

Nuove datazioni per la storia dell'evoluzione olocenica degli ambienti fluviali del Piano di Magadino (Cantone Ticino, Svizzera)

Cristian Scapozza¹, Claudio Castelletti^{1*} & Dorota Czerski¹

¹Istituto scienze della Terra, Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI), Campus Trevano, 6952 Canobbio, Svizzera

* attualmente presso: CSD Ingegneri SA, Via Lucchini 12, 6901 Lugano, Svizzera

cristian.scapozza@supsi.ch

Riassunto: Cinque nuove datazioni al radiocarbonio realizzate su legni o depositi organici rinvenuti in un saggio e due sondaggi realizzati tra il 2014 e il 2016 sul Piano di Magadino sono state interpretate per dettagliare la storia dell'evoluzione degli ambienti fluviali nell'Olocene. Tranne un legno datato tra 9400-9030 cal BP (periodo Boreale), tutte le altre datazioni si riferiscono all'era cristiana. Le nuove datazioni si inseriscono in maniera coerente nel quadro generale di evoluzione degli ambienti fluviali della Valle del Ticino. Queste hanno permesso di: precisare il passaggio dell'ambiente di sedimentazione da lacustre a fluvio-deltizio tra S. Antonino e Gudo nei primi cinque millenni dell'Olocene; confermare l'esistenza di un periodo di attività idrosedimentaria molto intensa tra il 700 e il 1000 d.C.; dettagliare il comportamento sedimentario tra il Trecento e l'Ottocento, marcato da due grandi inondazioni quali la *Buzza di Biasca* del 1515 d.C. e la grande alluvione del 1868 d.C.

Parole chiave: Alpi svizzere, dinamica sedimentaria, fiume Ticino, geoarcheologia, geomorfologia, modello età-profondità, radiocarbonio

New dating for the Holocene evolution history of fluvial environments in the Piano di Magadino (Canton Ticino, Switzerland)

Abstract: Five new radiocarbon dating carried out on woods or organic sediments discovered in one excavation and two boreholes performed between 2014 and 2016 on the Piano di Magadino were interpreted for detailing the Holocene evolution history of fluvial environments. With the exception of a wood dated of 9400-9030 cal BP (Boreal period), all other dates refers to the Christian era. The new dates are placed consistently in the general framework of the fluvial environments evolution of the Ticino Valley. These allowed to: specify the transition from a lacustrine to a fluvio-deltaic sedimentation environment between S. Antonino and Gudo during the first five millennia of the Holocene; confirm the existence of a period of very intense hydrosedimentary activity between AD 700 and 1000; detail the sedimentary behaviour between the 14th and the 19th century, marked by two large floods as the *Buzza di Biasca* of AD 1515 and the *grande alluvione* of AD 1868.

Key words: Swiss Alps, sedimentary dynamics, Ticino river, geoarchaeology, geomorphology, age-depth model, radiocarbon

INTRODUZIONE

La storia dell'evoluzione degli ambienti fluviali della Valle del Ticino durante l'Olocene è stata delineata negli ultimi anni sulla base di studi geomorfologici e geoarcheologici che hanno analizzato: 1. l'età e la stratigrafia dei depositi fluviali (Amman, 1988; Oppizzi, 1988; Lodetti et al., 2005; Krebs & Antognini, 2012; Scapozza et al., 2012; Krebs et al., 2015); 2. il contesto paleoambientale desunto da prospezioni archeologiche (Sormani, 2012; Scapozza, 2013a; Cardani Vergani, 2014; Scapozza, 2017); 3. le informazioni ricavate da documenti storici con particolare riferimento alla cartografia (Scapozza, 2013b). Una sintesi integrata di questi tre aspetti è presentata in Scapozza & Oppizzi (2013) e Scapozza (2016a). Da questi studi è emerso in particolare come all'inizio dell'Olocene il fronte del delta del Ticino nel Lago Maggiore era ancora situato poco a valle di S. Antonino,

con il Lago Maggiore che occupava la quasi totalità del Piano di Magadino (ca. 10.2 km). Il lago Maggiore arrivava ancora poco a valle di Cadenazzo e Gudo (ca. 6 km più a monte rispetto al suo limite attuale) 7000 anni fa. Durante l'età del Bronzo tra il 2000 e il 1500 a.C., infine, l'inizio del Lago Maggiore è ancora attestato tra Quartino e Riazzino, 3 km più a monte rispetto a oggi. Per quanto concerne la dinamica sedimentaria del fiume Ticino, è stato possibile presentare un modello di sintesi sull'evoluzione del tasso di sedimentazione fluviale medio dalla fine dell'Ultima grande glaciazione a oggi (Scapozza, 2016a).

