

Appunti di ALTERAZIONE BIOTICA E PROTEZIONE DEL LEGNO (Anna Gambetta – Bozza – Gennaio 2002)

Raccomandati per il corso “Tecnologia del Legno” destinato a tutti gli Studenti dei CL in Scienze Forestali e Ambientali (sia triennale che quinquennale)

Insufficienti (non abbastanza ampi e approfonditi) per i corsi “Alterazioni e protezione del legno” del CL Tecnologie del Legno e “Complementi di Tecnologia del Legno” del CL Scienze Forestali e Ambientali

1 GENERALITA' SUL DEPERIMENTO DEL LEGNO

Il legno, costituito prevalentemente da sostanze organiche, è facilmente deteriorato da funghi ed insetti che si servono di queste sostanze per il loro nutrimento. Funghi ed insetti sono responsabili di attacchi che provocano danni ingenti, in termini economici, di sicurezza e di protezione del patrimonio culturale. E' però necessario sottolineare che la naturale biodegradabilità del legno è, al tempo stesso, un suo punto a favore quando si consideri l'impatto ambientale di questo ed altri materiali.

Altri organismi che attaccano il legno, ma meno ubiquitari, e quindi la cui importanza è minore in senso generale (ma non per chi deve specificamente fronteggiarli), sono i batteri e gli organismi marini, che possono svilupparsi soltanto in ambienti particolari (legno immerso in acqua).

Alcuni organismi possono attaccare sia la pianta in piedi che il legno abbattuto di recente, altri solo il legno quando è in opera. Di seguito vengono riportati brevi cenni sulla biologia, sui danni e sulla pericolosità dei principali organismi che attaccano il legno **dopo l'abbattimento**.

Non vengono trattati in questa sede i fattori abiotici di degradamento del legno (sostanze chimiche, temperatura, fuoco, radiazioni, erosione meccanica, alternanze climatiche, ecc.).

2 FUNGHI

I funghi sono organismi vegetali privi di clorofilla e non possono quindi trasformare l'anidride carbonica dell'aria in sostanze adatte per il loro metabolismo, come fanno tutte le piante verdi. Queste sostanze vengono assunte quando sono già state elaborate dagli altri organismi vegetali provvisti di clorofilla. Solitamente i funghi traggono il loro nutrimento dagli alberi e sono detti parassiti se si insediano nei tessuti di piante viventi e saprofiti invece nel caso in cui si insediano in piante morte o abbattute.

Il fungo è formato da una parte vegetativa (micelio) costituita da cellule tutte uguali tra loro e con le stesse funzioni e da una parte riproduttiva (corpo fruttifero).

Dal corpo fruttifero vengono formate le spore che venendo in contatto con un substrato confacente (tessuto legnoso) proliferano dando origine a cellule (ife). Esse penetrano all'interno degli elementi legnosi distruggendone il materiale di riserva o i componenti principali (lignina e cellulosa) che divengono fonte di nutrimento per le cellule stesse.

Le spore venendo a contatto con il legno, penetrano nell'interno, proliferano e le ife invadono dapprima le cellule parenchimatiche del legno (raggi) e quindi gli altri elementi cellulari (vasi, fibre, tracheidi, ecc.); quando l'attacco è molto progredito appaiono sul legno colpito i corpi fruttiferi. Questi variano molto fra di loro per forma e dimensioni ed in base a questi caratteri ed a quelli delle spore vengono identificati e classificati.

Perché un fungo possa svilupparsi normalmente ha bisogno di condizioni fisiche, chimiche e biologiche ben determinate.

Fra i fattori fisici la temperatura e l'umidità hanno un ruolo fondamentale, mentre meno importante è la luce.

La crescita di un dato fungo si ha infatti in un intervallo di temperatura piuttosto limitato e ben definito e così dicasi dell'umidità, la luce invece non è indispensabile alla crescita del fungo se si fa eccezione al momento della formazione del corpo fruttifero: infatti in luoghi privi di luce, come miniere, cantine i funghi presentano spesso forme anomale.

Fra i fattori chimici l'ossigeno è essenziale, infatti i funghi sono organismi aerobi e non possono vivere che in presenza di ossigeno.

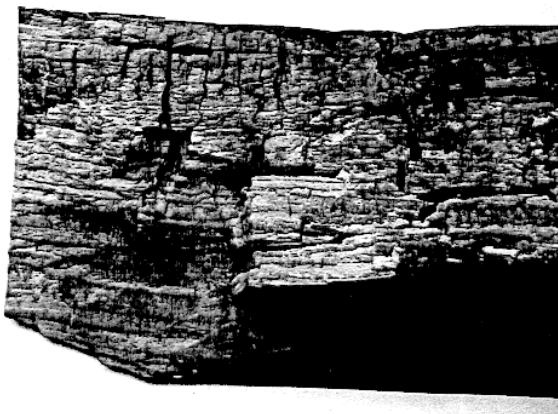
Fra i fattori biologici l'influenza della specie legnosa è molto importante: sia per la diversa durabilità naturale del durame di specie diverse, sia perché in linea generale i funghi di carie bruna (p.es. la *Coniophora puteana* = *C. cerebella*, la *Serpula lacrymans* = *Merulius lacrymans*) attaccano di preferenza il legno di Conifera, quelli di carie bianca (p.es. *Trametes versicolor*, *Stereum* s.p.) il legno di Latifolia.

I funghi del legno si possono suddividere in funghi **cromogeni** e funghi da **carie**.

