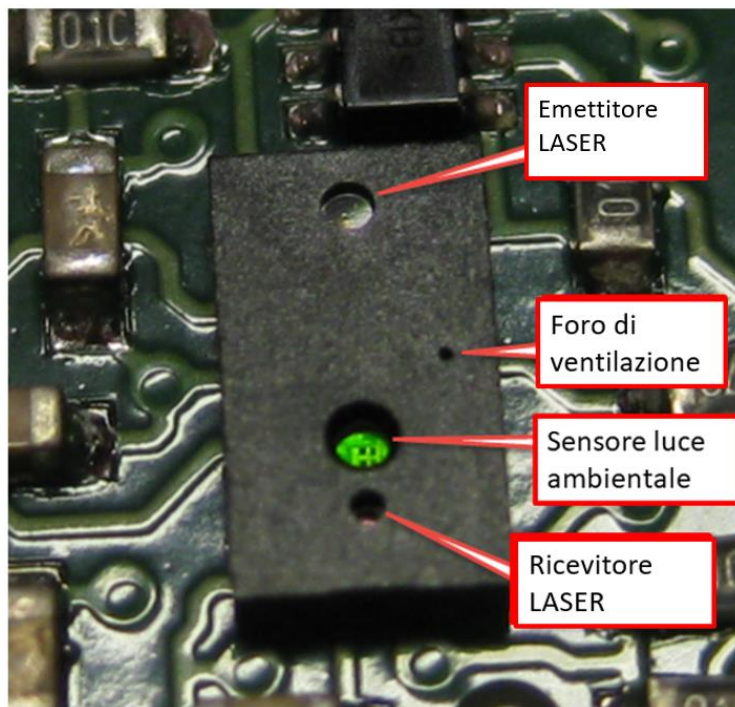


Fig. 45 - Particolare del sensore laser a tempo di volo mod. STM-VL6180X

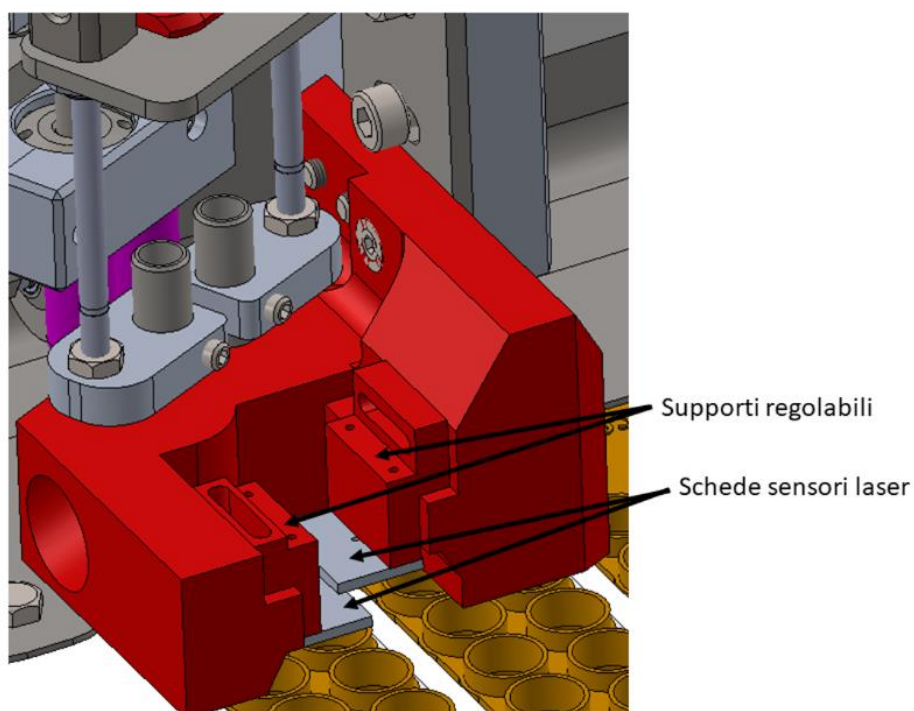


Fig. 46 - Particolare schede sensore laser e loro sistema di supporto/regolazione

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

- **Sistema di asportazione larve**

Una volta processati i dati relativi alle posizioni delle larve, la torretta di lavoro si può spostare alla fila di cupolini successiva per la prossima rilevazione laser e consentire al sistema di aspirazione larve di scendere ad operare nella posizione precedentemente analizzata.

L'asportazione viene eseguita tramite due beccucci cilindrici in acciaio inox AISI 304 con fori da 0.5mm all'estremità di raccolta e collegati ad una pompa da vuoto dall'altra.

Il movimento di discesa è operato da due attuatori pneumatici lineari sui quali sono montati sensori di posizione e gestiti da microcontrollore. Questi cilindri garantiscono precisioni di stop ai punti determinati dal software nell'ordine di 2 decimi di millimetro.

Siccome la pappa reale ha un alto valore economico e la sua produzione è quantitativamente limitata, è stato aggiunto un vaso di raccolta alla fine dei tubi in uscita dai beccucci, in modo che l'eventuale aspirazione accidentale di pappa reale non venisse sprecata e non andasse ad otturare i condotti primari della pompa da vuoto.



Fig. 47 - Particolare beccuccio asportazione larve

- **Sistema di espulsione larve**

Non appena discesi nei cupolini, i beccucci aspirano e trattengono le larve durante il ritorno alla posizione di partenza comandati da cilindri pneumatici. Questa risalita termina all'interno di un canale che corre perpendicolarmente ai beccucci ed al quale è collegato un sistema di espulsione con valvola pneumatica a rilascio rapido. In un serbatoio posto dietro

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

alla torretta di lavoro viene accumulata una scorta di aria compressa a 4bar che viene rilasciata tutta contemporaneamente quando i cilindri di prelievo larva raggiungono il loro punto morto superiore. Il getto pressurizzato fa in modo che le larve si stacchino dai beccucci e vengano convogliate all'interno di un cassetto raccoglitore collocato all'estremità opposta del canale di scarico.