Nel corso di saggi e sondaggi svolti in questi ultimi anni nell'ambito di progetti di rivitalizzazione dei canali del Piano di Magadino e del fiume Ticino in zona Saleggi e Boschetti, promossi dal Consorzio Correzione Fiume Ticino (CCFT) in collaborazione con l'Ufficio dei corsi d'acqua (UCA) del Cantone Ticino, è stata documentata

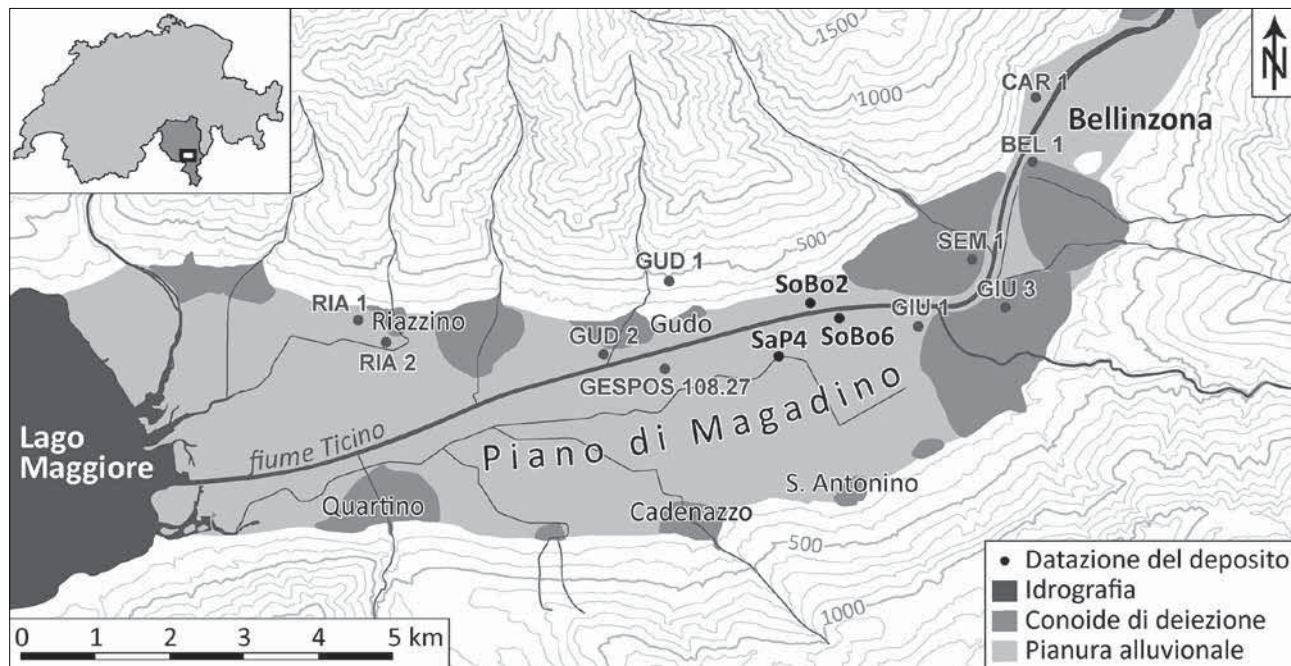


Figura 1: Localizzazione geografica e posizione dei campioni datati nel Bellinzonese e sul Piano di Magadino discussi in questa notizia.

la stratigrafia dei depositi fluviali e sono state eseguite nuove analisi sul materiale ritrovato. Sono presentati in questa nota i risultati di cinque nuove datazioni al radiocarbonio di materiale organico ritrovato nei saggi e sondaggi realizzati. Oltre alla loro analisi nel contesto evolutivo degli ambienti fluviali del Piano di Magadino, è pure presentata la loro inclusione nel modello di sintesi proposto da Scapoza (2016a).

