

Effetto dei cambiamenti climatici sul degrado del legno saturo d'acqua di pali del villaggio preistorico del Gran Carro, lago di Bolsena. Analisi e primi risultati del progetto JPI WOODPD LAKE

Galotta G.¹, Moscatelli M.C.², Antonelli F.¹, Ciabattini M.¹, Marabottini R.², Di Buduo G.², Di Giovanni A.¹, Tamantini S.², Barbaro B.³, Severi E.⁴, Zikeli F.², Romagnoli M.²

¹ Ministero della Cultura (MiC), Istituto Centrale per il Restauro (ICR). Via di San Michele 25, 00153, Roma (RM), Italia. giulia.galotta@cultura.gov.it; fedantonelli@gmail.com; marco.ciabattini@cultura.gov.it; antonella.digiovanni@cultura.gov.it.

² Dipartimento per la Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Università degli Studi della Tuscia (UNITUS). Via S. Camillo de Lellis s.n.c., 01100, Viterbo (VT), Italia. mcm@unitus.it; marabottini@unitus.it; giovannimariadibuduo@gmail.com; swati.tamantini@unitus.it; zikeli@unitus.it; mrroma@unitus.it.

³ Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio per l'area metropolitana di Roma e per la provincia di Rieti. Palazzo Patrizi Clementi, via Cavalletti 2, 00186, Roma (RM), Italia. barbara.barbaro@cultura.gov.it

⁴ Centro Ricerche SSB. Via della Chiusa 23 I, 01023, Bolsena, Italia. egidio.severi@gmail.com



