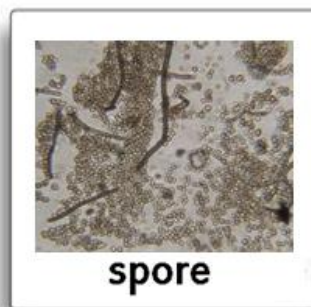


## MUFFE: CARTA D'IDENTITÀ

### 01 – Premessa

Muffe, muschi, alghe, funghi, licheni, batteri ecc. rappresentano un serio problema per la durabilità delle opere e per la salubrità degli edifici: attaccano la pietra consumandola per nutrirsi, la corrodono con i prodotti dei loro processi metabolici, danneggiano intonaci, rivestimenti, pitture ed affreschi causandone il distacco e lo sfogliamento, possono causare insidiose allergie, possono originare infiltrazioni nelle coperture, ecc.



Sono organismi vegetali, pluricellulari (funghi), esenti da clorofilla che si riproducono per mezzo di spore. Possono quindi svilupparsi anche (o specialmente) in assenza di luce, ricoprendo le superfici con insediamenti (miceli), caratterizzati da manifestazioni schiumose e filamentose, con emanazione di un odore caratteristico. L'insediamento non è limitato al solo livello superficiale poiché la struttura filamentosa (ife) interessa con profondità differenti, ma comunque significative, il tessuto insidiato.

### 02 - Qualche dato identificativo

Le muffe rappresentano la manifestazione visiva dello sviluppo di organismi pluricellulari, capaci di ricoprire le superfici sotto forma di miceli spugnosi. A seconda delle specie coinvolte nella colonizzazione, il loro colore può essere grigio, verdastro, marrone o nero. Strutturalmente molto semplici, ma dotati di clorofilla e dunque in grado di effettuare processi di fotosintesi.

Le muffe si sviluppano più frequentemente sulle facciate esterne, dove possono trovare la luce e il nutrimento necessari per sopravvivere ma, in presenza di umidità e di condizioni favorevoli possono fare la loro comparsa infestante anche negli ambienti interni.



Sono generalmente verdi, anche se particolari pigmenti possono conferire loro un colore azzurro, rosso o bruno e nero, a seconda delle specie coinvolte nella colonizzazione.

### 03 - Qualche aspetto caratteristico

Gli insediamenti biodeteriogeni rappresentati da muffe, alghe, funghi, batteri, ecc., sono la manifestazione visibile di un complesso fenomeno caratterizzato dalla presenza di nutrienti specifici, da tempi di sviluppo primario e secondario influenzati da parametri ambientali, dagli effetti deleteri, sia in ordine alla salubrità che alla qualità di conservazione delle superfici e delle strutture contaminate.



A = crescita e sviluppo su residui organici: 24 ore;

B = germinazione spore su supporti umidi/bagnati: 12 ore;

C = accrescimento spore, formazione colonie: 5 – 10 giorni;

D = temperatura favorevole di sviluppo: +5/+30° C;

E = soglia favorevole di umidità: > 65%.

F = intervallo favorevole di sviluppo: pH 4 – 8;

G = nutrienti di sviluppo: vedere nota (\*1);

H = effetti sui corpi murari: vedere nota (\*2);

I = effetti sulla salubrità degli ambienti abitativi: vedere nota (\*3);

J = insidie nascoste: vedere nota (\*4).



(\*1) = **NUTRIENTI** - Anche nelle superfici apparentemente incontaminate, la quantità di impurità presenti sulle pareti può risultare sufficiente per nutrire, in presenza di umidità, una colonia di muffe, soprattutto negli angoli ed a ridosso di mobili voluminosi, che sono in genere i punti meno ventilati dove si raccolgono più facilmente polvere e sedimenti. Tutte le pitture murali, inoltre, contengono derivati della cellulosa e, per questo motivo, possono rappresentare un brodo di coltura ideale per l'insediamento e la proliferazione delle colonie.

(\*2) = **EFFETTI SULLE MURATURE** - Negli ambienti interni la presenza di muffa può indicare incorrettezze di origine costruttiva o accidentale: insufficiente ventilazione, eccessiva umidità per condensa sui muri freddi, infiltrazioni d'acqua, insufficiente esposizione solare (spesso la muffa può essere inibita proprio dalla luce diretta del sole), inadeguata manutenzione dei mobili (alcune muffe si cibano del legno, specie quelle che si depositano negli angoli dietro ai mobili). Le muffe, specie quelle nerastre degli "ascomiceti", con il loro metabolismo attaccano il tessuto murario: si cibano dei componenti e li aggrediscono con le loro deiezioni.