MATERIALI E METODI

Le cinque datazioni al radiocarbonio sono state realizzate con la tecnica AMS (*Accelerator Mass Spectrometry*) dal laboratorio Beta Analytic Inc. di Miami (Florida), negli Stati Uniti d'America. Sono riportate le età radiocarbonio misurate in laboratorio, il rapporto isotopico del campione e la corrispondente età radiocarbonio convenzionale, calcolata direttamente dal laboratorio sulla base dei primi due parametri. Le cosiddette "età radiocarbonio" sono riportate in anni prima del presente (BP = *Before present*, con il presente fissato per convenzione al 1950 d.C.). La calibrazione delle età radiocarbonio è stata eseguita con il software OxCal 4.2 messo a disposizione dall'*Oxford Radiocarbon Accelerator Unit* (Bronk

Ramsey, 2001, 2016), secondo la curva di calibrazione IntCal13 (Reimer et al., 2013), e con un intervallo di confidenza di 2σ (95.4% di probabilità). Le età calibrate sono espresse, sia in anni calendari prima del presente (cal BP), sia secondo la datazione temporale basata sulla nascita di Gesù Cristo (anni a.C. o d.C.).

RISULTATI

La stratigrafia della parte superiore della pianura alluvionale tramite saggi alla pala meccanica e sondaggi carotati è stata studiata nel contesto dei progetti di rivitalizzazione dei canali del Piano di Magadino (Scapoza et al., 2014) e del fiume Ticino a prossimità dell'agglomerato del Bellinzonese (Scapoza, 2016b). In un saggio (SaP4) e in due sondaggi (SoBo2 e SoBo6) (vedi posizione in Fig. 1) è stato rinvenuto del materiale organico (Tab. 1 e Fig. 2), datato in seguito con la tecnica del radiocarbonio (Tab. 2).

Due campioni provengono dal saggio SaP4 realizzato a Gudo. SaP4A corrisponde a un palo di legno di 90 cm di lunghezza (Fig. 3A), infisso per 55 cm in un limo massivo di colore grigio scuro, con lenti decimetriche di sabbia fine limosa di colore marrone chiaro e con ma-

Tabella 1: Localizzazione e caratteristiche dei cinque campioni datati in questo studio.

Campione	Località, luogo	Coordinate [CH1903 / LV03]			Posizione campione		Materiale
		X	Y	Quota terreno [m slm]	Quota [m]	Prof. [m]	
SaP4A	Gudo, Gaggiolo lungo	718°010	114°310	209.37	207.04	2.33	Legno
SaP4B					207.11	2.26	Sedimento organico
SoBo2	Sementina, Boschetti	718°320	114°930	213.26	206.34-206.09	6.92-7.17	Sedimento organico
SoBo6A	Giubiasco, Monde dei Quadretti	718°735	114°830	213.40	212.00	1.40	Legno
SoBo6B					202.40	11.00	Legno

teriale organico molto abbondante tra 227 e 277 cm di profondità (dal quale è stato estratto il campione SaP4B). Questo limo organico (OL) è stato interpretato come un deposito palustre. La parte superiore del palo era ricoperta da varie unità composte di sabbia limosa (SM) e limo sabbioso (ML) di origine fluvio-palustre (Fig. 2). Il palo è stato datato tra la fine del Seicento e la fine dell'Ottocento-inizio del Novecento, mentre il deposito palustre è risultato più antico di ben 4-5 secoli e data del Basso Medioevo (Tab. 2).

Nel sondaggio SoBo2, eseguito in località Boschetti a Sementina a circa 35 m dal fiume Ticino, è stato datato un fango argilloso di colore grigio scuro (CL) posto tra 6.92 e 7.17 m di profondità, interpretato come un deposito palustre (Fig. 3B). Questo ricopriva una sabbia poco selezionata (SP) corrispondente a un deposito fluviale extra-canale, ed era ricoperto da depositi più grossolani (ciottoli e ghiaia) appartenenti a canali divaganti di banda attiva, e di nuovo da sabbie, limi sabbiosi e sabbie limose di origine fluvio-palustre (Fig. 2). La datazione al radiocarbonio ha permesso di attribuire questo deposito all'Alto Medioevo.