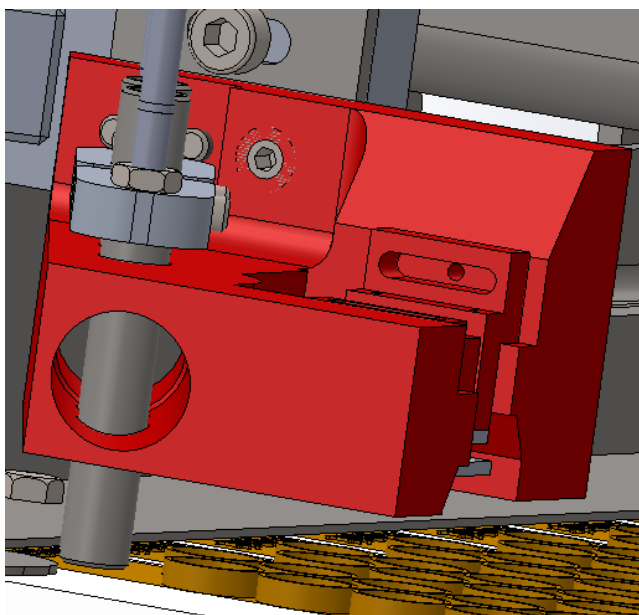
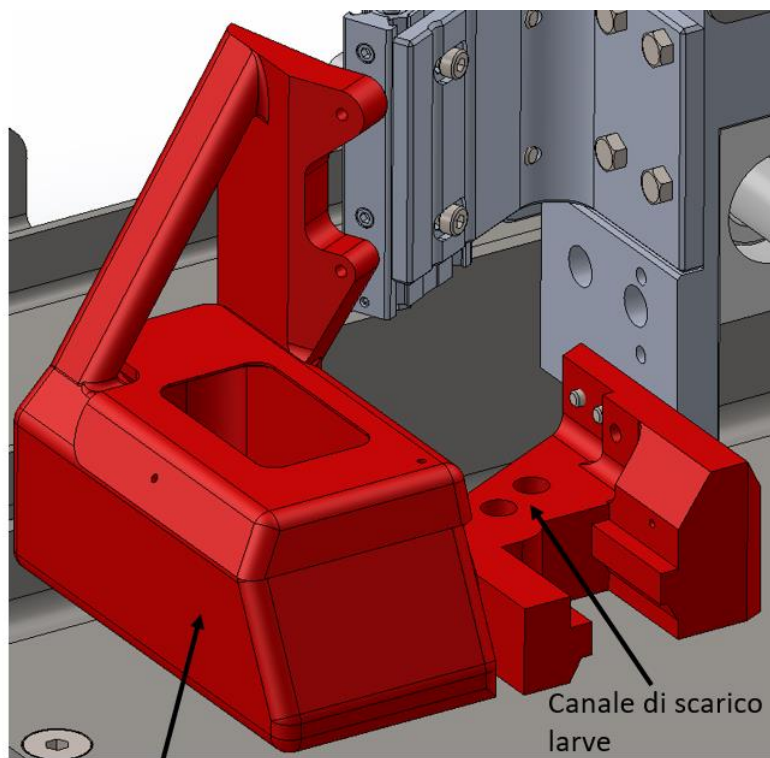


Fig. 48 - Particolare canale di scarico larve



Cassetto di raccolta

Canale di scarico
larve

Fig. 49 - Sistema di scarico larve completo

- **Sistema di aspirazione della pappa reale**

A questo punto i cupolini risultano essere pronti al prelievo della pappa reale. L'operazione viene eseguita tramite la discesa negli stessi, questa volta a quota fissa fino al fondo, di altri beccucci specificatamente progettati e studiati per consentire una aspirazione costante durante tutta la fase di lavoro e la totale asportazione della pappa reale. Il sistema è rappresentato e descritto nelle figure sottostanti.

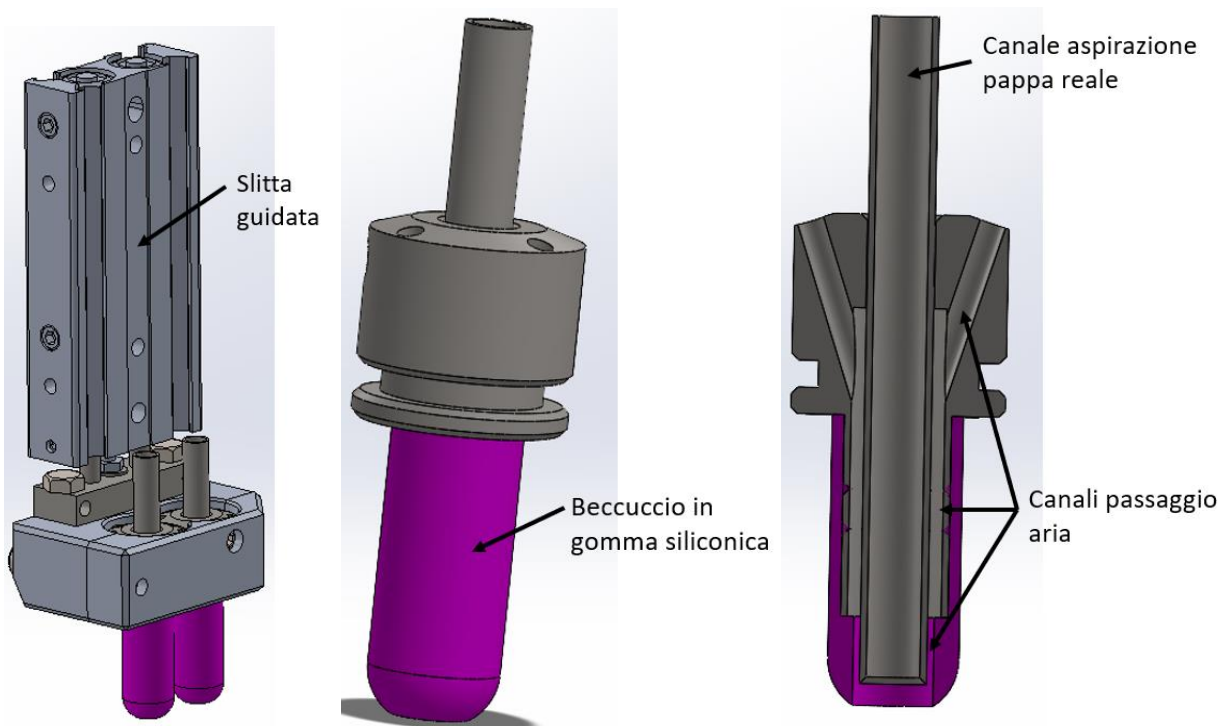


Fig. 50 – Sistema di aspirazione pappa reale con particolare e sezione

- **Sistema di filtrazione e stoccaggio temporaneo della pappa reale**

L'aspirazione della pappa reale è eseguita tramite il vuoto creato da un'altra pompa che, collegata ad un vaso di raccolta convoglia il prodotto dai cupolini lungo i tubi, fino ad un filtro in acciaio inox AISI 304 con maglia filtrante da 0.5mm collocato all'interno del vaso stesso.