(\*3) = **MUFFE ED ALLERGENI** - all'interno degli edifici le spore delle muffe rappresentano comunque un decadimento del livello di salubrità. A solo titolo di esempio l'inalazione delle spore può causare pericolose allergie. Alcune spore particolari, come ad esempio quelle di *Stachybotrys* rilasciano potenti tossine che, ove inalate in continuità, possono creare infiammazioni e lesioni polmonari. Ancora più pericolosa è la muffa originata dal fungo *Stachybotrys chartarum* che si presenta con macchie nere verdognole sulle pareti e sul soffitto della casa e che genera e può diffondere microtossine che sono sospettate di cancerogenicità.

(\*4) = **INSIDIE NASCOSTE** – Agli inizi del 900' le colonne dell'Acropoli di Atene erano diffusamente ricoperte da licheni. Oggi, le stesse colonne ne sembrano quasi completamente esenti. Secondo gli studiosi delle Università di Oldenburg e Messina, le colonie di licheni si sono semplicemente spostate all'interno del materiale marmoreo, a profondità che possono anche raggiungere 40 mm, per sfuggire all'aumento dei raggi ultravioletti che si è progressivamente determinato. Anche in profondità, questi organismi svolgono la loro azione corrosiva che si aggiunge, rovinosamente, alle aggressioni causate dall'inquinamento atmosferico.

## 04 - Qualche dato biografico

**MUFFE:** Possono essere considerate come colonie di funghi microscopici, pluricellulari, che, durante la crescita producono particelle di forma sferica e dimensioni estremamente ridotte, le spore, simili ai pollini, che si disperdono nell'aria, con particolare intensità in estate e autunno.

Possono crescere sia all'interno che all'esterno delle abitazioni, manifestandosi sotto forma di "miceli" spugnosi.

Il termine "muffa" è pertanto comunemente riferito ad agglomerati di questi sottili miceli, formati su materiali inorganici ed organici, generalmente come uno strato schiumoso o filamentoso, che ne evidenzia le condizioni di decomposizione e marcescenza.



**FUNGHI:** organismi eterotrofi, numerosi in natura, oltre 100.000 varietà, in genere con corpo filamentoso pluricellulare indifferenziato (tallo), che si nutrono per assorbimento. Le cellule dei funghi hanno per lo più una parete cellulare di micosina, una sostanza azotata simile alla chitina degli artropodi. Il tallo è formato da una massa di sottili ife filamentose detta micelio, che si accresce nel terreno. In alcune specie le ife sono singole cellule allungate con più nuclei, in altre possono essere formate da più cellule divise da setti, perforati per il passaggio delle sostanze nutritive. Poiché hanno una parete rigida, i funghi si nutrono per assorbimento, secernendo all'esterno enzimi digestivi e assorbendo le sostanze nutritive che vengono così liberate. Le ife si estendono per una grande superficie coprendo così una vasta area di assorbimento.

**ALGHE e LICHENI:** sono microrganismi che privilegiano le aree piovose, umide, o costiere e lacustri. Per insediarsi e riprodursi necessitano di un'elevata umidità, di alte concentrazioni di anidride carbonica e della luce solare. Conferiscono colorazioni verdastre e/o bluastre alle superfici aggredite: prevalentemente quelle esposte a nord.

**BATTERI:** sono praticamente onnipresenti nell'atmosfera, nell'acqua, nel terreno, ecc. Possono introdursi agevolmente nei film delle pitture dando luogo alla decomposizione enzimatica di alcuni componenti delle pitture stesse. Privilegiano gli ambienti umidi, leggermente alcalini. La loro presenza è accompagnata da alterazioni cromatiche, odori molesti, ecc.

**LIEVITI e FERMENTI:** sono considerevolmente diffusi, si riproducono mediante spore trasportate dal vento, privilegiano gli ambienti debolmente acidi. Formano rivestimenti viscidati e sgradevoli.

