



SARAS

Refining & Power

Stabilimento di Sarroch (Cagliari)

**Complesso
Raffineria, IGCC e Impianti Nord**

ADEGUAMENTO TECNOLOGICO DEL TERMINALE MARITTIMO IMPIANTI SUD

**Studio di Impatto Ambientale
D.Lgs. 152/2006**

Studio sulla componente Ambiente Marino

AM-RTS10004-1

Dott. Carlo Cottiglia Biologo



SARLUX Srl
Stabilimento di Sarroch (CA)

Complesso
Raffineria, IGCC e Impianti Nord

**ADEGUAMENTO TECNOLOGICO
DEL TERMINALE MARITTIMO IMPIANTI SUD**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

COORDINAMENTO GENERALE:

SARTEC – Saras Ricerche e Tecnologie

Ing. Manolo Mulana

Ing. Giuseppe Frongia (I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.)

STUDIO SULLA COMPONENTE AMBIENTE MARINO:

Dott. Carlo Cottiglia Biologo

0	23/10/17	Emissione per procedura di VIA	IAT	Sartec	Sartec
Rev.	Data	Descrizione	Red.	Contr.	Appr.

INDICE

1. MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE MARINO.....	4
1.1 Area d'indagine	5
1.2 Idrologia e campionamento delle acque.....	5
1.2.1 Temperatura	6
1.2.2 Ossigeno	7
1.2.3 Salinità	7
1.3 Nutrienti	8
1.4 Indici di qualità	9
1.5 Posidonia.....	10
1.5.1 Densità dei fasci	10
1.5.2 Lunghezza fogliare	10
1.5.3 Superficie fogliare	11
1.5.4 Numero di foglie	12
1.6 Particellato sedimentato	12
1.7 Macroalghe.....	13
1.8 Fitoplancton	13
2. MAPPATURA DELLA POSIDONIA, DEI FONDALI E RILIEVI BATIMETRICI	14
2.1 Modalità di indagine	14
2.2 Risultati	15
3. CONCLUSIONI.....	16

ALLEGATI

Allegato 1: Grafici

Allegato 2. Tavole

1. MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE MARINO

Nel tratto di mare antistante la Raffineria Saras di Sarroch da circa venti anni viene eseguito il monitoraggio dell'ambiente marino, in accordo con quanto previsto nella Valutazione d'Impatto Ambientale dell'impianto di gassificazione degli idrocarburi pesanti per la produzione di energia in cogenerazione (IGCC).

Il programma di monitoraggio si sviluppa attraverso periodiche campagne di rilevamenti condotte con frequenza semestrale nei periodi invernale (gennaio) ed estivo (luglio).

In fase di progettazione del piano di monitoraggio furono individuati diversi parametri, fisici, chimici e biologici, da utilizzare in qualità di indicatori ambientali da sottoporre ad indagine periodica con lo scopo di conoscere l'evoluzione nel tempo del livello di qualità dell'ambiente marino e permettere quindi una reale valutazione del grado di impatto determinato dall'esercizio dell'impianto di gassificazione.

Sempre durante la fase di progettazione del piano di monitoraggio, fu definita l'area di indagine e furono fissate diverse stazioni di rilevamento ubicate su cinque transetti (direttrici sulla quale sono posizionate le stazioni), come indicate nella figura seguente.

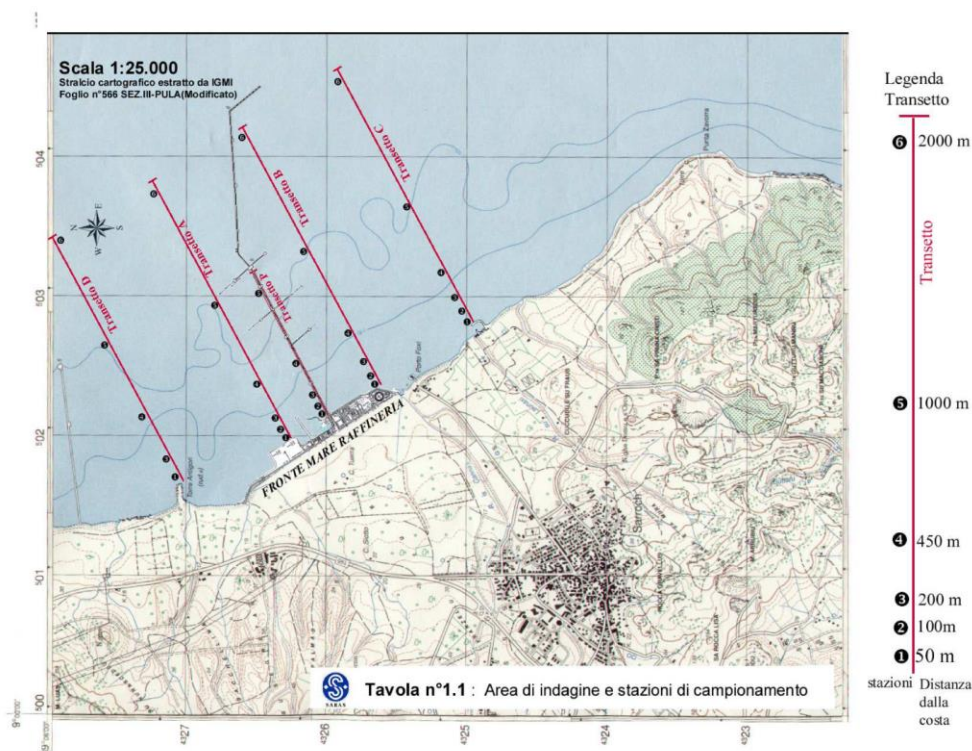


Figura 1 – Area di indagine e stazioni di campionamento per il monitoraggio dell'ambiente marino

In questo lavoro vengono riportati i risultati di alcuni importanti indicatori ambientali, biotici ed abiotici, che definiscono sia lo stato di qualità ambientale sia il trend del livello di qualità nel corso delle diverse campagne. In particolare sono stati presi in considerazione parametri idrologici quali temperatura, salinità ed ossigeno, parametri chimici quali il tenore di azoto nitrico e totale nelle acque, gli indici di qualità delle acque CAM e TRIX, e la *Posidonia oceanica*, le macroalghe ed il fitoplancton quali parametri biotici.

Per evidenziare il trend del livello di qualità ambientale nel corso degli anni, i dati di ogni indicatore, raccolti dal 2000 al 2016 di tutte le stazioni (area d'indagine), sono stati espressi con grafici riassuntivi di tipo "scatola e baffi" (min, max, 25°, 50°, 75° percentile), riportati in allegato.

1.1 Area d'indagine

Come si può osservare dalla figura 1, il tratto di mare sul quale vengono effettuati i rilevamenti è quello compreso tra il molo Antigori, a Nord della Raffineria, ed il "porticciolo pescatori" di Porto Foxi, a Sud, per un'estensione verso il largo di 2 km dalla linea di costa.

In questa area vennero fissate 24 stazioni di rilevamento distribuite lungo 4 transetti. Su ogni transetto furono fissate 6 stazioni di rilevamento alle distanze dalla costa di circa 50, 100, 200, 450, 1000, 2000 m. Ulteriori cinque stazioni, dedicate esclusivamente al "mussel wacht", vennero fissate in corrispondenza del pontile Saras.

La profondità varia tra il valore minimo di circa 2,5 m nella stazione C1 ed il valore massimo di circa 18 m nella stazione B6.

1.2 Idrologia e campionamento delle acque

I rilevamenti idrologici sono stati eseguiti con sonda multiparametrica di tipo oceanografico Idromar IM71, dotata dei sensori temperatura, conducibilità (salinità), Ossigeno, pH, Clorofilla, con taratura, effettuata dalla Ditta costruttrice la sonda, prima dell'inizio delle campagne di indagine.

Vengono presi in considerazione i valori dei parametri idrologici rilevati in superficie (circa 0,2 m di profondità) e presso il fondo (a circa 0,5 m di distanza dal fondo).

Considerato che il rilevamento viene eseguito una sola volta nel corso della campagna, è stato necessario, per una giusta comparazione dei dati tra campagne diverse, standardizzare le procedure di rilevamento in funzione delle condizioni meteomarine. Sia nelle campagne estive sia in quelle invernali, il rilevamento viene quindi eseguito esclusivamente con una buona situazione

meteomarina, stabile da almeno 3 giorni. I rilevamenti vengono eseguiti nel mese di luglio e nel mese di gennaio.

Il campionamento delle acque viene eseguito con utilizzo di bottiglia di tipo Niskin in PVC e parti metalliche in acciaio inox AISI 316, della capacità di litri 5, in contemporanea al rilevamento dei parametri idrologici. Il campionamento delle acque di superficie viene eseguito nella fascia batimetrica compresa tra la superficie e -0,3 m mentre quella di fondo compresa tra 1 e 0,5 m dal fondo.

Il rilevamento/campionamento viene eseguito nell'arco di tempo di circa 3 ore, generalmente tra le ore 8,30 e le ore 11,30.

1.2.1 Temperatura

I grafici 1a, 1b, 1c, 1d riportano i valori del parametro idrologico temperatura, superficie e fondo nel periodo invernale (a, b) superficie e fondo nel periodo estivo (c, d). Il grafico di ogni campagna d'indagine comprende i valori di 20 misurazioni.

Nelle acque di superficie del periodo invernale i valori minimi e massimi assoluti sono stati rispettivamente 9,7 (gennaio 2005) e 15,6°C. (gennaio 2007). La gran parte dei valori rimane comunque compresa tra 12° e 14° C. La media e la deviazione standard calcolati con i valori rilevati in tutte le campagne sono rispettivamente 12,9°C e 1,3°C.

Nelle acque di fondo non si rilevano molte differenze dei valori rispetto a quelli misurati in superficie. Il 25° ed il 75° percentile tra i valori rilevati in tutte le campagne sono rispettivamente 12,1°C e 13,9°C sia nelle acque di superficie sia nelle acque di fondo.

I valori misurati sia nelle acque di superficie sia di fondo nel periodo invernale rientrano ampiamente nel campo di variabilità della temperatura nelle acque marino costiere del golfo di Cagliari.

Nelle acque di superficie del periodo estivo i valori minimi e massimi assoluti sono stati rispettivamente 21,9 (luglio 2014) e 28,8°C. (luglio 2006). La gran parte dei valori è comunque compresa tra 24 e 25,7°C, rispettivamente 25° e 75° percentile dei dati raccolti in tutte le campagne. Nella campagna di luglio 2006 sono stati registrati valori elevati in tutte le stazioni che si discostano notevolmente dalla media del periodo; nello stesso mese valori elevati di temperatura sono stati misurati dallo scrivente in altre acque costiere del golfo di Cagliari, in accordo con un mese di luglio eccezionalmente caldo. La media e la deviazione standard calcolati tra i valori rilevati in tutte le campagne sono rispettivamente 24,8°C e 1,4°C.

La temperatura delle acque di fondo si discosta da quella delle acque di superficie in particolare per i valori minimi, come si può osservare dal confronto dei grafici. Ciò è da imputare alle misure

che vengono rilevate nelle stazioni più profonde (B6) circa 18 m di profondità, dove, in alcune campagne d'indagine comincia a definirsi un termoclino. Nelle stazioni meno profonde non si riscontrano particolari differenze di valori tra le acque di fondo e quelle di superficie. La gran parte dei valori è infatti compresa tra 23 e 25,2°C, rispettivamente 25° e 75° percentile dei dati raccolti in tutte le campagne.

1.2.2 Ossigeno

I grafici 2a, 2b, 2c, 2d riportano i valori di percentuale di saturazione del parametro idrologico ossigeno disciolto, misurati presso la superficie e presso il fondo nel periodo invernale (a, b) e nel periodo estivo (c, d). Il grafico di ogni campagna include 20 misurazioni.

Come si può osservare, nel periodo invernale in tutte le campagne di indagine, la gran parte dei valori dell'ossigeno risulta compreso tra 80 e 100% di saturazione, sia in superficie sia presso il fondo. I valori ottimi indicano un buon stato qualitativo ambientale marino costiero. Nella campagna di gennaio 2006 sono stati misurati valori di sovrasaturazione in tutte le stazioni mentre valori inferiori a 80%, ma comunque sempre elevati, sono stati rilevati unicamente in alcune campagne e in poche stazioni.

Nel periodo estivo, complice la maggior temperatura delle acque, i valori della percentuale di saturazione tendono ad essere più elevati rispetto all'inverno ed il 100% della saturazione viene spesso superato. Nelle acque di fondo la gran parte dei valori delle campagne d'indagine si attesta tra 90 e 110% a testimonianza di una buona attività fotosintetica delle biocenosi vegetali bentoniche, in particolare del posidonieto.

1.2.3 Salinità

I grafici 3a, 3b, 3c, 3d riportano i valori del parametro idrologico salinità, espressi in PSU, unità pratiche di salinità, misurati presso la superficie e presso il fondo nel periodo invernale (a, b) e nel periodo estivo (c, d). Il grafico di una campagna include 20 misurazioni.

Nelle campagne invernali, la gran parte dei valori è compresa tra 37 e 38 PSU sia nelle acque di superficie sia di fondo, valori "normali" delle acque strettamente costiere. Nelle acque di superficie si osserva, per la gran parte delle campagne, nel 25° percentile, valori minori compresi tra 35,4 e 37 PSU, valori non registrati nelle acque presso il fondo.

Nel periodo estivo si osservano valori mediamente superiori rispetto all'inverno, come del resto è lecito attendersi ma, negli ultimi anni, sono stati misurati valori elevati, circa 39 PSU non attesi nelle acque costiere del golfo di Cagliari. Valori elevati di salinità delle acque marino costiere sono

state comunque misurate dallo scrivente anche in diverse altre zone del golfo di Cagliari e nel golfo di Oristano le cui acque dovrebbero avere, rispetto ad altre zone, valori di salinità più contenuti in virtù dei numerosi ed importanti corsi d'acqua e lagune che in esso vi sfociano. Probabilmente la causa potrebbe essere ricercata nella siccità e nelle alte temperature dell'ambiente aereo di questi ultimi anni che favoriscono l'evaporazione i cui effetti sono più sentiti nelle acque costiere rispetto a quelle del largo.

1.3 Nutrienti

I grafici 4 (a, b, c, d) e 5 (a, b, c, d) mostrano, rispettivamente, i valori della concentrazione dei composti azoto nitrico e azoto totale misurati presso la superficie e fondo nel periodo invernale (a, b) superficie e fondo nel periodo estivo (c, d). Il grafico di una campagna include 20 misurazioni.

Non sono stati elaborati i grafici relativi ai composti dell'azoto nelle forme meno ossidate (ammoniacale e nitroso), del fosforo (ortofosfato e totale) in quanto composti rilevati solo raramente ed in valori di concentrazione comunque molto bassi.

Come si può osservare dai grafici, nelle campagne invernali la concentrazione dei nitrati nelle acque è in genere superiore rispetto a quelle estive. Si riscontra notevole variabilità tra le diverse campagne d'indagine ma, nella gran parte di esse, i valori sono comunque inferiori a 0,1 mg/l di N-NO³, sia nelle acque di superficie sia in quelle di fondo. In alcune campagne sono stati misurati valori superiori ma, ad eccezione dei valori misurati nella campagna di gennaio 2000 ed il valore particolarmente elevato misurato in una stazione nella campagna di gennaio 2014, sono sempre stati misurati valori inferiori a 0,6 mg/l.

La carenza di fosforo nelle acque fa sì che, nonostante i nitrati siano presenti con valori di concentrazione discreti, il fenomeno della eutrofizzazione delle acque, in queste condizioni, sia molto improbabile essendo appunto il fosforo il fattore limitante.

La concentrazione dell'azoto totale è sempre mediamente oltre il doppio di quella dell'azoto nitrico e, in diverse campagne, anche decine di volte superiore, in particolare in inverno. Considerato che la presenza dell'azoto ammoniacale e dell'azoto nitroso è sempre trascurabile, si deduce che la gran parte dell'azoto totale è rappresentata dall'azoto in diversa forma, legato ad altri composti "frazione non libera".

Il fatto che la concentrazione dell'azoto totale sia superiore nelle campagne invernali è probabilmente correlabile alle correnti di fondo (in inverno sono sempre più intense rispetto all'estate) che risospendono i materiali fini sedimentati (organici ed inorganici).

1.4 Indici di qualità

I grafici in allegato riportano i valori dell'Indice Trofico TRIX (indice trofico) e dell'indice CAM (classificazione delle Acque Marine), entrambi esprimono un giudizio sintetico sulla qualità delle acque.

La formula per il calcolo dell'indice TRIX prende in considerazione i valori di percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto e le concentrazioni dei seguenti parametri: clorofilla "a", fosforo totale, azoto ammoniacale, nitroso e nitrico. Il valore ottenuto esprime un giudizio di qualità sullo stato trofico delle acque secondo la seguente scala: da 2 a 4 stato elevato, da 4 a 5 stato buono, da 5 a 6 stato medio, da 6 a 8 stato scadente.

Come si può vedere dal grafico 6a, relativo ai risultati delle campagne invernali, fatta eccezione per le campagne del 2000 e del 2014, nelle restanti i valori sono per la gran parte inferiori a 4 e comunque sempre inferiori a 6 pertanto una qualità delle acque generalmente di stato elevato o in alcuni casi medio.

Nelle campagne estive (grafico 6b) le condizioni sono mediamente migliori rispetto alle invernali e lo stato trofico "elevato" (valore minore di 4) viene conferito a tutte le stazioni in numerose campagne.

L'indice CAM, un algoritmo che prevede l'opzione di specificità per i mari della Sardegna, prende in considerazione parametri diversi rispetto al TRIX. In particolare prevede la trasparenza delle acque, la salinità e le concentrazioni dei seguenti parametri: clorofilla "a", fosforo reattivo, azoto ammoniacale, nitroso e nitrico e silicati.

Il giudizio dell'indice CAM viene espresso in classi di qualità a cui si attribuisce alla classi 1 e 2 il giudizio di qualità elevata, alle classi 3 e 4 quello di qualità media ed alle classi 5 e 6 quello di bassa qualità.

Come si può vedere dai grafici 7a e 7b, rispettivamente campagne invernali ed estive, in inverno le qualità delle acque è inferiore rispetto all'estate benché, in tutte le campagne, fatta eccezione per quella gennaio 2009, la classe di qualità "bassa" viene attribuita solo a poche stazioni in ogni campagna (i valori 5 e 6 sono compresi tra il massimo ed il 75° percentile). Nella campagna di gennaio 2009 è stata la peggiore nella quale il 50° percentile, ossia nel 50% delle stazioni indagate, la qualità è stata bassa. Nelle ultime due campagne in tutte le stazioni indagate la qualità delle acque è stata elevata.

Nel periodo estivo le condizioni qualitative delle acque sono superiori rispetto all'inverno. Lo stato qualitativo delle acque appare inoltre migliore nelle ultime sei campagne nelle quali alla gran parte delle stazioni (75° percentile) viene attribuita la classe elevata.

1.5 Posidonia

Il tratto di mare antistante la Raffineria insiste una prateria di posidonia presumibilmente vecchissima data essendo possibile misurare *matte* anche di 4 metri di altezza. La posidonia è stata scelta nel monitoraggio dell'ambiente marino quale indicatore ambientale. Con periodicità semestrale vengono indagati diversi parametri biometrici. In questa relazione vengono commentati i grafici relativi alla densità dei fasci, lunghezza, superficie e numero di foglie.

1.5.1 Densità dei fasci

Nei grafici 8a e 8b si riportano i valori percentili della densità dei fasci fogliari rilevati in 11 stazioni, rispettivamente in inverno ed estate. Essendo un monitoraggio, è stato necessario standardizzare una procedura affinché si potessero contare sempre gli stessi fasci nelle diverse campagne. Allo scopo è stata utilizzata una cornice quadrata di 0,5 m di lato e predisposta in modo tale che la medesima cornice possa essere riposizionata esattamente nella stessa area di fondo consentendo quindi di ricontare i medesimi fasci fogliari.

In ogni campagna vengono contati, complessivamente, circa 1200 fasci fogliari.

Come si può osservare dai grafici, nel corso dei sedici anni di monitoraggio si riscontra una modesta variabilità dei valori, sia nei due valori estremi sia nei percentili, variabilità leggermente più accentuata nel periodo estivo. Le condizioni dell'attività vegetativa della posidonia (sviluppo nuovi fasci), nelle aree indagate, appaiono abbastanza costanti benché si possa rilevare un leggero calo negli ultimi anni, da confermare nei prossimi rilevamenti, più marcato nel periodo estivo.

Le maggiori variazioni del numero dei fasci sono state riscontrate nel periodo invernale, tra le campagne gennaio 2009 e gennaio 2008 (-185 fasci) e tra le campagne di gennaio 2002 e gennaio 2001, rispettivamente un decremento di 185 fasci ed un incremento di 136 fasci fogliari. In estate, il maggiore decremento tra luglio 2013 e luglio 2012 (-281 fasci) ed il maggiore incremento tra luglio 2012 e luglio 2011 (+226 fasci).

1.5.2 Lunghezza fogliare

I grafici 9a e 9b, si riferiscono alla lunghezza delle foglie adulte rispettivamente nei periodi invernale ed estivo.

