



**Consorzio per il coordinamento delle ricerche
inerenti al sistema lagunare di Venezia**

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/13**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCE LAGUNARI**

Documento **MACROATTIVITÀ: PRATERIE A FANEROGAME
RAPPORTO FINALE MAPPATURA**

Versione **1.0**

Emissione **15 Maggio 2018**

Redazione

Dott. Daniele Curiel
(SELC)

Verifica

Prof. Adriano Sfriso
(UNIVE)

Verifica

Dott.ssa Paola Del Negro

Approvazione

Ing. Pierpaolo Campostrini

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Indice

1 PREMESSA.....	3
1.1 Introduzione	3
1.2 Obiettivi e criteri di indagine	4
2 ATTIVITÀ ESEGUITE	10
2.1 Pianificazione operativa delle attività	10
2.2 Generalità sulla mappatura delle praterie a fanerogame	10
2.2.1 Fase preparatoria	10
2.2.2 Attività di campo e trattamento dei dati	11
3 RISULTATI E VALUTAZIONI	14
3.1 Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori.....	14
3.2 Le fanerogame marine come indicatori di qualità	15
3.3 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2017)	17
3.4 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2017).....	25
3.5 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2017)	31
3.6 Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici	37
4 CONSIDERAZIONI FINALI	40
5 BIBLIOGRAFIA.....	43
APPENDICE: MAPPATURE.....	48

Al presente documento hanno contribuito per le attività di elaborazione dati e stesura testi:

Dott. Daniele Curiel (SELC)

Dott. Andrea Rismondo (SELC)

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Andrea Pierini (SELC)

Per le attività di raccolta dati di campo:

Dott. Daniele Curiel (SELC)

Dott. Andrea Rismondo (SELC)

Dott. Emiliano Checchin (SELC)

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Il presente rapporto descrive i risultati ottenuti durante il tredicesimo anno del Monitoraggio degli effetti prodotti dai cantieri per le opere da realizzare alle bocche lagunari nei confronti delle praterie a fanerogame marine presenti sui bassi fondali circostanti. Le praterie a fanerogame costituiscono uno dei componenti degli ecosistemi di pregio oggetto dello Studio B.6.72 B/13: "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari - 13^a fase". Il presente studio rappresenta la prosecuzione, per ulteriori 20 mesi (maggio 2017 - dicembre 2018), delle attività di monitoraggio previste:

- dello studio B.6.72 B/1 (maggio 2005 - aprile 2006) per la sola bocca di porto di Lido;
- dello studio B.6.72 B/2 (maggio 2006 - aprile 2007) per la bocca di porto di Lido, e dello Studio B.6.72 B/2 Variante (novembre 2006 - aprile 2007) per le bocche di Malamocco e Chioggia;
- degli studi B.6.72 B/3-B/12 (maggio 2007 - aprile 2017) per le bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

A partire dallo Studio B.6.72 B/7 sono state apportate alcune variazioni al piano di monitoraggio. In particolare è continuata la mappatura della vegetazione radicata acquatica sommersa presso le tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia (tra agosto e dicembre 2017) ed il monitoraggio delle caratteristiche fenologiche e di crescita delle praterie a fanerogame, su una rete di 18 stazioni equamente distribuite fra le tre bocche ma le campagne di misura, a frequenza stagionale, sono state ridotte eliminando il rilievo invernale.

Il presente Studio B.6.72 B/13, della durata di 20 mesi, prevede la mappatura della vegetazione radicata acquatica sommersa presso le tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia (tra agosto e dicembre 2017) ed il monitoraggio delle caratteristiche fenologiche e di crescita delle praterie a fanerogame, su una rete di 18 stazioni, equamente distribuite fra le tre bocche, nelle stagioni primaverili ed autunnali del 2017 e 2018 (eliminando quindi quelle estive).

La vegetazione acquatica sommersa (SAV-Submerged Aquatic Vegetation) svolge negli ambienti marini e soprattutto in quelli lagunari, un ruolo di fondamentale importanza quale componente principale della catena trofica ed elemento mediatore dei processi fisici che controllano la morfologia lagunare. Questa frazione del fitobenthos viene utilizzata come parametro per descrivere le variazioni ambientali dei corpi idrici, come le altre componenti quali lo zoobenthos e le macroalghe. Anche in Italia, come nelle altre nazioni dove si presta particolare attenzione alle tematiche ambientali, le fanerogame marine, ritenute dei buoni indicatori per rilevare le situazioni di stress ambientale, vengono monitorate con specifico riferimento alle variazioni della loro distribuzione. La regressione o l'estensione delle praterie, dopo un'opportuna valutazione dei dati e delle pressioni naturali o antropiche, può essere interpretata come un segnale delle tendenze presenti nel corpo idrico.

Negli ambienti lagunari le fanerogame marine sono riconosciute svolgere una fondamentale funzione ecologica poiché hanno una stretta interazione sia con il mezzo idrico, attraverso l'apparato epigeo, sia con i fondali, dato che la loro porzione ipogea, composta da radici e rizomi, può, in alcune specie, penetrare nel sedimento anche per 20-30 cm. Le variazioni delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dei sedimenti interessano quindi direttamente queste piante acquatiche che, nell'arco di alcuni anni, possono modificare l'estensione delle praterie in senso positivo o negativo al variare delle condizioni ecologiche. Oltre ad avere un ruolo di indicatore ambientale, queste praterie sommerse costituiscono un fondamentale elemento della

catena trofica. Al loro interno trova riparo, alimento o substrato, una ricca flora e fauna, legata sia all'interfaccia sedimento-acqua, sia all'apparato fogliare.

È in particolare, nelle lagune e negli estuari che il loro interesse a livello scientifico trova fondamento, dal punto di vista ecologico, nel ruolo positivo che questi vegetali svolgono negli ambienti a basso battente, con particolare riferimento alla stabilizzazione fisica dei fondali, al favorire la sedimentazione dei materiali sospesi lungo il battente, al contributo al processo di utilizzazione dei nutrienti di diversa origine e alla funzione di "nursery" per la fauna ittica e l'epifauna bentonica sessile e vagile (Heck and Orth, 1980; Orth *et al.*, 1984; Duffy, 2006; Hemminga e Duarte, 2000).

Anche nella European Water Framework Directive (2000/60/EC) si assegna a queste macrofite la massima importanza come elementi indicatori di livello integrato e riassuntivo delle condizioni dell'intero corpo lagunare, dal momento che il ruolo delle fanerogame marine, ben ribadito a livello nazionale ed internazionale, è noto sia per le ricadute in termini strettamente biologici, sia dal punto di vista morfologico.

I risultati del monitoraggio MELa2 (MAG.ACQUE - SELC, 2002; 2004; 2005a; 2005b), dello Studio B.6.78/I (MAG.ACQUE - SELC, 2005c) e degli Studi B.6.72 (B/1-B/12) (MAG.ACQUE-CORILA, 2006-2012a; 2013a; PROV.V.OO.PP. - CORILA, 2014a; 2015a; 2016a; 2017a) consentono di disporre di un'importante documentazione sulle caratteristiche dei popolamenti a fanerogame marine delle aree di bocca di porto e delle zone lagunari circostanti. Le informazioni ottenute durante tutti i monitoraggi, compreso quello in corso (B.6.72 B/13), possono venir confrontate con quelle assunte nel corso dello Studio B.6.78/I che rappresenta la "fase zero" o *ante operam* poiché la localizzazione dei siti di misura e le metodologie impiegate si sovrappongono. Ciò consente di rilevare possibili relazioni causa-effetto tra la componente biotica in esame e le attività di cantiere.

Ai programmi di monitoraggio MELa del Magistrato alle Acque (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) si è fatto riferimento anche per quanto concerne gli aspetti operativi e per le metodologie applicate. È parso, infatti, opportuno, sul piano metodologico, applicare all'area delle bocche di porto le medesime tecniche di mappatura anche perché si è convenuto di utilizzare la stessa procedura di trattamento dati e di gestione delle informazioni geografiche impiegata in MELa2, in modo da utilizzare un unico supporto G.I.S.

Il presente rapporto espone i risultati conclusivi dei rilievi eseguiti nel 2017 per quanto riguarda la mappatura delle fanerogame marine.

1.2 Obiettivi e criteri di indagine

Gli obiettivi del monitoraggio consistono nella valutazione della variabilità dei sistemi a praterie a fanerogame marine nelle aree di bocca di porto e nell'individuazione di scostamenti significativi da queste condizioni, in conseguenza delle risposte a impatti provenienti dalle attività di cantiere. In particolare prevedono:

- il controllo dell'andamento di una serie di parametri descrittivi delle comunità a fanerogame marine presenti nelle aree delle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia e nelle aree lagunari immediatamente interessate dalle bocche;
- l'individuazione e l'opportuna valutazione degli eventuali scostamenti dei parametri rilevati rispetto alla gamma di variabilità di questi valori già identificata nel corso delle indagini *ante operam* (Studio B.6.78/I);

- l'analisi della significatività degli eventuali possibili collegamenti tra gli scostamenti osservati e le lavorazioni in atto ai cantieri.

Le coperture della vegetazione acquatica sommersa, anche se radicata, presentano fenomeni di dinamismo spaziale che possono raggiungere valori notevoli anche nel tempo limitato di una stagione vegetativa, rendendo così difficile l'individuazione di un chiaro nesso causale così come trattato nel precedente paragrafo. Per limitare questi aspetti di dinamismo sono state selezionate quasi esclusivamente stazioni in cui la specie prevalente è *Cymodocea nodosa* in quanto, tra le tre fanerogame presenti in Laguna, è quella che, per il suo apparato ipogeo ben sviluppato, manifesta la maggiore stabilità nel tempo e la minore variabilità interannuale.

Tale dinamismo spaziale si è potuto mettere in evidenza rapportando le mappature di dettaglio realizzate negli anni (Scarton *et al.*, 1995; Tagliapietra *et al.*, 1999) con quella di riferimento effettuata nel 1990 (MAG. ACQUE - SGS, 1991). Successivamente, il monitoraggio delle fanerogame marine condotto nell'intervento MELa2 (MAG. ACQUE - SELC, 2004; 2005a) e il successivo MELa5 del 2010 (MAG. ACQUE - SELC, 2010; 2011) hanno permesso di aggiornare la distribuzione di questa componente vegetale per l'intero bacino e di evidenziare i fenomeni di dinamismo spaziale a breve e lungo termine.

Lo Studio B.6.78/I ha incluso una mappatura di precisione di *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* e *Nanozostera noltii*¹ presenti nello specifico ambito delle bocche di porto, estendendolo però anche a batimetrie differenti da quelle tipiche lagunari. La realizzazione di una mappatura è parsa opportuna in quanto la presenza delle fanerogame marine in queste aree di bocca riveste certamente la massima importanza per il ruolo che hanno nei confronti del substrato e dell'ambiente in senso più esteso. Ha costituito, invece, obiettivo principale dell'indagine l'acquisizione dei dati caratteristici di una gamma di variazioni dell'assetto di questa comunità, dovute alle oscillazioni naturali di queste macrofite nell'arco delle stagioni.

Tale gamma di valori distributivi, da comporre in un quadro conoscitivo finale, unitamente alle altre informazioni in corso di raccolta circa le caratteristiche fenologiche e produttive delle praterie, va confrontata, secondo il programma del presente e dei precedenti monitoraggi degli Studi B.6.72 (B/1-B/12), con le situazioni corrispondenti alle diverse fasi di realizzazione delle opere mobili.

Per l'identificazione e la valutazione degli effetti delle lavorazioni e della significatività di questi effetti nei confronti della distribuzione delle fanerogame marine alle bocche di porto, si è tenuto conto, in maniera differenziale, delle diverse aree interessate. In particolare, come si nota dalle figure 1.1, 1.2 e 1.3, sono state distinte:

- l'area specificamente coincidente con l'impronta delle opere vere e proprie da realizzare, nell'ambito della quale le coperture identificate nel monitoraggio *ante operam* (B.6.78/I) e nella presente fase di indagine, sono da considerarsi una perdita permanente ("opere");
- le aree immediatamente circostanti l'impronta delle opere da realizzare e corrispondenti agli spazi acquei di bocca concessi ai cantieri per l'accesso e la movimentazione dei vari mezzi d'opera, la posa di strutture temporanee e l'effettuazione di tutte le lavorazioni necessarie (area di cantiere);

¹ Nel corso dei monitoraggi, la specie inizialmente citata come *Zostera noltii* è stata oggetto di varie revisioni tassonomiche; nei rapporti MELa, nello Studio B.6.78/I e nello Studio B.6.72 B/1 è stata indicata come *Zostera noltii* mentre negli Studi B.6.72 B/2-B/11, a seguito di aggiornamenti tassonomici, come *Nanozostera noltii*. Attualmente il nome proposto per questa specie è *Zostera noltei* (<http://www.algaebase.org>; consultato in data 22/08/2017).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

- le rimanenti aree di bocca, coincidenti con la grande maggioranza dei fondali interessati dalle praterie a fanerogame marine più o meno lontane dai cantieri, che costituiscono l'obiettivo principale del presente monitoraggio.

È opportuno ricordare che sui possibili impatti conseguenti alle fasi di costruzione e di esercizio delle opere mobili, per quanto riguarda le aree esattamente coincidenti con i manufatti da realizzare, lo Studio di Incidenza - ai sensi della Direttiva Habitat UE 92/43 - del febbraio 2006 ha già avanzato specifiche valutazioni. Nondimeno, tale Studio si è inserito in un momento nel quale il contesto realizzativo approvato degli interventi finalizzati alla difesa di Venezia e della laguna dalle acque alte è in una fase già avviata. Questa fase ha già visto l'effettuazione di specifici interventi che hanno comportato l'occupazione temporanea o permanente di superfici emerse e sommerse, in parte ricadenti nel perimetro dei siti SIC di interesse lagunare oggi esistenti, ma che al tempo del SIA e delle ultime revisioni progettuali non avevano funzione cogente per quanto concerne le misure di conservazione, mitigazione e compensazione finalizzate al mantenimento "soddisfacente" della coerenza della rete ecologica degli habitat naturali da proteggere e conservare ai sensi della Direttiva Habitat.

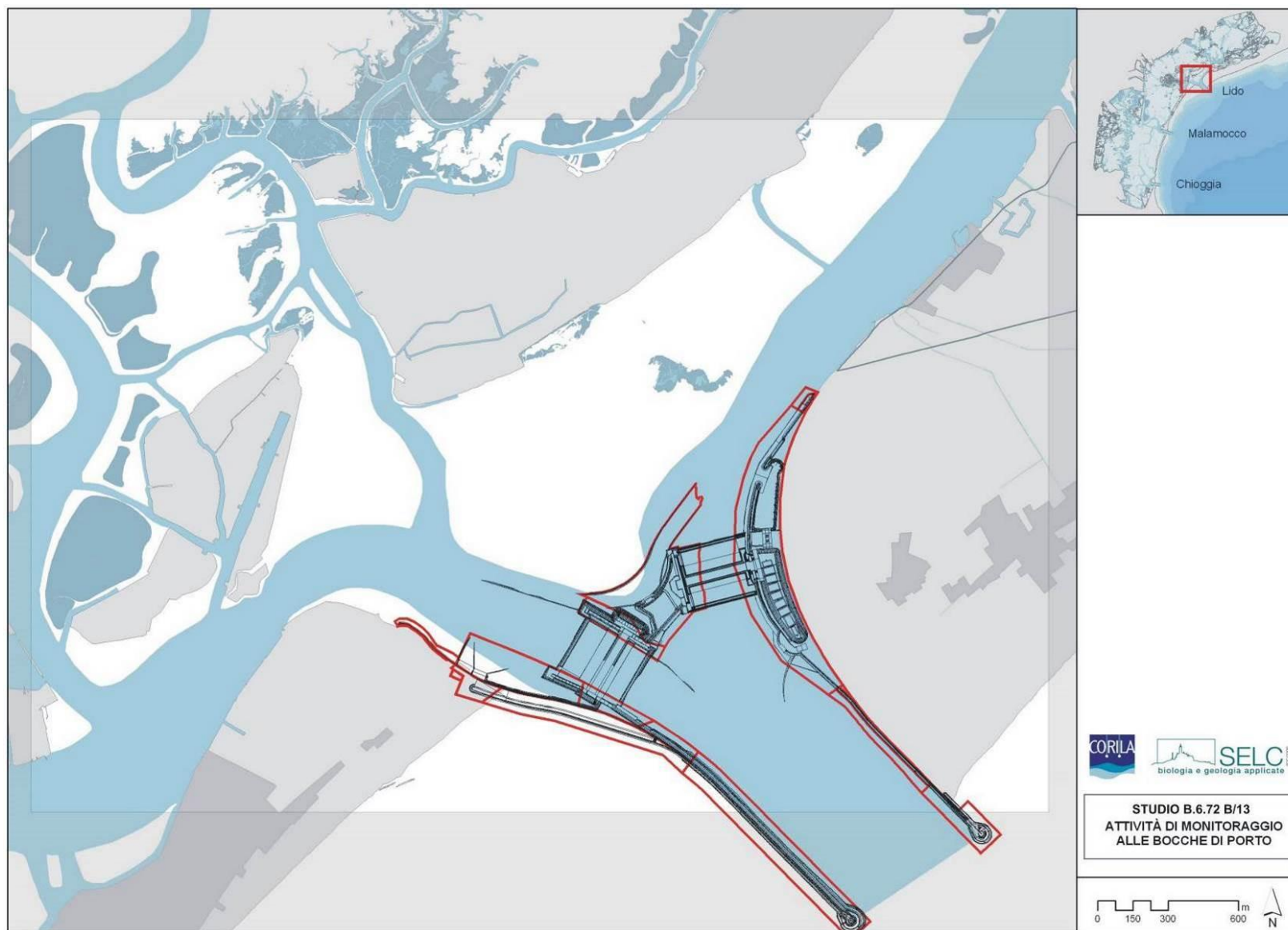


Figura 1.1. Bocca di porto di Lido con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

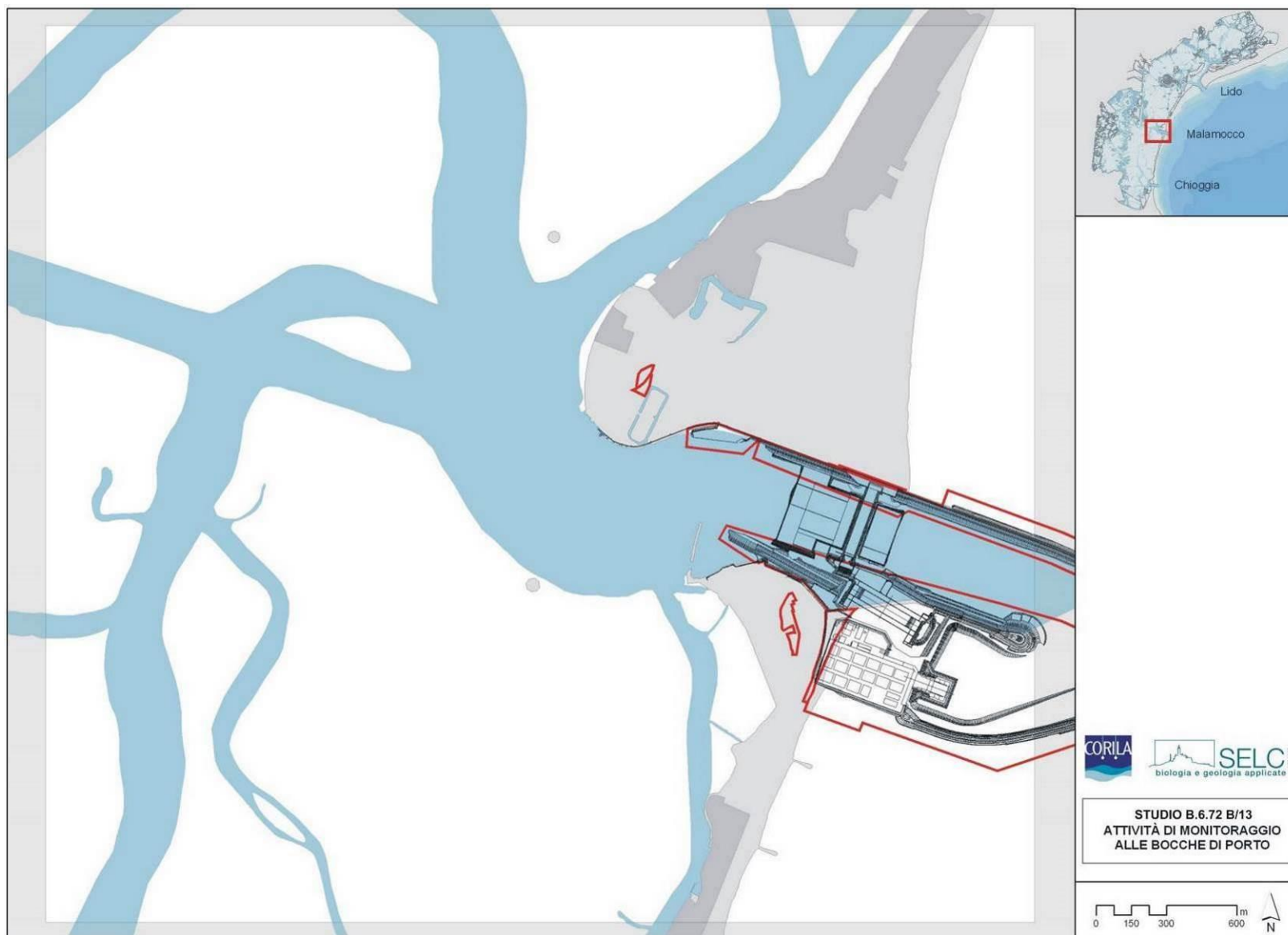


Figura 1.2. Bocca di porto di Malamocco con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

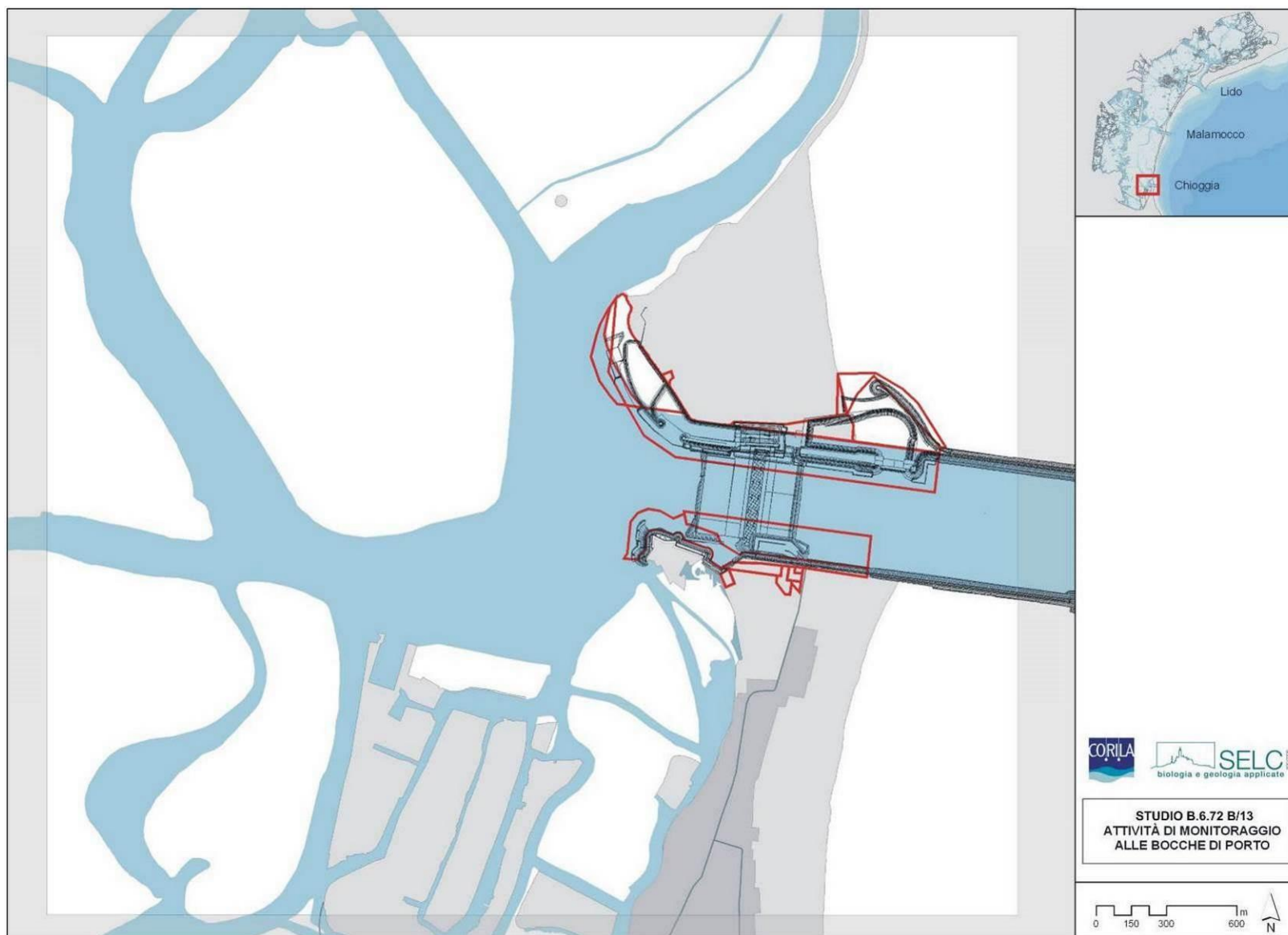


Figura 1.3. Bocca di porto di Chioggia con la sovrapposizione dell'impronta delle opere da realizzare, l'area di cantiere e i rimanenti bassofondi dove sono presenti la maggior parte delle praterie a fanerogame.

2 ATTIVITÀ ESEGUITE

2.1 Pianificazione operativa delle attività

Per l'esecuzione delle attività descritte nei successivi paragrafi sono stati presi in esame i seguenti principali lavori:

- la mappa della distribuzione delle fanerogame nell'area delle tre bocche di porto relativa allo Studio B.6.78/I;
- la mappa della distribuzione delle fanerogame nell'area di bocca di porto di Lido relativa allo Studio B.6.72 B/1;
- la mappa della distribuzione delle fanerogame nelle aree di bocca di porto di Lido, Malamocco e Chioggia relative agli Studi B.6.72 B/2-B/12;
- le immagini satellitari più recenti relative agli anni 2014 e 2017.

Le informazioni esistenti saranno quindi analizzate allo scopo di descrivere lo stato di ogni singola prateria considerando la distribuzione delle fanerogame marine e i diversi gradi di ricoprimento individuati per tutta l'area interessata durante i rilievi B.6.78/I (*ante operam*) e B.6.72 (B/1-B/12).

2.2 Generalità sulla mappatura delle praterie a fanerogame

Per quanto riguarda la mappatura delle praterie delle tre bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia, le aree di indagine sono ubicate, per la maggior parte, nei tratti di basso fondale posti in prossimità ed all'interno delle tre bocche di porto. Dal momento che le porzioni di fondale lagunare interessate ed influenzate direttamente dalla presenza della bocca di porto, e quindi dai possibili impatti dei cantieri qui localizzati, risultano di difficile definizione, si è deciso di allargare l'area di indagine a territori francamente lagunari, così come è stato fatto per lo Studio B.6.78/I. Per questo motivo sono inclusi i principali canali che giungono in laguna dalle bocche e i relativi bassi fondali e velme, tra i quali quelli sede di praterie a fanerogame marine.

Negli Studi B.6.72 B/1-B/12 la mappatura delle praterie è stata eseguita con cadenza annuale mentre, nello studio attuale, che include attività per il biennio 2017-2018, il rilievo è la relativa cartografia sono riferibili solo al 2017.

Le attività di campo inerenti la mappatura delle fanerogame marine sono iniziate a luglio 2017 e concluse a ottobre 2017.

2.2.1 Fase preparatoria

Per quanto riguarda l'organizzazione della mappatura della distribuzione delle fanerogame nell'area di bocca, si ricorda che le operazioni di controllo e taratura del sistema di posizionamento satellitare GPS integrato con un software G.I.S. sono mutate dal protocollo di mappatura lagunare delle fanerogame marine MELa2, a sua volta impiegato nello Studio B.6.78/I. Il sistema adottato permette una precisione di posizionamento dell'ordine del metro, più che sufficiente a rendere conto delle coperture del caso e a permettere la redazione della cartografia richiesta.

Il protocollo include le modalità di comportamento dell'equipaggio durante le operazioni di mappatura ed i criteri di lettura delle diverse situazioni di copertura. Analogamente al protocollo

MELa2, si sono preparati codici da utilizzare su PC in campo per la registrazione delle diverse specie e dei diversi gradi di copertura.

Oltre a una cartografia di base, inserita nel PC portatile a bordo, i rilevatori sono dotati anche di supporti fotografici derivati da foto aeree o satellitari. Tali supporti fotografici permettono di fornire ai rilevatori carte operative con le probabili dislocazioni di fanerogame.

2.2.2 Attività di campo e trattamento dei dati

Il rilievo della distribuzione delle fanerogame marine nelle tre bocche di porto è programmato tra luglio e ottobre 2017, per consentire di apprezzare le reali coperture delle tre specie essendo nota la loro differente fenologia. In questo modo è possibile caratterizzare lo sviluppo di *Cymodocea nodosa*, ben identificabile da maggio ad ottobre, e quelli di *Zostera marina* e di *Zostera noltei*, dalla primavera e fino a tarda estate.

Le imbarcazioni, oltre alle normali attrezzature di bordo, sono dotate di: GPS con PC portatile e tablet; schede di campo comprendenti tavolette con cartografia, aerofotografie del territorio da sottoporre ad indagine; batiscopio per favorire una chiara visione del fondale e della vegetazione; attrezzatura per il prelievo sino ad una profondità di circa 3,5 m di saggi della vegetazione e del sedimento; attrezzatura per immersione subacquea (solo per fondali profondi); strumentazione fotografica per riprese subacquee o telecamera per ispezioni del fondale per profondità comprese tra 2 e 5 m.

In relazione alle caratteristiche della vegetazione, i rilievi sono stati eseguiti procedendo lungo i limiti coincidenti con i contorni delle coperture a fanerogame oppure lungo tragitti paralleli o transetti, allo scopo di esplorare spazi acquei dove l'irregolarità delle coperture non consentisse la mappatura lungo i perimetri.

La presenza nell'imbarcazione di un terminale GPS collegato ad un computer portatile da campo con cartografia associata ha permesso di posizionare i diversi punti di rilievo con una precisione di circa un metro e ha consentito al personale in campo di conoscere sempre l'esatta localizzazione geografica dell'imbarcazione in relazione ai punti battuti e ai tragitti già percorsi. Oltre alle coordinate geografiche dei punti, ai marker corrispondenti ai vari punti di rilievo sono state associate anche informazioni sulla specie individuata e sul grado di copertura. Per la stima del grado di copertura si è mantenuto il protocollo seguito nella mappatura lagunare di cui all'intervento MELa2 e conseguenti Studi B.6.78/I e B.6.72 (B/1-B/12), il cui schema è rappresentato di seguito in figura 2.5. Le coordinate e i dati di campo sopra citati, salvati su file, a fine giornata sono stati trasferiti al personale dedicato al software G.I.S. per permettere la realizzazione di una cartografia preliminare.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

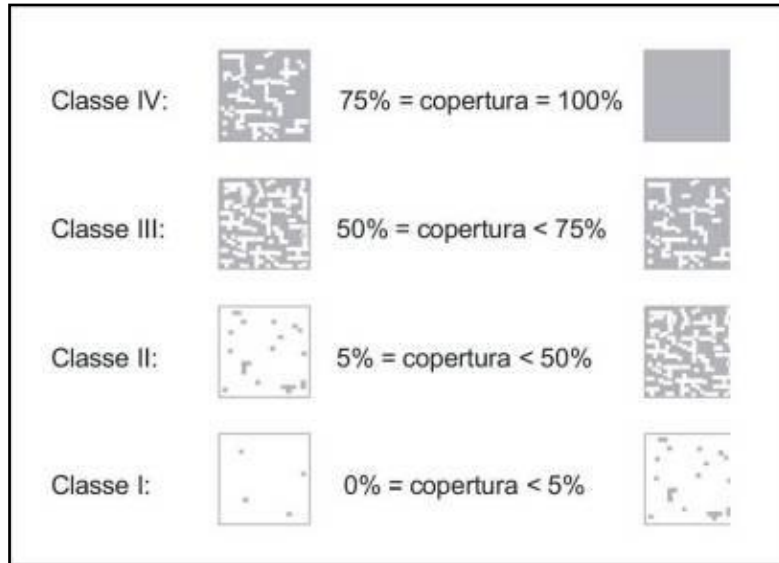


Figura 2.5. Prontuario di stima delle percentuali di copertura.

Per la stima del grado di copertura si è mantenuto il protocollo seguito nella mappatura lagunare di cui all'intervento MELa2 e conseguenti Studi B.6.78/I e B.6.72 (B/1-B/12). Le coordinate e i dati di campo sopra citati, salvati su file, a fine giornata sono stati trasferiti al personale dedicato al software G.I.S. per permettere la realizzazione di una cartografia preliminare.

I dati ottenuti dalle uscite in campo per la mappatura hanno consentito la realizzazione di cartografie grezze, cosiddette preliminari, derivanti dalla mappatura eseguita *on-site* direttamente da imbarcazione mediante l'utilizzo del GPS abbinato a software G.I.S. I dati di campo, al ritorno da ogni uscita, sono stati elaborati nelle loro componenti topologiche, geografiche e di attributo, al fine di ottenere un prodotto finale omogeneo.

I controlli durante la fase *desk* hanno incluso la verifica dei valori assegnati a ciascuna *patch* vegetazionale cartografata ed un confronto con le informazioni fotografiche remote. Dopo questa fase, si è ottenuta una cartografia quasi definitiva; un'ulteriore stadio di controllo ha previsto successive verifiche dei confini delle *patch* già rilevate precedentemente e già riportate su G.I.S., nonché delle loro caratteristiche qualitative e quantitative. Alla fine del periodo di raccolta e di verifica dei dati di campo si è passati ad un'ultima fase di omogeneizzazione dell'intero corpo dati, creando così un'unica cartografia in ambiente G.I.S (figura 2.6).

Similmente, per quanto riguarda la cartografia definitiva, per i taxa censiti si è scelto di utilizzare in legenda gli stessi colori già utilizzati in MELa2, B.6.78/I e B.6.72 (B/1-B/11), i quali sono derivati a loro volta dal prodotto cartografico relativo al 1990, e cioè:

- giallo: *Zostera noltei*;
- rosso: *Zostera marina*;
- verde: *Cymodocea nodosa*.

Differenti gradazioni di colore consentono di identificare valori decrescenti di copertura. Inoltre, per i popolamenti misti, per i quali non è stato riportato un valore di copertura, sono stati utilizzati colori puri tali da minimizzare il più possibile eventuali errori di interpretazione in sede di lettura ed analisi delle carte. Sulla base delle metodologie descritte si è giunti alla realizzazione, su supporto informatico, di un prodotto cartografico (in allegato) in scala 1:10.000 in ambiente ESRI ArcGIS 8.2.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

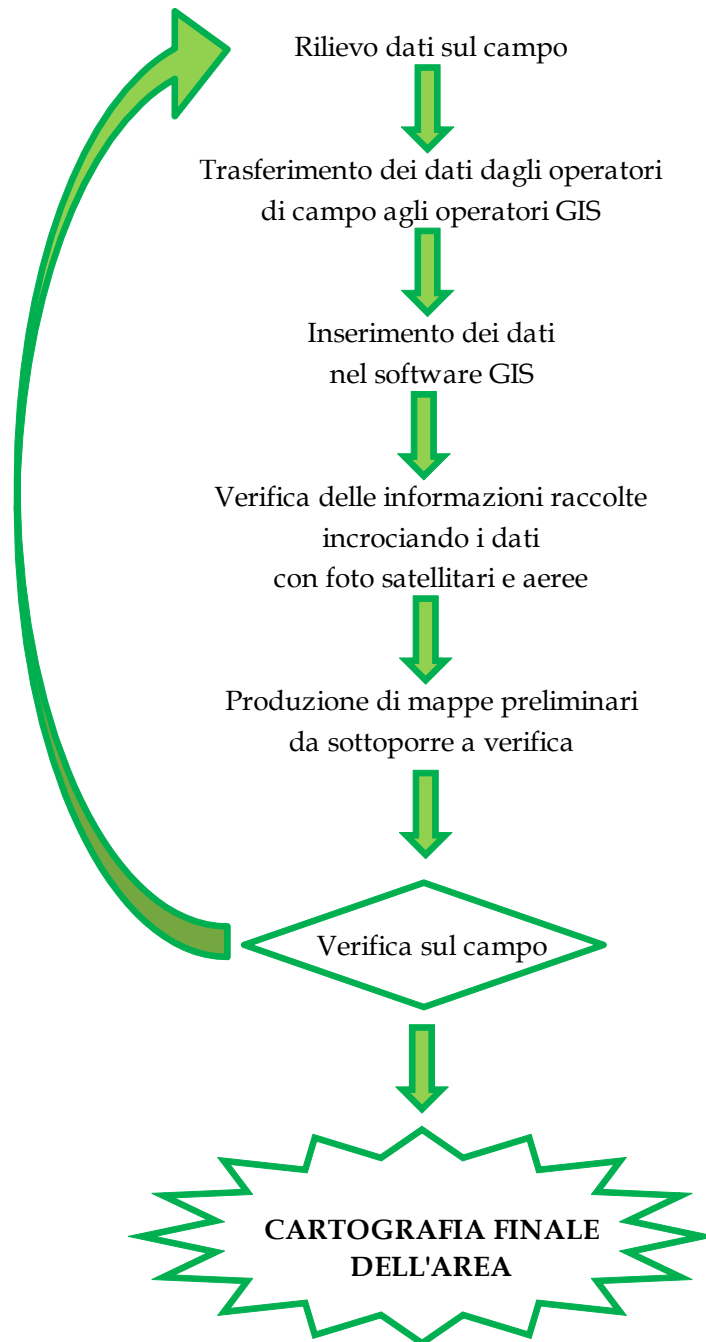


Figura 2.6. Sequenza delle fasi per giungere alla realizzazione della mappatura delle fanerogame.

3 RISULTATI E VALUTAZIONI

3.1 Dinamismo dei popolamenti e fattori ambientali regolatori

La consapevolezza dell'importanza del ruolo degli ecosistemi con fanerogame marine ha portato, in misura via via crescente, l'interesse sia del mondo scientifico sia degli amministratori pubblici ad adottare, sulla base delle indagini intraprese, misure di salvaguardia a tutela di queste piante marine. Non a caso le fanerogame marine *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltei* e *Cymodocea nodosa* risultano fra le specie marine o salmastre protette in Italia, come riportato nel "Protocollo sulle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo" (ASPIM - Convenzione di Barcellona 1995) o nella "Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa" (Convenzione di Berna, 23/06/1979) e nella sua ratifica da parte italiana con la legge 175 del 25/05/1999 (G.U. n.140 suppl. ord. 17/06/1999). Il ruolo delle fanerogame marine, noto sia per le ricadute in termini strettamente biologici, sia dal punto di vista morfologico, è stato riconosciuto anche nella Direttiva Europea 2000/60 che assegna a queste praterie sommerse la massima importanza come elementi indicatori di livello integrato e riassuntivo delle condizioni dell'intero corpo lagunare.

