

**WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino**

**PARCHIVERBANOTICINO - IL LAGO MAGGIORE, IL FIUME TICINO  
SUBLACUALE E LE AREE NATURALI PROTETTE. VERIFICA E  
SPERIMENTAZIONE DI SCENARI DI GESTIONE SOSTENIBILI E  
CONDIVISI.**

**ID 481668 CUP G19C18000070007**

**WP4 - Valutazione degli effetti delle variazioni dei livelli sul sistema  
lago attraverso nuovi indicatori**

**WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di  
Magadino**

**Lisa Elzi e Nicola Patocchi, Fondazione Bolle di Magadino.  
(Allegato WP 4.2.)**

## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

### Metodologia di monitoraggio del canneto 2019-2022

A inizio 2019 sono stati scelti 14 quadrati 20x20m all'interno delle formazioni a canneto delle Bolle di Magadino. Si sono volutamente evitati le formazioni a "clumping" e il fronte del canneto.

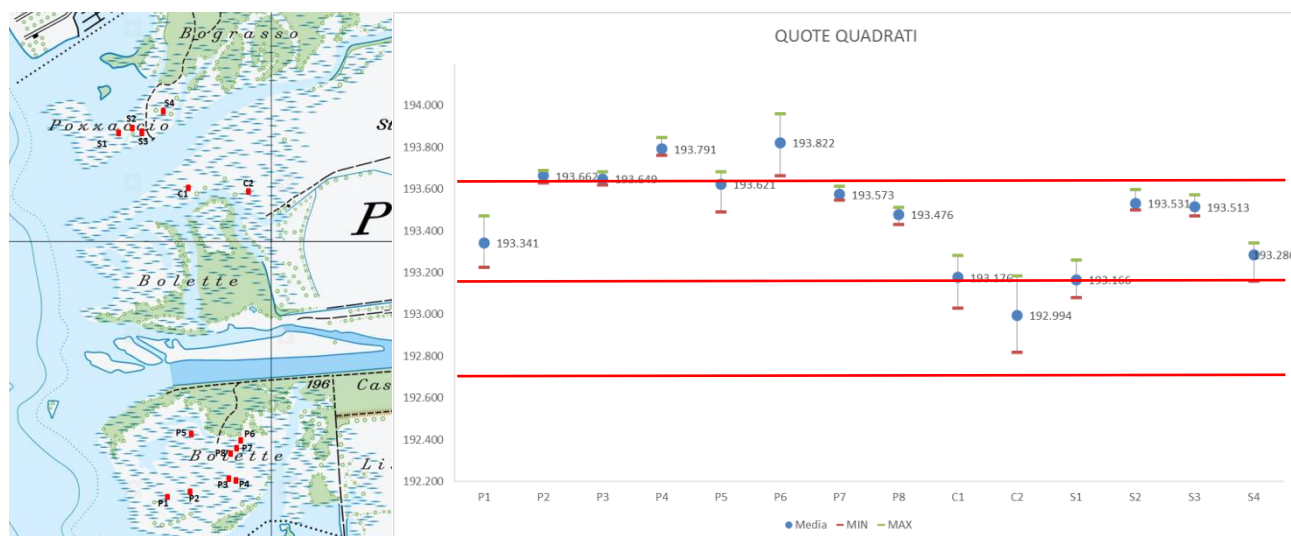
La scelta è stata stratificata affinché nel limite del possibile si avessero dei quadrati rappresentati le diverse fasce di quota, così definite:

canneti a quote basse: 192.65 m – 193.15 m (193.0 m – 193.5 m quote It)

canneti a quote medie: 193.15 m – 193.65 m (193.5 m – 194 m quote It)

canneti a quote alte: 193.65 m - 194.15 m (194 m – 194.50 m quote It)

Durante i mesi di febbraio 2019 si è proceduto allo sfalcio manuale di ogni quadrato con asportazione del materiale risultante. In seguito lo sfalcio invernale è avvenuto solo nel 2021 per tutti i quadrati salvo C1 e C2 falciati l'anno successivo (inizio 2022).



Ubicazione dei quadrati di rilievo nelle Bolle di Magadino e quote misurate.

Poiché il terreno non è omogeneamente piatto, per ogni quadrato di sono quotati il centro, i 4 angoli ed eventuali depressioni presenti all'interno del quadrato. Nel grafico il punto azzurro rappresenta la quota media per ogni quadrato. I rilievi sistematici dai quali sono stati ritenuti i dati per le analisi sono avvenuti nel '21 e '22.

Ad ogni uscita è stata misurata l'altezza medie delle canne, suddividendo aree più alte da eventuali depressioni presenti nel quadrato. Una misura della densità di canne al m<sup>2</sup> è pure stata rilevata, ma non utilizzata nelle analisi. I quadrati sono stati fotografati ad ogni uscita. Si è rinunciato alla misurazione di altri parametri fisiologici delle canne poiché un'analisi di questo tipo era già stata fatta nella riserva (Moret 1996: État sanitaire de la roselière. Rapport, 38 pp) e non aveva segnalato indicatori correlabili interessanti, salvo una correlazione positiva di un indice di salute con la quota della stazione di misura.

## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino



Misurazione dei quadrati di controllo per la ricrescita del canneto (15.4.2021)

### Frequenza dei rilievi

I rilievi sono mirati allo stato vegetativo delle canne, per cui iniziavano appena si potevano osservare i germogli. L'intervallo tra un rilievo e l'altro è determinato dalla situazione meteo o dal livello del lago: se stabile avveniva all'incirca ogni 2-3 settimane.

### 2019

Date di uscita:

- Giro 1: 18.03.2019 – lago a 192.67 m
- Giro 2: 26.03.2019 – lago a 192.66 m
- Giro 3: 11.04.2019 – lago a 193.44 m
- Giro 4: 18.04.2019 – lago a 193.53 m
- Giro 5: 23.04.2019 – lago a 193.52 m
- Giro 6: 20.05.2019 – lago a 193.86 m

### 2020

Date di uscita:

## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

- Giro 1: P1-P8 10.04.2020 – lago a 193.20 m; C1-C2 e S1-S4 14.04.2020 – lago a 193.13 m
- Giro 2: 06.05.2020 – lago a 193.24 m
- Giro 3: P1-P8 18.05.20 – lago a 193.83 m; C1-C2 19.05.20 – lago a 193.86 m; S1-S4 20.05.20 – lago a 193.89 m
- Giro 4: 18.06.2020 – lago a 193.89 m
- Giro 5: 09.07.2020 – lago a 193.60 m

### 2021

A partire da metà marzo si è misurata la crescita del canneto ogni due o tre settimane o ad ogni cambiamento significativo nel livello del lago.

Si è proceduto misurando diverse canne con un metro doppio e stimando l'altezza media. Inoltre, in due occasioni si è misurata la densità del canneto in 2 o 3 quadrati di 1x1 m per poi calcolare la media. La prima volta si è misurata la densità ad inizio stagione quando molti germogli non erano ancora spuntati, quindi si è ripetuta la misurazione più avanti per una maggiore rappresentatività.

I quadrati P1, P6, P7, P8, C1, C2, S1, S2, S3 e S4 sono stati divisi in una zona con quota più alta (A) e una zona con quota più bassa (B) e si è misurata l'altezza e la densità per le due zone. Nel resto dei quadrati la quota era piuttosto uniforme ed è stata presa una sola misura.

Durante l'inverno sono stati falciati i seguenti quadrati: P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7; S2 e S3.