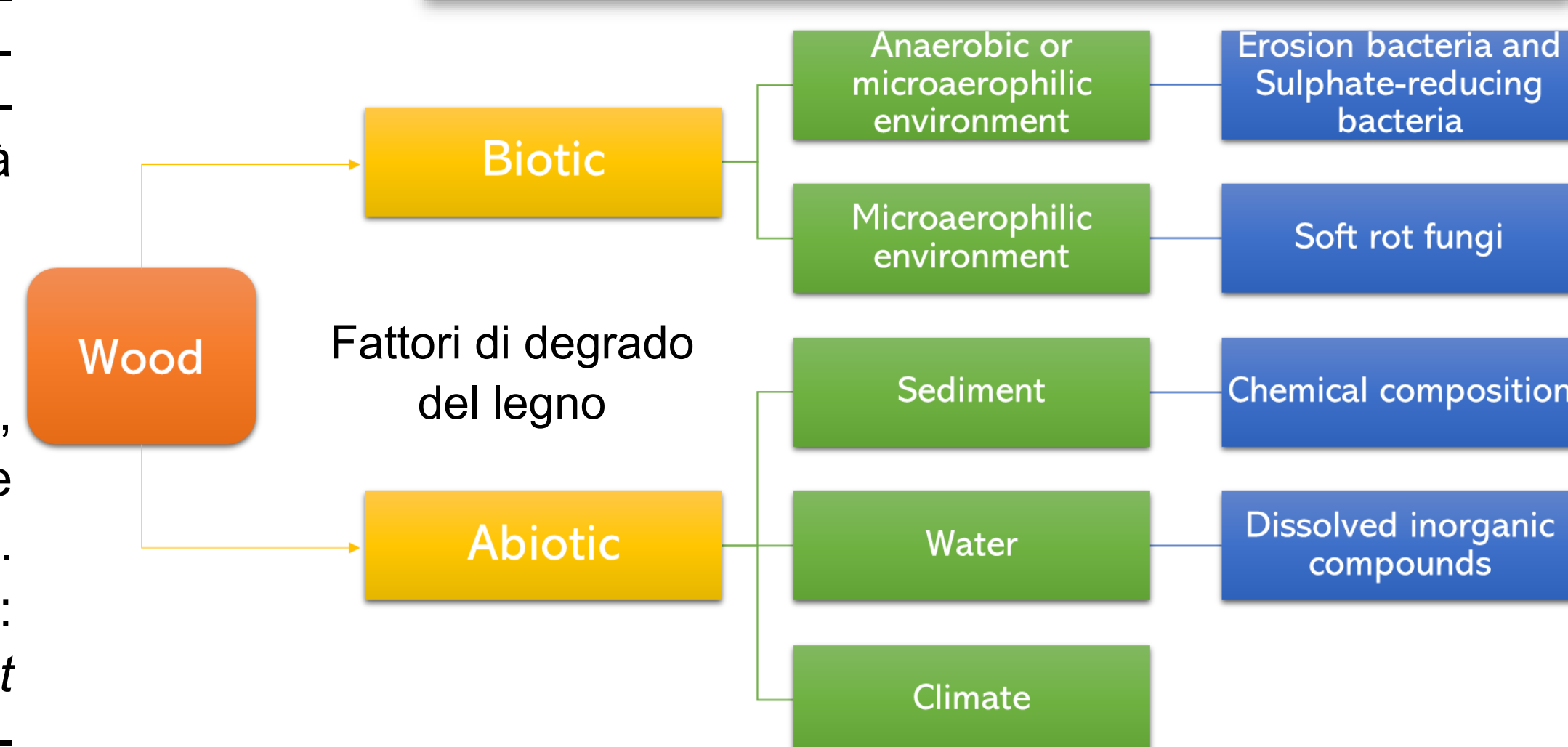
Introduzione e obiettivi

La possibilità di definire l'impatto del cambiamento climatico sul nostro patrimonio culturale costituisce una delle sfide più importanti per la sua conservazione e per la definizione delle migliori pratiche per il restauro. I fattori che presumibilmente impattano maggiormente questo patrimonio sono l'aumento delle temperature minime e gli eventi estremi come le ondate di calore, forti temporali o siccità prolungate, nonché la pressione antropica. WOODPD LAKE è focalizzato su palafitte in legno, testimonianza di antiche civiltà sommerse nei laghi. Queste situazioni rappresentano ecosistemi particolarmente sensibili all'impatto del clima, i cui effetti sul patrimonio ligneo sommerso sono poco conosciuti. Il progetto ha lo scopo di studiare l'impatto dei cambiamenti climatici sui pali sommersi nei laghi di Bolsena (età del Ferro) e Mezzano, in Italia, e nel lago di Banyoles, in Spagna; ovvero laghi mediterranei di origine vulcanica o carsico-tettonica. Il progetto si è sviluppato considerando l'ambiente che circonda i pali e quindi in particolare acqua, sedimenti e clima. Nel collegare i parametri misurati con le serie storiche climatiche esistenti ci si è posti l'obiettivo di formulare degli scenari e redigere delle linee guida utili al territorio per la gestione delle attività agronomiche e del territorio.