## 05 - Elementi di valutazione

La comparsa di macchie, muffe e localizzazioni umide su pareti e pavimenti è un evento tutt'altro che infrequente e deve essere considerato, con sufficiente attendibilità, come la sintomatologia superficiale di problemi più profondi, connessi con un elevato tasso di umidità all'interno delle strutture murarie e/o dell'ambiente, spesso accompagnato da carenze di isolamento e da inadeguate misure di areazione e ricambio dell'aria negli ambienti.

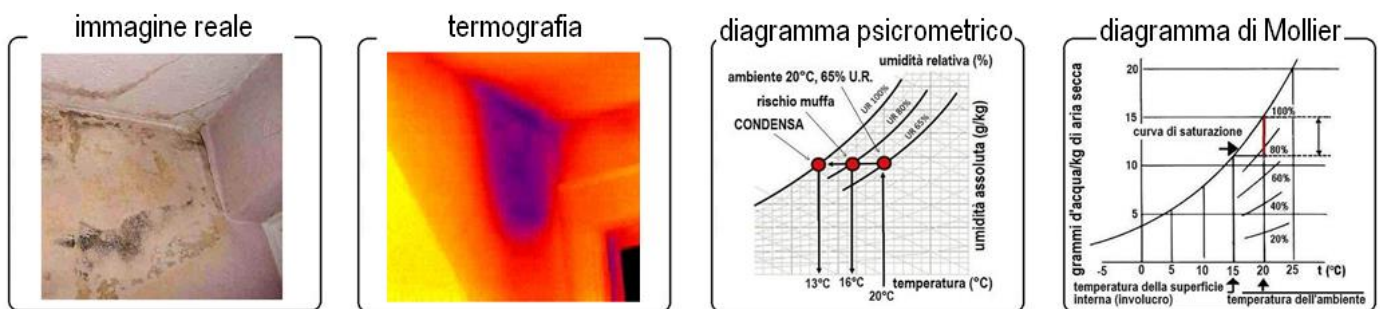
In alcuni casi la comparsa della muffa viene attribuita, acriticamente o pretestuosamente, all'umidità residua, quindi all'incompleta evaporazione dell'acqua presente in molti materiali edili posti in opera (malte, intonaci, rivestimenti, ecc.).

È opportuno osservare che raramente questa affezione temporanea, può essere la vera causa del fenomeno, così come è possibile evincere dai richiami del paragrafo 6.

In condizioni normali infatti, l'umidità residua, scompare spontaneamente se le opere sono state eseguite correttamente e se vengono rispettati i tempi e le modalità di ventilazione degli ambienti, così come prevedono i regolamenti edilizi e d'igiene in vigore.

La comparsa delle muffe è sempre riconducibile alla presenza di patologia da umidità:

- Da un lato, umidità e muffa vanno sempre rigorosamente a braccetto,
- Dall'altro, se un materiale rimane umido a lungo, è probabile che sulla sua superficie cominci a crescere la muffa che, viceversa, non si manifesterebbe in assenza di umidità.



La stretta relazione fra le condizioni igrometriche ambientali, la presenza di condensazione e l'insediarsi delle muffe, risulta in tutta evidenza nelle immagini sopra proposte, con un'area interessata dalle muffe ed il rilievo termografico dell'area stessa.

A solo titolo di esempio, in un ambiente con temperatura di 20°C ed umidità relativa del 60% si può formare condensa se la temperatura di una zona delle pareti che delimitano l'ambiente scende sotto i 12°C.

Nel diagramma psicrometrico ogni punto del grafico rappresenta una determinata condizione di umidità relativa, umidità assoluta e temperatura.

Dal diagramma si vede come partendo dalle condizioni indicate dalla legge (condizioni standard 65% UR e 20°C) e si interseca la linea corrispondente a UR 80% per una temperatura di circa 16°C e quella di UR 100% di circa 13°C., queste rappresentino rispettivamente le due soglie critiche alle quali si verifica il rischio di formazione di muffa e di condensazione.

Nel diagramma di Mollier la temperatura di rugiada viene determinata leggendo l'intersezione fra la curva di saturazione e la retta che rappresenta una trasformazione a titolo costante, a partire dalle condizioni di temperatura e umidità dell'ambiente considerato.



Per immaginare il rimedio più adatto nelle diverse circostanze non si può prescindere dalla considerazione che, se la causa dell'eccessiva umidità non viene chiarita ed eliminata, nessun risanamento potrà mai portare a risultati soddisfacenti e duraturi.