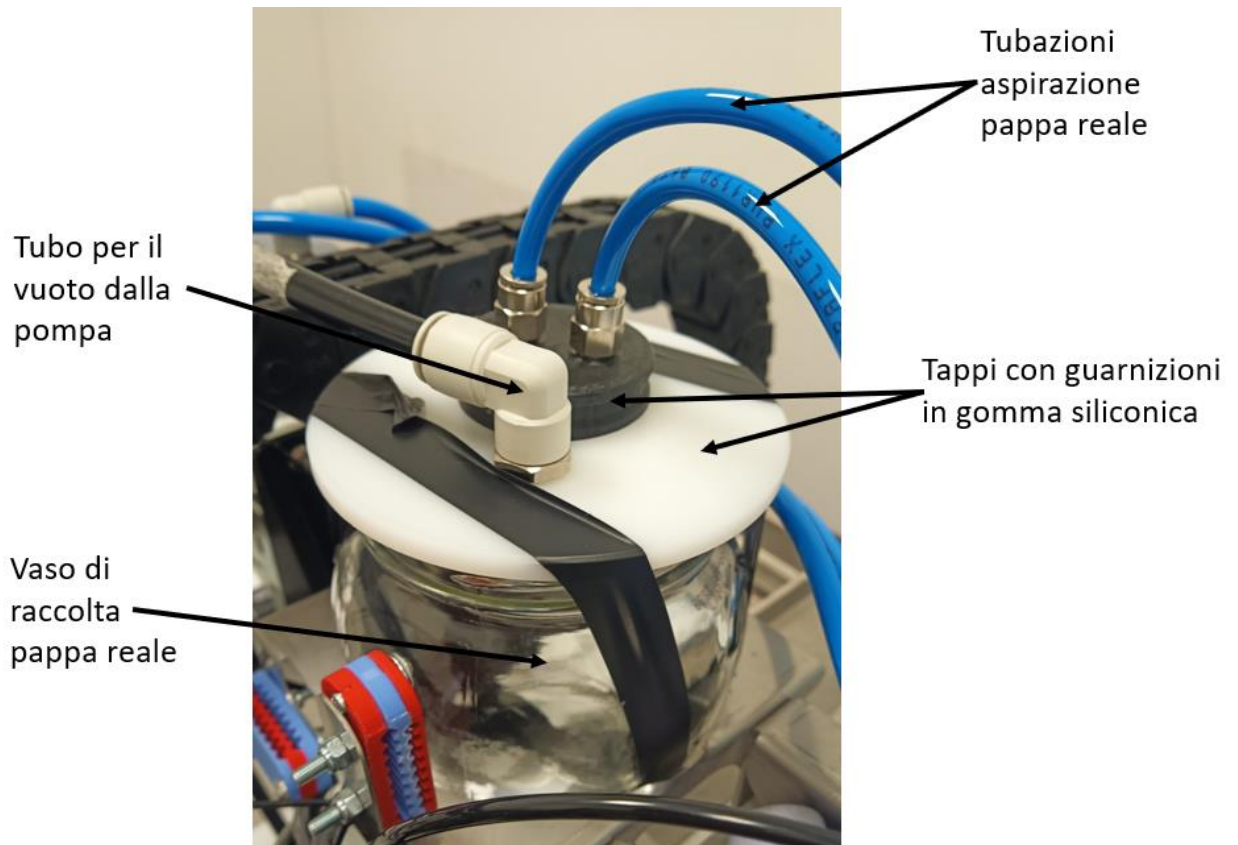


Fig. 51 – Vaso in vuoto e tappi con aspirazione per la pappa reale

- **Sistema di blocco attivo delle stecche**

Grazie all'esperienza di Pasini come produttore di pappa reale sappiamo che le stecche, col passare del tempo ed utilizzo, tendono a diventare ricurve e quindi a dare problemi ai nostri sistemi di rilevamento, asportazione ed aspirazione. Pertanto, si è sviluppata una soluzione per ovviare a questa situazione, consistente in un disco con possibilità di ruotare che, premuto da un cilindro a penna nello spazio che intercorre tra le due file di cupolini mantiene piana la stecca durante le fasi di lavorazione.

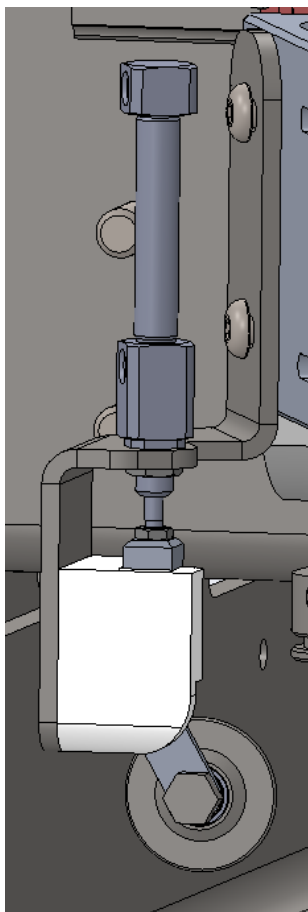


Fig. 52 - Sistema di blocco attivo delle stecche

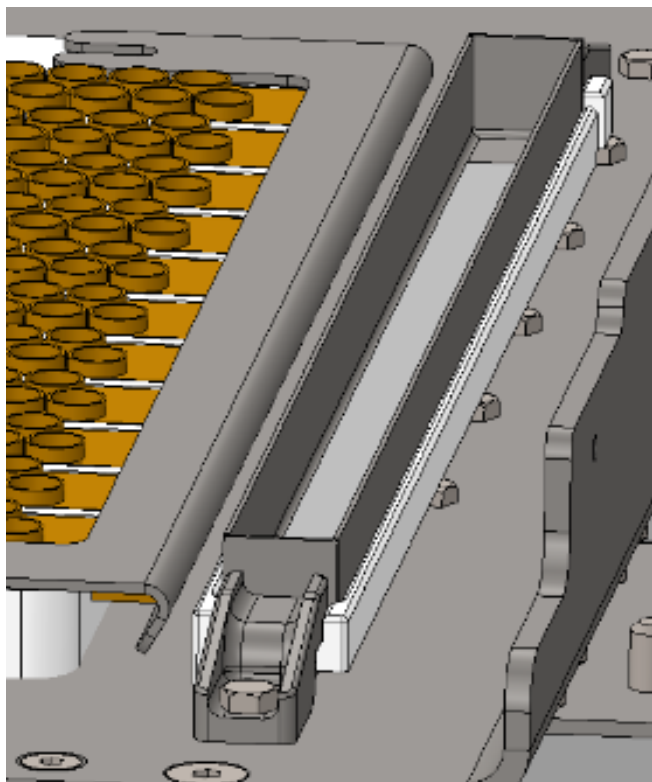


Fig. 53 - Particolare vasca di lavaggio ugelli con acqua a temperatura controllata

- ***Sistema di lavaggio e pulizia ugelli***

Alla fine di ogni stecca, gli ugelli per l'asportazione larva risultano essere sporchi di pappa reale e cera d'api, condizione che pregiudica il funzionamento degli stessi ostruendone i microfori. Si è progettato pertanto un sistema di lavaggio che, con l'ausilio di acqua riscaldata a 60°C, scioglie i residui e consente un nuovo ciclo di lavoro sulla stecca successiva in condizioni ottimali.