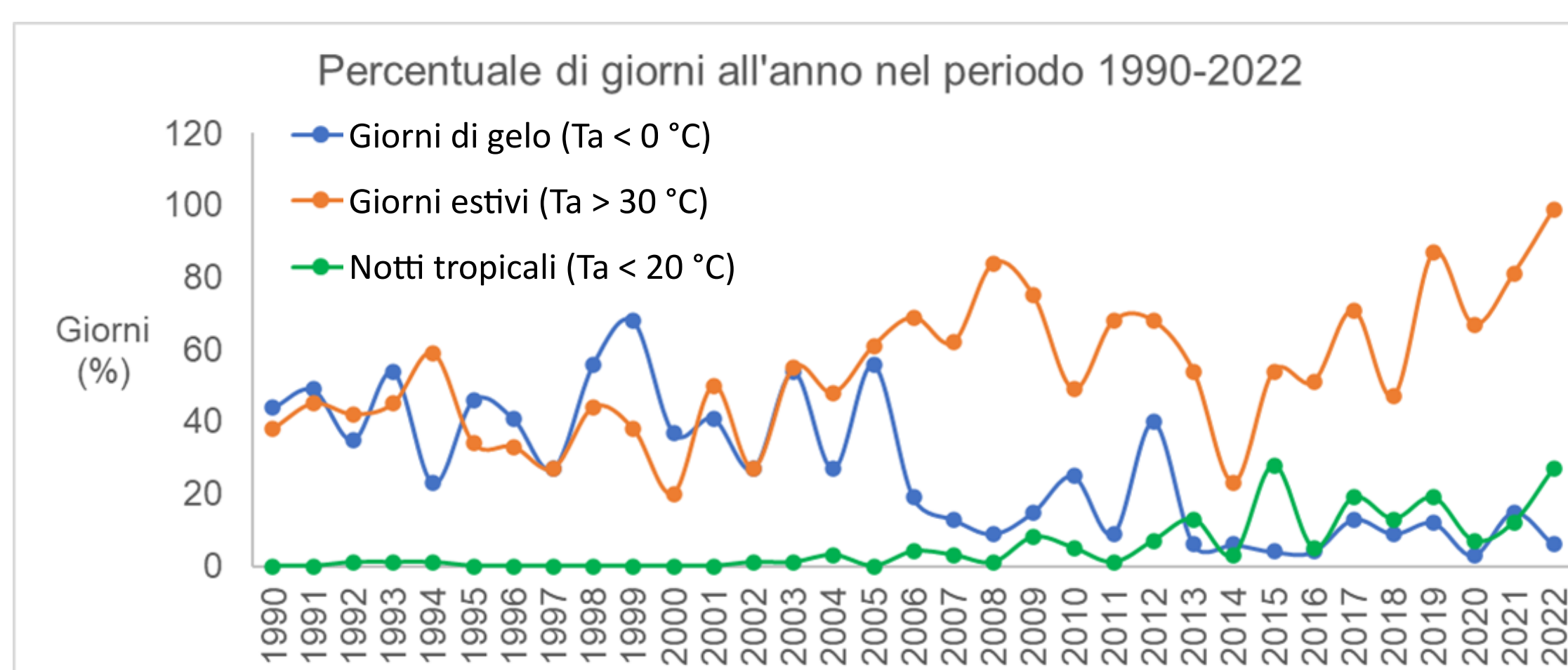
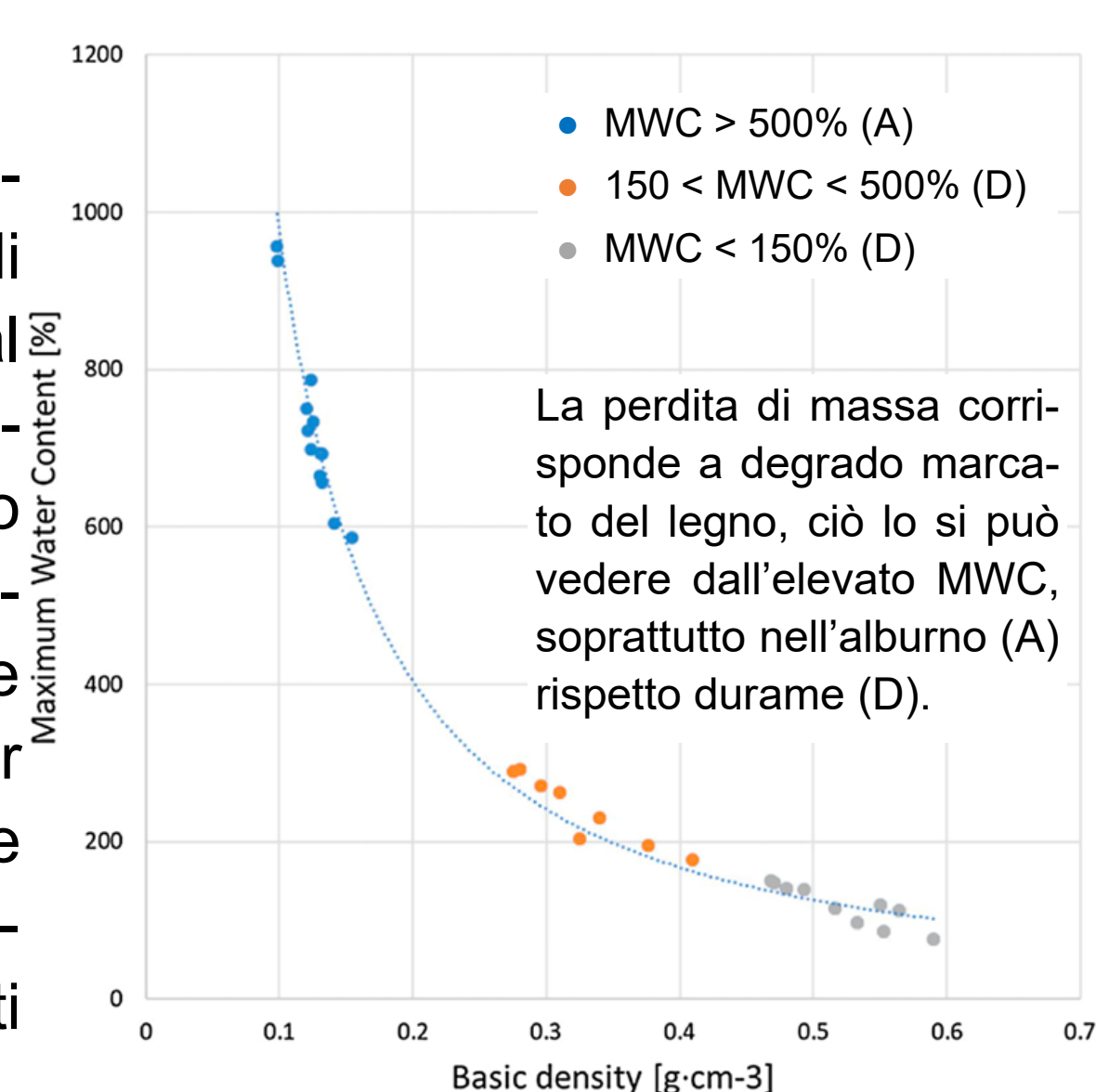
Metodi