- I funghi **cromogeni** penetrano nel legno dove si nutrono di sostanze facilmente assimilabili (amido, proteine, zuccheri), che si trovano nelle cellule dell'alburno, senza attaccare la parete cellulare del legno. Impartiscono al legno una colorazione blu nerastra, dovuta alle loro ife scure che si insediano nei raggi midollari dell'alburno di latifoglie (specialmente di origine tropicale) e di conifere. Nei legni tropicali a durame non differenziato la colorazione può interessare anche la parte più interna del tronco. Non influenzano le

proprietà meccaniche del legno ma riducono il suo valore commerciale a causa di queste colorazioni anomale. Detti funghi si insediano su legno molto umido ($U > 30\%$).

- I funghi da **carie** demoliscono i costituenti principali della parete cellulare del legno. Un legno, quando è attaccato da funghi da carie, presenta modificazioni nel colore, nelle proprietà chimiche, fisiche e meccaniche. Riguardo al colore il legno può diventare, a seconda della specie fungina che lo ha attaccato, più chiaro (carie bianca, attacca sia la lignina che la cellulosa) oppure più scuro (carie bruna, attacca prevalentemente la cellulosa). Il legno attaccato diventa più leggero, può presentare fessurazioni sia in senso longitudinale che trasversale, diventare friabile al tatto o può disgregarsi in lamelle verticali, ecc. Riguardo alle proprietà chimiche, fisiche e meccaniche, i funghi decomponendo i costituenti del legno, provocano una variazione nella composizione chimica del legno e ne diminuiscono la resistenza meccanica.



Trave attaccata da funghi della carie bruna (detta anche carie cubica)

Danni da funghi che si riscontrano in edifici ed oggetti d'antiquariato.

Attacchi da funghi da carie si riscontrano prevalentemente in travi di sotto tetti, a causa di infiltrazioni di acqua che hanno reso il legno idoneo allo sviluppo di questi organismi. Si possono riscontrare anche in arredi di chiese particolarmente umide; più difficilmente in opere d'arte raccolte nei musei.

Si possono osservare, sulle superfici lignee in ambienti dove si hanno fenomeni di condensa, le cosiddette "muffe", cioè Funghi imperfetti del genere *Aspergillus*, *Penicillium*, ecc., che non penetrando nell'interno del legno non causano danni di tipo meccanico, ma possono alterare vernici e colori.

3 INSETTI

Molti ordini di insetti sono rappresentati nella fauna lignivora che attacca il legno abbattuto:

- COLEOTTERI : Anobidi, Bostrichidi, Cerambicidi, Lyctidi, Platipodidi, Scolitidi e Curculionidi.
- ISOTTERI : Rinotermitidi e Calotermitidi.
- IMENOTTERI : Siricidi, Formicidi.

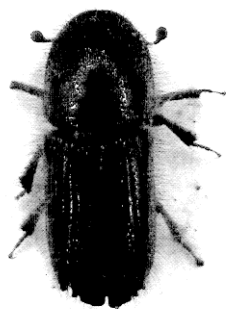
Gli insetti xilofagi, fatta eccezione per le termiti e le formiche, durante il loro ciclo vitale subiscono una metamorfosi completa, cioè dall'uovo fuoriesce la larva che, dopo un periodo più o meno lungo, a seconda della specie, durante il quale essa vive e si accresce all'interno del legno, si trasforma in pupa e successivamente in adulto o insetto perfetto. Questo fuoriesce attraverso un foro (foro di sfarfallamento) da lui stesso fatto sulla superficie del legno.

Gli insetti scavano all'interno del legno delle gallerie più o meno lunghe che deprezzano il legno sia dal punto di vista estetico, sia dal punto di vista della resistenza meccanica. Il danno subito dal legno è, in generale, causato dalle larve che penetrano nel legno stesso per procurarsi il nutrimento, in alcuni casi anche gli insetti adulti prendono parte attiva nella distruzione del legno (Scolitidi, Platipodidi).

Gli insetti più diffusi e dannosi al legno stagionato (semilavorati e manufatti) appartengono alle famiglie degli Anobidi, Cerambicidi, Lyctidi, Rinotermitidi (termiti).

A - Insetti che si insediano nel legno appena abbattuto e nei depositi (fresco)

Platipodidi e Scolitidi.



Platipodide

Molte specie appartengono a queste due famiglie e hanno generalmente piccole dimensioni, comprese fra 1 e 3 mm. Sono diffusi in tutto il mondo e soprattutto ai tropici, dove il legno può essere attaccato in ogni periodo dell'anno.

La femmina scava all'interno del legno una galleria sui cui lati depone le uova, da queste fuoriescono le larve che scavano brevi gallerie individuali ad angolo retto con la galleria materna. Le larve si nutrono di particolari funghi (Ambrosia), introdotti nel legno dall'insetto adulto, che si sviluppano sulle pareti delle gallerie da esse scavate, le quali assumono per la presenza di questi funghi una caratteristica colorazione scura. Le gallerie materne sono prive di rosame, che viene spinto all'esterno dagli insetti, si accumula sulla superficie del legno in mucchietti o sotto forma di piccoli cilindri compatti.

Il ciclo biologico varia, a seconda della specie, da poche settimane in clima tropicale, ad 1 - 2 anni in clima temperato.



Scolitide



Legno attaccato

Poiché i funghi abbisognano di un'elevata umidità per svilupparsi, questi insetti non possono sopravvivere in legno stagionato venendo loro a mancare il nutrimento.