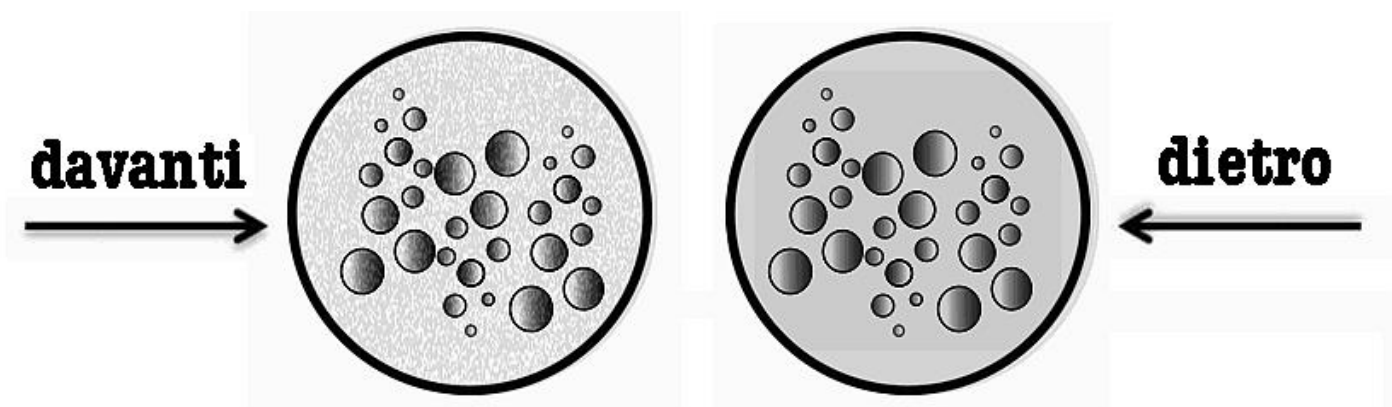
Prima di prendere qualsiasi decisione, in ordine all'eliminazione delle muffe, poiché muffe ed umidità sono un binomio praticamente inscindibile, è indispensabile stabilire quale sia la provenienza dell'umidità.

Negli ambienti interni l'umidità, e di conseguenza la comparsa di muffe, può avere origini differenti anche se nei casi più frequenti e salvo eventi accidentali, è causata dalla condensazione dell'aria ambiente sulle pareti più fredde e, in misura meno ricorrente, dall'umidità di risalita capillare.

Il documento "Umidità: lettura degli indizi", in [www.azichem.com](http://www.azichem.com), fornisce gli indirizzi e le necessarie indicazioni per un riconoscimento, almeno preliminare, delle manifestazioni umide.

In queste note ci si limita a suggerire una prova pratica, assolutamente non invasiva, anche se altrettanto non definitiva, per cercare di farsi una "prima idea".

La prova in questione richiede soltanto un foglio di plastica, del nastro adesivo e la pazienza necessaria per aspettare il responso. La procedura è altrettanto semplice: Applicare con nastro adesivo il foglio di plastica sulla parete umida, presumibilmente più fredda ed attendere qualche ora per verificare cosa succede.



Se il foglio risulta bagnato nella parte esterna (davanti) ci si trova indubbiamente di fronte all'aria dell'ambiente, satura di umidità e quindi a problemi di condensazione. Se il foglio risulta bagnato nella parte interna (dietro) e se, in aggiunta, la superficie muraria interessata dal foglio presenta rilevante umidità significativa, la causa dell'umidità è presumibilmente da ricercarsi nel corpo murario, per problemi di risalita capillare, di infiltrazioni accidentali ed altro.

La presenza più accentuata di manifestazioni, in corrispondenza delle finestre, degli angoli bassi delle pareti e delle pareti più fredde possono essere considerati come sintomi di aria satura, mentre la presenza di rigonfiamenti e sfarinamenti delle pitture e degli intonaci, nonché la collocazione delle manifestazioni ad altezze relativamente regolari, nell'ambito di 0,5 – 1,5 metri, rispetto al pavimento possono essere elementi correlabili all'umidità di risalita.

#### **UMIDITA' ASCENDENTE (RISALITA CAPILLARE)**

- È praticamente indipendente dalla stagione.
- Le altezze di risalita muraria sono limitate (2/3 metri).
- Impregna l'intero spessore murario.
- Adesca l'acqua contenuta nel terreno (falde freatiche) o l'acqua superficiale di provenienza accidentale.
- Si riduce sino a scomparire in presenza di barriere efficaci.