Date di uscita:

- Giro 1: 29.03.21 – lago a 193.29 m
- Giro 2: 09.04.21 – lago a 193.24 m
- Giro 3: 23.04.21 – lago a 192.82 m
- Giro 4: 12.05.21 – lago a 193.91 m
- Giro 5: 26.05.21 – lago a 193.85 m
- Giro 6: 15.06.21 – lago a 193.89 m
- Giro 7: 08.07.21 – lago a 193.84 m

### 2022

Dopo la misurazione delle quote per tutti i quadrati, è stato deciso di continuare a prendere due misure per la parte alta (A) e la parte bassa (B) solo per i seguenti quadrati: P1, P6, P8, C1, C2, S1 e S2.

Come nel 2021 si è misurata l'altezza di alcune canne con un metro doppio per stimare l'altezza del quadrato o della zona (A o B) e si è misurata la densità dei germogli quando erano già ben sviluppati in un quadrato di 1x1 m per poi calcolare la media.

A causa di lavori invernali nelle Bolle settentrionali per rimuovere i salici è stato perso il riferimento per i quadrati S1 e S4, si è quindi misurato il canneto nella zona dove indicativamente si trovava il quadrato.

Rispetto al 2021 sono state effettuate meno misurazioni perché a causa dell'estrema siccità non c'è stato un innalzamento significativo del lago durante la stagione.

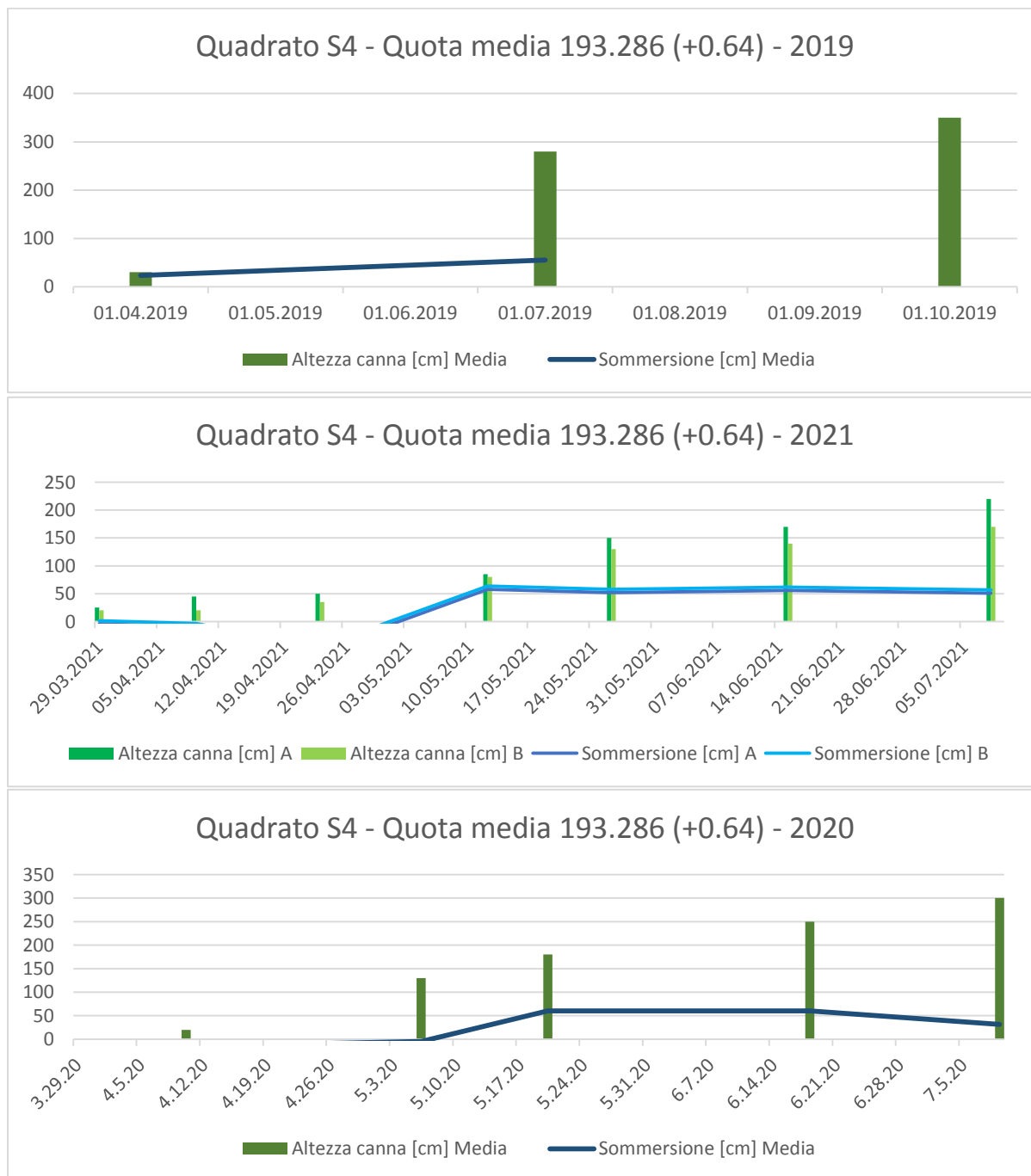
Durante l'inverno sono stati falciati i seguenti quadrati: C1 e C2.

Date di uscita:



## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

- Giro 1: 04.04.22 – lago a 192.72 m
- Giro 2: 28.04.22 – lago a 192.77 m
- Giro 3: 13.05.22 – lago a 192.85 m
- Giro 4: 09.09.22 – lago a 192.73 m
- Giro 5: 22.07.22 – lago a 192.32 m



Esempio di rilievo per il quadrato S4 con indicato l'altezza delle canne e la sommesione del lago sse presente. Per ogni quadrato e ogni anno è possibile una visualizzazione simile.



**WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino**

11.4.2019 quadrato C1, un mese dopo lo sfalcio. Le canne cominciano appena a germogliare.



18.4.2019 ricrescita del canneto nel quadrato C1 (livello lago a 193.54 m). in pochi giorni crescita impressionante dei germogli.



**WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino**

20.5.2019 quadrato C1 e lago a 193.88 m. Nella parte più bassa i germogli di canna sono stati soffocati, nella parte più alta del quadrato invece sono riusciti a partire e levarsi verso l'alto.



9.7.2020. quadrato C1 lago a 193.88 m. Il "chiaro" creatosi per la mancanza di crescita del canneto nella parte bassa del quadrato C1, presenta anche nel 2020.



#### WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino



10.4.2020 quadrato P2.

La sommersione totale dei germogli di canna può provocarne il soffocamento ed impedirne la crescita. Il fenomeno è stato rilevato anche nel monitoraggio dei siti italiani nel periodo 2016-2018 (Graia, 2018).

Per determinare la lunghezza di questo periodo evidenziamo quanto osservato nelle Bolle nel 2021 e 2022.