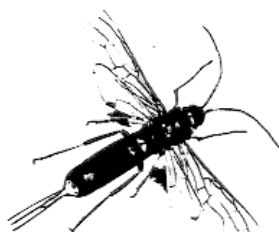
Il danno causato da questi insetti è sempre evidente a causa dei fori e delle gallerie scure, di diametro variabile, a seconda della specie dell'insetto.

La colorazione scura può essere limitata alle pareti della galleria o interessare anche le zone adiacenti e in qualche caso può formare delle lunghe strisce che causano al legname un difetto maggiore di quello causato dalle gallerie stesse. La presenza di fori e gallerie scure su tavolame stagionato è indice di una infestazione ormai esaurita ed il legno può essere usato senza correre il rischio che il danno prosegua o si diffonda.

E' da notare che le caratteristiche meccaniche del legno non vengono diminuite ed il danno è soltanto estetico, per cui il legno attaccato può essere adoperato per usi nei quali l'aspetto esteriore non ha importanza.

I maggiori danni si riscontrano su legni tropicali e praticamente non esiste nessuna specie tropicale che non sia attaccabile da questi insetti. Fra i legni indigeni vengono attaccati Pini, Abeti e Querce.

Siricidi.



***Urocerus gigas* (= *Sirex gigas*)**



Fori di sfarfallamento

Sono insetti di grande taglia (fino a 3,5 cm) e ricordano nell'aspetto le vespe. Vengono infatti chiamati Vespe del legno.

La femmina depone le uova, da giugno a settembre, nell'interno di legno di conifere abbattute di recente per mezzo di un lungo ovopositore a trivella. Dopo circa 2 mesi di incubazione le uova si schiudono e le larve iniziano a forare il legno in direzione longitudinale. Questi insetti vivono in simbiosi con funghi che trasformano i componenti del legno in sostanze digeribili dalle larve.

La larva fa delle grandi gallerie stipate di rosime sia nell'alburno che nel durame del legno; l'insetto fuoriesce da fori perfettamente rotondi che per le specie più grandi raggiungono i 6 mm di diametro.

Il ciclo biologico è di 2 - 3 anni.

Questi insetti pur attaccando il legname in foresta continuano il loro ciclo biologico fino alla fuoriuscita dell'insetto perfetto anche se il legname è stato messo nel frattempo in opera.

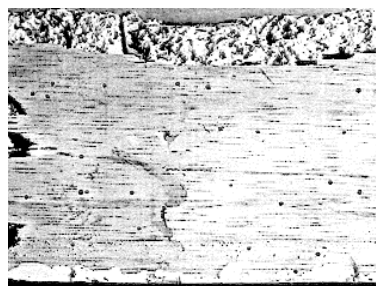
I Siricidi attaccano le Conifere ed in particolare l'Abete bianco.

Danni da questi insetti si possono riscontrare in travature ed altre strutture portanti e sono ben riconoscibili dalla forma perfettamente rotonda dei fori di sfarfallamento.

Lictidi e Bostrichidi.



Lyctus brunneus



Legno attaccato da *Lyctus*

Gli insetti appartenenti a queste due famiglie causano al legno un danno simile: le larve scavano gallerie che sono stipate di un rosime molto sottile (come farina) e nei forti attacchi distruggono completamente il legno riducendolo ad un ammasso di rosime polverulento.

Attaccano l'alburno delle latifoglie in special modo di origine tropicale, contenente un adeguato contenuto in amido; nel caso di legname a durame non differenziato l'attacco può interessare tutta la sezione del tronco.

I Lictidi attaccano esclusivamente legno di latifoglia che oltre ad un adeguato contenuto in amido, abbia vasi di diametro superiore a 0,07 mm ed una umidità compresa tra 8% e 30%.

Fra le varie specie di Lictidi le più diffuse in Italia sono il *Lyctus linearis* ed il *L. brunneus*.

Il *L. linearis* è una specie europea, mentre il *L. brunneus* è di origine tropicale, ma si è acclimatato in tutto il mondo tanto da diventare la specie più diffusa. Sono insetti di piccole dimensioni (3 - 5 mm), di colore da rosso bruno a nero. La femmina depone le uova nell'interno dei vasi del legno e per questa ragione vengono attaccate solamente le latifoglie a vasi grandi. Le larve scavano gallerie nel legno dove si nutrono del contenuto di riserva delle cellule, cioè principalmente dell'amido. Dopo un periodo che varia da 1 a 2 anni, a seconda delle condizioni ambientali, la larva si porta vicino alla superficie del legno e si trasforma in pupa; dopo un mese fuoriesce l'adulto attraverso un foro di circa 1,5 mm di diametro.

L'attacco avviene sia sui segati che sui manufatti. Nei primi stadi di attacco è difficile scoprire una infestazione da *Lyctus*, in quanto le larve scavano le loro gallerie nell'interno del legno e l'attacco è evidenziato soltanto, al momento dello sfarfallamento degli insetti, dalla presenza di mucchietti di segatura molto sottile e dai fori di sfarfallamento sulla superficie del legno.

Questo insetto è particolarmente pericoloso, dato il suo ciclo biologico relativamente breve e la sua capacità di svilupparsi su legno stagionato, quindi può deporre le uova sul legno dal quale è sfarfallato e su altro materiale ligneo sano aumentando così il danno e la diffusione.

