

Daniele Curiel, Chiara Miotti, Emiliano Checchin, Andrea Rismondo,
Andrea Pierini, Matteo Zucchetta, Nicola Bettoso, Matteo De Luca

DISTRIBUZIONE DI *PINNA NOBILIS* LINNAEUS, 1758 NELLA LAGUNA DI MARANO E GRADO E NEL SETTORE A MARE DEL BANCO MULA DI MUGGIA (NORD ADRIATICO)

Riassunto. Nella primavera-estate del 2018-2019 è stato eseguito in due ZPS/ZSC (Laguna di Marano e Grado, Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia) e in tre Riserve Naturali Regionali (Valle Canalnovo, Foci dello Stella e Valle Cavanata) un censimento del mollusco *Pinna nobilis* in 95 stazioni, che ha incluso misure di distribuzione, densità e biometria delle valve. In ogni stazione sono stati monitorati oltre 300 m² di fondale, associando anche campionamenti della vegetazione acquatica (fanerogame e macroalghe) e dello zoobenthos, dei sedimenti e misurazioni di alcuni parametri fisici della colonna d'acqua. Il mollusco è stato osservato in 13 stazioni nella Laguna di Marano e Grado e in una stazione a mare nel Banco di Mula di Muggia, sempre su praterie a fanerogame marine (soprattutto *Cymodocea nodosa*), con un numero di individui compreso tra 1 e 52 e una densità media per stazione tra 0,003 e 0,153 ind/m². Nessun ritrovamento è avvenuto nelle tre riserve regionali, come pure nelle tre valli da pesca interne alla laguna. Nella Laguna di Marano e Grado, *P. nobilis* è stata osservata soprattutto sui fondali emergenti con le basse maree (habitat 1140 della direttiva 92/43/CEE), mentre l'unico rilevamento a mare è avvenuto nell'habitat 1110. L'accrescimento annuale medio è stato di +4,5 cm per l'altezza della valva, di +1,7 cm per la larghezza massima e di +0,9 cm per la larghezza alla base. I modelli predittivi di Habitat Suitability indicano che la presenza di *P. nobilis* è più probabile in aree lagunari con bassi tempi di residenza, elevata trasparenza ed elevate velocità delle correnti mentre, per i fondali, sono preferiti quelli non troppo sabbiosi, con praterie a fanerogame (*C. nodosa* e *Zostera marina*), esposti ai venti dai quadranti settentrionali.

Summary. Distribution of *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 in the Lagoon of Marano and Grado and in the sea area of the "Banco Mula di Muggia" (Northern Adriatic).

In the spring-summer 2018-2019, in two SPA/SAC ("Laguna di Marano and Grado", "Valle Cavanata and Banco Mula di Muggia") and in three Regional Natural Reserves ("Valle Canalnovo", "Foci dello Stella" and "Valle Cavanata") a census of the bivalve *Pinna nobilis* was carried out in 95 stations, including measurements of distribution, density and biometrics of the valves. Over 300 m² of seabed were monitored at each station, also collecting samples of aquatic vegetation (phanerogams and macroalgae) and zoobenthos, sediments and measuring some physical parameters of the water column. The studied mollusc has been observed in 13 stations in the Lagoon of Marano and Grado and in one station in the marine area of the "Banco Mula di Muggia", always on seagrass meadows (especially *Cymodocea nodosa*), with a number of individuals ranging from 1 to 52 and an average density per station between 0,003 and 0,153 ind/m². No individuals of *P. nobilis* were found in the three regional reserves, as well as in three fishing valleys inside the lagoon. In the Lagoon of Marano and Grado, *P. nobilis* has been observed on seabed emerging with low tides (habitat 1140 of Directive 92/43/EEC); its only detection in marine area occurred in habitat 1110. The average annual growth was of 4.5 cm for the height of the valve, 1.7 cm for the maximum width and 0.9 cm for the width at the base. The Habitat Suitability predictive models show that the presence of *P. nobilis* is more likely in lagoon areas with low residence times, high transparency and high current speeds; regarding seabed, *P. nobilis* seems to prefer those not too sandy, with seagrass meadows (*C. nodosa* and *Zostera marina*), exposed to the winds from the northern quadrants.

Keywords: *Pinna nobilis*, Lagoon of Marano and Grado, distribution, density.

Reference: Curiel D., Miotti C., Checchin E., Rismondo A., Pierini A., Zucchetta M., Bettoso N., De Luca M., 2020. Distribuzione di *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 nella Laguna di Marano e Grado e nel settore a mare del Banco Mula di Muggia (Nord Adriatico). *Bollettino del Museo di Storia Naturale di Venezia*, 71: 35-43.

INTRODUZIONE

Pinna nobilis Linnaeus, 1758, specie endemica per il Mar Mediterraneo (ZAVODNIK et al., 1991), con le valve che possono raggiungere oltre 1 m di lunghezza, è il più grande bivalve del Mediterraneo. Può vivere oltre 20 anni (GALINOUMITSOU et al., 2006) e ha un range batimetrico che si estende dall'habitat 1140 "Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea" sino a 60 m di profondità (BUTLER et al., 1993). Il suo habitat principale sono i sedimenti sabbiosi-limosi a fanerogame marine, le praterie a *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile in mare e a *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, *Zostera marina* Linnaeus e *Zostera noltei* Hornemann negli ambienti di transizione (ZAVODNIK et al., 1991; BASSO et al., 2015), come pure le zone estuarine prive di vegetazione (ADDIS et al., 2009). In tutti questi ambienti svolge il ruolo di "habitat forming" perché

le sue valve favoriscono complessità ed eterogeneità all'ecosistema (VÁZQUEZ-LUIS et al., 2017).

È sottoposta a regime di protezione e tutela in conformità alla Convenzione di Barcellona (SPA/BD Protocollo 1995 - Annex II) e alla Direttiva Habitat (Direttiva 92/43/CEE 1992 - Annex IV). È oggetto di proposte di Action Plan a livello europeo (VÁZQUEZ-LUIS et al., 2017) e di particolare attenzione da parte della Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC (MSFD) che, considerandola specie bioindicatrice delle pressioni antropiche lungo la fascia costiera, ha attivato monitoraggi tramite gli enti competenti (ARPA Veneto e ARPA Friuli Venezia Giulia, per il Nord Adriatico).

