

Sezione Speciale - Cambiamento climatico e inquinamento: effetti sulle foreste meridionali  
(Guest Editor: Elena Paoletti)

## Danni da tensioattivi sulla vegetazione litoranea dell'Italia meridionale

Rettori A\* <sup>(1)</sup>, Paoletti E <sup>(2)</sup>, De Capua E <sup>(3)</sup>, Nicolotti G <sup>(4)</sup>

(1) AGROINNOVA, Università di Torino, Via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO); (2), CNR, Istituto per la Protezione delle Piante, via Madonna del Piano, 50019 Sesto Fiorentino (FI); (3) Provincia di Matera, Via Ridola 60, Matera; (4) Università di Torino, Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Patologia Vegetale Forestale, Via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO) - \* Corresponding author: A. Rettori, andrea.rettori@unito.it

**Abstract:** *Surfactant damages on coastal vegetation of Southern Italy.* Coastal vegetation decline caused by sea-spray has been reported to affect a variety of species in several countries: Australia, South of France, along the Italian Tyrrhenian coast, Spain and Tunisia. The most serious injury is due to the interaction between sea salt and surfactants, even if surfactants may cause direct damage on cell membranes. The salt uptake is enhanced by the surfactant-induced erosion of the epicuticular wax, which reduces the water surface tension. The symptoms are non-specific and consist in leaf discoloration and necrosis. In needles, necrosis begins from the apex; in leaves, from the edges. Directionality of crown damage is the main symptom for diagnosing the involvement of polluted seaspray. If an obstacle is placed between trees and sea wind, the trees do not show appreciable damage. In Italy, the tree decline caused by seaspray and surfactants has been investigated with special reference to the pinewoods of the San Rossore (Tuscany, Central Italy), or on the Tyrrhenian coastlands of Central Italy, such as the area around Castelporziano in Lazio. This research is aimed at a preliminary assessment of the extent of surfactant damage to the coastal vegetation in four regions in Southern Italy by: i) field surveys and mapping of damage caused by surfactants; ii) detecting the presence of surfactants on the tree crowns. The damages have been observed in a lot of zones in Apulia, Basilicata, Campania and Calabria, within 500 m inland from the sea, for a maximum length of 5500 m coastline, near the mouth of a river or stream, near the outlet of sewage canals and in any other coastal areas where the surface currents carry a surfactant load.

**Keywords:** surfactant, pollution, forest decline, coastal vegetation.

*Received: Dec 10, 2004 - Accepted: Jan 15, 2005*

**Citation:** Rettori A, Paoletti E, De Capua E, Nicolotti G, 2005. Danni da tensioattivi sulla vegetazione litoranea dell'Italia meridionale. *Forest@ 2* (1): 92-97. [online] URL: <http://www.sisef.it/>

### Introduzione

In Europa, il consumo annuo di tensioattivi contenuti nei prodotti detergenti per uso domestico ed industriale, secondo un'indagine svolta nel 1998 dalla *Danish Environmental Protection Agency* (Madsen et al. 2001), supera il milione e mezzo di tonnellate. Dagli anni '70 ad oggi, lungo le coste di numerosi Paesi è stata segnalata la presenza di livelli significativi di tensioattivi nell'acqua marina (Australia, Francia, Italia, Spagna, Tunisia) ed è stato dimostrato il loro ruolo nel degrado della vegetazione

costiera. In Israele, Turchia e Ucraina sono state rilevate abbondanti quantità di tensioattivo in mare e nei fiumi (Vural et al. 1997, Mudry 1998, Zoller & Hushan 2001), ma finora non sono stati compiuti studi sulla stato di salute della vegetazione litoranea. In Virginia (Virginia Beach, U.S.A.) sono stati segnalati intensi danni alla vegetazione costiera attribuiti ai venti salsi provenienti dall'Oceano (Appleton et al. 1999). Il fenomeno è stato osservato prevalentemente in zone con entroterra fortemente antropizzati ed aree adiacenti a foci di fiume,

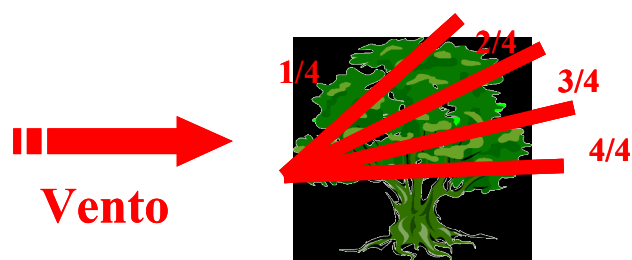


Fig. 1 - Schema del metodo di valutazione dei danni alle chiome (vedi Paoletti 2001). Il danno aumenta passando dal 25% al 100%, secondo la direzione dei venti dominanti.

scarichi fognari, lungo tratti di costa dove correnti marine concentrano scarichi urbani ed industriali.