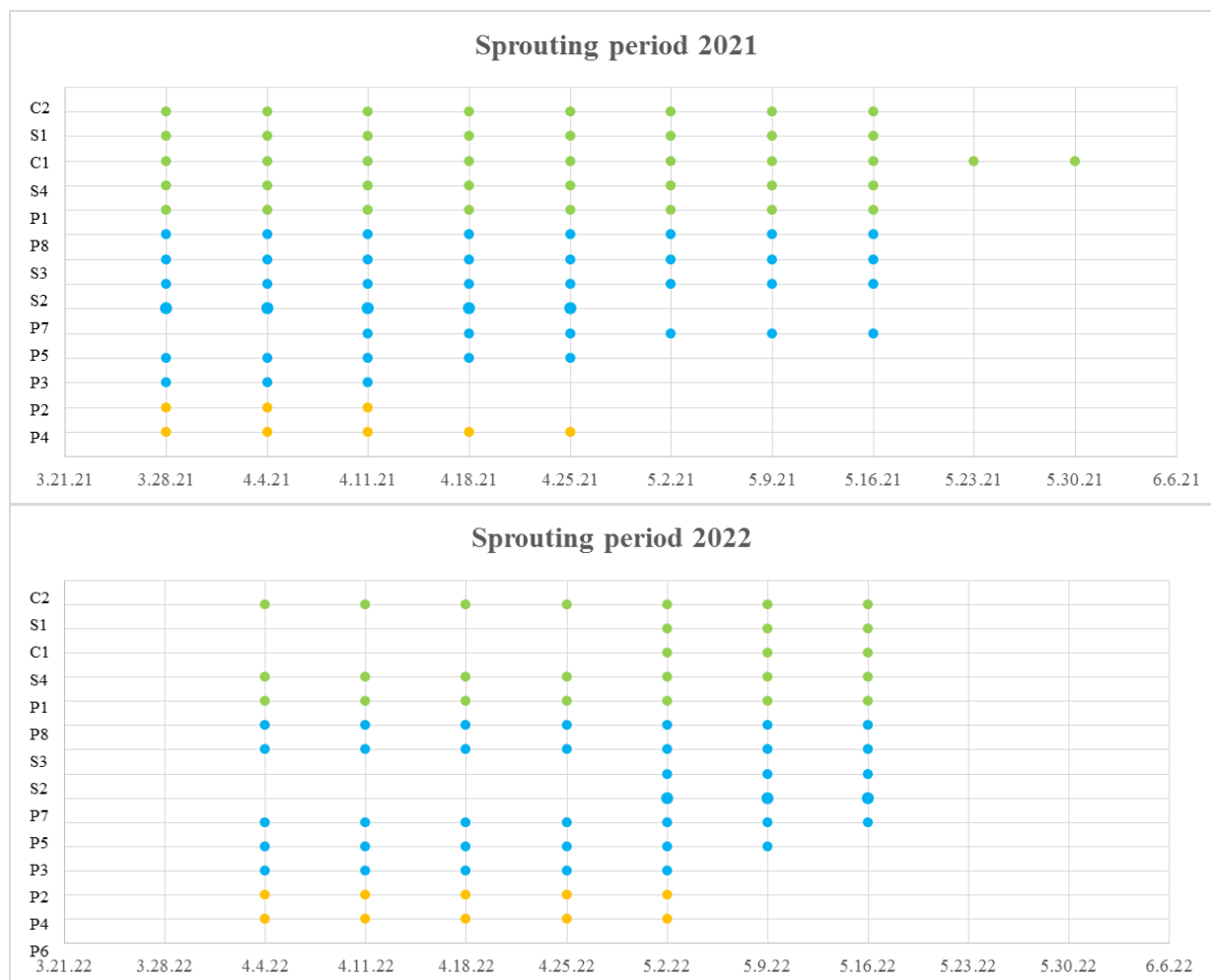


## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

Inizio della crescita dei germogli di canna, esempio di sintesi per il 2021 e 2022.

Il pallino colorato è presente se vi sono germogli inferiori a 50 cm.

Il colore dei pallini si riferisce alla fascia di quota dove si situa il quadrato: gialla: fascia alta, blu: fascia intermedia, verde: fascia bassa.



L'inizio della crescita varia di anno in anno, ma può essere definito verso **fine marzo**.

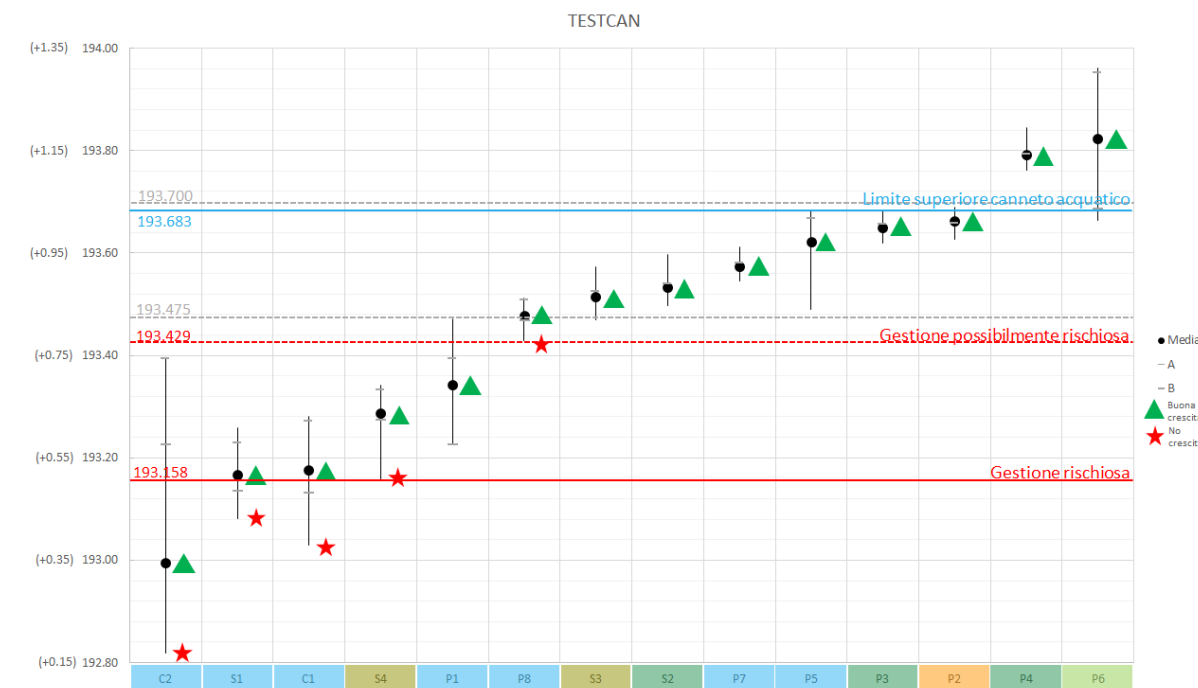
La durata del periodo in cui i germogli restano piccoli (inferiori a 50 cm) è pure variabile e dipendente dalle condizioni annuali. Nelle stazioni più basse può protrarsi fino a fine maggio (C1 nel 2021). Nelle stazioni della fascia alta già a inizio maggio le canne si sono alzate oltre i 50 cm. Per scopi gestionali, possiamo definire come riferimento metà maggio quale momento in cui la maggior parte delle canne supera il mezzo metro di altezza.

**Possiamo stabilire come regola che da fine marzo, per tutto il mese di aprile e fino all'inizio di maggio è il mese in cui i germogli sono ancora a forte rischio di sommersione e per cui si situa il periodo critico per la sommersione dei germogli di canna.**



## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

Tabella e grafico di sintesi dei risultati osservati nelle Bolle:



### Struttura fisionomica (tipologia)

|         |       |                                                            |
|---------|-------|------------------------------------------------------------|
| Azzurro | CPDO1 | Canneto palustre denso con strutture orizzontali           |
| Ocra    | CPS   | Canneto palustre sparso                                    |
| Verde   | CPDV  | Canneto palustre denso vesticale / Pseudocanneto terrestre |
| Arancio | CXD   | Cariceto denso                                             |

La stella rossa indica la presenza di chiari che si sono formati nel canneto a causa della mancata crescita del canneto (depressioni dove la canna è soffocata dalla medie troppo alte del lago). La loro presenza permette di stabilire una soglia sotto la quale la gestione del canneto (sfalcio invernale) può provocare la mancata ri-crescita dello stesso negli anni successivi.

**Il canneto acquatico tipico e in buona salute si situa appena sotto e attorno alla soglia di regolazione primaverile storica (+1 m HSC). Questa diventa dunque il fattore chiave su cui il sistema canneto si adatta.**

Il fatto che questa soglia applicata dal 1943 al 2007 non si discosti troppo da quella delle medie primaverili naturali per il mese di giugno senza superarle (prima dell'entrata in funzione della diga), ha probabilmente permesso almeno in parte la conservazione degli habitat palustri.