Negli ultimi decenni i popolamenti di questa specie longeva risultano minacciati dalle numerose attività umane (KATSANEVAKIS, 2007; HENDRIKS et al., 2013). In tabella 1 sono elencate le pressioni, le minacce e le attività più significative a carico del mollusco *P. nobilis* per gli ambienti di transizione e la

Codice	Descrizione
F01.03	Allevamento sul fondo
F02.01	Pesca professionale passiva
F02.02	Pesca professionale attiva
F02.02.01	Pesca a strascico bentonica o di profondità
H03	Inquinamento delle acque marine (e salmastre)
J02.11	Modifica del tasso di deposito delle sabbie, scarico e deposito di materiali dragati
G05.01	Calpestio eccessivo
K01.01	Erosione
F05.06	Raccolta per collezionismo (es. invertebrati marini)

Tab. 1. Minacce, pressioni e attività a carico di *P. nobilis* (tratto da Regione del Veneto, all. B alla dgr n. 2299 del 09/12/2014).

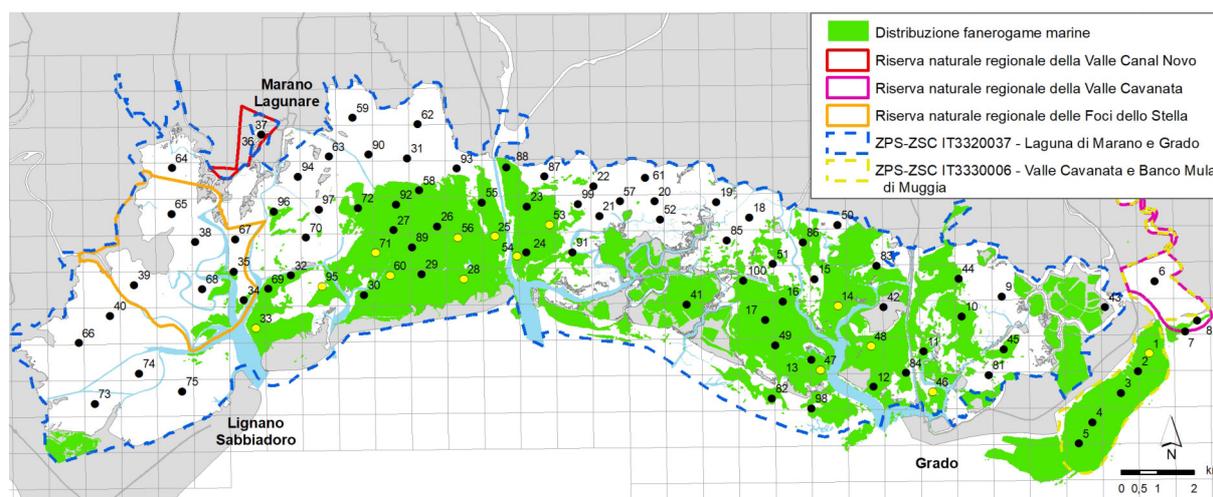


Fig. 1. Distribuzione delle 95 stazioni di misura nelle 5 aree oggetto del monitoraggio con riferimento alla griglia 1x1 km ETRS98 LAEA. In giallo, le stazioni con *P. nobilis*.

fascia costiera, codificati nei lavori dell’Agenzia Europea dell’Ambiente (AEA) nell’ambito delle Direttive Europee 92/43/CEE e 2009/147/CE (Regione Del Veneto, DGR N. 2299 del 09 dicembre 2014, All. B).

Recenti lavori per il Mediterraneo segnalano inoltre una preoccupante mortalità di massa in Mediterraneo orientale associata alla presenza del parassita *Haplosporidium pinnae* (CATANESE et al., 2018) e di altri organismi patogeni (VAZQUEZ-LUIS et al., 2017; CABANELLAS-REBOREDO et al., 2019). Tali eventi, che hanno colpito in diverse occasioni il 100% degli individui determinandone la morte, sono avvenuti a partire dal 2016, inizialmente lungo le coste spagnole per estendersi poi a vaste aree del Mediterraneo. Queste epidemie hanno colpito anche le coste italiane del Tirreno e Ionio, e sono state osservate pure nel nord Adriatico con segnalazioni nel Golfo di Trieste (WWF-AREA MARINA PROTETTA DI MIRAMARE, 2020; MANFRIN et al., in stampa).

In Alto Adriatico, lungo le coste del Friuli Venezia Giulia la specie è segnalata nella Baia di Muggia (VIO & DE MIN, 1996), nel Golfo di Trieste (TEMPESTA et al., 2013), alla foce dell’Isonzo (DE LUCA, 2008; LAPINI et al., 2014; DE LUCA & CANDOTTO, 2016) e nella Laguna di Marano e Grado (LAPINI et al., 2014; COSOLO et al., 2015). Per il

Veneto i riferimenti bibliografici sono frammentari, con pochi dati di distribuzione e densità del mollusco citati nella “letteratura grigia” prodotta negli anni da enti e amministrazioni nell’ambito dei monitoraggi istituzionali: Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Veneto, Trentino Alto Adige, Friuli Venezia Giulia (ex Magistrato alle Acque di Venezia), Regione del Veneto - ARPAV, Musei.

Per la Laguna di Venezia, dati di distribuzione o densità di *P. nobilis* provengono dalla monografia di CESARI (1994), da RUSSO (2012, 2017), da FRANCESCHINI et al. (2017) e da rapporti tecnici del PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE PER IL VENETO, TRENINO ALTO ADIGE, FRIULI VENEZIA GIULIA - CORILA (2017-2019) nell’ambito di controlli alla bocca di porto di Lido. Nel settore marino, dati sulla distribuzione e densità sono stati acquisiti solo negli ultimi anni con indagini istituzionali di ARPA Veneto e ARPA-FVG nell’ambito della Marine Strategy Framework Directive, nelle aree di alcuni affioramenti rocciosi sommersi.

Il lavoro presenta dati rilevati nella primavera-estate del 2018-2019, nell’ambito di un censimento sul mollusco *P. nobilis* promosso dal Comune di Grado (Gorizia) in due ZPS/ZSC e in tre Riserve Naturali Regionali, situate tra la foce dell’Isonzo e

quella del Tagliamento, ai fini della stesura e aggiornamento dei piani di gestione dei Siti Natura 2000. Nel lavoro vengono presentati dati di distribuzione, densità e dimensione di *P. nobilis* oltre a una serie di parametri fisici e delle principali componenti ambientali, strettamente correlati alla presenza e abbondanza del mollusco quali, ad esempio, le fanerogame marine, le macroalghe, la tipologia dei sedimenti e la componente zoobentonica.

I dati di campo e altri acquisiti da varie fonti sono stati poi utilizzati per applicare alla Laguna di Marano e Grado un approccio di Habitat Suitability Model (sensu GUISSAN et al., 2017) al fine di: a) sintetizzare le relazioni tra le principali variabili chimico-fisiche e la distribuzione di *P. nobilis*; b) offrire una rappresentazione della distribuzione spaziale potenziale della specie, a indicare la distribuzione delle aree idonee, alla luce delle variabili ambientali considerate.