- ***Sistema di controllo e gestione elettronico***

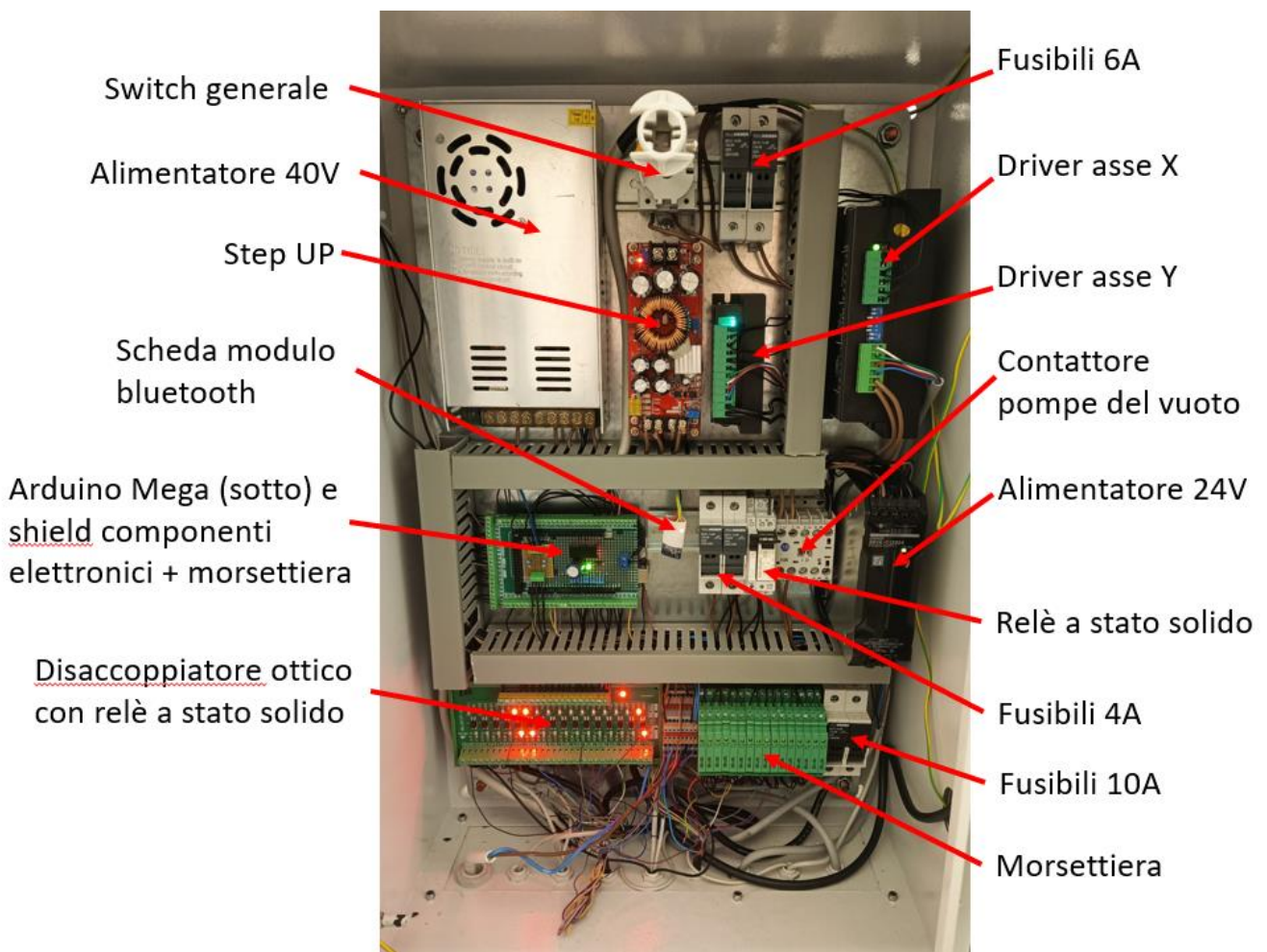
Tutti i sistemi fin qui descritti sono gestiti da due microcontrollori separati fisicamente ma integrati tramite software dedicato.

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

La gestione della macchina è affidata ad un Arduino mega nel quadro principale dove i collegamenti alle parti funzionali sono protetti da un disaccoppiatore ottico. Da qui abbiamo la gestione sia della parte elettronica sia di quella pneumatica per i movimenti dei motori che dei principali attuatori.

Altro sistema di controllo che lavora in tandem con il principale, come già accennato in precedenza, è un Arduino nano che gestisce le letture dei sensori laser e di conseguenza i cilindri per le altezze di discesa dei beccucci asportazione larve.

L'interfaccia utente è stata posizionata su un pannello comandi mobile dove sono presenti i principali pulsanti per l'utilizzo della macchina. In aggiunta a questa soluzione si è sviluppata una applicazione dedicata con connessione Bluetooth per il settaggio dei parametri fondamentali di funzionamento.