SoBo6 è stato il sondaggio che ha fornito i risultati più contrastanti. Il campione SoBo6A, prelevato a 1.40 m di profondità in limo con poca sabbia (ML), mediamente compatto e di colore bruno chiaro a bruno, è più giovane del limite superiore delle datazioni al radiocarbonio e quindi posteriore al 1950 d.C. La datazione del campione SoBo6B ha fornito al contrario un risultato che lo proietta nel periodo Boreale tra 9300 e 9030 cal BP (Tab. 2), all'inizio del cosiddetto optimum climatico del medio Olocene (*Mid-Holocene climate optimum*), datato tra 9500 e 6300 cal BP (Burga et al., 2001). Il legno (Fig. 3C) è stato ritrovato addirittura più in profondità rispetto al sondaggio carotato di 10 m, e questo grazie alle manovre di pulizia del foro per l'installazione di un tubo piezometrico. Il campione era inglobato in sabbia da grossolana a media, limosa (SM), con ghiaia da media a fine sparsa, di colore bruno chiaro a bruno. Questa sabbia, interpretata come un deposito fluviale extra-canale, era ricoperta da 7.86 m di ciottoli e ghiaia da grossolana a fine (GW), tipici dei banchi presenti nella banda attiva di un corso d'acqua di fondovalle a canali intrecciati.

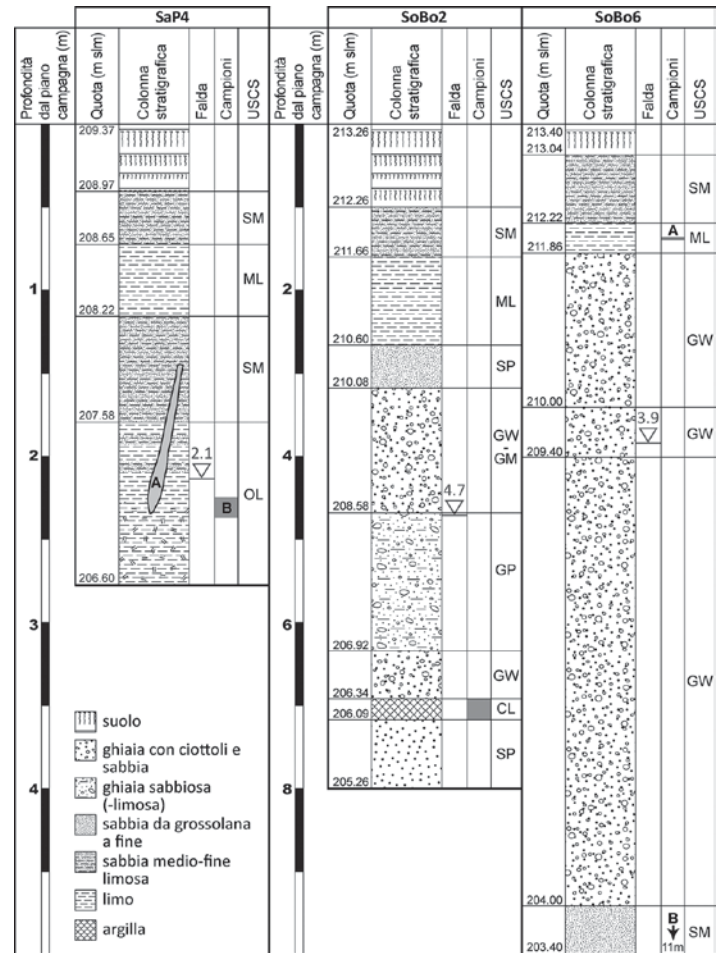


Figura 2: Stratigrafia del saggio SaP4 (modificato da Scapozza et al., 2014) e dei sondaggi SoBo2 e SoBo6 (modificati da Scapozza, 2016b) e classificazione dei materiali secondo l'*Unified Soil Classification System* (USCS; norma svizzera SN 670 008a, 1998).

Tabella 2: Risultati di laboratorio e calibrazione delle cinque datazioni al radiocarbonio realizzate sul Piano di Magadino. pMC = percent modern carbon (percentuale della proporzione di carbonio attuale).

