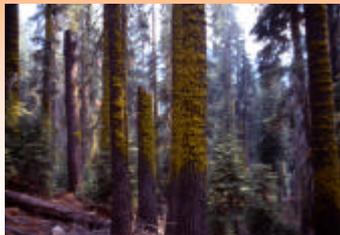


Corsi di Laurea in SFA ed in DISMIT  
 Modulo di Ecologia Forestale  
 7) Dinamismo forestale – Old-growth



Definizioni (Oliver, Larson, 1996)

**Popolamento (Stand):** gruppo di alberi che ha al suo interno una struttura ed una composizione relativamente uniforme e che si accresce nelle stesse condizioni climatiche e di suolo.

**Dinamica dei popolamenti forestali (Forest stand dynamics):** lo studio dei cambiamenti strutturali che avvengono nel tempo all'interno dei popolamenti forestali.

**Struttura del popolamento forestale (Stand structure):** le modalità con le quali le diverse parti di un popolamento si distribuiscono nello spazio, nel tempo o si organizzano funzionalmente.

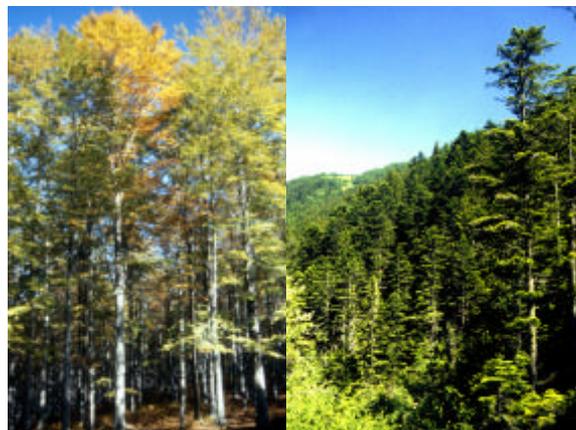
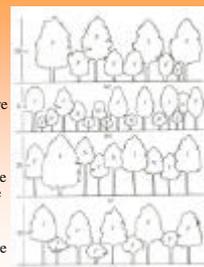
**Sviluppo dei popolamenti forestali (Stand development):** è la parte della dinamica dei popolamenti forestali che si occupa dei cambiamenti che avvengono nel tempo nei popolamenti forestali.

**Coorte (Cohort):** un gruppo di alberi che si sono rinnovati ed affermati dopo un disturbo. L'insediamento può essere avvenuto su una grande superficie (sostituzione di un intero popolamento) o su una superficie ridotta. Le differenze di età all'interno di una coorte sono ridotte (possono variare da un anno a pochi anni).



Specie eliofile e specie sciafile

- I termini eliofila e sciafila sono riferiti alla capacità di certe specie di sopportare l'ombreggiamento (aduggiamento)
  - Specie sciafile (specie tolleranti). Possono vivere anche con livelli di illuminazione relativamente bassa (sopportano l'ombreggiamento). Sono specie tipiche degli stadi maturi delle sere (late seral species, specie definitive).
  - Specie eliofile (intolleranti). Devono vivere in piena luce e non possono vivere all'ombra di altre specie. Specie pioniere e tipiche dei primi stadi delle sere (early seral species).
  - Alcune specie possono essere considerate intermedie nei confronti di questi due estremi.





Le dinamiche che riguardano i popolamenti forestali sono quasi sempre delle "successioni secondarie".

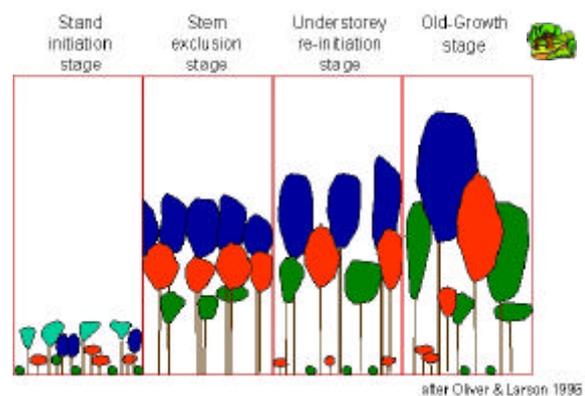
Ad un certo momento della successione interviene un disturbo (naturale od antropico) che costituisce il punto di partenza della dinamica forestale.