Al danno sono vulnerabili pressoché tutte le specie vegetali, come dimostrano le molte segnalazioni raccolte in bibliografia: *Araucaria heterophylla* in Australia (Dowden & Lambert 1979, Truman & Lambert 1979, Moodie et al. 1986), *Pinus halepensis* nel sud della Francia (Garrec & Sigoillot 1992, Badot & Garrec 1993, Badot & Badot 1995), *P. pinea*, *P. halepensis*, *Chamaerops humilis* L., *Genista* spp., *Juniperus communis* L., *J. phoenicea* L., *Nerium oleander* L., *Phoenix canariensis* Chabaud, *Quercus ilex* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Tamerix* spp. lungo la costa tirrenica italiana e in Puglia (Lapucci et al. 1972, Gellini et al. 1983, Gellini et al. 1985, Gellini et al. 1987, Bussotti et al. 1995, Paoletti 2001, Nicolotti et al. 2001, Nicolotti et al. 2005), *Acacia cyanophylla* e *Eucalyptus gomphocaphala* nella penisola di Cap Bon in Tunisia (Garrec & El Ayeub 2001), varie latifoglie e conifere sul litorale barcellonense e valenciano in Spagna (Astorga et al. 1993, Marull et al. 1997, Calatayud et al. 2005).

Il danno alla vegetazione costiera è principalmente dovuto all'azione sinergica tensioattivo-sale, ma anche all'azione diretta del tensioattivo (Paoletti et al. 2001), responsabile della solubilizzazione delle membrane cellulari (Helenius & Simmons 1975, Bussotti et al. 1997), dell'aumento di permeabilità delle cuticole (Schreiber et al. 1995), e della dissoluzione delle cere epicutcolari (Gellini et al. 1983, Raddi et al. 1994), tutti processi che facilitano l'assorbimento fogliare del sale e quindi l'esplicazione dei suoi effetti fitotossici.

Con il presente lavoro, si è voluto censire la distribuzione e il grado di severità dei danni causati alla vegetazione costiera dagli aerosol inquinati da tensioattivi in Campania, Puglia, Basilicata e Calabria, al fine di creare una banca dati utile al futuro monitoraggio del fenomeno e, al tempo stesso, dare una spiegazione a quei fenomeni di deperimento localizzato della vegetazione che si riscontrano lungo i litorali.

## Materiale e metodi

Il censimento dei danni da tensioattivi sulla vege-

tazione dell'Italia meridionale è stato condotto con indagini in campo laddove, a seguito di formale richiesta di segnalazioni, sono pervenute indicazioni di deperimenti della vegetazione costiera da parte del Corpo Forestale dello Stato (Coordinamenti regionali competenti, Coordinamenti provinciali e Comandi Stazione), di Settori competenti delle Province (Provincia di Matera) nonché di Istituti di ricerca (Istituto Protezione Piante-CNR).

L'estensione dell'area con vegetazione danneggiata è stata rilevata mediante strumentazione GPS (*Geographic Positioning System*). Durante l'anamnesi della situazione stazionale è stata valutata la vicinanza a eventuali fonti di immissione in mare di detergenti. Sono stati raccolti campioni di chioma e le escursioni sono state corredate di adeguata documentazione fotografica. Nelle diverse località, a ciascuna pianta sintomatica è stata abbinata una classe di danno. Le chiome sono state suddivise in quattro parti ideali e, tenendo presente il modellamento della chioma dovuto all'azione del vento, è stato stimato il numero di parti danneggiate seguendo lo schema riportato in fig. 1 (Paoletti 2001).

Da tre pini afferenti alla classe di danno più rappresentata nella zona è stato prelevato un campione di chioma nella porzione più esposta ai venti di mare (ciascuno pari a circa 500 g di peso fresco); questi successivamente sono stati lavati in laboratorio con 1 litro di acqua deionizzata. Sull'acqua di lavaggio delle foglie sono state condotte le analisi chimiche per la determinazione della quantità di tensioattivi presenti secondo la metodologia delle *Methylene Blue Active Substances* (MBAS) elaborata da Longwell & Maniece (1955).