Campione	Datazione	Età misurata [BP]	$\delta^{13}\text{C}$ [‰]	Età convenz. [BP]	Età calibrata [cal BP]	Età calibrata [a.C. / d.C.]
SaP4A	Beta-441'293	120 ± 30	-26.1	100 ± 30	270-210 (27.1%) 145-15 (68.3%)	1690-1740 d.C. (27.1%) 1805-1935 d.C. (68.3%)
SaP4B	Beta-443'897	580 ± 30	-26.5	560 ± 30	645-585 (50.1%) 565-520 (45.3%)	1305-1365 d.C. (50.1%) 1385-1430 d.C. (45.3%)
SoBo2	Beta-441'296	1150 ± 30	-20.4	1230 ± 30	1265-1195 (32.7%) 1190-1065 (62.7%)	685-755 d.C. (32.7%) 760-885 d.C. (62.7%)
SoBo6A	Beta-441'295	100.9 ± 0.3 pMC	-27.7	101.4 ± 0.3 pMC	Post 0	Post 1950 d.C.
SoBo6B	Beta-441'294	8250 ± 40	-25.5	8240 ± 40	9400-9345 (6.3%) 9325-9080 (87.0%) 9055-9030 (2.1%)	7455-7400 a.C. (6.3%) 7375-7130 a.C. (87.0%) 7105-7080 a.C. (2.1%)

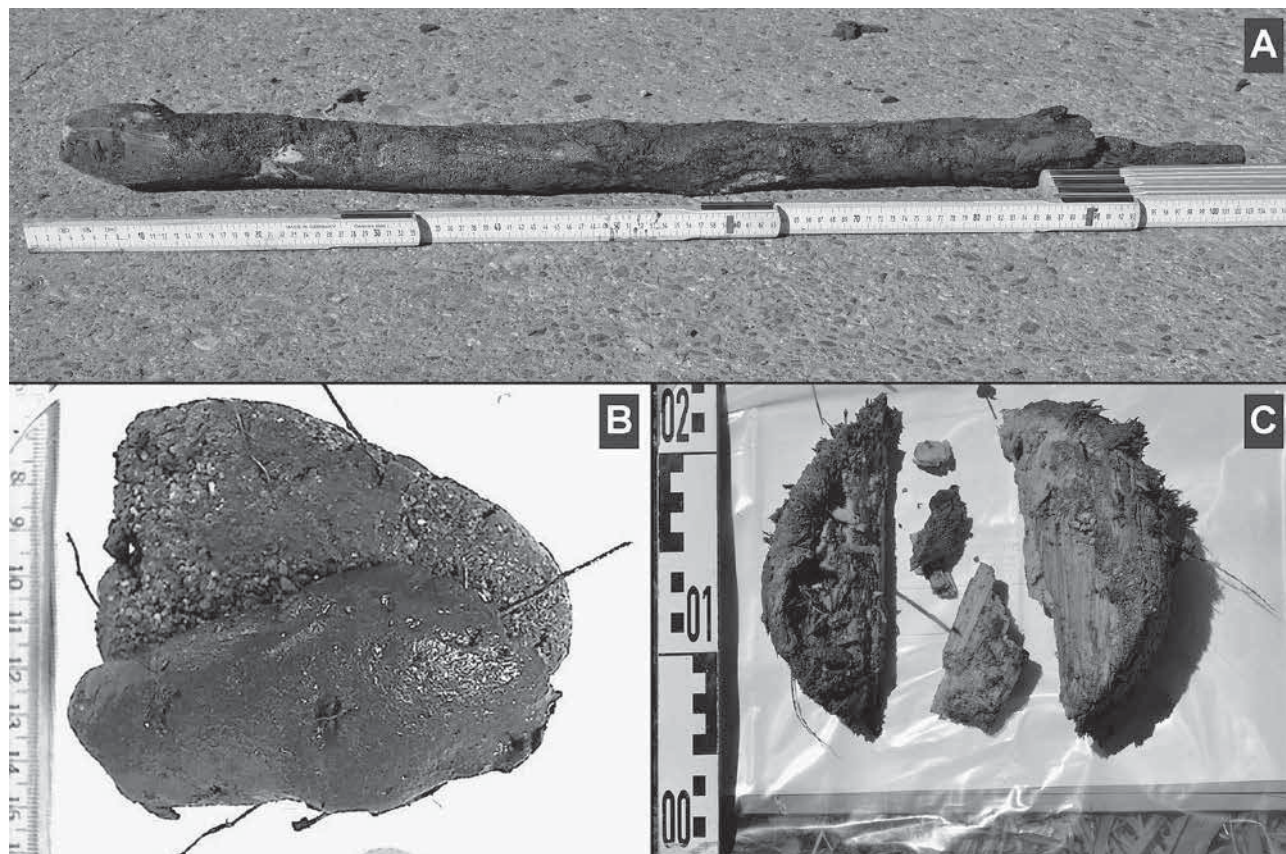


Figura 3: Fotografie di alcuni dei campioni datati. A: Palo di legno di 90 cm ritrovato nel saggio SaP4 (foto: C. Scapozza). B: Fango organico costituente il campione SoBo2 (foto: Beta Analytic Inc.). C: Frammento di legno ritrovato a 11 m di profondità nel sondaggio SoBo6 (foto: C. Scapozza).