MATERIALI E METODI

Le indagini sul mollusco sono state condotte in due ZPS/ZSC, “Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia” (IT 3330006) e “Laguna di Marano e Grado” (IT 3320037), e in tre Riserve Naturali Regionali, Valle Canalnovo, Foci dello Stella e Valle Cavanata, quest’ultima con un’estensione nel banco a mare (fig. 1). A queste si aggiungono anche verifiche esplorative in tre valli da pesca chiuse alla navigazione interne alla laguna e alla ZPS (Noghera st. 41, Gorgo st. 42, Panera st. 43). Nella tabella 2 è riportata la superficie delle 5 aree, delle coperture a fanerogame marine e degli habitat della Direttiva 92/43/CEE, oltre alla ripartizione delle 95 stazioni di monitoraggio. Nelle cinque aree oggetto del censimento sono presenti tre habitat della Direttiva 92/43/CEE: 1110 - Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina, 1140 - Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea e 1150* - Lagune costiere (fondali sempre sommersi). La zonazione degli habitat Natura 2000 è reperibile dal sito della Regione FVG.

La collocazione delle stazioni nei siti, in un’analisi preliminare in ambiente GIS, ha tenuto conto: a) di una proporzionalità con le estensioni dei siti; b) della rappresentatività nella griglia ETRS quale sistema di riferimento della Comunità Europea per la georeferenziazione delle informazioni per le specie d’interesse comunitario (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2013); c) di un diverso grado di “idoneità” (alto, medio, basso) di *P. nobilis* basato su giudizio esperto nei confronti delle variabili ambientali (in primis fanerogame marine, habitat della Direttiva omonima, batimetriche e idrodinamica). I file “shape” dei differenti layer e la Carta degli Habitat Natura 2000 sono stati acquisiti dal sito della Regione FVG, da pubblicazioni e, se necessario, come per le fanerogame marine,

aggiornati con dati recenti (ALTOBELLI et al., 2008; TRICHES et al., 2011). Dalle indagini sono rimaste escluse le aree emerse, anche interne a quelle di indagine, e i fondali corrispondenti ai principali canali navigabili.

Il monitoraggio è stato eseguito con una imbarcazione a basso pescaggio. In ciascuna stazione è stata condotta un’ispezione preliminare tramite osservazione diretta per un raggio di circa 100 m al fine di consentire, se presenti, l’intercettazione di individui vitali di *P. nobilis*. Successivamente sono state definite e geo-referenziate tre repliche in cui, entro una circonferenza di raggio pari a 6 m (per un totale di circa 300 m² per stazione), si è proceduto alla valutazione della presenza del mollusco e, se rilevato, alle misure biometriche con asta centimetrica dell’altezza della conchiglia che fuoriesce dal substrato, della larghezza al punto di massima ampiezza dorso-ventrale della conchiglia, della larghezza minima alla base e dell’orientamento della valva (da 0 a 180°) in accordo con i protocolli del MINISTERO DELL’AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE (2017). Sono state inoltre valutate la vitalità e l’integrità delle valve (lesioni, verticalità (sino a circa ±30°), inclinazione, abbattimento (orizzontale e fuori dal sedimento)) e le possibili minacce nell’intorno della stazione secondo le codifiche europee di tabella 1. Il centro di ogni replica è stato geo-riferito mediante GPS con correzione EGNOS e la posizione del mollusco è stata definita mediante la distanza dal centro e l’angolo della bussola. Per uniformare le procedure in tutte le stazioni, la seconda e la terza replica sono state sempre individuate a distanza fissa dalla prima, rispettivamente 15 m a Nord e 15 m a Est. In relazione alla batimetria della stazione, le misure sono state condotte con maschera, snorkel e pinne o con autorespiratore. In ogni stazione sono stati misurati alcuni parametri fisici (profondità sul medio mare, temperatura, salinità) e prelevate aliquote di sedimento nei primi 10 cm per l’analisi granulometrica tramite diffrattometro laser (metodo ISO-13310), con dati espressi secondo la scala Wentworth (ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA, 1977).

Per un inquadramento generale della comunità bentonica, in ogni stazione è stata eseguita una caratterizzazione speditiva quali-quantitativa dell’habitat mediante prelievi delle macroalghe, delle fanerogame marine e dello zoobenthos (specie, genere o macro-gruppi sistematici), mediante tre repliche eseguite con un carotatore manuale ($\varnothing = 22$ cm), successivamente analizzate in laboratorio.

Il censimento ha previsto, sempre nella primavera-estate del 2018 e 2019, anche misure di accrescimento in cinque stazioni (1, 14, 25, 28 e 33), le sole con individui di *P. nobilis* vitali, opportunamente marcati nel primo anno con fascetta e targhetta numerata per favorirne il ritrovamento e riconoscimento nel secondo anno.

Rilievi <i>Pinna nobilis</i> (2018-2019)	Riserva Naturale Valle Cavanata	ZPS/ZSC (IT 3330006) Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia		ZPS/ZSC (IT 3320037) Laguna di Marano e Grado					
	Piana di marea*	Valle Cavanata	Banco di Mula	Laguna	Valle Canalnovo	Foci dello Stella	Valle Panera	Valle Gorgo	Valle Noghera
Estensione area (ha)	43	137	556	11.464	18	800	26	60	118
Fanerogame marine (ha)	20	0	525	4.341	0	70	n.r.	n.r.	n.r.
Habitat 1150* (ha)	0	130	0	11.808	18	1.137	n.r.	n.r.	n.r.
Habitat 1140 (ha)	0	0	0	470	0	0	n.r.	n.r.	n.r.
Habitat 1110 (ha)	43	7	556	0	0	0	n.r.	n.r.	n.r.
Numero di stazioni per tipologia	2 fan.	1 aveg.	5 fan.	48 fan. 30 aveg.	2 aveg.	2 fan. 2 aveg.	1 aveg.	1 fan.	1 fan.
Numero di individui di <i>Pinna nobilis</i>	--	--	1	98	--	--	--	--	--

Tab. 2. Estensione dei cinque siti, dei relativi habitat della Direttiva 92/43/CEE con la ripartizione delle stazioni e del numero di individui rilevati per zona (*= area di riserva naturale non inclusa nella ZPS/ZSC). fan. = fanerogame; aveg. = avegetato.