Fra i legni indigeni le specie più facilmente attaccabili (limitatamente all'alburno) sono: Querce, Acero, Noce, Frassino, Castagno, Olmo e Robinia. Non vengono invece attaccati Ciliegio, Faggio, Ontano, Pioppo, Salice, Tiglio, Melo e Pero.

I Bostrichidi attaccano i legni di latifoglia con elevato contenuto in amido, si insediano su legno piuttosto umido, sia in foresta sia nei depositi, e proseguono la loro attività su legno stagionato. Hanno dimensioni molto variabili a seconda della specie (lunghezza da 2 mm a 3 cm); ne consegue che le gallerie fatte dalle larve variano notevolmente in diametro. La femmina depone le uova sulla superficie del legno o in gallerie da esse scavate che sono prive di rosime; le larve scavano gallerie individuali, che nei primi stadi di attacco corrono parallelamente alle fibre del legno e che sono piene di rosime sottile e compresso. Il danno da esso causato è simile a quello dei Lictidi.

I Bostrichidi causano danni ingenti nei paesi tropicali, ma nel nostro clima sono meno pericolosi dei Lictidi ed i danni maggiori si hanno su legname di importazione.

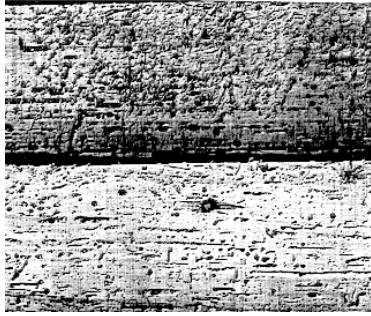
B - Insetti che si insediano nel legno messo in opera (stagionato)

Anobidi.



Anobium punctatum

Gli Anobidi sono gli insetti che più comunemente si riscontrano nelle travi, nelle suppellettili di Chiesa, abitazioni e nelle opere d'arte raccolte nei Musei. Gli Anobidi sono rappresentati da : *Anobium punctatum*, *Nicobium hirtum*, *Oligomerus ptilinoides*, *Xestobium rufovillosum* e *Ptilinus pectinicornis*. Gli Anobidi sono insetti piccoli (2 - 9 mm), brunastri, di forma cilindrica, coperti da una fine pubescenza. Il pronoto è convesso e copre la testa, le elitre sono ornate da punteggiature più o meno profonde e allineate a seconda della specie.



Legno attaccato da Anobidi

Le antenne hanno 11 articoli con clava terminale triarticolata. Fa eccezione lo *Ptilinus pectinicornis* che ha antenne serrate nella femmina e lungamente pettinate nel maschio.

Questi insetti attaccano sia il legno di latifoglia che di conifera e l'infestazione avviene di preferenza su legno in opera da un certo numero di anni. La femmina depone sulla superficie del legno o in eventuali fessure o vecchi fori di sfarfallamento le uova (da 40 a 60), che si schiudono dopo alcune settimane. La larva è biancastra, coperta di peli giallastri e di spinule rossastre, cirtosomatica, esapoda e provvista di apparato boccale molto resistente.

Le larve neonate penetrano subito nell'interno del legno scavando un fitto intreccio di gallerie, giunte a maturità si costruiscono vicino alla superficie del legno una cella pupale, dove si trasformano in insetti perfetti. Gli adulti fuoriescono attraverso un foro rotondeggiante che può avere dimensioni variabili da 1,5 a 3 mm, a seconda della specie. Gli insetti sfarfallano da maggio a settembre. Il ciclo biologico varia da 2 a 6 anni a seconda della specie, delle condizioni climatiche e del tipo di legno.

Tra gli insetti sopra ricordati *Nicobium hirtum* è quello più dannoso e diffuso negli oggetti antichi in legno, ma non è facile osservarlo perché ha costumi notturni e durante il giorno rimane immobile.

Attacca di preferenza il legno di latifoglia (Faggio, Noce, Ontano, Pioppo) ma lo si può trovare anche su legno di conifera (Pino e Abete). È un insetto dannoso anche nelle librerie e negli archivi in quanto le larve distruggono la carta.

Anobium punctatum - attacca il legno di conifera (Abete, Pino) e di latifoglia (Pioppo, Noce, Acero, Tiglio, Pero e Melo), di solito si trova in legni molto vecchi, qualche volta insieme a *Nicobium hirtum*, *Oligomerus ptilinoides* è molto comune nei manufatti in legno, nei musei oltre che negli oggetti d'arte viene riscontrato spesso nel legno delle bacheche (Faggio, Noce) e delle suppellettili in genere.

Xestobium rufovillosum viene reperito solamente in pochi casi quando il materiale è rimasto per un certo periodo di tempo in ambienti umidi che hanno favorito un attacco fungino nel legno.

Ptilinus pectinicornis arreca danni a manufatti in legno di Faggio, Acero, Pioppo e Ontano.

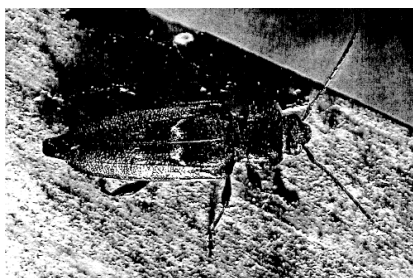
I danni causati da questi insetti possono essere molto gravi, poiché le larve scavano nell'interno del legno gallerie tortuose piene di rosime, che si intersecano fra loro in un fitto intreccio, fino a togliere, nei forti attacchi, ogni resistenza meccanica al legno.

