

CARATTERISTICHE PROGETTUALI, COSTRUTTIVE E FUNZIONALI DI STRUTTURE SPERIMENTALI DI STOCCAGGIO E DI MOLTIPLICAZIONE DI *TORYMUS SINENSIS*

L. CONTI ¹, A. GUIDOTTI ², M. MONTI ¹, F. PENNACCHIO ³, V. RACANELLI ¹,
R. RUSSU ², F. SORBETTI GUERRI ¹

¹ Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF), Università degli Studi di Firenze Via San Bonaventura, 13 50145 Firenze

² Regione Toscana, Servizio Fitosanitario Regionale, Coordinamento lotte obbligatorie Via Pietrapiana, 30 50121 Firenze

³ Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria - Centro di ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia ABP Entomologia Via Lanciola, 12/a - Cascine del Riccio - 50125 Firenze francesco.sorbettiguerra@unifi.it

RIASSUNTO

A seguito della diffusione sul territorio della Toscana del cinipide galligeno del castagno, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera Cynipidae) che, a partire dal 2008 ha provocato notevoli danni al patrimonio castanicolo regionale, la Regione Toscana ha avviato un programma di lotta biologica utilizzando l'antagonista *Torymus sinensis* (Hymenoptera Torymidae) da allevare e distribuire secondo precisi protocolli tecnico scientifici. Nell'ambito di tale programma è stata prevista la realizzazione di strutture sperimentali aventi caratteristiche di alta sostenibilità (ambientale, economica e sociale) per lo stoccaggio e la conservazione di galle di castagno raccolte sul territorio regionale. I manufatti rappresentano un prototipo unico in Italia, il cui progetto rispetta le norme sulle costruzioni in legno, prevedendo l'autocostruzione di pannelli trasportabili, da assemblare nel sito di destinazione e l'uso di materiali e strumenti facilmente reperibili. Il presente lavoro descrive le caratteristiche di tali manufatti facendo particolare riferimento alla giustificazione funzionale degli aspetti progettuali e delle caratteristiche costruttive. Vengono anche illustrati i primi risultati relativi alla risposta pratica della metodologia di allevamento adottata.

Parole chiave: cinipide galligeno, *Dryocosmus kuriphilus*, strutture di stoccaggio, *Castanea sativa*

SUMMARY

DESIGN, FUNCTIONAL AND STRUCTURAL FEATURES OF SUSTAINABLE EXPERIMENTAL BUILDINGS FOR STOCKING AND REPRODUCING *TORYMUS SINENSIS*

Following the spread on Tuscany territory of *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera Cynipidae) which, since 2008, has caused considerable damage to the regional heritage of chestnut trees, the Tuscany region has started a biological control program using the antagonist of *D. kuriphilus*, the *Torymus sinensis* (Hymenoptera torymidae) which will be bred and distributed according to technical scientific protocols. The regional program has planned the construction of experimental facilities with characteristics of high environmental, economic and social sustainability for the storage and preservation of chestnut galls harvested in the regional territory. The structures represent a unique prototype in Italy: their design respects the rules laid down for wooden constructions and is based on the self-construction of transportable panels to assemble on the target site, and the use of easily available materials and tools. This work describes the characteristics of these structures with particular reference to the justification of the functional aspects of design and construction features. Furthermore, the first results of the practical response of breeding methodology adopted are presented.

Keywords: *Dryocosmus kuriphilus*, stocking structures, *Castanea sativa*

INTRODUZIONE

Il problema generato dal cinipide galligeno del castagno (*Dryocosmus kuriphilus*)

Il cinipide galligeno del castagno, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera cynipidae), è una specie recentemente introdotta sul territorio europeo. Dalla prima segnalazione avvenuta in Piemonte (2002), il cinipide si è diffuso in tutto il territorio nazionale e in molte aree dell'Europa con vocazione castanicola (Francia, Svizzera, Slovenia, Ungheria, Repubblica Ceca, Croazia, Austria, Germania, Paesi Bassi). Una così rapida diffusione dell'insetto è da attribuire essenzialmente al commercio di materiale di propagazione (giovani piantine, talee o marze per innesti) nelle cui gemme, ancora asintomatiche, sono presenti uova e larve giovani del fitofago.