Come si può osservare, nei sedici anni di rilevamenti, nel periodo invernale, non si osservano significative variazioni; il 50% delle misurazioni, in tutte le campagne di indagine, resta compreso tra 10 e 20 cm di lunghezza. Anche nel periodo estivo non si rilevano decrementi dei valori di lunghezza ed il 50% delle misurazioni, in tutte le campagne di indagine, resta compreso tra 20 e 60

cm con una tendenza ad aumentare negli ultimi tre anni.

Anche in questo caso si può considerare buona l'attività vegetativa della fanerogama, con un trend di valori di lunghezza fogliare costante negli anni.

I grafici 10a e 10b si riferiscono alla lunghezza delle foglie intermedie che, come noto, nel fascio occupano una posizione più interna rispetto alle adulte restando quindi più "protette"; anche per questa tipologia fogliare non si osservano significative variazioni; il 50% delle misurazioni, in tutte le campagne di indagine, resta compreso tra 10 e 25 cm di lunghezza.

Nel periodo estivo, nelle campagne luglio 2006 e 2012 è stato osservato un notevole decremento dei valori di lunghezza fogliare, più marcato nel 2006. Le cause, almeno per il 2006, potrebbero essere ricercate nella temperatura raggiunta dalle acque a causa dell'estate particolarmente calda; nei grafici 1c e 1d si può osservare come la temperatura abbia sfiorato i 29 °C in alcune stazioni ed il 50% dei rilevamenti sia stato superiore a 27°C nelle acque di fondo e superiore a 28°C in quelle di superficie. Questi valori, se perduranti, possono influire direttamente o indirettamente sullo sviluppo fogliare e comunque sull'attività vegetativa essendo l'intervallo termico tollerato dalla pianta compreso tra 10 ai 28°C.

Nel successivo inverno (gennaio 2007) non sono state riscontrate particolari variazioni di lunghezza delle foglie adulte, significando che la fanerogama ha comunque ben superato il momento critico estivo.

1.5.3 Superficie fogliare

I grafici 11, 12 e 13 riassumono graficamente i dati relativi alla superficie fogliare rispettivamente delle foglie adulte, intermedie e totali. Nel periodo invernale, così come osservato per la lunghezza, anche per la superficie non si osservano particolari variazioni dei valori; nei sedici anni di rilevamenti, sia nelle adulte sia nelle intermedie i valori sono stati abbastanza costanti. Si osserva una flessione nella campagna di gennaio 2005 ma anche in questo caso si potrebbe ipotizzare una correlazione con la temperatura raggiunta dalle acque, la più bassa misurata nel corso del monitoraggio, 50% delle misurazioni non superiore a 10,2°C con valore minimo di 9,7°C (vedi grafico 1b). Nel grafico 13a relativo alle foglie totali, la flessione dei valori è meno accentuata in quanto compensata dai valori delle foglie adulte che hanno saputo resistere meglio alle basse temperature.

Anche nel periodo estivo non si riscontrano particolari variazioni nei valori tra le campagne d'indagine, fatta eccezione per le foglie intermedie nelle campagne di luglio 2006 e 2012, le cui cause ipotetiche, almeno per la campagna del 2006, sono state già esposte nella discussione sulla lunghezza fogliare e legate alla alta temperatura raggiunta dalle acque. Anche in questo caso, nelle

foglie adulte non si osserva un rallentamento nello sviluppo, probabilmente possiedono una maggiore capacità di resistenza alle difficili condizioni ambientali rispetto alle foglie intermedie. Il 50% delle misure di superficie delle foglie intermedie, nella gran parte delle campagne di indagine, sia in inverno sia in estate, rimane compreso tra 25 e 75 cm².

Dai grafici 13a e 13b relativi alla superficie delle foglie totali, si riscontra una notevole costanza di valori nel corso degli anni sia in inverno sia in estate.

1.5.4 Numero di foglie

Per quanto il numero delle foglie, vedi grafici 14, 15, 16 che si riferiscono rispettivamente alle foglie giovani, intermedie e totali, si riscontra una costanza di valori tra le diverse campagne di indagine, con le ovvie differenze tra inverno ed estate. Come si può osservare dai grafici 16a, 16b, nel 50% dei rilevamenti il numero delle foglie totali è compreso tra 5 e 7 nel periodo invernale e 4 e 6 nel periodo estivo. Nelle ultime tre campagne invernali si osserva una leggera flessione dei valori, il 50% dei rilevamenti (valori compresi tra il 75° ed il 25° percentile) è infatti compreso tra 5 e 6.

1.6 Particellato sedimentato

Il campionamento del particellato sedimentato viene eseguito raccogliendo il materiale (particellato sedimentato) che precipita all'interno di uno specifico raccogliitore (deposimetro) per un lungo periodo di tempo, circa 2 mesi (gennaio-febbraio e luglio-agosto).

Il deposimetro, è costituito da un contenitore in PVC a bocca larga che l'operatore subacqueo provvede a fissare sul fondo delle stazioni in modo tale che detta bocca rimanga rivolta verso l'alto. I deposimetri sono stati opportunamente predisposti al fine di impedirne l'ingresso alla macrofauna bentonica vagile (blennidi, gobidi, octopodi, carcinidi, ecc.)

In laboratorio viene quantificato il particellato sedimentato all'interno del deposimetro (peso secco alla temperatura di 40-50°C). Il valore viene espresso come quantità di sedimentato (peso secco) che giornalmente precipita sul metro quadrato di superficie di fondo.

Il risultato delle misure viene riportato nei grafici 17a e 17b, rispettivamente per i periodi invernale ed estivo. Come si può osservare nel periodo invernale, rispetto a quello estivo, si riscontrano valori elevati e molta variabilità; ciò è da attribuire al fatto che nel periodo invernale i deposimetri raccolgono anche sedimenti superficiali risospesi dalle correnti di fondo generate dai frequenti moto ondosi (torbide). Nel periodo estivo mancando le mareggiate le correnti di fondo

sono deboli e di quantitativo di particellato sedimentato è modesto. In alcune stazioni, (25° percentile) tra quelle più distanti dalla costa, anche nel periodo estivo si possono campionare quantitativi più elevati di sedimentato rispetto alle stazioni più costiere; ciò può essere ricondotto alla sospensione di sedimenti superficiali (torbide) generata dalle eliche dei rimorchiatori durante le operazioni di ormeggio delle navi ai pontili.

1.7 Macroalghe

Le Cloroficee *Caulerpa Prolifera* viene utilizzata, in questo monitoraggio, quale indicatore ambientale essendo ben rappresentate nell'area in questione in quanto specie caratteristica di fondi molli in acque spesso caratterizzate da torbidità ed elevata sedimentazione.

Presso ogni stazione l'operatore subacqueo individua aree di fondo (*mattes* di posidonia) su cui non è presente la posidonia e da queste preleva i talli delle macroalghe che rientrano all'interno di una cornice quadrata di 400 cm², collocata a caso; la campionatura viene replicata tre volte. Oltre alla *Caulerpa* vengono campionate anche le altre principali macroalghe, determinate e quantificate la loro biomassa.

I grafici 18a e 18 b mostrano graficamente i valori delle biomasse macroalgali (biomassa fresca) delle principali specie, campionate nelle varie stazioni, rispettivamente nei periodi invernale ed estivo.

I grafici 19a e 19b si riferiscono alle biomasse di *Caulerpa prolifera* rispettivamente nei periodi invernale ed estivo.

Come si può osservare dai grafici 18a e 18 b la biomassa totale dal 2000 al 2011 è stata poco variabile mentre dal luglio 2012 si riscontra un aumento. In questi anni l'incremento osservato non è comunque imputabile alla *Caulerpa prolifera*, come si può osservare dal confronto dei grafici, ma all'incremento delle *Phaeophyceae* in particolare di specie appartenenti all'ordine delle *Dictyotales* (*Dictyota dicotoma*, *Dilophus fasciola*) ed altre quali *Padina pavonica* e *Halopteris scoparia*, specie generalmente più frequenti in acque con torbidità ridotta.

1.8 Fitoplancton

Il campionamento delle acque per la determinazione e quantificazione del fitoplancton viene eseguito presso ogni stazione sia nelle acque di superficie sia di fondo.

Nei grafici 20a e 20b si mostrano i valori della concentrazione fitoplanctonica totale (escluso le cellule inferiori a 2 µm di diametro) rispettivamente nei periodi invernale ed estivo.

Come si può osservare nel periodo invernale le concentrazioni sono superiori rispetto al periodo estivo, riconducibile ad una maggiore disponibilità di nutrienti nell'acqua, grazie anche alla movimentazione dei sedimenti superficiali a seguito delle mareggiate ed al conseguente rilascio nell'acqua dei nutrienti in essi contenuti. Nel periodo estivo le concentrazioni fitoplanctoniche sono nettamente inferiori e si riscontra una minore variabilità nel corso degli anni.

Per quanto concerne l'aspetto quali-quantitativo, nel periodo invernale la classe delle Diatomee è quella più rappresentata; dal 2000 al 2016, nelle acque di superficie, la percentuale di Diatomee rispetto alla totalità fitoplanctonica stata compresa tra 44 e 89%. Nel 2016 è stata pari a 73%. Le Dinoficee sono la seconda classe di importanza quantitativa; il loro contributo, dal 2000 al 2016 è compreso tra 3 e 17%. Nel 2016 è stata pari a 13%.

Nel periodo estivo, contrariamente, la classe delle Dinoficee è quella più rappresentata, ad eccezione per gli anni 2000 e 2001 in cui prevalsero le Diatomee. Dal 2002 al 2016 nelle acque di superficie, la percentuale di Dinoficee rispetto alla totalità fitoplanctonica stata compresa tra 45 e 60 %. Nel 2016 è stata pari a 53%.

2. MAPPATURA DELLA POSIDONIA, DEI FONDALI E RILIEVI BATIMETRICI

Nel periodo compreso tra il 14 ed il 21 settembre 2017 sono stati eseguiti i rilievi per la mappatura della posidonia e dei fondali nell'area antistante la raffineria (*rif. Tavola 17_047_01_01_PLA_planimetria Mappatura Posidonia 2017*).

Gli stessi rilievi furono già eseguiti, nella medesima area, undici anni prima, nel 2006, nel periodo compreso tra il 4 ottobre e 11 novembre (*rif. Tavola 06_027_00_01_planimetria Mappatura Posidonia 2006*). La comparazione dei risultati dei rilievi consentirà di valutare se lo stato vegetativo della fanerogama abbia subito delle ampie variazioni in questo arco di tempo.

2.1 Modalità di indagine

I rilievi sono stati inquadrati nel sistema di coordinate Gauss Boaga (Roma Datum 1940) per un più agevole utilizzo su cartografie georeferenziate. I fondali, corretti delle variazioni di marea, sono stati riferiti al livello medio mare rete IGM (Mareografo del Porto di Cagliari) con modello di ondulazione del geoide ITALGEO 2005.

L'area è stata rilevata mediante transetti paralleli distanziati di 25 m e orientati all'incirca perpendicolarmente alla linea di costa.

L'imbarcazione tipo pilotina iscritta nei registri delle Navi Minori e Galleggianti della

Capitaneria di Porto di Cagliari per indagini oceanografiche e biologia marina è stata dotata di sistema di posizionamento GPS/GLONASS differenziale in modalità RTK con stazione master di riferimento ubicata in prossimità dell'area di rilievo, di ecoscandaglio idrografico con acquisizione continua delle quote batimetriche lungo la rotta (ping rate >10 Hz), di computer di bordo con software per la pianificazione e l'esecuzione ed il monitoraggio del rilievo e di telecamera subacquea filotrainata a circuito chiuso B/N con 400 linee orizzontali ad alta sensibilità dotata di obiettivo da 130° di angolo di apertura, alloggiata su apposita slitta per videoriprese subacquee senza effetto twister e senza evidenti sbandamenti.

La accurata determinazione della posizione dell'imbarcazione durante tutte le fasi del rilievo ha consentito di georeferenziare precisamente sia i dati batimetrici sia, in fase di post elaborazione e refertazione, la posizione della telecamera.

Data la distanza tra i transetti e la morfologia accidentata del fondale (alternanza di matte di posidonia intercalate da lunghi e profondi canali), il rilievo batimetrico è da considerarsi non esaustivo come rilievo di dettaglio dell'area, ma come necessario supporto alla mappatura della Posidonia.

Per quanto concerne l'esecuzione dell'indagine della posidonia, si è proceduto trainando la telecamera ad una velocità di circa 1,5 m/s e mantenendo la stessa ad un'altezza dal fondo di circa 2m, laddove la profondità lo consentiva. Il campo dell'immagine ripreso dalla telecamera è stato di circa 5 metri quadrati con una larghezza di circa 2,5m. Le riprese, attraverso cavo, venivano inviate al monitor situato a bordo dell'imbarcazione, registrate su formato DVD mentre il programma di navigazione registrava il punto geografico dell'imbarcazione ed i vari dati di rotta. Con periodicità di 30 secondi veniva rilevata la lunghezza del cavo di traino filato a mare, dato necessario per riportare correttamente la posizione della telecamera a quella dell'imbarcazione trainante.

La mappatura della posidonia è stata effettuata attraverso la determinazione della "copertura", descrittore strutturale della prateria, espressa come la percentuale di fondo ricoperto dalla pianta rispetto a quello non ricoperto e costituito da "matte" morta, sabbia, roccia. Per la determinazione è stato utilizzato un metodo diretto fitosociologico che esprime la copertura in 3 classi convenzionali (Caniglia et. al., 1990):

- classe 1: la posidonia ricopre una superficie di fondo compresa tra 1 e 20%,
- classe 2: la posidonia ricopre una superficie di fondo compresa tra 20 e 80%;
- classe 3 la posidonia ricopre una superficie di fondo compresa tra 80 e 100%.

2.2 Risultati

L'area indagata è di circa 127,45 ha, si estende per circa 1800 m parallelamente alla costa e circa 700 m verso il largo. I risultati sono riportati nella tavola allegata (planimetria).

Per quanto concerne i risultati dell'indagine, dall'analisi delle tavole si rileva come nell'area indagata è presente una prateria di Posidonia su "matte" (praterie impiantate su strutture biogeniche formate dall'intreccio di radici, rizomi, sedimenti) di tipo discontinua essendo spesso interrotta da canali intermatte e radure. Considerata l'altezza raggiunta della matte, misurabile in alcuni canali intermatte, si può stimare che la prateria in questa area possiede un'età di circa 4-5 secoli.

Si riscontrano segni di erosione della prateria (canali e radure) che in alcuni tratti sono numerosi ed estesi. Sono inoltre presenti vaste aree sulle quali la Posidonia si rileva con modesti valori percentuali di copertura del fondo (classe 1); si riscontrano inoltre vaste zone con assenza di posidonia su fondale di matte o fondo mobile, particolarmente evidente nel tratto che dal porticciolo della Raffineria si estende verso il largo.

Analogo fondale si osserva lungo la fascia più "costiera" dell'area indagata su profondità inferiori a 2m e verso il largo infatti, laddove la profondità supera il valore di 8 m circa, la posidonia è scomparsa ed il fondo è costituito prevalentemente da "matte" morta con numerosi ed ampi segni di erosione. Una delle cause è sicuramente riconducibile all'azione degli ancoraggi delle imbarcazioni che prestano servizio presso la Raffineria (rimorchiatori) che proprio in questo tratto di mare, ad una distanza di circa 700-1000 m dalla costa quotidianamente, stazionano alla fonda nell'attesa di entrare in servizio.

Dall'analisi dei risultati del rilievo si calcola che la classe di Posidonia con copertura 3 si estende su una superficie di 30,66 ettari pari a 24,1 % della superficie rilevata, la classe 2 occupa una superficie pari a 32,55 ettari, 25,5%, la classe 1 16,84 ettari corrispondente a 13,2% mentre la superficie di fondale senza posidonia, occupata da matte morta, sabbia o fango è pari a 47,4 ettari ossia il 37,2% della superficie totale rilevata.

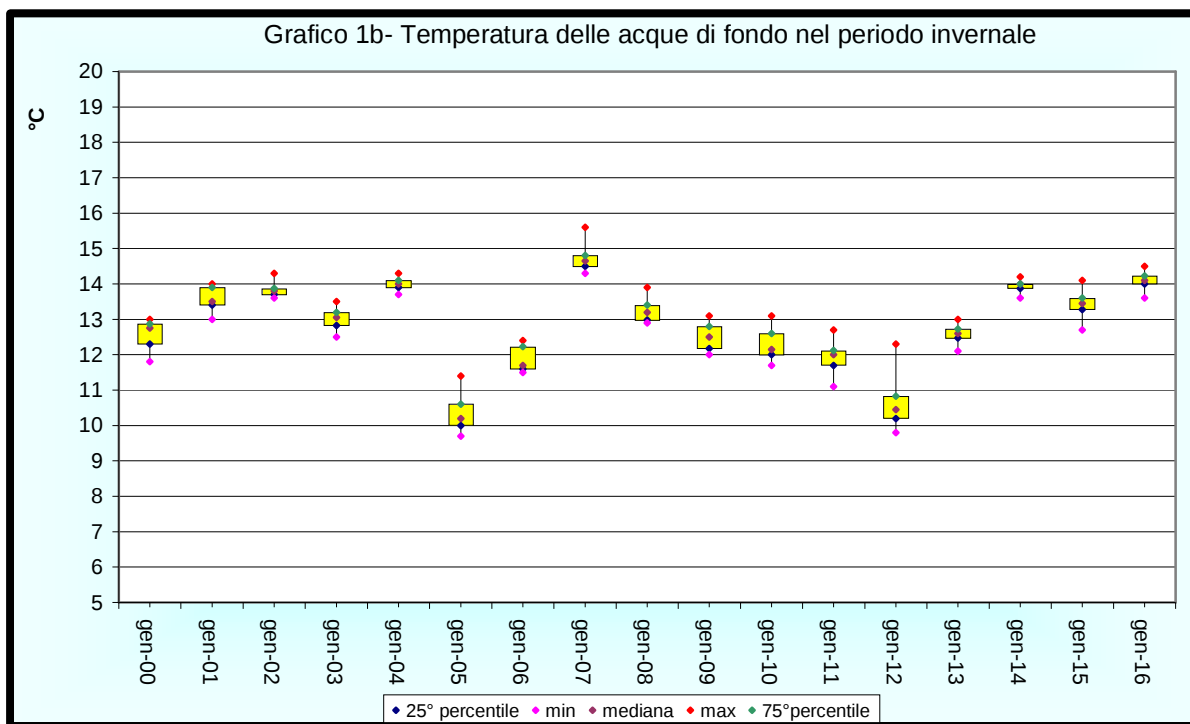
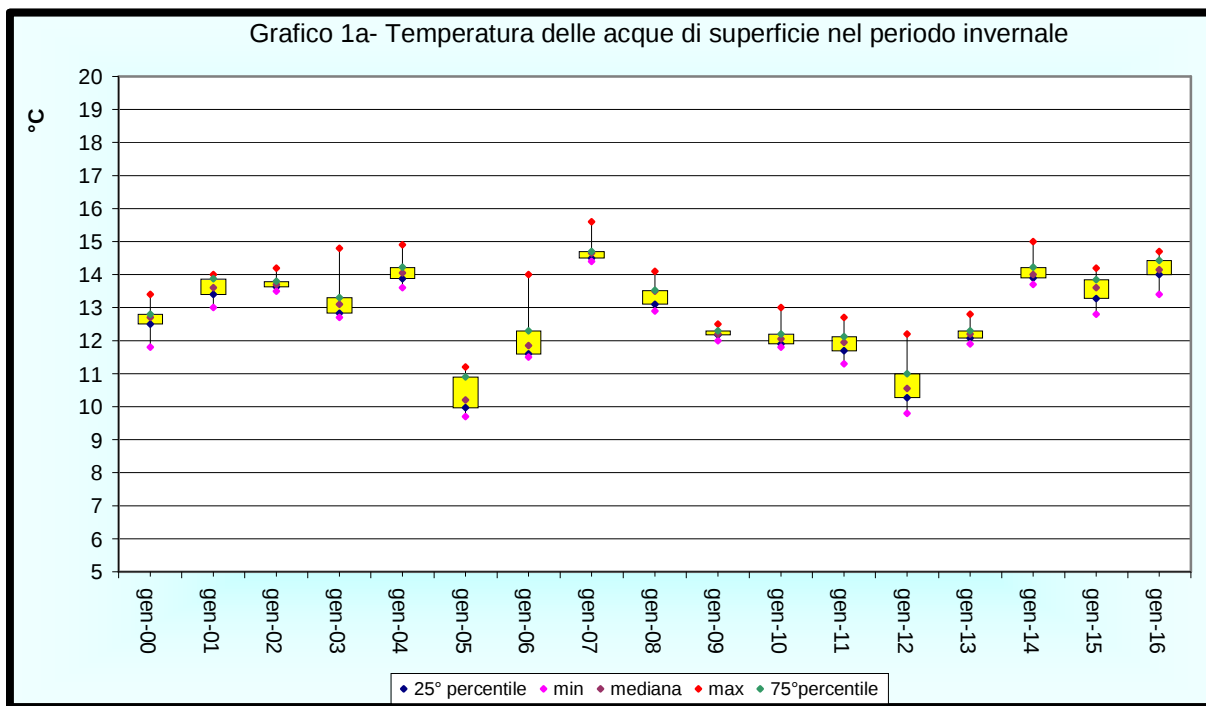
3. CONCLUSIONI

Con riferimento alla qualità delle acque marine, sulla base dei risultati dei numerosi parametri abiotici e biotici riportati nella presente relazione, indagati per un periodo di 16 anni, si evince come le condizioni ambientali del mare antistante la Raffineria siano discrete e abbastanza costanti nel corso degli anni.