## Risultati

La localizzazione dei danni è stata riscontrata principalmente in prossimità delle foci dei corsi d'acqua, vicino ai collettori fognari (sfioratori di piena) diretti a mare e in alcune zone dove, pur non essendo presenti nelle immediate vicinanze fonti di emissione di sostanze inquinanti, correnti marine superficiali accumulano discrete quantità di rifiuti solidi (Tab. 1).

**Tab. 1** - Danni alla vegetazione (secondo le classi di fig. 1) dovuti ad aerosol inquinati da tensioattivi in Basilicata, Calabria, Campania e Puglia. I valori di tensioattivi (in MBAS, mg/l) sono stati misurati nei materiali depositati sulle chiome, mentre in Puglia sono riferiti ad analisi effettuate su campioni di acqua di mare; Specie: Ph = *Pinus halepensis*, As = *Acacia saligna*, E = eucalitto; I = incidenza (tratto di costa interessato, in m); CD = classe di danno alla chioma; i dati della Puglia sono ricavati da Paoletti (2001).

Regione	Comune	Località	Specie	I	MBAS	CD
<b>Basilicata</b>	Policoro	Torre Mozza	Ph, As, E	1000	0.227	2
	Scanzano ionico	Foce Agri	Ph, As, E	500	0.122	2
	Metaponto	Lido	Ph, As, E	600	0.119	3
<b>Calabria</b>	Condofuri	Crisapulli -Straci	Ph, As, E	1000	< 0.02	1-2
	San Lorenzo Mare	Chiesa Carmine-Pilati	Ph, As, E	900	0.107	2
	Melito Porto Salvo	San Leo	Ph, As, E	1500	0.15	2
	Gioia Tauro	Pineta Praia	Ph, As, E	1800	0.121	3-4
	Rosarno	Foce Mesima	Ph, As, E	2000	0.324	3-4
<b>Campania</b>	Caserta	Foce Regi Lagni	Pp	1000	0.152	3
	Caserta	Foce Garigliano	Ph	150	0.059	1-2
	Pozzuoli	Licola	Ph	2000	0.086	3
	Battipaglia-Capaccio	Litorale	Ph	5500	0.326	3
	Giuliano	Varcaturò	Ph	500	< 0.02	2
<b>Puglia</b>	Lesina	Marina di Lesina	Ph	-	< 0.02	3
	Castellaneta	Castellaneta Marina	Ph	-	0.33	3
	Melendugno	Torre Specchia Ruggeri	Ph	-	0.02	3
	Melendugno	Torre dell'Orso	Ph	-	-	3
	Vernole	Le Cesine	Ph	-	-	3
	Brindisi	Punta Penne	Ph	-	-	3

In Basilicata, in tutte le località sono stati riscontrati danni alla vegetazione (in media metà della chioma disseccata, sul lato esposto ai venti di mare) ed è sempre stata parallelamente verificata la presenza di tensioattivi sulle chiome, con valori consistenti, che oscillano tra 0.119 mg/l in località Lido di Metaponto e 0.227 mg/l in località Torre Mozza nel Comune di Policoro. Anche in Calabria il danno è stato riscontrato in tutte le località e, laddove esso si presentava direzionale sulle chiome, è stato constatato il deposito di tensioattivi sul fogliame. I depositi di MBAS più elevati (0.324 mg/l) sono stati riscontrati in prossimità della foce del fiume Mesima (Comune di Rosarno) dove, peraltro, oltre alla vegetazione morta in piedi erano evidenti i danni di

classe 3 (fig. 2) a carico delle specie prese in considerazione (Pino d'Aleppo, Acacia saligna, Eucalitto). In Campania i danni maggiori sono stati segnalati nella piana tra Battipaglia ed Eboli (fig. 3), dove i rimboschimenti costieri per un tratto di costa di ben 5500 m risultano gravemente compromessi nella fascia prossima alla linea di costa. I depositi di tensioattivi sulle chiome raggiungono valori di 0.326 mg/l. Per quanto riguarda la regione Puglia, come segnalato da Paoletti (2001), i danni sono stati riscontrati lungo i litorali di numerose località, in particolare vanno segnalate Le Cesine (Comune di Vernole), Torre Specchia Ruggeri e Torre dell'Orso (Comune di Melendugno).