La regolazione ha però anticipato l'innalzamento primaverile (aprile in media ha +50 cm di acqua) ed in contemporanea l'aumento della media annuale di circa +35 cm.

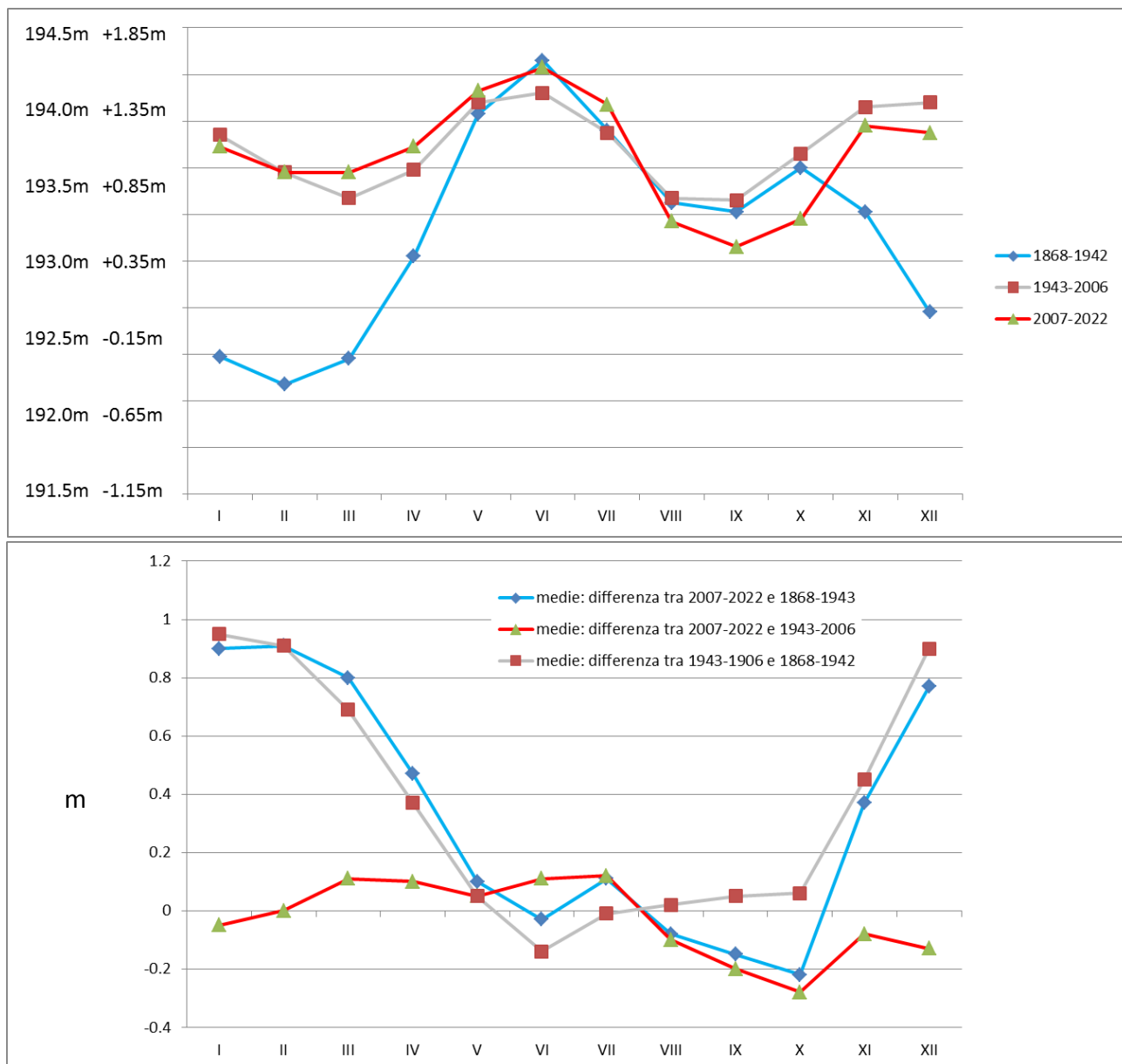
Questi innalzamenti sono probabilmente comunque all'origine di una regressione del fronte del canneto in atto nell'ultimo cinquantennio fino al 2007. Dal 2007 il fenomeno è stato accelerato.



## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

Nel periodo precedente al 1943 (anno di introduzione della regolazione artificiale del lago attraverso la diga della Miorina), la media primaverile più alta si osservava in maggio. In quel mese la canna dovrebbe essere già alta e subire meno gli effetti della sommersione.

Con gli scenari di regolazione attuali (+1.25 e +1.50) il rialzo primaverile è a partire da metà marzo.



Confronto delle medie mensili (differenza in m) per i periodi prima e dopo la costruzione della diga della Miorina e per il 16 anni 2007-2022 (con soglia +1.25 m HSC). Sono indicate le altezze in m slm con la quota CH e rispetto allo 0 di Sesto Calende. Nel grafico sotto sono evidenziate le differenze tra le medie degli ultimi 15 anni rispetto al periodo prima e dopo la diga. Si noti lo scarto di 15 cm tra i mesi di aprile e luglio (dati: Consorzio del Ticino, REPORT WP3\_01 2019-2022).

**WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino****Correlation between reedbeds growth and seasonal lake level on the Lake Maggiore and management consequences.**

Lisa Elzi                      lisa.elzi@icloud.com  
Edoardo Villa              evilla@parcoticinomagadino.it  
Nicola Patocchi            fbm@bluewin.ch

**1 Introduction**

Reedbeds of *Phragmites australis* (Cav.) Steud., known as common reed, are a characteristic phytological association found in wetlands and play an essential role in marsh ecology, providing a habitat for many animals, stabilising shores, and filtering pollutants (Ostendorp, 1989, 1993; Kiviat, 2013). In the last decades however, reed dieback has been increasingly observed in Europe (Gigante et al., 2011; Ostendorp, 1989; Van der Putten, 1997).

Different indicators of possible reed dieback have been identified: shorter and thinner culms, low flowering rate and clumping habit (Lastrucci et al., 2017; Ostendorp, 1989). Clumping is observed when *P. australis* is in poor health condition and tends to grow in height rather than horizontally (Armstrong et al., 1996). Clumps are much more vulnerable to ground erosion and clumped reedbeds will eventually die (Armstrong et al., 1996; Forni & Patocchi, 2015).



Figure 1: Clumping habit of *Phragmites australis*, the most important signal for reeds' poor health condition, and vegetative shoots recruitment after a season of extremely low lake (Bolle di Magadino, 08.09.2022). Clumps are underlined in red, vegetative shoots recruitment in light blue.

Increasing eutrophication and artificially regulated water levels have been identified as primary causes for reed dieback, but the process may be exacerbated by grazing, insect

## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

attack, wave action, low genetic diversity, sediment type, algal mats and algal wash and invasive species (Armstrong et al., 1996; Gigante et al., 2011).

Since the Lake Maggiore is an oligotrophic lake, we discarded eutrophication as a causal factor for dieback and we focused on the artificial regulation of the lake level. Especially in spring, at the beginning of the vegetative period, flooding of *P. australis* sprouts seriously affects their growth (Forni & Patocchi, 2015; Lastrucci et al., 2017; Ostendorp, 1989; Rea, 1996). Indeed, in years in which the water level is low during spring, *P. australis* is expected to grow well and expand, while in years in which the lake level is high and the growing sprouts are flooded for several days *P. australis* is expected to grow with difficulty and may die (Gigante et al., 2011, 2014; Ostendorp, 1993).