10X10 KM GRID ETRS98 LAEA	E456N251	E457N251	E458N251	E456N252	E457N252	E459N251
Distribuzione stazioni	21	24	29	7	8	6
Numero di individui di <i>Pinna nobilis</i>	8	31	59	0	0	1

Tab. 3. Ripartizione delle stazioni nella griglia 10X10 km ETRS98 LAEA e abbondanza di *Pinna nobilis*.

Il modello di Habitat Suitability è stato sviluppato mettendo in relazione la presenza/assenza di individui vitali, ricavata dai dati biologici raccolti nelle stazioni di campionamento relativi a *P. nobilis*, con altri dati in parte raccolti in campo e in parte acquisiti dalla letteratura esistente o dal sito della Regione FVG. Queste informazioni, utilizzate come predittori nel modello statistico (Generalized Additive Model: WOOD, 2017) sono: copertura algale, presenza/assenza e copertura delle singole specie di fanerogame, profondità, salinità, temperatura acqua, tipologia del sedimento, fetch per i venti da N-NE, fetch per i venti da SE, tempi di residenza, trasparenza e velocità della corrente (FERRARIN et al., 2010; ACQUAVITA et al., 2012). Per i dettagli sulle variabili impiegate, sulle metodiche che hanno permesso di sviluppare i modelli di Habitat Suitability, così come per le considerazioni su modelli messi a punto considerando l'abbondanza e l'orientamento delle valve, si rimanda alla relazione tecnica COMUNE DI GRADO-SELCA (2020).

RISULTATI

Nel corso dei rilievi, la profondità dell'acqua sul medio mare è variata da 0 m a 1,4 m e la salinità da 22,1‰ a 30,0‰, con una media di 26,2‰. La tipologia del sedimento, identificata in quattro classi, è risultata per il 38% a limo, per il 38% a limo con argilla, per il 17% a limo con sabbia e per il 7% a sabbia con limo.

La presenza di fanerogame è stata rilevata in 68

stazioni (72%), variando per copertura da 1% a 100%, con una media del 76%. In relazione alle specie, la più frequente è *C. nodosa* (41% delle stz.; 250-2.280 fasci/m²), seguita da *Z. noltei* (36% delle stz.; 245-4.500 fasci/m²), *Z. marina* (22% delle stz.; 50-945 fasci/m²) e *Ruppia cirrhosa* (Petagna) Grande (5% delle stz.; 2.020-3.500 fasci/m²). Le macroalghe sono state rilevate in 55 stazioni (58%) e la copertura è variata da 1% a 100%, con una media del 30%. Il genere algale più frequente è la Chlorophyta *Ulva* (53% delle stz.), seguita dalla Rhodophyta *Spyridia* (12% delle stz.), mentre le altre specie sono state osservate su un numero di stazioni inferiore al 6% del totale (es. la Rhodophyta *Gracilaria*, la Chlorophyta *Cladophora* e la Ochrophyta *Vaucheria*). La biomassa macroalgale umida è stata stimata nel 56% delle stazioni, prevalentemente nei settori di gronda lagunare, con valori compresi tra 0,1 kg/m² e 1,3 kg/m², in linea con questa tipologia di ambienti.

Per lo zoobenthos, sono stati rilevati 38 taxa di rango uguale o superiore al genere, con una netta prevalenza del gruppo dei Molluschi (es. *Bittium*, *Gibbula*, *Nassarius*, *Abra*, *Loripes*, *Cerastoderma* e *Tritia*) e dei Policheti (es. *Nephtys* e *Platynereis*).

Nelle cinque aree oggetto di censimento, il mollusco *P. nobilis* è stato rinvenuto vitale in 14 stazioni (st. 1, 14, 25, 28, 33, 46, 47, 48, 53, 54, 56, 60, 71, 95) per un totale di 99 individui vitali (fig. 1; tabb. 2 e 3). Durante i rilievi sono stati rinvenuti anche venti esemplari di *P. nobilis* non più vitali, ma ancora in posizione eretta o semi-eretta, distribuiti nelle stazioni 12, 14, 24, 25, 28, 33, 47 e 95.

Stazione	1	14	25	28	33	46	47	48	53	54	56	60	71	95
Replica 1	0	0	4	0	0	1	22	1	1	7	1	2	1	1
Replica 2	0	2	3	0	3	0	16	0	0	2	0	0	0	0
Replica 3	1	3	2	7	4	0	14	0	0	1	0	0	0	0
Totale vitali	1	5	9	7	7	1	52	1	1	10	1	2	1	1
Densità (ind./m ²)	0,003	0,015	0,027	0,021	0,021	0,003	0,153	0,003	0,003	0,029	0,003	0,006	0,003	0,003

Tab. 4. Presenza ed abbondanza di *Pinna nobilis* nelle stazioni di monitoraggio.

Valori medi stazione	1	14	25	28	33	46	47	48	53	54	56	60	71	95
Orientamento valva (°)	70	122	97	107	72	120	75	120	90	51	100	165	70	100
H valva (cm)	23,0	22,2	20,7	24,6	16,4	9,5	20,6	11,0	15,0	18,1	26,0	16,5	26,0	18,0
L max valva (cm)	17,0	16,4	13,3	15,9	14,6	6,5	13,9	7,0	10,0	13,1	17,0	10,5	18,0	13,0
L base valva (cm)	8,0	11,0	8,6	10,4	12,4	4,5	9,7	5,0	7,0	8,8	10,0	6,5	10,0	8,0

Tab. 5. Valori medi dei parametri biometrici di *Pinna nobilis* rilevati e previsti dal protocollo MATTM (2017).

ACCRESIMENTO ANNUALE			
DATI BIOMETRICI	H valva (cm)	L max valva (cm)	L base valva (cm)
St.14 (4 ind.)	+3,5	+0,5	0,0
St. 25 (9 ind.)	+6,1	+2,9	+1,7
St. 28 (7 ind.)	+3,6	+1,0	+0,6
St. 33 (5 ind.)	+3,9	+1,3	+0,8
Media (25 ind.)	+4,5	+1,7	+0,9

Tab. 6. Valori medi di accrescimento annuale di *Pinna nobilis*.

Nelle 87 stazioni dell'estesa ZPS/ZSC Laguna di Marano e Grado (inclusendo la Riserva Foci dello Stella e la riserva Valle Canalnovo), il mollusco è stato rilevato in 13 siti (st. 14, 25, 28, 33, 46, 47, 48, 53, 54, 56, 60, 71, 95), pari al 15% di quelli investigati. Nella tabella 3 è riportata l'abbondanza del mollusco in riferimento alla griglia 10x10 km ETRS98 LAEA.