**Fig. 2** - Vegetazione danneggiata dall'aerosol marino lungo i litorali della Calabria (Piana di Gioia Tauro).

### Discussione

I risultati ottenuti confermano quanto riscontrato in tempi più o meno recenti in altre regioni italiane (Bussotti et al. 1995, Paoletti 2001, Nicolotti et al. 2001, Nicolotti et al. 2005); ossia, i danni alla vegetazione sono circoscritti, lungo tratti di costa prossimi alla fonte dell'inquinamento. Raramente il tratto di

costa interessato supera i 1800 m di lunghezza, ma, laddove questo avviene, come nella piana di Gioia Tauro e nella piana tra Battipaglia e Eboli, il rischio di scomparsa della vegetazione impiantata a protezione dei coltivi è da reputarsi elevato. Si tenga presente che i valori di tensioattivo depositato sulle chiome sono da intendersi puramente indicativi, in



**Fig. 3** - Vegetazione danneggiata dall'aerosol marino lungo i litorali della Campania (Piana di Battipaglia).

quanto non si è tenuto conto di eventuali periodi di pioggia nei giorni precedenti il campionamento che avrebbero potuto dilavare quantità importanti di inquinante. Molto importante si è rivelata la stretta relazione tra i sintomi sulla pianta, il danno a carico della chioma e il deposito dell'inquinante (Nicolotti et al. 2005, Paoletti et al. 2005). Pur trattandosi di fenomeni puntuali, è preoccupante la loro diffusione in tutte le regioni oggetto dell'indagine. È da sottolineare che questo fenomeno va ad aggiungersi ad altre cause di deperimento della vegetazione, quali l'erosione della costa e le infiltrazioni di acqua salmastra nel sottosuolo.

Stimando le possibili fonti di inquinamento distribuite lungo le coste e l'estensione nell'entroterra dei danni da aerosol inquinato, che possono spingersi fino a 500 metri dalla linea di costa, risultano a rischio di deperimento 1000-1400 ha di rimboschimenti dell'Italia meridionale.

I danni alla vegetazione, spontanea e non, causati dagli aerosol inquinanti vanno a interessare, per loro stessa natura, foreste posizionate lungo tratti di costa densamente popolati. Ciò potrebbe tradursi in un deperimento cronico, sia a carico di conifere che di latifoglie, predisponente all'attacco di parassiti di debolezza e di insetti. Le foreste in questo modo potrebbero venir meno al loro ruolo di stabilizzatrici del suolo e di protezione delle colture dai venti salsi.

Con il presente lavoro si è voluto raccogliere i dati esistenti, censire nuove segnalazioni di deperimento della vegetazione litoranea nonché creare le basi per monitoraggi periodici ai fini di una descrizione dettagliata dell'evoluzione del fenomeno. Le amministrazioni pubbliche dispongono di nuovi elementi conoscitivi per intervenire sulle cause del danno e circoscrivere il fenomeno stesso.

## Ringraziamenti

Lavoro svolto con il Contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Dg. R.A.S. e grazie alle segnalazioni e alla collaborazione del Corpo Forestale dello Stato.

## Bibliografia

Appleton B, Huff RR, French SC (1999). Evaluating trees for saltwater spray tolerance for oceanfront sites. *Journal of Arboriculture* 25: 205-210.

Astorga T, Lopez D, Carazo N, Savé R (1993). Efecto del viento marino en la vegetación urbana del nuevo litoral barcelonés. In: *Actas del 2° Congreso Ibérico SECH, Spain*, pp. 539-545.

Badot PM, Badot MJ (1995). Dépérissement du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) sous l'effet des embruns marins pollués. Symptômes macroscopiques et mise en évidence de perturbations hydriques dans les aiguilles. *Biologie-Ecologie* 3: 37 - 43.

Badot PM, Garrec JP (1993). Dépérissement local du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) le long du littoral Méditerranéen. *Revue forestière française* 45: 1345-1401.

Bussotti F, Bottacci A, Grossoni P, Mori B, Tani C (1997). Cytological and structural changes on *Pinus pinea* L. needles following the application of an anionic surfactant. *Plant Cell Environment* 20: 513-520.

Bussotti F, Grossoni P, Pantani F (1995). The role of marine salt and surfactants in the decline of tyrrhenian coastal vegetation in Italy. *Annales des Sciences Forestières* 52: 251-261.

Calatayud V, Della Rocca G, Paoletti E, Sanz MJ (2005). Macro and microscopic effects of polluted seasprays on *Pinus halepensis* needles in El Saler natural park (Valencia, eastern Spain). *Ekologia (Bratislava)*, in stampa.

Dowden HGM, Lambert MJ (1979). Environmental factors associated with a disorder affecting tree species on the coast of New South Wales with particular reference to Norfolk island pine (*Araucaria heterophylla*). *Environmental Pollution* 19: 71-84.