Given the ecological importance of reedbeds and their widespread struggling, conservationists are trying to find ways to promote common reed growth. One of the most used practices is mowing of dried *P. australis* culms during winter, which speeds up sprouting and growth in the following spring (Tóth, 2018). However, this type of management is risky at places with high flooding risk because *P. australis* may not be able to grow back.

In the context of a possible change in the regulation of the hydrological regime of the Lake Maggiore, we monitored *P. australis* growth at different altitudes between 2019 and 2022 to test how flooding of reed beds affects their growth and to find altitude limits below which winter mowing may become risky.

→ [descrizione Progetto Interreg e tematica innalzamento soglia di regolazione?](#)

## 2 Methods

All altitude data, unless otherwise specified, are given in the Swiss scale, shifted by -0.35 m compared to the Italian values.

### 2.1 Monitoring of common reed growth at different altitudes

To test if the lake level affects common reed growth, 14 squares at different altitudes were chosen in the nature reserve of Bolle di Magadino. 8 squares are located in the southern part of the reserve (P1-P8), 2 in the central part (C1 and C2), and four in the northern section (S1-S4). Each square is around 400 m<sup>2</sup> and is marked with a stake to ensure repeatability of the measurements. Monitoring was conducted from 2019 to 2022. However, data from 2019 is an estimation from pictures because culm height was not measured.

Altitude was measured in the four corners and in the centre of the square, with margin of error of 1 cm. Mean altitude for each square was calculated. The squares were then divided in altitude ranges (ordered for increasing altitude):

- Low altitude (< 193.475): C2, S1, C1, S4 and P1
- Intermediate altitude (193.476 – 193.700): P8, S3, S2, P7, P5, P3 and P2
- High altitude (> 193.701): P4 and P6

All squares were mowed in the winters 2018-2019 and 2020-2021 with manual removal of biomass to better observe shoots' growth at the beginning of the vegetative season. At every significant change in the lake level during the vegetative season, or monthly if no changes were observed, the height of the common reed (*Phragmites australis*) in each square was estimated by measuring different culms from the basis to the top and then calculating the mean value. When the square was notably of uneven altitude, two height measures were taken: one for the lowest portion of the square (B) and one for the higher



## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

portion (A). Once during the season, the density of the common reed was also estimated, counting the sprouts in smaller squares of 1 m<sup>2</sup> and then calculating the mean value. The lake level was retrieved from official hydrological data (UFAM, n. d.) and flooding was calculated directly as the difference between lake level and altitude of the square.

Growth evaluation was done onsite by the authors, with 'no growth' corresponding to observed patches where culm density was extremely low (i. e. white patch in Figure 2) and 'good growth' meaning a healthy reedbed that can potentially serve as habitat. Reedbed typology, based on its potential functionality as nesting habitat for reedbed birds, was determined visually thanks to the years-long experience in cartography within the Bolle di Magadino nature reserve of one of the authors.

Following reedbeds typologies are defined for internal use in the nature reserve:

- CPDO1: Dense aquatic reedbed in good health and with horizontal structures (not regularly managed). Normally a monospecific formation of *P. australis*.
- CPDO11: Aquatic reedbed with horizontal structures (not regularly managed) showing obvious clumping.
- CPDV: Dense terrestrial reedbed with vertical structures only (regularly managed). Still dominated by *P. australis* but not a monospecific formation.
- CPS-CXD: Scattered common reed mixed with sedges (*Carex*. spp.).
- CPS: Scattered terrestrial reedbed, formation dominated by other plants.

Moreover, we integrated in the growth evaluation data from a similar study conducted in the Fondo Toce nature reserve between 2020 and 2022 (Canalis et al., 2020, 2021, 2022) and an additional monitoring site in Spiagge d'Oro Monvalle (site 103). Here, the purpose was to monitor the effectiveness of conservation measures as reedbeds mowing, but the similar study setup allows us to use the data and gain perspective on *P. australis* growth in another nature reserve on the same lake, namely reedbeds submitted to the same artificial regulation of the lake level. It also provided us with a verification of the critical thresholds for the growth or impeded growth of aquatic reed beds, thus allowing us to extrapolate management consequences for reedbeds on all shores of Lake Maggiore. The monitoring squares in Fondo Toce were also divided in three altitude ranges, but the altitude is higher than the ones in Bolle di Magadino, causing a shift of the ranges: we consider A2-Q1, A2-Q2 and A3-Q3 as intermediate altitude and A1-Q2, A1-Q3 and A1-Q1 as high altitude. Since these squares were relatively of even altitude, only one measure per square was taken, resulting in no altitude variability (represented as vertical line for the squares of Bolle di Magadino).

### 2.2 Distribution of clumping

Cartography of vegetation typologies are repeated approximately every 20 years for the whole area of the nature reserve. In comparison to a phytosociology survey, vegetation typologies take into account the physiognomy and structure of different dominants facies together with the ecological function. The typological approach is simple and intuitive and allows finding a common language between botanists and zoologists (Patocchi & Grisoli, 2012). Moreover, clumps are visible on orthophotos and can be reported as cartography units after verification on site.

The CPDO11 typology was highlighted and its distribution and occupied area in 1992 and in 2021 were compared.

## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

### 3 Results

#### 3.1 Relationship between *P. australis* growth and lake level

All four years in which monitoring of *P. australis* growth took place were characterized by a very dry winter and spring and therefore very low lake level at the beginning of the vegetative season (UFAM, n. d.). During the 2021-22 winter almost no snowfall was reported in the hydrological basin of the Lake Maggiore, leading to an even lower lake level, that never reached ground level in any of the monitoring squares during the whole season. We chose therefore to present data of 2021 for a more representative situation of the hydrological dynamics of the Lake Maggiore.

We present the results of one square for each altitude range. For the low altitude range, C1 square was chosen. Culm height does not differ greatly between the lowest portion (B – 193.13 m) and the highest portion (A – 193.27 m) of the square, but almost no culms were observed growing in the lowest portion of the square in all monitoring years (white patch in Figure 2). Indeed, culm density in 2021 in the highest portion was 30 culms/m<sup>2</sup>, while in the lowest portion it was only 5 culms/m<sup>2</sup>. With such a low density, the reedbed in question cannot be considered functional in terms of providing habitat and can be taken as an example of common reed dieback at low altitude. C1 square can be considered an aquatic reedbed of the CPDO1 typology.

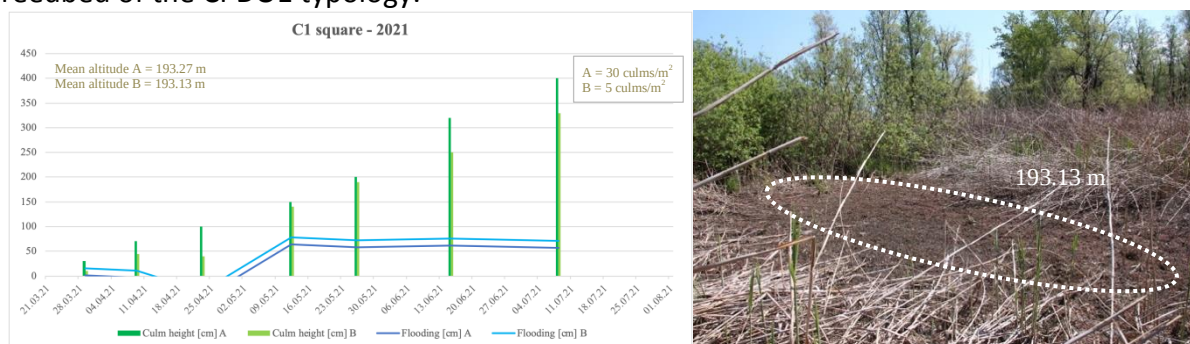


Figure 2: C1 is one of the squares in the low altitude range. Graph on the left shows mean culm height measured during the 2021 vegetative season, both for the lowest portion (B – light green) and the highest portion (A – dark green) of the square. The blue lines correspond to flooding of the square (calculated as the difference between lake level and altitude) in the lowest portion (B – light blue) and in the highest portion (A – dark blue). On the picture on the right (23.04.2021), a patch with almost no *P. australis* culms is highlighted in white, that corresponds to the lowest altitude within the square. In the higher altitude portion, the common reed grew well and healthy becoming a dense aquatic reedbed.