I modelli strutturali che si avvicendano dopo il disturbo sono tra di loro simili ma non sono predeterminati in quanto dipendono dal disturbo (tipo, frequenza, estensione, intensità), dalle specie arboree presenti (preesistenti e disponibili) e dall'ambiente.

Per esigenze di classificazione e di semplificazione di queste successioni si possono riconoscere, all'interno di ogni successione, alcuni "stadi" di sviluppo o stadi strutturali.

(Oliver, Larson, 1996)

- Stadio di rinnovazione (*Stand initiation stage*)
- Stadio di perticaia (*Stem exclusion stage or pole stage*)
- Stadio di maturità (*Understorey reinitiation stage or transition stage*)
- Stadio di senescenza (*Old-growth stage*)



All'inizio di un processo di successione c'è un evento che modifica la struttura della comunità (le strutture) e ne modifica i processi funzionali. Questo evento è un **disturbo**.

- Effetti di un disturbo su sostanze nutritive, vegetazione e suolo
- Disponibilità di spazio e risorse (luce e sostanze organiche nel suolo)
- Sviluppo di individui che sono sopravvissuti al disturbo (piani dominati del popolamento precedente)
- Arrivo delle specie pioniere
- Rapidi cambiamenti nella dominanza delle specie vegetali (ma anche nelle strutture e nei livelli di competizione)
- L'insediamento di alberi può essere immediato o ritardato (disponibilità di seme, semenzali, competizione con specie erbacee ed arbustive)
- Elevata diversificazione spaziale (mosaico di microsititi con alberi, arbusti, specie erbacee, CWD e suolo nudo)
- Struttura verticale poco differenziata (piante sono piccole)



### Stadio di rinnovazione (Stand initiation stage)

Dopo un disturbo nuovi individui possono insediarsi per diversi anni. Questo è lo stadio iniziale del ciclo in cui sono presenti giovani piantine nate da seme, di piccola dimensione. In questo stadio svolgono un ruolo importante le specie pioniere ma possono essere già presenti anche specie caratteristiche di stadi più maturi



CWD può essere molto abbondante (schianti, insetti, siccità ed incendi di media-bassa intensità) o scarso-assente (valanghe, alluvioni, fuochi distruttivi)

Il periodo di invasione può variare tra pochi anni ad alcuni decenni (relay floristic ed initial floristic)

In questo stadio abbiamo il più alto numero di specie animali e vegetali; le condizioni sono ottimali per le specie animali

Le specie dominanti sono quelle con un rapido accrescimento iniziale (vincono la competizione)

Lo stadio termina quando tutto lo spazio disponibile è stato occupato



- Definitive (late seral species):
  - Producono relativamente pochi semi di grosse dimensioni
  - La produzione di seme è molto discontinua nel tempo
  - La dispersione del seme è affidata agli animali
  - Il seme ha una scarsa capacità di restare vitale per lungo tempo nella seed bank
  - Hanno una quantità abbondante di biomassa allocata nelle radici
  - Hanno un accrescimento relativamente lento
  - Sono specie longeve
  - Sono specie sciafile
  - Strategia k

### Cohort Establishment



#### Factors influencing plant growth and survival:

- mortality factors (herbivory, disease, environmental stresses)
- life-history factors (shade tolerance, annual vs perennial, etc)
- tree-shrub competition
- tree-tree competition