Nelle sette stazioni a mare ripartite tra la ZPS/ZSC che include il Banco Mula di Muggia e l'estensione a mare del banco sabbioso ricadente nei limiti della Riserva Regionale Naturale Valle Cavanata, il mollusco è stato rilevato solamente nella stazione 1. Nessun individuo di *P. nobilis* è stato rilevato nelle stazioni poste all'interno delle riserve regionali Valle Canalnovo, Foci dello Stella e Valle Cavanata, come pure nelle tre valli da pesca oggetto di verifica (Valle Panera, Gorgo e Noghera).

Il numero di individui di *P. nobilis* per stazione è variato da 1 a 52, pari a una media di 7,0 individui e una mediana di 1,5 individui. Nel complesso, i rilievi evidenziano una limitata diffusione di *P. nobilis* a livello della ZPS/ZSC lagunare (13 stazioni su 87) come pure della

ZPS/ZSC nei settori a mare del Banco Mula di Muggia e dell'estensione di Valle Cavanata (1 stazione su 7). A eccezione della stazione 47 che ha segnato abbondanze molto elevate (52 esemplari con densità pari a 0,153 ind./m²), cinque stazioni hanno mostrato abbondanze comprese tra 5 e 10 individui (0,015-0,029 ind./m²) e il 50% delle stazioni si è caratterizzato per la presenza di un solo esemplare (densità 0,003 ind./m²).

Nelle stazioni con *P. nobilis*, sia vitale che non vitale ma ancora eretta, sono risultate presenti significative praterie a fanerogame marine a *C. nodosa* o *Z. marina*, con grado di copertura dal 90 al 100%.

Per quanto attiene alla tipologia degli habitat della Direttiva indagati, il mollusco è stato osservato in otto stazioni dell'habitat 1150*, cinque stazioni dell'habitat 1140 e in un sito dell'habitat 1110. Nei siti della ZPS/ZSC - Laguna di Marano e Grado (habitat 1150* e 1140), i 98 individui di *P. nobilis* vitali sono stati rilevati nel numero di 35 nell'habitat 1150* e 63 nell'habitat 1140, mentre per la ZPS/ZSC - Banco Mula di Muggia, l'unico esemplare vitale è ascrivibile all'habitat 1110.

La maggiore frequenza e abbondanza del mollusco nell'habitat 1140 rispetto al 1150* (rapporto pari a circa 2:1) è giustificata dal fatto che, nella laguna di Marano e Grado, gli ambienti di elezione (le praterie a fanerogame marine, soprattutto a *C. nodosa* e i substrati tendenzialmente sabbiosi) sono prevalenti nel 1140. Tale habitat si posiziona nella Laguna di Marano e Grado nei fondali prossimi alle bocche di porto o alla fascia lagunare litoranea, dove maggiore è l'idrodinamica, i sedimenti sono sabbiosi e sono minori i tempi di residenza delle acque. Al contrario, gran parte dell'habitat 1150* ricade in settori lagunari prossimi alla gronda, dove

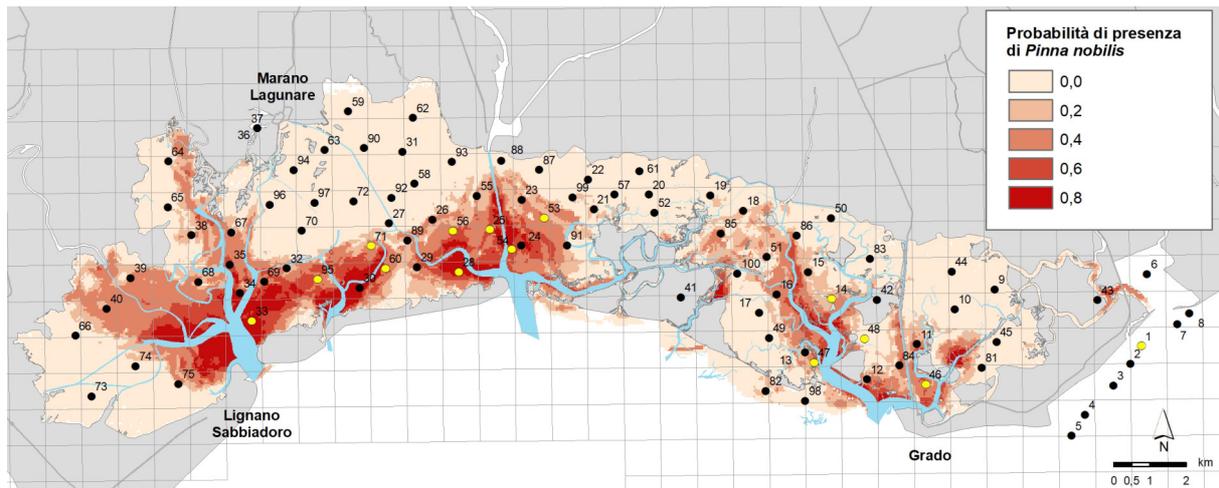


Fig. 2. Distribuzione delle 95 stazioni di misura nelle 5 aree oggetto del monitoraggio con riferimento alla griglia 1x1 km ETRS98 LAEA. In giallo, le stazioni con *P. nobilis*.

sono meno diffuse o risultano assenti le fanerogame marine e i fondali limosi.

Misure biometriche rilevate nelle stazioni con *P. nobilis* (tab. 5) hanno registrato un'altezza della valva (H) compresa tra 9,6 cm e 26,0 cm (media di 19,1 cm), una larghezza massima della valva (L max) tra 6,5 cm e 18,0 cm (media di 13,3 cm) e una larghezza alla base (L base) tra 4,5 cm e 12,4 cm (media di 8,6 cm). L'orientamento delle valve medio per stazione è variato da 51° della stazione 54 a 165° della stazione 60, per un orientamento, riferito alla media di 99 individui, pari a 82°. A eccezione del valore medio di 165° della stazione 60, gli orientamenti delle valve si accordano con la direzione prevalente dei venti da Nord/Nord-Est.

Le misure di accrescimento di *P. nobilis* eseguite dopo un anno (tab. 6) si riferiscono a quattro stazioni situate nella ZPS/ZSC - Laguna di Marano e Grado (st. 14, 25, 28 e 33), monitorate nel 2018 e nuovamente nel 2019. Non sono invece riportati dati per la stazione 1, situata nel Banco Mula di Muggia, per l'assenza, nel secondo anno, dell'unico individuo marcato nel primo. Dei 29 individui marcati nel primo anno, solo 25 sono stati ritrovati vitali nel secondo anno. Riguardo ai parametri biometrici della valva, l'accrescimento annuale dell'altezza è variato da +3,5 a +6,1 cm (media +4,5 cm), quello della larghezza massima da +0,5 cm a +2,9 cm (media +1,7 cm) e quello della larghezza alla base da 0 cm a 1,7 cm (media +0,9 cm).