Purtroppo molto spesso accade che ci si accorga della presenza dell'insetto soltanto quando l'attacco è già avanzato. Infatti, poiché le larve scavano le gallerie all'interno del legno lasciando intatto un leggero strato superficiale, nulla appare all'esterno fino al momento in cui le larve si trasformano in insetto perfetto.

I primi sintomi dell'attacco si hanno quindi soltanto dopo il primo sfarfallamento degli adulti, per la presenza dei fori di sfarfallamento sulla superficie del legno. Tuttavia anche allora non si può avere una valutazione esatta dell'entità del danno, in quanto diversi adulti possono fuoriuscire dallo stesso foro e la presenza di pochi fori sulla superficie del legno non è sempre in relazione con un attacco di lieve entità.

Infatti se si asporta lo strato superficiale del legno, si può notare molto spesso il fitto intreccio di gallerie negli strati sottostanti.

Cerambycidi



Hylotrupes bajulus

Sono insetti di media grandezza (1 - 2 cm) caratterizzati da lunghe antenne che possono qualche volta superare anche la lunghezza dell'insetto stesso.

Tra i Cerambycidi che danneggiano il legno sono da ricordare *Hylotrupes bajulus*, *Hesperophanes cinereus* e *Stromatium fulvum*. *Hylotrupes bajulus*, detto comunemente Capricorno delle case attacca le conifere, si insedia su legni stagionati che nella maggior parte dei casi sono travi di tetti. L'insetto ha lunghezza di 1 - 2 cm, colore bruno - nerastro con una pubescenza grigia formante una piccola macchia sulle elitre.

La femmina depone le uova sulla superficie del legno o nelle fessure, in numero molto elevato. Le larve appena nate iniziano subito a scavare gallerie che si addentrano sempre più nell'interno del legno fino a giungere al durame che di solito non viene attaccato.



Legno attaccato da *Hylotrupes*

I danni fatti da questi insetti sono notevoli, il ciclo biologico è molto lungo, da un minimo di 4 anni ad un massimo di 8; durante tale periodo le larve continuano a scavare gallerie nell'interno dello stesso pezzo di legno.

I primi sintomi dell'infestazione si hanno quando sul legno appaiono i fori di sfarfallamento, ma dal numero dei fori non si può dedurre la gravità di un attacco.

In caso di forte attacco si può giungere al punto che il legno viene trasformato in un ammasso di rosime.

Hesperophanes cinereus attacca il legno di latifoglia (Quercia, Castagno, Faggio, Noce, ecc.).

L'insetto ha lunghezza di 1 - 2,5 cm, colore bruno uniformemente coperto di una peluria grigia. Ha un ciclo biologico di 2 - 3 anni ed i danni che provoca al legno sono simili a quelli già descritti per il Capricorno delle case. Viene reperito sia in strutture lignee che nelle suppellettili.

Stromatium fulvum attacca sia legno di latifoglia che di conifera. L'insetto ha lunghezza di 1,5 - 2,5 cm, colore giallo bruno, coperto da una sottile pubescenza. Viene reperito con minore frequenza dei due Cerambicidi sopra menzionati e si riscontra principalmente nelle suppellettili.

Curculionidi

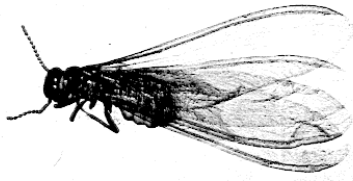
Sono insetti di piccole dimensioni di colore bruno, caratterizzati da un lungo rostro sul quale sono inserite le antenne.

Fra i Curculionidi xilofagi, in Italia è presente il *Pentarthrum huttoni*.

Adulti e larve scavano gallerie lungo le fibre del legno. L'attacco da *Pentarthrum huttoni* può essere distinto da quello degli Anobidi dal diametro più piccolo delle gallerie, dai fori di sfarfallamento ovali e dalla forma degli escrementi che è più rotondeggiante.

Attacca sia legno di latifoglia che di conifera ed è comune su legno precedentemente attaccato da funghi.

Rinotermitidi e Kalotermitidi (Termiti)



Reticulitermes lucifugus



Legno attaccato da *R. lucifugus*

Le Termiti vivono in comunità molto numerose costituite da 3 caste: operaie, soldati e riproduttori. Il ciclo biologico comprende 3 stadi: uovo, ninfa e adulto. Le operaie sono sterili, attere, di colore biancastro, si occupano di tutte le attività relative al funzionamento della colonia. I soldati sono simili alle operaie, ma hanno il capo e le mandibole più sviluppati e fortemente sclerotizzati, devono difendere la colonia dai predatori, in particolare dalle formiche. I riproduttori sono di dimensioni maggiori, di colore da giallo bruno a nero, hanno due paia di ali trasparenti di uguale lunghezza.

I riproduttori sono responsabili soltanto della riproduzione ed in una comunità, pur essendovi numerosi riproduttori potenziali, soltanto una coppia, re e regina, sono normalmente riproduttori attivi. Se la regina muore ne subentra subito un'altra.

Due specie di termiti sono presenti in Italia: *Reticulitermes lucifugus* e *Calotermes flavicollis*. *Reticulitermes lucifugus* provoca in Italia i maggiori danni al legno in opera.

Reticulitermes lucifugus sono termiti sotterranee e abbisognano di un'elevata umidità per cui hanno il loro nido nel terreno. Per raggiungere il legname nelle vicinanze costruiscono tunnel con terra e frammenti di legno sulla superficie di qualsiasi materiale che si trovi tra il nido e la fonte di nutrimento. I tunnel proteggono le termiti dalla luce e dall'aria e mantengono il contatto con il terreno umido.