- Early and late successional species sono caratterizzate da una serie di caratteristiche o strategie:
  - Pioniere (early seral species):
    - Produzione continua e abbondante di semi
    - Dispersione dei semi anemofila
    - I semi possono restare dormienti per periodi relativamente lunghi nella seed bank
    - Germinano preferibilmente sul terreno minerale
    - Hanno una quantità abbondante di biomassa allocata nel fusto e nelle foglie
    - Hanno un rapido accrescimento iniziale
    - Sono poco longeve
    - Sono eliofile
    - Strategia r



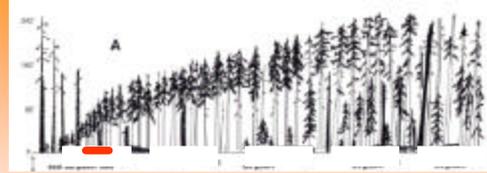




### Stadio di perticaia (*Stem exclusion stage or pole stage*)

Non c'è più la possibilità per l'insediamento di nuovi individui. Quelli che si sono insediati nello stadi precedente lottano per assicurarsi spazio (chioma e luce) e risorse nutritive. La competizione porta alla conquista del piano dominante da parte di alcuni individui ed alla sconfitta di altri individui che rimangono nei piani dominati (inizia la mortalità).

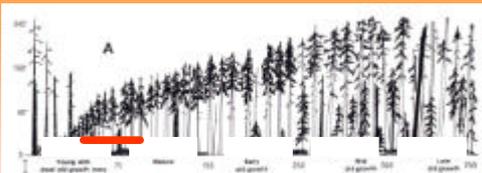
### Canopy Closure



#### Factors influencing tree growth and survival:

- **mortality factors** (disease, herbivory)
- **tree-tree competition** (density dependent mortality)

### Biomass Accumulation/competitive exclusion



#### Factors influencing tree growth and survival:

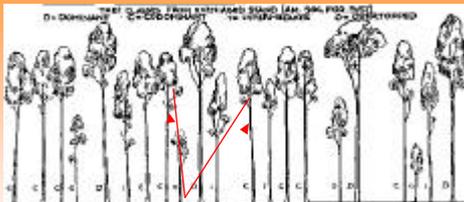
- **mortality factors** (disease)
- **tree-tree competition** (density dependent mortality VERY INTENSE)

### Tree sociological classes



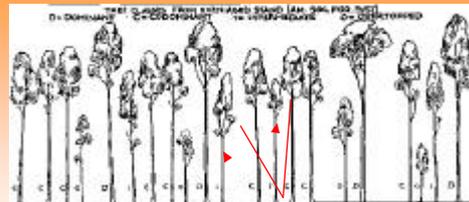
- Dominant trees
  - Large expanded crowns, above main canopy layer
  - Crowns receive light from above and the side
  - Biggest stems

### Tree sociological classes



- Co-dominant trees
  - Medium crowns level with main canopy layer
  - Light from above, little from the side

### Tree sociological classes



- Intermediate trees
  - Small crowns partly below main canopy layer
  - Light from above none from side

## Tree sociological classes



- Overtopped trees
- Small weak crowns receiving indirect light

Formazione di uno strato di chiome molto denso e profondo alcuni metri

La lotta per le risorse ha portato alla saturazione completa dello spazio. Non ci sono possibilità per nuovi insediamenti

Inizia una forte competizione tra gli individui (inter- ed intra-specifica)

Inizia la mortalità nei piani intermedi e dominati (provocata dalla competizione, endogena). La mortalità può essere accentuata da fenomeni come la siccità.

Diminuisce il numero degli individui appartenenti a specie eliofile

Le specie arbustive ed erbacee diminuiscono drasticamente. Le condizioni per la fauna non sono buone

Inizia una forte differenziazione dimensionale (diametri) e di altezza nel popolamento (stratificazione)