I risultati dei modelli predittivi suggeriscono che sia maggiormente probabile trovare individui di *P. nobilis* in aree lagunari caratterizzate da bassi tempi di residenza, elevata trasparenza ed elevate velocità delle correnti, con una preferenza per fondali non troppo sabbiosi, ed esposti ai venti dai quadranti settentrionali (mentre il fetch associato ai venti meridionali non risulta influente). Inoltre, la probabilità di presenza è influenzata dalla vegetazione: è infatti maggiormente probabile

osservare individui di *P. nobilis* in aree con elevata copertura algale e di fanerogame, con un ruolo particolare svolto da *C. nodosa* e *Z. marina*, mentre *Z. noltei* e *R. cirrhosa* non sembrano influire. In particolare, l'applicazione del modello in maniera predittiva, usando le mappe dei predittori come input, evidenzia come i fondali riconducibili alla Laguna di Marano (da Porto Buso a Lignano) evidenzino aree più estese a elevata probabilità di presenza rispetto alla laguna di Grado, ma anche ampie zone confinate a bassa idoneità (fig. 2).

La minore presenza di *P. nobilis* osservata in campo, rispetto alle attese del modello, che si verifica nel settore della Laguna di Marano rispetto a quello di Grado, è in accordo con le maggiori pressioni che gravitano sul bacino di Marano (COSOLO et al., 2015). Se per ambedue i bacini si riscontra una generale pressione turistica che si accentua nei mesi estivi, con un incremento di residenti e della frequenza nautica sui fondali (in particolare a Grado e Lignano), il bacino di Marano risente anche di una pressione antropica (industriale-commerciale) alla foce dei fiumi Corno e Aussa che ha determinato importanti fenomeni di alterazione ambientale con dispersione di sostanze inquinanti nei sedimenti.

Sempre sul bacino di Marano ricadono poi i maggiori effetti delle pratiche agricole nella pianura friulana con significativi apporti di azoto e fosforo, con conseguenti fenomeni di eutrofizzazione delle acque, proliferazioni algali e ipossie/anossie (COSOLO et al., 2015). A queste pressioni antropiche, che provengono dai territori di gronda, si possono aggiungere le attività di allevamento dei molluschi, effettuate prevalentemente sui fondali lagunari del sottobacino di Lignano Sabbiadoro e che in parte coincidono con un areale potenzialmente idoneo alla presenza di *P. nobilis*.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le indagini condotte nel 2018-2019 hanno confermato la presenza del mollusco *P. nobilis* nella ZPS/ZSC “Laguna di Marano e Grado”, come già segnalato nell’ultimo decennio (LAPINI et al., 2014; COSOLO et al., 2015). Un solo esemplare è stato rilevato nel banco a mare nella ZPS/ZSC “Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia” mentre nessun ritrovamento si è avuto nelle riserve regionali Valle Canalnovo, Foci dello Stella e Valle Cavanata e nelle tre valli da pesca chiuse alla libera navigazione (Valle Panera, Gorgo e Noghera).

Per la ZPS/ZSC lagunare lo stato ambientale, seppur valutato con modalità speditiva mediante rilievi del fito-zoobenthos e dei sedimenti, conferma una buona qualità complessiva della vegetazione acquatica, in linea con quanto osservato da CUIEL et al. (1998) e FALACE et al. (2009) per la componente a fanerogame marine e quella macroalgale. Si conferma la presenza di quattro specie di fanerogame marine (*C. nodosa*, *Z. noltei*, *Z. marina* e *R. cirrhosa*), che formano diffuse praterie, sia nella ZPS/ZSC lagunare, sia nella ZPS/ZSC nei banchi a mare esaminati. L’abbondanza e l’estensione delle coltri a macroalghe nitrofile non è mai risultata critica per la vitalità del mollusco o per l’integrità delle praterie a fanerogame, evidenziando biomasse sempre limitate (0,1-1,3 kg/m²).

In letteratura, salvo indicazioni di presenza, non vi sono riferimenti sulla distribuzione e abbondanza di *P. nobilis* nella ZPS/ZSC lagunare. Il quadro rilevato nel biennio indica una limitata diffusione del mollusco, relegato a mare nei banchi emergenti durante le basse maree (Habitat 1140) e in laguna nelle aree ben vivificate prossime alle bocche di porto e al settore prossimo ai litorali, comunque sempre in associazione con le praterie a fanerogame marine, in particolare *C. nodosa*.

Riguardo alla densità del mollusco in ambito lagunare, i valori rilevati nelle stazioni in cui la specie è presente si pongono tra 0,003 e 0,153 ind./m² (media 0,021 ind./m²).

Riferendosi a dati di letteratura di ambienti simili, peraltro non uniformi per tipologia di informazione e riferiti ad areali ristretti (massimo 25 ha) rispetto all’ambito lagunare in esame, un paragone può essere fatto tra i valori di densità della Laguna di Marano e Grado e quelli della Laguna di Venezia. Per quest’ultima vengono citate densità massime puntiformi di 12-16 ind./m² (RUSSO, 2012) o densità più moderate di 0,34-0,72 ind./m² rilevate con drone su un’areale di circa 1,5 ha (FRANCESCHINI et al., 2017) o di 0,014-0,083 ind./m² riferite all’habitat 1140 della bocca di Lido di Venezia per un areale di circa 25 ha (PROV.OO.PP.-CORILA, 2017-2019). In letteratura, tralasciando i dati prettamente marini riguardanti fondali sempre sommersi, non si hanno

specifici riferimenti sul mollusco per i banchi a mare della ZPS/ZSC del Banco di Muggia che hanno la caratteristica di emergere totalmente o in parte con le basse maree. Segnalazioni di presenza di *P. nobilis* si hanno per aree simili per la ZSC/ZPS “Foce dell’Isonzo - Isola della Cona”, anche qui rinvenuta in gran parte su praterie a fanerogame marine a *C. nodosa* (copertura 60-80%), con densità che variano da 0,0225 a 0,2500 ind./m² (DE LUCA & CANDOTTO, 2016).