La presenza nella laguna di Venezia e nelle aree prettamente di bocca di porto delle praterie sommerse di *Zostera noltei*, *Zostera marina* e *Cymodocea nodosa* è stata segnalata in passato da diversi naturalisti (Benacchio, 1938) con qualche riferimento topografico di massima, anche in occasione di osservazioni riguardanti altri obiettivi e, specialmente, durante campagne per lo studio delle zoocenosi bentoniche (Vatova, 1949). In questi lavori non sono però mai state registrate né la localizzazione precisa, né l'estensione delle praterie delle tre specie, non sono stati raccolti dati quantitativi relativi alla densità spaziale, né aspetti qualitativi della vegetazione che potessero essere messi in rapporto con le caratteristiche generali dei siti, in particolare con quelle fisiche del piano sedimentario.

In questo contesto, privo però della mancanza di riferimenti scientifici precisi, vari elementi sembrano indicare che, anche nella laguna di Venezia, le fanerogame marine abbiano subito una forte riduzione negli ultimi decenni e che i popolamenti delle bocche di porto abbiano mostrato fortissimi dinamismi anche indotti dalle modificazioni morfologiche apportate in questi siti (Caniglia *et al.*, 1990; Scarton, 1995; Tagliapietra, 1999).

A livello di laguna o di sub-aree, le pressioni che incidono su ampia scala sulla regressione delle fanerogame sono molto probabilmente riconducibili ai seguenti fattori (MAG. ACQUE - SELC, 2002; Sfriso e Facca, 2007):

- modificazione dei sedimenti;
- degrado della qualità delle acque;
- aumento dei fattori erosivi;
- presenza di notevoli quantità di particolato sospeso nella colonna d'acqua, con conseguente aumento della torbidità;
- incremento della navigazione a motore;
- danni causati dalla pesca abusiva e dalle esigenze della molluschicoltura estensiva sui fondali lagunari.

Nella tabella 3.1 è riportata la lista dei possibili fattori di pressione/disturbo a carico delle fanerogame marine codificati nell'ambito dei lavori della DG Ambiente e dell'Agenzia europea dell'Ambiente (AEA) legati all'attuazione delle Direttive Europee 92/43/CEE e 2009/147/CE

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

(Direttiva 92/43/CEE, 1992 e successivi aggiornamenti) (Unione Europea-Gazzetta ufficiale n. L 198 del 30-07-2011 pag. 39-70).

Tabella 3.1. Fattori di pressione/ disturbo a carico delle fanerogame marine (da Curiel *et al.*, 2014).

Codice	Descrizione
F02.02	Pesca professionale con attrezzi da pesca attivi
F02.02.05	Pesca con draga - rastrello
I01	Specie alloctone invasive (vegetali e animali)
F01.03	Acquacoltura - allevamento sul fondo
G05.02	Abrasioni e danni meccanici sulla superficie dei fondali marini
H03	Inquinamento marino e delle acque di transizione
J02.02.02	Rimozione e dragaggio costiero e degli estuari
J02.05.01	Modifica dei flussi d'acqua mareali e delle correnti marine
J02.05.06	Modifica dell'esposizione al moto ondoso
J02.12.01	Opere di difesa dal mare, opere di protezione della costa, sbarramenti per la difesa e per la produzione di energia dalle maree
J02.11	Variazione dei sedimenti in sospensione, modifica del tasso di deposito delle sabbie, accumulo di sedimenti, scarico, deposito di materiali dragati

Gli aspetti relativi alla trasparenza della colonna d'acqua e alla torbidità sono, per la laguna di Venezia, di importanza rilevante e correlati direttamente con la natura dei sedimenti, con l'idrodinamismo e le intense attività antropiche. La torbidità, in qualunque modo si sia originata (da flussi terrigeni, da risollevarimento dei sedimenti o da presenza di “*blooms*” fitoplanctonici) riduce quantitativamente e qualitativamente le radiazioni luminose che arrivano sui piani di insediamento dei vegetali. *Zostera noltei* sembra essere la specie maggiormente resistente alla riduzione della trasparenza delle acque anche perché si insedia preferibilmente lungo battenti idrici più modesti rispetto alle altre due specie.

È noto che la trasparenza delle acque in molti punti della laguna, ed in particolare nel bacino centrale, sino ad alcuni anni fa risultava spesso limitata, con valori del disco Secchi che non superano i 30-40 cm, a causa del maggior apporto di scarichi, gran parte dei quali di natura urbana ed industriale o della risospensione dei sedimenti dovuta ad eventi meteomarinari (venti di bora e scirocco) o alla pesca vagantiva del *Ruditapes*. Ciò potrebbe essere un elemento che concorre a spiegare sia la ridotta presenza di queste rizofite nel bacino centrale, sia il fatto che diventino rare o assenti su fondali superiori a 3-4 m nelle aree di bocca di porto. Nel Golfo di Venezia, nelle condizioni marine o semilagunari di Grado o della costa istriana settentrionale e occidentale, *Cymodocea nodosa*, in particolare, può colonizzare i substrati sino ad un battente di 10 metri (Benacchio, 1938; Simonetti, 1973; Vatova, 1949; Rismondo *et al.*, 1997; Curiel *et al.*, 2008). Recenti indagini, tuttora in corso per conto del Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia sulla distribuzione delle fanerogame marine, indicano un sensibile incremento di areali sia nella laguna nord, sia in quella centrale, con un significativo spostamento del loro limite verso i fondali della gronda lagunare (PROVV.OO.PP., 2015).

3.2 Le fanerogame marine come indicatori di qualità

La ricerca di bioindicatori per uno standard di qualità per le lagune non può, quindi, che considerare queste macrofite acquatiche come un possibile metodo di misura di condizioni ambientali positive, o meno, delle lagune stesse. Per essere di utilità applicativa tale misura deve, però, poter essere correlabile direttamente con i fattori o i processi ambientali.

È ormai documentato come la presenza di praterie a fanerogame marine sia associabile alla contemporanea esistenza di buone condizioni delle acque, dei sedimenti o della catena trofica e, su questo tema, infatti, sono state condotte numerose ricerche (Sfriso *et al.*, 2017).

Le informazioni relative alle mappature su scala lagunare del 1990 (Caniglia *et al.*, 1990), dei monitoraggi MELa2 del 2002-2004 (MAG. ACQUE - SELC, 2005a, 2005b), 2009-2011 (MAG. ACQUE - SELC, 2010; 2011) e nel caso più specifico delle bocche di porto (Studio B.6.78 - MAG. ACQUE - SELC, 2003; 2005c; Studio B.6.72 B/1-B/11 - MAG. ACQUE - CORILA, 2006-2011; 2012a; 2013a; PROV. OO. PP. - CORILA, 2014a; 2015a; 2016a) o relative alla letteratura scientifica (Sfriso e Facca, 2007) costituiscono una base di dati che ha permesso di fornire ulteriori valutazioni sulle dinamiche di queste praterie e di evidenziare meglio il ruolo dei fattori ambientali.

Queste indagini assumeranno un'importanza sempre maggiore se si vorranno delineare, in un prossimo futuro, le possibili correlazioni tra lo stato quali-quantitativo delle praterie sottomarine con le caratteristiche ambientali degli ecosistemi lagunari, Laguna Veneta in particolare, anche nell'ottica del Decreto Legislativo dell'11 maggio 1999 n. 152 e dei successivi Decreti del 3 aprile 2006, n. 152 e del 14 aprile 2009, n. 56, dove si riconosce che le lagune costituiscono una risorsa di grande valore economico, culturale, scientifico e ricreativo e si raccomanda lo studio, la gestione e il razionale utilizzo di tali zone. Inoltre, la Direttiva Europea 2000/60 e il D.L. 152/06 assegnano a queste praterie sommerse importanza come elementi indicatori di livello integrato del corpo lagunare.

In aggiunta a quanto sopra riportato, si segnala che, allo scopo di valorizzare i dati raccolti in questi anni sulla distribuzione delle fanerogame marine, negli Studi B.6.72 B/10 e B/11, proprio in un'ottica predittiva, è stata condotta un'attività di sviluppo di modelli di distribuzione attesa delle tre fanerogame marine, basata sulle relazioni esistenti tra la distribuzione delle specie e i parametri ambientali biotici o abiotici che la determinano (PROV. OO. PP. - CORILA, 2015b, 2016b). Ciò ha permesso di analizzare con attenzione le zone dove sono state registrate variazioni di presenza delle specie nel confronto tra la configurazione delle bocche precedente e quella successiva alla costruzione delle opere di difesa dalle acque alte (estensione o contrazione delle praterie).

Nella laguna di Venezia le aree di bocca di porto rivestono particolare interesse per l'articolata presenza delle tre fanerogame. La presenza di una cospicua frazione sabbiosa nei sedimenti, l'elevato idrodinamismo e la salinità prossima a quella marina rendono le aree di bocca adatte specialmente all'insediamento di *Cymodocea nodosa*, specie più esigente rispetto alle altre per quanto riguarda la granulometria e la tessitura dei sedimenti.

Dall'analisi dei dati dei rilievi della distribuzione delle fanerogame marine della laguna (monitoraggi MELa2 - periodo 2002 e MELa5 - periodo 2010), emerge come *C. nodosa* sia, rispetto alla mappatura del 1990, in incremento nell'intera Laguna, avendo colonizzato gran parte delle aree nude prospicienti le bocche di porto e parte di quelle dove *Z. marina* e *Z. noltei* (anche sotto forma di popolamenti misti) hanno evidenziato regressioni. Negli ultimi anni, proprio nelle aree di bocca, è stato osservato un significativo incremento di areali per *Z. marina* a Malamocco e per *Z. noltei* a Lido, recuperando e, in alcune zone, incrementando gli areali osservati nella mappatura del 1990.

Prima di passare ad un'analisi dei dinamismi osservati nelle tre bocche di porto è necessario precisare alcuni punti inerenti le fasi di campo e di analisi dei risultati:

- sono state oggetto della mappatura le aree di bocca vere e proprie, cioè i fondali in fregio alle dighe e alcuni bassi fondali situati direttamente in zona di bocca eventualmente più all'interno;
- per un corretto confronto tra le mappe, i dati delle coperture ricavate dall'analisi G.I.S. e relativi alle *patch* vegetazionali rilevate sono stati aggregati e normalizzati dividendoli per le rispettive coperture del prontuario, in modo da garantire un trattamento omogeneo ed

evitando che, nel confronto tra le distribuzioni dei diversi anni, le imprecisioni dovute alla diversa qualità dei supporti fotografici utilizzati deformassero il risultato finale (tabelle 3.2-3.7);

- è stata data particolare attenzione, nelle fasi di mappatura, a quei settori delle bocche di porto dove erano operativi cantieri per la realizzazione delle opere, al fine di verificare le eventuali variazioni delle coperture o gli effetti dei possibili impatti;
- la presenza delle fanerogame marine e in particolare di *C. nodosa* nelle aree sopra descritte è apparsa fortemente correlata all'andamento batimetrico poiché questa specie limita la propria estensione, nella generalità dei casi, alla profondità di 3-4 m.

Nei successivi paragrafi saranno discusse le variazioni delle praterie a fanerogame marine avvenute nelle tre bocche di porto nell'arco temporale compreso tra il 2003, anno in cui sono state eseguite le prime mappature di dettaglio delle bocche prima che fossero avviate le attività di cantiere per le opere mobili (Studio B.6.78/I), ed il 2017, oggetto del presente monitoraggio, relativo ad una fase in cui gli interventi strutturali alle bocche sono quasi ultimati.

Nella valutazione delle coperture delle fanerogame marine si è tenuto in considerazione il fatto che l'area delle bocche di porto può essere suddivisa in tre settori di interesse:

- a) spazi acquei strettamente inerenti l'impronta delle "opere";
- b) spazi acquei definiti tecnicamente "area di cantiere" e posti nelle aree adiacenti alle opere e interessati dalla movimentazione di mezzi nautici;
- c) bassi fondali lagunari situati più internamente dove sono poste la maggior parte delle praterie a fanerogame marine.

Le mappature realizzate dal 2003 al 2017 presentano un'elevata omogeneità per la modalità d'assunzione dei dati, essendo state eseguite con le medesime metodiche ed operatori, sia per quanto riguarda le fasi di campo, sia per l'elaborazione cartografica G.I.S. In questo Rapporto Finale i confronti tra le mappe saranno descritti utilizzando i dati delle coperture normalizzate, quelle che meglio descrivono le reali dinamiche. Per quanto riguarda i dinamismi osservati sino al 2003 escluso, si rimanda a quanto riportato nel Rapporto Finale dello Studio B.6.72 B/1.

3.3 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Lido (2003-2017)

La mappatura realizzata nel 2017 (figure A.1 e 3.1; tabelle 3.2 e 3.3) ha registrato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 214,1 ha, valore in incremento rispetto al 2016 (+5,0 ha), al 2015 (+64,1 ha) e allo studio *ante operam* del 2003 (+139,4 ha).

Un'analisi complessiva delle praterie a livello di specie, che include sia quelle **pure** che quelle **miste**, evidenzia, rispetto al 2003, un incremento di *C. nodosa* (+46,3 ha), una regressione di *Z. marina* (-13,7 ha) e un sensibile aumento, concretizzato soprattutto negli ultimi anni, per *Z. noltei* (+71,9 ha). La regressione delle praterie di *Z. marina* rispetto allo stato *ante operam* del 2003 era stata osservata già nella prima mappatura del 2005 (Studio B.6.72 B/1), quando i lavori alla bocca erano da poco avviati, rientrando in una regressione generale rilevata per questa specie anche nelle altre bocche di porto nei primi anni del 2000.

Nel complesso, dopo regolari e costanti incrementi degli areali per specie (misti e puri) registrati negli ultimi 4-5 anni, il 2017 fa segnare una sostanziale stabilità rispetto al 2016, con lievi incrementi dell'ordine di qualche ettaro (*Zostera marina*, +0,8 ha) o limitate regressioni (*Cymodocea nodosa*, -1,7 ha) che possono essere inquadrati nella variabilità naturale delle praterie a fanerogame; solamente *Zostera noltei*, pur presentando un incremento più sostenuto (+6,2 ha),

evidenzia comunque un rallentamento dell'espansione rispetto ai precedenti anni quando il tasso di crescita era dell'ordine di 20-50 ha anno.

Il trend complessivo (pure e miste) descritto per gli ultimi anni per le tre specie è confermato anche a livello di **praterie pure** che rappresentano la tipologia più diffusa della bocca di Lido e presentano una sostanziale stabilità rispetto al 2016 per *Cymodocea nodosa* (-1,5 ha) e *Zostera marina* (+0,4 ha) e, seppur minore rispetto agli altri anni, ancora un incremento per *Zostera noltei* (+6,1 ha). Rispetto al 2016, dal punto di vista cartografico, le limitate variazioni delle specie *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina* appaiono difficilmente rilevabili, mentre sono apprezzabili, nel settore centrale della bocca di porto, a ridosso dell'isola di S. Erasmo, quelli di *Zostera noltei* con un incremento del grado di copertura e parziali diradamenti. Significativo appare anche l'incremento degli areali di questa specie all'interno delle barene di Marani, con una distribuzione a macchie che sfrutta, nelle parti più elevate della barena ed emergenti in bassa marea, i numerosi avvallamenti che formano pozze d'acqua. Seppur rara e non cartografabile a scala di bocca di porto, è presente anche *Ruppia maritima* in alcuni settori più centrali delle barene, in pozze dove in estate si registra per l'evaporazione una marcata variazione della salinità.

Allo stato attuale, la bocca di porto di Lido è colonizzata essenzialmente da due specie, *Cymodocea nodosa* e *Zostera noltei*, che assieme costituiscono oltre il 95% delle praterie. Considerando che solo il 4% è rappresentato da praterie miste delle due specie, si osserva una chiara differenziazione degli areali in relazione soprattutto alla batimetria: *Cymodocea nodosa* nei fondali medio-alti ai margini dei canali principali e ei bassifondi e *Zostera noltei* nei fondali bassi, emergenti per diverse ore. *Zostera marina*, che nella bocca di porto forma praterie per circa il 5%, è presente soprattutto su battenti medio-alti ai margini dei canali di S. Erasmo, Passaora e Tresso, su fondali più fangosi. La sua presenza nella parte centrale e più vivificata della bocca (fondali Bacan) permane limitata, a spot di pochi metri o ciuffi sparsi, spesso frammista a *Zostera noltei* in avvallamenti con acqua anche in bassa marea, comunque difficilmente cartografabili. Va sottolineato come gli incrementi di *Z. noltei* degli ultimi anni, che stanno portando gli areali ai livelli della mappatura del 1990, derivino da nuove colonizzazioni e non dalla trasformazione di coperture miste in pure.

In riferimento alle **coperture miste**, che nel 2017 rappresentano circa l'8% delle praterie della bocca (17,8 ha), risultano ora dimezzate rispetto al 2003 (35,3 ha), per la progressiva trasformazione in quelle pure. Le maggiori trasformazioni si sono avute a carico di quelle miste a *Z. noltei* - *C. nodosa* e miste a *Z. noltei* - *Z. marina* - *C. nodosa* che in gran parte si sono trasformate in pure a *C. nodosa*.

Nei grafici di figura 3.1 è rappresentato il trend delle variazioni dell'estensione delle diverse tipologie di praterie dalla fase *ante operam* al 2017; nelle figure 3.2 e 3.3, invece, sono riassunte le principali variazioni intercorse tra il monitoraggio attuale e, rispettivamente, quello precedente (2016) e quello della fase *ante operam* (2003).

Nell'ambito delle opere alle bocche di porto va ricordato come nei fondali antistanti il Forte di S. Andrea sia stata realizzata e successivamente smantellata un'isola artificiale temporanea per la perforazione della teleguidata Lido-Arsenale (la cui delimitazione e il relativo scavo sono avvenuti nel febbraio-marzo del 2014). Nell'ottobre 2013, prima della delimitazione con palancole dell'isola, le fanerogame marine presenti nell'impronta dell'isola artificiale (in un'area delle dimensioni di circa 70 x 60 m più un buffer di sicurezza di 5 m) sono state in parte espianate per la messa in sicurezza e reimpiantate presso l'isola della Certosa². I rilievi in campo del 2014 e 2015, relativi al dedicato monitoraggio in corso d'opera, hanno confermato che le perdite di areali a fanerogame si limitavano all'area di delimitazione dell'isola, oltre ad un buffer di 2-3 m esterno al limite di

² Richiesta del Servizio Regionale in seguito all'esame del progetto di variante dell'opera, con i pareri concordi del Magistrato alle Acque (nota 5720 del 28.06.2013) e del Direttore dei Lavori del Progetto di Riquilificazione degli Habitat acquatici dei bassi fondi della Certosa, Parco Urbano dell'Isola della Certosa.

infissione delle palancole, stimabili in 0,48 ha. Le verifiche in campo in corso d'opera avevano evidenziato limitati impatti in prossimità dell'isola, risolti nella stagione estiva con la crescita di nuove piante. Nei mesi di agosto e settembre 2015 l'area dell'isola è stata riportata alle quote di campo *ante operam* e sono poi state salpate le palancole di conterminazione mentre il previsto reimpianto di fanerogame è stato eseguito in aprile-maggio del 2016; il monitoraggio di quest'ultimo è oggetto di uno specifico rapporto (PROVV.OO.PP. - CORILA, 2017b).

Per quanto attiene l'area centrale della bocca di porto, che risulta quella di maggiore attenzione per la realizzazione dell'isola artificiale di collegamento per le paratoie, le dinamiche delle praterie nel 2017, dopo l'espansione dei precedenti anni, segna ora stabilità e mantenimento degli areali per *Cymodocea nodosa* e, pur con alcune rarefazioni, un complessivo lieve incremento per *Zostera noltei* nei settori emergenti in bassa marea a ridosso dell'isola di S. Erasmo. La presenza di *Zostera marina* da 3-4 anni a est e a nord-est della nuova isola, su fondali di 2-3 m e nelle zone anche emergenti con pozze d'acqua, appare stabile ma non in espansione, per la forte competizione di *Cymodocea nodosa* nei siti più profondi e per la mancanza di adeguate condizioni ambientali nei fondali in parte emergenti, più favorevoli a *Zostera noltei*. Limitate coperture a *Zostera marina* sono presenti anche nei fondali ad est dell'isola di S. Andrea, a volte frammista con sia con *Cymodocea nodosa* che *Zostera noltei* (figura 3.2).

Nel Canale di Marani, a ridosso delle barene artificiali, si riconfermano gli areali a *Zostera marina* presenti a circa 3 anni mentre, come già detto, all'interno delle barene prosegue la colonizzazione di *Zostera noltei*.

Il confronto a lungo termine tra la fase *ante operam* (2003) ed il monitoraggio attuale (2017) evidenzia come gli incrementi delle praterie siano oramai diffusi in tutta l'area di monitoraggio mentre, le perdite più significative, siano riconducibili ad alcune precise aree della bocca (figura 3.3). Tra il 2003 e il 2017 nell'area della bocca di porto in esame si registra un incremento pari a +139,4 ha, con un tasso di incremento sostenuto soprattutto dal 2014 al 2016 (circa 25-50 ha/anno) e stabile nel 2017 per l'espansione di *Cymodocea nodosa* e *Zostera noltei*.

Nell'area retrostante la nuova isola al centro del porto canale, ritenuta critica per le possibili modifiche morfologiche e idrodinamiche, il bilancio delle praterie, rispetto all'*ante operam*, appare positivo per *Cymodocea nodosa*, nelle aree a media-elevata profondità, e per *Zostera noltei*, nelle aree di bassofondo emergente. La presenza di *Zostera marina*, anche se limitata per estensione e grado di copertura, appare importante per il significato ecologico volto al ripristino di praterie esistenti negli anni '90 e all'apporto di biodiversità complessivo che determina.

In relazione alle perdite di areali rispetto al 2003 e non direttamente sovrapponibili all'impronta delle opere o ad altri interventi antropici, queste sono riferibili alle praterie perimetrali al Canale di S. Nicolò, poste a nord-ovest della nuova isola, ragionevolmente causate da un effetto idrodinamico di erosione sul margine della prateria. I rilievi del 2017, in accordo con le osservazioni del monitoraggio del 2016, confermano stabilità per questo settore di margine della prateria, con regressioni e avanzamenti locali riconducibili ora alle naturali dinamiche inter-annuali delle praterie a fanerogame. Va ricordato, che le analisi modellistiche eseguite nei precedenti anni con il gruppo di lavoro dell'Università di Padova (ICEA-UNIPD) per la bocca di Lido, tendono comunque ad escludere variazioni idrodinamiche (velocità) all'interno delle praterie sui bassi fondali (MAG. ACQUE - CORILA, 2012b; 2013b; PROVV.OO.PP. - CORILA, 2014b).

Sempre rispetto al 2003, risultano definitivamente perdute le praterie miste segnalate, sino al 2010, presso Venezia (S. Elena), per la realizzazione di una darsena, quelle presenti lungo il molo sud della bocca di porto, come conseguenza dell'impatto delle opere, che hanno modificato il profilo del molo foraneo e dei fondali adiacenti. Perdite sono evidenti nell'area dell'Isola della Certosa oggetto della realizzazione sia di una darsena, sia di barene artificiali.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Per i possibili impatti diretti delle opere sono state analizzate le variazioni delle praterie negli anni, tenendo conto anche della differente tipologia di impatto e suddividendole in:

- a) aree dove è in corso la realizzazione fisica delle “opere”;
- b) aree in “consegna” affidate alle ditte per l'esecuzione dei lavori e nelle quali sono in transito i mezzi operativi;
- c) aree di basso fondale, non direttamente coinvolte dalle attività, dove però è situata la gran parte delle praterie.

Considerando che la maggior parte degli interventi in aree a fanerogame si è conclusa da alcuni anni, i dati rilevati nel 2017 confermano:

- 1) la quasi totale assenza di praterie nelle aree di competenza delle opere, perdute già nei primi anni di realizzazione di queste ultime; si conferma comunque la presenza una piccola prateria nel settore più a mare delle opere di circa 0,2 ha (0,8 ha nel 2003);
- 2) stabilità delle praterie a *Cymodocea nodosa* nelle aree in consegna ai cantieri regredite sino a 0,6-0,7 ha degli ultimi anni ed ora stabili negli ultimi due anni a 1,6 ha (4,8 ha della fase *ante operam*).

La riduzione delle superfici a fanerogame, per le aree interessate dalle opere e per quelle in consegna, riguarda esclusivamente le praterie a *C. nodosa* giacenti su fondali profondi di 3-4 m e situate a ridosso del molo foraneo sud oggetto di interventi (tabella 3.3).

In relazione alle praterie di basso fondale poste nei settori non direttamente coinvolti dalle attività, ma potenzialmente esposte per vicinanza ai possibili impatti, le aree più sensibili si trovano a nord-ovest della nuova isola che sino allo Studio B.6.72 B/12 sono state oggetto di una specifica linea di indagine (PROVV.OO.PP. – CORILA, 2017a). La realizzazione dell'isola, pur segnalando specifici punti di criticità, modificando il regime idrodinamico del settore più marino della bocca di porto, può aver favorito nei fondali ad essa retrostanti un ampliamento delle praterie a fanerogame. Una seconda area sensibile, situata parallelamente alla diga sud del molo di Lido è stata monitorata sino allo Studio B.6.72 B/9, sia perché oggetto di interventi di manutenzione dei moli, sia per la vicinanza delle opere stesse; non avendo rilevato variazioni sulle praterie anche dopo la conclusione dei lavori, dal 2014 l'area non è più stata oggetto di controllo.

Tabella 3.2. Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Lido relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I), delle mappature (primavera-estate) del 2015, del 2016 e del 2017 per popolamenti puri o misti e per specie.

	2003 (ha)	2015 (ha)	2016 (ha)	2017 (ha)
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	32,2	86,1	97,1	95,6
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	0,0	0,8	3,5	3,9
Popolamenti puri a <i>Zostera noltei</i>	7,2	53,8	90,7	96,8
Popolamenti misti a <i>Z. noltei</i> - <i>C. nodosa</i>	10,6	5,3	10,8	10,6
Popolamenti misti a <i>Z. noltei</i> - <i>Z. marina</i>	6,2	1,9	5,6	5,8
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	0,0	1,0	0,2	0,2
Popolamenti misti a <i>Z. noltei</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	18,5	1,0	1,2	1,2
Totali	74,7	150,0	209,1	214,1

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2015 (ha)	2016 (ha)	2017 (ha)
<i>Cymodocea nodosa</i>	61,3	93,5	109,3	107,6
<i>Zostera marina</i>	24,8	4,9	10,3	11,1
<i>Zostera noltei</i>	42,5	62,1	108,2	114,4

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 3.3. Valori di copertura normalizzati dello studio *ante operam* e degli ultimi tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Lido (valori aggiornati agli shape di opere e aree in consegna dell'ottobre 2008).

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2015 (ha)	2016 (ha)	2017 (ha)
Copertura fanerogame in area "opere"	0,8	0,0	0,2	0,2
Copertura fanerogame in area "consegna"	4,8	0,7	1,6	1,6
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	69,1	149,3	207,3	212,3
Coperture totali	74,7	150,0	209,1	214,1

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

LIDO

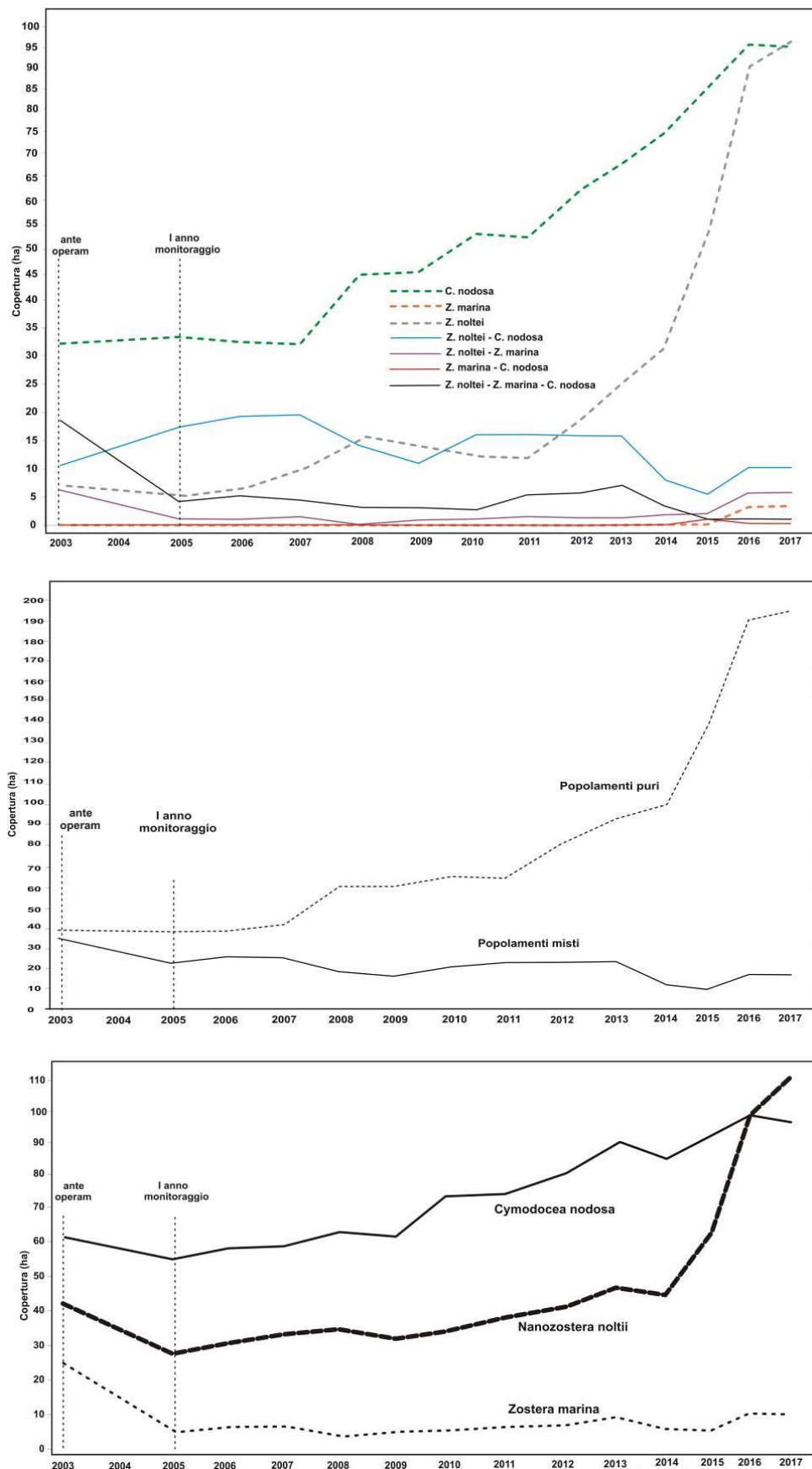


Figura 3.1. Bocca di porto di Lido: variazioni delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2017 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004.

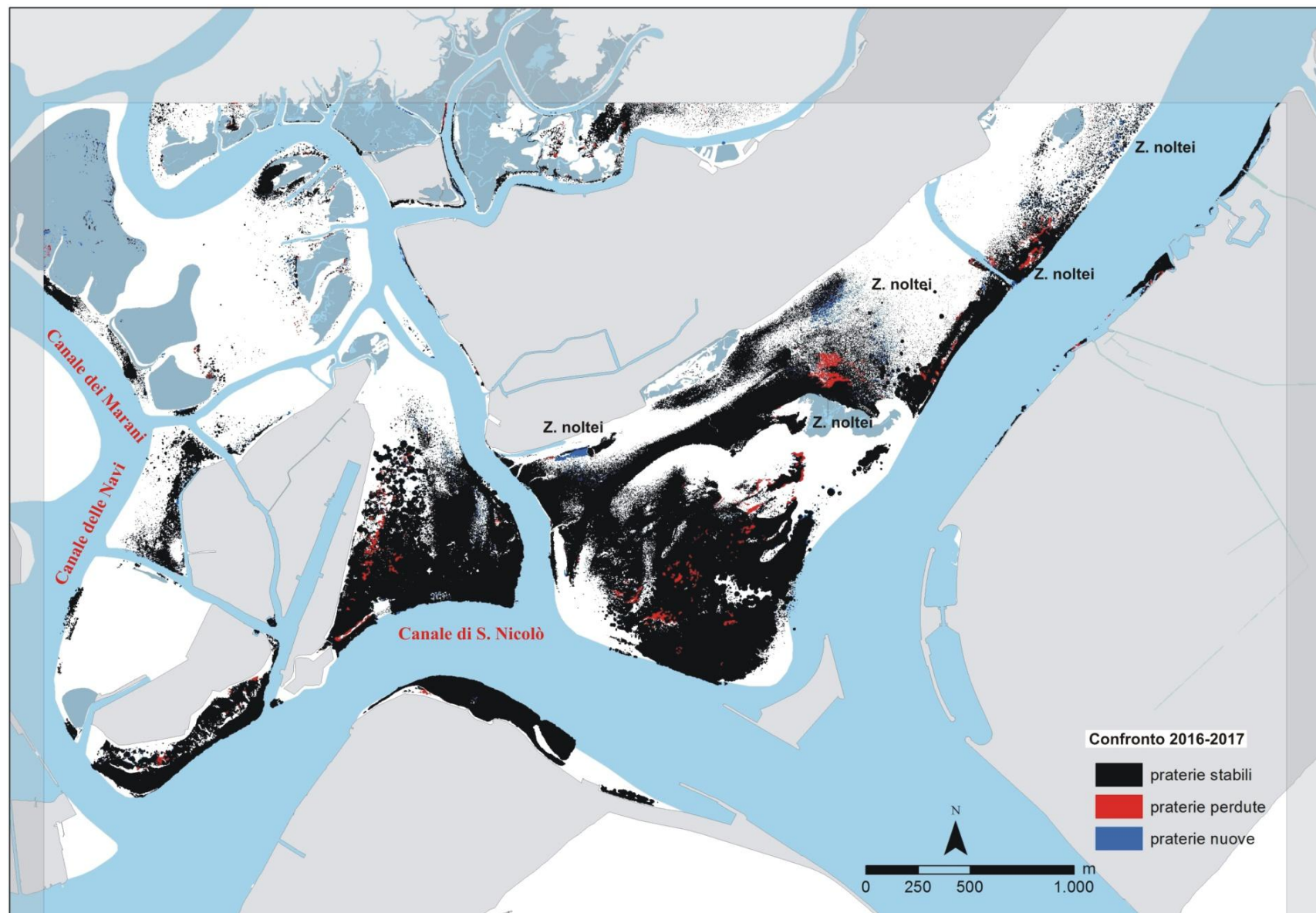


Figura 3.2. Porto di Lido: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2016 e il 2017.

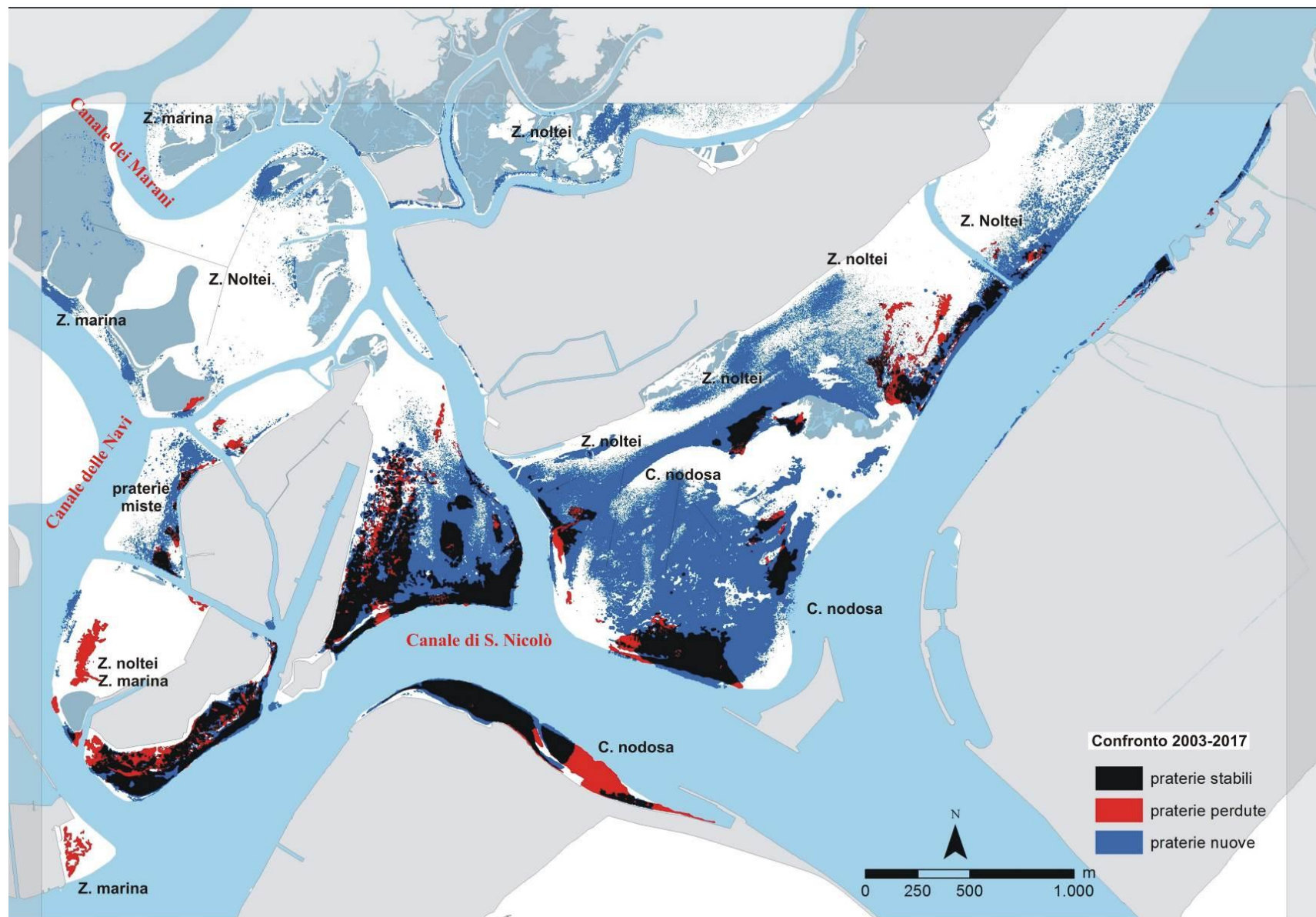


Figura 3.3. Porto di Lido: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2003 e il 2017.