For the intermediate altitude range, P5 square was chosen. Here, *P. australis* grew into a dense and healthy reedbed with habitat potential in all 4 monitoring years and this square can also be considered an aquatic reedbed of the CPDO1 typology.

Finally, P4 was chosen for the higher altitude range. Here too the growth was good, but this square is described as a scattered terrestrial reedbed of the CPS typology.

## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

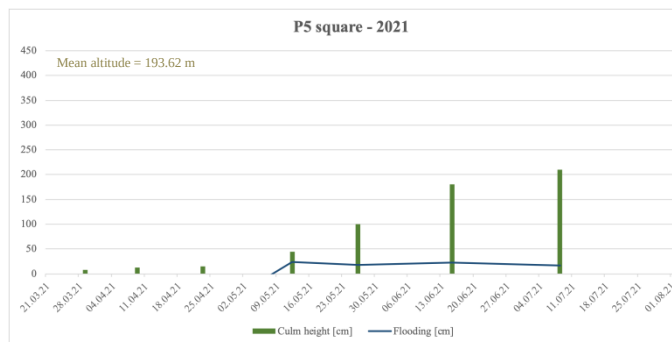


Figure 3: P5 is one of the squares in the intermediate altitude range. Graph on the left shows mean culm height measured during the 2021 vegetative season, the blue line corresponds to flooding of the square (calculated as the difference between lake level and altitude). Picture on the right (09.06.2022) shows a healthy and dense aquatic reedbed with no empty patches.

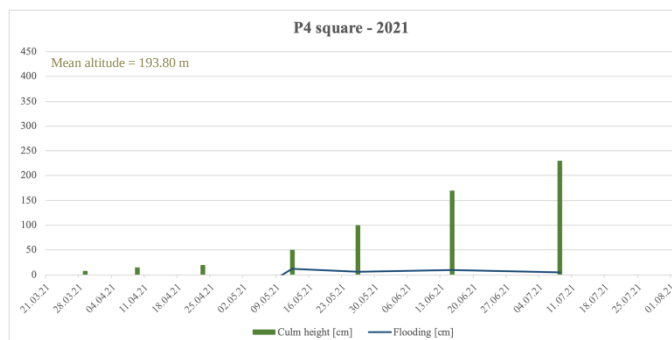


Figure 4: P4 is one of the squares in the high altitude range. Graph on the left shows mean culm height measured during the 2021 vegetative season, the blue line corresponds to flooding of the square (calculated as the difference between lake level and altitude). Picture on the right (26.05.2021) shows a rather scattered terrestrial reedbed, characteristic of higher altitudes.

To sum up and better visualise the data, we evaluated the growth of common reed respective to altitude. The squares are ordered by increasing altitude. Grey lines in the graph highlight the historical regulation level during summer (193.65 m / +1.00 m above the hydrometric zero placed in Sesto Calende) and the experimental regulation level during summer (193.90 m / +1.25 m above the hydrometric zero placed in Sesto Calende). In 5 squares a patch with no or very few culms was observed: P8, C1, C2, S1 and S4. In the remaining squares in the Bolle di Magadino nature reserve, in all squares in the Fondo Toce nature reserve and at the Sabbie d'Oro site, *P. australis* grew into a healthy and functional reedbed.

Reedbed typology was assigned to each square of the Bolle di Magadino nature reserve: P1, P5, P7, P8, C1, C2 and S1 are considered true aquatic reedbeds (CPDO1); P3, P4 and S2 are considered scattered reedbeds because of lower culm density (CPS); P6 is considered terrestrial reedbed (CPDV); S3 and S4 are considered a reedbed mixed with sedges (CPS-CXD); P2 is considered a scattered reedbed dominated by sedges (CXD). The superior limit for aquatic reedbed formation in the Bolle di Magadino was placed at 193.7 m, corresponding to the highest altitude where CPDO1 typology was observed during the present study (highest measured altitude of square P5). The well-structured aquatic reed beds observed in Fondo Toce and in Spiagge d'oro (site 103) can reach slightly higher altitudes (194.00 m) than those observed in the Bolle di Magadino. Above 194 m the observed reedbeds were described as terrestrial reed beds and especially in Fondo Toce are subject to invasion by exotic species – *Acer negundo* (Canalis et al., 2020, 2021, 2022).



## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

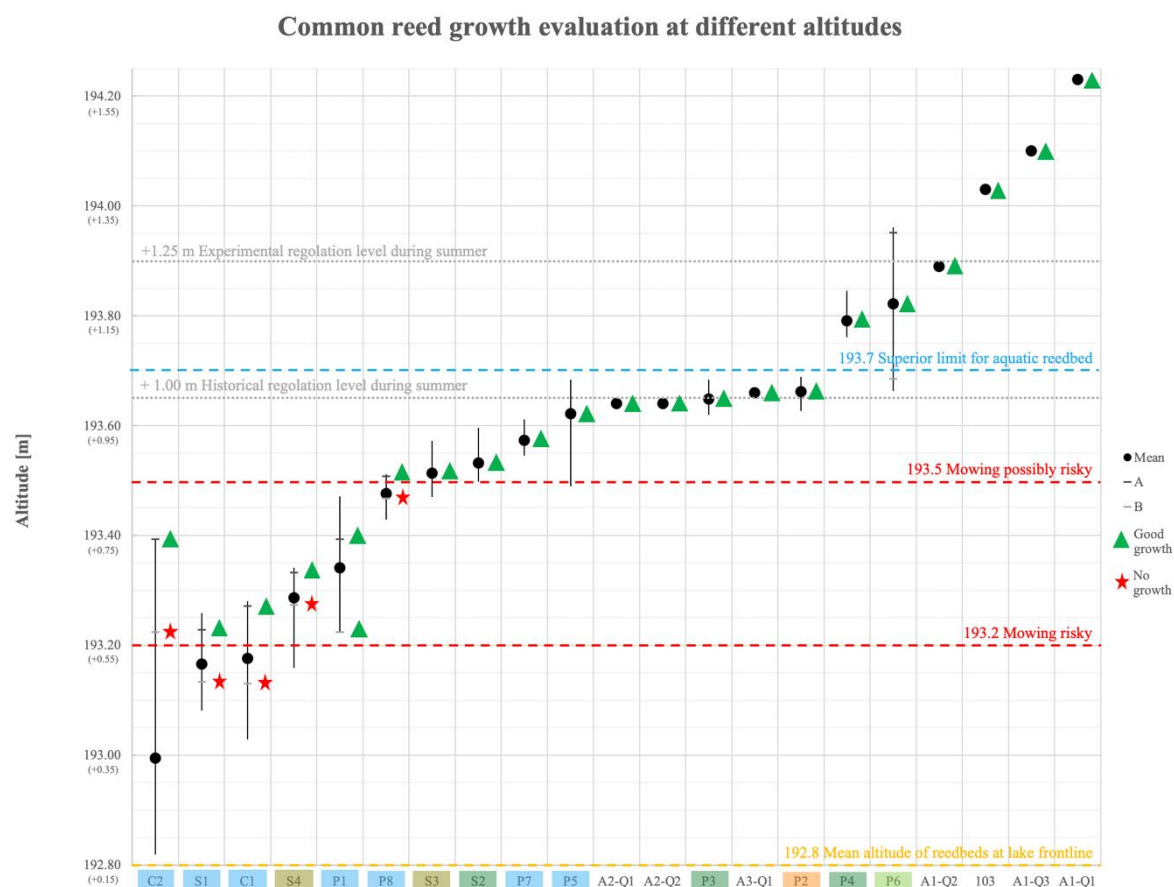


Figure 5: Common reed growth evaluation respective at different altitudes. Squares are ordered for increasing altitude. For the squares in the Bolle di Magadino nature reserve, the reedbed typology is given: light blue = CPDO1, light green = CPDV, dark green = CPS, olive green = CPS-CXD, orange = CXD. Symbols for growth evaluation are placed next to the mean altitude for the lowest (B) and highest (A) portion of the square for uneven squares, next to the mean altitude for even squares. Number in brackets on the y-axis give the altitude compared to the hydrometric zero placed in Sesto Calende. Grey lines represent regulation levels, the blue line gives the superior limit for aquatic reedbeds, red lines signalise altitudes relevant for reedbed management.

### 3.2 Distribution of clumping

In 19 years, the distribution of clumped reedbeds (CPDO11) almost doubled, getting from 33'256 m<sup>2</sup> in 1992 to 56'322 m<sup>2</sup> in 2021. In the Bolle di Magadino nature reserve, the 99% of this type of clumping reed beds are located below 193.65 m, 83% of which are concentrated in the 192.75-193.00 m altitude range.

## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

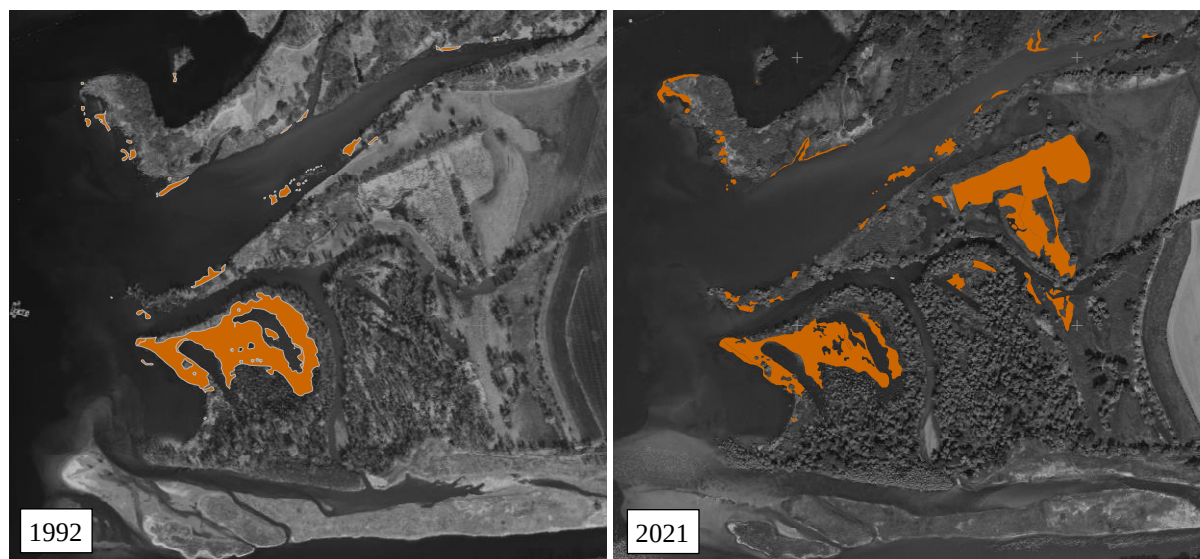


Figure 6: Distribution of clumped reedbeds (CPDO11 typology) in the central part of the nature reserve Bolle di Magadino at lakefront in 1992 and in 2021.

### 4 Discussion

The most evident result from our study is that with low lake level, especially during spring, *P. australis* grows well. Ulterior evidence of good growth with low lake level is the fact that in 2022, when the lake level remained very low during the whole vegetative season, an incredibly high number of seedlings was observed (Figure 7). Moreover, vegetative shoot recruitment was observed around clumps (Figure 1, light blue).

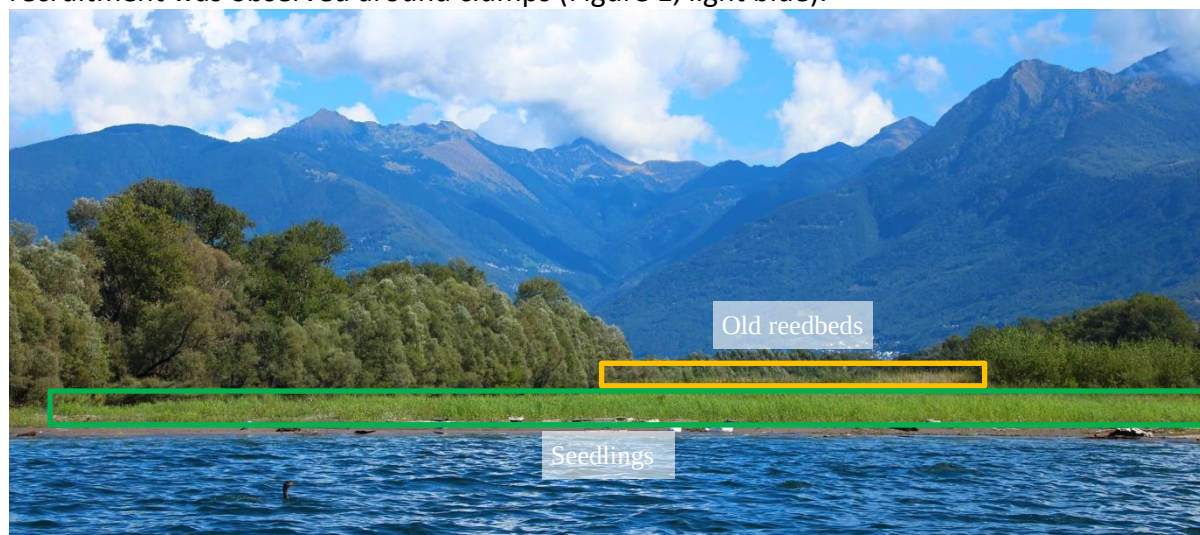


Figure 7: New growth of common reed seedlings. In the back, the old reedbeds with dry culms is visible. Picture taken on the 08.09.2022.

*P. australis* growth is clearly affected by altitude, respectively lake level. When shoots are inundated at the beginning of the vegetative season ([inserire date](#)), their growth is critically impaired. Indeed, the four squares at lowest altitude all showed patches with almost no culms. In these patches, culm height did not differ greatly from the surrounding, well-growing reedbeds, but density was clearly lower, and the few remaining culms did not form a real reedbed that could be considered functional from a habitat perspective. It is important to bear in mind that dieback is a natural process and that not all *P. australis*

## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

individuals react at the same time, especially because the rhizome may act as buffer and delay death (Ostendorp, 1989). Even in the patches with dead reedbeds, some culms still managed to grow to an almost normal height but will likely die in the next years in no action is taken. Thus, culm height alone is not a good indicator of reed dieback.

From the individual square plots, it is possible to extrapolate sprouting period for 2021 and 2022 (2019 and 2020 were not considered for the definition of sprouting period because culm height was measured less frequently). For the low altitude range (below 193.475 m), it can be placed approximatively between the end of March and mid-April in 2021 and between the beginning of April and the beginning of May in 2022. Reedbeds in the intermediate and high altitude ranges (above 193.475 m) also started to sprout towards the end of March in 2021 and the beginning of April in 2022, respectively, but the culms seem to grow slower and need until mid-May for both 2021 and 2022 to reach approximately 50 cm height. Therefore, with an increment in the lake regulation threshold, the risk that the shoots will be completely submerged at the beginning of the growing season increases, which may significantly affect their ability to grow.