#### **UMIDITA' di CONDENSAZIONE**

- È significativamente influenzata dalla stagione.
- Si può manifestare a qualunque altezza dell'edificio.
- Bagna in superficie la parete.
- Assume l'acqua ambientale, presente in forma di vapore.
- Si riduce drasticamente, sino a scomparire con il calore e la ventilazione per ricomparire in presenza di situazioni favorevoli.

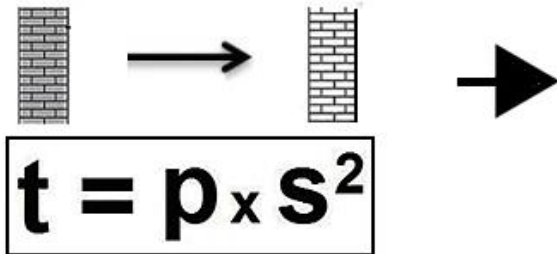
Gli elementi di valutazione sono evidentemente differenti a seconda che ci si debba occupare di muffe negli ambienti interni, piuttosto che sulle superfici murarie esterne.

In linea di massima, nelle superfici murarie esterne le manifestazioni umide più frequenti comprendono frange umide continue o discontinue alla base muraria, efflorescenze, muffe, alghe, licheni, ecc., mentre nelle superfici murarie interne le manifestazioni umide più frequenti comprendono frange umide continue o discontinue alle basi murarie, muffe puntuali e/o colonie di muffe sulle pareti di condensazione, macchie di umidità in corrispondenza delle pavimentazioni, ecc.

## 06 - Sull'umidità residua

L'umidità residua o residuale è e deve essere un'afflizione temporanea con una diversa incidenza in funzione dell'età dell'edificio. In condizioni normali, infatti, l'umidità residua, scompare spontaneamente per evaporazione sulla base dei "tempi di prosciugamento" che possono essere calcolati, seppure con larga approssimazione, sulla base degli elementi richiamati in immagine.

### prosciugamento



### coefficiente di prosciugamento murario "p"

malte ed intonaci di calce aerea	0,25
murature di mattoni (media)	0,28
malte leggere (perlite, vermiculite)	1,20
murature di pietre calcaree (media)	1,20
calcestruzzo ordinario	1,60
calcestruzzo cellulare	1,20
calcestruzzo leggero (pomice)	1,40

Il prosciugamento è funzione di un coefficiente di prosciugamento murario (p), caratteristico per ogni tipo di muratura, e dello spessore (s), della muratura stessa.

Il tempo impiegato da una struttura ad asciugare (t) è in rapporto al quadrato del suo spessore.

## 07 - Muffe e "Sick Building Syndrome"

Fin dal 1983 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha riconosciuto l'esistenza di una Sindrome da edificio malsano, o "Sick Building Syndrome", strettamente collegata alla presenza di quello che viene definito inquinamento indoor.

Il termine è, quindi utilizzato "per indicare le sintomatologie, fisiche e psicologiche, quali reazioni cutanee, cefalea, nausea, irritazioni oculari e delle vie aeree, affaticamento, irritabilità, vertigini, ecc., legate alle condizioni dell'edificio".

Si tratta, quindi, di un termine che racchiude tutta una serie di disturbi fisici e psichici le cui cause sono immediatamente riconducibili alla tipologia delle costruzioni e al loro essere "edifici malsani".

Si parla di edifici malsani quando sono presenti alcune condizioni per cui ci si trova a contatto di agenti inquinanti che si sviluppano all'interno di un edificio e che determinano un inquinamento ambientale interno "inquinamento indoor", fra i quali sono espressamente annoverate le muffe.

## 08 - Qualche riferimento "botanico"

**Organismi autotrofi:** si definiscono autotrofi (dal greco "autos" = da se stesso e "trophos" = alimentazione) gli organismi capaci di sintetizzare i composti organici, necessari al loro metabolismo, a partire dall'anidride carbonica dell'aria (CO<sub>2</sub>) attraverso l'energia luminosa (fotoautotrofi) o dell'energia chimica che si sviluppa in particolari reazioni di ossido-riduzione (chemio autotrofi).

Fra i più importanti organismi autotrofi sono annoverabili le alghe, i licheni, i muschi, le piante infestanti ed i batteri autotrofi.