I danni causati da *D. kuriphilus* al castagno europeo (*Castanea sativa* Miller) sono risultati da subito rilevanti, caratterizzati, nei casi di forti infestazioni, da squilibri fisiologici, da una maggior suscettibilità ad altre avversità e da una evidente diminuzione della produzione di frutti e degli accrescimenti legnosi. L'importanza del castagno sotto il profilo produttivo e quale componente caratterizzante gli ecosistemi forestali e il paesaggio in vasti territori montani, ha imposto la necessità di realizzare un programma di lotta biologica classica che, ad oggi, ha interessato tutte le più importanti aree castanicole italiane. Tale programma ha previsto l'impiego di un parassitoide specifico di origine cinese, *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera Torymidae) già utilizzato con successo in analoghi programmi di lotta biologica classica in Giappone e Corea a seguito dell'invasione di *D. kuriphilus* in quei territori (Gyoutoku e Uemura, 1985; Moriya *et al.*, 1990; Ôtake *et al.*, 1984; Quacchia *et al.*, 2008).

La strategia di difesa della Regione Toscana: la lotta biologica con *T. sinensis*

La presenza del cinipide galligeno in Toscana è stata segnalata per la prima volta nel corso dell'estate 2008. La Regione Toscana ha considerato da subito la lotta biologica come la sola strategia utile per il controllo del cinipide nella realtà castanicola regionale, costituita spesso da impianti tradizionali, situati su pendici acclivi, dove l'attuazione di strategie di lotta chimica non può essere realizzata sia per considerazioni di ordine pratico ed ecologico, sia per i vincoli imposti dalla normativa vigente (Guidotti *et al.*, 2013). La capillare attività di monitoraggio messa in atto su tutto il territorio ha permesso di seguire nel dettaglio la diffusione delle infestazioni dell'insetto e di individuare, nel corso degli anni successivi (dal 2010 al 2014) i siti ottimali per gli interventi di lotta biologica. Tali interventi, realizzati mediante il rilascio del limitatore naturale specifico *T. sinensis* sono stati effettuati ad oggi in oltre 1.000 siti distribuiti in tutte le aree castanicole della regione. Negli anni compresi tra il 2010 e il 2013, gli esemplari di *T. sinensis* sono stati forniti essenzialmente dall'Università di Torino mentre nel corso del 2014 sono stati ottenuti in gran parte da galle raccolte sul territorio regionale. A partire dal 2011 è iniziata l'attività di monitoraggio per la verifica dell'insediamento del parassitoide introdotto e dei livelli di parassitizzazione via via raggiunti. Per tale fine, sono state raccolte e poste in allevamento un congruo numero di galle: 10.000 per sito nei primi due anni dopo il lancio, quando le popolazioni risultavano ancora piuttosto rarefatte, 500-1.000 per sito negli anni successivi. Queste procedure hanno permesso anche di seguire la fenologia di *T. sinensis* e hanno consentito di rilevare la necessità di realizzare l'allevamento delle galle in condizioni microclimatiche il più possibile simili a quelle tipiche degli ambienti dei castagneti di destinazione. Di fatto, dalle galle mantenute in allevamento presso il CREA-ABP (Entomologia) di Firenze, gli adulti del parassitoide iniziavano a emergere già alla fine di febbraio-inizio marzo, ben prima del momento idoneo per il rilascio degli esemplari in campo, ovvero alla ripresa vegetativa del castagno e alla comparsa delle nuove galle. Si è reso quindi

necessario progettare e realizzare strutture di allevamento e di stoccaggio da collocare direttamente in prossimità dei siti di rilascio per sincronizzare le fasi fenologiche del parassita e del parassitoide. Tutte le attività sono state coordinate dal Servizio Fitosanitario Regionale con la consulenza scientifica del CREA-ABP (Entomologia) e hanno visto la collaborazione di tutti gli Enti territoriali competenti e delle diverse associazioni castanicole quali l'Associazione per la Valorizzazione della Castagna dell'Amiata, l'Associazione Castanicoltori della Garfagnana, e le altre operanti in Toscana, aderenti all'Associazione Nazionale Città del Castagno. Le strutture sperimentali sono state progettate e realizzate in due prototipi a cura del Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF) dell'Università di Firenze.