3.4 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Malamocco (2003-2017)

La mappatura del 2017 (figure A.15 e 3.4; tabelle 3.4 e 3.5) ha evidenziato, tra praterie pure e miste, una copertura complessiva di 774,4 ha, superiore a quella del monitoraggio *ante operam* (+252,7 ha); rispetto agli ultimi anni, le coperture sono superiori a quelle del monitoraggio del 2015 (+154,4), regredite per le avverse condizioni meteorologiche estive, mentre sono in linea con quelle del 2016 (+3,2 ha).

L'analisi per specie, comprensiva di praterie pure e miste, indica un sensibile incremento per *Cymodocea nodosa* rispetto alla mappatura *ante operam* del 2003 (+128,0 ha) e del 2015 (+43,7 ha) e uno più limitato rispetto a quella del 2016 (+5,4 ha).

Come rilevato anche nei precedenti anni, le praterie a *Zostera marina* (pure e miste) sono caratterizzate da elevata variabilità, soprattutto negli ultimi anni per il ripetersi di eventi estivi meteorologici anomali per le temperature. Rispetto al 2003, le attuali praterie a *Z. marina* sono arretrate di 20,4 ha mentre nel confronto con il 2015 il bilancio attuale appare fortemente positivo (+105,2 ha) e sostanzialmente stabile anche rispetto al 2016 (-1,2 ha) non essendo stati registrati significativi eventi negativi nei mesi più caldi del 2017.

Per *Zostera noltei*, il confronto complessivo delle praterie miste e pure rispetto al 2003 segna, da sempre, un valore negativo (-98,5 ha) poiché, progressivamente negli anni, le praterie miste in cui erano presenti si sono trasformate in praterie pure a *Zostera marina* o a *Cymodocea nodosa*; negli ultimi anni le variazioni osservate, seppur minime, sono di segno negativo (-5,2 ha rispetto al 2015 e -1,5 ha rispetto al 2016). Come più volte richiamato nei precedenti rapporti, la forte regressione segnata da *Zostera noltei*, comprensiva di praterie pure e miste, è nella realtà più virtuale che reale. Nella mappatura del 2003 era segnalata soprattutto con areali misti, dove però risultava specie minoritaria rispetto a *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina*, che poi nel tempo hanno preso il sopravvento portando alla formazione di praterie pure.

Zostera marina, pur con andamenti alterni negli anni, ha progressivamente ampliato le sue praterie nel settore a nord della bocca, ma per le anomale condizioni meteorologiche dell'estate 2015, segnate da elevate temperature per diversi giorni sopra la soglia critica per la specie, è stata oggetto di una forte regressione. Le variazioni di questa specie devono essere quindi valutate nell'arco di più anni perché soggetta spesso ad oscillazioni di areali per cause naturali. *Zostera marina* è una specie mediterraneo-atlantica, che nei mesi primaverili quando le acque sono ancora fresche raggiunge la piena vitale producendo ciuffi fertili per poi rallentare le sue funzioni vitali con l'incremento della temperatura. Nella letteratura scientifica, al riguardo, si trovano riferimenti a frequenti ed estese morie di questa specie quando le temperature superano 25-30°C; in tali circostanze si manifestano effetti negativi sul regolare svolgimento del processo fotosintetico, sulla produzione di nuove foglie e sui tassi di crescita che possono portare sino alla morte della pianta (Moore *et al.*, 2014; Marsh *et al.*, 1986; Fonseca e Uhrin, 2009; Nejrup e Pedersen, 2008). Un simile fenomeno era già stato documentato nel corso del monitoraggio MELa2 del triennio 2002-2004; a causa di elevate temperature estive registrate nell'estate 2003, infatti, erano state segnalate regressioni, per circa 1.000 ha, di praterie pure a *Zostera marina*, in gran parte localizzate tra la bocca di Malamocco e quella di Chioggia.

Le praterie a *Cymodocea nodosa* evidenziano un forte incremento rispetto al 2003 nella tipologia pura, anche per la trasformazione di quelle miste in pure; nella bocca di Malamocco rimane la specie dominante, talvolta con fluttuazioni, ma non paragonabili a quelle di *Zostera marina*.

Nella figura 3.4 è rappresentato il trend delle variazioni dell'estensione delle diverse tipologie di praterie dalla fase *ante operam* al 2017. Dalla fase *ante operam* (2003) le **praterie pure**, pur considerando i trend alterni di *Zostera marina*, sono aumentate di +411,6 ha e quelle miste sono regredite di -158,9 ha. Considerando le singole specie, *C. nodosa* e *Z. marina* hanno subito un

incremento, rispettivamente di +280,0 ha e +130,1 ha; per questa tipologia di praterie, risultata sempre limitata nella bocca, la distribuzione di *Z. noltei* è da considerarsi stabile, con +1,5 ha rispetto al 2003.

Per le **praterie miste**, non si rilevano significative variazioni rispetto al quadro generale degli ultimi 2-3 anni, mentre rispetto al 2003 la regressione riguarda soprattutto la tipologia mista *Z. marina* - *C. nodosa* (-59,0 ha) e quelle a *Z. noltei* - *Z. marina* - *C. nodosa* (-84,6 ha), divenute in gran parte pure a favore di *C. nodosa* e *Z. marina*.

In relazione alle variazioni negli anni delle estensioni delle praterie miste, come riportato anche nei precedenti Rapporti Finali, è opportuno precisare che a questa tipologia di praterie, per motivi tecnici/operativi, non può essere assegnato un grado di copertura per le singole specie che la compongono. Un'analisi delle dinamiche nel tempo di queste praterie non può essere quindi dettagliata come per quelle pure, perché costituite da un'ampia gamma di possibili relazioni di abbondanza tra le specie che le compongono, peraltro difficile da rappresentare cartograficamente. Comunque, i rilievi dei monitoraggi B.6.72, come pure quelli del 2002 (rilievi MELa2), hanno sempre evidenziato come le specie prevalenti nelle praterie miste siano *C. nodosa* o *Z. marina*, con *Z. noltei* sempre minoritaria.

La scarsa presenza di *Z. noltei* in questa bocca è collegata alla morfologia generale dell'area, ad aspetti di competizione intraspecifica e ai range batimetrici non sempre adeguati alla specie, ma favorevoli alle altre due specie. Va comunque segnalato che nella mappatura MELa dei primi anni 2000 (MAG. ACQUE - SELC, 2005a, 2005b), anche se raramente, erano state osservate, nell'area tra Motta del Cornio Vecchio, Motta del Cornio Nuovo e Motta di Valgrande (area solo in parte rientrante nel monitoraggio attuale), piccole praterie della varietà di *Z. noltei* caratterizzata da lunghe lamine fogliari (sino a 40-60 cm) e capace di colonizzare i fondali dell'infralitorale. La varietà con ciuffo fogliare di dimensioni inferiori (15-30 cm) rimane comunque la specie nettamente prevalente nella laguna di Venezia e nelle aree oggetto di monitoraggio.

L'analisi cartografica riportata nelle figure 3.5 e 3.6 evidenzia le variazioni più significative avvenute rispetto al monitoraggio precedente (2016) e alla mappatura della fase *ante operam* (2003).

Nel confronto a breve termine (2016-2017) sono evidenti solo alcune variazioni regressive a carico delle praterie a *Zostera marina* nel settore nord-est della bocca (figura 3.5) nei fondali compresi tra il Canale Rocchetta e il canale Campana. Nei rimanenti settori della bocca, le variazioni tra i due periodi sono limitate e scarsamente percepibili a livello cartografico.

Il settore nord della bocca di Malamocco è quello che ha registrato negli ultimi anni le maggiori dinamiche per *Zostera marina* che spesso, dopo fasi di colonizzazione subisce regressioni causate da avverse condizioni meteorologiche che riducono gli areali o il grado di copertura. Nelle settore centro-sud della bocca, le dinamiche progressive o regressive sono meno evidenti e più sfumate, dal momento che i fondali sono colonizzati prevalentemente da *Cymodocea nodosa* che, tra le tre specie, è la più resistente, tollerante e con una crescita rapida.

Nel confronto a lungo termine (2003-2017) si rileva che il bilancio tra nuove colonizzazioni e perdite è nettamente a favore delle prime. Le maggiori si hanno nel settore nord della bocca con estese praterie a *Zostera marina* su fondali di 1-2 m, mentre nel settore centro-sud della bocca le colonizzazioni sono da ricondurre principalmente a *C. nodosa* nel settore est e a *Z. marina* nel settore ovest.

La disamina delle praterie a fanerogame per le aree sottoposte a diverso impatto (aree con "opere", aree in "consegna ai cantieri" e aree di basso fondale non direttamente coinvolte dalle attività) non ha rilevato variazioni negli ultimi anni. Nelle aree oggetto di lavori alle opere o attività ad esse collegate, dell'estesa prateria presente nel 2003 a ridosso del molo sud, su quote di 3-4 m,

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

rimangono, nell'area di competenza delle opere, circa 0,1 ha e, nell'area in "consegna" ai cantieri, circa 0,3 ha (tabella 3.5).

Tabella 3.4. Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Malamocco relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I) del 2003 e delle mappature (primavera-estate) del 2015, 2016 e del 2017, per popolamenti puri o misti e per specie.

Tipologia dei popolamenti	2003 (ha)	2015 (ha)	2016 (ha)	2017 (ha)
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	302,7	528,1	576,9	582,7
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	49,0	67,9	180,9	179,1
Popolamenti puri a <i>Zostera noltei</i>	0,5	5,2	2,6	2,0
Popolamenti misti a <i>Z. noltei</i> - <i>C. nodosa</i>	11,2	5,0	3,7	2,8
Popolamenti misti a <i>Z. noltei</i> - <i>Z. marina</i>	12,0	2,3	5,0	5,1
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	61,7	8,9	2,2	2,7
Popolamenti misti a <i>Z. noltei</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	84,6	2,5	0,0	0,0
Totali	521,7	620,0	771,2	774,4

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2015 (ha)	2016 (ha)	2017 (ha)
<i>Cymodocea nodosa</i>	460,2	544,5	582,8	588,2
<i>Zostera marina</i>	207,3	81,7	188,1	186,9
<i>Zostera noltei</i>	108,3	15,0	11,3	9,8

Tabella 3.5. Valori di copertura normalizzati dello studio *ante operam* e degli ultimi tre studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Malamocco (valori aggiornati agli shape di opere e aree in consegna dell'ottobre 2008).

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2015 (ha)	2016 (ha)	2017 (ha)
Copertura fanerogame in area "opere"	2,4	0,1	0,1	0,1
Copertura fanerogame in area "consegna"	0,6	0,3	0,3	0,3
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	518,7	619,6	770,8	774,0
Coperture totali	521,7	620,0	771,2	774,4

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

MALAMOCCO

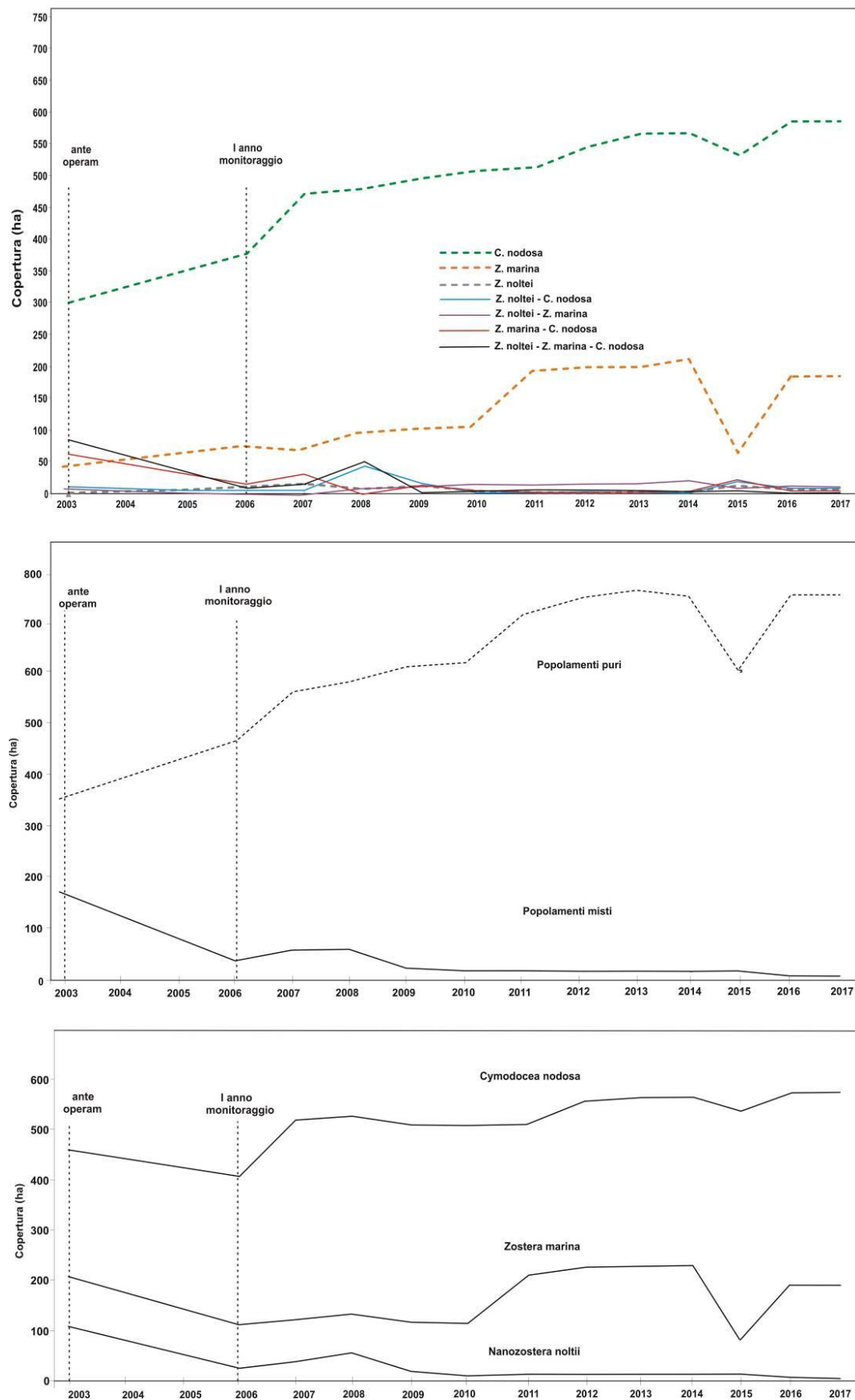


Figura 3.4. Bocca di porto di Malamocco: variazioni delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2017 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004 e nel 2005 per questa bocca di porto.

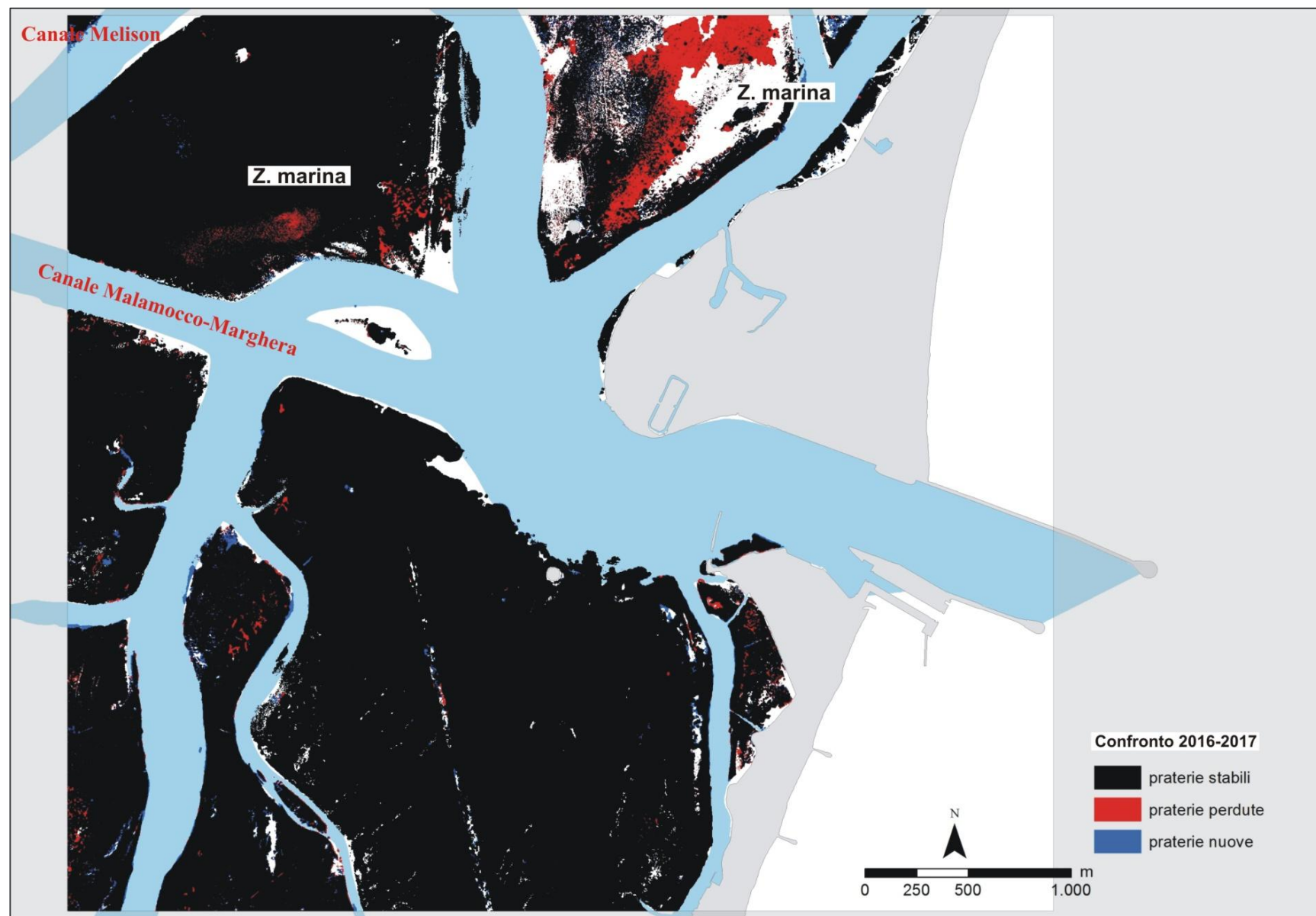


Figura 3.5. Porto di Malamocco: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2016 e il 2017.

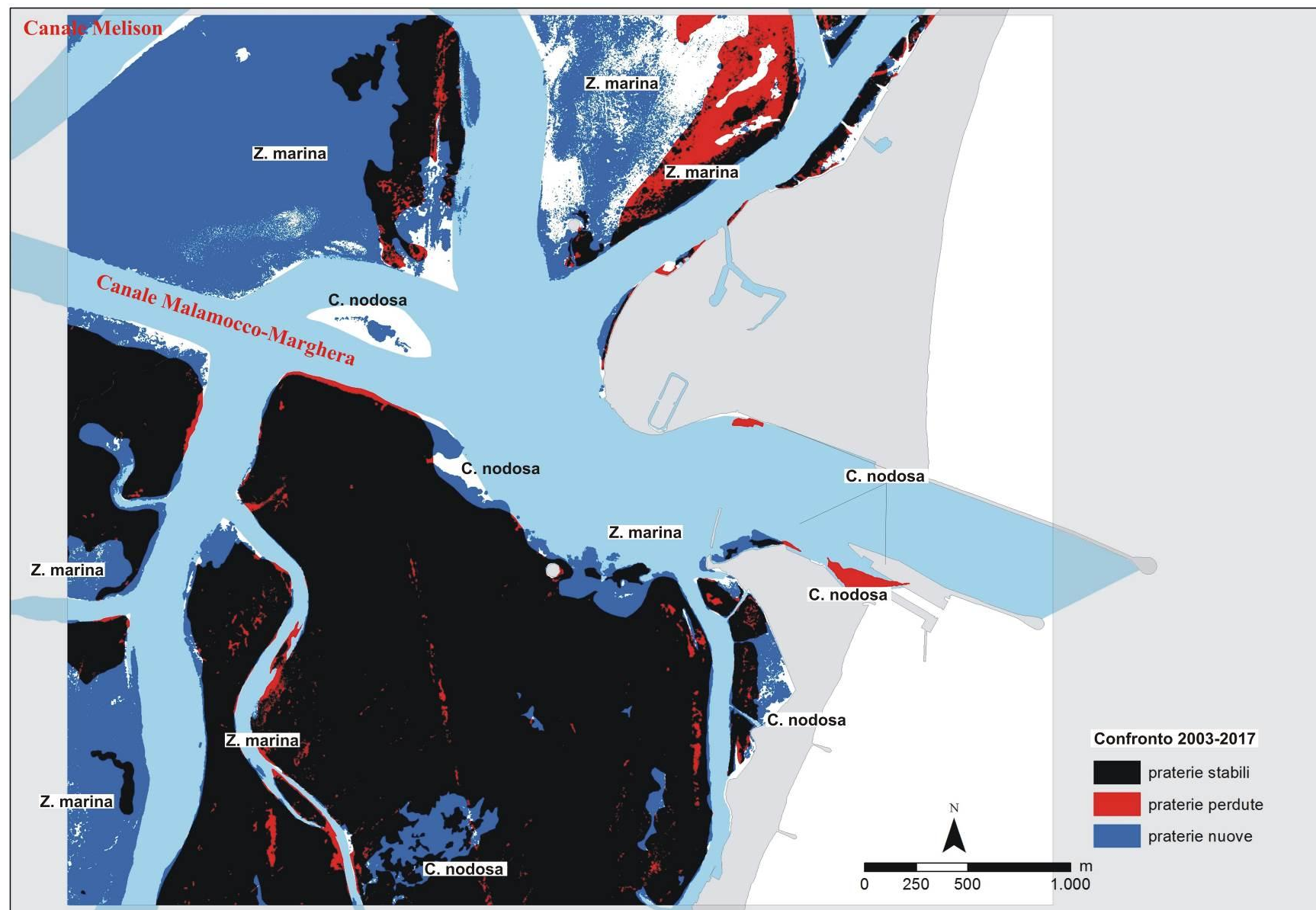


Figura 3.6. Porto di Malamocco: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2003 e il 2017.

3.5 I dinamismi delle praterie della bocca di porto di Chioggia (2003-2017)

La mappatura realizzata nel 2017 (figure A.28 e 3.7; tabelle 3.6 e 3.7) ha rilevato coperture complessive di 380,5 ha, superiori a quelle del 2003 (+65,9 ha), del 2015 (+66,0 ha) e del 2016 (+7,9 ha).

Come più volte ricordato nei precedenti rapporti finali, le dinamiche delle praterie di questa bocca di porto sono più complesse rispetto alle altre due bocche per la presenza di aree adibite alla coltivazione delle vongole, aree che negli anni sono variate di estensione e di posizione, rese attive o, in parte o totalmente, dismesse (figura 3.10).

Negli anni successivi al 2003, le coperture di questa bocca di porto hanno registrato una riduzione delle estensioni delle fanerogame che ha interessato indistintamente le tre specie, nelle tipologie sia pure che miste. Nella prima mappatura del 2006, eseguita durante la realizzazione delle opere, le coperture complessive erano valutate in 280,2 ha rispetto ai 314,6 ha del 2003. Nei successivi anni, pur con incrementi e riduzioni, le estensioni delle praterie sono progressivamente aumentate, con un primo massimo nel 2013-2014 (con 337,1-339,6 ha), una flessione nel 2015 (314,5 ha) per la riduzione di *Zostera marina*, già segnalata anche per le altre bocche di porto, e successive espansioni registrate sia nel 2016 (372,6 ha) che nel 2017 (380,5 ha).

Come nelle altre bocche, negli anni si è assistito ad una progressiva riduzione delle praterie miste (da 165,1 ha del 2003 a 15,7 ha del 2017) e ad un aumento di quelle pure, variate da 149,5 ha del 2003 agli attuali 364,8 ha. Per circa il 90% della loro estensione, le praterie sono sempre state caratterizzate da due specie, *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina* mentre *Zostera noltei*, pur con incrementi e riduzioni, è sempre risultata minoritaria (da circa 70 ha nel 2003 a circa 25 ha negli ultimi 3 anni tra praterie pure e miste) colonizzando i substrati intertidali, in virtù della maggiore capacità di resistere alle prolungate emersioni durante le basse maree.

In relazione alle praterie di tipologia pura, le praterie a *Cymodocea nodosa* registrano un forte incremento rispetto al 2003 (+134,5 ha) ma simile rispetto al 2016 con +3,2 ha; anche per *Zostera marina* si rileva un sensibile incremento rispetto sia al 2003 (+71,2 ha) e un lieve incremento rispetto al 2016 con +8,3 ha mentre per *Zostera noltei* si ha un lieve incremento rispetto al 2003 (+9,6 ha) e stabilità rispetto al 2016 (-1,2 ha).

Per *Zostera marina* va sottolineato come, dopo la regressione osservata tra il 2014 e il 2015 che ha portato le praterie pure a 88,2 ha e avvenuta soprattutto a livello del grado di copertura, la mappatura del 2016 ha segnato un forte incremento (+48,2 ha rispetto al 2015), consolidato poi anche nel 2017 (+8,3 ha rispetto al 2016).

Come ribadito negli anni, le dinamiche delle praterie di questa bocca di porto devono tener conto degli impatti diretti o indiretti riconducibili alle attività legate all'allevamento delle vongole.

Il confronto tra il 2016 e il 2017 (figura 3.8) rileva come le variazioni, tra perdite e nuove colonizzazioni, siano complessivamente positive, di carattere diffuso ma limitato in estensione e pertanto non facilmente evidenziabili nella cartografia. Come negli ultimi anni, tali variazioni nel settore centro-nord della bocca, sono da ricondurre principalmente alla fanerogama *Zostera marina* e secondariamente a *Cymodocea nodosa*, ambedue all'interno o nelle vicinanze di aree di concessione per allevamento delle vongole. Le perdite osservate sono comunque bilanciate da ricolonizzazioni spesso sempre in aree dismesse o vicine alle concessioni.

Il settore centro-sud della bocca di porto vede sempre coinvolta la fanerogama *Zostera marina* che risente, più delle altre, sia delle anomale temperature estive di questi ultimi anni, sia delle frequenti presenze macroalgali del genere *Ulva* che in questo settore della bocca determinano accumuli nella fitta prateria determinando regressioni di areale o riduzioni di densità. Tali arretramenti, più volte segnalati nei precedenti monitoraggi, in assenza del ripetersi di eventi

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

negativi, sono spesso recuperati nell'arco di 1-2 anni, anche in virtù del forte impulso ricolonizzativo che tale specie presenta mediante la riproduzione tramite semi.

Il confronto cartografico a lungo termine 2003-2017 non presenta sostanziali difformità rispetto a quanto osservato negli ultimi anni di monitoraggio poiché le poche variazioni sono in gran parte da ricondurre ad aree prossime alle concessioni, soprattutto per il settore centro-nord della bocca di porto (figura 3.9). Da sempre, le dinamiche di utilizzo di queste aree per l'allevamento non sono state uniformi e, per il variare delle aree concesse e del loro effettivo utilizzo, hanno determinato l'alternanza di fasi regressive e di colonizzazione parziale o totale da parte delle fanerogame.

Per la minore presenza di concessioni, il settore centro-sud della bocca è invece segnato da progressioni e regressioni non direttamente collegate agli allevamenti ma principalmente a dinamiche naturali, quali i bloom algali di *Ulva* o alle elevate temperature estive, che incidono inizialmente sul solo grado di copertura e poi, se più critiche, anche sulla distribuzione di *Zostera marina*. Ascrivibile, invece, alle opere alla bocca è la perdita di areali a *Cymodocea nodosa* di circa 4-5 ha su fondali di 3-4 m all'entrata nord della bocca di porto, lungo la conterminazione lagunare di Ca' Roman.

La disamina delle praterie a fanerogame per le aree sottoposte a diverso impatto (aree con "opere", aree in "consegna ai cantieri" e aree di basso fondale non direttamente coinvolte dalle attività) evidenzia un lievissimo incremento rispetto al 2016. Rispetto al 2003, sono oramai stabilizzate da alcuni anni le perdite nell'area di riferimento delle opere (stimabili allora in 4,4 ha) e quelle nelle aree in consegna ai cantieri (1,4 ha). Le perdite di fanerogame riguardano *Cymodocea nodosa*, un tempo presente su fondali di 3-4 m e sulla quale sono state realizzate opere fisse in pietra o accessorie ai lavori (tabella 3.7).

Tabella 3.6. Valori di copertura normalizzati per la bocca di porto di Chioggia relativi allo Studio di riferimento (B.6.78/I) e della mappatura (primavera-estate) del 2015, del 2016 e del 2017, per popolamenti puri o misti e per specie.

Tipologia dei popolamenti	2003 (ha)	2015 (ha)	2016 (ha)	2017 (ha)
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	75,5	193,2	206,8	210,0
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	73,5	88,2	136,4	144,7
Popolamenti puri a <i>Zostera noltei</i>	0,5	12,4	11,3	10,1
Popolamenti misti a <i>Z. noltei</i> - <i>C. nodosa</i>	40,7	0,0	1,6	1,1
Popolamenti misti a <i>Z. noltei</i> - <i>Z. marina</i>	22,1	14,5	11,3	10,8
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	97,8	6,2	2,5	1,1
Popolamenti misti a <i>Z. noltei</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	4,5	0,0	2,7	2,7
Totali	314,6	314,5	372,6	380,5

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2015 (ha)	2016 (ha)	2017 (ha)
<i>Cymodocea nodosa</i>	218,6	199,4	213,6	214,9
<i>Zostera marina</i>	198,0	108,8	152,9	159,3
<i>Zostera noltei</i>	67,9	26,9	26,9	24,7

Tabella 3.7. Valori di copertura normalizzati dello studio *ante operam* e dei tre ultimi studi ripartiti in relazione alle tre aree di interesse della bocca di porto di Chioggia (valori aggiornati agli shape di opere e aree in consegna dell'ottobre 2008).

Specie (popolamenti puri e misti)	2003 (ha)	2015 (ha)	2016 (ha)	2017 (ha)
Copertura fanerogame in area "opere"	4,4	0,1	0,1	0,1
Copertura fanerogame in area "consegna"	2,8	1,3	1,4	1,6
Copertura fanerogame esterne "opere e consegna"	307,4	313,1	371,1	378,8
Coperture totali	314,6	314,5	372,6	380,5

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

CHIOGGIA

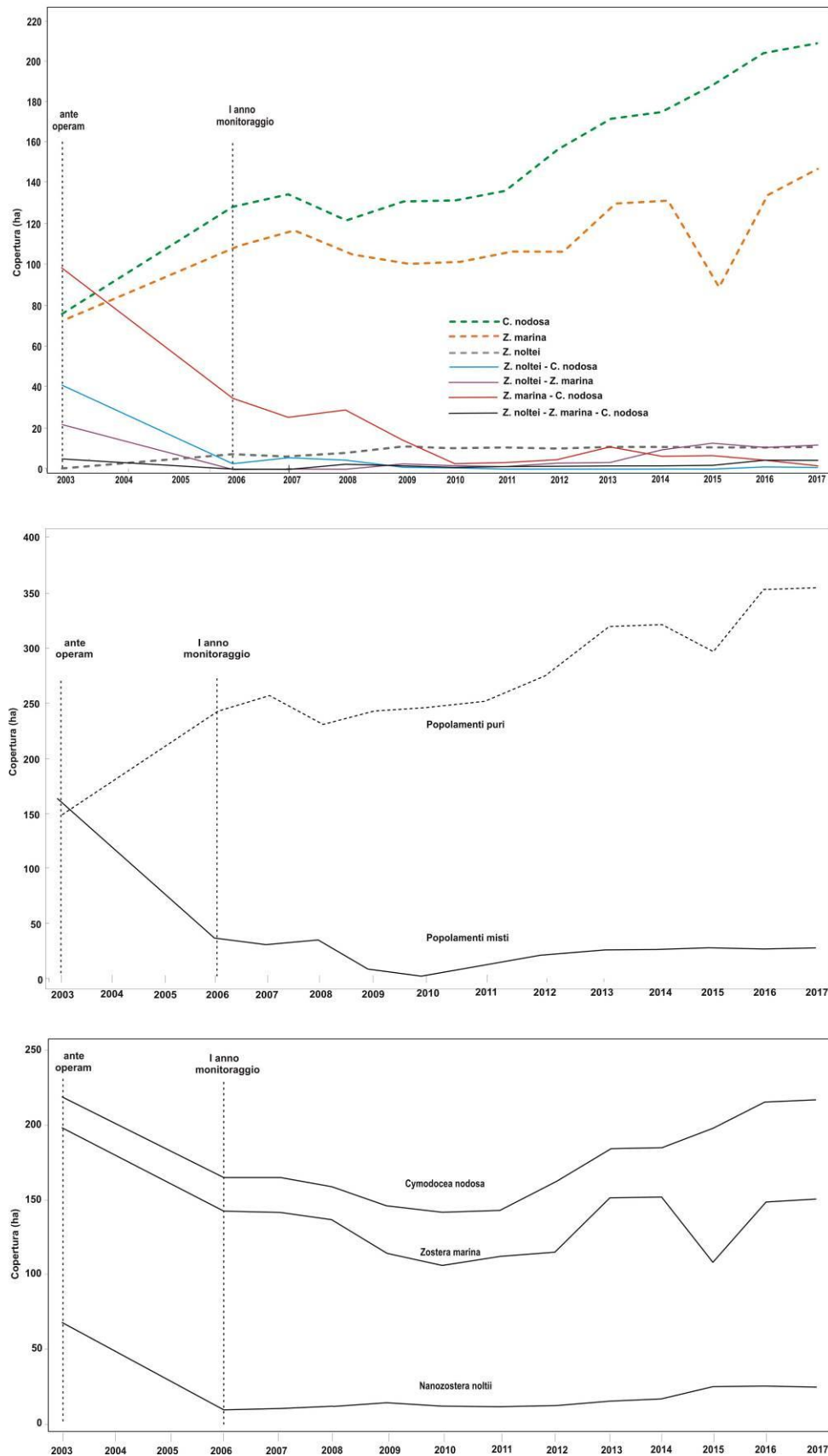


Figura 3.7. Bocca di porto di Chioggia: variazione delle coperture avvenute tra il 2003 e il 2017 per le diverse tipologie di praterie. Nessun rilievo è stato eseguito nel 2004 e nel 2005 per questa bocca di porto.

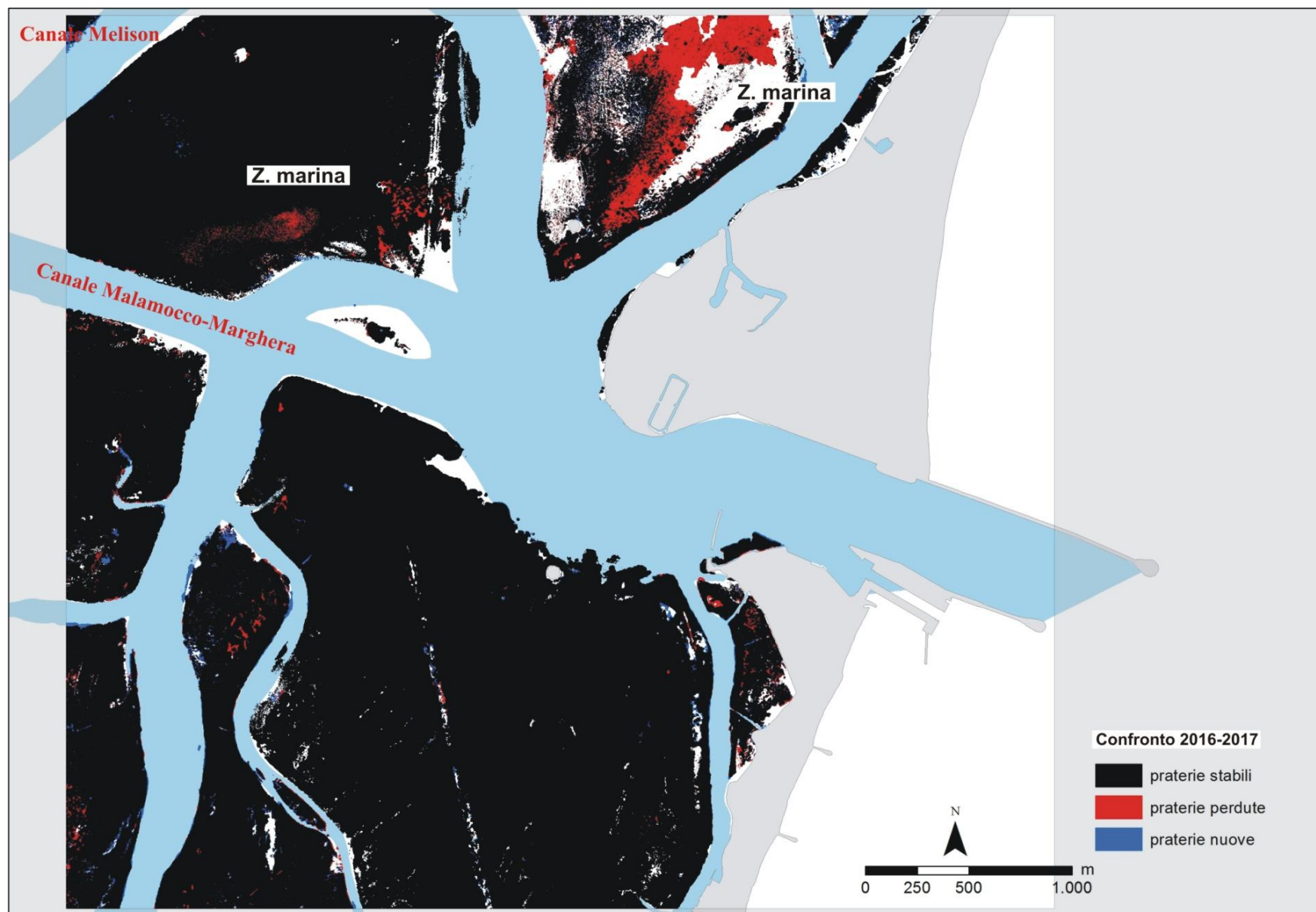


Figura 3.8. Porto di Chioggia: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2016 e il 2017.