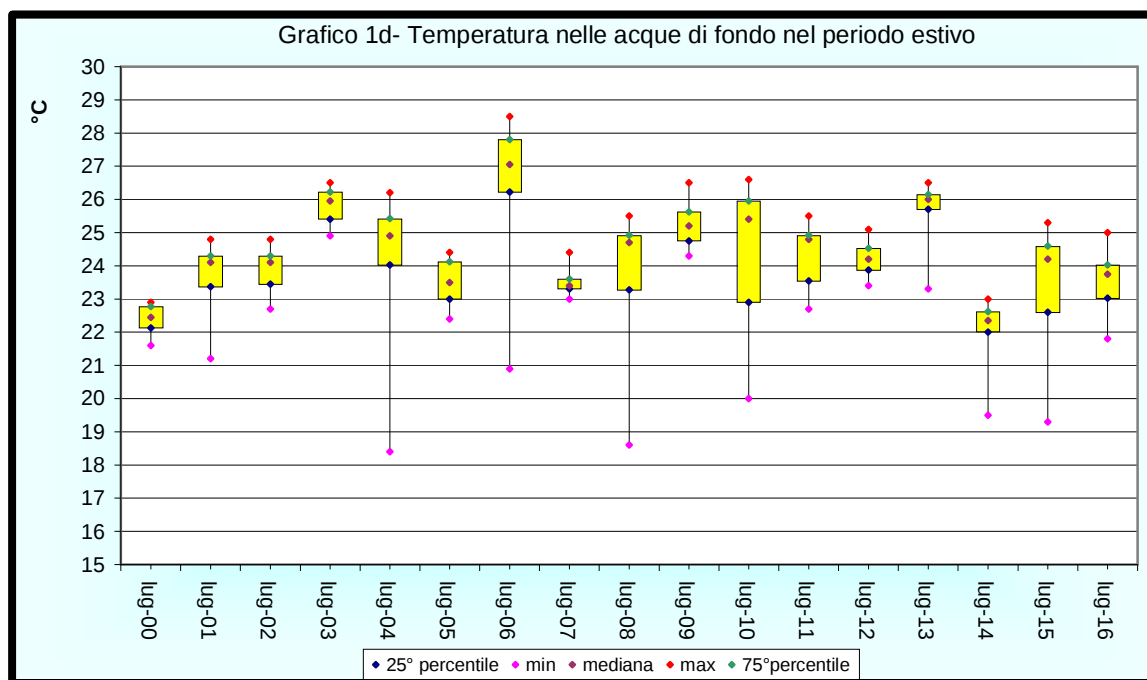
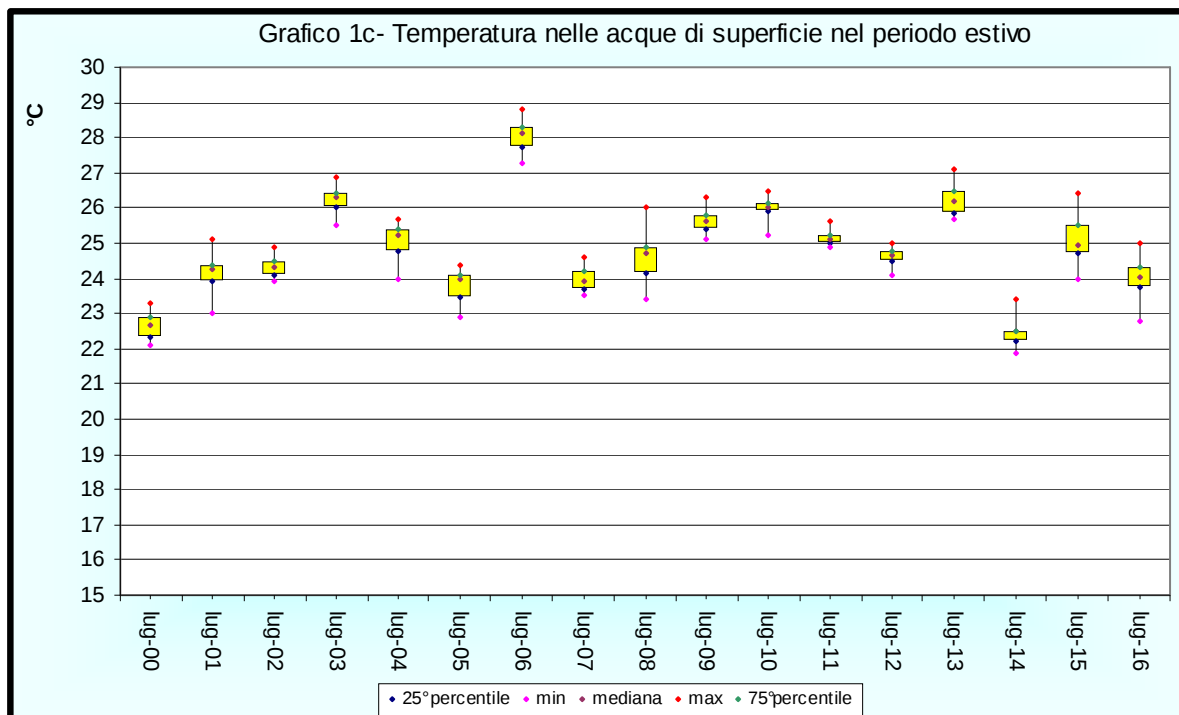
Con riferimento alla Posidonia, rispetto ai rilievi eseguiti nel 2006 si riscontra comunque un notevole incremento della superficie del fondale con copertura di Posidonia nella classe 3 ed un modesto incremento, circa 2 ettari, della superficie di fondale a cui viene attribuita la classe minore. Complessivamente si può quindi asserire che lo stato vegetativo della Posidonia non è peggiorato negli ultimi 10 anni.

ALLEGATO 1
GRAFICI

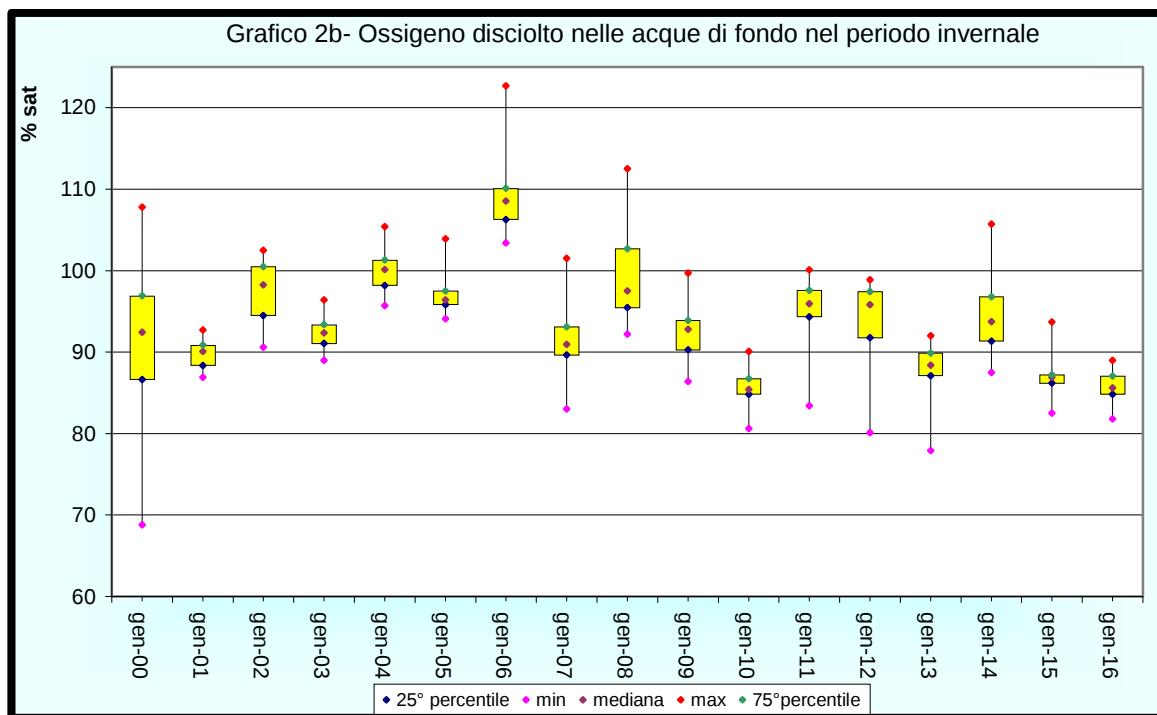
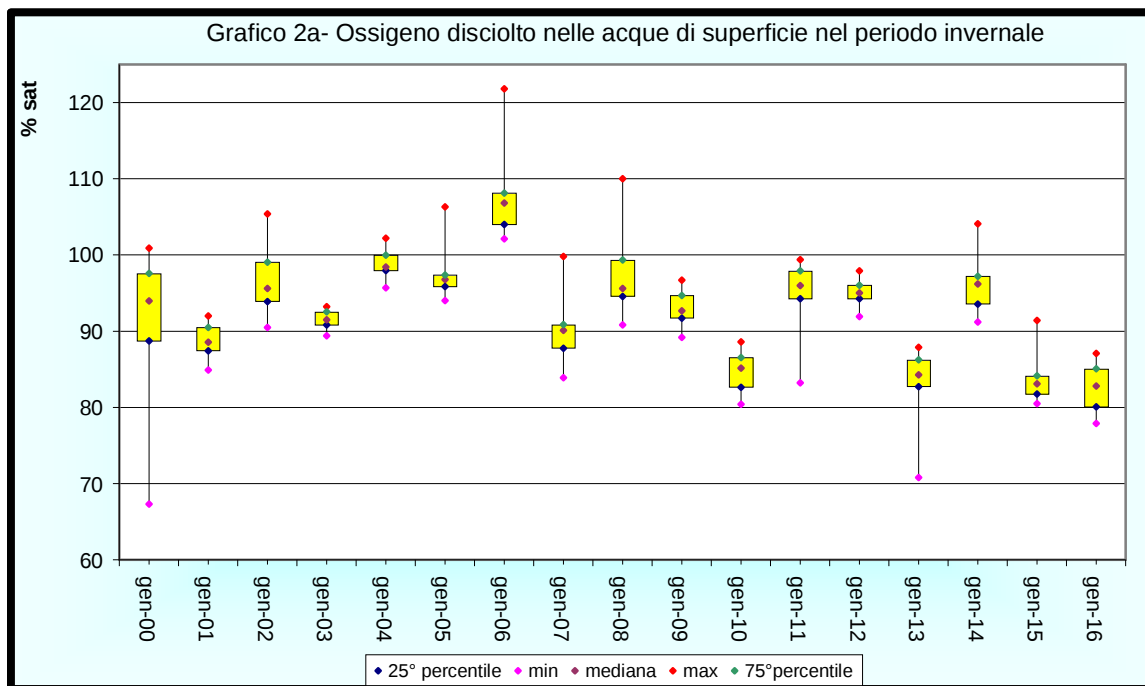
IDROLOGIA- Temperatura



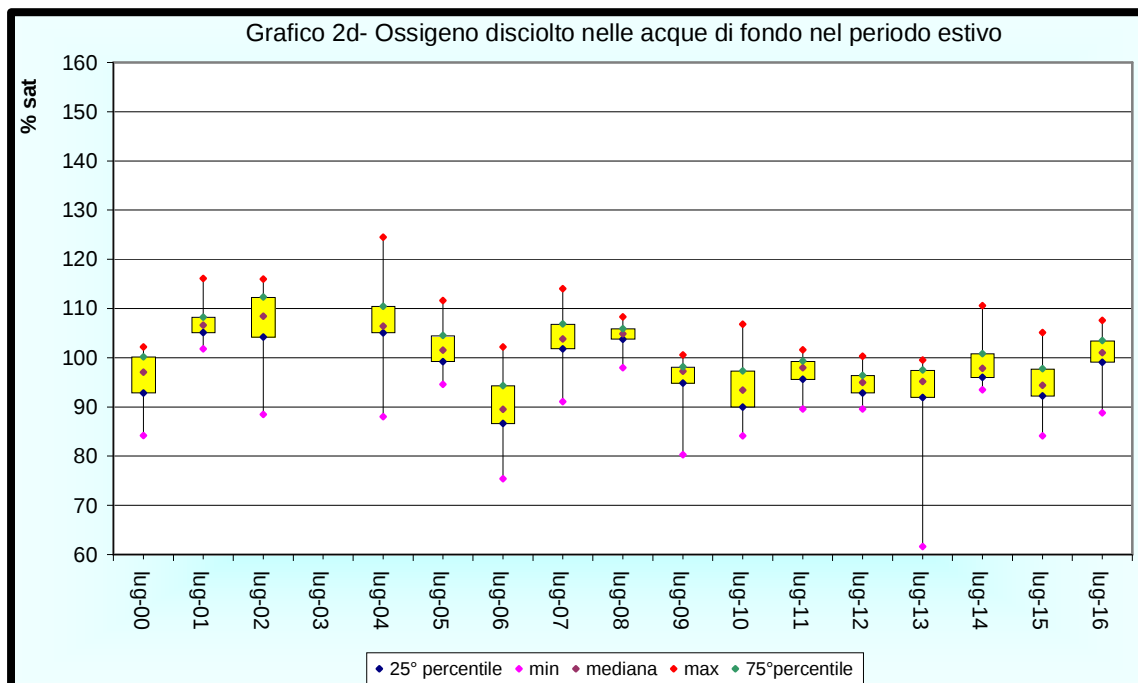
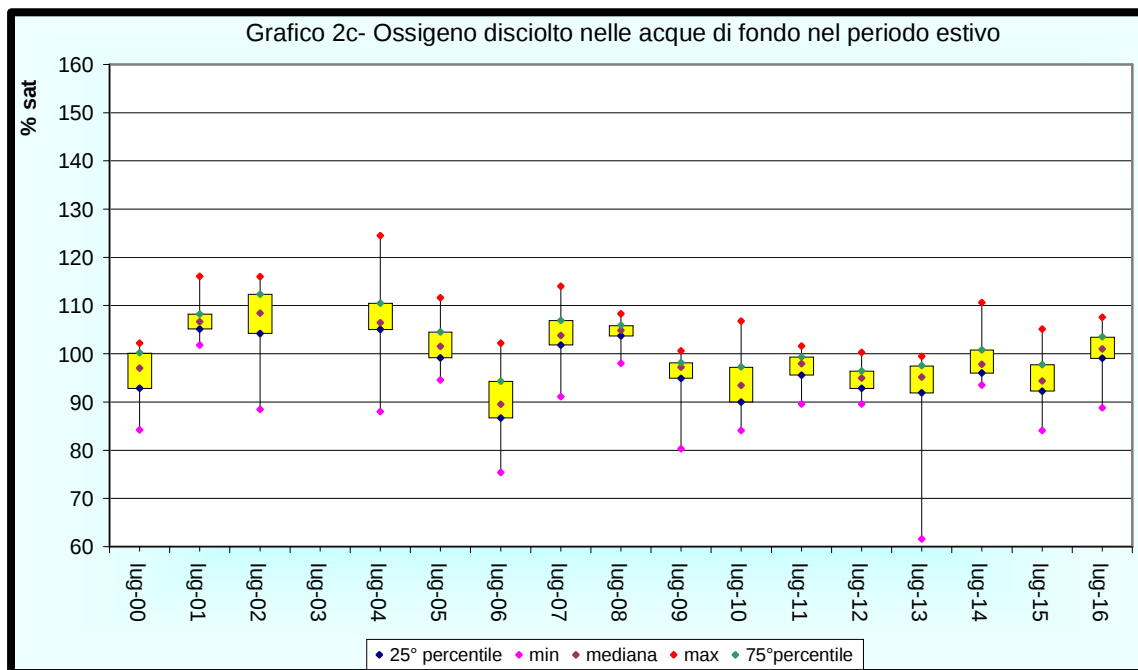
IDROLOGIA- Temperatura



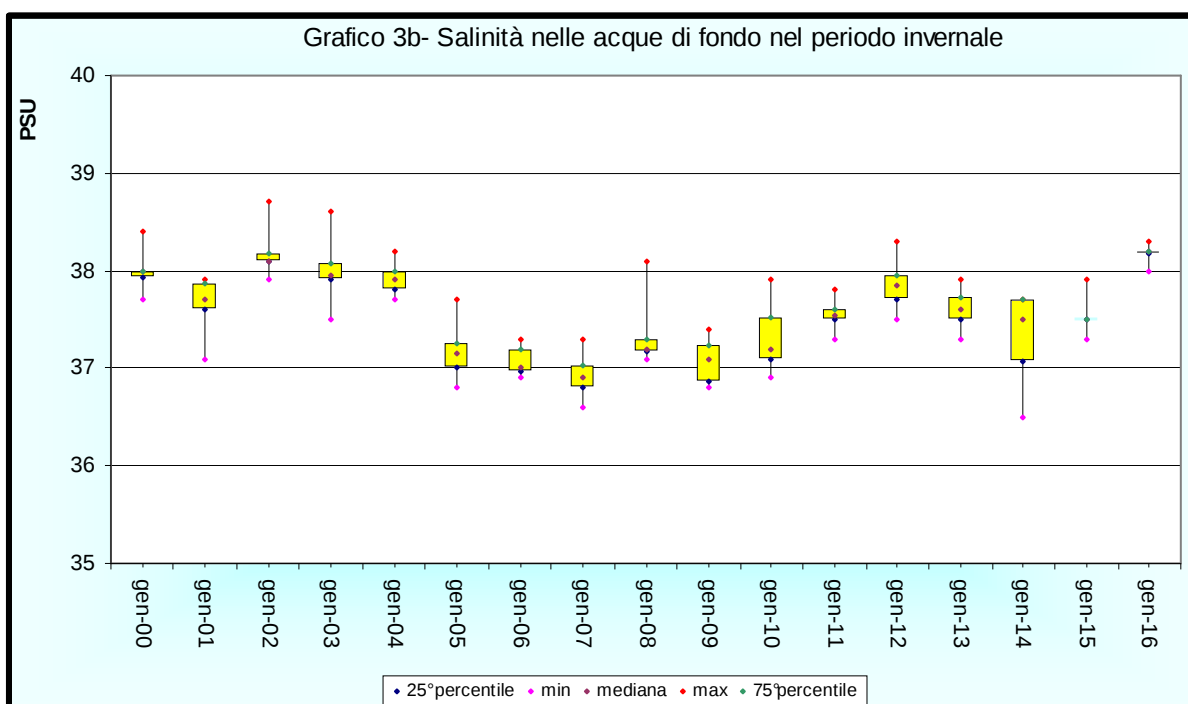
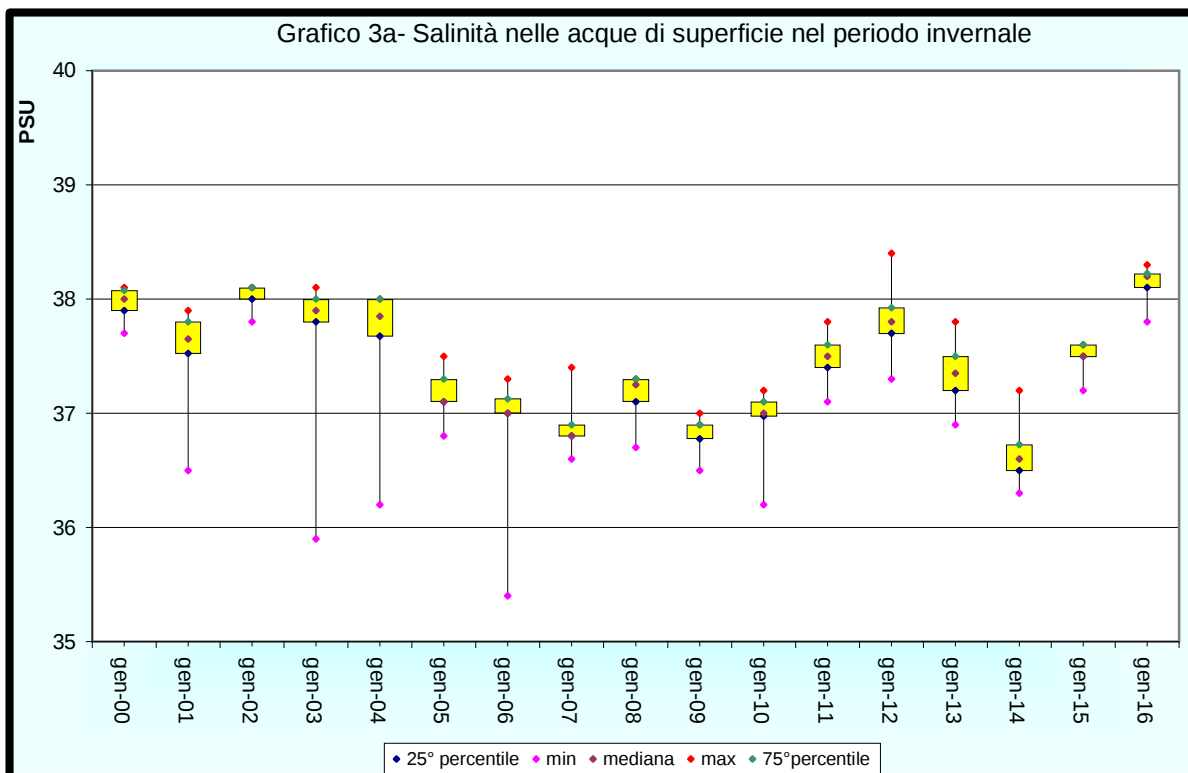
IDROLOGIA- Ossigeno