MATERIALI E METODI

Gestione pratica della tecnica di lotta

È necessario premettere che nel periodo 2010-2013, gli esemplari di *T. sinensis* forniti dall'Università di Torino hanno richiesto una complessa metodologia di gestione che prevedeva la raccolta e lo stoccaggio delle galle in apposite scatole di allevamento e il loro mantenimento ad una temperatura idonea per evitare la precoce emersione degli esemplari del parassitoide. Dopo l'inizio degli sfarfallamenti, tutti gli individui di *T. sinensis*, generalmente in gruppi di 10 femmine e 5 maschi, venivano posti all'interno di idonei tubi di allevamento e mantenuti in vita con una dieta a base di miele in attesa del momento idoneo per il rilascio in campo. Nel 2014, nell'ambito di riunioni tecniche realizzate presso il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF) "Tavolo di filiera frutta in guscio" su indicazione del Prof. Alma, fu considerata la necessità di snellire le procedure connesse alla diffusione di *T. sinensis*, tramite la diffusione di galle contenenti il parassitoide per evitare la complessa fase di ottenimento dei nuovi adulti sopra descritta. A tal fine, nel corso dell'autunno, sono stati raccolti numerosi campioni di galle in diversi castagneti distribuiti in tutto il territorio della regione Toscana. La dissezione di un congruo numero di galle per ogni campione ha permesso di individuare, sulla base delle larve presenti, il tasso di parassitizzazione attribuibile a *Torymus* sp. rispetto al numero totale di loculi presenti in ogni singola galla sezionata, oltre al numero medio di loculi per galla. I siti in cui la presenza di larve di *Torymus* sp. è risultata più elevata, sono stati scelti per la raccolta massale delle galle. Nei siti più "produttivi", le galle sono state raccolte in dicembre-gennaio, stoccate nelle apposite scatole di allevamento e poste all'interno delle strutture oggetto del presente lavoro, allestite in siti con condizioni microclimatiche idonee, simili all'ambiente naturale, che permettessero una emersione dei parassitoidi sincrona con la comparsa delle nuove galle sui castagni. Ciò ha consentito agli operatori il controllo della fenologia di *T. sinensis* e la successiva manipolazione degli esemplari dell'insetto utile. Le galle raccolte sono state poi utilizzate sia per l'ottenimento di adulti da trattare con la procedura "classica" e la successiva liberazione degli esemplari, sia per il più semplice confezionamento in sacchetti di rete con maglia di dimensione tale da consentire la fuoriuscita del parassitoide. Per stimare il numero di galle da inserire in un singolo sacchetto, sufficiente a diffondere almeno 150 adulti del parassitoide, sono stati utilizzati come riferimento i dati ottenuti nel corso dei rilievi autunnali (tabella 1). Al momento del confezionamento dei sacchetti, il numero delle galle è stato inoltre maggiorato del 30% al fine di avere una maggiore sicurezza di ottenere il numero di esemplari di *T. sinensis* voluto.

Tabella 1. Dati relativi a cinque località oggetto di monitoraggio.

Località	Comune	Provincia	% parassitizzazione	Loculi/galla	Stima n° galle per sacchetto
Pian di Melosa	Reggello	Firenze	68,7	6,4	35
Biforco 1	Marradi	Firenze	38,8	5,5	71
Biforco 2	Marradi	Firenze	24	5,8	108
Cavarzano	Vernio	Prato	14,7	4,8	213
Sant'Ippolito	Prato	Prato	38,1	4,2	94

I sacchetti sono stati distribuiti in campo nel mese di marzo, collocandoli in posizione protetta dal sole per favorire il completamento dello sviluppo del parassitoide e una sincronizzazione dell'insetto alle condizioni ambientali e alla fenologia del castagno. Per verificare il buon esito della procedura e l'ottenimento del numero di adulti di *T. sinensis* previsto, sono stati posti in allevamento tre campioni di galle per ognuno dei siti scelti (tabella 2).