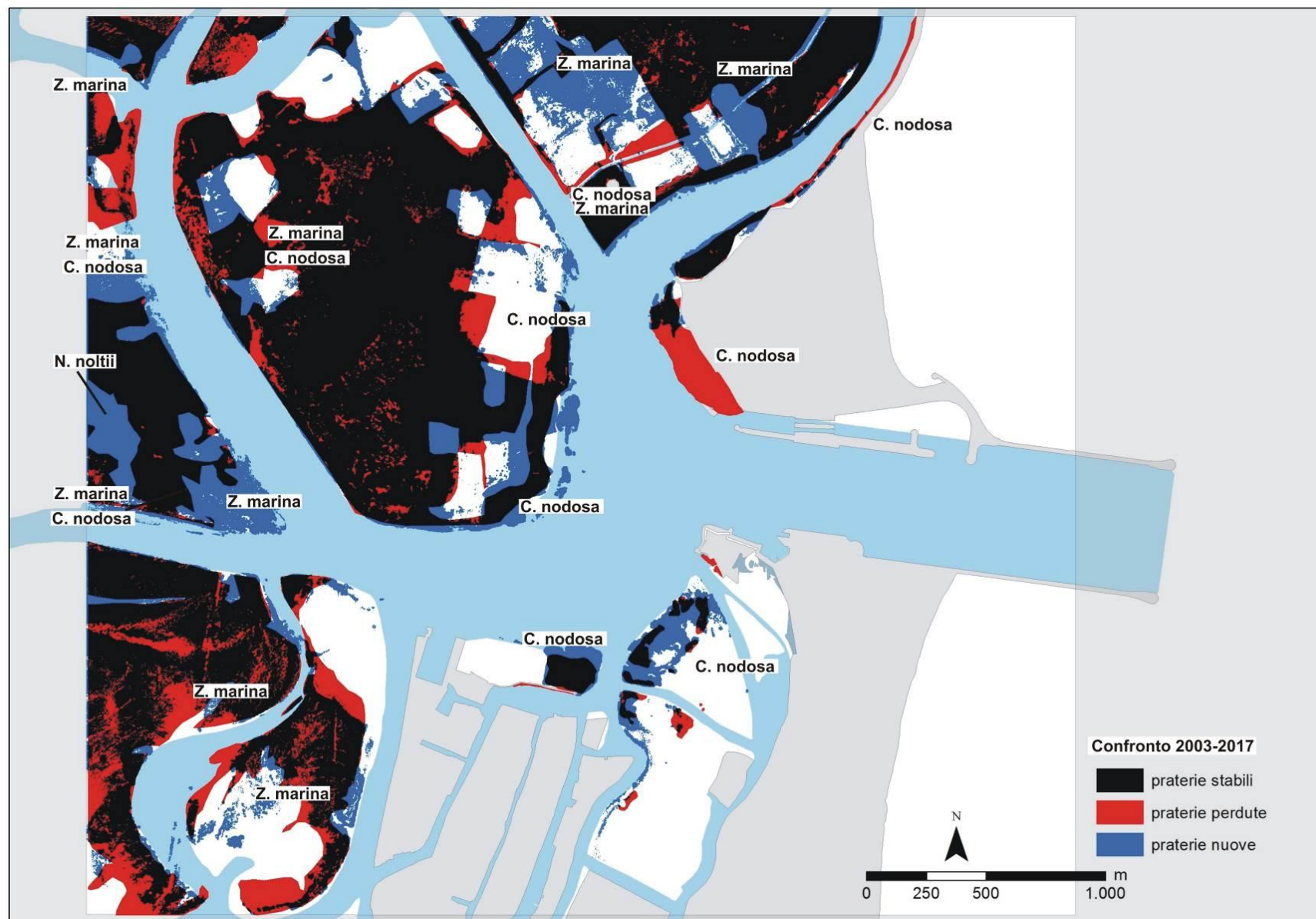


Figura 3.9. Porto di Chioggia: variazioni delle coperture a fanerogame marine tra il 2003 e il 2017.

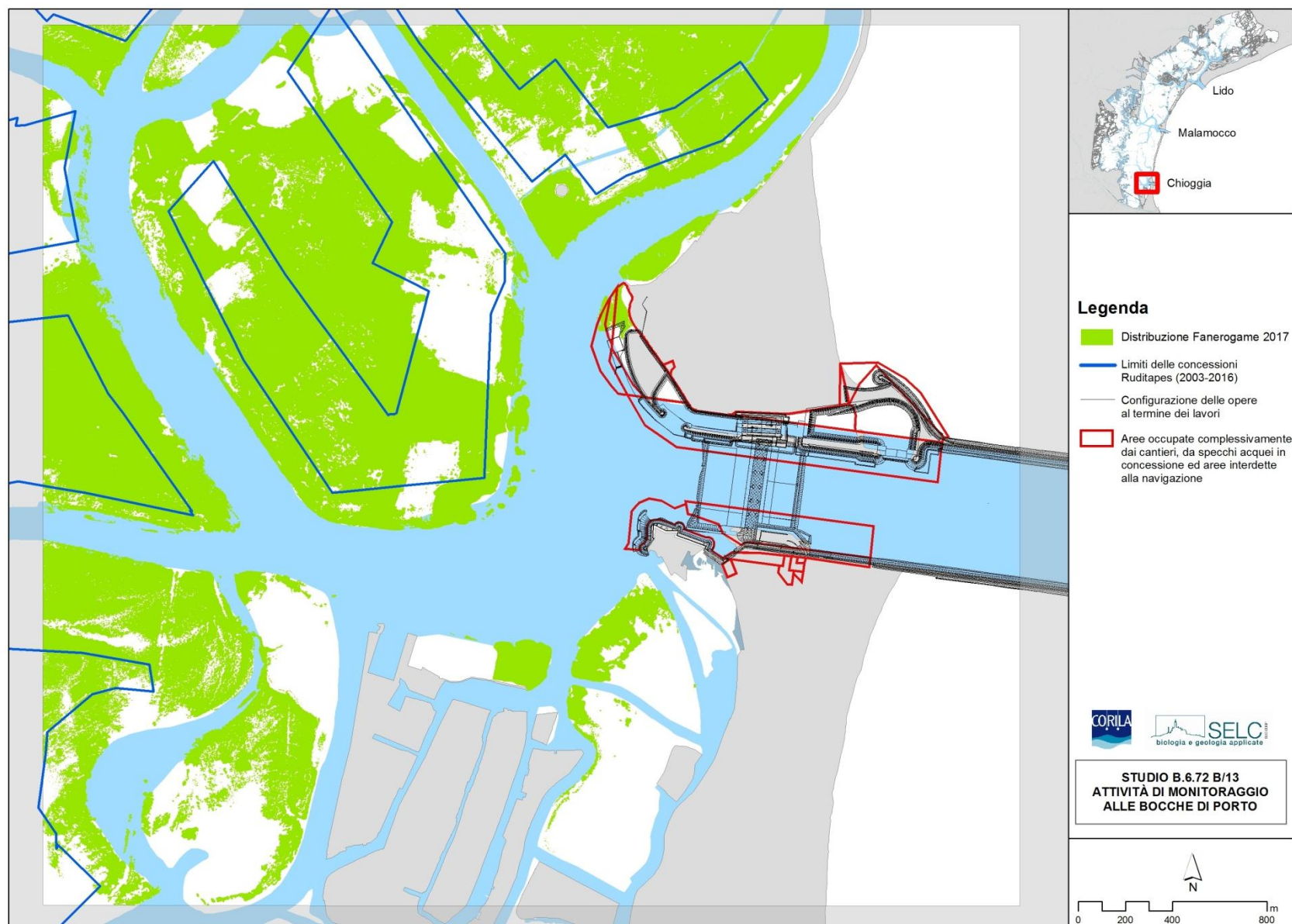


Figura 3.10. Perimetro delle aree di concessione per la coltivazione del *Ruditapes* e distribuzione delle fanerogame marine relativamente al 2017.

3.6 Analisi e valutazioni dei dati meteo-climatici

Numerosi lavori indicano come tra i principali fattori che controllano la crescita delle fanerogame ci siano la temperatura e la radiazione luminosa (Zharova *et al.*, 2001, 2008; Marbà *et al.*, 1996; Buia e Mazzella, 1991; Rasmussen, 1973). Considerando le specie presenti nella laguna di Venezia, esistono dati e valutazioni di questi parametri soprattutto per la temperatura dell'acqua per *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina* che, nelle aree di bocca oggetto del monitoraggio, costituiscono le praterie maggiori per estensione.

Lavori specifici per la laguna di Venezia che si basano su modelli matematici (Zharova *et al.*, 2001, 2008) indicano come il fattore fisico che maggiormente controlla lo sviluppo di queste due rizofite (*Cymodocea* specie tropicale e *Zostera* specie tipicamente mediterranea-atlantica) sia la temperatura e, solo secondariamente, la radiazione luminosa, che sembra intervenire prevalentemente sui cicli stagionali.

Il confronto con lavori relativi all'ambiente marino (Terrados e Ros, 1992; Mazzella *et al.*, 1993; Pérez e Romero, 1994) indicano come le dinamiche di crescita negli ambienti di transizione, ed in particolare nelle lagune del nord Adriatico, siano più accentuate. La causa può essere ricercata nella maggiore disponibilità di nutrienti, nella minore profondità dei fondali e negli effetti più accentuati degli eventi meteo-climatici.

La morfologia delle aree di transizione e la minore inerzia del corpo idrico, dovuta soprattutto alla ridotta profondità, rendono questi ambienti più soggetti alle variazioni di temperatura e della radiazione solare e più esposti ad eventi meteo-marini (venti, correnti) che possono ripercuotersi, anche con dinamiche molto rapide, sulla componente biologica (es. forti venti di bora o di scirocco possono indurre una riduzione della densità o una modifica della fisionomia delle praterie e dell'apparato fogliare, variando, di conseguenza, anche l'epifitismo).

Oltre ai fattori di natura antropica (tabella 3.1), tra le principali cause della scomparsa repentina delle fanerogame marine sono ampiamente riportati in letteratura a) gli eventi meteo-marini tipo "storm" che determinano variazioni dei fondali, scalzamento e processi di sedimentazione e b) le elevate temperature estive che coinvolgono soprattutto le specie più sensibili, *Zostera marina* e *Zostera noltei* (Van der Graaf *et al.*, 2009; Cardoso *et al.*, 2008; Dolch e Reise, 2009). Quest'ultima, se i fenomeni sono di elevata intensità, ne può risentire in modo particolare perché colonizza anche i substrati che emergono durante le basse maree.

In questa sezione viene esaminato l'andamento annuale di tre fattori meteoroclimatici che possono incidere sulle dinamiche delle fanerogame marine: 1) la temperatura dell'acqua, poiché vivono immerse, 2) la temperatura dell'aria, perché in alcuni siti (soprattutto Lido) durante le basse maree si verificano, per talune specie, parziali e momentanee emersioni, 3) la radiazione solare, dal momento che queste piante acquatiche svolgono i processi fotosintetici.

I dati orari o giornalieri rilevati dal 2003 al 2017, misurati dalla strumentazione disponibile di anno in anno per i parametri radiazione solare (Istituto Cavanis - ARPAV), temperatura acqua (Punta Salute - Comune Venezia, dati centro maree) e aria (sonda Meda bocca di Malamocco, stazione Malamocco Laguna di MAV-CVN) sono stati riorganizzati per medie mensili per confrontarne i trend annuali (figura 3.11). Per una migliore comprensione dei grafici, i dati sono esplicitati come valori medi mensili del 2003 (*ante operam*), del periodo 2004-2015 (periodo che comprende gran parte gli anni del monitoraggio) e dei monitoraggi del 2016 e 2017.

Per la valutazione di possibili effetti di questi parametri sulle dinamiche delle fanerogame marine rispetto allo studio di riferimento B.6.78/I, è opportuno ricordare che, degli ultimi 30 anni, il 2002 è stato quello con le maggiori precipitazioni e il 2003, anno dello studio *ante operam*, uno dei più caldi in assoluto (MAG. ACQUE - SELC, 2005d), non solo a livello locale, ma anche a livello europeo, con effetti sulla distribuzione delle fanerogame marine segnalati in lavori del Mar Baltico,

dell'Olanda e del Portogallo (Reusch *et al.*, 2005; Cardoso *et al.*, 2008, Van der Graaf *et al.*, 2009).

Riguardo ai trend della temperatura dell'aria del 2017, si evidenziano valori di un certo rilievo superiori o inferiori ai trend dei precedenti anni rispettivamente nei mesi di gennaio e di marzo, mentre quelli di fine anno, seppur inferiori alle medie già osservate, lo sono solo parzialmente. Nella prima parte dell'anno, in gennaio la media della temperatura è inferiore ai dati già osservati per un range che varia $-2,8^{\circ}\text{C}$ a $-3,2^{\circ}\text{C}$ mentre in marzo è risultata superiore da $+1,6^{\circ}\text{C}$ a $+1,8^{\circ}\text{C}$. Nella parte terminale dell'anno le temperature, anche se di poco, sono apparse inferiori ai valori precedenti monitoraggi (da $-3,9^{\circ}\text{C}$ rispetto al 2016 a $-1,4^{\circ}\text{C}$ in settembre; da $-1,3^{\circ}\text{C}$ a $-1,5^{\circ}\text{C}$ in novembre). Riguardo agli andamenti termici nei mesi più significativi per le dinamiche delle fanerogame, da primavera inoltrata sino all'estate, i valori risultano allineati alla media del periodo 2004-2015. Nel complesso dell'anno, si tratta di valori che ragionevolmente non implicano variazioni sulle dinamiche delle fanerogame marine, considerando che sono stati registrati in periodi di stasi invernale (gennaio e marzo) o al termine della stagione.

Per la temperatura dell'acqua, che rispetto all'aria presenta una maggiore inerzia alle variazioni, i trend osservati nell'anno appaiono in parte simili, soprattutto nella prima parte dell'anno. In gennaio risultano pari a $-2,1^{\circ}\text{C}$ rispetto al 2016 e $-3,8^{\circ}\text{C}$ rispetto al 2003 mentre in marzo i valori termici tornano superiori da $+2,1^{\circ}\text{C}$ a $+2,5^{\circ}\text{C}$ rispetto ai precedenti anni di monitoraggio e del controllo del 2003. Nei rimanenti mesi dell'anno, e in particolare in quelli che interessano le dinamiche di sviluppo delle fanerogame, i valori termici dell'acqua rientrano nei range osservati nei precedenti anni. Le basse temperature invernali di gennaio non hanno manifestato effetti negativi nelle aree oggetto di monitoraggio, mentre hanno portato al congelamento delle acque nelle aree più confinate della laguna (laguna a nord delle barene di Burano e Torcello) oggetto di ripopolamento nell'ambito del programma Life "SeResto". Il congelamento dei fondali ha portato all'eradicazione da parte del ghiaccio di ampie praterie emergenti a bassa marea e un ritardo della ripresa primaverile di ben due mesi. In talune aree la ricolonizzazione è avvenuta solo per il germogliamento dei semi trattenuti dai sedimenti mentre le piante adulte sono andate perdute.

La radiazione solare nei mesi invernali ha segnato valori più bassi rispetto a quelli già osservati in febbraio mentre, al contrario, sono risultati superiori in agosto. Nei rimanenti mesi, valori di poco esterni ai range già osservati si hanno anche in gennaio e in aprile (superiori) e in settembre (inferiori). Considerando l'area di interesse del monitoraggio e le batimetrie dei fondali, i valori osservati non hanno inciso significativamente sulle dinamiche delle fanerogame considerando che si sono verificati in periodi dell'anno non di primaria rilevanza per la fenologia delle praterie.

In relazione a quanto osservato nel 2017, si rileva che, pur con dei valori anomali meteo-climatici rispetto ai precedenti anni di interesse per il monitoraggio, i parametri esaminati risultano comunque tendenzialmente nei range già osservati nei mesi più significativi per lo sviluppo delle fanerogame e dei loro processi vitali (es. sviluppo dei semi, ecc.).

Considerando poi che le tre aree di bocca di porto presentano un'inerzia certamente superiore a quella delle aree di gronda lagunare dove per valori di salinità e minori batimetrie si possono verificare anche gelate, i valori esterni ai range o al limite di quelli già osservati, possono aver solo rallentato parzialmente la ripresa vegetativa o lo sviluppo estivo, ma non inciso sulle loro dinamiche di sviluppo.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

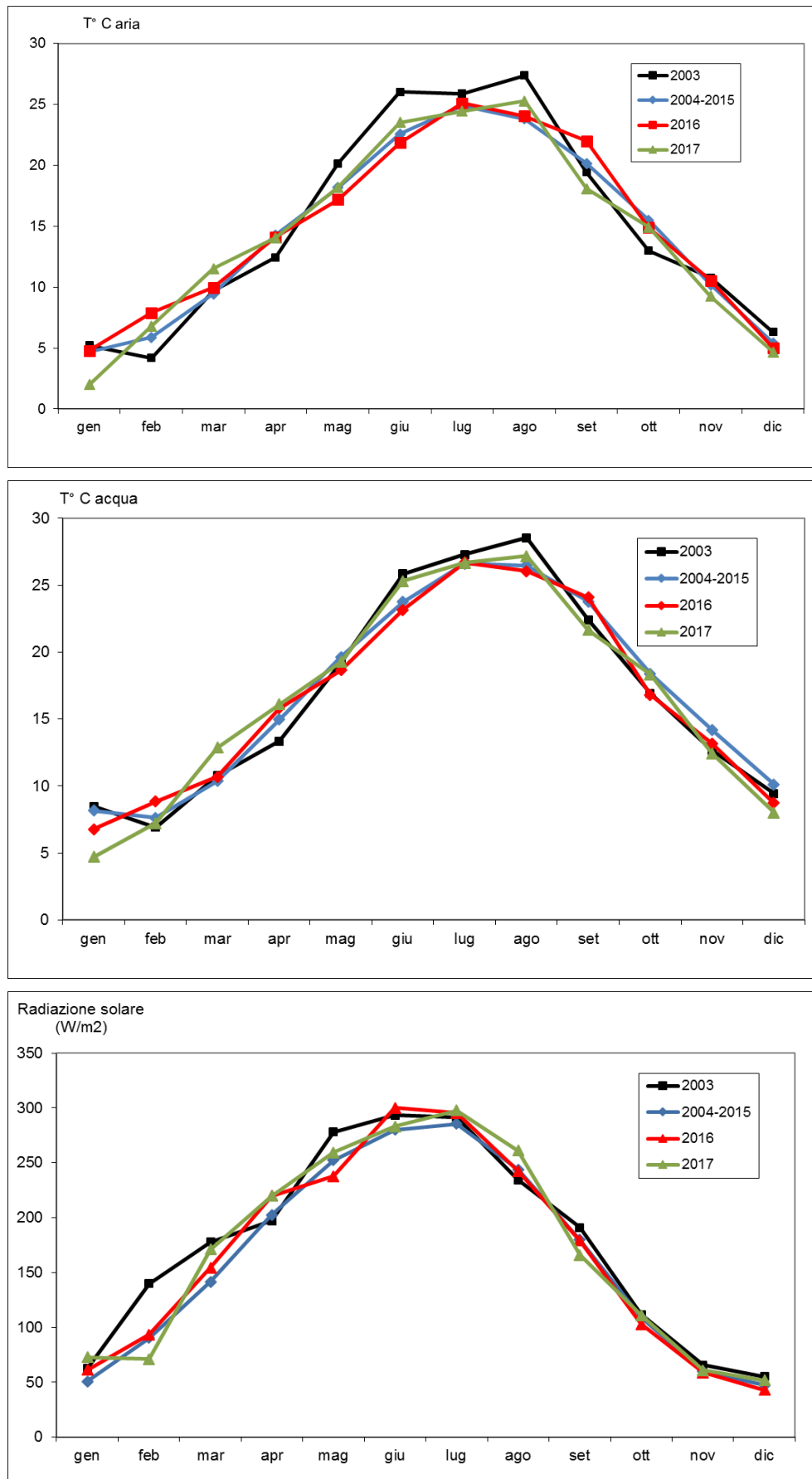


Figura 3.11. Valori medi mensili di alcuni parametri meteo-climatici (temperatura aria, temperatura acqua e radiazione solare). Le medie del 2003, del periodo 2004-2015 e del 2016 sono confrontate con quelle del 2017.

4 CONSIDERAZIONI FINALI

L'analisi generale dei risultati dello Studio B.6.72 B/13 relativi all'**estensione delle praterie** ha evidenziato un trend espansivo comune a tutte le bocche di porto, che con modalità più o meno marcate si manifesta da alcuni anni.

Nella bocca di porto di **Lido**, l'estensione delle praterie ha segnato un incremento rispetto al precedente anno (+5,0 ha), al 2015 (+64,1 ha) e ancor più evidente rispetto al monitoraggio *ante operam* 2003 (+139,4 ha). Le dinamiche distributive del 2017 confermano, anche se con un rallentamento, la regolare espansione delle praterie in corso, oramai, da 5-6 anni, in particolare sui fondali ad est e a nord-est della nuova isola posta al centro della bocca di porto, ad opera di *Cymodocea nodosa* e di *Zostera noltei*. Analizzando le praterie pure che rappresentano la totalità delle praterie della bocca, rispetto al 2016 *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina* hanno sostanzialmente mantenuto i loro areali, mentre *Zostera noltei* appare ancora in fase espansiva; gli ultimi 3-4 anni sono stati comunque segnati da una marcata espansione, nel settore del Bacan, sia di *Cymodocea nodosa* (incremento medio di circa 10 ha/anno), che di *Zostera noltei* (incremento medio di circa 20 ha/anno), specie che ha ampiamente ricolonizzato i fondali che risultavano occupati nella mappatura del 1990.

Zostera marina, pur essendo da sempre scarsamente diffusa in questa bocca (tra praterie miste e pure rappresenta circa il 5%) negli ultimi anni ha colonizzato aree non idonee alle altre due specie, su battenti medio-alti ai margini dei canali di S. Erasmo, Passaora e Tresso, su fondali più fangosi. Sui fondali del Bacan, la presenza permane limitata, a spot di pochi metri o ciuffi sparsi, spesso frammista a *Zostera noltei*, in avvallamenti dove l'acqua permane anche durante la bassa marea. Tale dinamica espansiva è confermata anche dalle condizioni osservate in campo, per l'assenza di fenomeni anossici o di degradazione diretti o associati a proliferazioni algali, come pure l'assenza di perdite causate da interventi antropici da ricondurre alle opere alle bocche o ad altri interventi.

Per quanto riguarda l'intervento di ripristino ambientale eseguito mediante il trapianto meccanizzato di fanerogame marine, dopo lo smantellamento dell'isola artificiale temporanea per la perforazione della teleguidata Lido-Arsenale (PROVV.OO.PP. - CORILA, 2018), i parametri rilevati durante il monitoraggio al termine della seconda stagione vegetativa descrivono un decorso positivo, sia nelle due aree di espianto, che in quella di impianto. Per le specie di interesse della Direttiva Habitat si riconferma sia l'elevata diffusione e buon stato del mollusco bivalve *Pinna nobilis*, sia delle specie ittiche che appaiono in linea con quanto osservato nella fase *ante operam* e di corso d'opera.

Nella bocca di porto di **Malamocco**, il 2017 si distingue per una sostanziale stabilità delle praterie (+3,2 ha) rispetto al 2016, contraddistinte da un live incremento di *Cymodocea nodosa* (+5,8 ha) e regressione per *Z. marina* (-1,8 ha). Rispetto alla fase *ante operam*, le praterie nel 2017 confermano areali, tra puri e misti, superiori di 98,5 ha. Rispetto ai controlli *ante operam*, considerando sia le praterie pure che miste, si rilevano incrementi soprattutto per *Cymodocea nodosa* (+128,0 ha) e per *Zostera marina* (+130,1 ha), divenuta rilevante con praterie pure, soprattutto negli ultimi anni. Come osservato negli ultimi anni, le praterie a *Zostera marina* sono comunque soggette a marcate oscillazioni di copertura risentendo più delle altre specie degli eventi meteo-climatici (elevate temperature estive), ma mostrando al contempo una rapida capacità di ricolonizzazione, in assenza di cause negative antropiche, grazie al forte impulso che tale specie dà alla riproduzione con semi. *Zostera noltei*, che rimane sempre una specie poco diffusa nella bocca, soprattutto per la mancanza di fondali adeguati (in particolare per la batimetria), è presente solamente a ridosso di S. Pietro in Volta e S. Maria del Mare. Il quadro positivo della bocca di Porto di Malamocco è anche confermato dallo stato generale osservato, apparso sempre ottimale per le tre specie, con l'assenza di fenomeni anossici o di degradazione diretti o associati a proliferazioni algali. Anche le perdite

causate da interventi antropici, da ricondurre alle opere alle bocche o ad altri interventi, sono nulle da anni.

Nel 2017 la bocca di porto di **Chioggia** ha seguito il medesimo trend della bocca di porto di Malamocco e di Lido, evidenziando un lieve incremento rispetto al precedente monitoraggio del 2016 (+7,9 ha). L'aumento osservato è da ricondurre alle praterie pure a *Zostera marina* e *Cymodocea nodosa*, mentre si rileva una sostanziale stabilità per quelle a *Zostera noltei* (-1,2 ha). Il rilievo ha evidenziato coperture complessive di 380,5 ha, superiori oltre che a quelle del 2016 anche a quelle del 2003 (+65,9 ha) e del 2015 (+66,0 ha). Il confronto tra il 2016 e il 2017 rileva come le variazioni, tra perdite e nuove colonizzazioni, siano complessivamente positive e di carattere diffuso. Nel settore centro-nord della bocca, le variazioni sono da ricondurre principalmente alla fanerogama *Zostera marina* e secondariamente a *Cymodocea nodosa*, ambedue all'interno o nelle vicinanze di aree di concessione per allevamento delle vongole. Le perdite osservate sono comunque bilanciate da ricolonizzazioni spesso sempre in aree dismesse o vicine alle concessioni. Il settore centro-sud della bocca di porto appare invece più legato alle dinamiche della fanerogama *Zostera marina* che, più delle altre, risente delle elevate temperature estive. A questo primo fattore si aggiunge poi la frequente presenza delle macroalghe del genere *Ulva* che, in questo settore della bocca, spesso danno origine ad accumuli nella fitta prateria a *Zostera marina*, determinando regressioni di areale o riduzioni di densità. Tali arretramenti, più volte segnalati nei precedenti monitoraggi, in assenza del ripetersi di eventi negativi, sono stati recuperati nell'arco di 1-2 anni, anche in virtù del forte impulso ricolonizzativo che tale specie ha con la riproduzione tramite semi.

Come registrato negli ultimi cinque/sei anni, per le praterie più esposte agli effetti degli interventi alle bocche (**aree delle opere e dei cantieri**), dopo la realizzazione delle strutture fisse completate nei primi anni, si registra nel 2017 un lieve incremento solo a Chioggia (+1,2 ha), che fa seguito ai minimi incrementi osservati già nel 2016 rispetto al 2015 (+1,1 ha a Lido, +0,1 ha a Malamocco). Nel confronto con la fase *ante operam*, nel 2017 le praterie nelle aree di pertinenza delle opere e dei cantieri si sono ridotte di 3,8 ha a Lido (rispetto ai 5,6 ha del 2003), di 2,6 ha a Malamocco (rispetto ai 3,0 ha del 2003) e di 5,5 ha a Chioggia (rispetto ai 7,2 ha del 2003). Nelle aree di pertinenza delle opere le perdite sono una diretta conseguenza della realizzazione delle opere in progetto, mentre nelle aree in consegna ai cantieri le perdite sono dovute alle attività collegate agli interventi: opere accessorie (piarde), movimentazione di massi, smantellamento di parti dei moli, interventi di ripristino e transito di mezzi con impatto sul fondale.

In relazione alle dinamiche intercorse tra il 2003 e il 2017 nelle praterie delle tre bocche di porto, si può dire che:

- a Lido si è verificato un incremento degli areali (+139,4 ha). I processi erosivi osservati negli ultimi anni sul margine della prateria lungo un tratto del Canale di S. Nicolò si sono interrotti. Sui fondali del Bacan, tra il Canale di Treporti e l'isola di S. Erasmo, evidente appare l'incremento di areale di *Cymodocea nodosa* e, più recentemente, di *Zostera noltei*. Nell'area oggetto del monitoraggio le perdite principali di areali, anche se limitate, rimangono comunque collegate ad interventi connessi alle opere (impronta delle opere) e ad altri indirettamente collegati all'opera in realizzazione (ripristino barene, isola teleguidata, ecc.). Perdite di areali sono stati rilevate anche per opere antropiche non connesse all'intervento oggetto di monitoraggio (es. darsena zona S. Elena);
- a Malamocco, pur con gli andamenti oscillanti delle praterie a *Zostera marina*, si registra comunque un bilancio positivo degli areali a fanerogame rispetto al 2003 (+252,7 ha). Le praterie pure a *Cymodocea nodosa* e a *Zostera marina*, che rappresentano oltre il 95% delle coperture della bocca e che sono quindi le più significative per comprendere le dinamiche avvenute negli anni, risultano in forte incremento in confronto al 2003, rispettivamente per +280,0 ha e +130,1 ha. Il forte incremento di *Cymodocea nodosa* è in gran parte dovuto alla

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

trasformazione delle praterie miste in praterie pure, mentre per *Zostera marina* si tratta soprattutto della colonizzazione di nuovi fondali;

- anche nella bocca di porto di Chioggia si registra un incremento di praterie rispetto al 2003 (+65,9 ha). Da sempre, le dinamiche delle praterie di questa bocca sono per la maggior parte da correlare alle attività di allevamento nelle concessioni; considerando che il loro utilizzo non è uniforme e regolare, negli anni si osservano nelle loro vicinanze l'alternanza di fasi regressive e di colonizzazione da parte delle fanerogame. Come per la bocca di Malamocco, rispetto al 2003, *Cymodocea nodosa* e *Zostera marina* si sono avvantaggiate della trasformazione delle praterie miste in pure, con incrementi rispettivamente di +134,5 ha per la prima e +71,2 ha per la seconda. Non da meno, anche *Zostera noltei* si è in parte avvantaggiata di questa trasformazione, con un incremento di praterie pure pari a +9,6 ha rispetto alla fase *ante operam*.

In conclusione, nelle tre bocche di porto, a fronte degli incrementi di copertura osservati al di fuori delle aree interessate dagli interventi, le superfici perdute a causa dei cantieri e delle opere appaiono nel complesso limitate. Ad eccezione della riduzione dell'epifitismo, la cui causa non è stata ancora accertata, ma sulla quale sono state avanzate alcune ipotesi, non è mai stata evidenziata alcuna specifica relazione di causa-effetto con le opere in realizzazione.

In accordo con le conclusioni dei progetti MOVECO 1 e MOVECO 2 (Piano di Monitoraggio per la definizione dello Stato Ecologico della Laguna di Venezia, ai sensi della direttiva 2000/60/CE e del D. Lgs. 152/2006) e sulla base dei più recenti aggiornamenti della distribuzione delle praterie a fanerogame a livello lagunare (Curiel *et al.*, 2017) o tuttora in corso (PROVV.OO.PP. - SELC - KOSTRUTTIVA, 2016), si può affermare che le bocche di porto, come le aree lagunari più interne, evidenziano un sensibile miglioramento delle condizioni ecologiche rilevabile proprio dalla ricolonizzazione delle fanerogame in aree dove erano scomparse.

5 BIBLIOGRAFIA

- Benacchio N., 1938. Osservazioni sistematiche e biologiche sulle Zosteraceae dell'Alto Adriatico. *Thalassia*, 3: 1-41.
- Buia, M.C., Mazzella, L., 1991. Reproductive phenology of the Mediterranean seagrasses *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascher. and *Zostera noltii* Hornem. *Aquat. Bot.* 40, 343-362.
- Caniglia G., Borella S., Curiel D., Nascimbeni P., Paloschi F., Rismondo A., Scarton F., Tagliapietra D., Zanella L., 1990. Cartografia della distribuzione delle fanerogame marine nella laguna di Venezia. *Giorn. Bot. Ital.*, Vol. 124, (1): 212.
- Cardoso, P.G., Raffaelli, D., and Pardal, M.A., 2008. The impact of extreme weather events on the seagrass *Zostera noltii* and related *Hydrobia ulvae* population. *Mar Poll Bull* 56:483-492.
- Curiel D., Miotti C., Marzocchi M., 2008. Valutazioni generali sul fitobenthos degli affioramenti rocciosi del Nord Adriatico. Riunione scientifica annuale GRUPPO DI LAVORO "ALGOLOGIA" Abano Terme (Padova), 14-15 novembre 2008.
- Curiel D., Checchin E., Miotti C., Pierini A., Rismondo A., 2014. Praterie a fanerogame marine della laguna di Venezia – aggiornamento cartografico al 2010 e confronto storico. *Soc. Ven. Sc. Nat.*, 39: 55-66.
- Curiel D., Miotti C., Rismondo A., 2017. Le dinamiche distributive delle praterie a fanerogame marine delle bocche di porto. In *"Il controllo ambientale della costruzione del MOSE. 10 anni di monitoraggi tra mare e laguna di Venezia"*, P. Campostrini, C. Dabalà, P. Del Negro, L. Tosi (editors), CORILA.
- EC (2000) Council Directive for a Legislative Frame and Actions for the Water Policy, 2000/60/EC, Official Journal of the E.C. 22/12/2000.
- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, allegato IV (Specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa).
- Dolch T., Reise K., 2009. Long-term displacement of intertidal seagrass and mussel beds by expanding large sandy bedforms in the northern Wadden Sea. *Journal of Sea Research*, 63(2): 93-101.
- Duffy J.E., 2006. Biodiversity and functioning of seagrass ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 311: 233-250.
- Fonseca M.S., Uhrin A.V., 2009. The Status of Eelgrass, *Zostera marina*, as Bay Scallop Habitat: Consequences for the Fishery in the Western Atlantic. *Marine Fisheries Review*, 71(3): 20-33.
- Heck K.L. Jr, Orth R.J., 1980. Seagrass habitats: the roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and motile macroinvertebrate assemblages. In: Kennedy VS (ed) *Estuarine perspectives*. Acad emic Press, New York. Pp. 449-464.
- Hemminga M.A., Duarte C.M., 2000. *Seagrass ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 2000, 298 pp.
- Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SGS. 1991. Nuovi interventi per la salvaguardia di Venezia. Composizione delle comunità biologiche. 1a Fase. Rilievi sui popolamenti delle barene ed aree circostanti e sulla vegetazione dei bassifondi. Studio A.3.16. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 2002. Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2) - 2° stralcio triennale. Linea A: "Rilievo delle fanerogame marine in laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe". Rapporto sullo stato delle conoscenze. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 2003. Studio B.6.78/I - Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Mappatura di dettaglio delle fanerogame marine nell'area delle bocche di porto. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC, 2004. Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2) - 2° stralcio triennale. Linea A: "Rilievo delle fanerogame marine in Laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe". Rapporto di 2° anno sui risultati della mappatura. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 2005a. Attività di monitoraggio ambientale della laguna di Venezia. Esecutivo del 2° stralcio triennale (MELa2). Rilievo delle fanerogame marine in laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe. Attività A - Resocontazione finale della distribuzione della vegetazione acquatica sommersa (fanerogame marine e macroalghe) in laguna di Venezia (2002-2003-2004). Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 2005b. Attività di monitoraggio ambientale della laguna di Venezia. Esecutivo del 2° stralcio triennale (MELa2). Rilievo delle fanerogame marine in laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe. Rapporto finale delle attività di misura periodica delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 2005c. Studio B.6.78/I - Attività di monitoraggio alle bocche di porto - controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Misure delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine nell'area delle bocche di porto. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC - Consulente S. Ciavatta, 2005d. Attività di monitoraggio ambientale della laguna di Venezia. Esecutivo del 2° stralcio triennale (MELa2). Acquisizione ed ordinamento dei dati meteorologici di supporto. Terzo rapporto di aggiornamento dati meteorologici al 2004. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 2010. Monitoraggio di mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e delle macrofite. MELA 5 (2009-2011). Linea B - Macrofite. Rilievo della distribuzione e della copertura della vegetazione acquatica sommersa (mappatura). Rapporto Tecnico 1 (Rilievo del 2009). Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - SELC. 2011. Monitoraggio di mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e delle macrofite. MELA 5 (2009-2011). Linea B - Macrofite. Rilievo della distribuzione e della copertura della vegetazione acquatica sommersa (mappatura). Rapporto Tecnico 2 (Rilievo del 2010). Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2006-2011. Studio B.6.72 B/1-B/6 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporti Finali. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2012a. Studio B.6.72 B/7 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2012b. Studio B.6.72 B/7 - Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2013a. Studio B.6.72 B/8 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia (ora Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia) - CORILA. 2013b. Studio B.6.72 B/8 - Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Marbà N., Cebrian J., Susana E., Duarte C.M., 1996. Growth patterns of western Mediterranean seagrasses: species-specific responses to seasonal forcing. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 133, 203-215.

Marsh J.A., Dennison W.C., Alberte R.S., 1986. Effects of temperature on photosynthesis and respiration in eelgrass (*Zostera marina* L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 101: 257-267.

Mazzella L., Scipione M.B., Gambi M.C., Buia M.C., Lorenti M., Zupo V., Cancemi G., 1993. The Mediterranean seagrass system of *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa*. A comparative overview. MEDCOAST 93, November 2-5, 1993, Antalya, Turkey.

Moore K.A., Shields E.C., Parrish D.B., 2014. Impacts of varying estuarine temperature and light conditions on *Zostera marina* (eelgrass) and its Interactions with *Ruppia maritima* (widgeongrass). *Estuaries and Coasts*, 37 (1): 20-30.

Nejrup L.B., Pedersen M.F., 2008. Effects of salinity and water temperature on the ecological performance of *Zostera marina*. *Aquat. Bot.*, 88: 239-246.

Orth R.J., Heck K.L. Jr, Van Montfrans J., 1984. Faunal communities in seagrass beds: a review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships. *Estuaries*, 7:339-350.

Pérez M., Romero J., 1994. Growth Dynamics, Production, and Nutrient Status of the Seagrass *Cymodocea nodosa* in a Mediterranean Semi-Estuarine Environment. *Mar. Ecol.*, 15: 51-64.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2014a. Studio B.6.72 B/9 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2014b. Studio B.6.72 B/9 - Attività di analisi integrata dei risultati modellizzazione, campionamento fanerogame marine e torbidità. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia, 2015. OP 578 - Controllo dei processi idromorfologici e biologici dell'ecosistema intertidale della Laguna di Venezia ai sensi della Direttiva 2000/60/CE E DEL D.M. 260/2010. Disciplinare Tecnico. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2015a. Studio B.6.72 B/10 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2015b. Studio B.6.72 B/10 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: modelli di distribuzione dell'habitat per le praterie di fanerogame marine. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2016a. Studio B.6.72 B/11 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2016b. Studio B.6.72 B/11 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: modelli di distribuzione dell'habitat per le praterie di fanerogame marine. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2017a. Studio B.6.72 B/12 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: rilievi di dettaglio in praterie particolarmente esposte agli interventi di cantiere. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2017b. Studio B.6.72 B/12 - 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.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - CORILA. 2018. 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.

Provveditorato Interregionale alle OO. PP. del Veneto - Trentino Alto Adige - Friuli Venezia Giulia - SELC - KOSTRUTTIVA. 2016. OP 578. Controllo dei processi idromorfologici e biologici dell'ecosistema intertidale della Laguna di Venezia ai sensi della Direttiva 2000/60/Ce e del D.M. 260/2010. Attività B - Mappatura della vegetazione sommersa: aggiornamento della distribuzione delle praterie di fanerogame marine. Pianificazione Operativa. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Rasmussen E., 1973. Systematics and ecology of the Isefjord marine fauna (Denmark). *Ophelia*, 11: 1-495.