Aumenta la biomassa

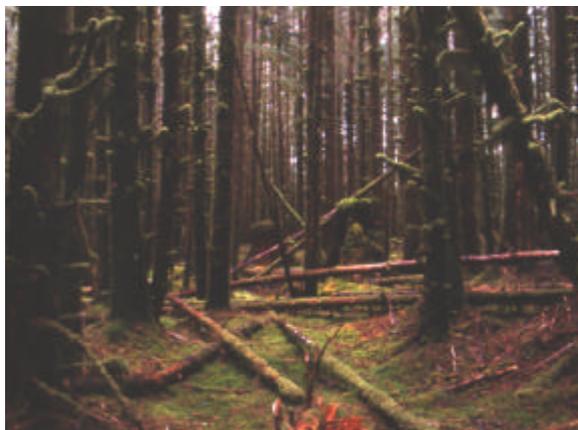
Diminuisce la diversità nelle classi di età (gli individui più giovani muoiono)



Possono ancora essere presenti i residui di CWD del popolamento precedente e si accumula sul terreno del legno morto che deriva dalla mortalità per la competizione

La differenza di accrescimento tra gli alberi è provocata da differenze micro-stazionali e da differenze genetiche tra gli individui

Questa differenziazione accentua la mortalità degli alberi più deboli. La differenziazione si evidenzia più marcatamente su terreni fertili e con alberi con tassi di accrescimento elevati

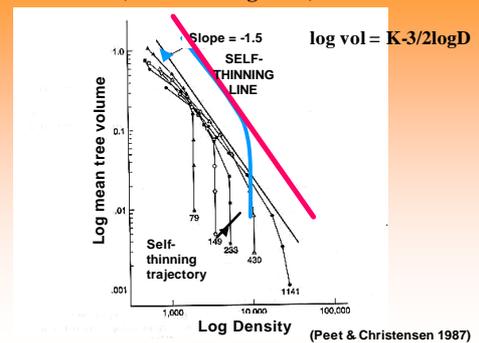




### Tree mortality – the self thinning rule

- Empirical rule determined from many different studies
- A given site (set of resources) has a well defined maximum density (size by number) of plants which it can support.
- When the maximum is reached density dependent mortality occurs
- Mortality can be described by a simple relationship between the average size of plants and the number of plants per unit area
- Mortality is a function of biomass accumulation

### Density-Dependent Competition (-3/2 Thinning Rule)



### Stadio maturità (understory reinitiation stage, transition)

La situazione si è assestata e la competizione dello stadio precedente ha selezionato gli individui. A questo punto si iniziano ad osservare dei piccoli crolli ed è possibile che la luce possa di nuovo penetrare tra le chiome e consentire lo sviluppo di specie erbacee-arbustive e la rinnovazione delle specie forestali (sciafile).

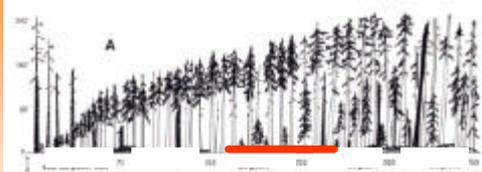
### Maturation



### Factors influencing tree growth and survival:

- **mortality factors** (disease, insects, environmental stresses such as wind)
- **tree-tree competition** (LESS IMPORTANT)

## Vertical Diversification



### Factors influencing tree growth and survival:

- **mortality factors** (disease, insects, environmental stresses such as wind)
- **tree-tree competition** (between canopy strata- gap phase replacement)



E' il momento in cui gli alberi dominanti "mollano la presa sul sito" (loses its grip on the site)

Gli alberi dominanti raggiungono la maturità

I semi, che anche durante lo stadio di perticaia sono caduti sul terreno, trovano qualche spiraglio per germinare

All'inizio di questa fase il CWD è molto raro in quanto i residui del popolamento precedente sono scomparsi e la mortalità è bassa. Gradualmente, con la morte di alcuni individui dei piani dominanti, il CWD aumenta.