Tabella 2. Numero di esemplari di *T.sinensis* emersi dai campioni di galle sottoposti a verifica

Località	Comune	Provincia	n° galle per sacchetto	Esemplari di <i>T. sinensis</i> ottenuti		
				Camp. 1	Camp. 2	Camp. 3
Pian di Melosa	Reggello	Firenze	45	172	203	169
Biforco 1	Marradi	Firenze	91	161	156	201
Biforco 2	Marradi	Firenze	140	212	182	165
Cavarzano	Vernio	Prato	276	151	178	171
Sant'Ippolito	Prato	Prato	122	191	177	183

Questa attività ha consentito di effettuare un totale di 13 rilasci di *T. sinensis* e il confezionamento di 88 sacchetti di galle contenenti il parassitoide.

Manufatti di stoccaggio e conservazione delle galle

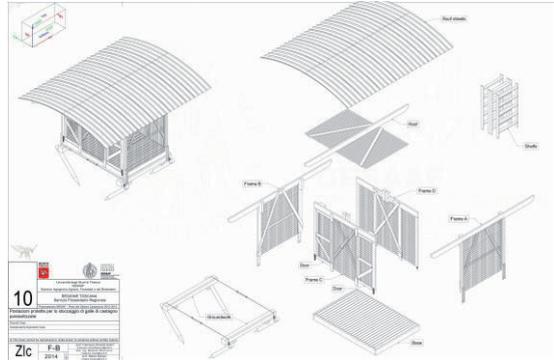
Nell'ambito del programma di lotta biologica al cinipide galligeno del castagno di cui sopra il Servizio fitosanitario della Toscana, con il contributo economico del MiPAAF, ha previsto la realizzazione di due manufatti sperimentali destinati allo stoccaggio e alla conservazione delle galle, aventi caratteristiche di alta sostenibilità ambientale, economica e sociale. Le parti componenti tali manufatti sono state progettate e costruite dal GESAAF presso i propri laboratori sulla base delle competenze del Dipartimento in materia (Barbari *et al.*, 2003) e, successivamente, sono state trasportate nei siti di installazione, uno nel comprensorio del Monte Amiata (comune di Santa Fiora - GR) ed uno in Lunigiana (Comune di Licciana Nardi - MS), per il montaggio.

Il progetto strutturale

Per consentire un facile trasporto dei componenti del manufatto con mezzi comuni in aree a difficile accessibilità e l'agevole movimentazione manuale dei diversi elementi, il progetto ha previsto che le strutture sperimentali avessero le dimensioni utili di circa cm 200x300x250 e fossero formati da quattro telai prefabbricati di legno, costituenti le pareti laterali, assemblati fra loro e fissati su un telaio di base. La base è collegata a due travi di fondazione che separano la stessa dal terreno di circa 40 cm (figura 1). Tali travi sono a loro volta ancorate al suolo mediante pali di castagno infissi nel terreno con inclinazione di circa 45° per evitare di dover ricorrere a opere di fondazione di calcestruzzo che avrebbero potuto trovare ostacoli alla realizzazione da parte di norme urbanistiche.

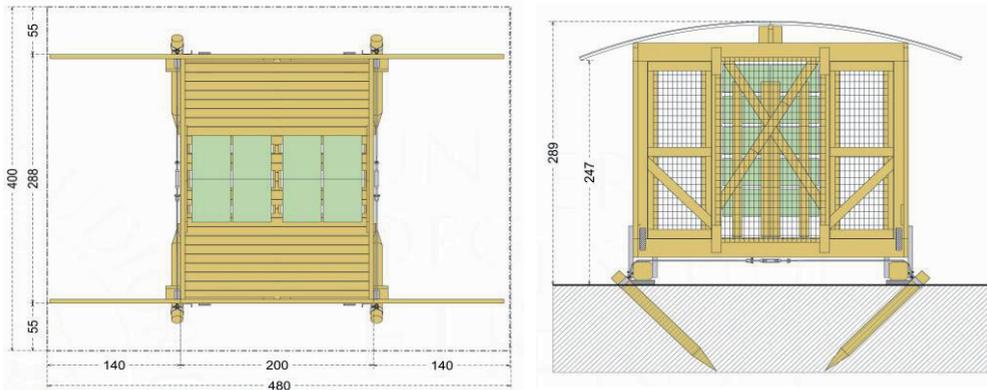
Le pareti esterne sono state realizzate con rete metallica a maglia quadrata di 11 mm per garantire al contempo la protezione del contenuto nei confronti di intrusioni (piccoli roditori, ecc.) e la libera circolazione dell'aria necessaria per mantenere all'interno un microclima adeguato.