Distruggono il legno facendo delle gallerie caratteristiche, parallele alla direzione delle fibre, tappezzate da escrementi e terra lasciando la superficie del legno completamente integra, per cui è difficile riconoscere un attacco da *Reticulitermes lucifugus* con un esame superficiale. Un attacco da *Reticulitermes lucifugus* può essere riconosciuto dalle gallerie caratteristiche, dopo aver asportato lo strato superficiale del legno e dai tunnel superficie presenti nelle zone circostanti.

Calotermes flavicollis sono note anche come “termiti del legno secco”, hanno il nido nell’interno del legno e la colonia non raggiunge mai grandi proporzioni.

Attaccano il legno scavando gallerie che si differenziano da quelle del *Reticulitermes lucifugus* per non essere tappezzate da terra ed escrementi e per svilupparsi lungo la cerchia degli anelli di accrescimento.

Calotermes flavicollis mantiene sgombre le gallerie espellendo gli escrementi attraverso piccole aperture che fora attraverso la superficie del legno. Gli escrementi hanno una forma caratteristica, sono cilindrici con 4 - 6 scanalature longitudinali. L’attacco da *Calotermes flavicollis* può essere individuato dalla presenza degli escrementi che si accumulano sulla superficie sottostante il legno attaccato.

Le termiti attaccano sia legno di conifera che di latifoglia. I danni maggiori si riscontrano nelle strutture lignee di chiese e vecchi edifici e nelle biblioteche.

Un insetto che non è xilofago, ma che arreca danni alle vecchie travi, è *Xilocopa violacea*. E’ un afide solitario, di notevole lunghezza (2 - 3 cm), colore nero lucente con riflessi viola e ali blu viola.

La femmina scava in vecchie travi una galleria longitudinale, che divide in cellette con rosario impastato e indurito, dove depone un uovo e miele.

L’attacco è facilmente riconoscibile dai grandi fori (circa 1,5 cm), perfettamente circolari, che si notano sulla superficie del legno.

4 BATTERI



Testata di pioppo con “cuore nero”

Alcuni batteri attaccano il legno fresco, poiché non hanno bisogno di ossigeno (sono anaerobi). La loro azione, se protratta per lungo tempo come nel caso di uno stoccaggio in acqua, porta alla distruzione delle membrane delle punteggiature (aumento della permeabilità), e al consumo delle sostanze di riserva; le caratteristiche meccaniche non ne vengono invece alterate.

Un altro tipo di attacco batterico si può verificare negli alberi in piedi. Il caso più importante in Italia è l’attacco batterico detto “cuore nero” sul pioppo, in particolare sugli ibridi coltivati. In questo caso, l’umidità del “cuore” è assai elevata, con conseguenti difficoltà di essiccazione, e lo sfogliato ottenuto viene notevolmente deprezzato.

Un attacco analogo viene spesso segnalato anche per l’abete bianco (“cuore bagnato”).

5 ORGANISMI MARINI

Gli **organismi marini** più frequentemente segnalati come agenti di degradazione del legno sono le Tereidini (molluschi) e la Limnoria (crostacei). Essi attaccano palificazioni di pontili, legname nei porti, imbarcazioni di legno. I danni provocati possono essere ingenti, poiché l’estensione delle gallerie può ridurre parecchio la sezione resistente del legno.

6 DURABILITA’ NATURALE DEL LEGNO

La durabilità naturale e la trattabilità (facilità di impregnazione) di una specie legnosa sono caratteristiche fondamentali per il suo razionale impiego.

La **durabilità naturale** di una specie legnosa può essere definita come la sua resistenza al degradamento dovuto ad organismi biologici quali insetti, funghi, organismi marini i quali trovano nei costituenti chimici della parete cellulare legnosa (cellulosa, lignina, emicellulose) o nelle sostanze di riserva delle cellule parenchimatiche (zuccheri, amidi) la fonte del loro nutrimento. La durabilità naturale di una specie legnosa solitamente è riferita al durame; la resistenza del durame al biodegradamento è attribuita a sostanze non facenti parte dei componenti strutturali della parete cellulare e denominati “estrattivi” (composti organici come fenoli, tannini, ecc.), chiamati così perché possono essere estratti dal legno con solventi.

La durabilità naturale varia tra specie e specie, ma anche nell’ambito della stessa pianta, e deve sempre essere riferita ad una particolare categoria di organismi. Infatti è quasi impossibile che una specie legnosa possa avere lo stesso grado di durabilità naturale nei riguardi di tutti gli organismi degradanti il legno.

La durabilità naturale del legno è definita secondo norme che stabiliscono i metodi per la determinazione e la classificazione di durabilità naturale del legno agli organismi xilofagi, funghi, insetti (Coleotteri ed Isotteri), organismi marini (UNI EN 350-1 e UNI EN 350-2). La Tabella 1 sintetizza i contenuti di tali norme. Per la durabilità naturale ai funghi da carie, alle termiti, agli organismi marini per le specie legnose a durame differenziato viene considerato solamente il durame, in quanto l’alburno è sempre non durabile, per la durabilità agli insetti (Coleotteri) viene considerato solamente l’alburno in quanto il durame è quasi sempre resistente.

Un’altra caratteristica del legno che deve essere presa in considerazione è la trattabilità, che è la capacità di un legno di essere penetrato dai liquidi, nel caso specifico da un preservante.