La biomassa degli alberi ha raggiunto il suo massimo ed inizia a diminuire (il CWD ha raggiunto il minimo ed inizia ad aumentare)

Le condizioni per le specie faunistiche migliorano

## Horizontal diversification



### Factors influencing tree growth and survival:

- **mortality factors** (disease, insects, environmental stresses such as wind)
- **tree-tree competition** (between canopy strata- gap phase replacement)

### Multiple cohort stand



-In the absence, for a long period, of major disturbance small patchy disturbances (death of individual canopy tree or groups of trees forming gaps of various size and shapes) which provide resources for new establishment of trees (cohorts) and increase growth of previously suppressed individuals.

-Multiple cohort stand development patterns are as common, if not more so, than single cohort stand development patterns. For many forest types that incur several to many disturbances of moderate to low severity, the landscape has few single cohort stands, but many multiple age cohort stands.

- Cohorts can be regularly distributed throughout the stand and can also occur as mosaics of small, single cohorts.

-Anthropogenic influence (single tree)



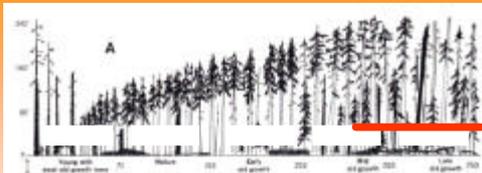
### Stadio di senescenza (*old-growth stage*)



Gli alberi del piano dominante incominciano a morire in modo irregolare (singoli esemplari o piccoli gruppi). La rinnovazione può insediarsi, il popolamento è disetaneo, molto diversificato nella struttura verticale ed orizzontale.

Questo stadio finale può permanere per un tempo più o meno lungo (è il vecchio climax "sensu" Clements) ma, presto o tardi, arriva un disturbo a favorire l'eliminazione di tutto il popolamento preesistente e l'insediamento di uno nuovo.

### Horizontal diversification



#### Factors influencing tree growth and survival:

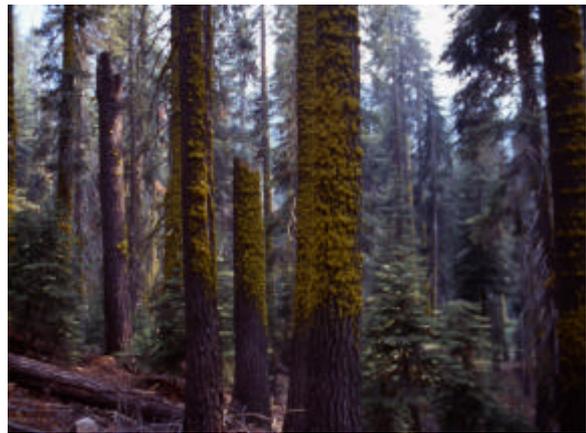
- **mortality factors** (disease, insects, environmental stresses such as wind)
- **tree-tree competition** (between canopy strata- gap phase replacement)

Alberi dominanti molto vecchi ma popolamento disetaneo (sono presenti tutte le classi di età)

Elevata differenziazione verticale (pluristratificato) ed orizzontale, abbondanza di alberi morti

Piccoli disturbi (vento, insetti, funghi) causano l'apertura di buche

Fase che può avere una durata molto lunga (climax sensu Clements)



#### Definizione di “*old-growth forest*”



- è una foresta primaria;
- ricca di alberi morti in piedi ed a terra ed in generale di “*coarse woody debris*”
- ha una superficie sufficiente da ospitare popolazioni vitali di tutte le specie indigene associate a quel tipo di foresta;
- la superficie è sufficiente da mantenere le popolazioni presenti anche in caso di grandi disastri naturali;
- è costituita da specie indigene
- la sua composizione e la sua struttura sono prevalentemente determinate da eventi naturali; ospita la maggior parte, se non tutte, le specie indigene associate a quel tipo di foresta



Old-growth forests are “later stages in forest development that are often compositionally and always structurally distinct from earlier successional stages” (FRANKLIN & SPIES, 1991). Not all virgin forests are “old-growth” because this term refers only to the late successional stage of a virgin forest. Old-growth forests can also develop after human disturbance. The age at which stands develop old-growth characteristics varies widely according to forest type, climate, site conditions and disturbance regime (HUNTER & WHITE, 1997), and range between 150 years in the “boreal forests” and more than 300 years in the “temperate rain forests”.