Figura 1. Esempio di tavola progettuale del manufatto per lo stoccaggio e la conservazione delle galle di cinipide.



Le pareti esterne sono state realizzate con rete metallica a maglia quadrata di 11 mm per garantire al contempo la protezione del contenuto nei confronti di intrusioni (piccoli roditori, ecc.) e la libera circolazione dell'aria necessaria per mantenere all'interno un microclima adeguato.

Figura 2. Rappresentazione planimetrica e prospetto dei manufatti



La copertura è realizzata con lamiera ondulata rivestita superiormente da uno strato di vegetazione tipica del luogo di installazione (erica, canne, ginestre, ecc.) con funzione coibente. Questa sporge sul lato anteriore e posteriore di 140 cm e sugli altri lati di 55 cm per garantire un'adeguata protezione dalle intemperie anche alle parti basse del manufatto (figura 2). Dal momento che in fase di progettazione si è avanzata l'ipotesi della necessità di disporre di diversi spazi di stoccaggio a seconda dei luoghi di installazione, i manufatti sono stati progettati in modo da costituire singoli moduli assemblabili frontalmente e lateralmente per aumentare la capacità ricettiva del centro di conservazione delle galle (figura 3).

Nella parte centrale dei manufatti sono previste due file di scaffali in legno in grado di ospitare 40 scatole di cartone di dimensioni 50x40x30 cm contenenti ciascuna circa 7.000-8.000 galle. Ogni manufatto è quindi in grado di ospitare circa 320.000 galle. Due porte disposte sulle estremità del lato frontale consentono l'ingresso all'interno del manufatto per la gestione dei contenitori.

Il progetto, pur rispettando le norme previste per le costruzioni di legno, prevede l'autocostruzione, in una semplice officina, di tutte le parti necessarie utilizzando materiali di base facilmente reperibili, semplici strumenti da carpentiere e senza il ricorso a personale particolarmente specializzato. I manufatti sono realizzati con materiale ecocompatibile (legno non trattato, copertura, pareti in rete e ferramenta di acciaio semplicemente zincato) e quindi completamente riciclabili al momento della loro dismissione.

Figura 3. La disposizione di più manufatti affiancati consente un appropriato dimensionamento del Centro di stoccaggio

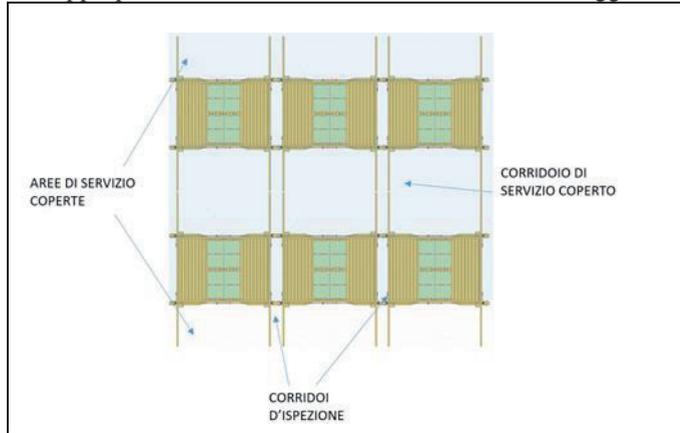


Figura 4. Maschere di carta in scala 1:1 fornite assieme alle tavole di progetto consentono il corretto montaggio degli elementi del manufatto