Reusch, T.B.H., Ehlers, A., Hämmerli, A. and Worm, B., 2005. Eco-system recovery after climatic extremes enhanced by genotypic diversity. *Proc Natl Acad Sci USA* 102: 2826-2831.

Rismondo A., Curiel D., Marzocchi M., Scattolin M., 1997. Seasonal pattern of *Cymodocea nodosa* biomass and production in the lagoon of Venice. *Aquat. Bot.*, 58: 55-64.

Scarton F., Curiel D., Rismondo A., 1995. Aspetti della dinamica temporale di praterie a fanerogame marine in laguna di Venezia. *Lavor. Soc. Ven. St. Nat.*, Vol 20: 95-102.

Simonetti G., 1973. I consorzi a fanerogame nel Golfo di Trieste. *Atti Ist. Ven. Sc. Lett. Arti.*, 131: 459-502.

Sfriso A., Facca C., 2007. Distribution and production of macrophytes in the lagoon of Venice. Comparison of actual and past abundance. *Hydrobiologia*, 577: 71-85.

Sfriso A., Buosi A., Facca C., Sfriso A.A., 2017 - Role of environmental factors in affecting macrophyte dominance in transitional environments: The Italian lagoons as a study case. *Mar. Ecol.*;00: e12414. <https://doi.org/10.1111/maec.12414>.

Tagliapietra D., Cornello M., Pessa G., Zitelli A., 1999. Variazioni nella distribuzione delle praterie a fanerogame marine presso la bocca di Porto del Lido (Laguna di Venezia). *Biol. Mar. Medit.*, Vol. 6 (1): 448-451.

Terrados J., Ros J.D., 1992. Growth and primary production of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in a Mediterranean coastal lagoon: the Mar Menor (SE Spain). *Aquat. Bot.*, 43: 63-74.

Vatova A., 1949. Caratteri di alcune facies bentoniche della Laguna veneta. *Nova Thalassia*, 1, (4): 3-14.

Van der Graaf S., Jonker I., Herlyn M., Kohlus J., Vinther H.F., Reise K., de Jong D., Dolch T., Bruntse G., de Vlas J., 2009. Quality Status Report 2009. Thematic Report No. 2. Seagrass. WADDEN SEA ECOSYSTEM No. 25. Common Wadden Sea Secretariat. Trilateral Monitoring and Assessment Group. <http://www.waddensea-secretariat.org/>

Zharova N., Sfriso A., Voinov A., Pavoni B., 2001. Simulation model for the annual fluctuation of the Eelgrass (*Zostera marina*) biomass in the Venice lagoon., *Aquatic Botany*, 70: 135-150.

Zharova N., Sfriso A., Pavoni B., Voinov A. 2008. Analysis of annual fluctuations of *C. nodosa* in the Venice lagoon: a modelling approach, *Ecological Modelling*, 216: 134-144.

APPENDICE: MAPPATURE

Vengono di seguito riportate le mappature relative alle tre bocche di porto.

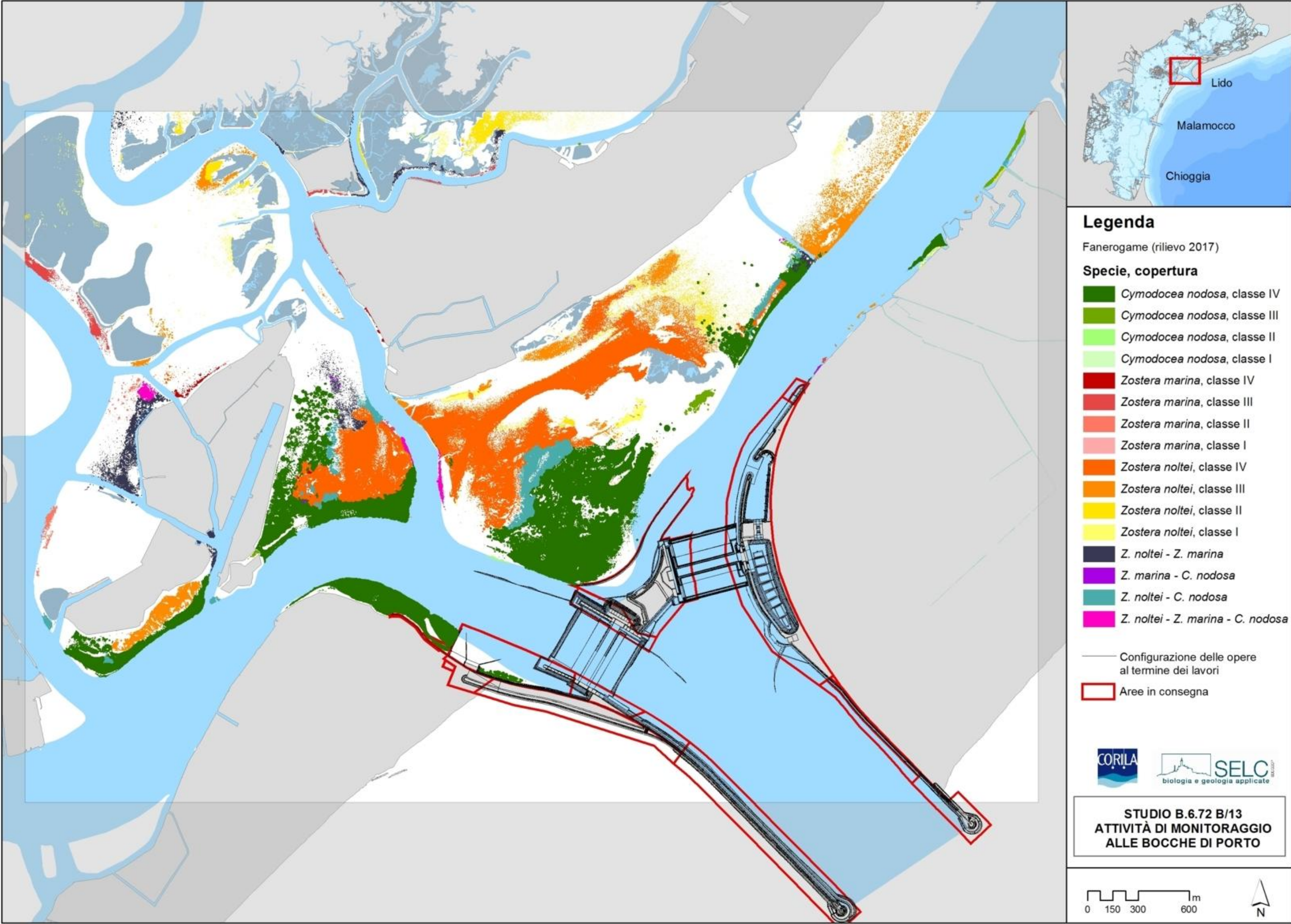


Figura A.1. Mappatura relativa al 2017 della bocca di porto di Lido.

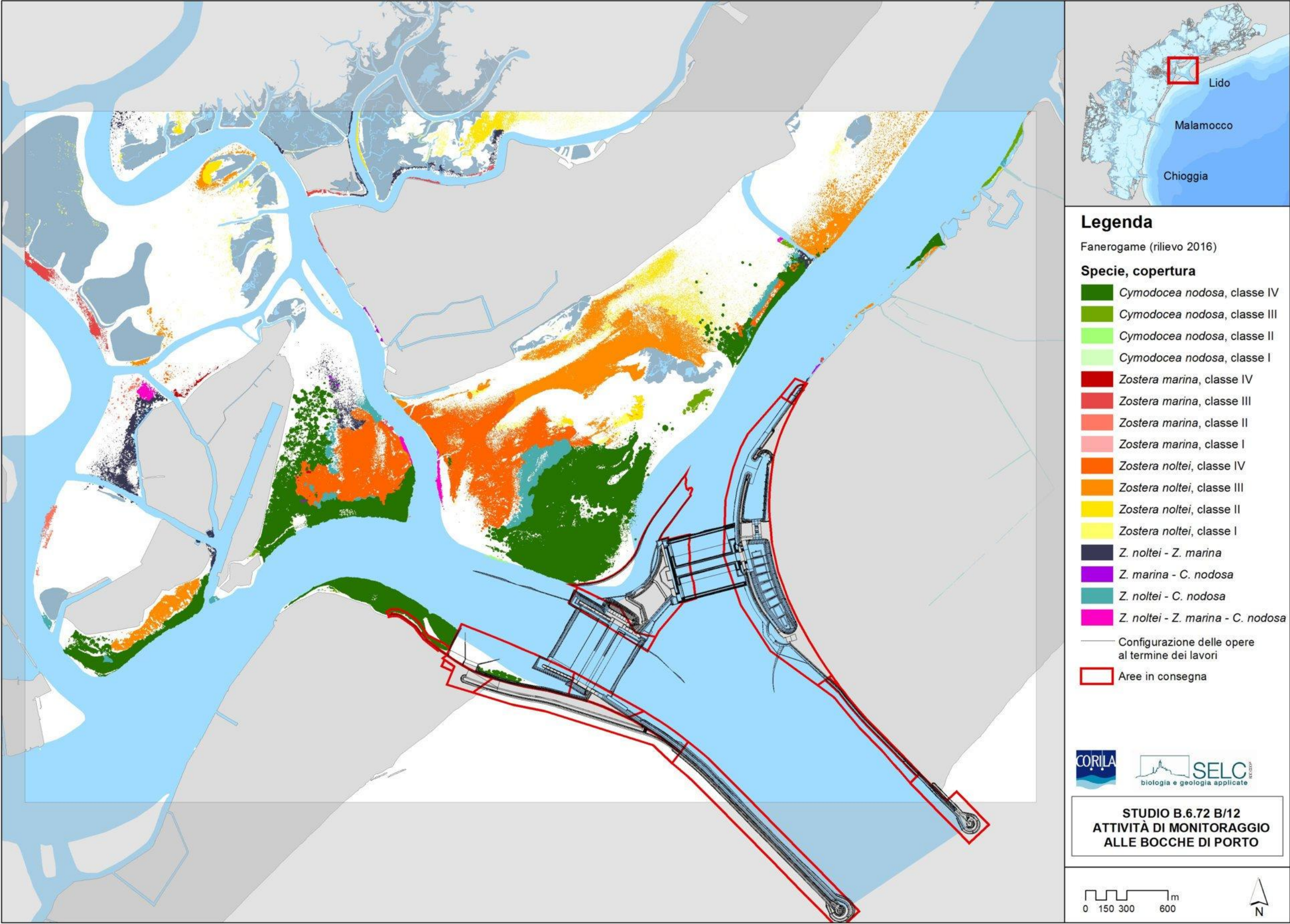


Figura A.2. Mappatura relativa al 2016 della bocca di porto di Lido.

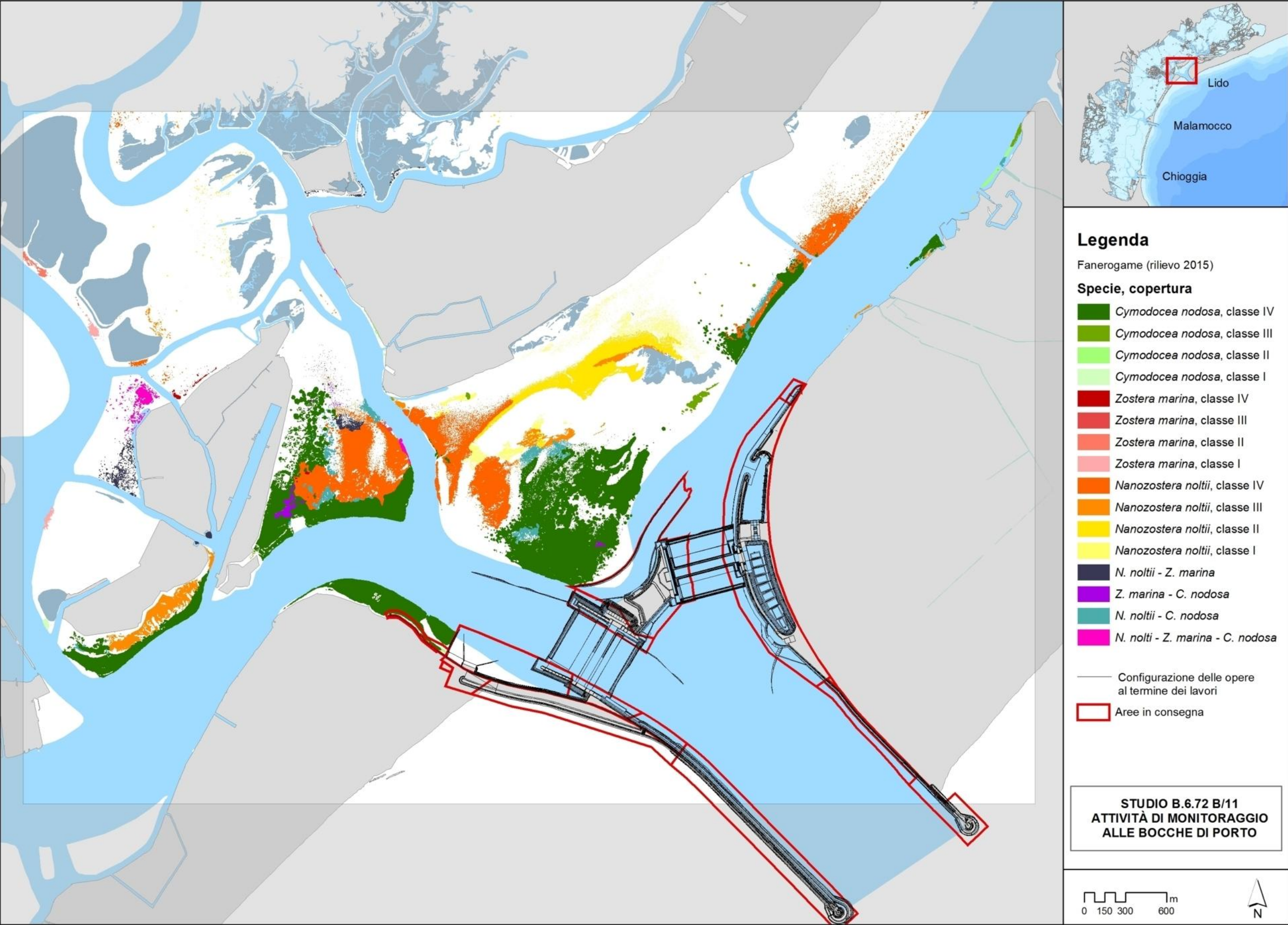


Figura A.3. Mappatura relativa al 2015 della bocca di porto di Lido.

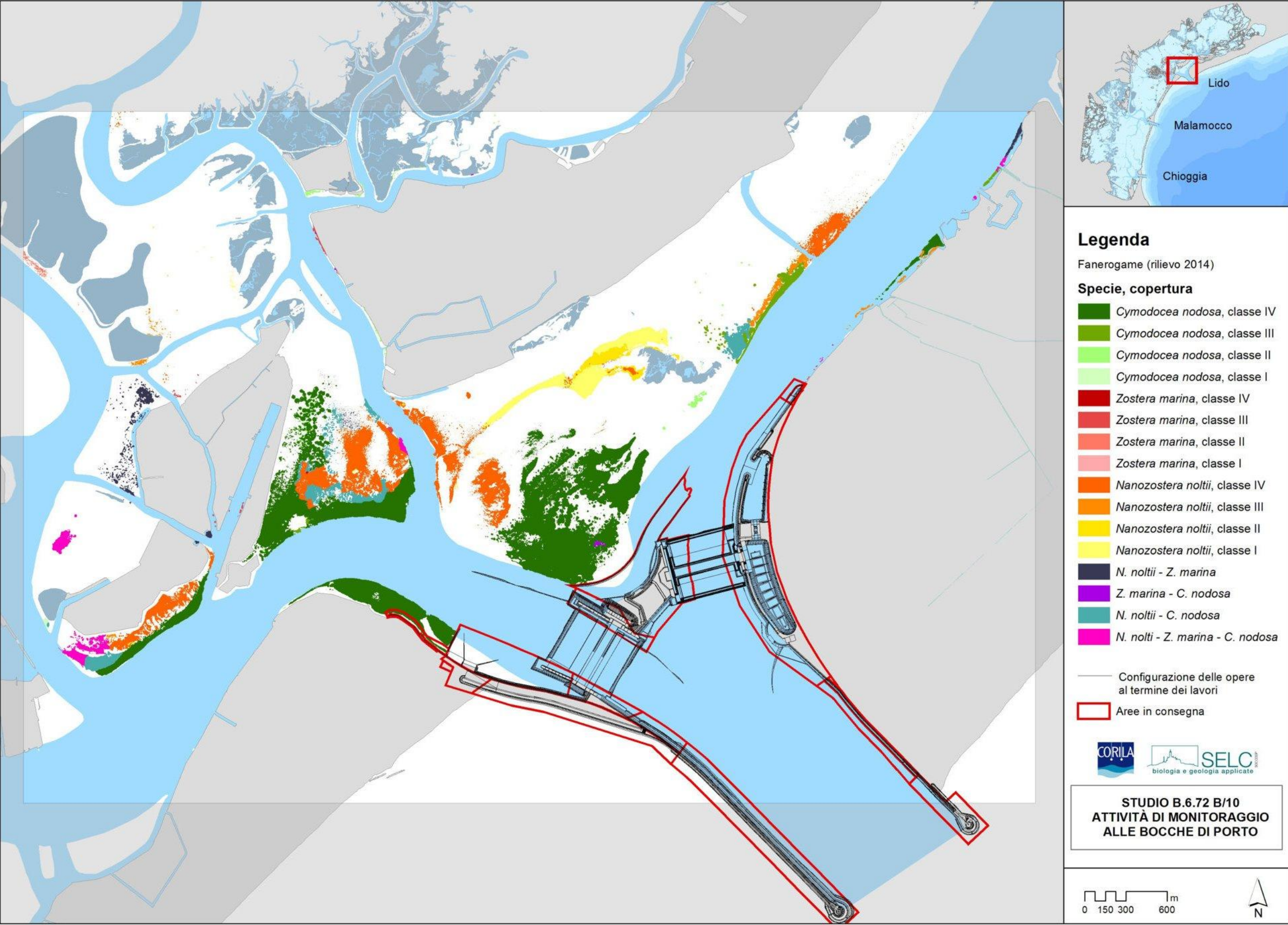


Figura A.4. Mappatura relativa al 2014 della bocca di porto di Lido.

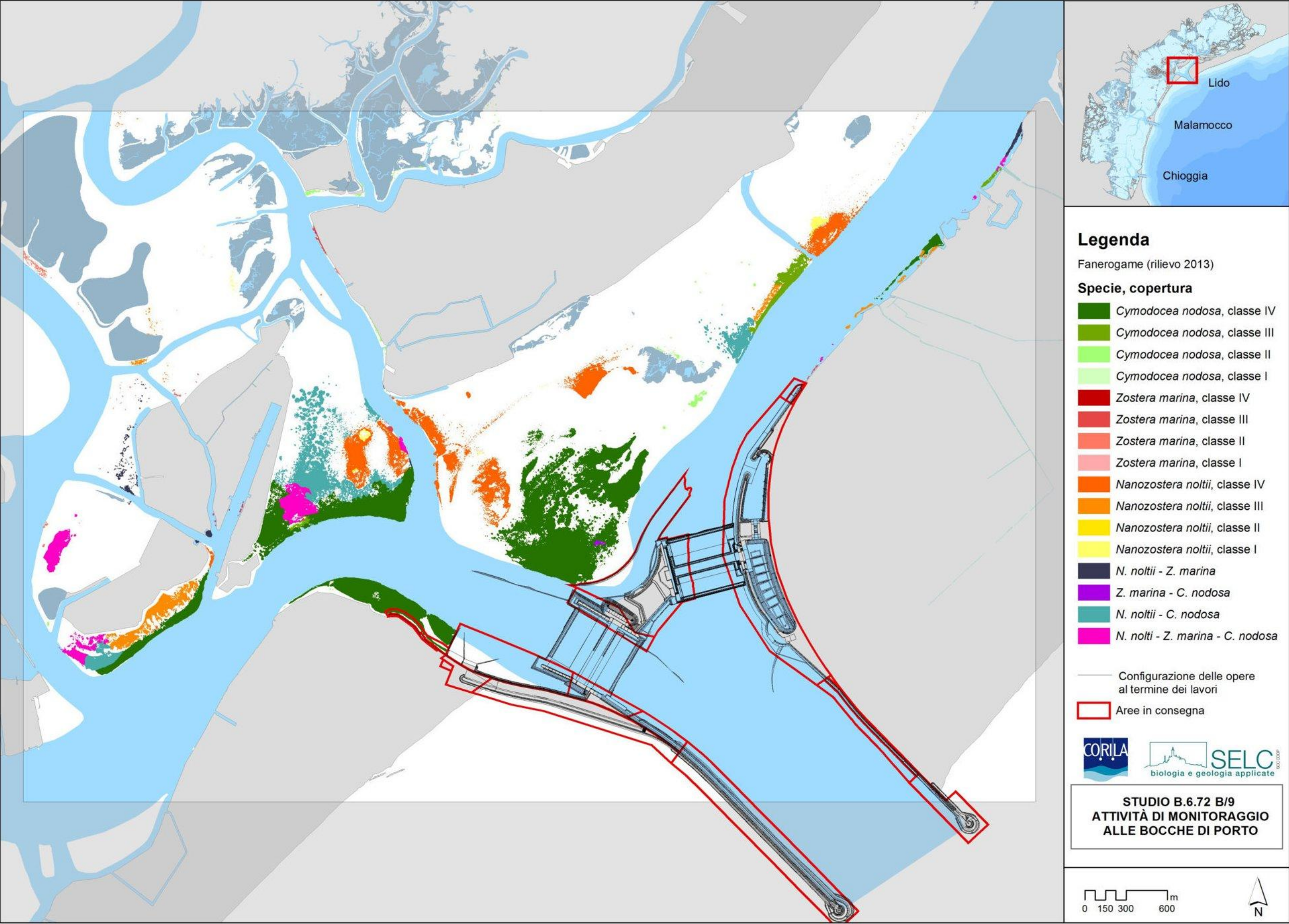


Figura A.5. Mappatura relativa al 2013 della bocca di porto di Lido.

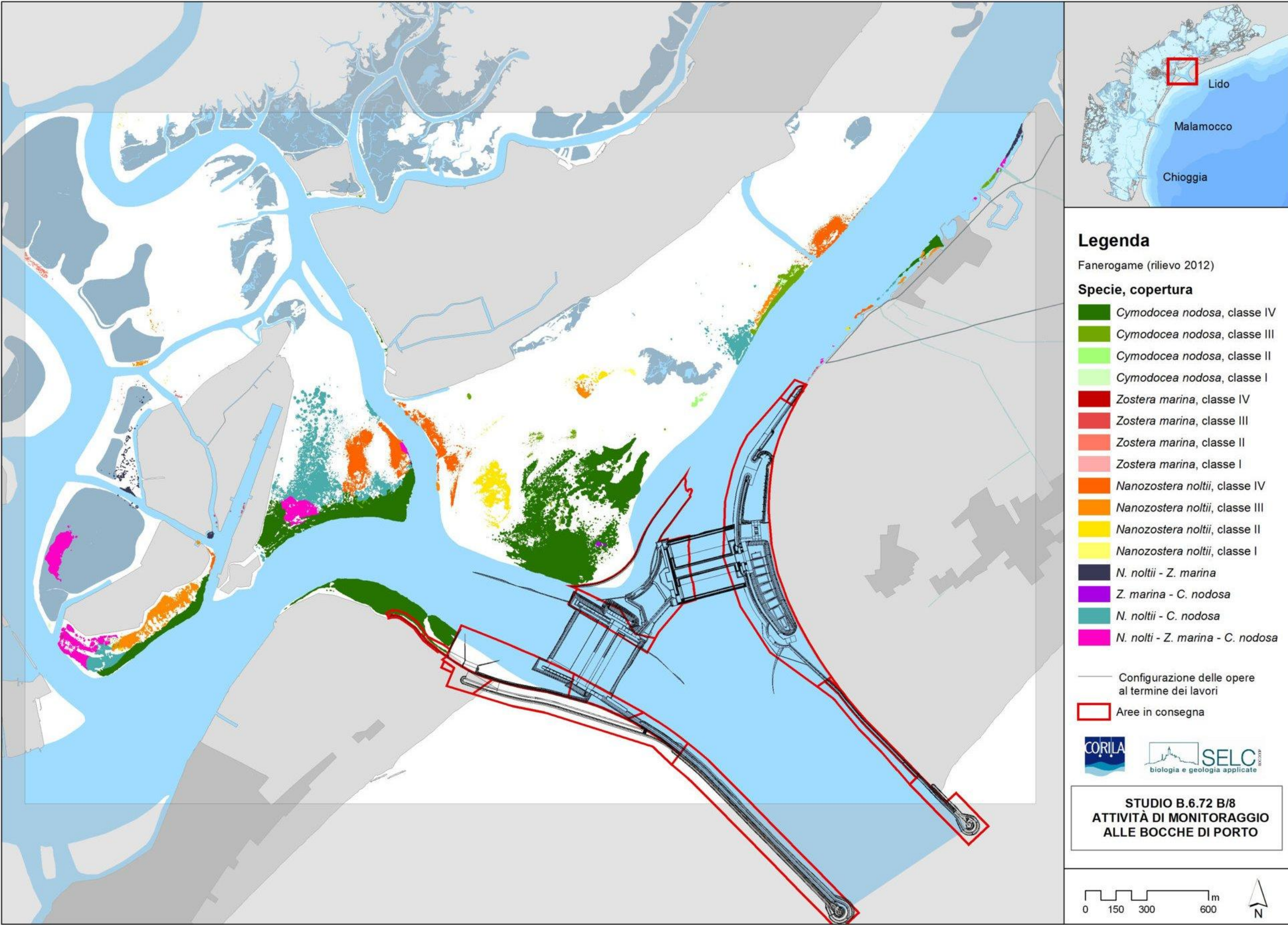


Figura A.6. Mappatura relativa al 2012 della bocca di porto di Lido.

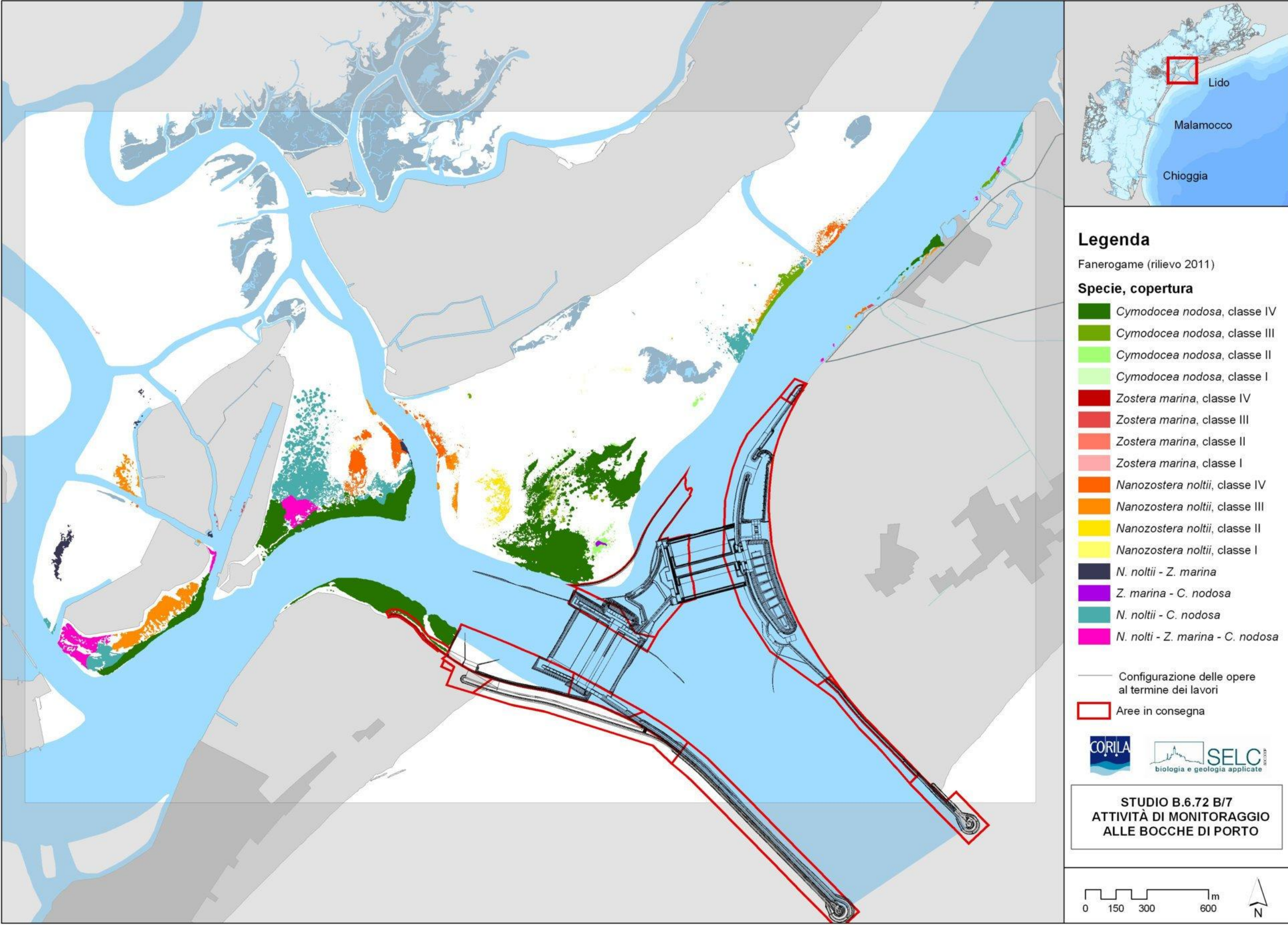


Figura A.7. Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Lido.

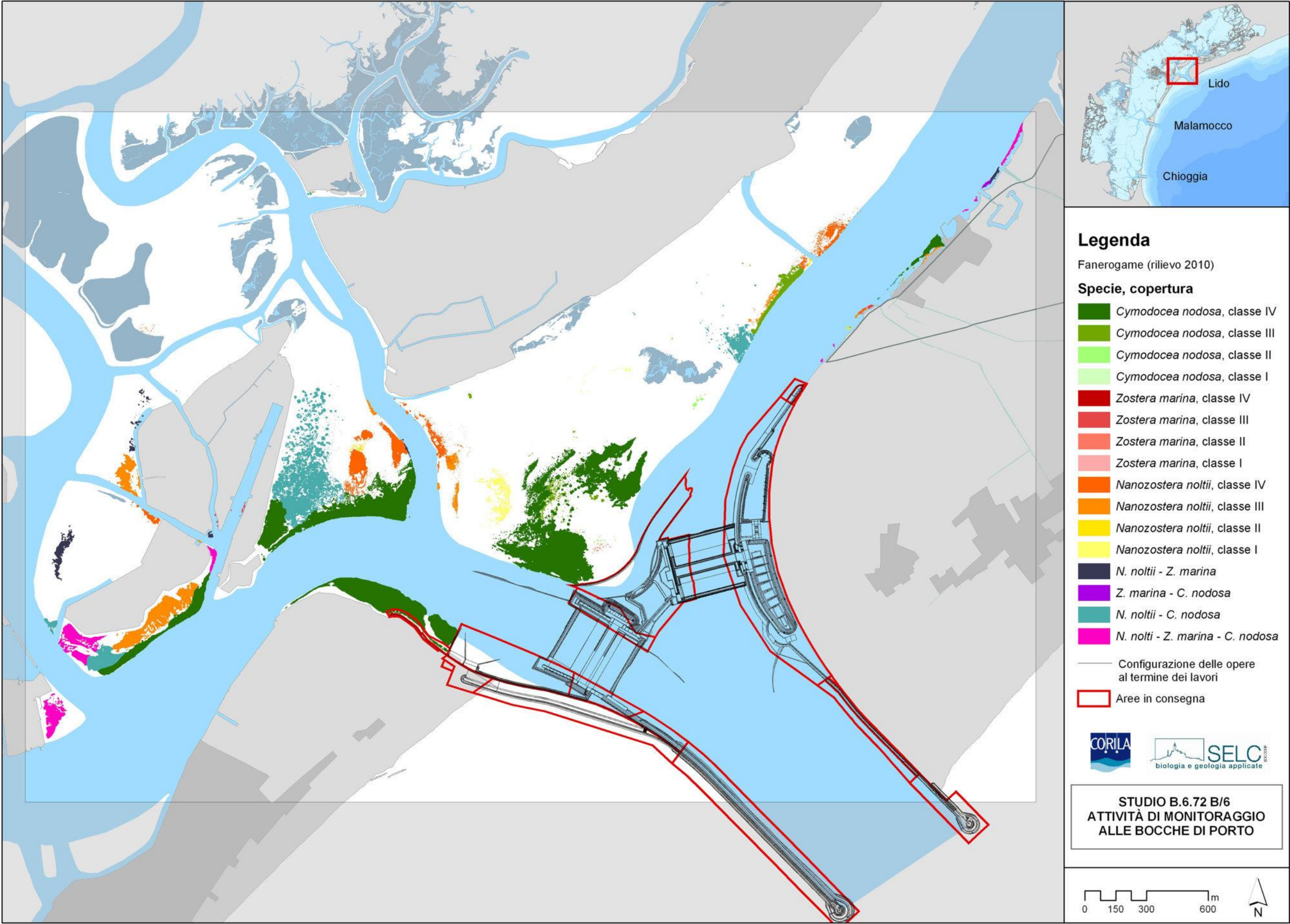


Figura A.8. Mappatura relativa al 2010 della bocca di porto di Lido.

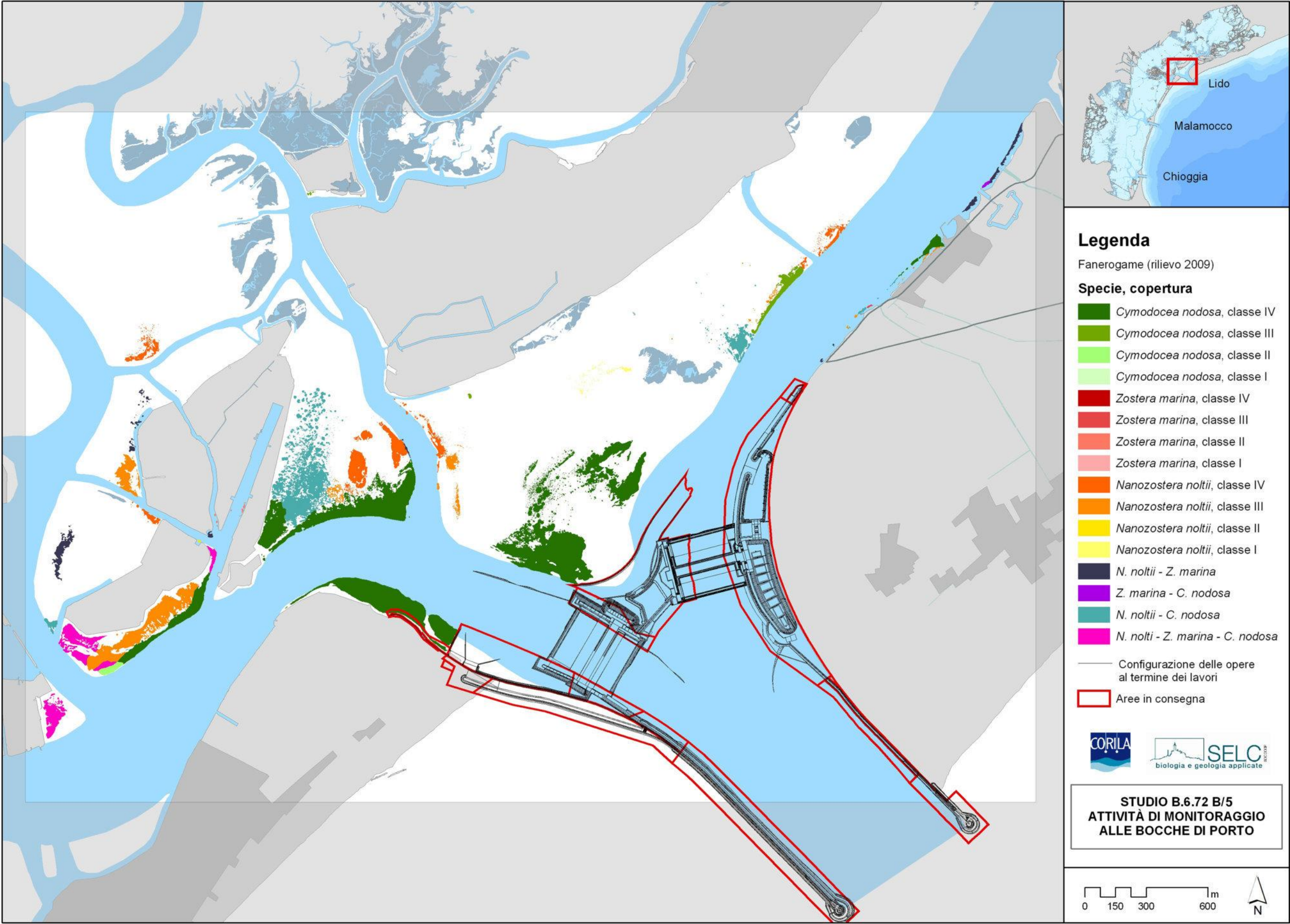


Figura A.9. Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Lido.