According to OLIVER and LARSON (1996), old-growth implies a uniformity of process. They describe "transition old-growth" as a stand that contains some trees which were established after the initial disturbance as well as large and numerous younger trees of allogenic origin, whereas "true old-growth" is described as a stand composed entirely of trees which have developed in the absence of allogenic processes.



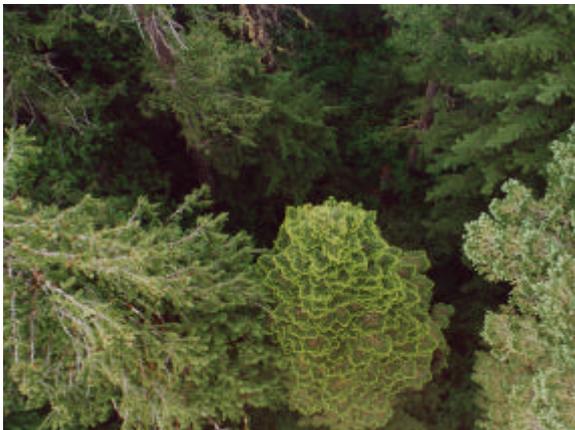
#### Caratteristiche strutturali delle *old-growth forests*

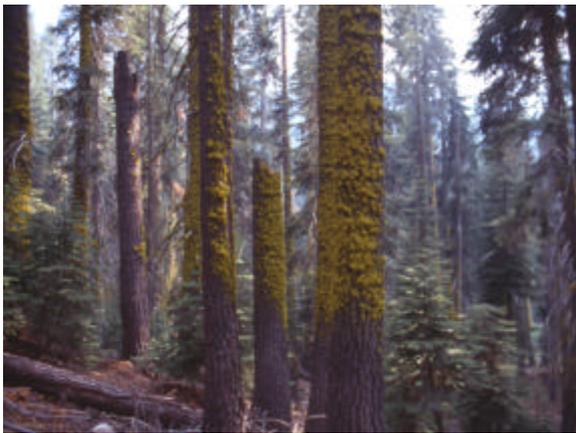
1. Distribuzione eterogenea nello spazio (casuale o raggruppata)
2. Ampia gamma classi diametriche e di classi di età (disetanea). Presenza di alberi molto grossi e molto vecchi
3. Strutture orizzontali e verticali eterogenee (pluristratificata)
4. Chiome profonde, ampie ed irregolari
5. Accumulo di fusti morti in piedi (snags) e di tronchi a terra (logs)



#### Scala di naturalità delle foreste (Peterken, 1996).

- a) Foresta vergine
- b) Foresta non modificata sensibilmente dall'uomo
- c) Foresta con elevata biomassa, senza interferenze antropiche per gli ultimi 100-150 anni
- d) Foresta con elevata biomassa, senza interferenze antropiche per gli ultimi 50-100 anni
- e) Foresta con elevata biomassa, senza interferenze antropiche per gli ultimi 20-50 anni
- f) Foresta matura, elevata biomassa, ancora coltivata dall'uomo
- g) Foresta matura, coltivata dall'uomo
- h) Foresta non matura (stadi giovanili), coltivata dall'uomo





La definizione di “*old-growth forest*” può essere adottata anche per popolamenti forestali che sono stati utilizzati dall’uomo, direttamente o indirettamente, ma che sono attualmente molto vecchi ed hanno potuto evolversi per molti anni (decenni o secoli) in modo naturale, senza l’interferenza dell’uomo.