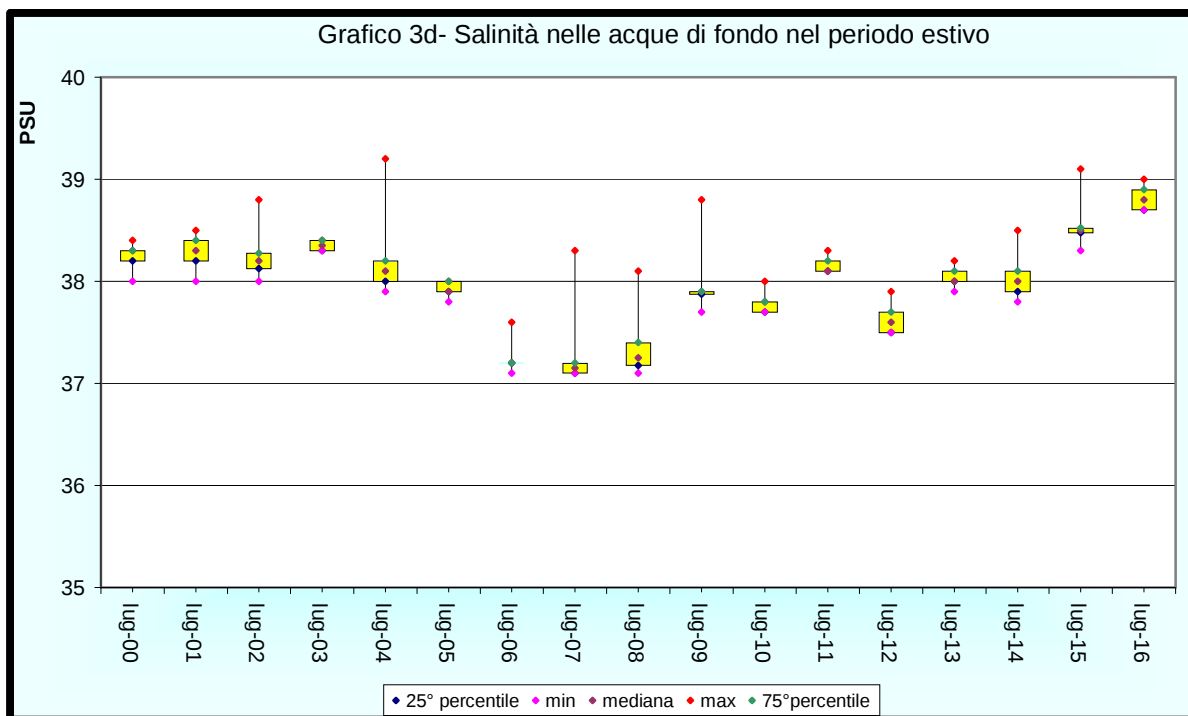
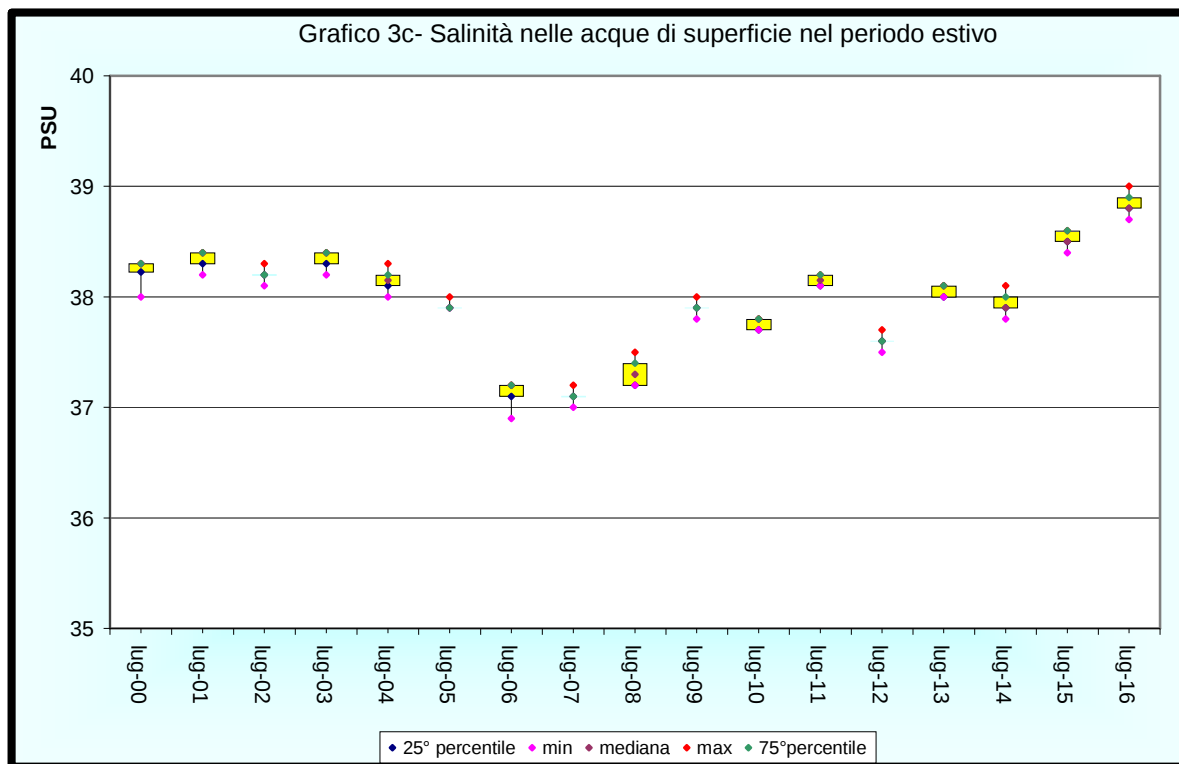
IDROLOGIA- Ossigeno



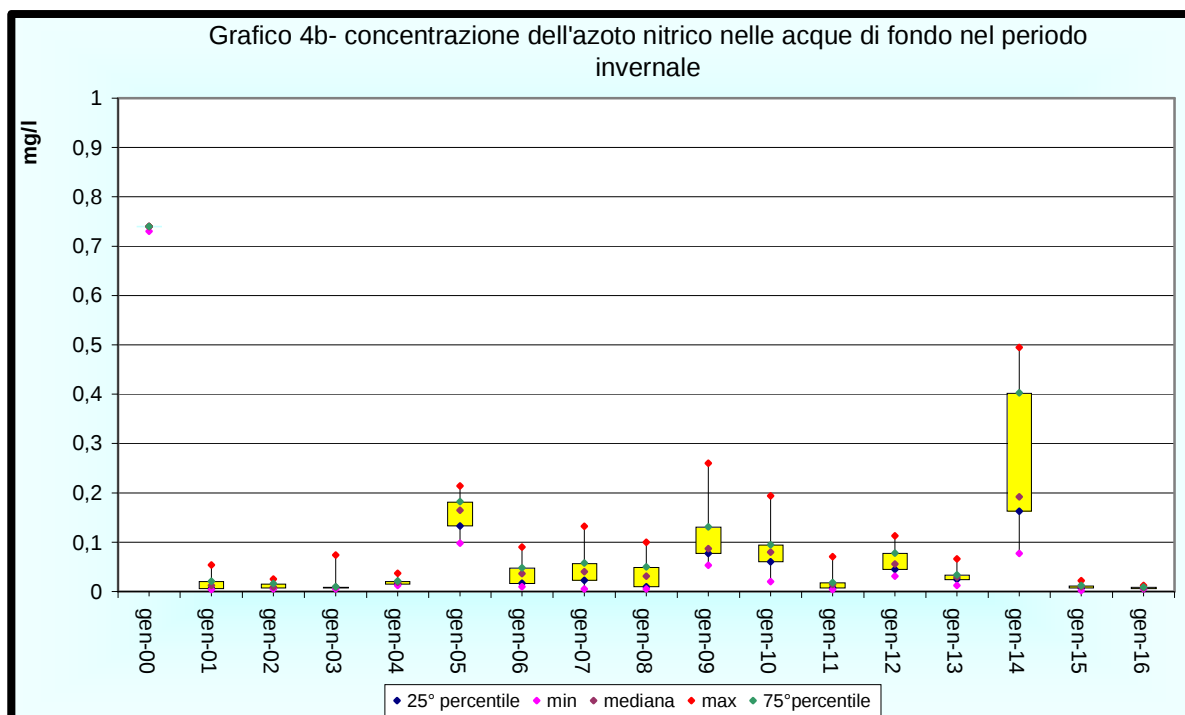
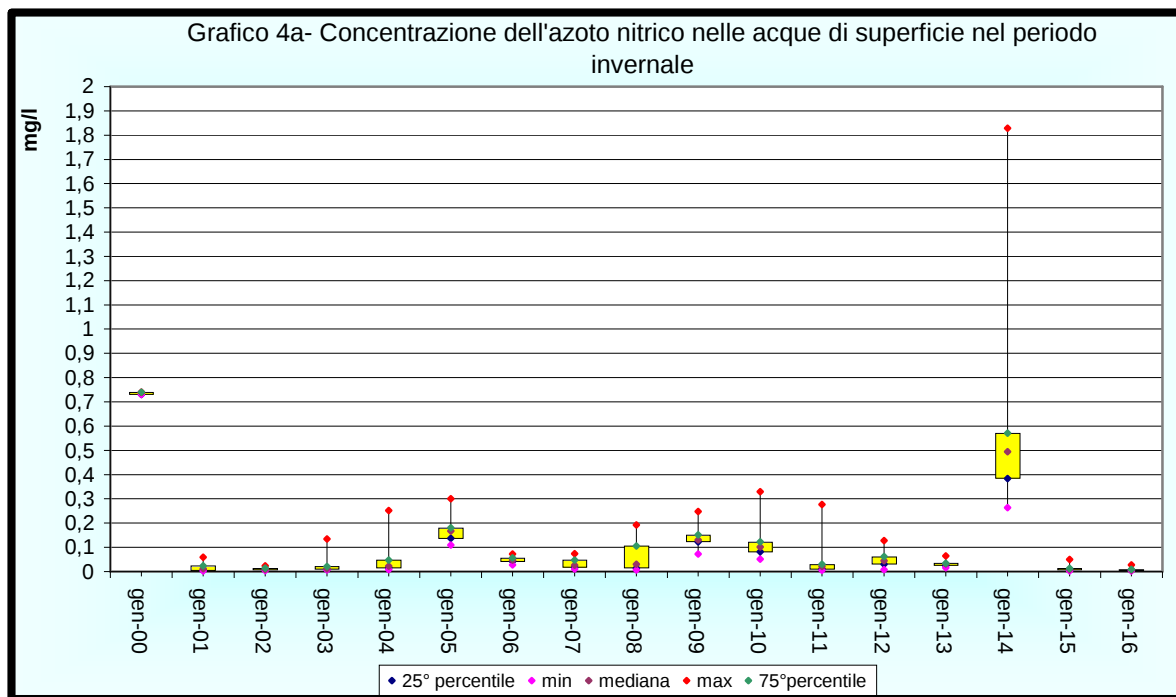
IDROLOGIA - SALINITA'



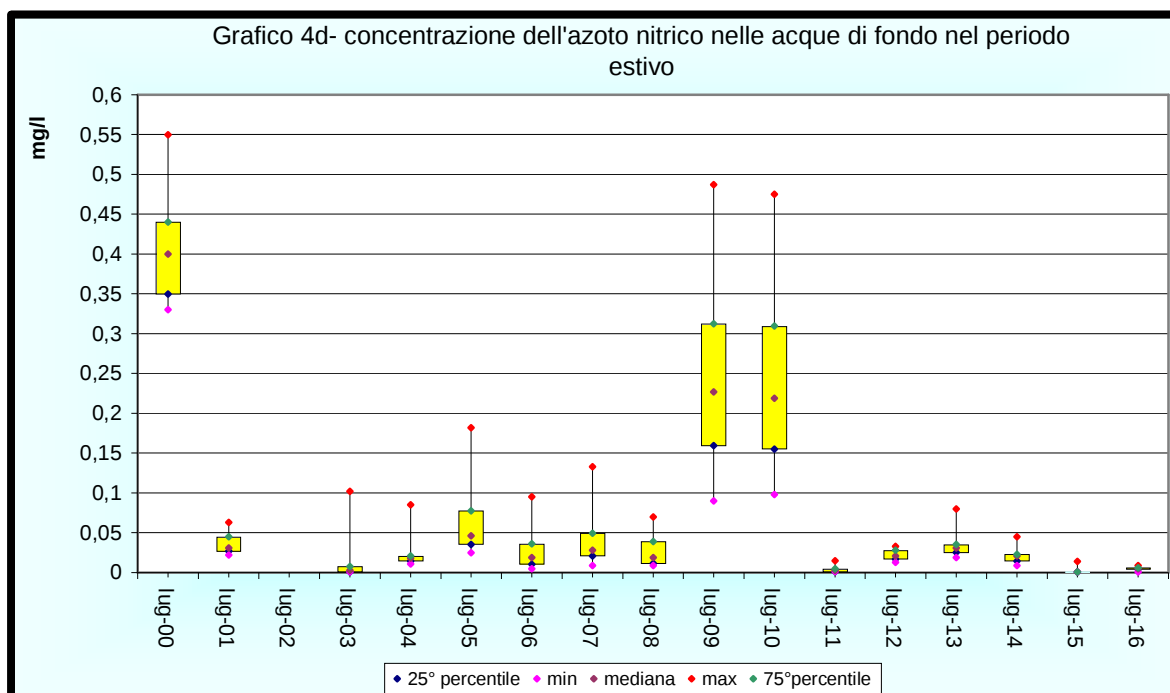
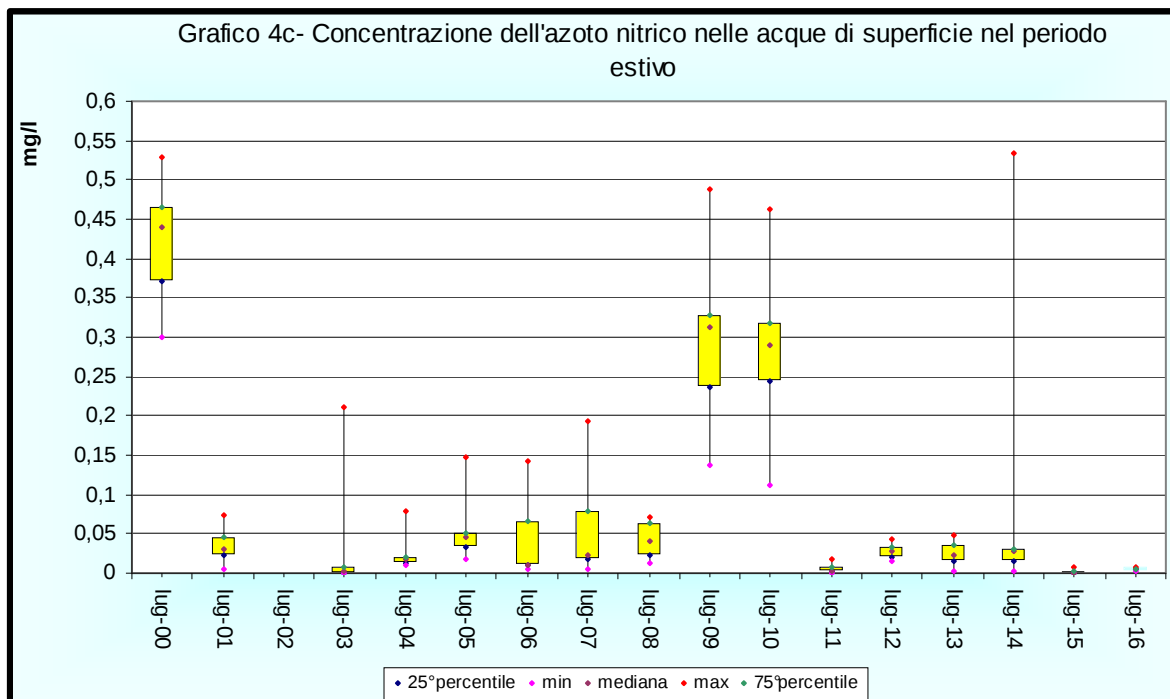
IDROLOGIA - SALINITA'



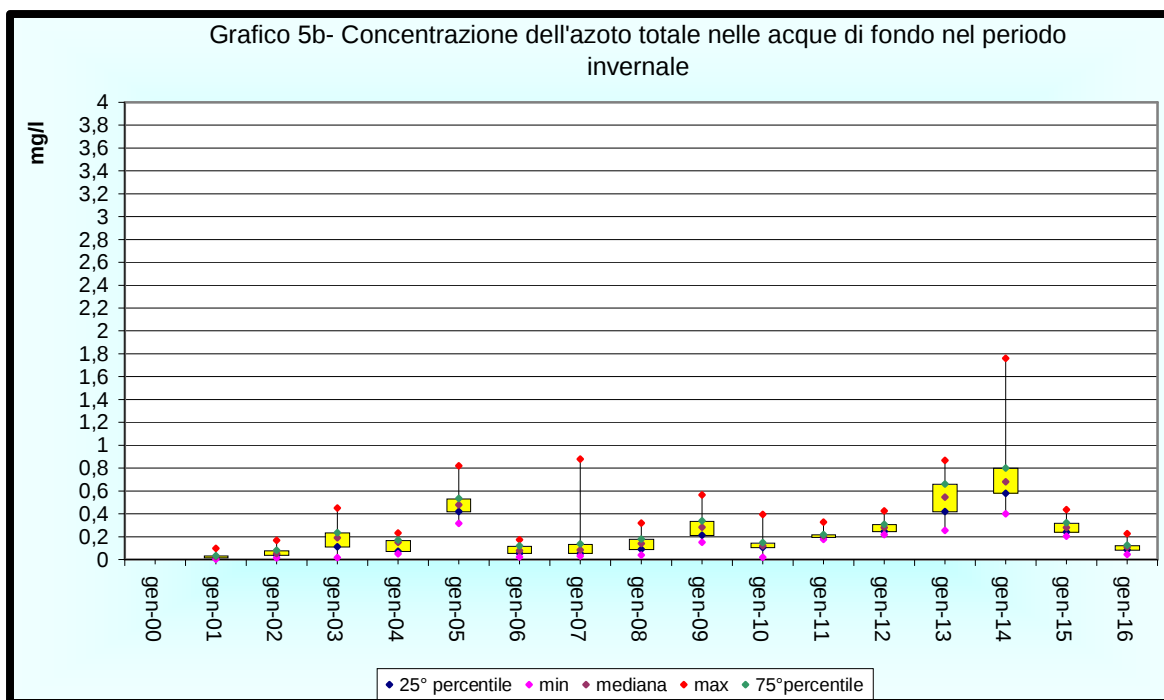
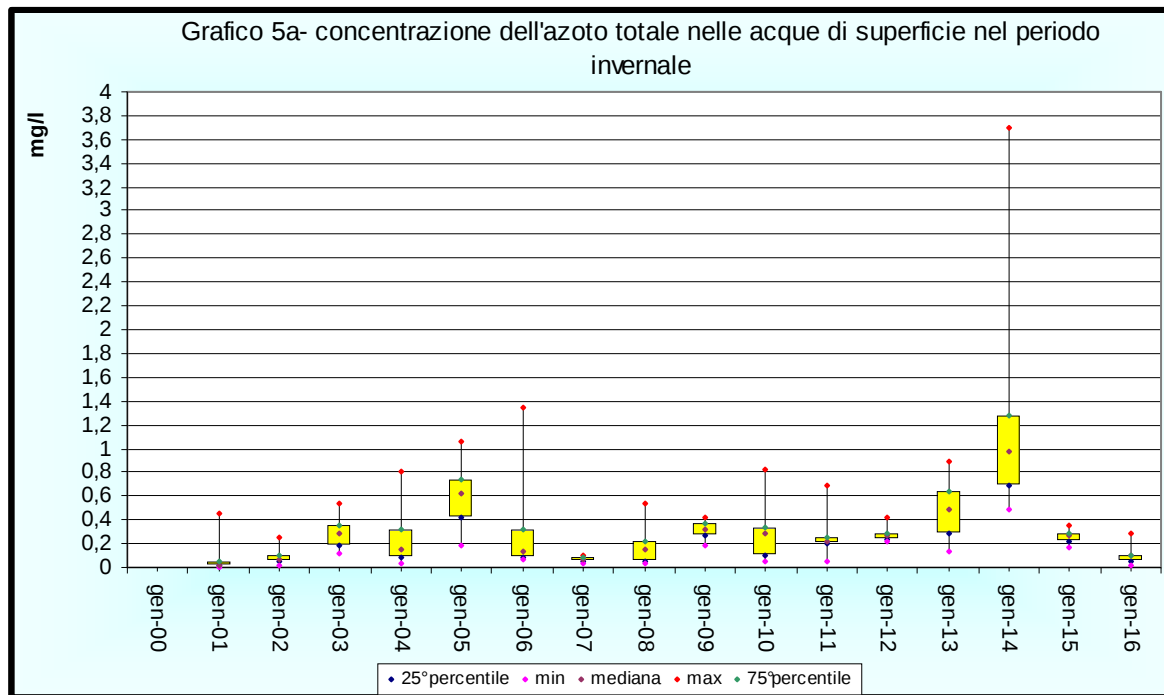
NUTRIENTI - Azoto nitrico