Garrec JP, El Ayeb N (2001). Il problema degli aerosol marini inquinati in Francia e in Tunisia. *Linea Ecologica* 33 (1): 51-54.

Garrec JP, Sigoillot JP (1992). Les arbres malades de la mer. *La recherche* 23: 940-941.

Gellini R, Pantani F, Grossoni P, Bussotti F (1987). L'influence de la pollution marine sur la végétation côtière Italienne. *Bull. Ecol.* 18: 213-219.

Gellini R, Pantani F, Grossoni P, Bussotti F, Barbolani E, Rinallo C (1983). Survey of the deterioration of the coastal vegetation in the park of San Rossore in Central Italy. *European Journal of Forest Pathology* 13: 296-304.

Gellini R, Pantani F, Grossoni P, Bussotti F, Barbolani E, Rinallo C (1985). Further investigation on the causes of disorder of the coastal vegetation in the Park of San Rossore (Central Italy). *European Journal of Forest Pathology* 15: 145-157.

Helenius A, Simmons K (1975). Solubilization of membranes by detergents. *Biochimica Biophysica Acta* 415: 29-79.

Lapucci PL, Gellini R, Paiero P (1972). Contaminazione chimica dell'acqua di mare quale causa di moria dei pini lungo le coste tirreniche. *Annali Accademia Italiana delle Scienze Forestali* 21: 323-358.

Longwell J, Maniece WD (1955). Determination of anionic detergent in sewage effluents and river water. *Analyst* 80: 167-171.

- Madsen T, Boyd HB, Nylén D, Rathmann Pedersen A, Petersen GI, Simonsen F (2001). Environmental and health assessment of substances in household detergents and cosmetic detergent products. Environmental Project, Danish Environmental Protection Agency 615, 240 p.
- Marull J, Savé R, Bayona JM (1997). Efectos de la contaminación química sobre la vegetación del frente litoral de Barcelona. Retema nov-dic: 25-35.
- Moodie GE, Steward RS, Bowen SE (1986). The impact of surfactants on Norfolk island pines along Sydney coastal beaches since 1973. Environmental Pollution 41: 153-164.
- Mudry IV (1998). Environmental anionic surfactant pollution in some areas of the Ukraine. Gigiena i Sanitariya 3: 10-12.
- Nicolotti G, Rettori A, Paoletti E, Gullino ML (2005). Morphological and physiological damage by surfactant-polluted seaspray on *Pinus pinea* and *Pinus halepensis*. Environmental Monitoring and Assessment, in stampa.
- Nicolotti G, Rettori A, Paoletti E, Patetta A, Gullino ML (2001). Inquinamento da tensioattivi ed effetti sulle pinete costiere liguri. Linea Ecologica 33 (1): 35-42.
- Paoletti E (2001). Indagine preliminare sul deperimento delle pinete costiere di pino d'Aleppo in Puglia. Linea Ecologica 33 (1): 43-50.
- Paoletti E, Nicolotti G, Bussotti F (2001). L'inquinamento da tensioattivi ed i suoi effetti sulla vegetazione. Linea Ecologica, 33 (1): 21-27.
- Paoletti E, Rettori A, Nicolotti G, Gullino ML (2005). Comparative response over time to surfactant-polluted sea aerosol in Mediterranean pine seedlings. Phyton, in stampa.
- Raddi P, Moricca S, Paoletti E (1994). Effects of acid rain and surfactant pollution on the foliar structure of tree species. In: Air Pollutants and The Leaf Cuticle (Percy KE, Cape JN, Jagels R, Simpson CJ eds), NATO ASI Series, Vol. G 36, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 205-216.
- Schreiber L, Bach S, Kirsch T, Knoll D, Schalz K, Riederer M (1995). A simple photometric device analysing cuticular transport physiology: surfactant effect on permeability of isolated cuticular membranes of *Prunus laurocerasus*. Journal of Experimental Botany 293: 1915-1921.
- Truman R, Lambert MJ (1979). Salinity damage to Norfolk island pines caused by surfactants. I. The nature of the problem and effect of potassium, sodium and chloride concentration on uptake by roots. Australian Journal of Plant Physiology 5: 377-385.
- Vural N, Duydu Y, Kumbur H (1997). Monitoring of anionic surfactants in Ankara stream. Rev. Int. Contam. Ambient. 13: 47-50.
- Zoller U, Hushan M. (2001). The nonionic surfactant pollution profile of Israel Mediterranean sea coastal water. Water Science & Technology 43: 245-250.