Per quanto riguarda la trattabilità del legno, diversi Istituti di ricerca hanno messo a punto criteri di classificazione. La classificazione riportata nella Tabella 1 è quella descritta nella norma europea UNI EN 350-1.

Le classi di rischio di attacco biologico (Tabella 2) definite nella norma europea UNI EN 335, servono invece ad evidenziare quali siano le condizioni di esposizione che possono provocare un attacco da parte dei diversi agenti biologici.

7 TRATTAMENTI PRESERVANTI

La protezione del legno dagli organismi xilofagi può avere azione preventiva o curativa e viene effettuata con mezzi fisici o con mezzi chimici.

Il **trattamento preventivo** rende il legno inadatto all'insediamento ed allo sviluppo degli organismi distruttori: per esempio, impedendo agli insetti di deporre le uova sulla superficie e negli interstizi del legno trattato ed alle spore fungine, che sono sempre presenti nell'aria, di svilupparsi venendo a contatto con il legno.

Il **trattamento curativo** deve invece distruggere gli organismi xilofagi già presenti all'interno del legno, come uova, larve insetti e micelio fungino, impedendo il progredire del danno nel legno attaccato ed il diffondersi dell'infestazione a materiale sano.

I trattamenti con **mezzi fisici** (per es.: la temperatura) sono curativi, e non hanno alcuna durata nel tempo, in quanto il legno può essere di nuovo attaccato da insetti o funghi, quando si ristabiliscono le condizioni idonee per il loro insediamento e sviluppo.

I trattamenti con **sostanze chimiche** possono essere preventivi o curativi e determinano un'azione protettiva la cui durata nel tempo dipende dal tipo di sostanza impiegata e dalle modalità di applicazione.

Le **sostanze preservanti** possono essere di varia natura: derivati dalla distillazione del catrame di carbon fossile (creosoto), sostanze in soluzione acquosa, sostanze in solventi organici e gas: sono fungicidi o insetticidi od ad azione combinata. Le caratteristiche più importanti che dovrebbe avere un preservante del legno sono le seguenti:

- avere alta tossicità agli organismi xilofagi e bassa tossicità ai mammiferi;
- non essere dilavabile né volatile;
- penetrare profondamente nel legno;
- non essere corrosivo ai metalli;
- non avere azione negativa sull'incollaggio e verniciatura.

L'efficacia di un trattamento dipende, oltre che dalla natura del preservante, dalla quantità di sostanza assorbita dal legno (che viene espressa in Kg/m^3 o in g/m^2) e dalla profondità di penetrazione. L'assorbimento e la penetrazione dipendono dalla specie legnosa, dal tipo di preservante, dai metodi di applicazione.

Questi possono essere divisi in due categorie:

- metodi a pressione;
- metodi senza pressione.

La scelta del preservante e del metodo di applicazione viene fatta nel trattamento preventivo in funzione dell'uso che si farà del legno dopo il trattamento, ed in quello curativo in funzione del tipo di danno.

I **trattamenti a pressione** assicurano una buona penetrazione del preservante nel legno. Vengono fatti in autoclave, dove il legno è sottoposto a cicli di vuoto e/o pressione, a seconda del metodo applicato, in modo da favorire la penetrazione del preservante nell'interno del legno. I tempi ed i valori di vuoto e pressione variano a seconda della specie legnosa, delle dimensioni del legno e della natura del preservante. Questi metodi vengono applicati a legno che verrà messo in opera nel terreno o comunque dove il rischio di attacco biologico è molto elevato.

I metodi **senza pressione** comprendono il trattamento ad immersione, a spruzzo ed a pennello.

Nel trattamento ad **immersione** il materiale viene posto in vasche e tenuto a contatto con il preservante per un periodo di tempo che è in funzione della specie del legno, della natura del preservante e della forma e dimensione del legno da trattare. Il periodo di immersione può variare da pochi secondi a diverse ore. Questo trattamento viene applicato generalmente a semilavorati.

Il trattamento a **spruzzo**, che viene effettuato con appositi spruzzatori, è quello più applicato su grandi quantità di legname, come i depositi sotto tettoie e le cataste nei piazzali.

Il trattamento a **pennello** viene applicato invece su materiale finito e messo in opera, in particolare viene usato nel trattamento curativo, dove la scelta del prodotto preservante e del metodo di applicazione viene fatta in funzione del tipo di danno che presenta il legno ed inoltre va considerato se il trattamento deve essere applicato a suppellettili od a travature.

TABELLA 1

Nome commerciale	Nome scientifico	Origine	Durabilità naturale						Trattabilità	
			Funghi	Hyl.	Hesp.	Anob.	Lyc.	Ter.	a	d
Abete bianco	<i>Abies alba</i> Mill.	Europa N. America	4	NR	R	NR	R	NR	4	4
Abete rosso	<i>Picea abies</i> (L.)	Europa	4	NR	R	NR	R	NR	4	4
Douglasia	<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	Canada - USA	3	NR	R	NR	R	NR	3	3
		Europa	4	NR	R	NR	R	NR	2	3
Larice	<i>Larix decidua</i> Mill.	Europa	2	NR	R	NR	R	NR	2	3
Pino pece	<i>Pinus palustris</i> Mill. <i>P. taeda</i> L.	N. America	3	NR	R	R	R	NR	1	3
Pino silano	<i>Pinus laricio</i> Poir.	Europa	4-5	NR	R	NR	R	NR	1	3
Pino silvestre	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Europa	3-4	NR	R	NR	R	NR	1	3
Castagno	<i>Castanea sativa</i> Mill.	Europa	2	R	NR	NR	NR	NR	2	4
Cerro	<i>Quercus cerris</i> L.	Europa	4	R	NR	NR	NR	NR	1	4
Faggio	<i>Fagus sylvatica</i> L.	Europa	5	R	NR	NR	R	NR	1	1
Farnia	<i>Quercus robur</i> L.	Europa	2	R	NR	NR	NR	NR	1	4
Pioppo	<i>Populus</i> spp.	Europa	5	R	NR	NR	R	NR	1	2
Rovere	<i>Quercus petraea</i> Liebl.	Europa	2	R	NR	NR	NR	NR	1	4