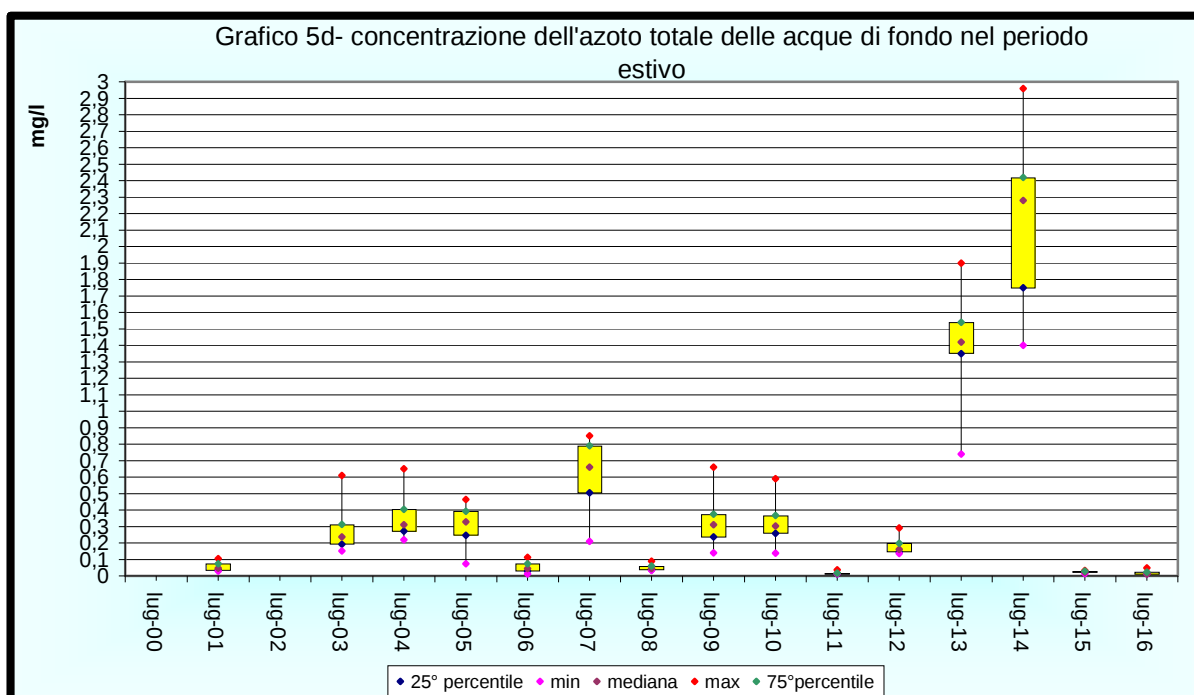
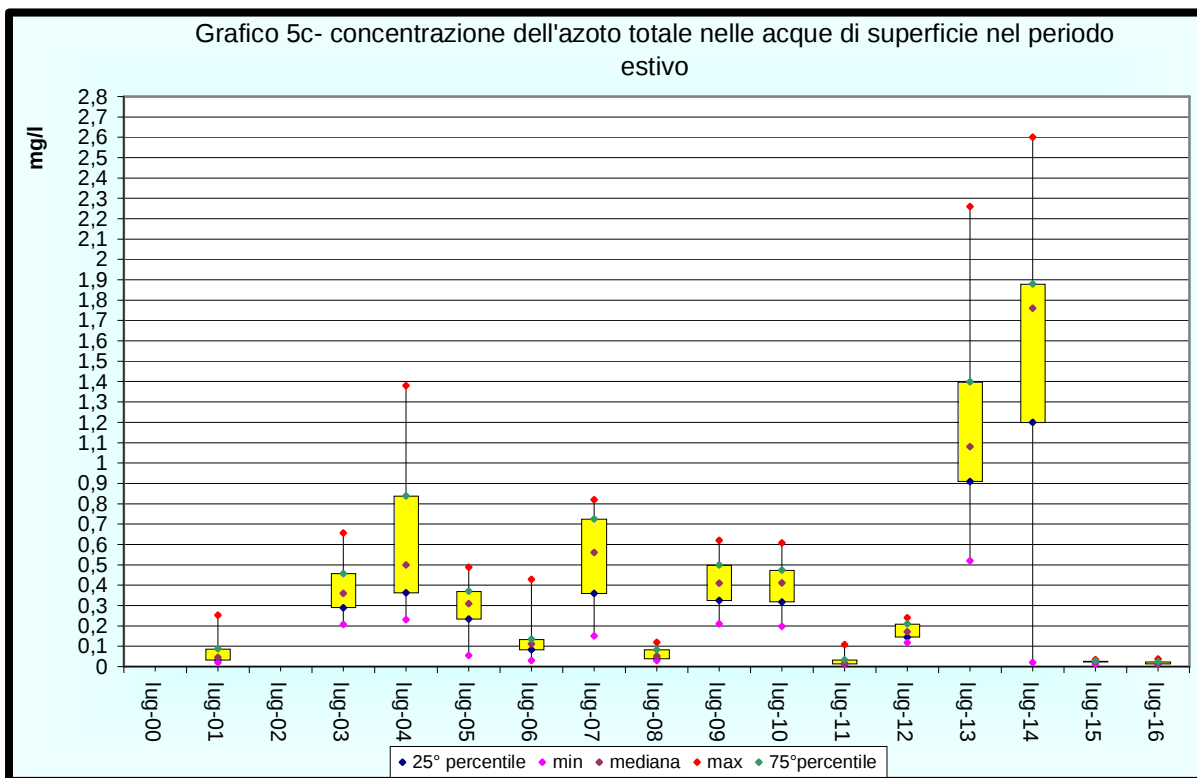
NUTRIENTI - Azoto nitrico



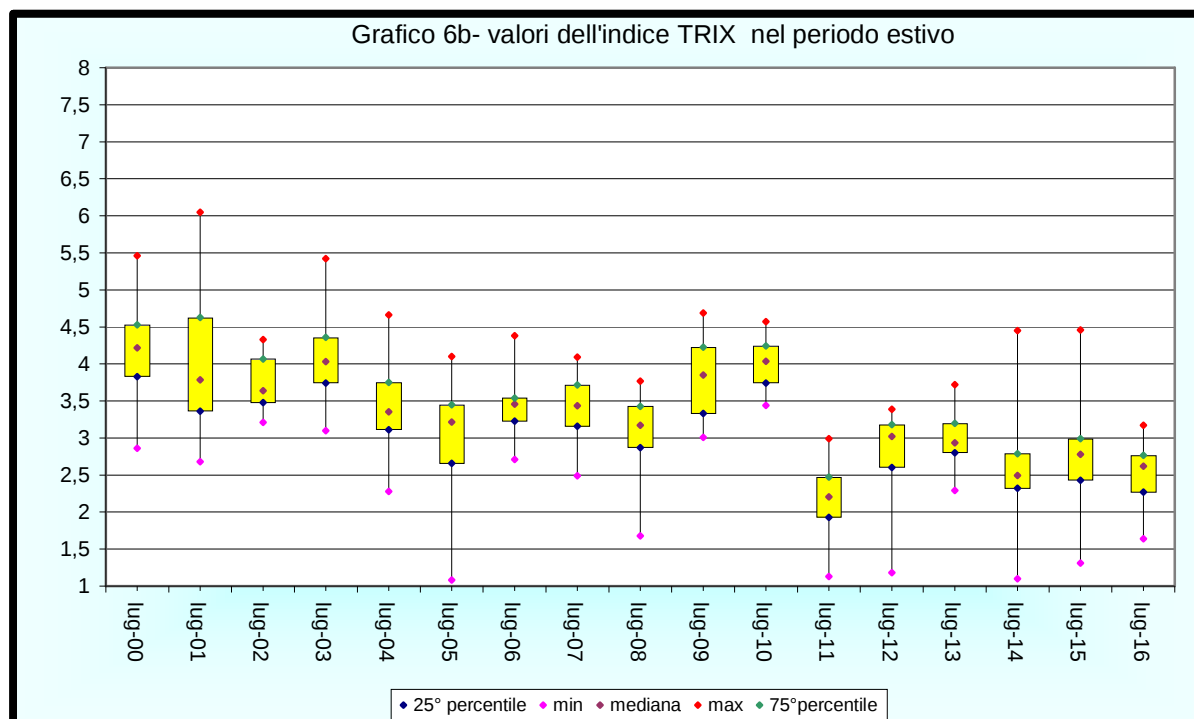
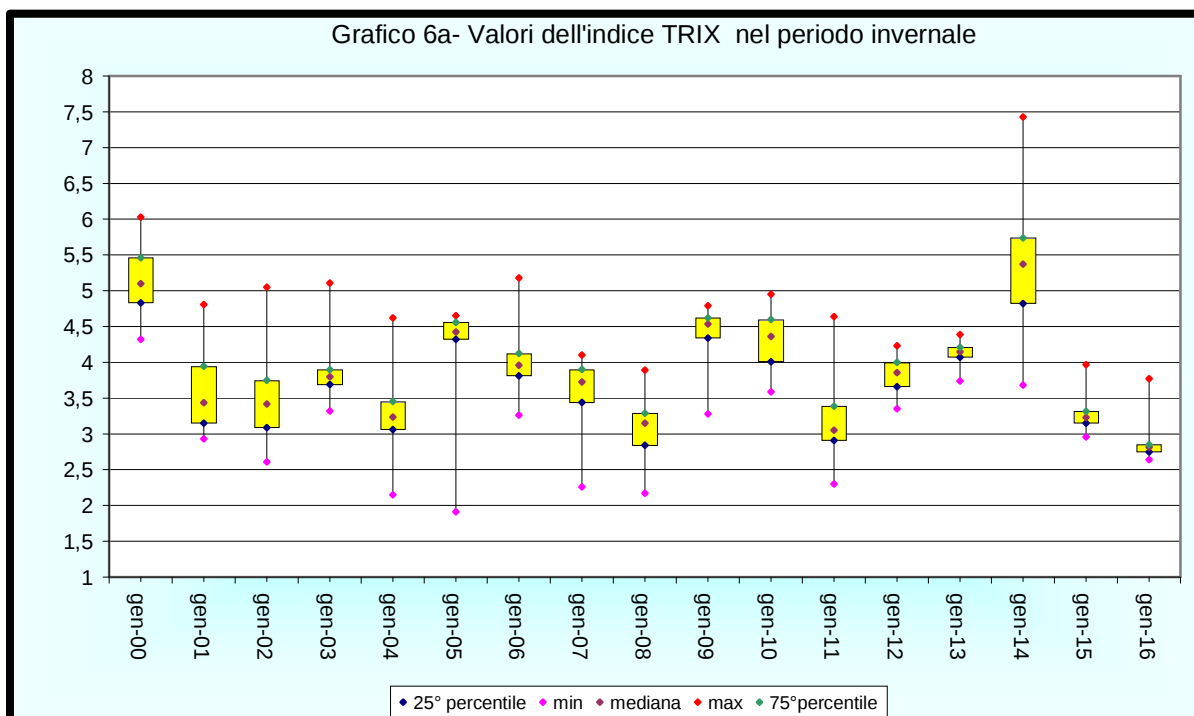
NUTRIENTI - Azoto totale



NUTRIENTI - Azoto totale



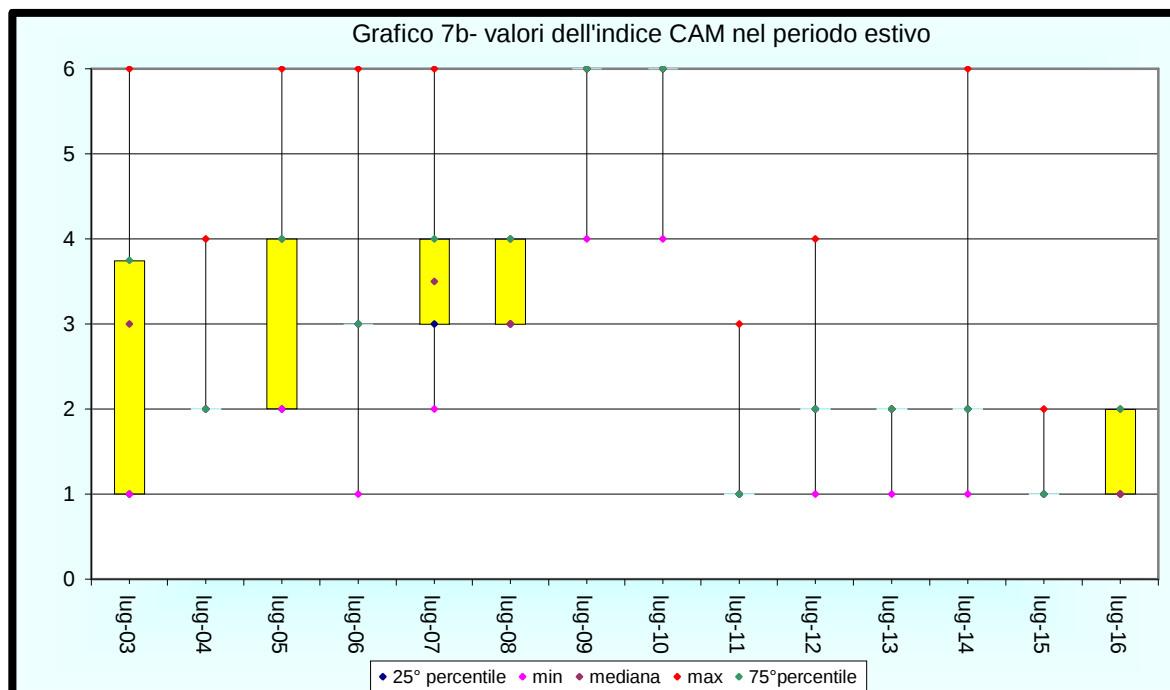
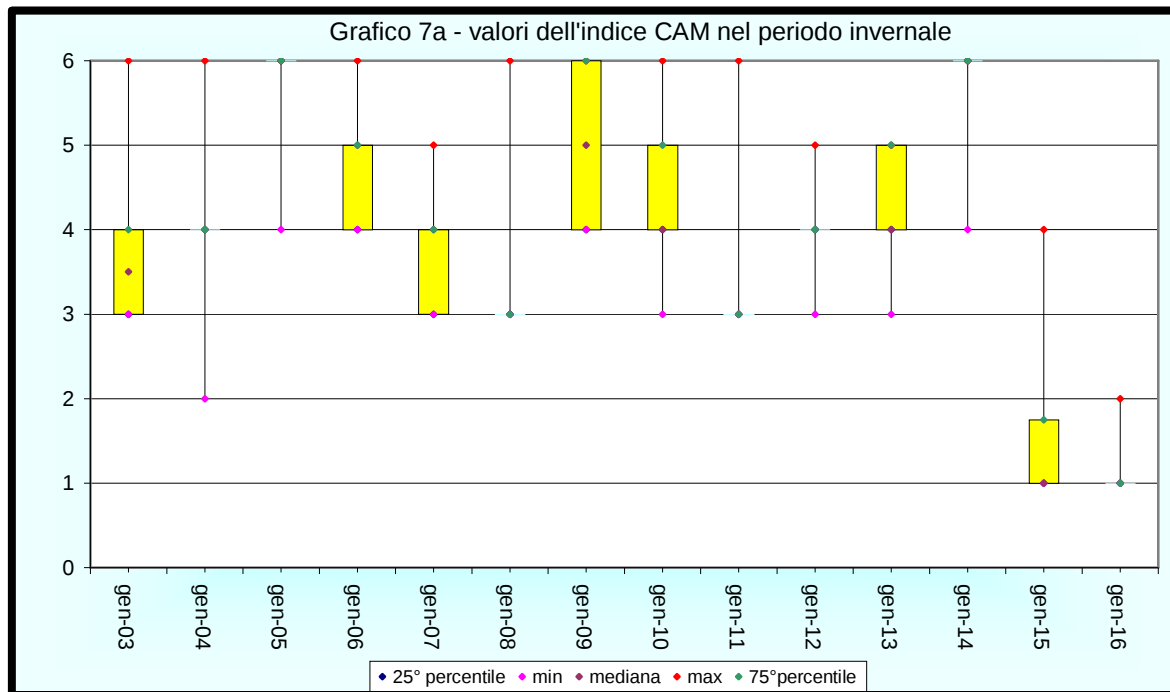
INDICI DI QUALITA' - TRIX



Note:

Valori TRIX e livello qualità: tra 2 e 4 elevato; tra 4 e 5 buono; tra 5 e 6 mediocre; tra 6 e 8 pessimo

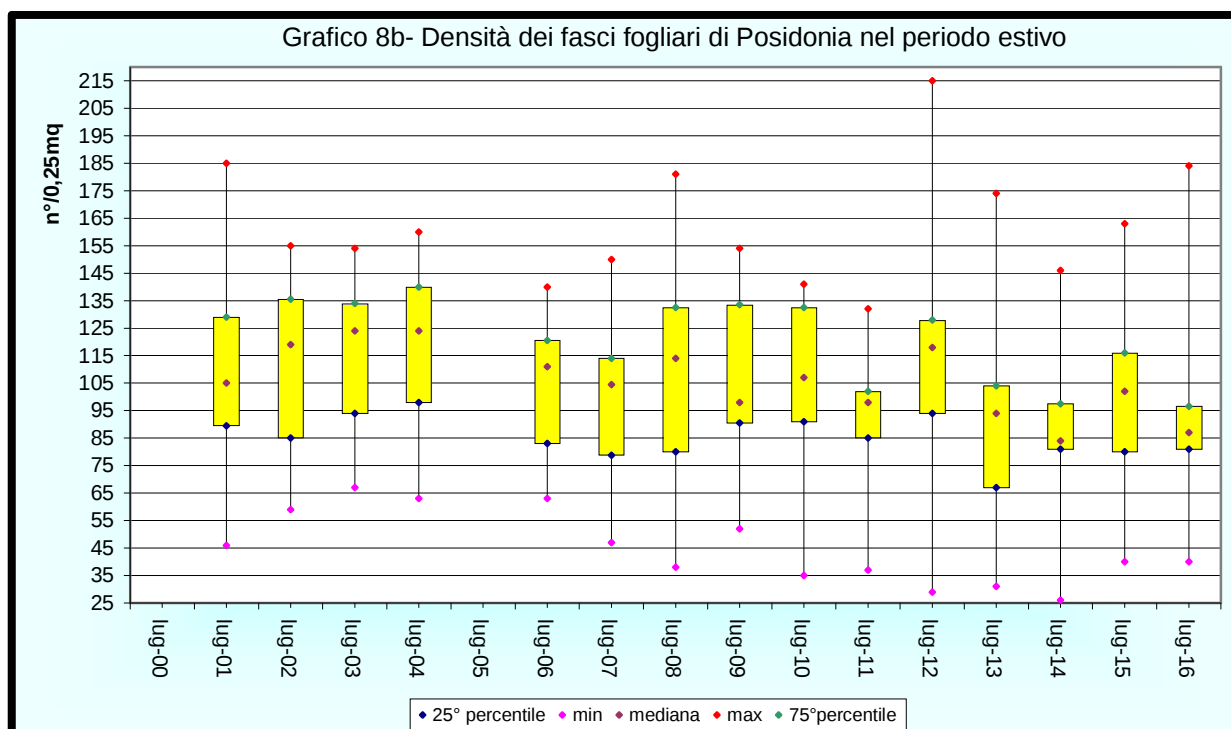
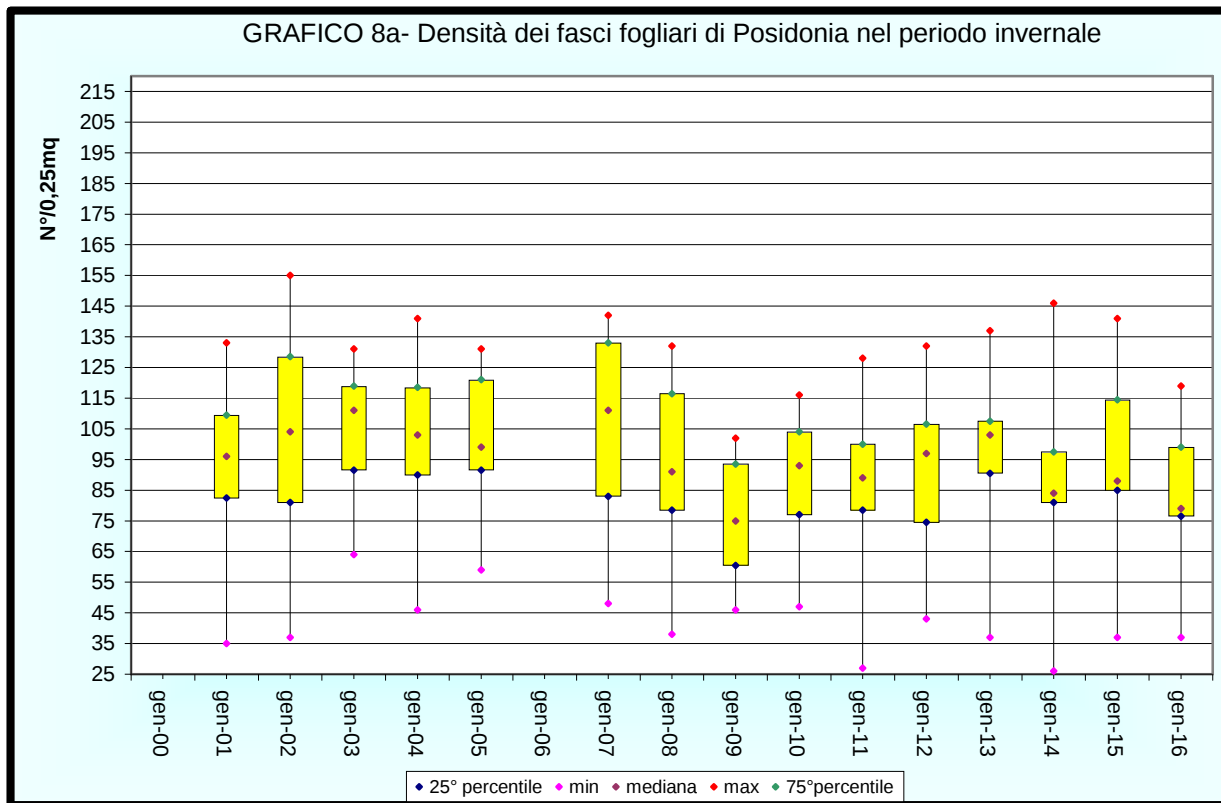
INDICI DI QUALITA' - CAM