Tabella 3: Datazioni al radiocarbonio e ritrovamenti archeologici che permettono di calcolare il tasso di sedimentazione nella pianura alluvionale del fiume Ticino e che sono stati utilizzati per i modelli presentati nella figura 4. Le velocità di sedimentazione sul fondovalle alluvionale sono state quantificate sulla base dello spessore dei depositi fluviali, desunte dalla profondità alla quale è stato ritrovato il campione datato, e della loro età radiocarbonio mediana, calcolata con il software OxCal 4.2. In grassetto, dati inerenti alle datazioni inedite presentate in questa notizia. Gli altri dati sono compilati da Scapozza (2016a).

Campione	Datazione	Età mediana [cal BP]	Profondità [m]	Sedimentazione [m.ka ⁻¹]	Fig. 4A	Fig. 4B
GUD 1	Stadio di Cugnasco	20'150	100.00	4.96	X	X
GESPOS 701.96	UZ-5199/ETH-30382	14'440	40.00	2.76	X	X
GIU 1	UZ-5958/ETH-42562	10'575	14.00	1.33	X	X
SoBo6B	Beta-441'294	9'210	11.00	1.17	X	X
GESPOS 108.27	UZ-1026	6'870	11.10	1.61	X	X
MOL1	Beta-354392	4'200	7.50	1.78	X	X
ATB 123	UZ-4916/ETH-26986	3'980	8.70	2.18	X	X
RIA 2	UZ-5079/ETH-28509	3'755	10.00	2.66	X	X
GUD 2	Necropoli protostorica	2'385	5.40	2.26	X	X
SEM 1	Necropoli preromana	2'041	3.25	1.60		X
RIA 1	Necropoli romana	1'758	2.50	1.44		X
CAR 1	Tombe dell'Alto Medioevo	1'250	1.00	0.81		X
SoBo2	Beta-441'296	1'165	7.04	6.09		
GIU 3	Tombe del Pieno Medioevo	850	0.50	0.60		X
SaP4B	Beta-443'897	595	2.26	3.93	X	X
BEL 1	Buzza di Biasca	435	1.25	2.87	X	X

DISCUSSIONE

Le nuove datazioni presentate sopra si inseriscono in maniera coerente nel quadro generale di evoluzione degli ambienti fluviali della Valle del Ticino nel corso dell'Olocene, i cui elementi cronologici principali sono riassunti nella tabella 3. La datazione che ha fornito l'età più antica (9400-9030 cal BP per SoBo6B) si è rivelata molto coerente con la datazione GIU 1 a 10'695-10'435 cal BP compiuta a 14 m di profondità in località Baragge a Giubiasco (Krebs & Antognini, 2012; ricalibrato da Scapoza, 2016a). L'età del campione SoBo6B si è rivelata più antica di 2-3 millenni rispetto alla datazione a 7165-6635 cal BP compiuta a Gudo sul campione GESPOS 701.96 (Oppizzi, 1988; ricalibrato da Scapoza, 2016a), rinvenuto praticamente alla stessa profondità. Questa differenza si può spiegare con il fatto che, al momento del deposito del legno ritrovato in SoBo6B, al largo di Gudo vi era ancora il lago aperto (vedi Scapoza et al., 2012, Scapoza, 2016a). Tra il 9500 e il 7000 cal BP il fronte del delta del Ticino è progradato da poco a valle di S. Antonino fino a valle di Gudo, causando una forte sedimentazione nella zona di prodelta. A titolo di paragone, la sedimentazione recente nella zona di prodelta nel settore delle Bolle di Magadino è più di 12 volte superiore alla sedimentazione media per l'insieme dell'Olocene. Il diverso contesto di sedimentazione tra Giubiasco e Gudo nei primi cinque millenni dell'Olocene è quindi all'origine del tasso di sedimentazione medio più alto per GESPOS 108.27 rispetto a SoBo6B (Tab. 3).