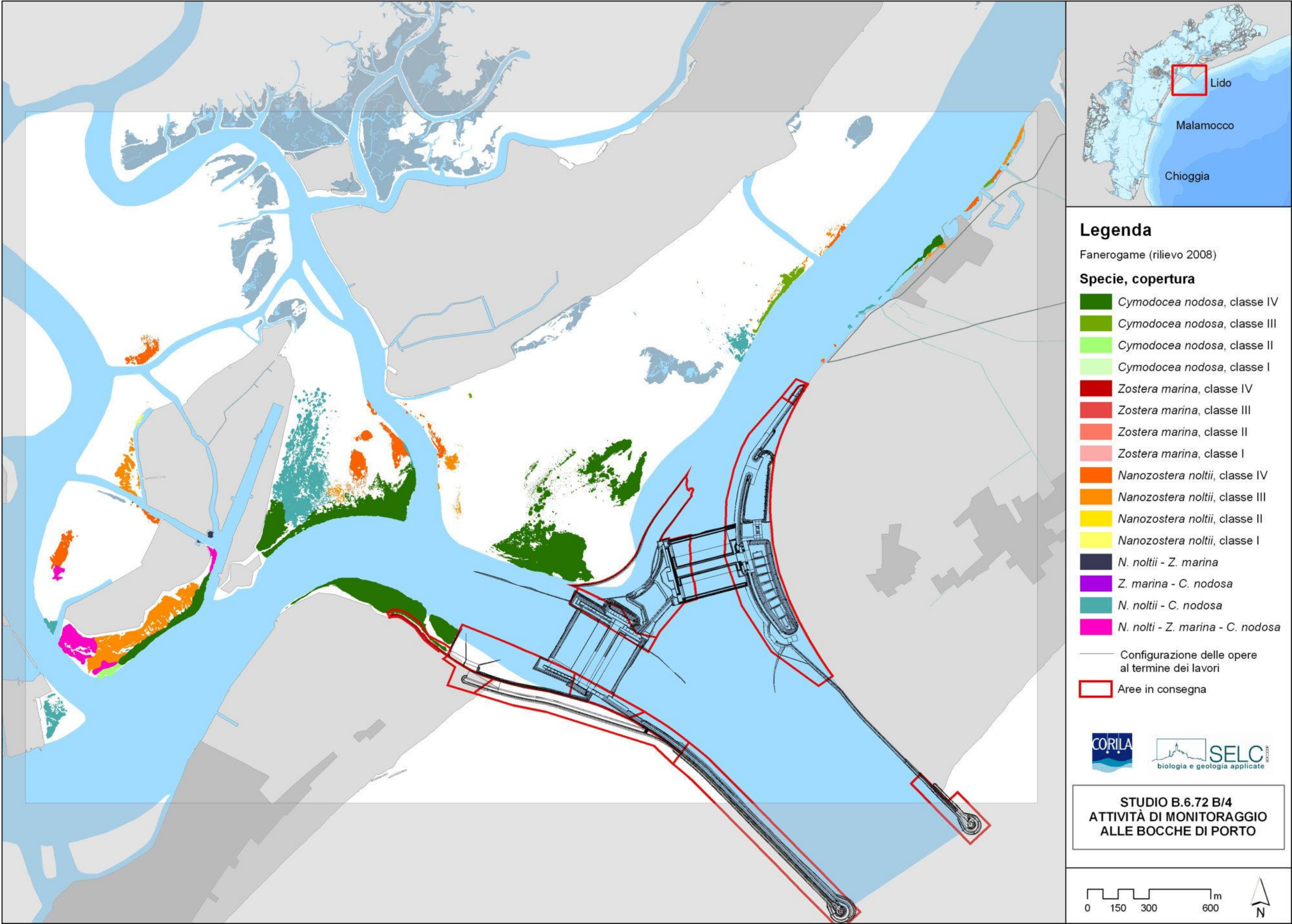


Figura A.10. Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Lido.

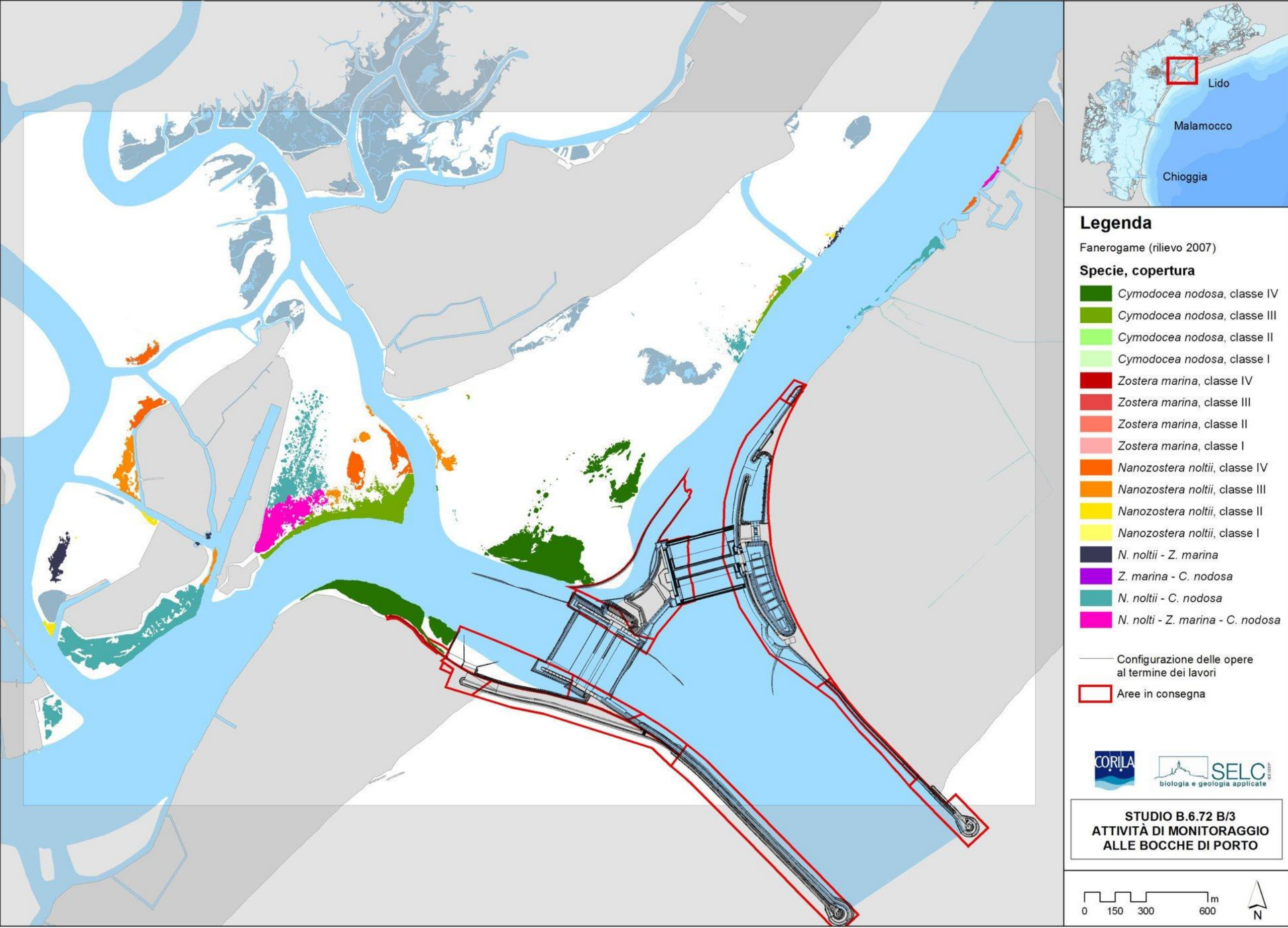


Figura A.11. Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Lido.

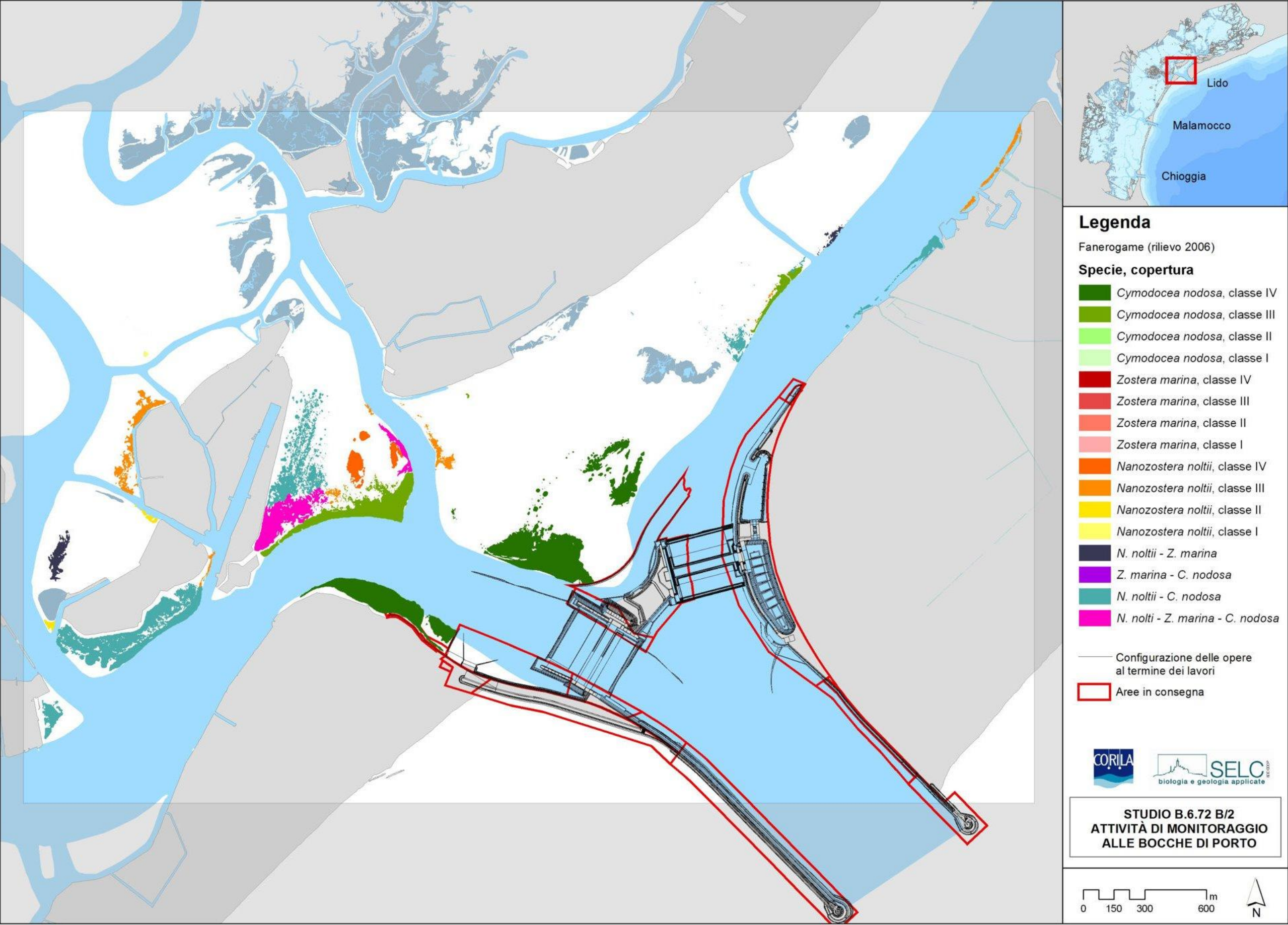


Figura A.12. Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Lido.

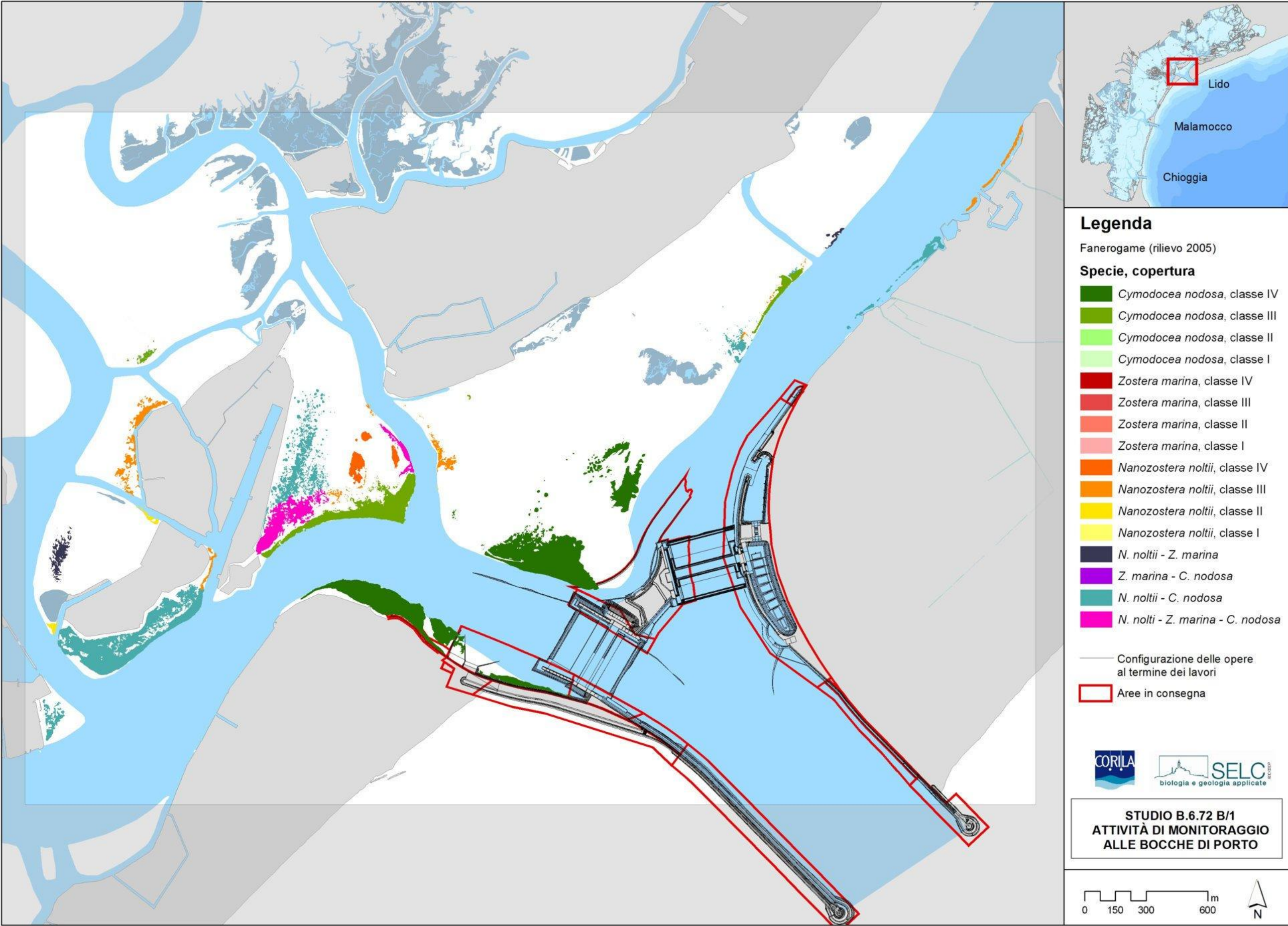


Figura A.13. Mappatura relativa al 2005 della bocca di porto di Lido.

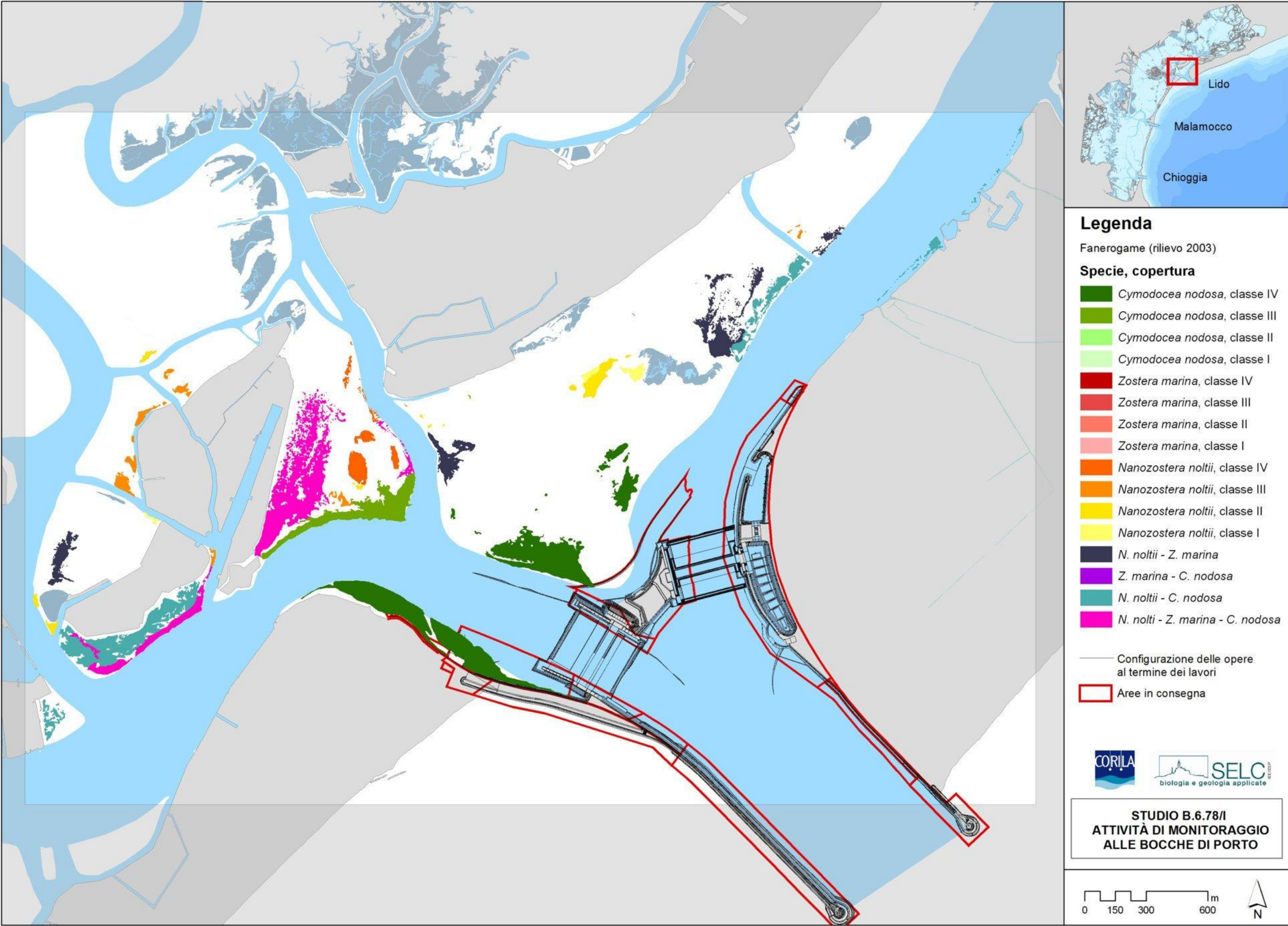


Figura A.14. Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Lido.

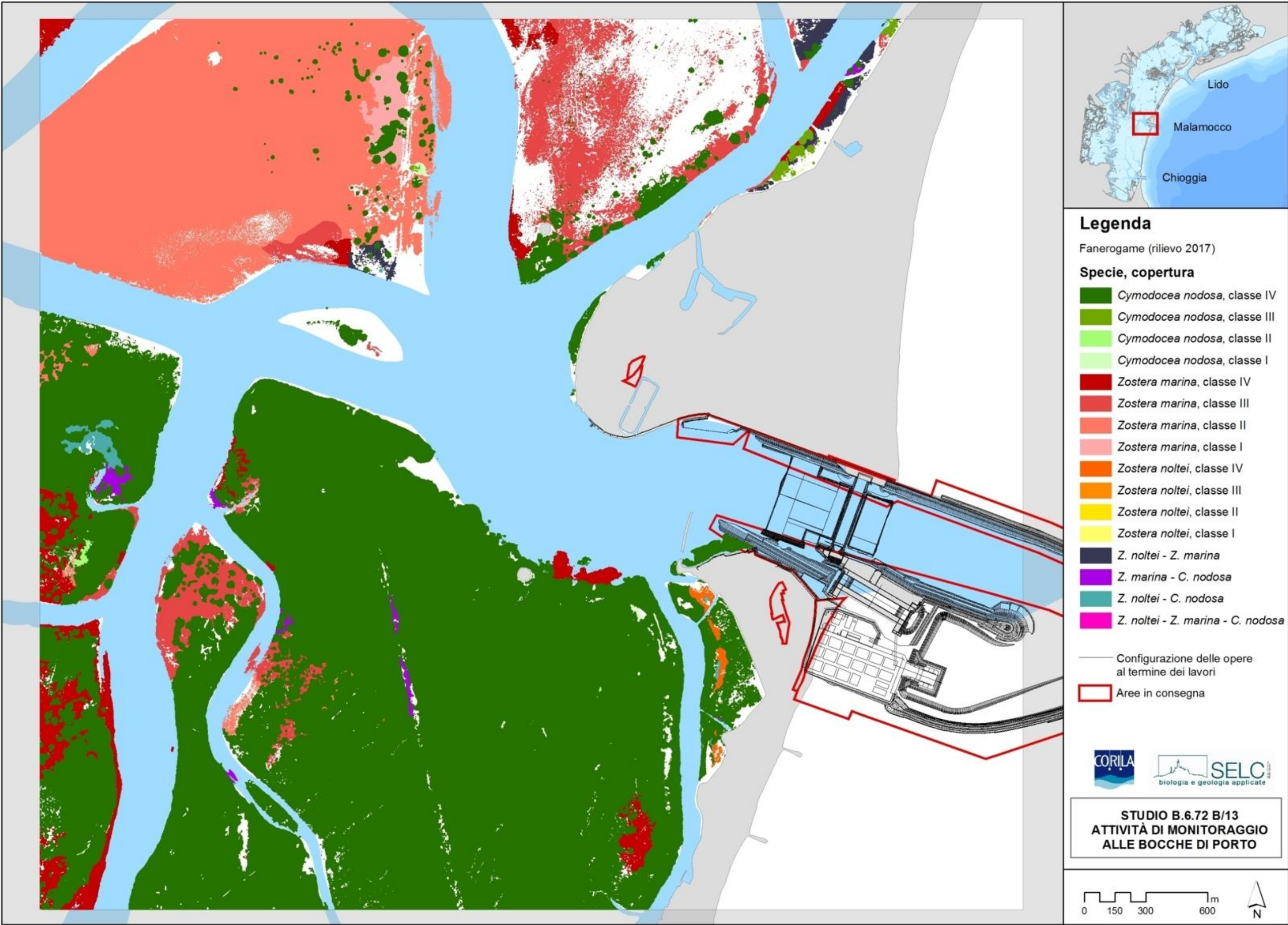


Figura A.15. Mappatura relativa al 2017 della bocca di porto di Malamocco.

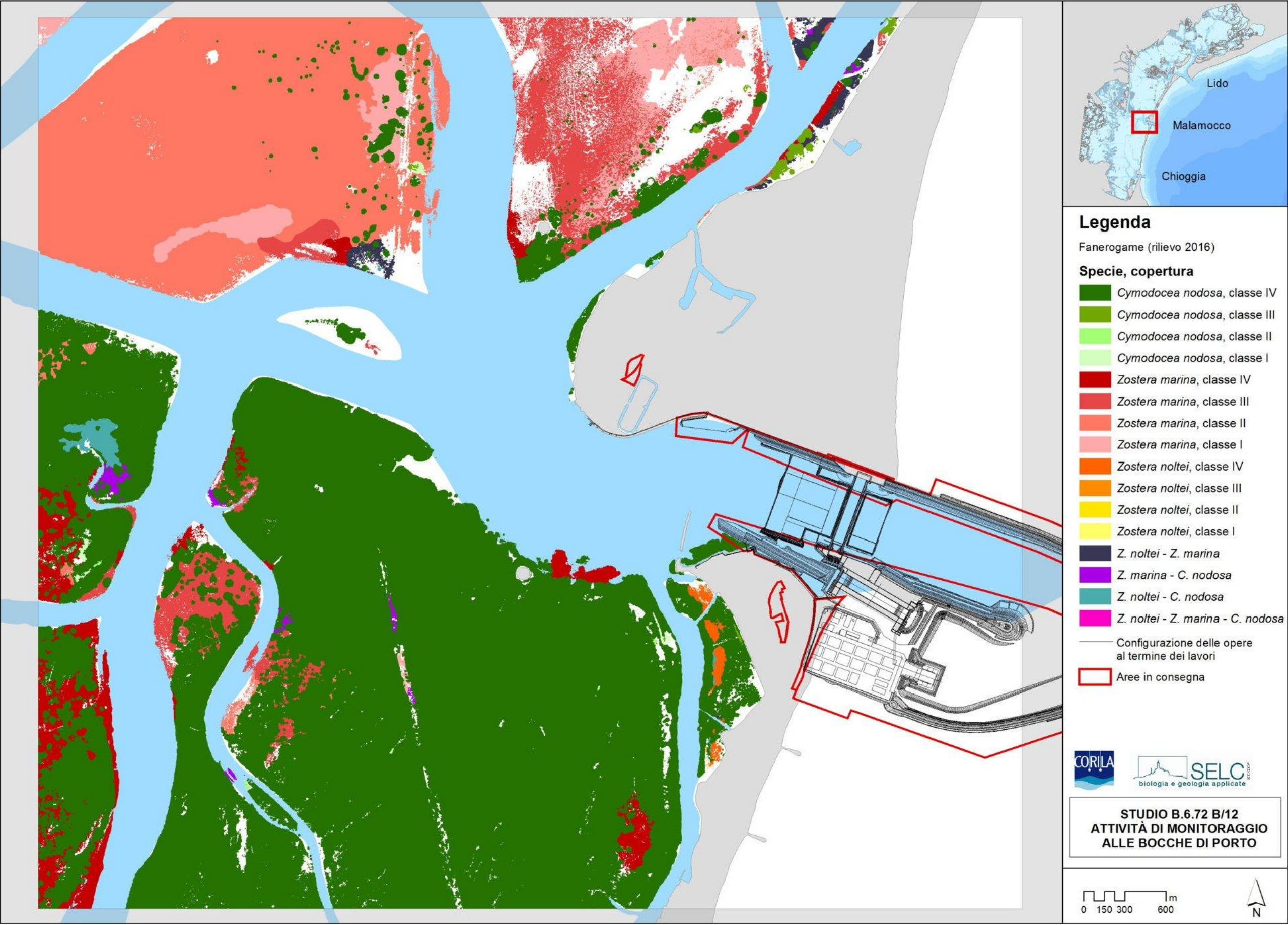


Figura A.16. Mappatura relativa al 2016 della bocca di porto di Malamocco.

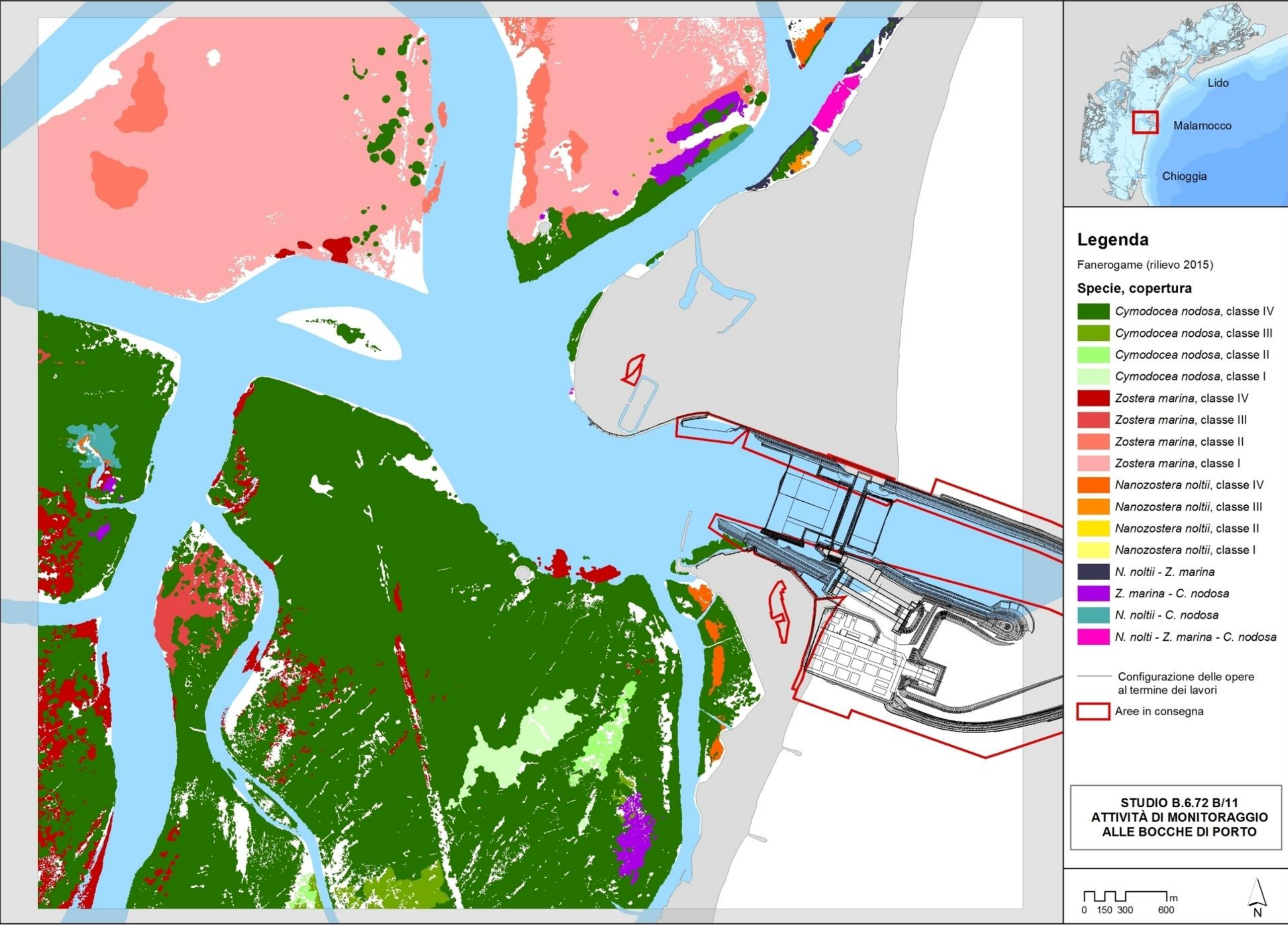


Figura A.17. Mappatura relativa al 2015 della bocca di porto di Malamocco.

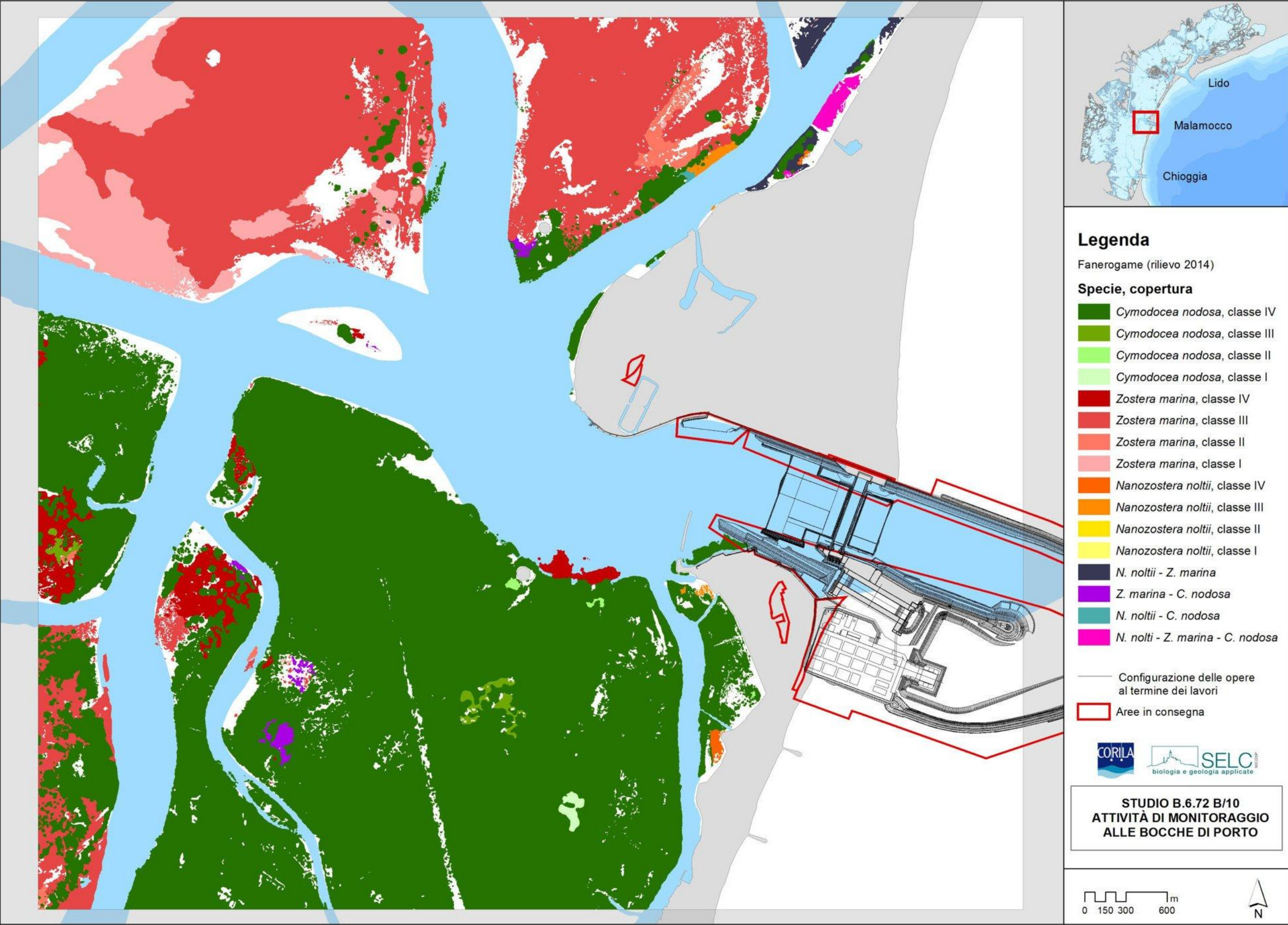


Figura A.18. Mappatura relativa al 2014 della bocca di porto di Malamocco.

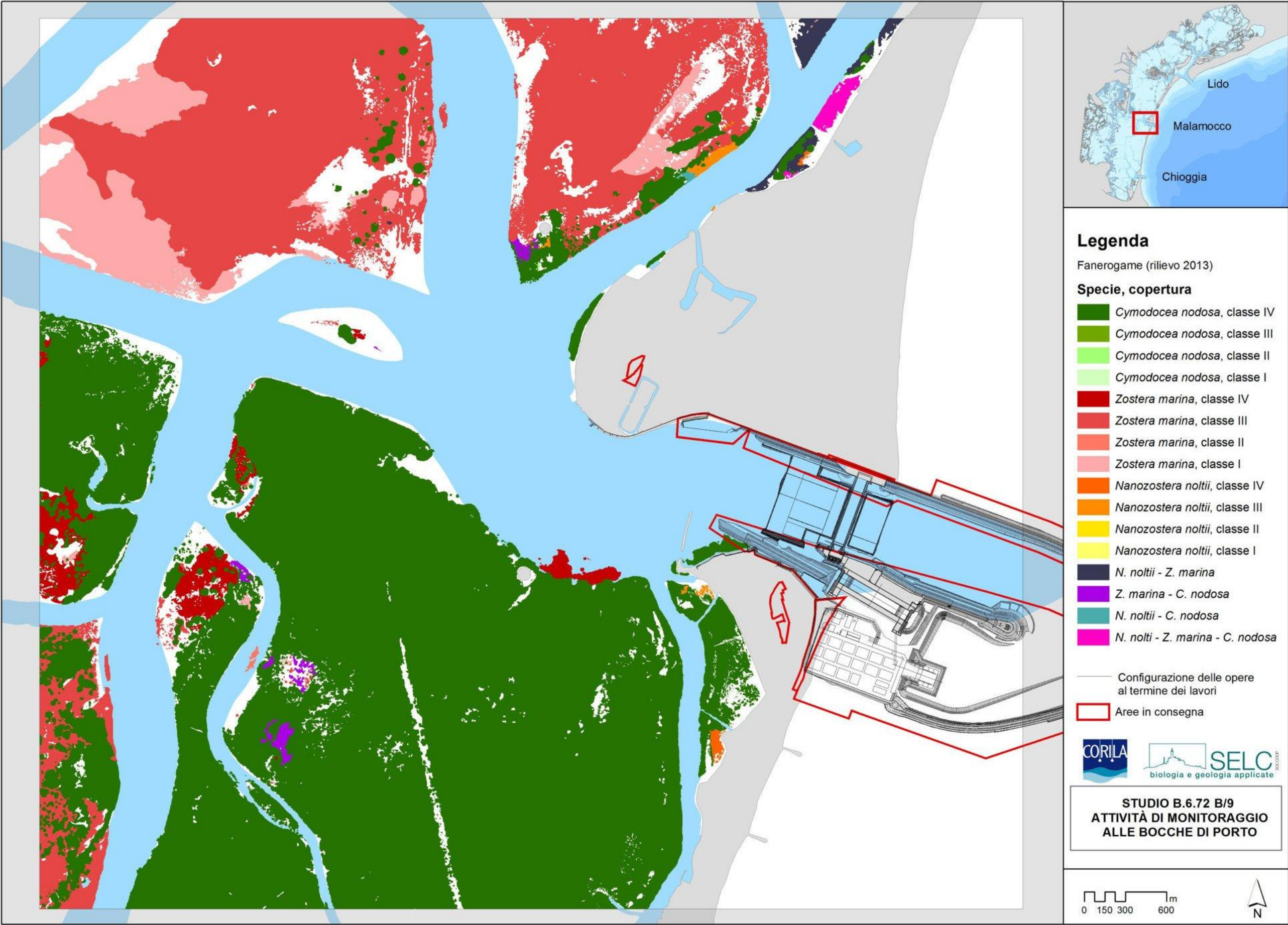


Figura A.19. Mappatura relativa al 2013 della bocca di porto di Malamocco.

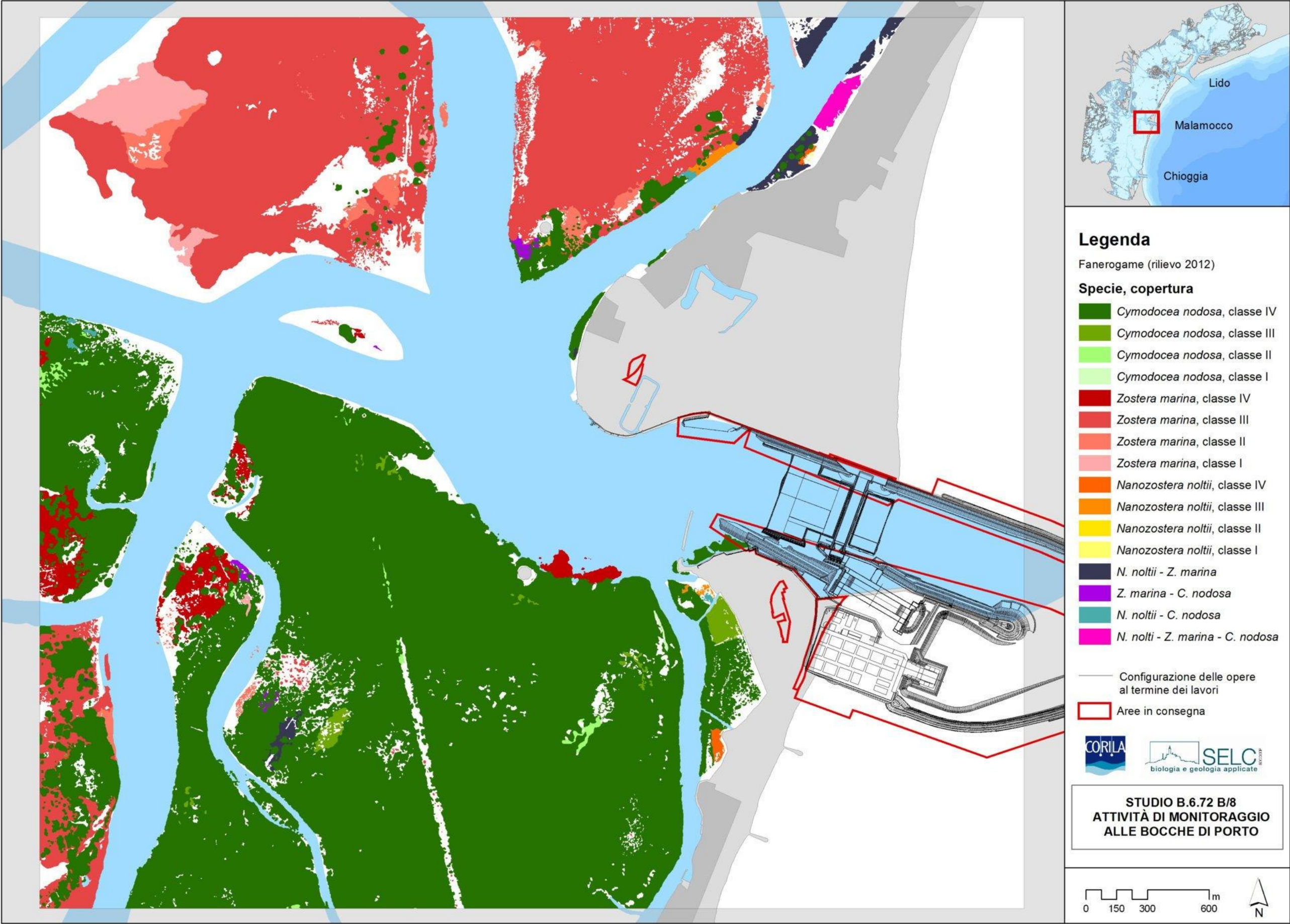


Figura A.20. Mappatura relativa al 2012 della bocca di porto di Malamocco.