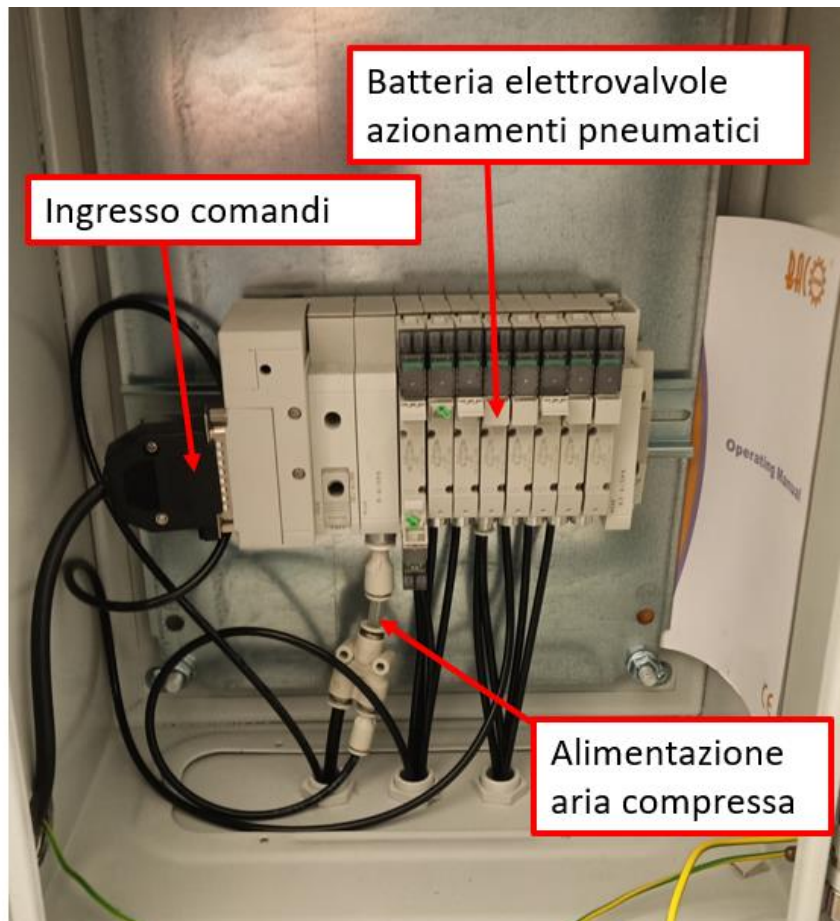


Fig. 54 e 55 - Quadro elettrico e quadro pneumatico



Fig. 56 - Pannello comandi

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

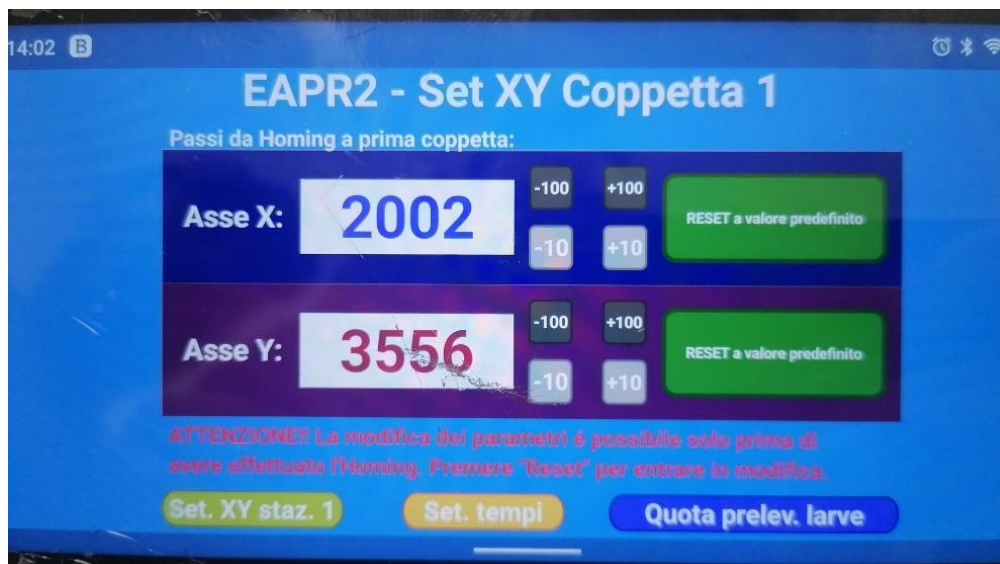


Fig. 57 - Schermata app bluetooth da smartphone per settaggio posizione ugelli



Fig. 58 - Schermata app bluetooth da smartphone per settaggio tempi di aspirazione



Fig. 59 - Schermata app bluetooth da smartphone per settaggio offset altezza di prelevamento larve

3.3.3. Azione 3.3 – Specifiche tecniche per la progettazione e il collaudo del sistema di aspirazione della pappa reale e supporto alla progettazione

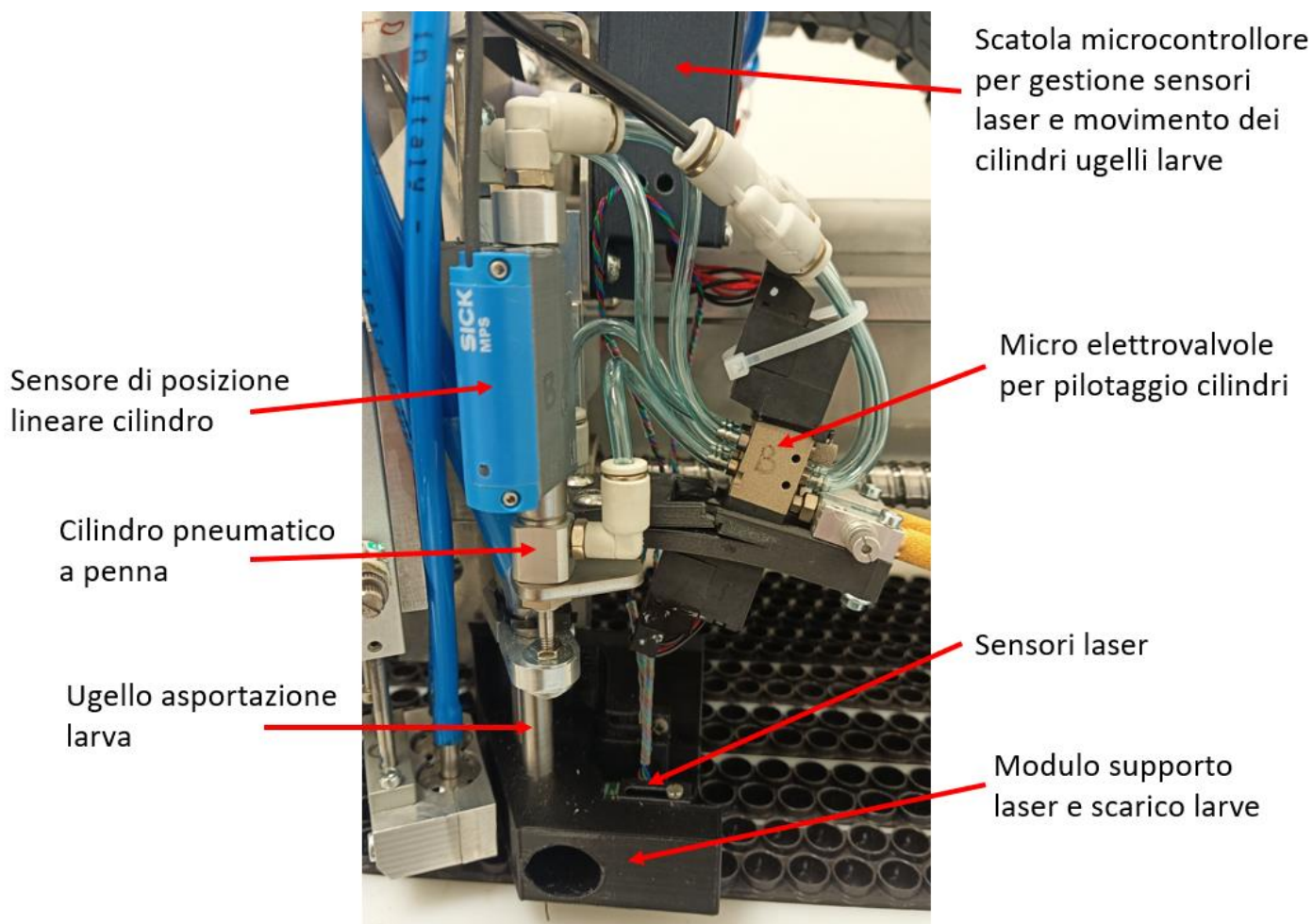
Il partner P4 (Istituto Statale Istruzione Tecnica A. Manetti) al quale competeva questa azione, non ha potuto partecipare al progetto a causa di problematiche amministrative interne all'istituto. Le operazioni definite dal progetto rimaste scoperte sono comunque state assorbite ed assolte dal partner P3 (Roggi srl) in quanto parte necessaria e fondamentale per l'avanzamento della progettazione del prototipo di macchina per l'aspirazione della pappa reale.