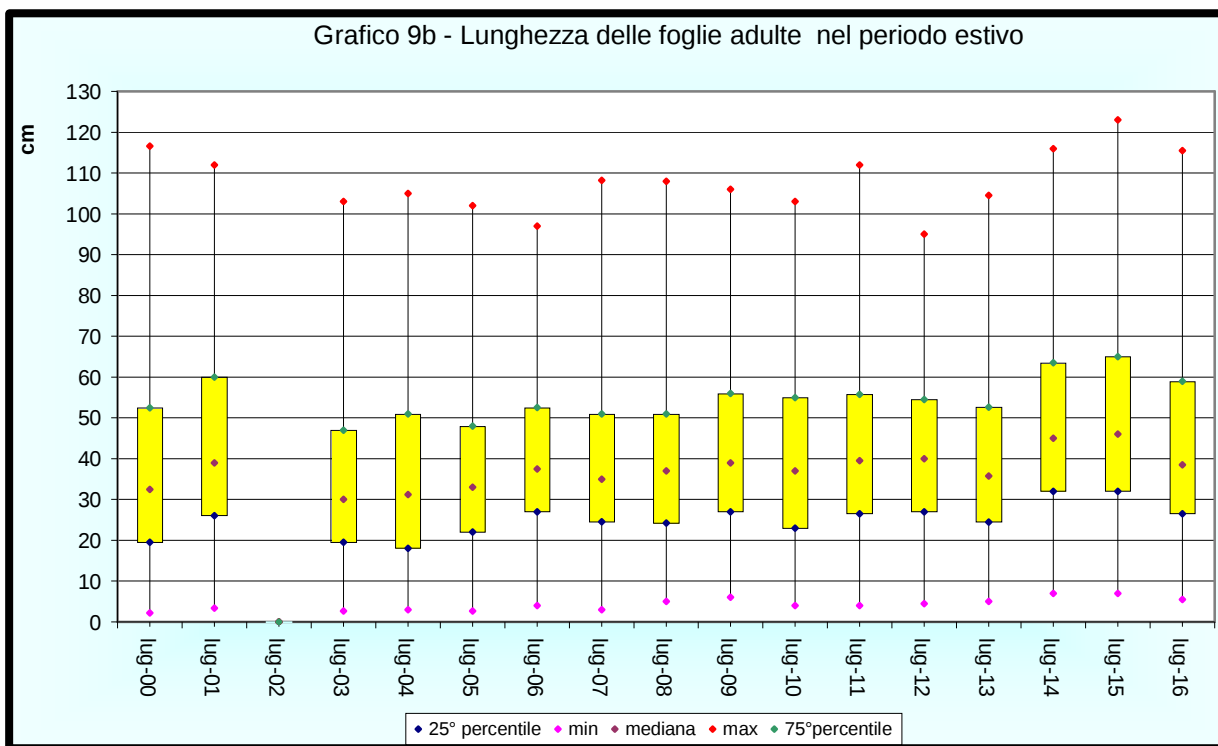
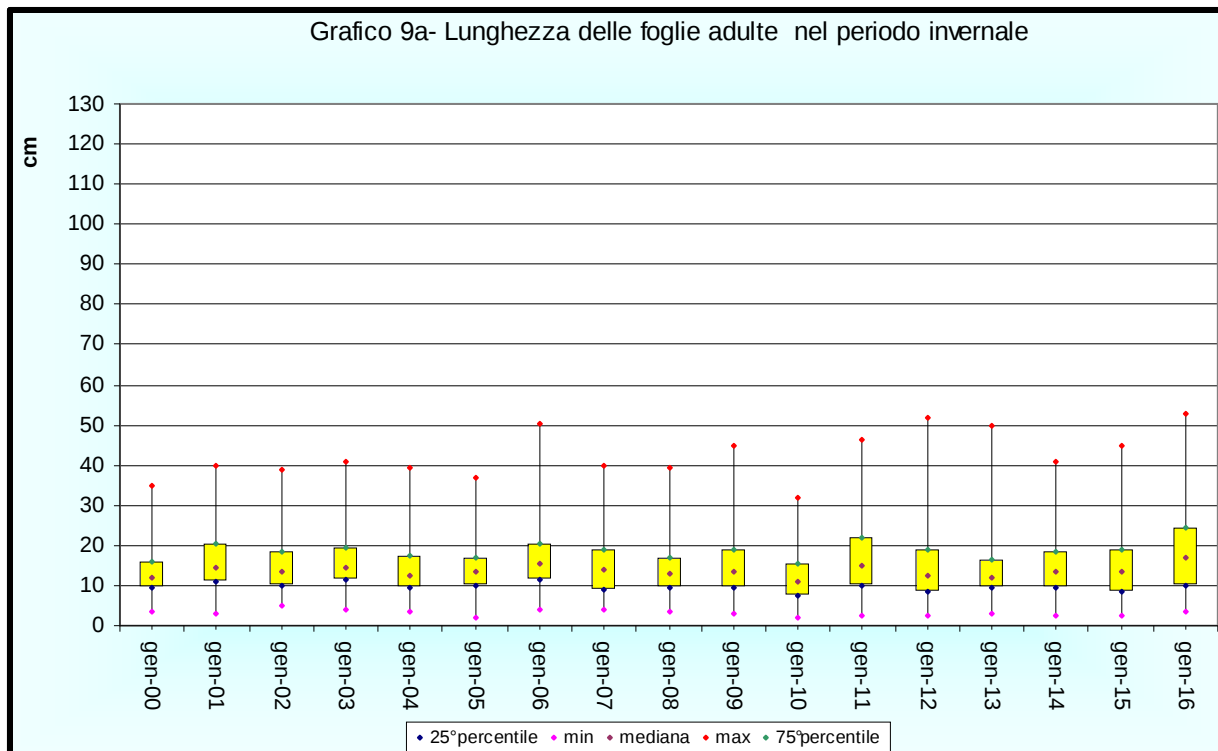
Note:

Valori CAM e classi di qualità: 1 e 2 elevata; 3 e 4 media; 5 e 6 bassa

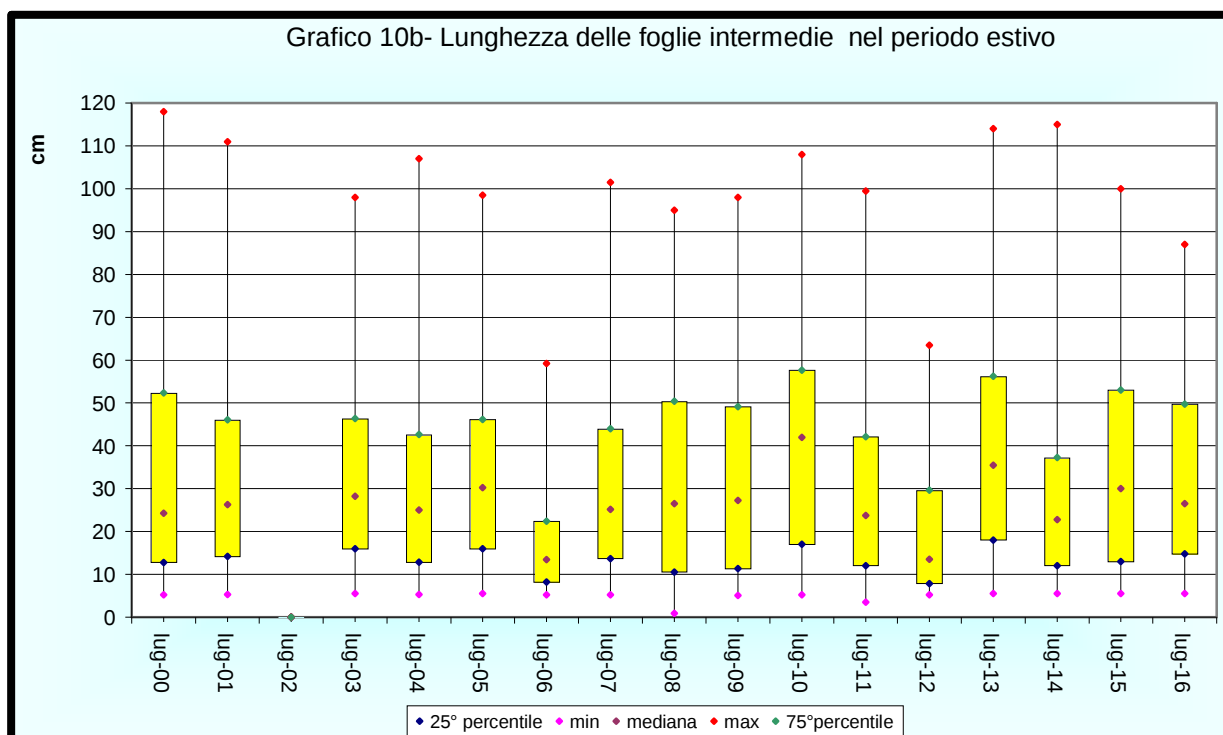
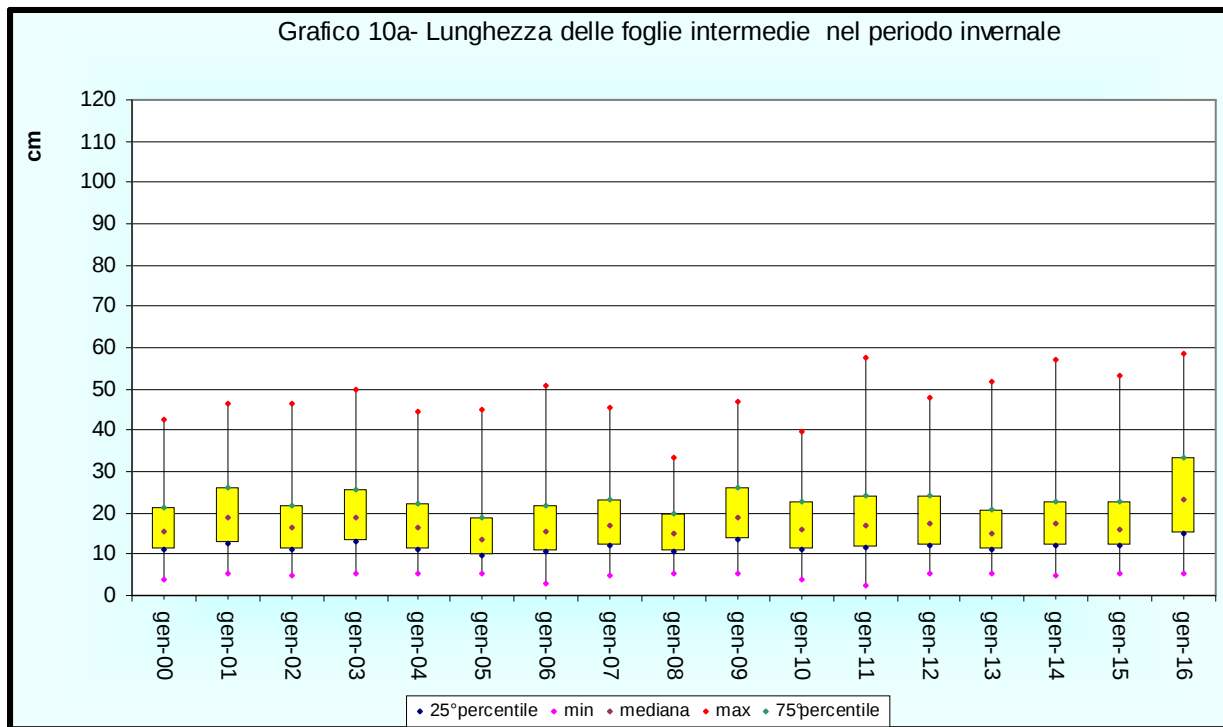
POSIDONIA- Densità fasci fogliari



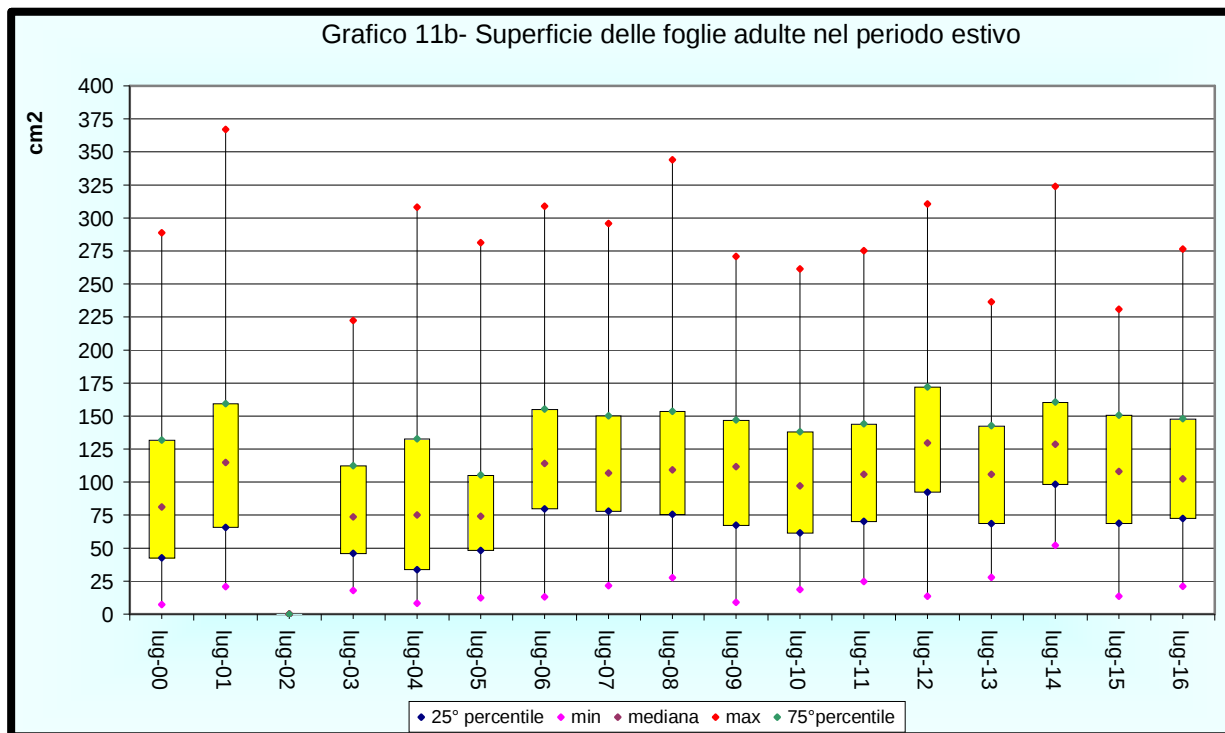
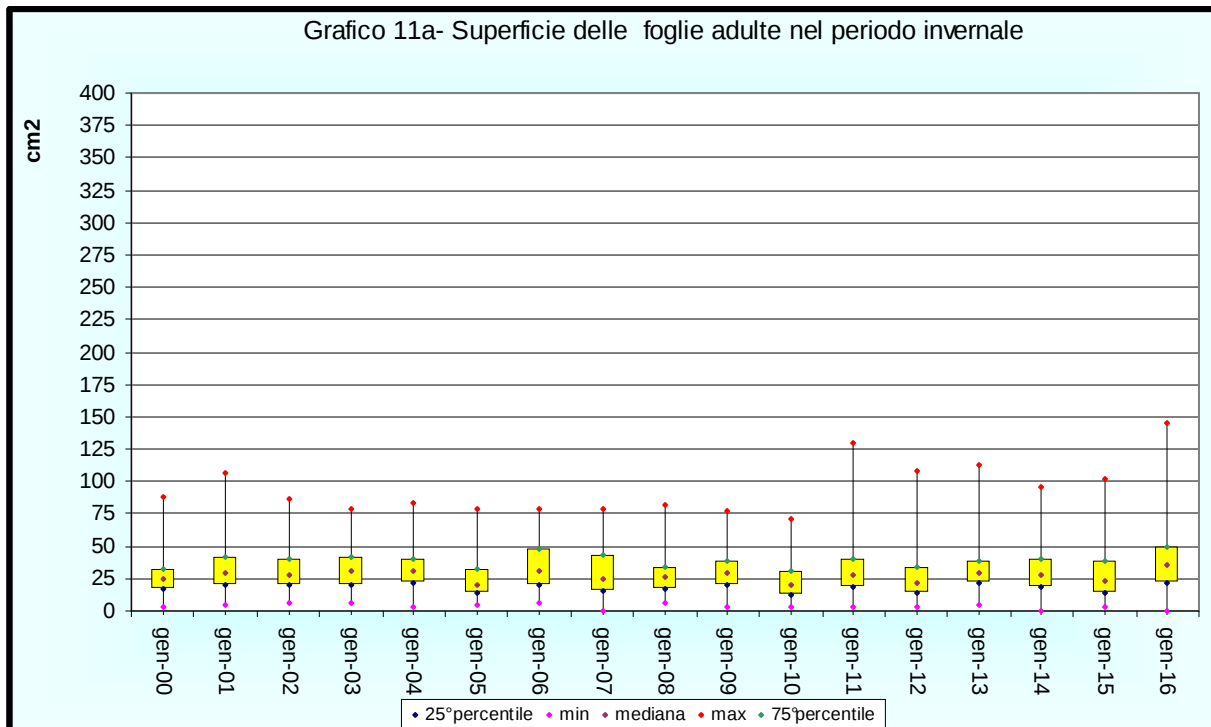
POSIDONIA- Lunghezza foglie adulte