Grazie ai database della regione Lazio (Servizio civile, ARSIAL e ARPA), si è potuto ricostruire le serie storiche climatiche e della composizione chimica dell'acqua. Successivamente si è proceduto ad analizzare il legno: lo stato di degrado tramite il *maximum water content* (MWC), FTIR e le analisi dendrocronologiche per raggiungere una collocazione storica e quindi poter ricostruire la storia del paesaggio lacustre, ma anche delle utilizzazioni forestali e *edili*. La sonda multiparametrica installata nel sito archeologico del Gran Carro (Bolsena) si trova a una profondità di 4 m e ha permesso il monitoraggio dei parametri fisico-chimici dell'acqua, quali temperatura, pH, ossigeno disciolto, redox, conduttività, contenuto solido e salinità. Questi stessi dati sono stati correlati dunque con i dati ambientali per comprendere l'influenza del clima sullo stato fisico-chimico del lago e, conseguentemente, dello stato dei pali legnosi sommersi. Come ulteriore monitoraggio, sono stati installati presso l'Università degli Studi della Tuscia, tre acquari con cicli di temperatura accelerati.



Primi risultati e conclusioni

Nel legno sommerso, batteri e funghi hanno alterato la composizione chimica del legno, per cui l'acqua ha sostituito le componenti legnose diventandone la principale matrice. Ciò significa che maggiore è il quantitativo d'acqua, maggiore sarà lo stato di degrado. I risultati del MCW indicano che l'alborno (A) è completamente degradato, avendo perso quasi tutta la sua massa, al contrario, il durame sembra meglio conservato. La datazione assoluta dei campioni legnosi ha permesso di datare i reperti risalenti all'età del Ferro, circa 900-700 a.C. Grazie all'analisi dendrocronologica è stato possibile comprendere che i pali venivano sostituiti all'incirca ogni 10-15 anni. Si è visto che la composizione chimica del sedimento (S) è dovuta principalmente alla matrice litologica di origine vulcanica, ma c'è una forte correlazione anche con i sedimenti in contatto col legno. In questa sede entrano in gioco molti fattori quali ad esempio i batteri solfo-riduttori, i quali riducono il solfato, quest'ultimo si lega a As e Fe per formare le solfidi, insolubili in acqua, causandone l'accumulo nel legno. Dall'analisi climatica dell'area di Bolsena è emerso che dal 2014 le temperature non solo si sono innalzate, ma è aumentata anche la frequenza di esposizione dei fenomeni, causando un maggiore stress all'ambiente. Correlando i dati climatici con quelli della sonda si è visto che la temperatura dell'aria (Ta) influenza positivamente la temperatura dell'acqua (Tw) e negativamente l'ossigeno disciolto (DO) e la redox.



In conclusione, si può dire che i primi risultati ottenuti mostrano quanto sia complessa la correlazione tra clima, legno, acqua e sedimento e soprattutto che è influenzata da molti fattori. Questo studio rappresenta un primo tentativo per poter costruire scenari futuri sulla conservazione di reperti archeologici lignei.