**Importanza delle *old growth forests***

- Valore naturalistico: a) Habitat per specie animali e vegetali; b) Luogo di svolgimento di processi naturali
- Valore scientifico: a) Studio dei processi naturali; b) Controllo o modello per studi di gestione delle foreste coltivate; c) Controllo o monitoraggio ambientale
- Valore culturale: ad es. Ralph Waldo Emerson, Henry David Thoreau ecc. La conservazione delle *old growth forests* alla origine dei moderni movimenti ambientalisti (seconda metà del 19° secolo negli USA)



Foreste vergini ed “old-growth forests” sono una piccola parte delle foreste attualmente esistenti: il pianeta terra ha perso almeno il 50% della sua copertura forestale potenziale e la maggior parte di queste foreste sono andate perdute negli ultimi decenni

Di tutte le foreste rimaste solo un quinto di queste ha conservato la composizione e la struttura originali (Foreste vergini o seminaturali)

Solo il 3% di queste foreste è localizzato nelle fasce temperate mentre la maggior parte è localizzato nelle regioni boreali e nelle regioni tropicali



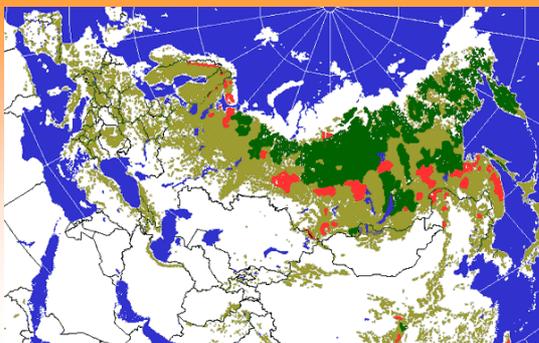
Tre paesi, il Canada, il Brasile e la Russia, possiedono oltre il 70% delle foreste vergini dell'intero pianeta

Le foreste tropicali sono più a rischio di distruzione e sono particolarmente importanti per quanto riguarda la biodiversità del pianeta: le foreste tropicali umide coprono il 6-7% della superficie della Terra ed ospitano più della metà di tutte le specie animali e vegetali presenti



Le foreste vergini e le “old growth forests” sono estremamente rare in Europa:

- sulle Alpi sporadici relitti di alcune decine di ettari in Svizzera, Austria e Slovenia (aree di studio, Riserve integrali);
- foreste estese alcune migliaia di ettari nei Balcani, nei Carpazi e nella Slovacchia;
- maggiori estensioni in Scandinavia (nelle foreste boreali);
- nell'area mediterranea si può escludere la presenza di boschi vergini.



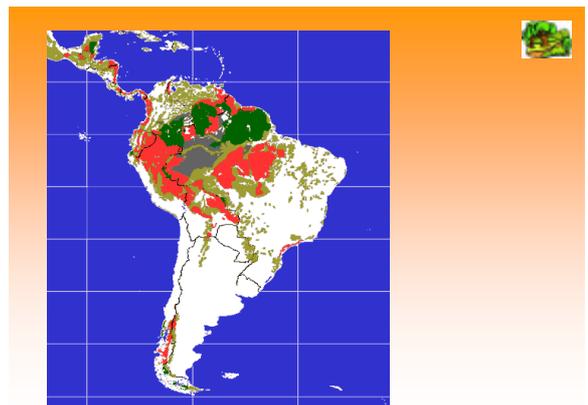
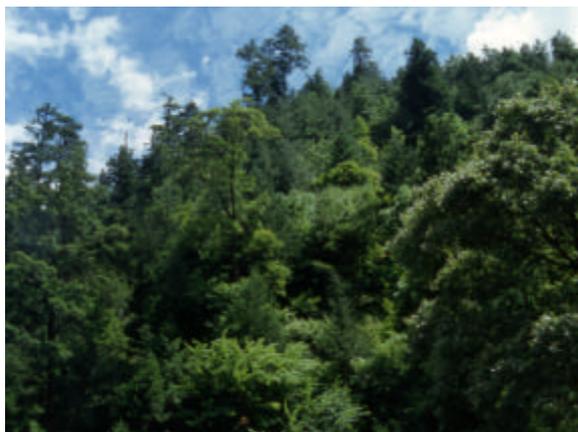
In Europe, and particularly in the Alps, past human activity has affected most forests. Indeed, the majority of forests in the Italian Alps have been modified by man in some way, either through direct periodic destruction of the forest or by more subtle forms of management and habitat manipulation. Human activity, which peaked during the 19th century, has modified these forests in various ways: large forest areas have been destroyed, and the natural composition and structures of forests have been affected by logging, burning, grazing and clearing for agricultural purposes. Natural disturbance regimes have been replaced by disturbances of human origin linked to economic and social development.