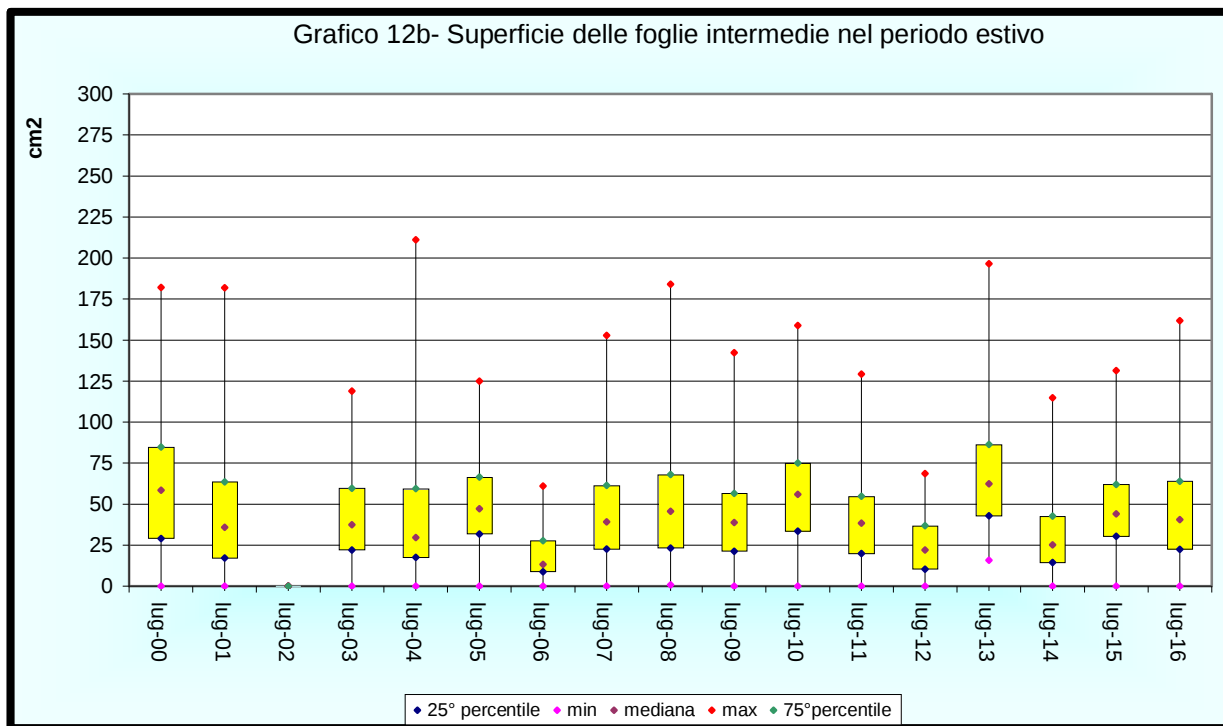
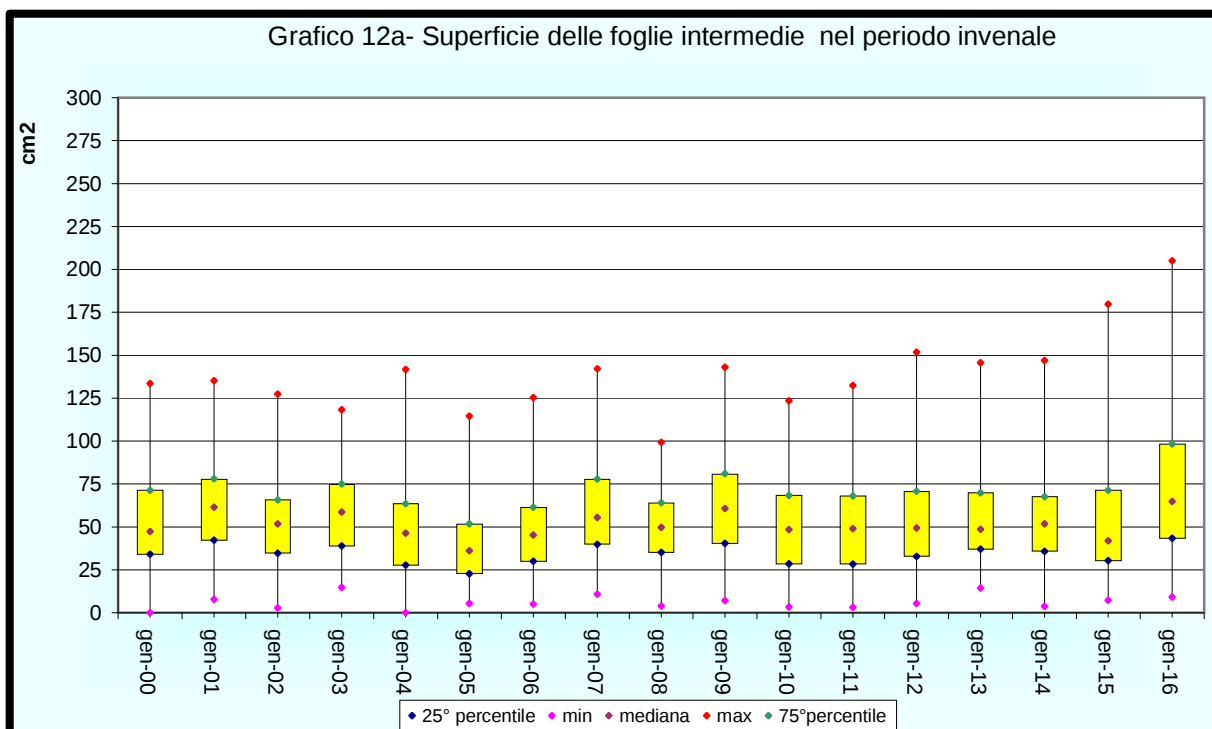
POSIDONIA- Lunghezza foglie intermedie



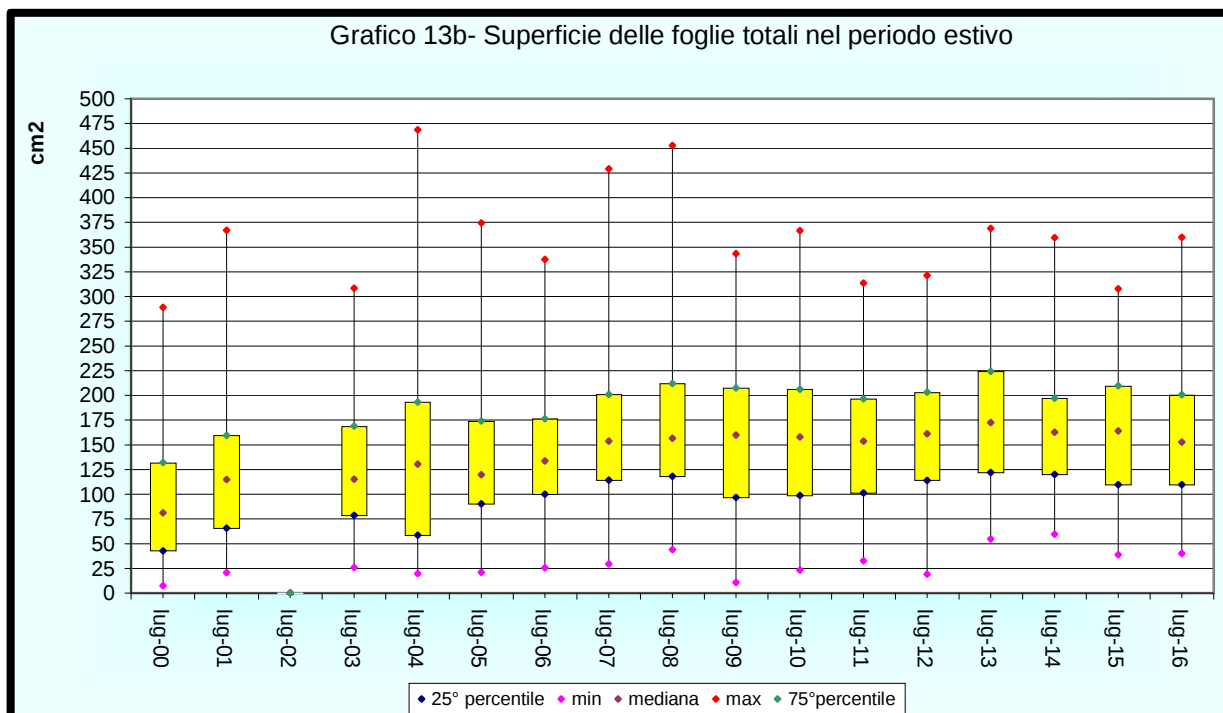
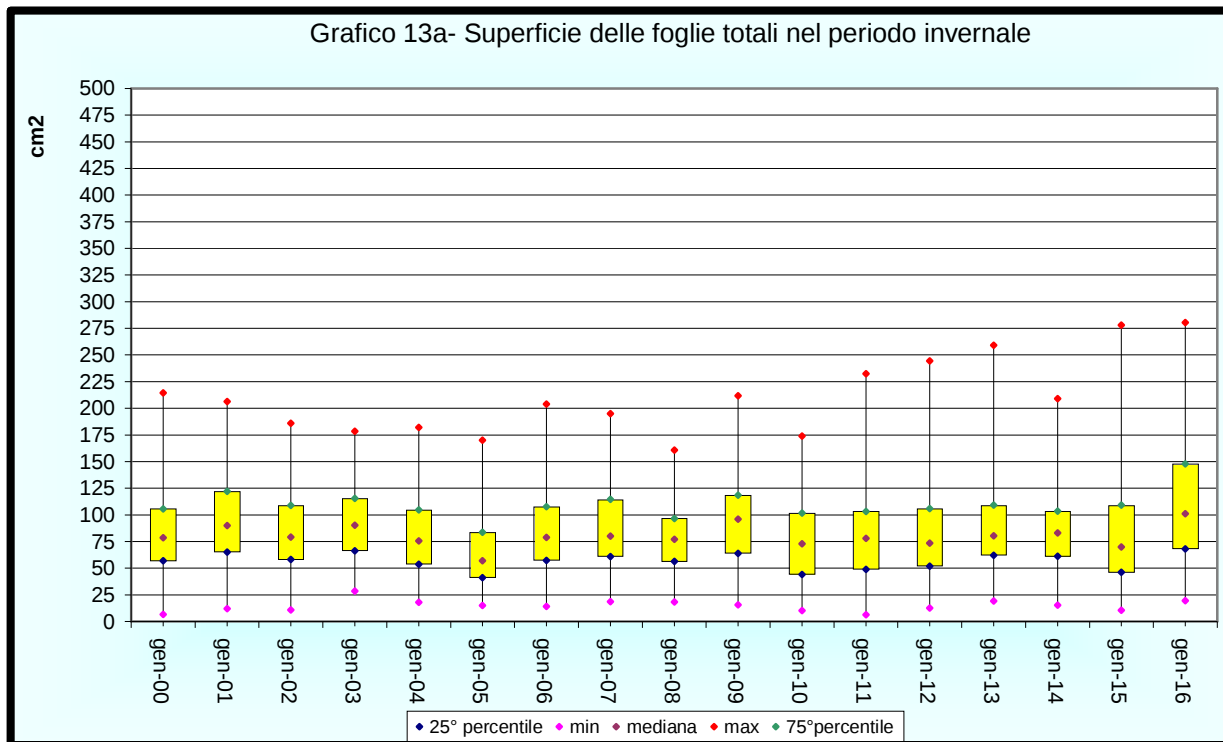
POSIDONIA- Superficie foglie adulte



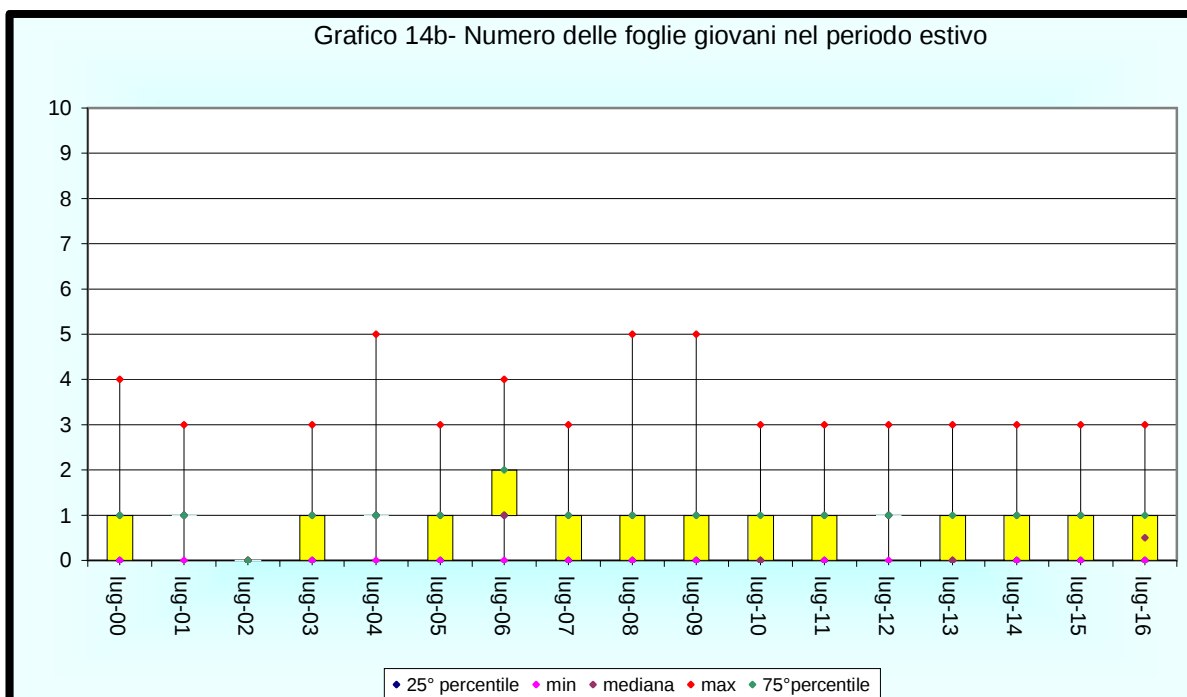
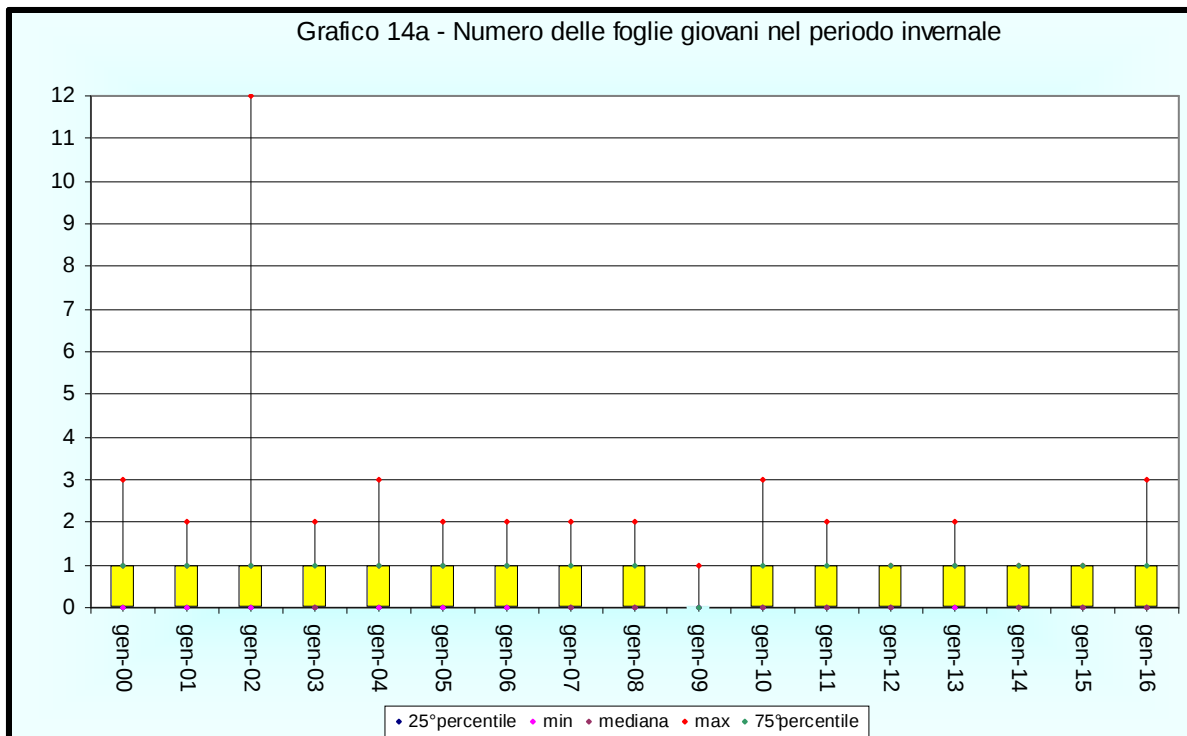
POSIDONIA- Superficie foglie intermedie



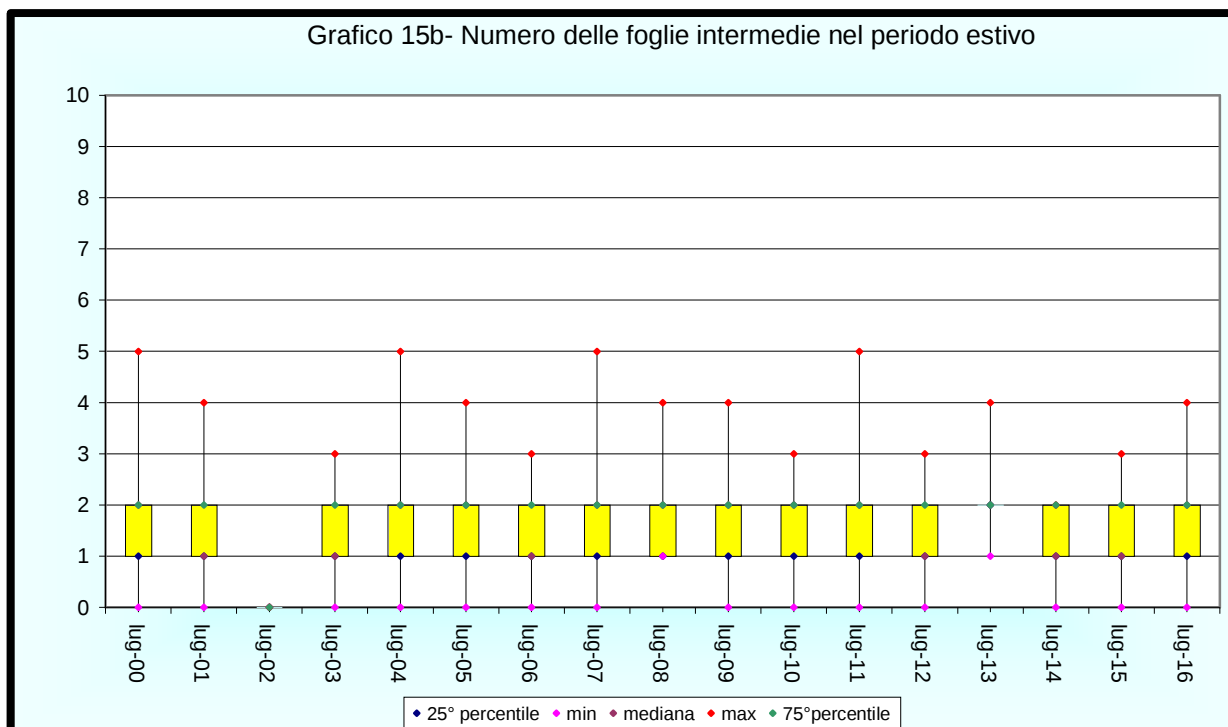
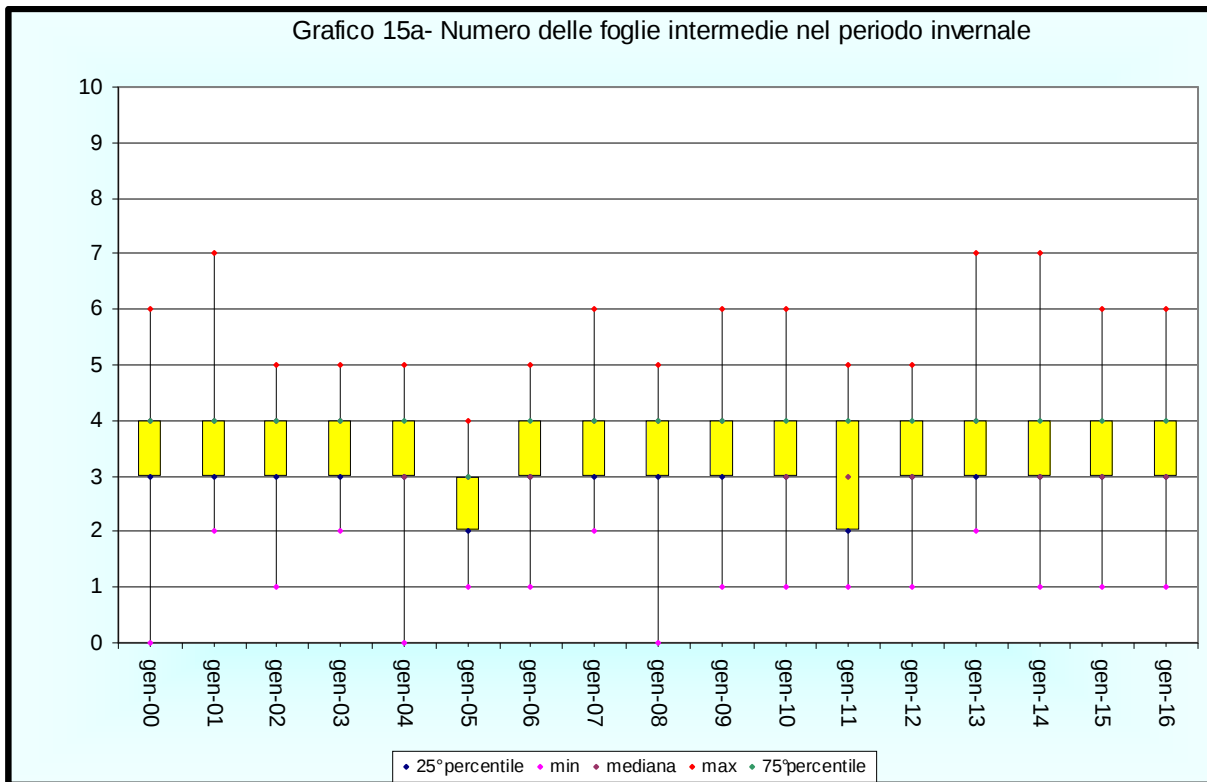
POSIDONIA- Superficie foglie totali