I modelli predittivi indicano che le aree dove maggiore è la probabilità di trovare o favorire il ripopolamento di *P. nobilis* siano quelle con bassi tempi di residenza, elevata trasparenza ed elevate velocità delle correnti, con sedimenti non troppo sabbiosi ed esposti ai venti dai quadranti settentrionali. La vegetazione sui fondali favorisce la presenza del mollusco, probabilmente perché facilita la riduzione della torbidità e della risospensione dei sedimenti, con un particolare ruolo delle fanerogame *C. nodosa* e *Z. marina*. Sulla base delle indicazioni dei modelli, l’attuale diffusione di *P. nobilis* nel settore lagunare di Marano risulta inferiore alle attese, presumibilmente per cause riconducibili alla pressione antropica di natura industriale-commerciale, agricola e alla pressione della pesca in aree di allevamento per la continua mobilitazione del fondale con mezzi meccanici e la relativa torbidità indotta.

Riguardo alle recenti segnalazioni nel Mediterraneo orientale di massive mortalità di *P. nobilis* a opera del parassita *Haplosporidium pinnae* e di altri organismi patogeni (VAZQUEZ-LUIS et al., 2017; CABANELLAS-REBOREDO et al., 2019), il censimento non ha investigato questo aspetto perché l’indagine è avvenuta anteriormente alla diffusione del fenomeno nel nord Adriatico. Recenti lavori segnalano morie del mollusco a opera del parassita, sia sulle coste dalmate (ŠARIĆ et al., 2019), sia nel Golfo di Trieste nell’AMP di Miramare (WWF AREA MARINA PROTETTA DI MIRAMARE, 2020; MANFRIN et al., in stampa). Alla luce della diffusione che questa epidemia sta assumendo anche in Alto Adriatico, lo studio in oggetto potrebbe configurarsi come un utile riferimento pre-epidemico per successive verifiche in ambito lagunare.

RINGRAZIAMENTI

I dati del presente lavoro sono stati prodotti nell’ambito del finanziamento relativo alla Misura 7, Sottomisura 7.1., sotto intervento 7.1.1 del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 “Stesura e aggiornamento dei piani di gestione dei Siti Natura 2000”.

Gli Autori ringraziano il Comune di Grado per il permesso alla pubblicazione dei dati.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA, 1977. Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche. *Servizi grafici editoriali*, Padova, VIII + 96 pp.
- ACQUAVITA A., COVELLI S., EMILI A., BERTO D., FAGANELI J., GIANI M., HORVAT M., KORON N.Ž., RAMPAZZO F., 2012. Mercury in the sediments of the Marano and Grado Lagoon (northern Adriatic Sea): Sources, distribution and speciation. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 113: 20-31. doi:10.1016/j.ecss.2012.02.012
- ALTOBELLI A., HUBINA T., SPONZA S., SISTO S., 2008. Effect of abiotic and biotic factors on the abundance of waterbird in Grado-Marano Lagoon (Italy). *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, 7104, doi: 10.1117/12.800292
- BASSO L., VÁZQUEZ-LUIS M., GARCÍA-MARCH J.R., DEUDERO S., ALVAREZ E., VICENTE N., DUARTE C.M., HENDRIKS I., 2015. The Pen Shell, *Pinna nobilis*: A Review of Population Status and Recommended Research Priorities in the Mediterranean Sea. *Advances in Marine Biology*, 71: 109-160, <http://dx.doi.org/10.1016/bs.amb.2015.06.002>
- BUTLER A.J., VICENTE N., DE GAULEJAC B., 1993. Ecology of the pteroid bivalves *Pinna bicolor* Gmelin and *Pinna nobilis* Linnaeus. *Marine Life*, 3: 37-45.
- CABANELLAS-REBOREDO M., VÁZQUEZ-LUIS M., MOURRE B., ÁLVAREZ E., DEUDERO S., AMORES Á., ADDIS P., BALLESTEROS E., BARRAJÓN A., COPPA S., GARCÍA-MARCH J.R., GIACOBBE S., GIMÉNEZ-CASALDUERO F., HADJOUANNOU L., JIMÉNEZ-GUTIÉRREZ S.V., KATSANEVAKIS S., KERSTING D., MAČIĆ V., MAVRIC B., PATTI F.P., PLANES S., PRADO P., SÁNCHEZ J., TENA-MEDIALDEA J., DE VAUGELAS J., VICENTE N., BELKHAMSSA F.Z., ZUPAN I., HENDRIKS I.E., 2019. Tracking the dispersion of a pathogen causing mass mortality in the pen shell *Pinna nobilis*: a collaborative effort of scientists and citizens. *Scientific Reports*, 9, 13355. doi.org/10.1038/s41598-019-49808-4
- CATANESE G., GRAU A., VALENCIA J.M., GARCIA-MARCH J.R., VÁZQUEZ-LUIS M., ALVAREZ E., DEUDERO S., DARRIBA S., CARBALLAL M.J., VILLALBA A., 2018. *Haplosporidium pinnae* sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Invertebrate Pathology*, 157: 9-24. PMID:30005968
- CESARI P., 1994. I molluschi della laguna di Venezia. *Editrice Arsenale*, Venezia, 189 pp.
- COMUNE DI GRADO - SELC, 2020. Procedura competitiva con negoziazione ai sensi dell'art. 36, co. 2 del D.LGS. 50/2016 per l'appalto di servizi di "Studio, censimento e monitoraggio di invertebrati con elaborazione ed aggiornamento dei piani di gestione di siti natura 2000". Rapporto Finale *Pinna Nobilis* (Rilievi 2018-2019): Sintesi dei dati e proposte di aggiornamento e revisione dei Piani di Gestione, 51 pp.
- COSOLO M., SPONZA S., FATTORI U., 2015. La laguna di Marano e Grado: un mosaico di biodiversità - un patrimonio da preservare. *Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia*, Udine, 52 pp.
- CURIEL D., GRIM F., OREL G., SOLAZZI A., 1998. Aspetti dei popolamenti fitobentonici delle lagune di Grado e Marano. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, 48: 225-235.
- DE LUCA M., 2008. Note su una popolazione di *Pinna nobilis* L., presso la Foce dell'Isonzo (GO). Relazione inedita, Organo Gestore Riserva Naturale Foce dell'Isonzo. Comune di Staranzano.
- DE LUCA M., CANDOTTO S., 2016. Distribuzione e densità di *Pinna nobilis* L. nella ZSC/ZPS IT 3330005 "Foce dell'Isonzo - Isola della Cona": dati preliminari. *Gortania Botanica e Zoologia*, 38: 61-66.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2013. EEA reference grid. Italy shapefile. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-2>. Ultimo accesso 19 novembre 2020.
- FALACE A., CURIEL D., SFRISO F., 2009. Study of the macrophyte assemblages and application of phytobenthic indices to assess the Ecological Status of the Marano-Grado Lagoon (Italy). *Marine Ecology*, 30: 480-494.
- FERRARIN C., UMGIESSER G., BAJO M., BELLAFFIORE D., DE PASCALIS F., GHEZZO M., MATTASSI G., SCROCCARO I., 2010. Hydraulic zonation of the lagoons of Marano and Grado, Italy. A modelling approach. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 87: 561-572. doi:10.1016/j.ecss.2010.02.012
- FRANCESCHINI G., ANTONINI C., BERNARELLO V., CACCIATORE F., 2017. Applicazione di sistemi aeromobili a pilotaggio remoto (SAPR) a misure di densità di una colonia di *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) nei dintorni di Chioggia (Laguna di Venezia, bacino sud): dati preliminari. *Biol. Mar. Mediterr.*, 24(1): 232-236.
- GALINOU-MITSOUDEI S., VLHAVAS G., PAPOUTSI O., 2006. Population study of the protected bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) in Thermaikos Gulf (North Aegean Sea). *Journal of Biological Research*, 5: 47-53.
- GUISAN A., THULLER W., ZIMMERMANN N.E., 2017. Habitat Suitability and Distribution Models. *Cambridge University Press, Cambridge*. doi:10.1017/9781139028271
- HENDRIKS I.E., TENAN S., TAVECCHIA G., MARBÀ N., JORDÀ G., DEUDERO S., ALVAREZ E., DUARTE C.M., 2013. Boat anchoring impacts coastal populations of the pen shell, the largest bivalve in the Mediterranean. *Biol. Conserv.*, 160: 105-113.
- KATSANEVAKIS S., 2007. Growth and mortality rates of the fan mussel *Pinna nobilis* in Lake Vouliagmeni (Korinthiakos Gulf, Greece): a generalized additive modelling approach. *Marine Biology*, 152: 1319-1331.
- LAPINI L., DORIGO L., GLERAN P., GIOVANNELLI M., 2014. Status di alcune specie protette della direttiva habitat 92/43/CEE nel Friuli Venezia Giulia (Invertebrati, Anfibi, Rettili, Mammiferi). *Gortania Botanica e Zoologia*, 35: 61-139.
- MANFRIN C., CIRIACO S., SEGARICH M., FIORAVANTI M., TEDESCO P., CARELLA F., GIULIANINI P.G., TERLIZZI A., PALLAVICINI A., SPOTO M., (in stampa). First detection of *Haplosporidium pinnae* in *Pinna nobilis* inhabiting the Gulf of Trieste. 51° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina Trieste.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, 2017. Scheda metodologica per le attività di monitoraggio di specie ed habitat marini delle Direttive 92/43/CE "Habitat" e 2009/147/CE "Uccelli" previste dal DM 11/2/2015 di attuazione dell'art.11 del D. Lgs 190/2010 (Strategia Marina): MODULO 11N Specie bentoniche protette: *Pinna nobilis*.
- PROVVEDITORATO INTERREGIONALE ALLE OO. PP. DEL VENETO, TRENTO ALTO ADIGE, FRIULI VENEZIA GIULIA (EX-MAGISTRATO ALLE ACQUE DI VENEZIA) - CORILA, 2017-2019. Studio B.6.72 B/13. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Monitoraggio del trapianto di fanerogame marine. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- RUSSO P., 2012. Segnalazione di una grande colonia di *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758), nella Laguna di Venezia. *Notiziario S.I.M.*, 30(1): 31-34.
- RUSSO P., 2017. Lagoon malacofauna: results of malacological research in the Venice Lagoon. *Boll. Malacol.*, 53: 49-62.
- ŠARIĆ T., ŽUPAN I., ŠIKIĆ Z., PEHARDA M., PAVLINEC Ž., ZUPIC I.G., BECK R., ORAIĆ D., 2019. Health status of *Pinna nobilis* in the Croatian part of eastern Adriatic coast. *19th International Conference on Diseases of Fish and Shellfish*, Porto (Portugal), Abstract Book: 313. <https://eafp.org/wp-content/uploads/2020/01/2019-porto-abstract-book.pdf> (ultimo accesso: 26 agosto 2020).
- TEMPESTA M., DEL PIERO D., CIRIACO S., 2013. Definition of a new formula for the calculation of the total height of the fan shell *Pinna nobilis* in the Miramare Marine Protected Area (Trieste, Italy). *Annales. Ser. Hist. nat.*, 23: 17-24.
- TRICHES A., PILLON S., BEZZI A., LIPIZER M., GORDINI E., 2011. Carta batimetrica della Laguna di Marano e Grado. Note illustrative. *Arti Grafiche Friulane / Imoco spa* (UD).
- VÁZQUEZ-LUIS M., ÁLVAREZ E., BARRAJÓN A., GARCÍA-MARCH