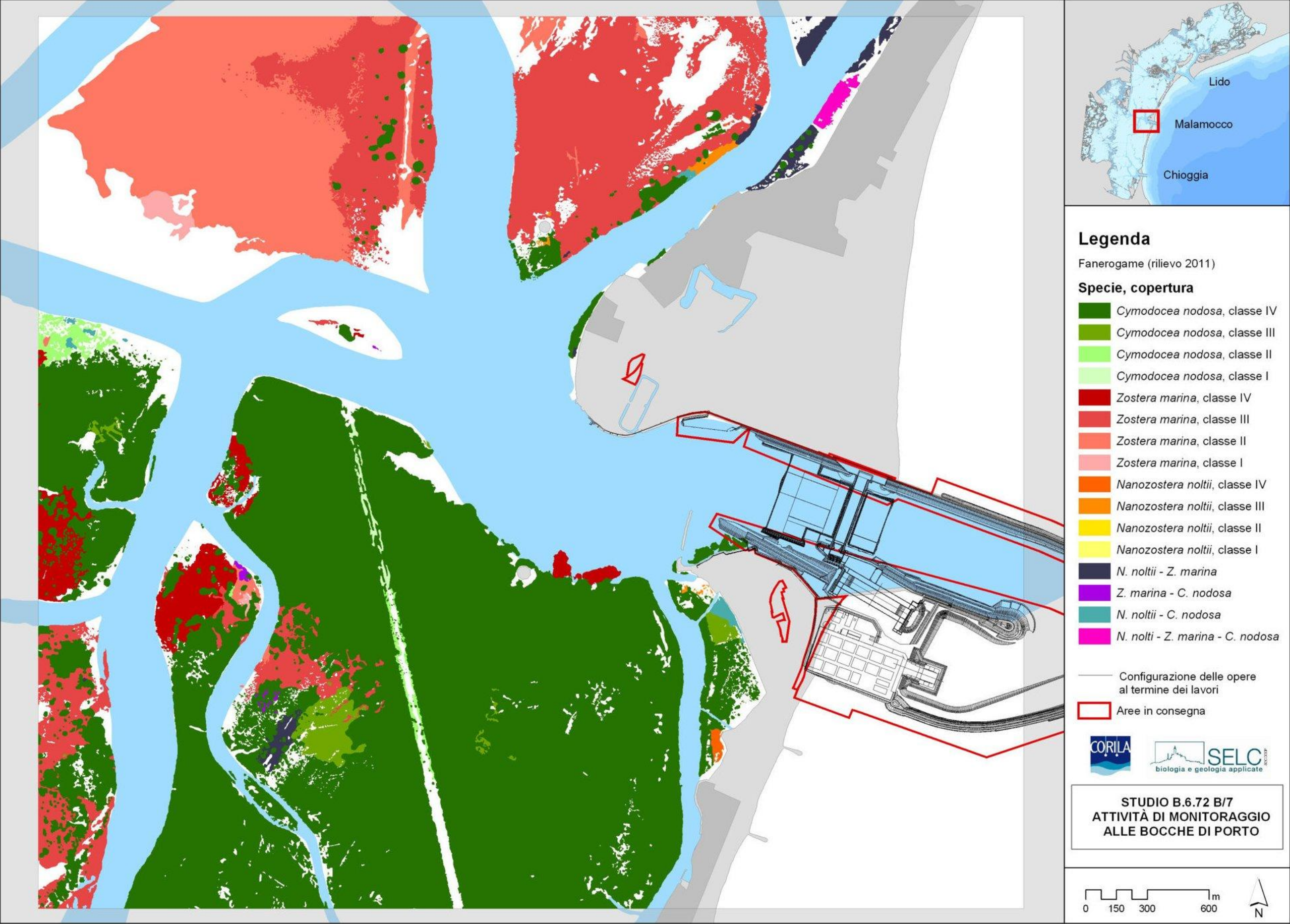


Figura A.21. Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Malamocco.

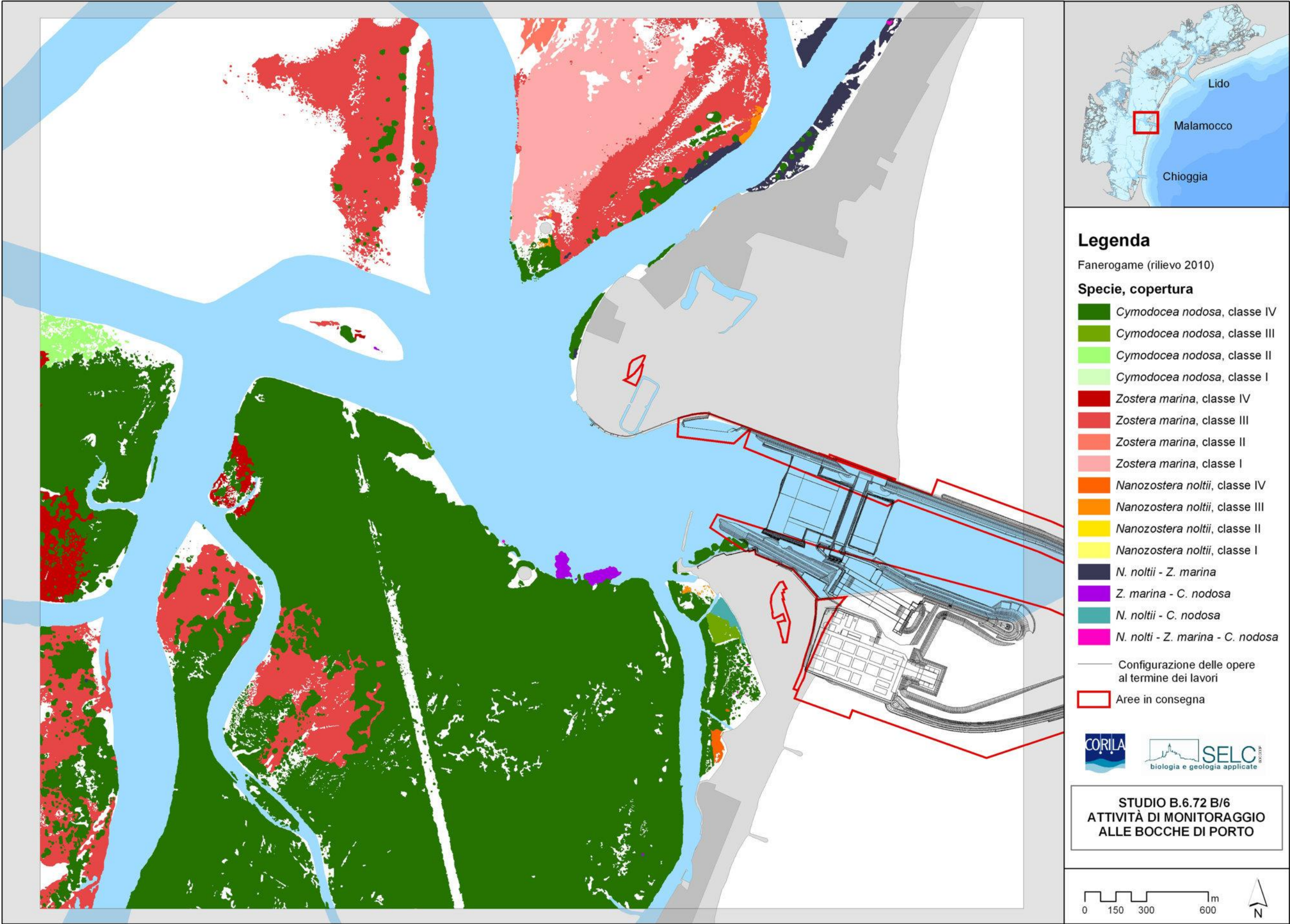


Figura A.22. Mappatura relativa al 2010 della bocca di porto di Malamocco.

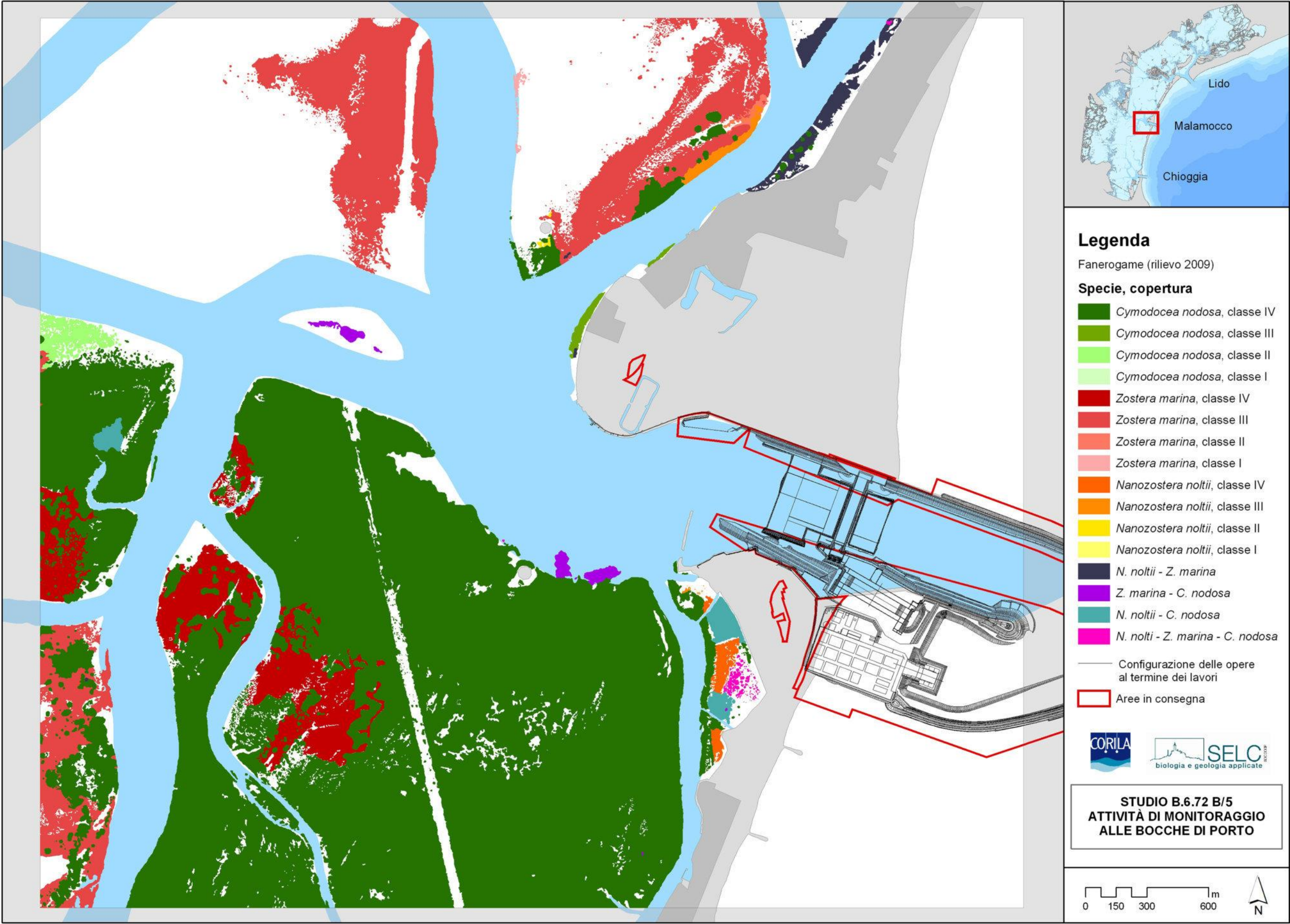


Figura A.23. Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Malamocco.

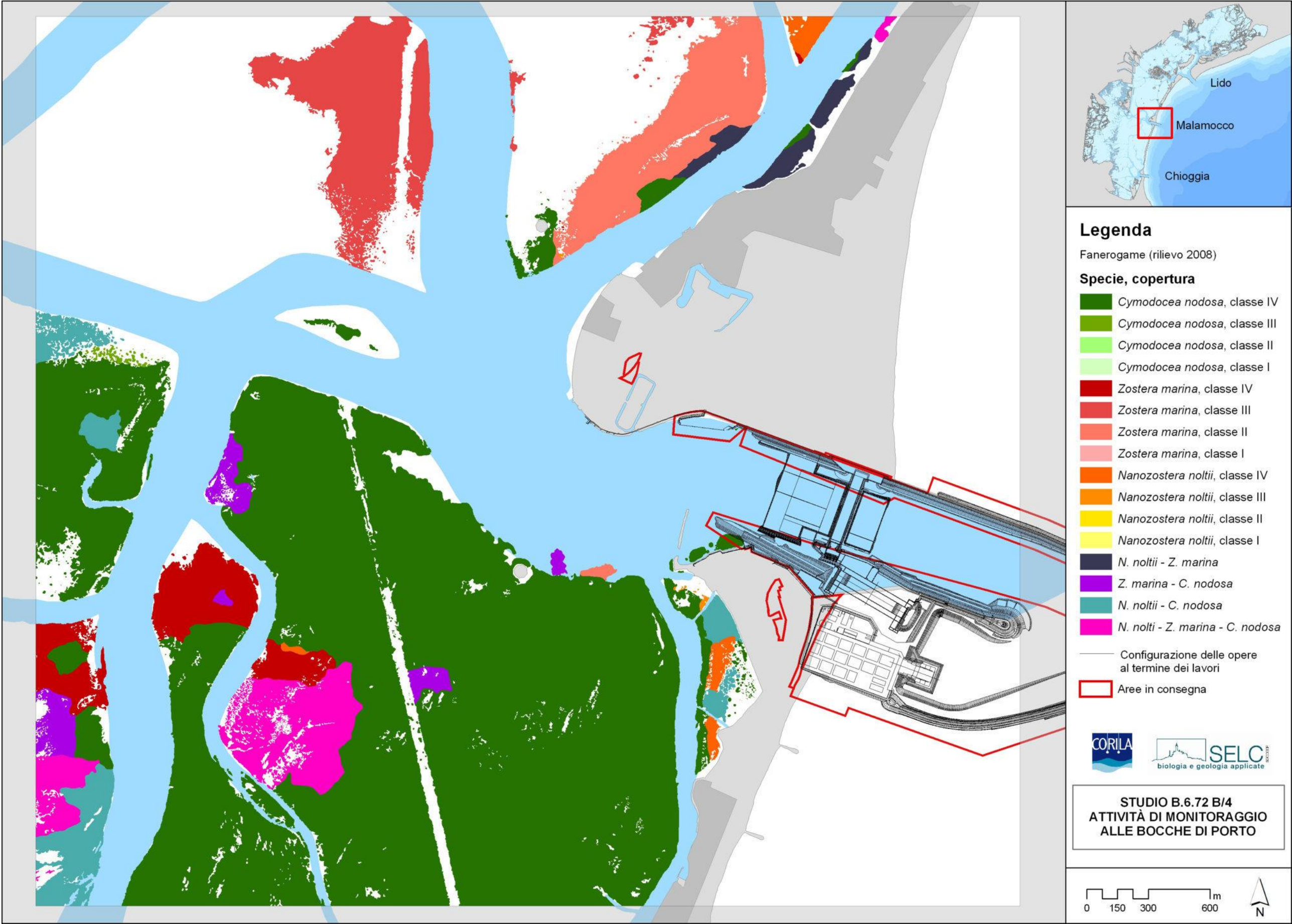


Figura A.24. Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Malamocco.

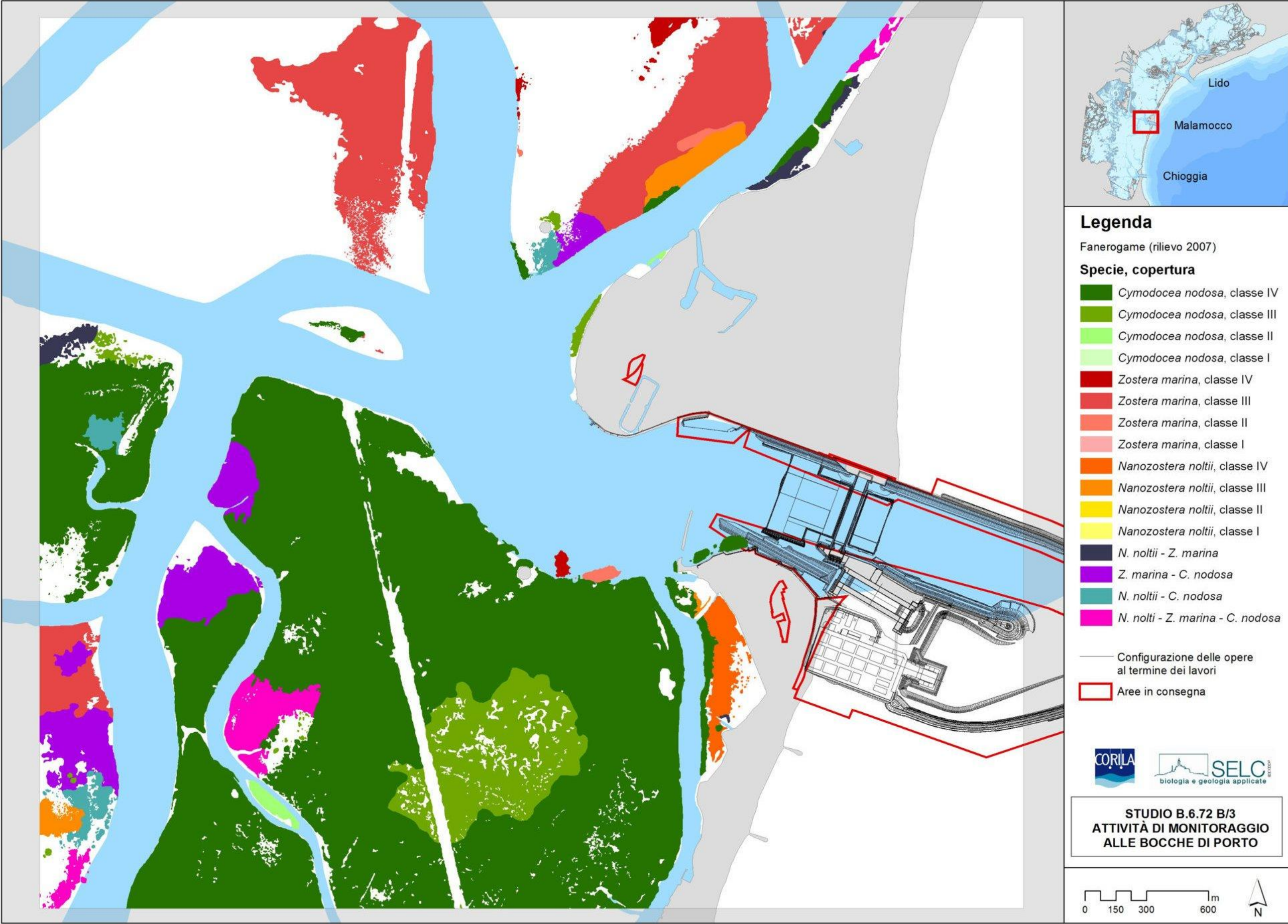


Figura A.25. Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Malamocco.

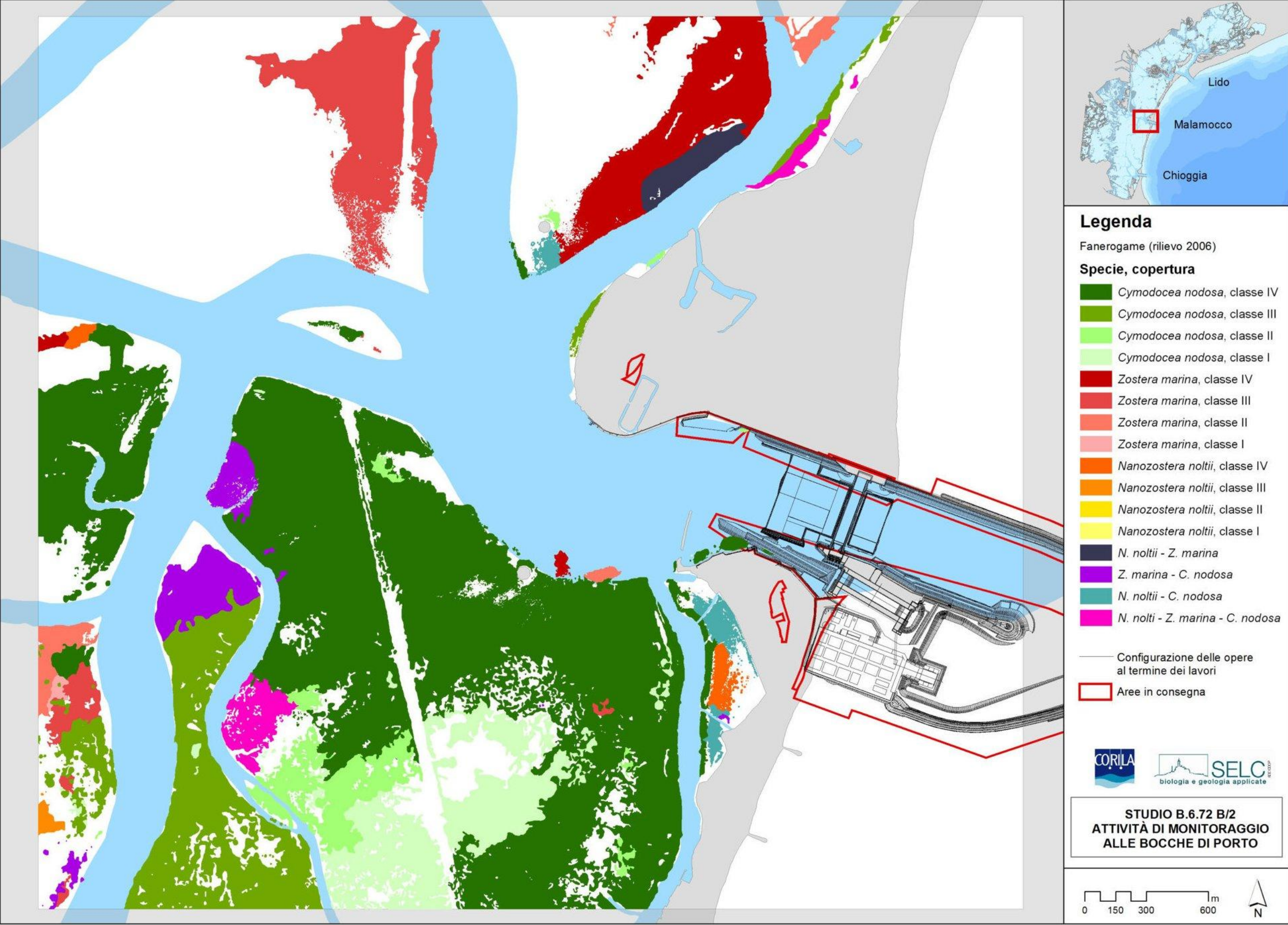


Figura A.26. Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Malamocco.

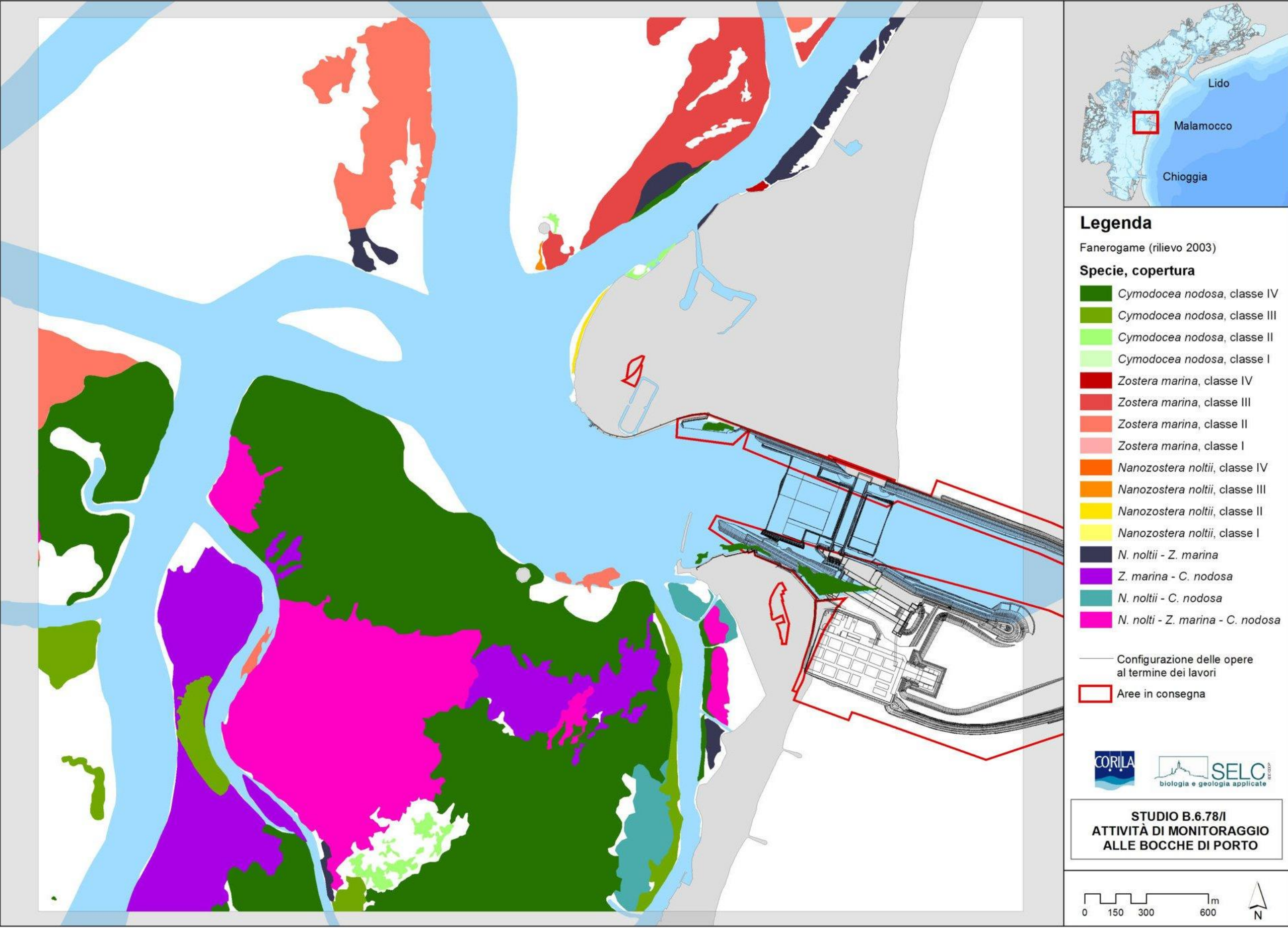


Figura A.27. Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Malamocco.

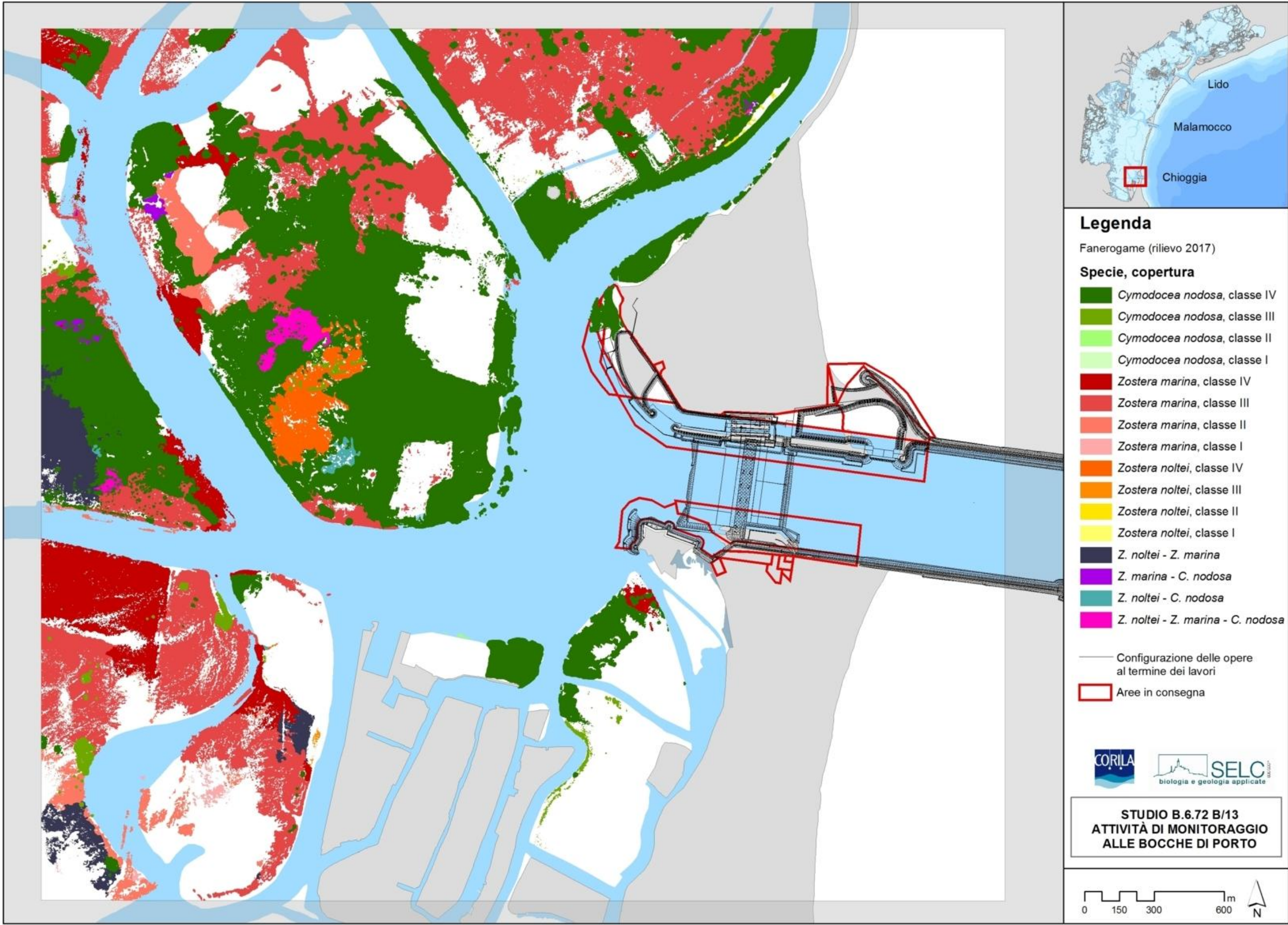


Figura A.28. Mappatura relativa al 2017 della bocca di porto di Chioggia.

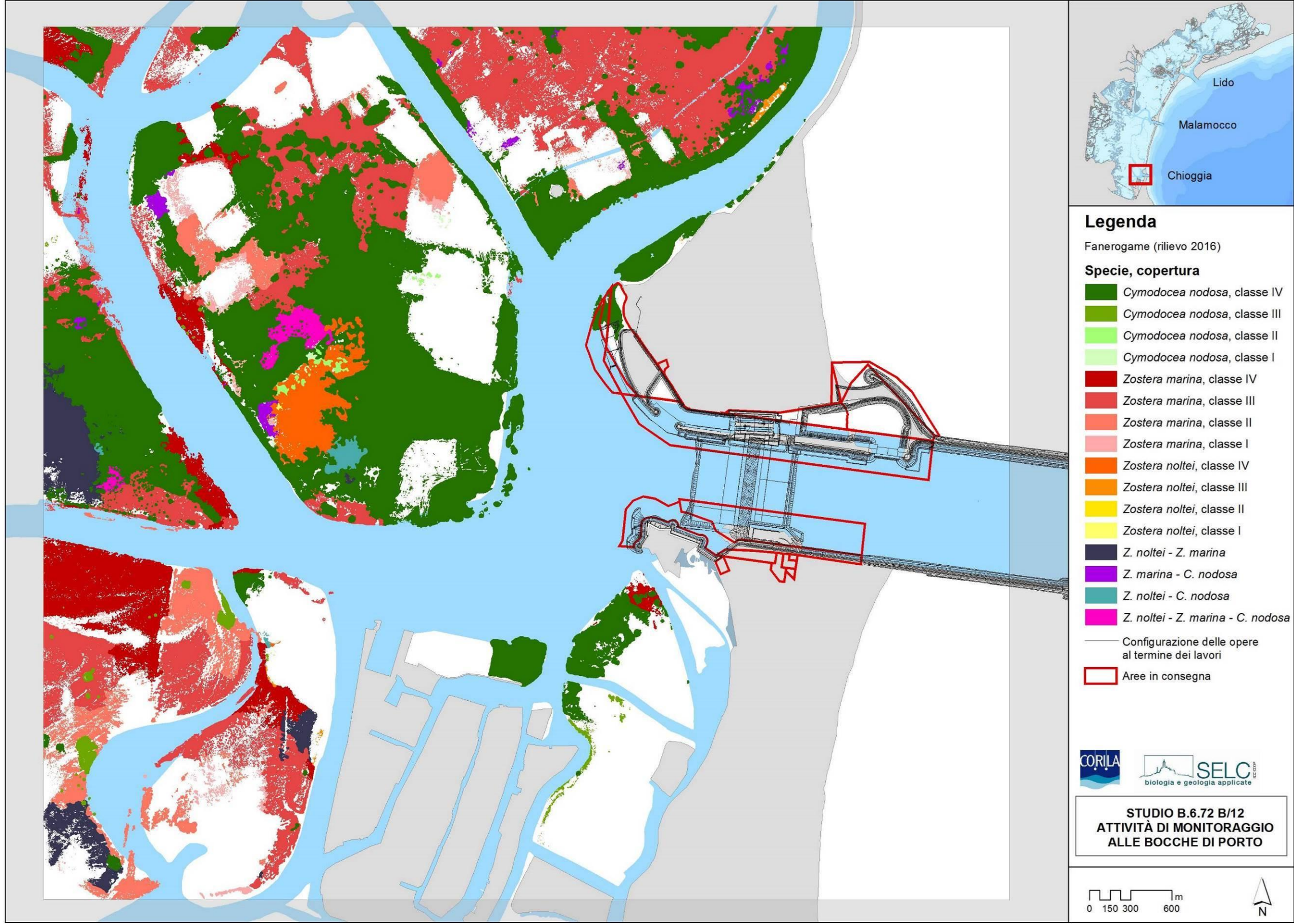


Figura A.29. Mappatura relativa al 2016 della bocca di porto di Chioggia.

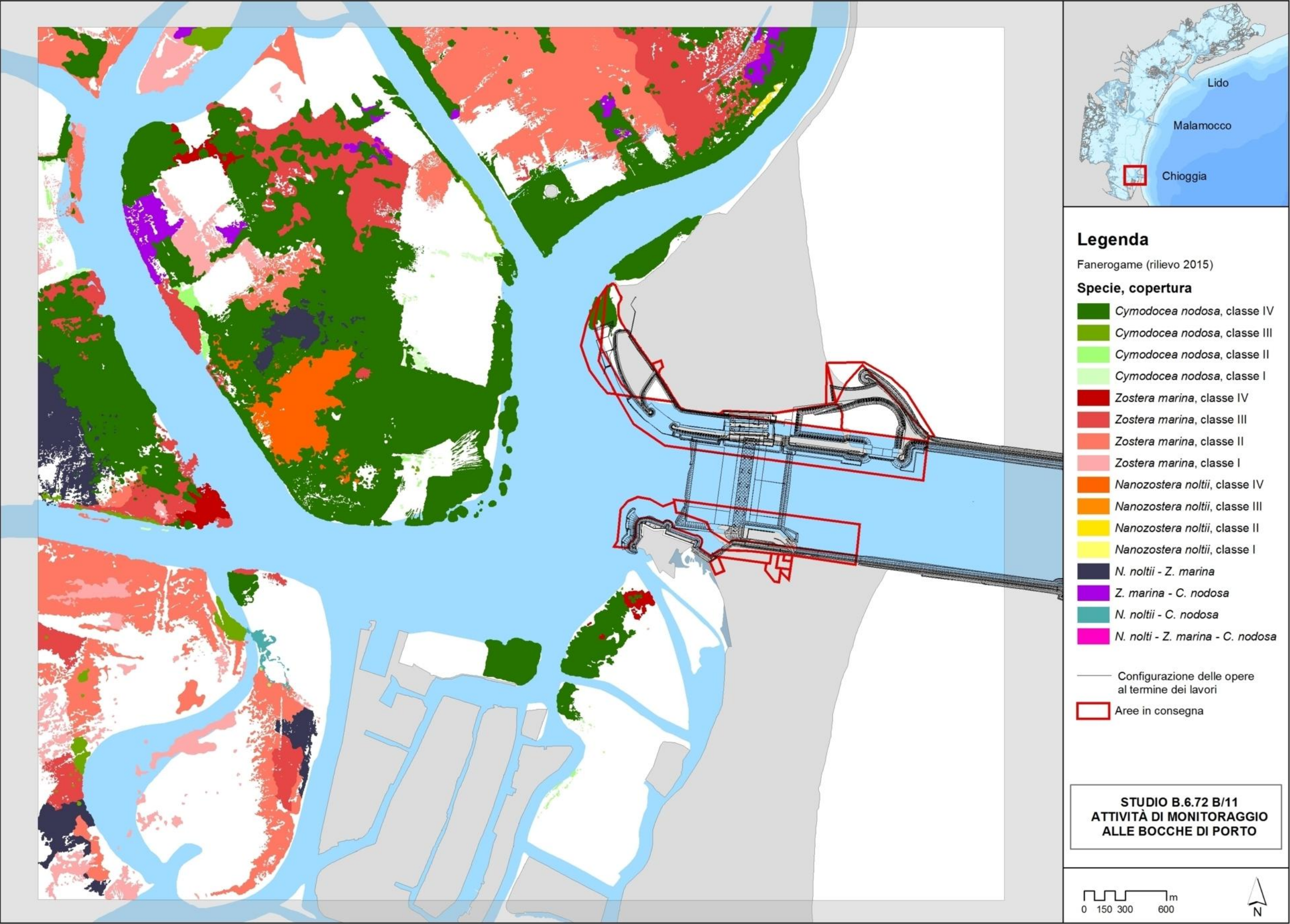


Figura A.30. Mappatura relativa al 2015 della bocca di porto di Chioggia.