3.3.4. Azione 3.4 – Progettazione e costruzione del sistema di aspirazione della pappa reale

Completata la revisione progettuale con i partner di progetto è stato rilasciato il design package definitivo ed è stato avviato l'acquisto dei materiali commerciali, l'esecuzione dei componenti a disegno, la realizzazione dei sottogruppi, dei gruppi e degli assiemi necessari per l'assemblaggio prototipo. Prima della loro integrazione nel sistema prototipale, i vari elementi funzionali sono stati verificati in termini di ingombri e funzionalità per garantirne il corretto

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

assemblaggio e la rispondenza alle specifiche di progetto. I risultati dei vari step di costruzione e montaggio sono dettagliati nelle figure seguenti:



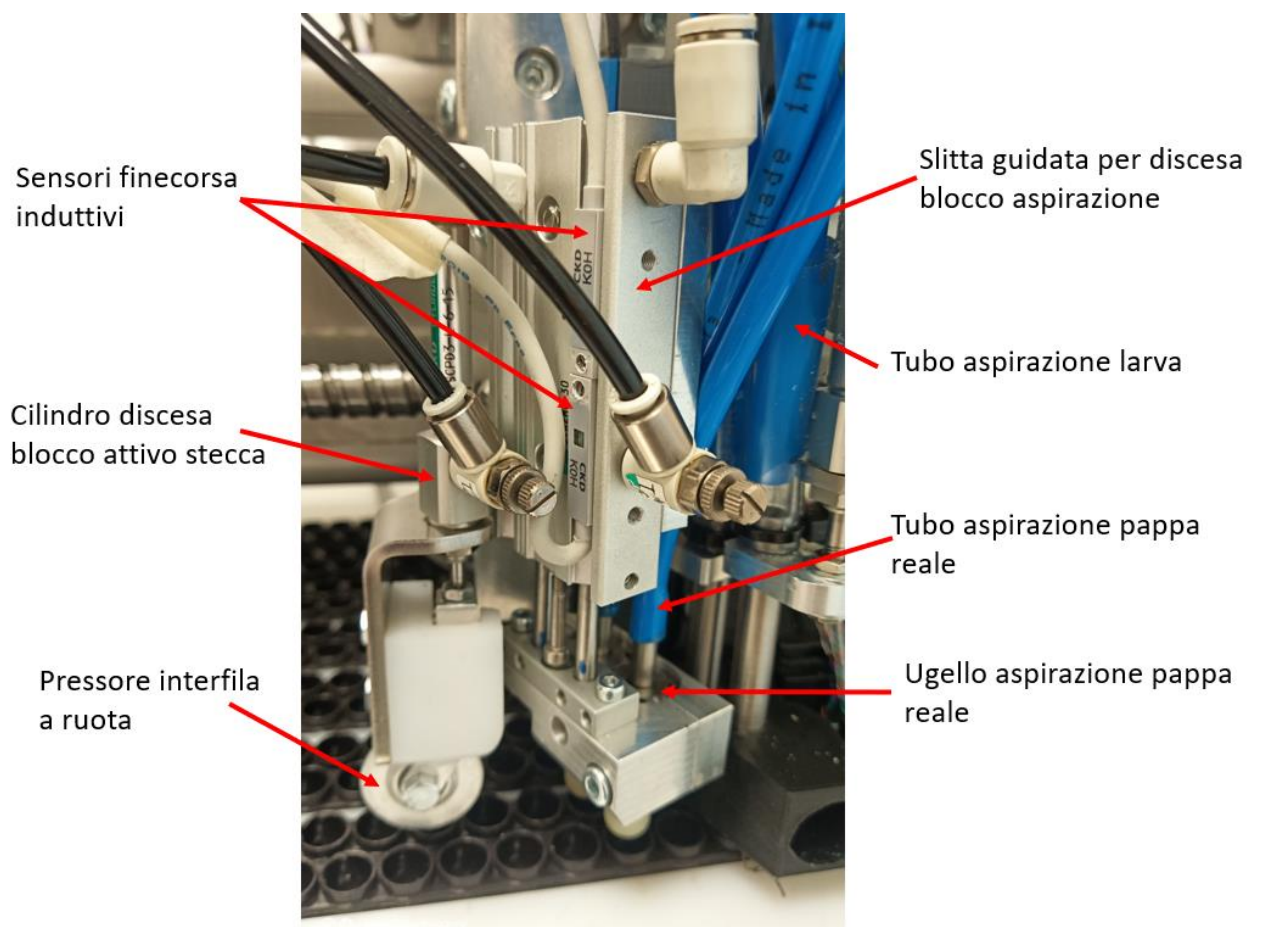
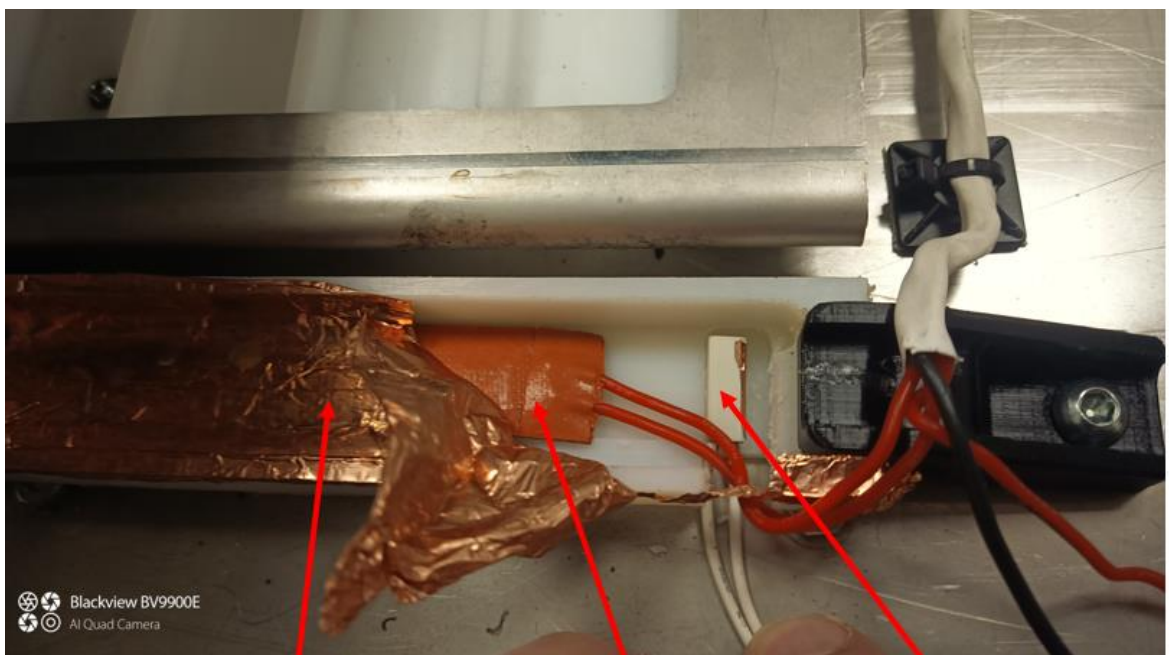