- J.R., GRAU A., HENDRIKS I.E., JIMÉNEZ S., KERSTING D., MORENO D., PÉREZ M., RUIZ J.M., SÁNCHEZ J., VILLALBA A., DEUDERO S., 2017. S.O.S. *Pinna nobilis*: A Mass Mortality Event in Western Mediterranean Sea. *Front. Mar. Sci.*, 4: 1-6. doi: 10.3389/fmars.2017.00220
- VIO E., DE MIN R. 1996. Contributo alla conoscenza dei Molluschi marini del Golfo di Trieste. *Atti Mus. civ. St. nat. Trieste*, 47: 173-233.
- ZAVODNIK D., HRS-BRENKO M., LEGAC M., 1991. Synopsis on the fan shell *Pinna nobilis* L. in the eastern Adriatic Sea. In: Boudouresque C.F., Avon M., Gravez V., (eds), *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée. GisPosidonie* publ., Marseille: 169-178.
- WOOD S.N., 2017. *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall/CRC. doi:10.1201/9781315370279.
- WWF AREA MARINA PROTETTA DI MIRAMARE, 2020. Comunicato stampa. *Pinna nobilis*: è strage nel Golfo di Trieste. http://www.riservamarinamiramare.it/images/2020/CS_WWF_AMPMiramare_moria_pinne.pdf. (ultimo accesso: 26 agosto 2020).

INDIRIZZI DEGLI AUTORI

- Daniele Curiel, Chiara Miotti, Emiliano Checchin, Andrea Rismondo, Andrea Pierini - SELC, Via dell'Elettricità 3/d, I-30175 Venezia-Marghera, Italia; curiel@selc.it
- Matteo Zucchetto - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Loc. Brondolo, I-30015 Chioggia (VE), Italia
- Nicola Bettoso - ARPA Friuli Venezia Giulia, Via La Marmora 13, I-34139 Trieste, Italia
- Matteo De Luca - Via Venezuela 31, I-33100 Udine, Italia