Costruzione dei prototipi sperimentali

Per verificare l'effettiva possibilità che il manufatto potesse essere costruito anche da personale privo di specifiche abilità, i due prototipi sono stati realizzati nei laboratori del GESAAF da docenti, ricercatori e studenti di dottorato, utilizzando attrezzature semplici, economiche e diffusamente disponibili. Utilizzando le tavole di progetto e le istruzioni di montaggio predisposte si è potuto verificare l'effettiva semplicità realizzativa di tutti i componenti dei manufatti. Per ogni elemento da assemblare sono state infatti utilizzate dime in scala 1:1 che, sovrapposte agli elementi da collegare hanno permesso sia di predisporre le diverse parti con le caratteristiche dimensionali richieste che di consentirne l'assemblaggio

mediante viti nel modo corretto (figura 4). Una volta terminata la predisposizione di tutti i componenti si è proceduto al loro assemblaggio in laboratorio per verificarne la corretta realizzazione. In questa fase si è potuto verificare la facilità di movimentazione delle parti, il corretto accoppiamento delle stesse e quindi la semplicità di realizzazione dell'intera struttura.

Trasporto e montaggio in opera

I pannelli realizzati sono stati successivamente trasportati con un camion di dimensioni medie nei due siti di destinazione in Lunigiana (Licciana Nardi - MS) (figura 5) e sul Monte Amiata (in località Fonte delle Monache -Santa Fiora - GR) (figura 6). Qui sulla base di tavole e istruzioni dettagliate di montaggio appositamente predisposte, le parti sono state assemblate dagli stessi utilizzatori, cioè da castanicoltori locali. Successivi sopralluoghi da parte dei progettisti hanno permesso di verificare la correttezza della realizzazione.

Figura 5. Il manufatto assemblato in Lunigiana (Licciana Nardi - MS)



Figura 6. Il manufatto in via di assemblaggio sul monte Amiata (Santa Fiora - GR)



RISULTATI E DISCUSSIONE

Considerando le particolari caratteristiche degli ambienti destinati ad ospitare i manufatti, il progetto è stato sviluppato in modo che questi fossero caratterizzati oltre che da una effettiva funzionalità, anche da un alto grado di sostenibilità ambientale, economica e sociale.

Idoneità funzionale

In base alla risposta positiva degli utilizzatori si può affermare che le strutture sperimentali si sono rivelate idonee allo stoccaggio e conservazione del materiale biologico oltre che alle operazioni pratiche di gestione dello stesso.

Sostenibilità ambientale

Il manufatto doveva essere, al termine del ciclo di vita, totalmente decostruibile, cioè demolito e rimosso con costi energetici e con risulta di materiali inquinanti pressoché nulli. Per tale motivo si è scelto di utilizzare esclusivamente legno massiccio non trattato e non incollato e componenti di assemblaggio in acciaio zincato.

Il legno è, fra i materiali utilizzabili per la realizzazione di un manufatto con le caratteristiche ricordate, quello che richiede il minor dispendio energetico per la sua produzione, allestimento e trasporto. Il legno massiccio non trattato e non incollato, essendo un rifiuto ordinario, può essere riutilizzato o smaltito senza alcun aggravio causato da ulteriori operazioni di bonifica.

Fra i principali difetti attribuiti al legno sono da citare la presunta limitata durabilità, a causa di attacchi fungini (dipendente dal grado di umidità nel quale il materiale si trova ad operare) e la suscettibilità ad essere attaccato da insetti.

Per quanto riguarda il primo aspetto è da sottolineare che questo è vero anche per altri materiali da costruzione, quali, ad esempio, l'acciaio, il calcestruzzo, la muratura.

Gli attacchi fungini, che sono i più pericolosi, vengono generalmente contrastati per mezzo di trattamenti preservanti. Si deve però ricordare che una progettazione che tenga in massimo conto, anche nei particolari, le problematiche derivanti dall'umidità, riesce a conseguire risultati altamente durevoli senza dover far ricorso a trattamenti chimici. Per queste ragioni è stato deciso di non operare alcun trattamento "preservante", dando invece particolare importanza alla progettazione. Ad esempio, dal momento che le zone di maggior rischio sono quelle dove avviene il contatto fra gli elementi metallici di collegamento e il legno, per la tendenza a formarsi in tali zone di persistente umidità di condensa che crea un microambiente favorevole allo sviluppo di funghi, è stata prevista una soluzione progettuale originale, che prevede l'interposizione, fra la piastra metallica e il legno, di una rete in acciaio zincato per consentire l'efficace areazione del collegamento.