Per quanto concerne SoBo2, il tasso di sedimentazione calcolato è il più elevato tra tutti quelli compilati nella

tabella 3. Il bacino palustre datato tra 685 e 885 d.C. è ricoperto da una sequenza di depositi grossolani che si sarebbero formati durante il periodo di attività idrosedimentaria molto intensa dell'Alto Medioevo, documentato da Scapoza & Oppizzi (2013) tra il 700 e il 1000 d.C. Non va inoltre dimenticato come il settore dei Boschetti a Sementina si trovava quasi al centro della banda attiva dei canali intrecciati del fiume Ticino fino alla sua correzione nella seconda metà dell'Ottocento, come documentato dalla cartografia storica (vedi Scapoza, 2013b). Nel caso del saggio SaP4, è interessante il confronto tra le due datazioni compiute: se il deposito palustre è datato tra il 1305 e il 1430 d.C. (Basso Medioevo), il palo che vi si trova infisso è posteriore al Seicento. Questo significa che l'apporto di sedimenti tra il Quattrocento e il Seicento è stato al massimo di 47 cm (differenza tra la quota del campione SaP4B e il passaggio dai limi organici palustri alle sabbie fluviali), nonostante l'influsso della Buzza di Biasca del 1515 d.C. (Scapoza et al., 2015). Il palo sarebbe poi stato interrato dai depositi portati dalle varie inondazioni che hanno caratterizzato la seconda metà del Settecento e l'Ottocento (Scapoza, 2013b), tra le quali spicca la grande alluvione del 1868 d.C.

Le nuove datazioni sono state incluse nei modelli di sedimentazione fluviale nella Valle del Ticino (Fig. 4). Le datazioni dei campioni SaP4B e SoBo6B si inseriscono in maniera coerente con il modello dell'evoluzione del tasso di sedimentazione fluviale medio presentato da Scapoza (2016a) (Fig. 4A). Grazie a questi nuovi dati, è proposto in guisa di sintesi un modello età-profondità del riempimento fluviale (Fig. 4B), che permetterà di stimare l'età di un deposito fluviale nella Valle del Ticino in funzione della sua posizione e profondità.