Fig. 60 e 61 - Torretta di lavoro



Fig. 62 - Vasca di lavaggio ugelli



Adesivo in rame
per conduzione
termica

Elemento riscaldante
impermeabile 24V

Fusibile termico
ripristinabile 65°C

Fig. 63 - Particolare sistema riscaldante

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

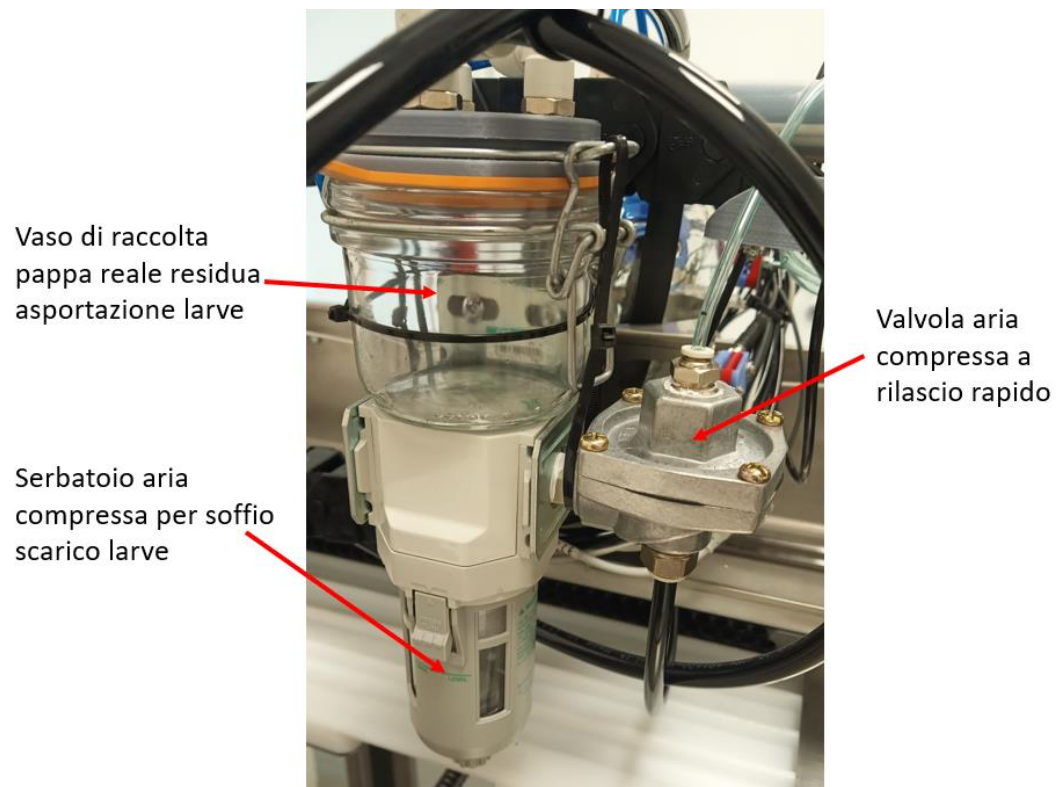


Fig. 64 - Componenti del retro torretta di lavoro



APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

Fig. 65 e 66 Pompe da vuoto per aspirazione larve e pappa reale, cassetto di raccolta larve



Fig. 67 - Piano stecche completo

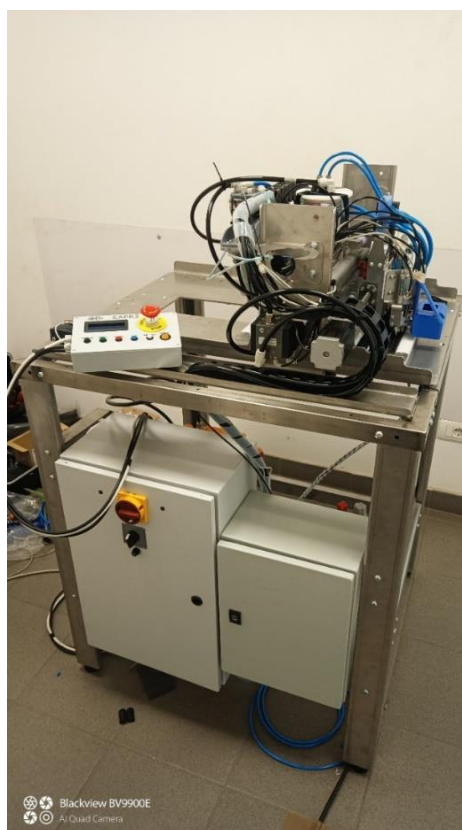
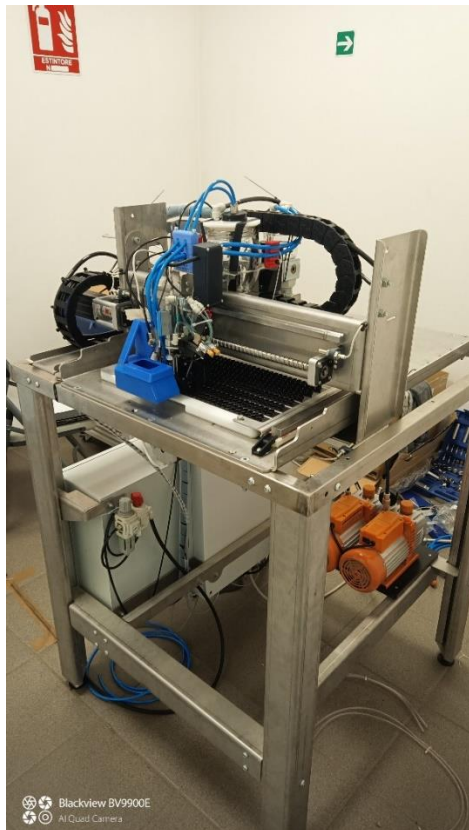




Fig. 68, 69 e 70 - Viste macchina completa

3.3.5. Azione 4.2 – Verifica del funzionamento del sistema di aspirazione della pappa reale

Completata la fase di costruzione, assemblaggio e integrazione, il prototipo è stato sottoposto ai test di validazione e collaudo. Le attività di validazione e collaudo del prototipo sono state eseguite sia sui singoli componenti che sul prototipo nel suo complesso ed hanno interessato tanto le performance meccaniche quanto quelle di automazione.

Le performance meccaniche e di automazione sono state verificate in termini di funzionamentogenerale, velocità degli azionamenti, intervento degli attuatori, interfacce con i diversi componenti con risultati perfettamente in linea con le specifiche di progetto.