Gli attacchi di insetti, salvo casi particolari, non sono così frequenti come talvolta si ritiene, e comunque occorre molto tempo, generalmente molti anni, perché giungano a compromettere in modo decisivo la struttura lignea.

L'acciaio è un materiale energeticamente e ambientalmente costoso, sia in fase di produzione di elementi strutturali che in fase di riciclaggio, tuttavia:

- ! è totalmente riciclabile per un numero illimitato di volte
- ! la sua riciclabilità è economicamente ed energeticamente conveniente.

Anche la durata di un elemento strutturale di acciaio dipende essenzialmente dalle condizioni nelle quali si trova a lavorare, con particolare riguardo all'umidità. La durata è funzione dei suoi spessori e può essere portata a valori altissimi dalla zincatura a caldo (lo zinco può essere anch'esso totalmente recuperato e riciclato).

I manufatti sono del tutto privi di fondazioni di tipo tradizionale: possono essere semplicemente appoggiati su pietre o ghiaie sciolte e per evitare il ribaltamento dovuto all'azione del vento sono ancorati, per mezzo di tiranti, a pali di castagno semplicemente infissi nel terreno che eventualmente possono essere sostituiti senza dover smontare tutta la struttura.

I manufatti sono costituiti da elementi, movimentabili a mano, che possono essere costruiti altrove e assemblati in opera con mezzi molto semplici: questo richiede, per i trasporti, mezzi di dimensioni molto limitate e quindi di basso impatto ambientale.

Una parte dei componenti, quali le pietre di "fondazione" e i materiali vegetali di copertura possono essere reperiti nelle immediate vicinanze dei manufatti, e quindi a km 0.

Sostenibilità economica

Il progetto, la realizzazione dei due manufatti-prototipo, e il loro posizionamento nelle due zone di intervento sono stati finanziati dalla Regione Toscana, a seguito di uno studio sulla sostenibilità economica di un intervento estensivo su tutto il territorio regionale, nell'ambito della filiera del castagno.

La validità del progetto dal punto di vista economico è stata certamente accresciuta dai bassi costi relativi a tutte le fasi del ciclo di vita dei manufatti: costruzione dei componenti, assemblaggio, posizionamento in loco, gestione, decostruzione, smaltimento o riutilizzo dei materiali di risulta, ripristino dello stato dei luoghi antecedente all'intervento.

In particolare, i bassi costi di costruzione sono dovuti all'impiego di materiali "poveri": il legno è quello di minor costo reperibile sul mercato, cioè tavole impiegate in edilizia per

casseforme e ponteggi, disponibili nelle vicinanze dei luoghi di intervento; i componenti di acciaio sono di tipo generalmente diffuso e di basso costo. Inoltre, la possibilità di autocostruzione dei manufatti da parte degli utilizzatori abbatte ulteriormente i costi.

Nel complesso il costo per l'acquisto dei materiali necessari per la realizzazione di ogni manufatto (legname, ferramenta, copertura e componenti accessori) è risultato inferiore a 2.000 euro.

È infine da tener presente che, una volta che abbiano esaurito la loro funzione primaria, i manufatti possono, con piccole modifiche, essere utilizzati con altre finalità coerenti con il contesto agro-forestale.

Sostenibilità sociale

La sostenibilità sociale è rappresentata principalmente dal fatto che le strutture in argomento possono essere realizzate, assemblate, poste in opera e gestite direttamente dagli utilizzatori. I manufatti consentono inoltre il diretto coinvolgimento dei castanicoltori nelle operazioni di lotta biologica promuovendo iniziative di associazionismo utili a conseguire interessi comuni, a diffondere buone pratiche produttive e ad accrescere impegni finalizzati non solo alla tutela e alla valorizzazione dei prodotti, ma anche alla conservazione dell'ambiente e delle tradizioni rurali.

CONCLUSIONI

Il programma di lotta biologica al cinipide del castagno promossa dalla Regione Toscana e realizzata tramite un programma quinquennale (2010 – 2014) ha portato alla realizzazione di oltre 1.000 lanci dell'insetto utile *T. sinensis* sul territorio.