Prolonged submersion of shoots was already found to be a critical factor affecting *P. australis* growth (Gigante et al., 2011; Lastrucci et al., 2017; Schmieder et al., 2014). Moreover, previous studies on the Italian side of the Lake Maggiore found that lake level affects reed's growth, especially if between mid-March and the third week of April the shoots are submersed for a prolonged period (G.R.A.I.A. Srl, 2018).

Reedbeds are a complex system that respond to changes in the water level regulation. Now, reedbeds in the Bolle di Magadino seem to have adapted to the spring regulation in effect since the 1943 (+1.00 m, year in which the dam in Sesto Calende has been built), but we are already seeing some signs of change due to the changes in water tables regulation of the last 15 years (in 2007 the first experiments with higher lake level were made and since 2015 the +1.25 m experimental threshold is in effect).

The shift of the vegetation in the Bolle di Magadino consequential to changes in lake level regulation were already observed by Haritz et al. (2017): compared to 1992, in 2015 the optimum for the true aquatic reedbed was 20 cm higher. This is especially problematic in a nature reserve like the Bolle di Magadino, that is rather small and that is constricted at landside by fields and different human infrastructures.

Determining thresholds for reedbed management is important for its conservation. We defined relevant altitudes for mowing during winter: below 193.5 m mowing can possibly be risky, because in the lower portion of square P8 (193.468 m) we observed dieback, but in other squares at the same or lower altitude *P. australis* grew well; below 193.3 m mowing is risky because no healthy reedbed was observed below this threshold.

In conclusion, an ulterior change in the water level regulation of the Lake Maggiore, will result in a further shift of the lacustrine vegetation: the optimum for *P. australis* will be higher, clumping at lakeside will increase and the reedbed frontline at lakeside will go further backwards.

The spring regulation threshold can be defined as the determining factor to which the entire system adapts over time, directly linked to the adjustment of the reedbed's growth optimum. Thus, it is possible to predict the future distribution of reedbed typologies following the foreseen modification in the spring regulation threshold (+1.50 m above the hydrometric zero placed in Sesto Calende).



## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

### 5 Acknowledgment

We sincerely thank the SEAcop team (Laura Canalis, Stefano Crosetto, Enrico Ercole, Mauro Perino) that carried out the surveys in Fondo Toce. A big thank you goes also to everyone that helped with the surveys in the Bolle di Magadino: Dimitri Bénon, Patricia Elzi, Lea Bignottim Romeo Elzi, Nevio Valsangiacomo, Jonas Beretta-Piccoli.

### 6 References

Armstrong, J., Armstrong, W., & Van der Putten, W. H. (1996). *Phragmites* die-back: bud and root death, blockages within the aeration and vascular systems and the possible role of phytotoxins. *New Phytologist*, 133(3), 399-414.

Canalis L., Crosetto S., Ercole E & Perino M. (2020). *Monitoraggio dell'efficacia degli interventi di riqualificazione ambientale nella riserva naturale del Fondotoce e nella riserva naturale dei canneti di Dormelletto e la definizione di buone prassi. Relazione di avanzamento attività di monitoraggio al 31/12/2020*. Ente di gestione delle Aree Protette del Ticino e del Lago Maggiore [internal report].

Canalis L., Crosetto S., Ercole E & Perino M. (2021). *Monitoraggio dell'efficacia degli interventi di riqualificazione ambientale nella riserva naturale del Fondotoce. Relazione di avanzamento attività di monitoraggio al 31/07/2021*. Ente di gestione delle Aree Protette del Ticino e del Lago Maggiore [internal report].

Forni, G., & Patocchi, N. (2015). *Variazione della fascia di regolazione del livello del lago Maggiore (rialzo estivo) e conseguenze per la riserva naturale delle Bolle di Magadino: analisi del fenomeno e possibili interventi di recupero* [internal report].

Gigante, D., Venanzoni, R., & Zuccarello, V. (2011). Reed die-back in southern Europe? A case study from Central Italy. *Comptes rendus biologies*, 334(4), 327-336.

Gigante, D., Angiolini, C., Landucci, F., Maneli, F., Nisi, B., Vaselli, O., Venanzoni, R., & Lastrucci, L. (2014). New occurrence of reed bed decline in southern Europe: do permanent flooding and chemical parameters play a role?. *Comptes Rendus Biologies*, 337(7-8), 487-498.

G.R.A.I.A. Srl (2018). *Protocollo di sperimentazione nuovi livelli di esercizio del Lago Maggiore. Valutazione degli effetti sul lago Maggiore triennio 2016-2018*. Consorzio del Ticino [internal report].

Haritz, C., Gaggini, L., Babbi, M., Catalano, C., Donati, F., Meier, S., Krüsi, B. O., & Patocchi, N. (2017). Monitoraggi floristici alle Bolle di Magadino (Cantone Ticino, Svizzera) Modifiche vegetazionali delle associazioni palustri aperte su substrato sabbioso (località Piattono): confronto tra il 1992 e il 2015. *Bollettino della Società Ticinese di Scienze Naturali*, 105, 39-51.

Kiviat, E. (2013). Ecosystem services of *Phragmites* in North America with emphasis on habitat functions. *AoB plants*, 5.

## WP 4.2 Attività di approfondimento sul canneto nelle Bolle di Magadino

Lastrucci, L., Lazzaro, L., Coppi, A., Foggi, B., Ferranti, F., Venanzoni, R., Cerri, M., Ferri, V., Gigante, D., & Reale, L. (2017). Demographic and macro-morphological evidence for common reed dieback in central Italy. *Plant Ecology & Diversity*, 10(2-3), 241-251.

Ostendorp, W. (1989). 'Die-back' of reeds in Europe – A critical review of literature. *Aquatic Botany*, 35(1), 5-26.

Ostendorp, W. (1993). Reed bed characteristics and significance of reeds in landscape ecology. In W. Ostendorp and P. Krumscheid-Plankert (ed.), *Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung in Mitteleuropa* (pp. 149-160), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Germany, 1993.

Ostendorp, W. (1999). Susceptibility of lakeside *Phragmites* reeds to environmental stresses: examples from lake Constance-Untersee (SW-Germany). *Limnologica*, 29(1), 21-27.

Patocchi, N. & Grisoli M. (2012). *Nature study and environmental variability: from the data base to common action. Interreg summary report 2007-2013*. Ente di gestione delle aree protette del Ticino e del Lago Maggiore. 118 pp.

Rea, N. (1996). Water levels and *Phragmites*: decline from lack of regeneration or dieback from shoot death. *Folia Geobotanica*, 31(1), 85-90.

Schmieder, K., Dienst, M., Ostendorp, W., & Jöhnk, K. D. (2004). Effects of water level variations on the dynamics of the reed belts of Lake Constance. *International Journal of Ecohydrology & Hydrobiology*, 4(4), 469-480.

Tóth, V. R. (2018). Monitoring spatial variability and temporal dynamics of *Phragmites* using Unmanned Aerial Vehicles. *Frontiers in plant science*, 9, 728.

Ufficio federale dell'ambiente UFAM. (n. d.). Lago Maggiore – Locarno. Dati idrologici e previsioni. <https://www.hydrodaten.admin.ch/it/2022.html>.

Van der Putten, W. H. (1997). Die-back of *Phragmites australis* in European wetlands: an overview of the European research programme on reed die-back and progression (1993–1994). *Aquatic Botany*, 59(3-4), 263-275.