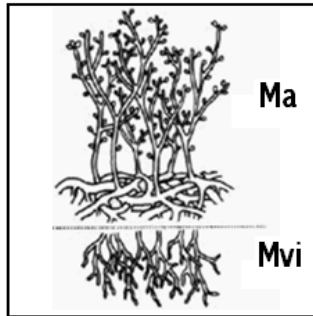
**Organismi eterotrofi:** si definiscono eterotrofi (dal greco "héteros" = altro, differente) gli organismi che utilizzano sostanze organiche già disponibili poiché sono incapaci di sintetizzarle a partire da composti inorganici. Fra i più importanti organismi eterotrofi possono essere annoverati i batteri eterotrofi, i funghi, gli actinomiceti e la microfauna. Un caso importante di eterotrofismo è quello degli organismi detti decompositori capaci di nutrirsi di detriti organici di animali e piante presenti nel terreno.

**Micelio:** è l'apparato vegetativo dei funghi ed è formato da un intreccio di filamenti detti ife, tubuli in cui scorre il protoplasma. Le ife possono essere mono o multicellulari, nei multicellulari le singole cellule sono delimitate da pareti che prendono il nome di setti, (per l'osservazione è necessario il microscopio).

Tuttavia i setti sono dotati di un foro che permette il passaggio del protoplasma.

L'insieme di queste ife costituiscono il vero corpo (Tallo) del fungo (non il frutto, che viene chiamato carpoforo o sporoforo).

Il micelio ha origine da una spora e ne possiede la sessualità. Miceli di varia sessualità possono fondersi ma solo il patrimonio genetico completo può dare origine ad un carpoforo.



**micelio aereo**  
 ← (funzione replicativa)

**micelio vegetativo**  
 ← (funzione nutritiva)

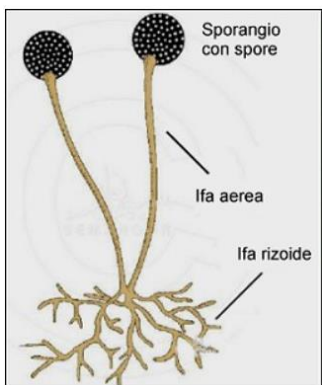
**Miceti:** muffe e lieviti appartengono alla più grande categoria dei miceti cioè di organismi simili alle piante che crescono per estensione continua, formando diramazioni simili a “ramoscelli”; le muffe in particolare possono costruire impalcature fiocose anche di grandi dimensioni.

I miceti si moltiplicano sia come cellule singole (i lieviti), che in colonie pluricellulari filamentose (le muffe) e i funghi, propriamente detti (eduli).

Le forme pluricellulari non possiedono foglie, steli o radici risultando molto meno differenziate delle piante superiori e tuttavia molto di più dei batteri.

I miceti sono presenti in abbondanza nel suolo, sulla vegetazione ed anche in materiali presenti sulle acque (legname, foglie, ecc.); le loro spore trasportate ovunque nell'aria risultano essere contaminanti fastidiosi di colture batteriche e cellulari di mammiferi

**Ife di crescita delle muffe:** il principale elemento della crescita di una muffa è l'ifa, una struttura tubulare ramificata con diametro che varia da 2 a 10 micron, molto più grande cioè di quello dei batteri.



Con lo svilupparsi di una colonia, le sue ife formano una massa di filamenti intrecciati detta micelio. Il micelio è generalmente visibile sia sulle superfici che negli alimenti. Le ife si sviluppano sia per prolungamento apicale che con la formazione di ramificazioni laterali tendendo ad invadere la superficie loro adiacente. Le ife che penetrano nel terreno di coltura, da cui assorbono le sostanze nutritive, sono conosciute nell'insieme come micelio vegetativo, quelle invece che si proiettano sulla superficie del terreno costituiscono il micelio aereo; è appunto il micelio aereo quello visibile sulle superfici delle strutture che determina spesso patine nerastre o di varie colorazioni in funzione della specie e del genere.

Il micelio aereo porta anche le cellule riproduttive o spore e per questo è anche detto micelio riproduttivo. Le colonie si sviluppano sulla superficie del terreno di coltura, che può essere liquido o solido, assumendo l'aspetto di un groviglio secco, irregolare, filamentoso.

Per ulteriori informazioni consultare il documento "Muffe interne ed esterne" ed i documenti inerenti l'umidità.