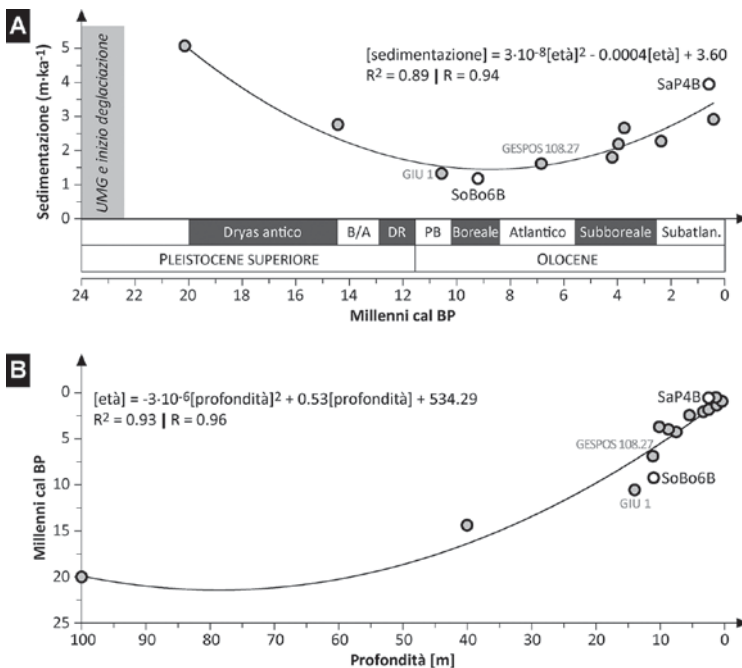


Figura 4: Modelli di sedimentazione fluviale nella Valle del Ticino. A: Evoluzione del tasso di sedimentazione fluviale medio (modificato e aggiornato da Scapoza, 2016a) e quadro cronostratigrafico di riferimento. B/A = Bølling/Allerød; DR = Dryas recente; PB = Preboreale. B: Modello età-profondità del riempimento fluviale della Valle del Ticino basato sui dati presentati nella tabella 3.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano Marco Antognini e Filippo Schenker per la rilettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- Ammann P. 1988. Ritrovamento di antichi legni nel sottosuolo di Tenero. Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali, 76: 47-50.
- Bronk Ramsey C. 2001. Development of the Radiocarbon Program OxCal. Radiocarbon, 43: 355-363.
- Bronk Ramsey C. 2016. OxCal 4.2 Manual. Oxford, Radiocarbon Accelerator Unit. http://c14.arch.ox.ac.uk/oxcalhelp/hlp_contents.html (ultima consultazione: 20.1.2017).
- Burga C., Perrez R. & Zoller H. 2001. Swiss localities of early recognized Holocene climate oscillations – characterisation and significance. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 146 (2-3): 65-74.
- Cardani Vergani R. 2014. Ricerche archeologiche in Cantone Ticino nel 2013. Bollettino dell'Associazione Archeologica Ticinese, 26: 28-33.
- Krebs P. & Antognini M. 2012. Rinvenimento a Giubiasco di un tronco di pino silvestre risalente all'inizio dell'Olocene. Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali, 100: 53-63.

- Krebs P., Biondina D., Bonardi M. & Bertogliati M. 2015. Rinvenimento a Moleno nella Svizzera sudalpina di un tronco di quercia vecchio di oltre quattro millenni. *Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali*, 103: 53-56.
- Lodetti F., Hohl A. & Antognini M. 2005. Nota breve sul rinvenimento di frammenti di legno in due sondaggi geotecnici presso Biasca e Riazzino. *Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali*, 93: 91-95.
- Oppizzi P. 1988. Ritrovamenti di frammenti di legno in una perforazione sul territorio del comune di Gudo. *Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali*, 76, 51-53.
- Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Buck C.E., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Haffidason H., Hajdas I., Hatté C., Heaton T.J., Hoffmann D.L., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Staff R.A., Turney C.S. & van der Plicht J. 2013. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0-50'000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55: 1869-1887.
- Scapoza C. 2013a. La necropoli dell'età del Ferro di Giubiasco. Caratterizzazione geomorfologica e stratigrafica. Canobbio, Istituto scienze della Terra SUPSI, 9 pp. + Annessi.
- Scapoza C. 2013b. L'evoluzione degli ambienti fluviali del Piano di Magadino dall'anno 1000 a oggi. *Archivio Storico Ticinese*, 153: 60-92.
- Scapoza C. 2016a. Evidence of paraglacial and paraperiglacial crisis in Alpine sediment transfer since the Last Glaciation (Ticino, Switzerland). *Quaternaire* 27(2), 139-154.
- Scapoza C. 2016b. Sistemazione idraulica e rivitalizzazione del fiume Ticino – zona Boschetti e Saleggi. Rapporto delle indagini sedimentologiche e idrogeologiche. Canobbio, Istituto scienze della Terra SUPSI, 13 pp. + Annessi.
- Scapoza C. 2017. Quando l'archeologia incontra la geomorfologia. L'evoluzione del territorio ticinese alla luce di scoperte archeologiche recenti. *Bollettino dell'Associazione Archeologica Ticinese*, 29: 4-7.
- Scapoza C. & Oppizzi P. 2013. Evolution morpho-sédimentaire et paléo-environnementale de la plaine fluvio-deltaïque du Ticino pendant l'Holocène récent (Canton du Tessin, Suisse). *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 19(3): 265-286.
- Scapoza C., Antognini M., Oppizzi P. & Patocchi N. 2012. Stratigrafia, morfodinamica, paleoambienti della piana fluvio-deltizia del Ticino dall'Ultimo Massimo Glaciale a oggi: proposta di sintesi. *Bollettino della Società ticinese di Scienze naturali*, 100: 89-106.
- Scapoza C., Ambrosi C. & Castelletti C. 2014. Canali del Piano di Magadino. Analisi dei depositi fluviali. Canobbio, Istituto scienze della Terra SUPSI, 11 pp. + Annessi.
- Scapoza C., Tognacca C., Ambrosi C. & Seno S. 2015. 20 maggio 1515: la "Buzza" che impressionò l'Europa. *Bollettino della Società Ticinese di Scienze naturali*, 103: 79-88.
- Sormani M.A. 2012. La necropoli protostorica di Gudo – Canton Ticino: dall'epoca del Bronzo alla seconda età del Ferro. *Rivista Archeologica dell'Antica Provincia e Diocesi di Como*, 193-194: 5-159.