Dopo ogni annata di rilasci sono state avviate le verifiche sulla presenza e sull'acclimatazione dell'insetto utile.

Gli esiti del monitoraggio hanno fornito risultati progressivamente incoraggianti, con 12 siti positivi su 25 monitorati e una media di soli 2,8 esemplari per sito nel 2012, 26 siti positivi su 28 e una media di 27 esemplari per sito nel 2013 e 29 siti positivi su 29 con una media di 44 esemplari per sito nel 2014. Nel corso del 2015, gli incrementati livelli di parassitizzazione, hanno consentito di mettere in atto una strategia di monitoraggio realizzata mediante la dissezione delle galle che ha permesso di ottenere dati più corretti relativamente alle capacità di parassitizzazione di *T. sinensis* e dei parassitoidi indigeni.

Dai dati relativi ai primi 48 siti monitorati nel 2015, risulta che in 6 siti non sono stati osservati esemplari vivi di *D. kuriphilus* nel campione di galle esaminate, in 26 siti il tasso di sopravvivenza del cinipide è risultato inferiore al 5% e in 38 siti inferiore al 20%. Inoltre, in 21 siti i livelli di parassitizzazione attribuibili a *T. sinensis* sono risultati superiori all'80%, con punte del 91,89% e in 42 siti, maggiori del 50%. Inoltre, è stata riscontrata anche una buona omogeneità di risultati in diversi comprensori territoriali (Guidotti e Pennacchio 2015).

La realizzazione di strutture specificamente progettate per la corretta conservazione delle galle in prossimità dei siti di rilascio di *T. sinensis* può rappresentare un elemento di razionalizzazione in grado di consentire il proseguimento e la conclusione positiva del programma di lotta biologica al *D. kuriphilus* condotta dalla Regione Toscana.

Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento all'Associazione per la Valorizzazione della Castagna del Monte Amiata IGP e all'Associazione Castanicoltori della Garfagnana che hanno curato l'installazione dei manufatti e alla Ditta Manetti Legnami che ha curato la fornitura del materiale da costruzione e il trasporto dei pannelli.

LAVORI CITATI

- Barbari M., Monti M., Pellegrini P., Sorbetti Guerri F. 2003. La costruzione di edifici agricoli in legno massiccio sulla base di progetti tipo. In: Barbari M., Monti M., Pellegrini P., Sorbetti Guerri F., Chiostrì C., Leti A.. Costruire in legno - progetti tipo di fabbricati ed annessi agricoli, pp. 17-69, Firenze: ARSIA, ISBN:9788882950354.
- Guidotti A., Campani C. Russu R., Vinci A., Pennacchio F., Roversi P.F. Quacchia A., Alma A., 2013. Cinipide del castagno in Toscana, possibile il controllo biologico. L'informatore agrario, 20/2013.
- Guidotti A., Pennacchio F., 2015. Le foglie, i ricci, le castagne e i marroni: La lotta biologica fa rivivere il castagno.
http://www.regione.toscana.it/documents/10180/12352035/2015_Castagno.pdf
- Gyoutoku Y. e Uemura M., 1985. Ecology and biological control of the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hym. Cynipidae). 1. Damage and parasitization in Kumamoto Prefecture. *Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu* **31**, 213–215.
- Moriya S., Inoue K. e Mabuchi M., 1990. The use of *Torymus sinensis* (Hymenoptera, Torymidae) for controlling the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera, Cynipidae), in Japan. FFTC-NARC International Seminar on 'The use of parasitoids and predators to control agricultural pests', Tsukuba Science City, Ibaraki-ken, 305 Japan, October 2–7, 1989. pp. 21.
- Ôtake A., Moriya S. e Shiga M., 1984. Colonization of *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae), a parasitoid of the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae), introduced from China. *Applied Entomology and Zoology* **19**, 111–114.
- Quacchia, A., Moriya, S., Bosio, G., Scapin, G. & Alma, A., 2008. Rearing, release and settlement prospect in Italy of *Torymus sinensis*, the biological control agent of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. *BioControl*, 53, 829–839.