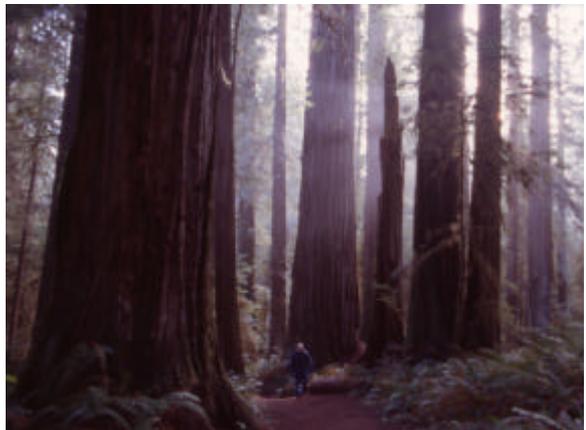
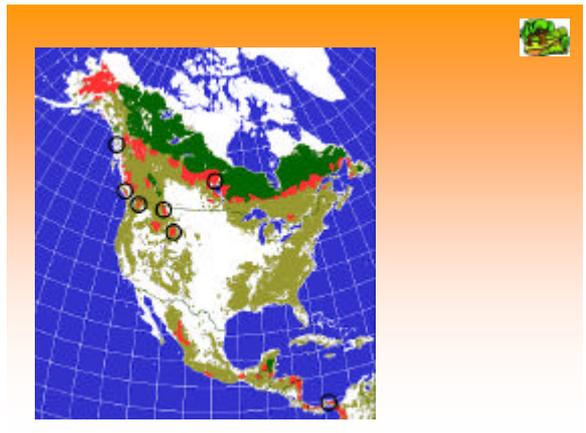


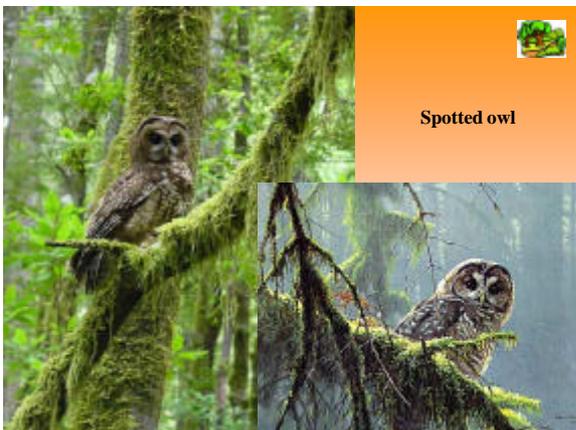
Consequently, land-use and forest-use history are fundamental determinants in shaping vegetative composition and stand structure in forests, and this cultural legacy has important implications for the present-day structure and composition of forest ecosystems and for forest management. For this reason, it is very difficult to find stands with "old-growth properties" in the Italian Alps.

The few stands that do have these properties are small and, at any rate, demonstrate some evidence of past human activity. Since the beginning of the 20th century, there has been a noticeable reduction in many human activities in these forests, such as the grazing of domestic animals and tree felling. As a result, many forests have developed naturally over the past few decades, even if their composition and structure still reflect human activity.









Spotted owl

In questi ultimi decenni l'inquinamento atmosferico trasportato a decine di Km dalle fonti di produzione ha in qualche modo inquinato anche i piccoli lembi di foresta vergine che si trovano in Europa ai margini delle aree urbanizzate ed industriali