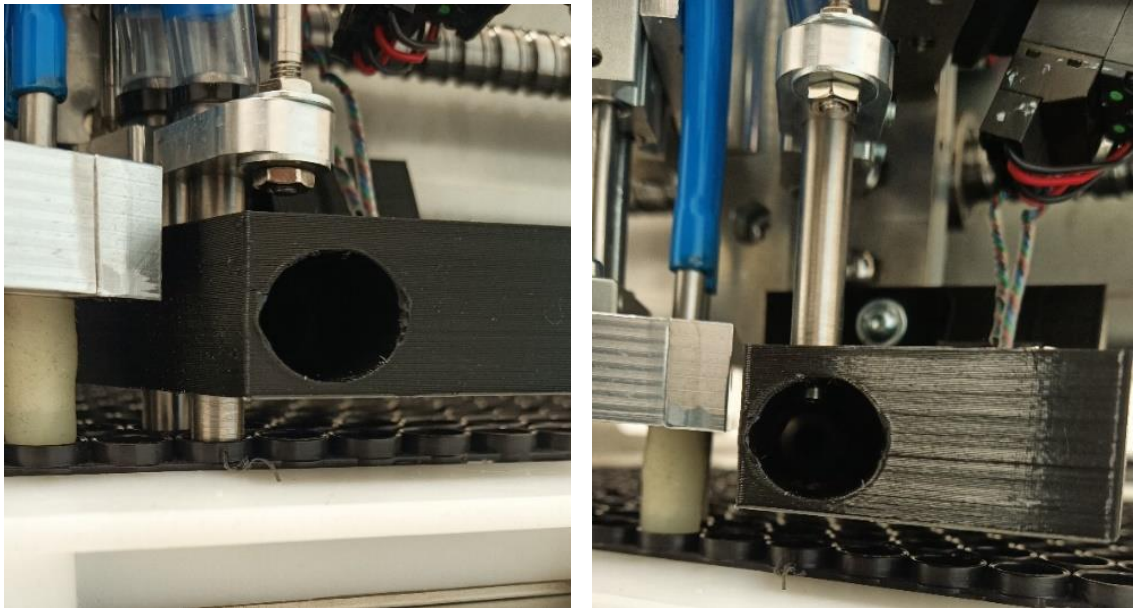


Fig. 71 e 72 Particolare asportazione larva prima fase (aspirazione) e seconda fase (cilindri retratti e soffio trasversale aria compressa a rilascio rapido)

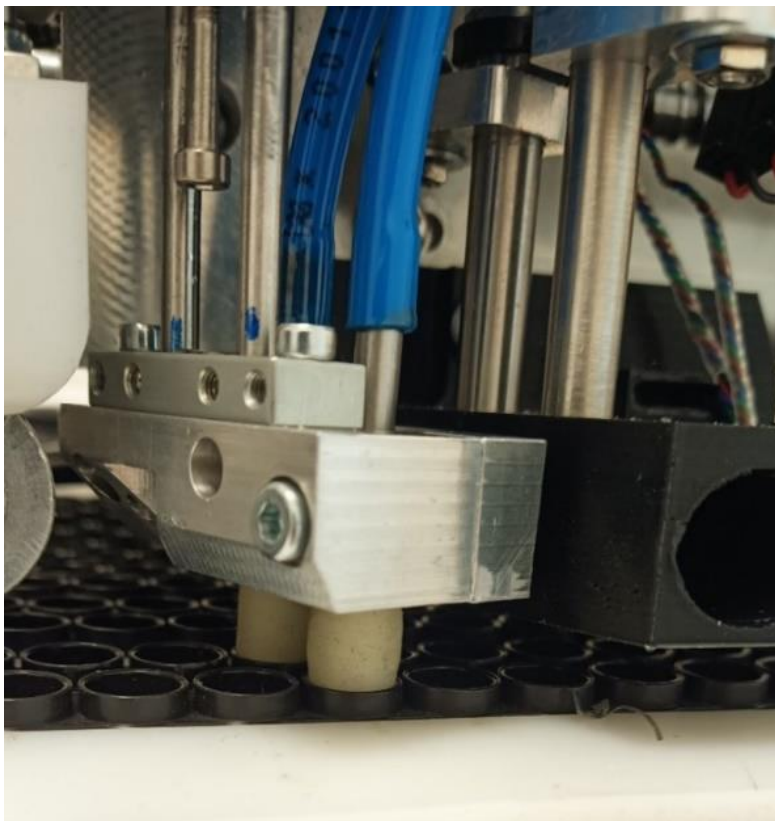


Fig. 73 - Aspirazione pappa reale



Fig. 74 - Particolare sistema di blocco attivo stecche posizione interfilare



Fig. 75 - Particolare operazione di lavaggio ugelli

3.3.6. Azione 4.3 – Rilascio dei prototipi definitivi

La Roggi srl ha eseguito le prove sperimentali ed di monitoraggio per l'ottenimento dei livelli di performance del prototipo meccanico e del sistema di automazione definiti nelle specifiche tecniche. Sulla base delle indicazioni ottenute dalle prove "in campo" è stata verificata la rispondenza delle specifiche tecniche e delle scelte progettuali alle effettive condizioni di utilizzo, e sono state individuate delle indicazioni di eventuali implementazioni e revisioni progettuali da apportare al progetto nell'ottica di una futura industrializzazione del prototipo.

Dalla sperimentazione e validazione del prototipo è stato possibile evidenziare le seguenti criticità/aree di miglioramento da considerare per eventuali sviluppi futuri:

Dimensioni piano macchina

Se da progettazione 3D le misure di ingombro sembravano essere ideali, nella realtà è stato appurato che la corsa dell'asse X e di conseguenza la larghezza del piano di lavoro dovrebbero essere maggiorate di circa 50mm per consentire movimenti più ampi ed evitare il rischio di collisione delle parti mobili.

Sistema di sostituzione piano stecche

Per un funzionamento preciso e puntuale, la macchina, ha la necessità di avere un piano stecche costantemente nella medesima posizione con tolleranze minime. Per garantire questo si è realizzato un piano intercambiabile con spine di centraggio realizzate ad hoc ma, dopo i test è emerso che queste sì, rispettavano le nostre esigenze, ma a discapito della comodità di scambio delle tavole per il caricamento della macchina. Sarà quindi da sviluppare un sistema alternativo che possa incontrare entrambi i requisiti.

Ergonomia generale

Date le minime dimensioni e distanze dettate dalle stecche standard COPAIT e dalla quantità di parti funzionali necessarie, si è evidenziata una carenza di ergonomia in pressoché ogni parte della torretta di lavoro. Cavi, tubazioni, attuatori e parti mobili risultano coesistere in uno spazio estremamente angusto con derivanti difficoltà di

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE

intervento. Uno studio mirato al miglioramento di questa situazione non potrà che agevolare la fruibilità dell'eventuale futura realizzazione.

Fase 5 – Ampliamento dell'accordo di cooperazione e divulgazione dei risultati di progetto

In questa fase sono state svolte tutte le azioni dedicate alla promozione e alla divulgazione dei risultati del progetto al fine di aumentare la diffusione dell'innovazione e la competitività del comparto.

Il target di riferimento per le azioni di divulgazione e trasferimento dei risultati è stato rappresentato principalmente da aziende del settore apistico.

Sono stati svolti due corsi di divulgazione come da locandina riportata



Fig. 76 – Locandina del primo corso di divulgazione

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE



Fig. 77 – Primo corso di divulgazione presso Apicoltura Pasini



Fig. 78 – Locandina del secondo corso di divulgazione

APITEC-RELAZIONE TECNICA FINALE





Fig. 79, 80 e 81 – Secondo corso di divulgazione presso Apicoltura Pasini