LEGENDA

Durabilità naturale ai funghi da carie	
1	molto durabile
2	durabile
3	moderatamente durabile
4	poco durabile
5	non durabile

Durabilità naturale agli insetti (Coleotteri e Termiti)	
R	resistente
MR	moderatamente resistente
NR	non resistente

Insetti	
Hyl = Hylotrupes	
Hesp = Hesperophanes	
Anob = Anobiidae	
Lyc = Lyctus	
Ter = Termiti	

Trattabilità	
1 - permeabile	
2 - moderatamente resistente	
3 - resistente	
4 - estremamente resistente	

a = alburno
d = durame

TABELLA 2

Classe di rischio	Situazione del legno in opera	Esposizione ad umidificazione	Umidità del legno	AGENTI BIOLOGICI						
				Carie	Funghi			Insetti		Organismi marini
					Carie soffice	Azzurramento	Coleotteri	Termiti		
1	non a contatto del terreno ed al coperto	permanente secco	< 18%				X	L		
2	non a contatto del terreno ed al coperto	umidificazione occasionale intermittente	occasionalmente >20%	X		X	X	L		
3	non a contatto del terreno e non al coperto	umidificazione frequente	frequentemente >20%	X		X	X	L		
4	nel terreno ed in acqua dolce	umidificazione permanente	permanente >20%	X	X	X	X	L		
5	in acqua di mare	umidificazione permanente	permanente >20%	X	X	X	X		X	

Legenda:

X = rischio generale in tutta Europa; L = rischio locale

TABELLA 3 - Classi di penetrazione del preservante nel legno con le richieste di penetrazione e zone analitiche corrispondenti (da EN 351/1)

Classe di penetrazione	Richiesta di penetrazione	Zona analitica (*)
P1	Nessuna	3 mm dalle facce laterali
P2	min. 3 mm laterali e 40 mm assiali di alburno	3 mm laterali di alburno
P3	min. 6 mm laterali di alburno	6 mm laterali di alburno
P4	min. 6 mm laterali e 50 mm assiali di alburno	6 mm laterali di alburno
P5	min. 12 mm laterali di alburno	12 mm laterali di alburno
P6	soltanto per legno tondo, min. 20 mm di alburno	20 mm di alburno quando l'alburno è >20 mm
P7	tutto l'alburno	alburno
P8	tutto l'alburno e min. 6 mm di durame esposto	alburno e 6 mm durame esposto

(*) La zona di legno trattata che viene analizzata e nella quale deve essere presente il quantitativo di preservante considerato idoneo per la protezione del legno (secondo le prove biologiche prescritti in EN 599/1) in riferimento alle varie classi di rischio biologico.

TABELLA 4 - Trattamento con la temperatura per distruggere il Lyctus nel tavolame fresco (da Forest Products Research Laboratory)

Condizioni nel forno		Periodo di esposizione in ore per lo spessore di mm				
Temperatura °C	Umidità relativa %	25	36	50	62	75
60	100	3	4	5	6	7
60	80	3	4	5	6	7
57	100	4	5	6	7	8
57	80	4	5	6	7	8
57	60	6	7	8	9	10
55	100	8	9	10	11	12
55	80	8	9	10	11	12
55	60	10	11	12	13	14

Testi generali sul biodegradamento del legno.

Cartwright, K.St.G and W.P.K Finlandy, 1976 : Decay of timber and its prevention, HMSO, London

Cogging, C.R., 1980 : Decay of timber in buildings, the Rentokil Ltd, W. Sussex

Findlay W.P.K., 1953 : Dry rot and other timber troubles, Hutchinson & Co. Ltd, London

Giordano, G., 1981 : Tecnologia del legno, vol. 1, UTET, Torino

Hickin, N.E., 1972 : The woodworm problem, Hutchinson & Co Ltd, London

Hickin, N.E., 1972 : The dry rot problem, 2° edition, Hutchinson & Co Ltd, London

Hickin, N.E., 1975 : The insect factor in wood decay, 3° edition, Associated Business Programmes, London

Jacquot, C. et Keller-Vaillant, 1951 : La preservation des bois, Hermann et C., Paris

Mahlke - Troschel, 1950 : Handbuch der Holzkonservierung, Springer-Verlag, Berlin.

Nicholas, D.D., editor, 1973 : Wood deterioration and its prevention by preservative treatments, vol. 1, Syracuse University Press, USA.

Vité, J.P., 1953 : Die holzzerstörenden Insekten Mitteleuropas, "Musterschmidt" Wissenschaftlicher Verlag, Göttingen

A. F. Bravery, R W Berry, J K Carey, D E Cooper, 1992 – Recognising wood rot and insect damage in buildings BRE

B. Ridout – Timber decay in buildings; the conservation approach to treatment. E & FN SPON, 2000