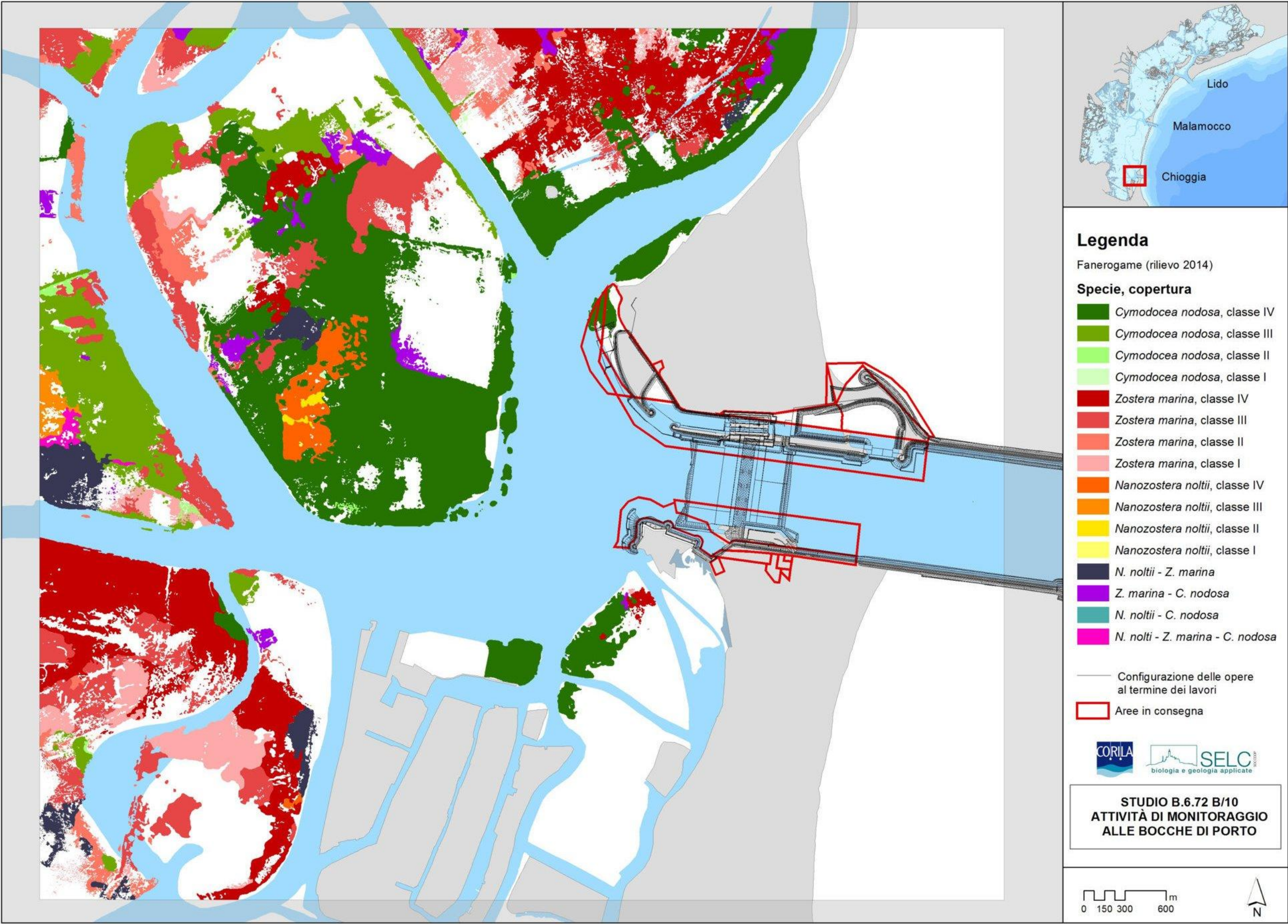


Figura A.31. Mappatura relativa al 2014 della bocca di porto di Chioggia.

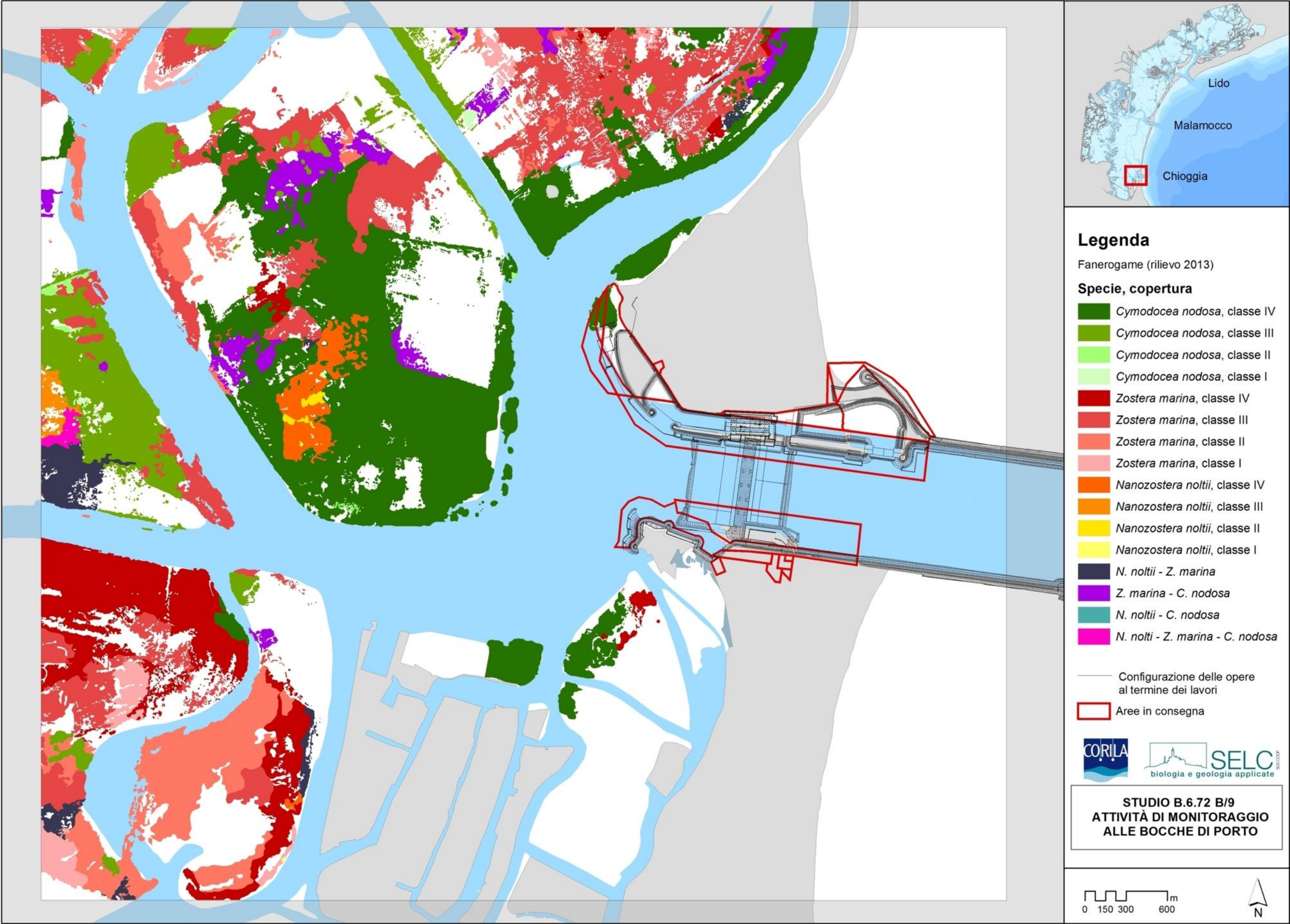


Figura A.32. Mappatura relativa al 2013 della bocca di porto di Chioggia.

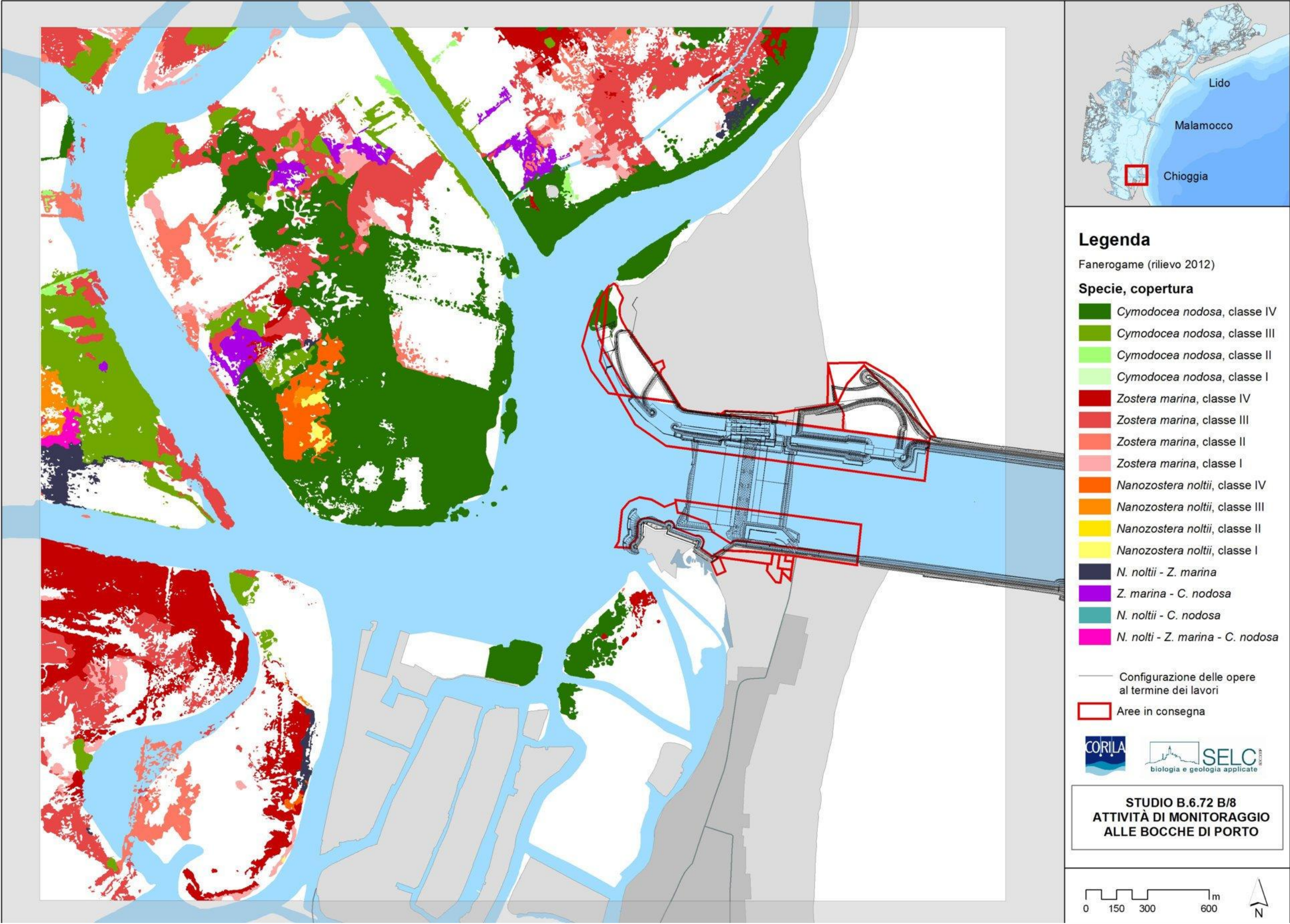


Figura A.33. Mappatura relativa al 2012 della bocca di porto di Chioggia.

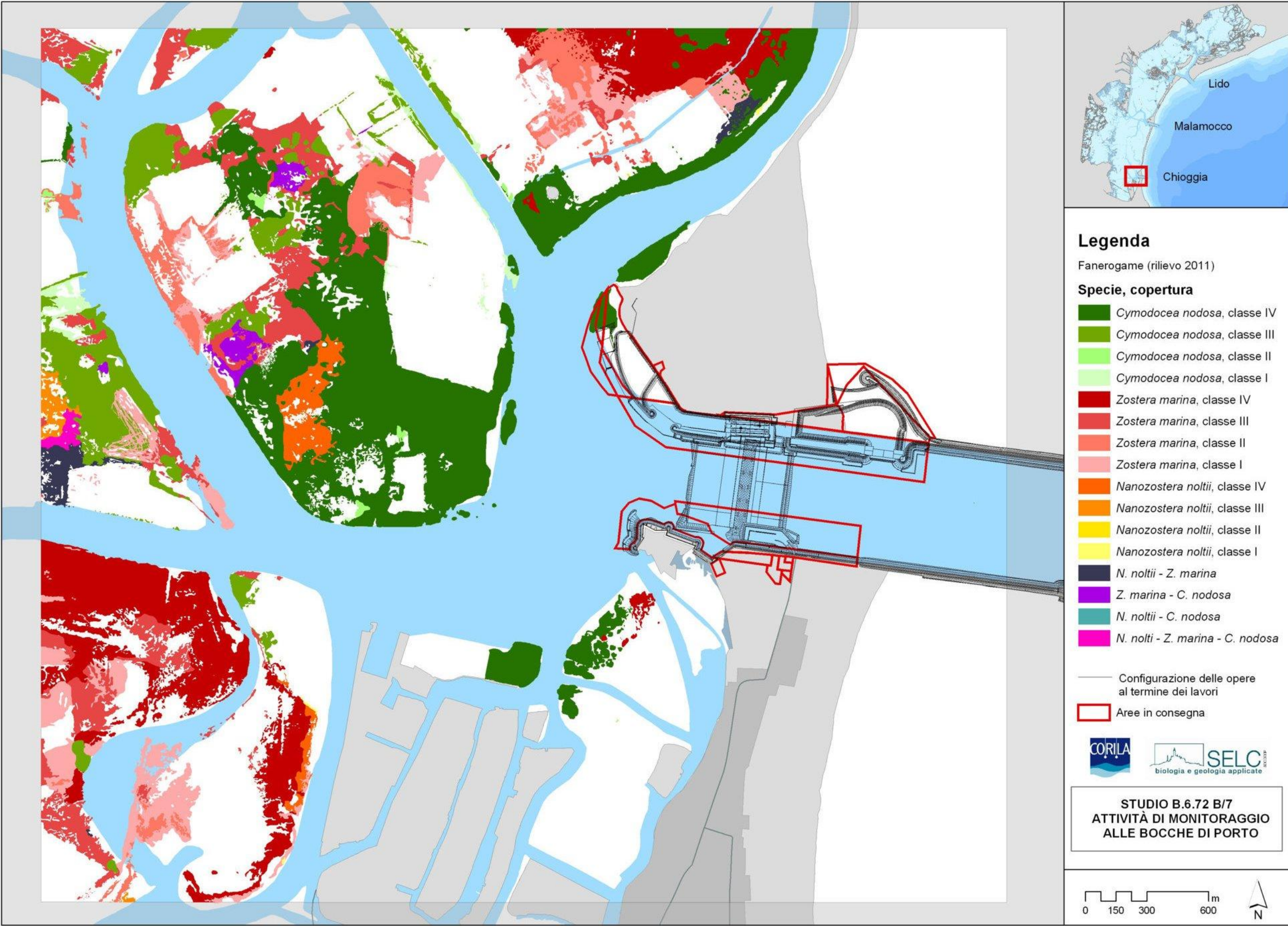


Figura A.34. Mappatura relativa al 2011 della bocca di porto di Chioggia.

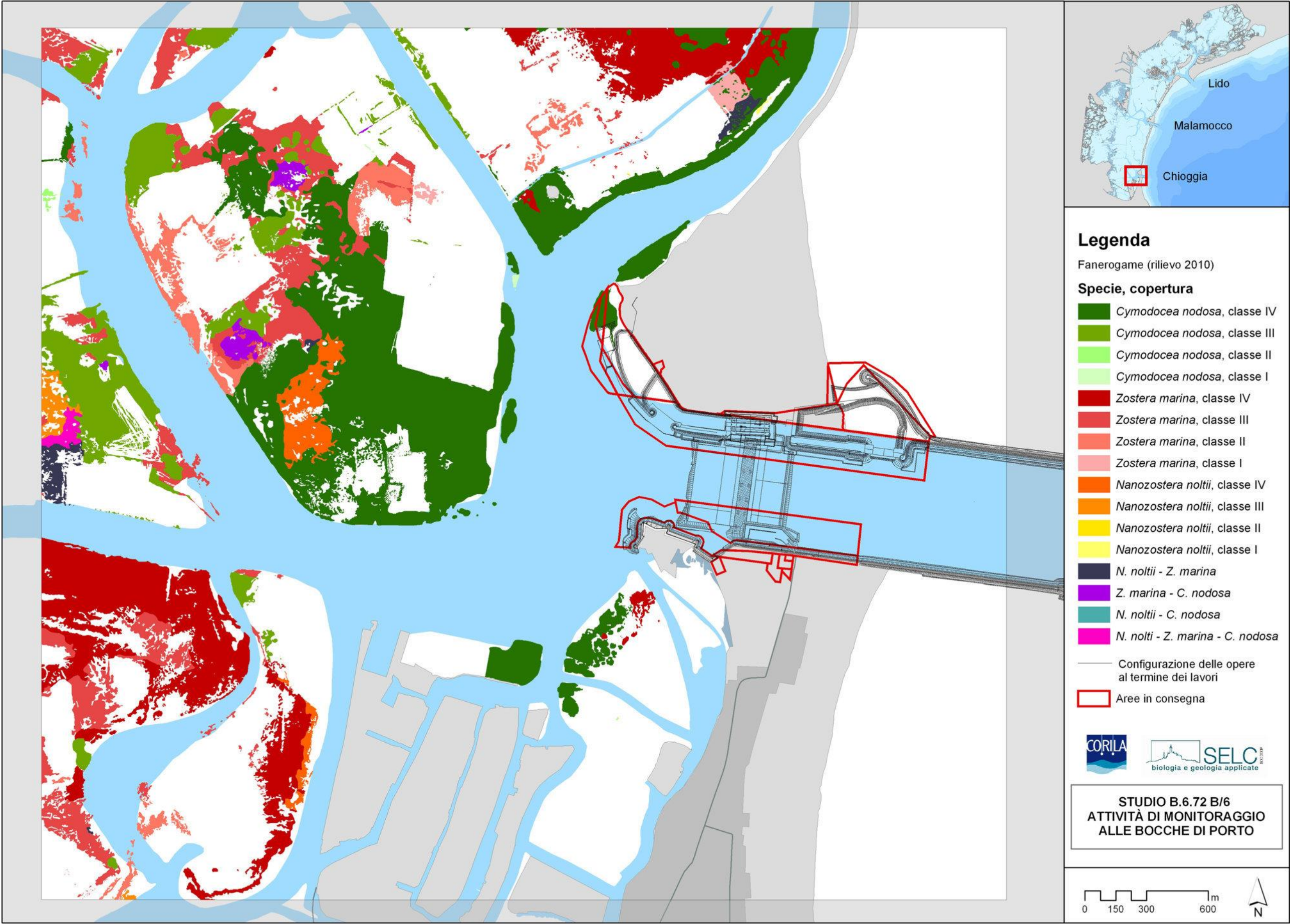


Figura A.35. Mappatura relativa al 2010 della bocca di porto di Chioggia.

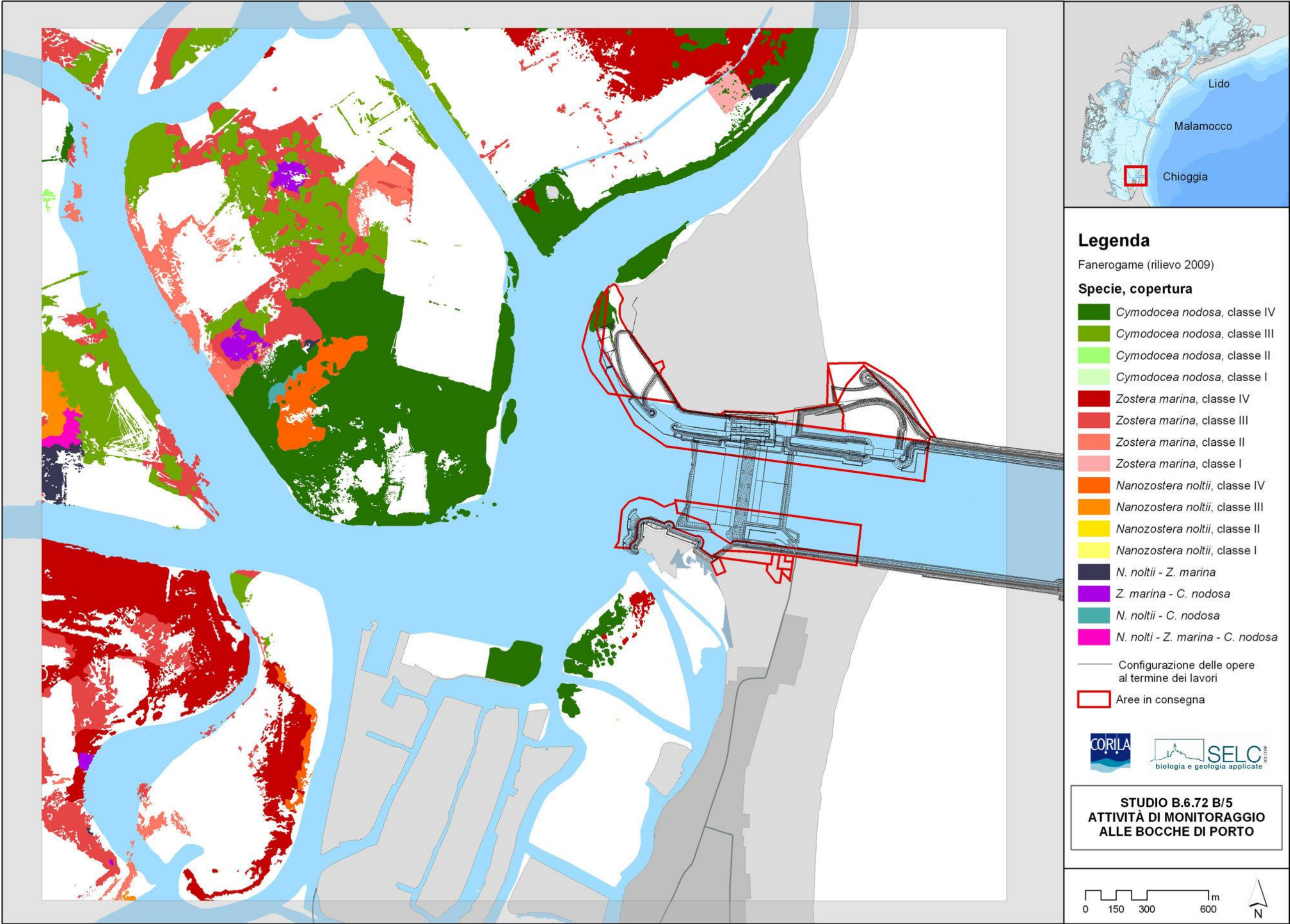


Figura A.36. Mappatura relativa al 2009 della bocca di porto di Chioggia.

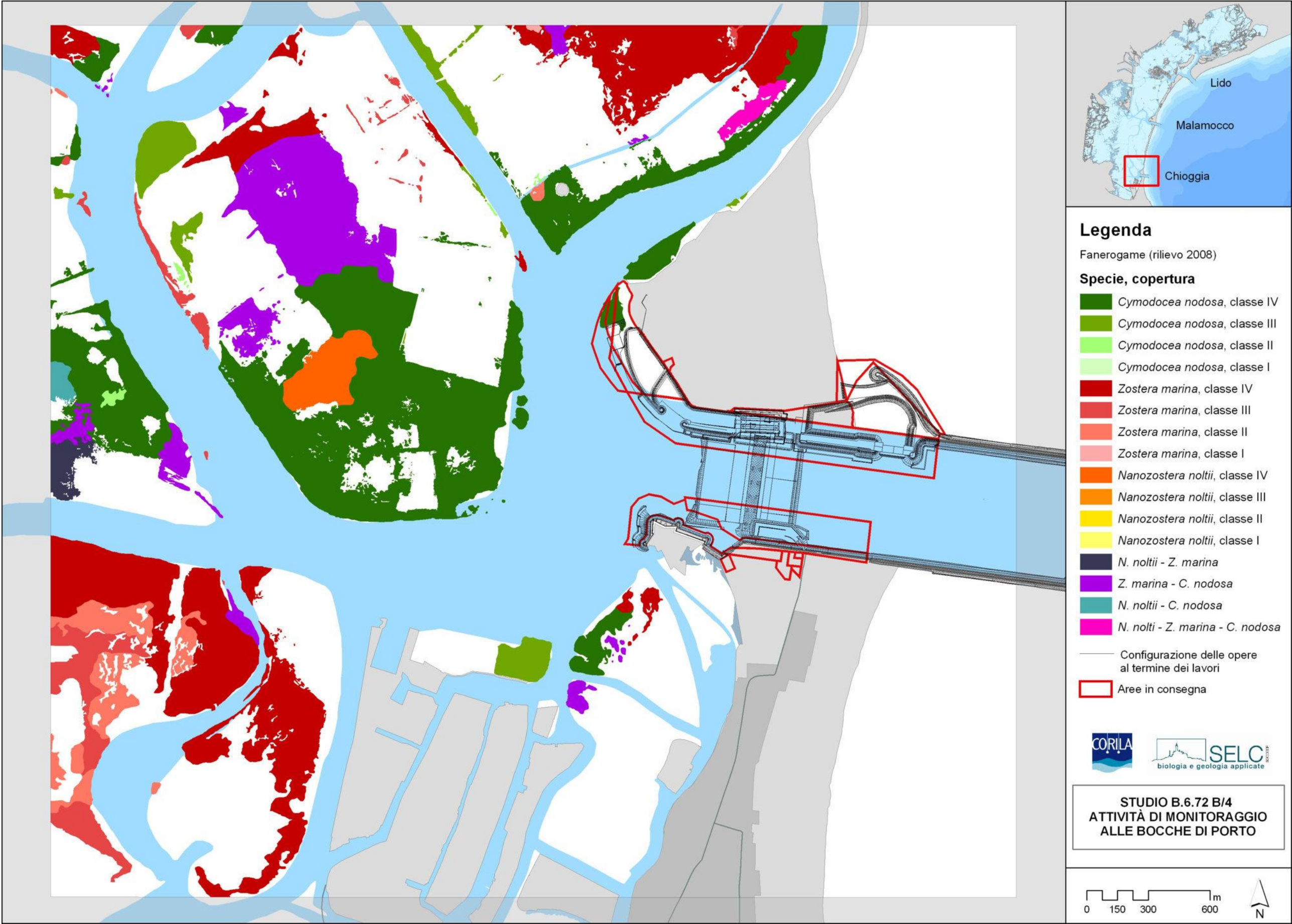


Figura A.37. Mappatura relativa al 2008 della bocca di porto di Chioggia.

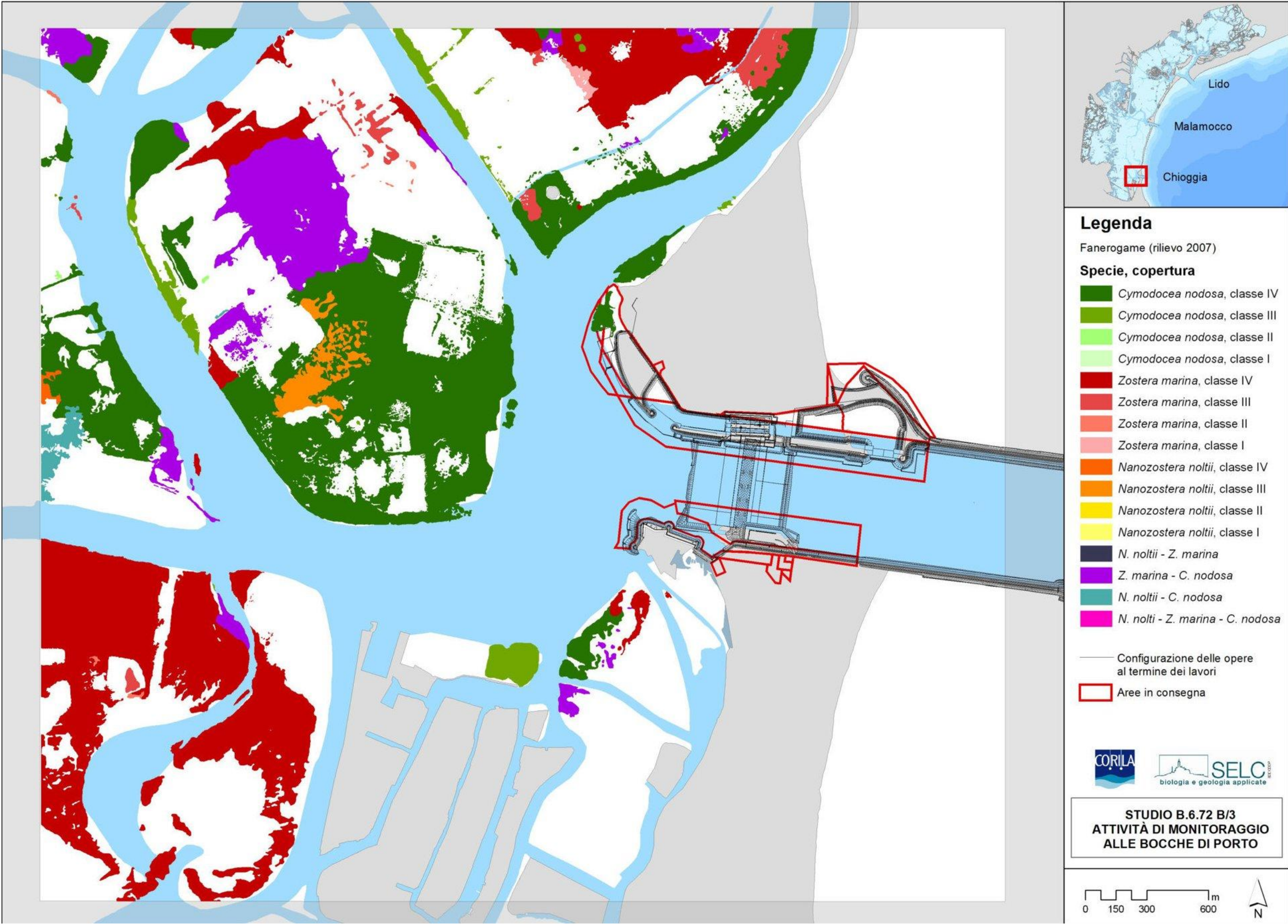


Figura A.38. Mappatura relativa al 2007 della bocca di porto di Chioggia.

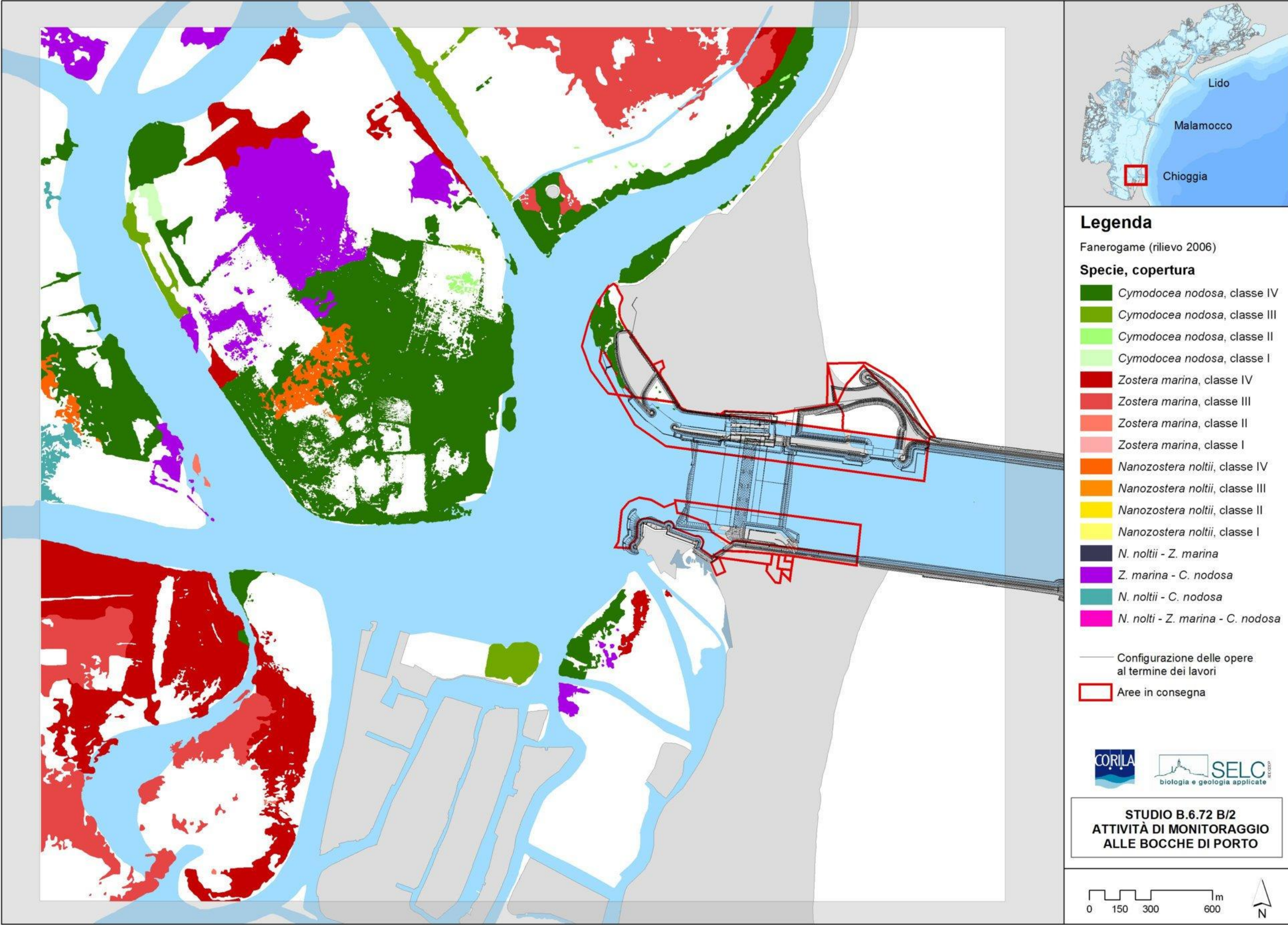


Figura A.39. Mappatura relativa al 2006 della bocca di porto di Chioggia.

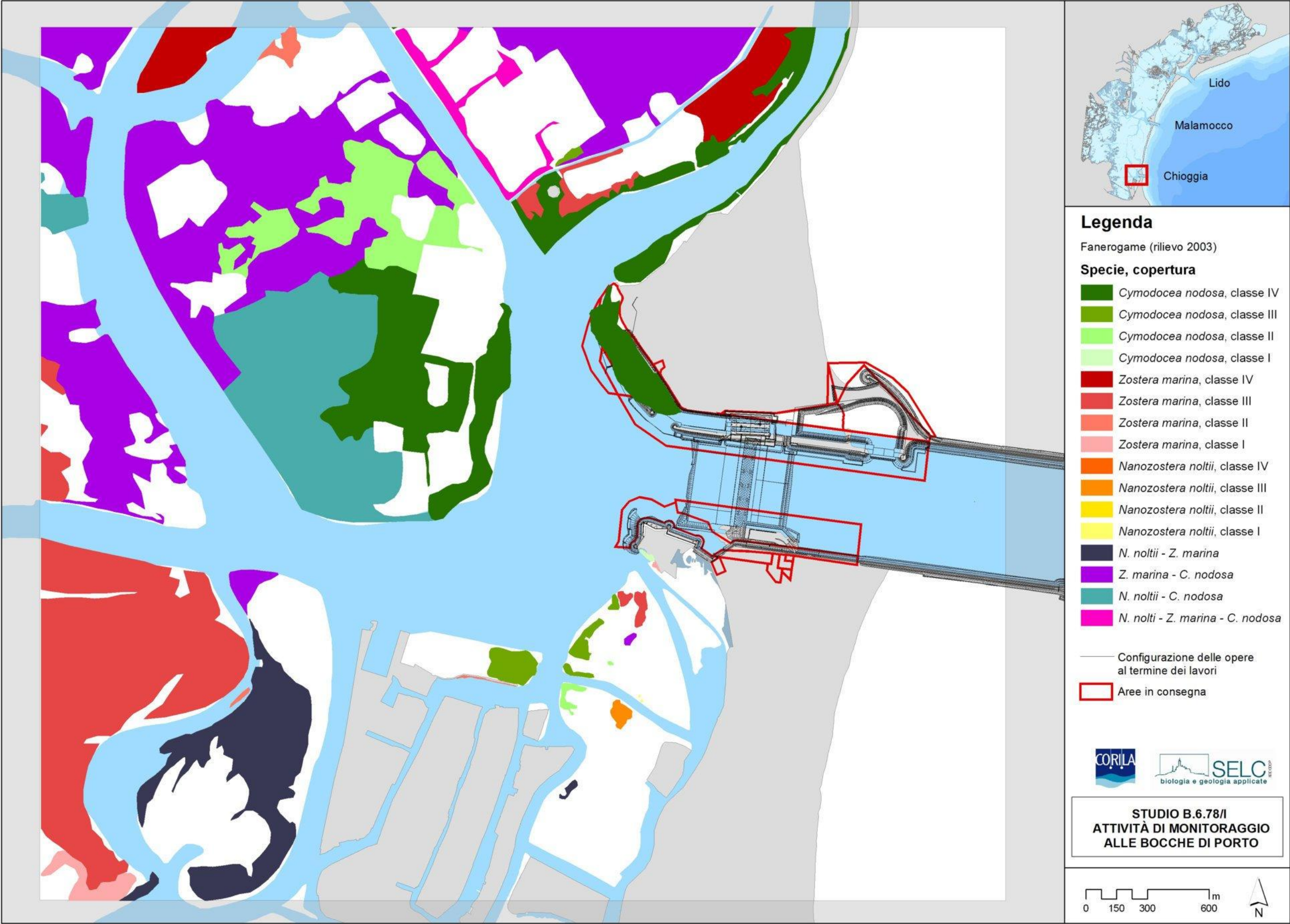


Figura A.40. Mappatura relativa al 2003 della bocca di porto di Chioggia.