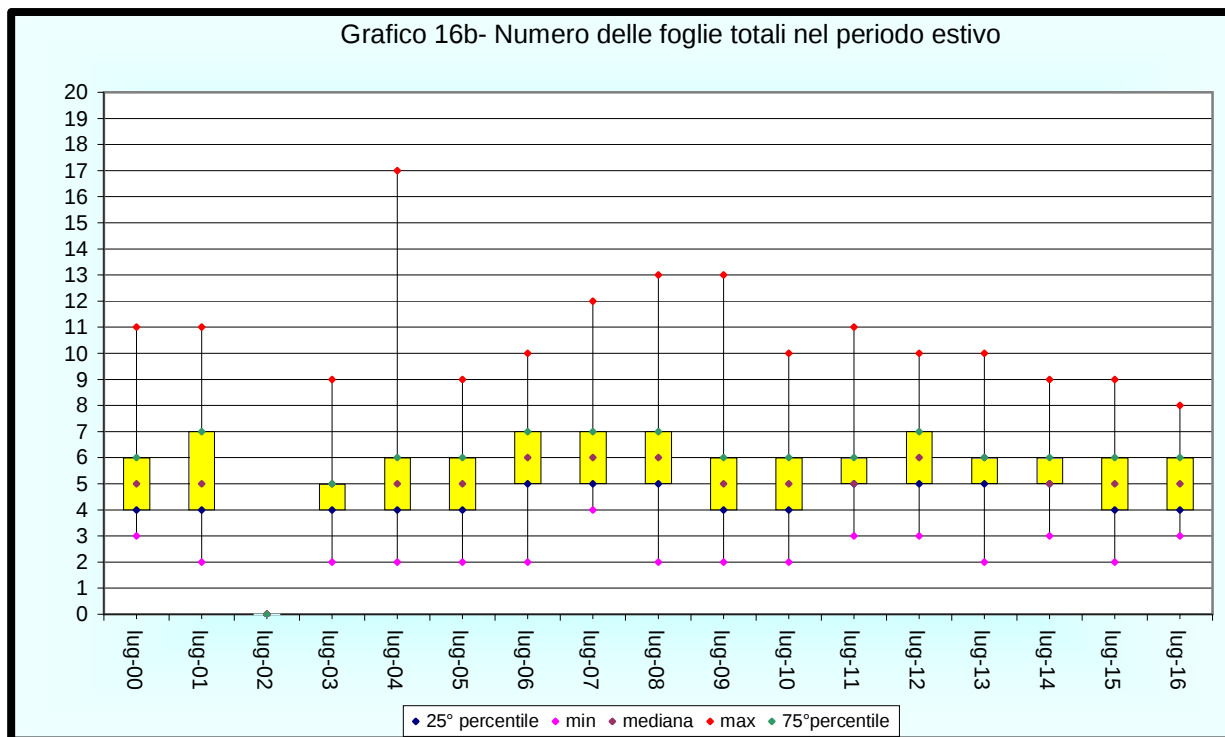
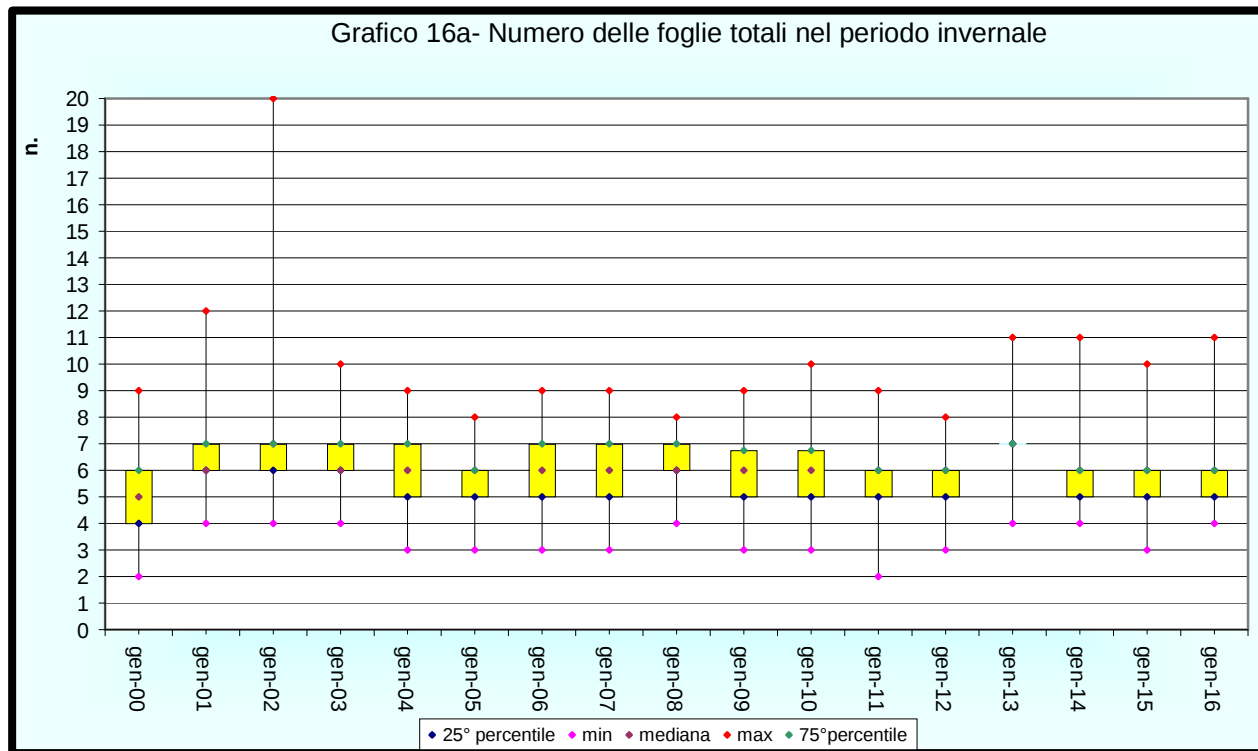
POSIDONIA- Numero foglie giovani



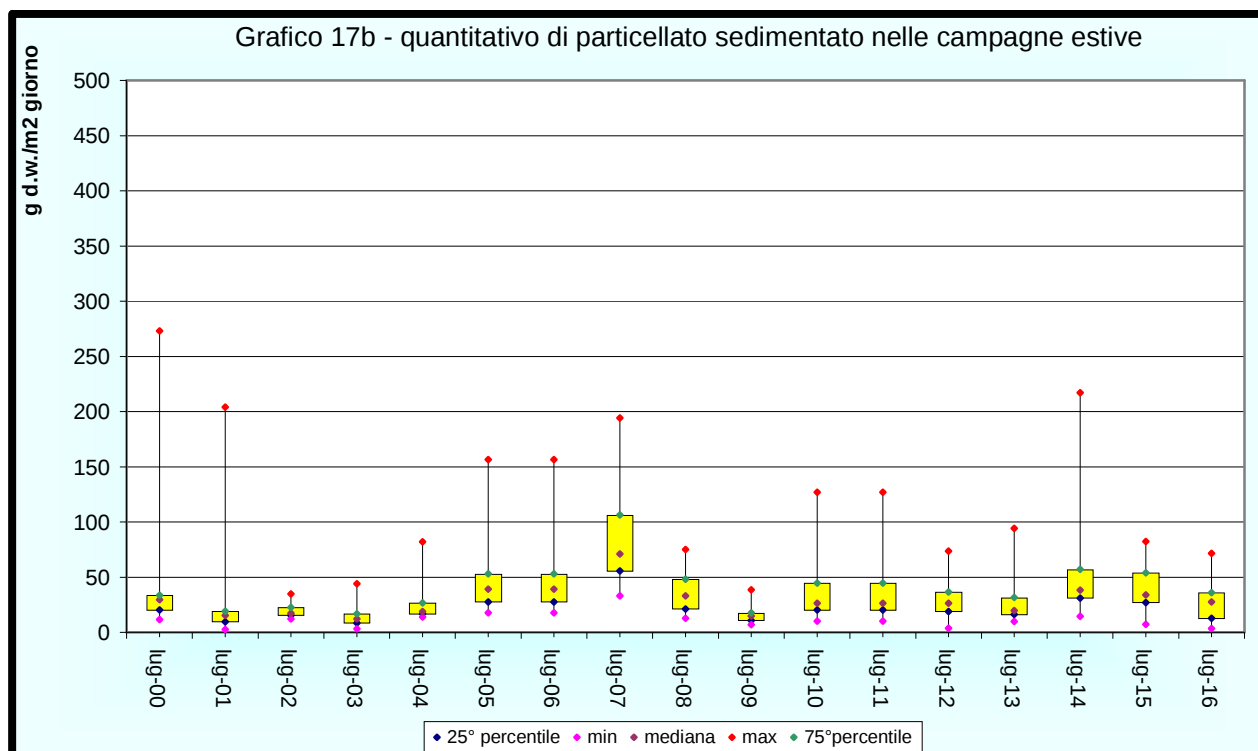
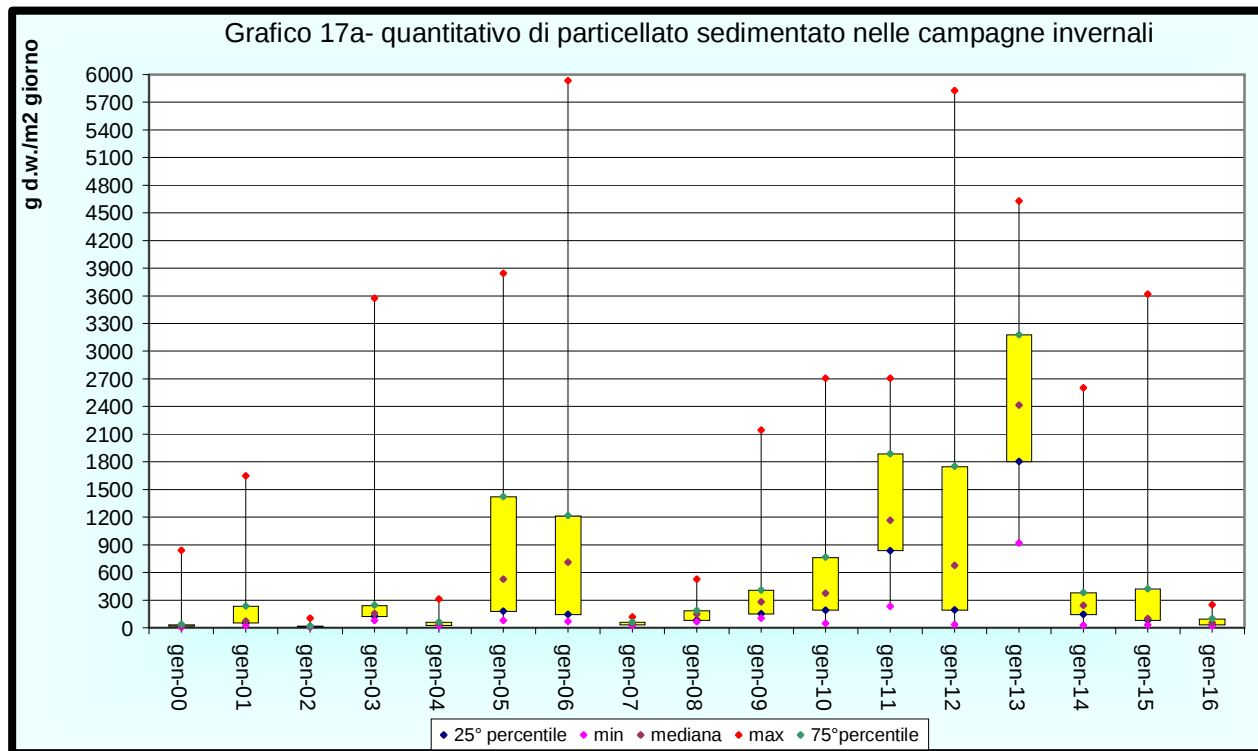
POSIDONIA- Numero foglie intermedie



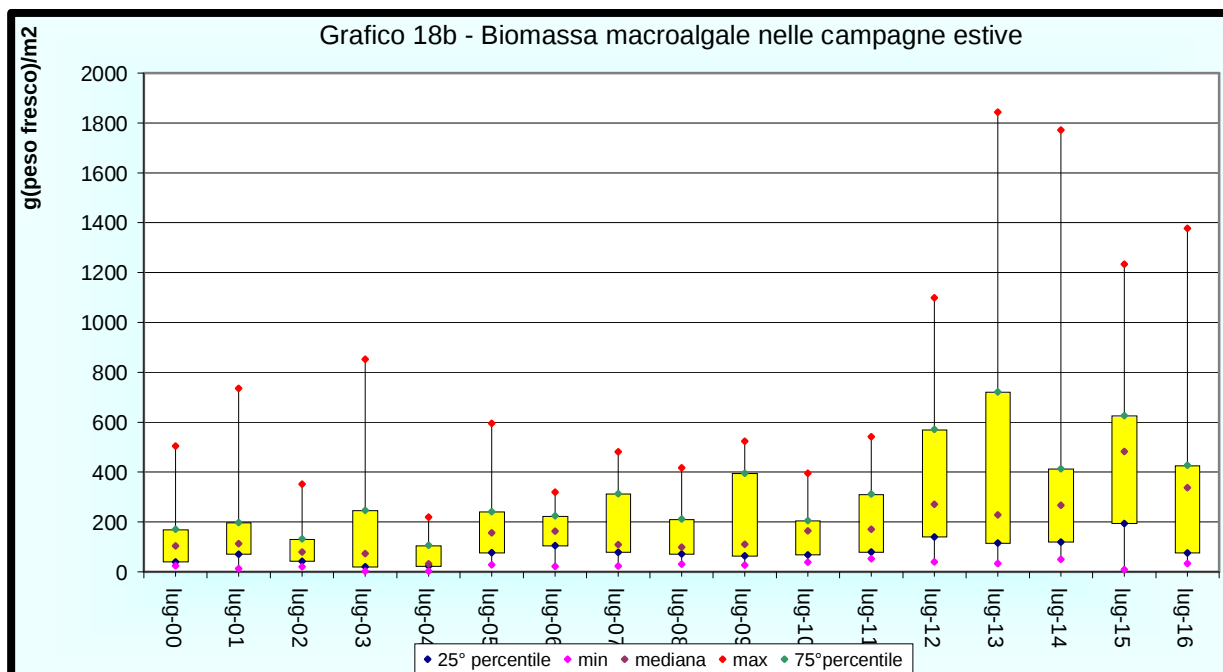
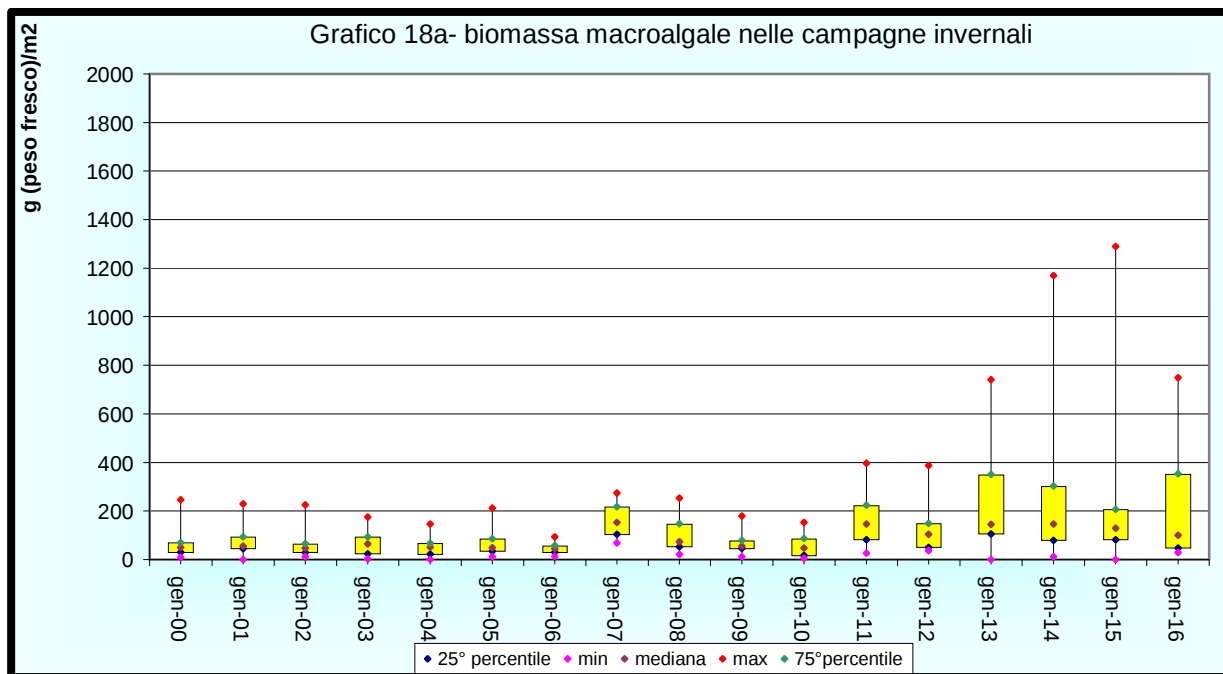
POSIDONIA- Numero foglie totali



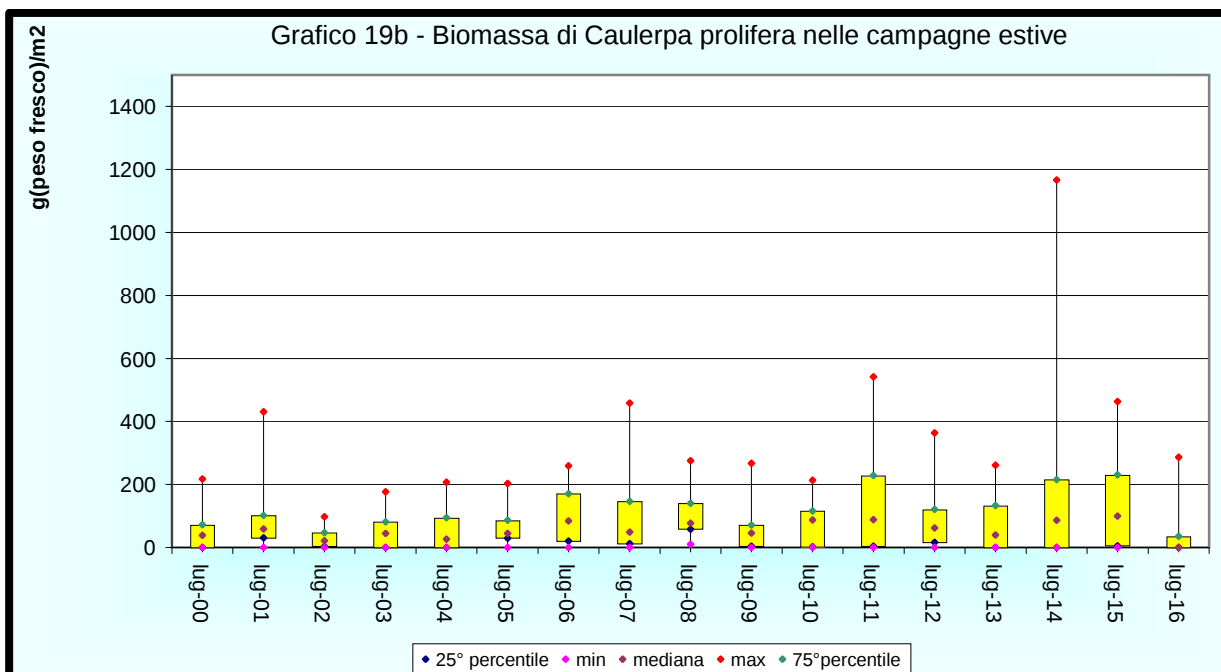
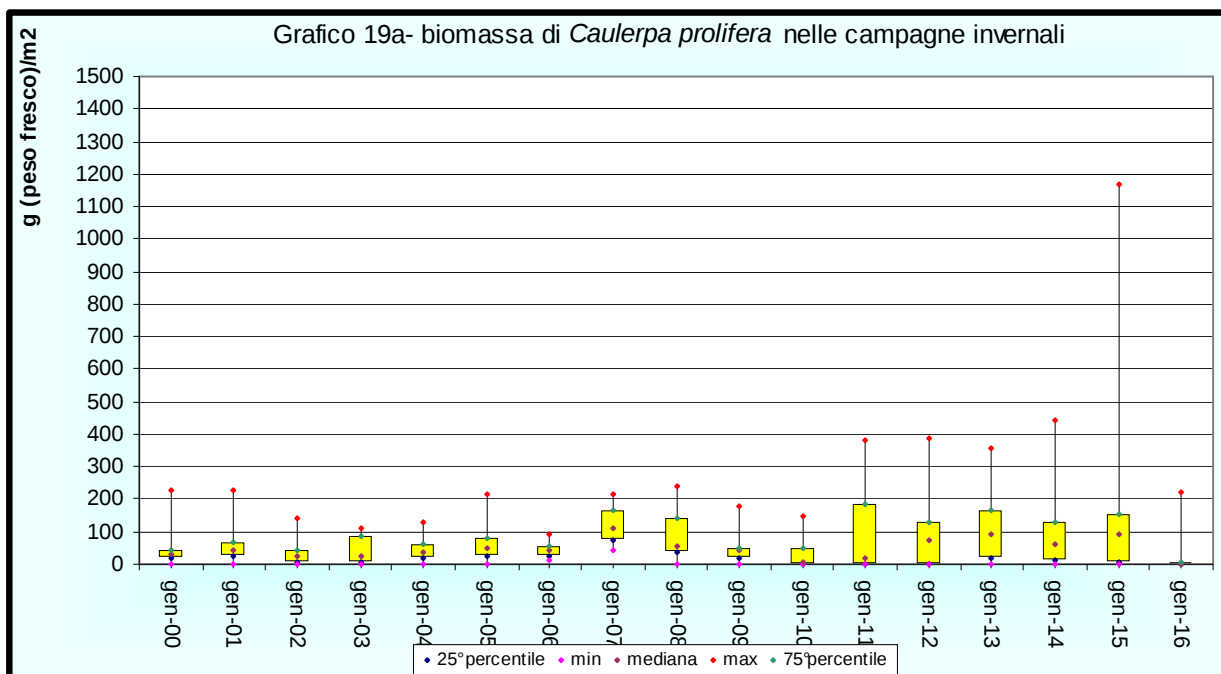
Particellato sedimentato



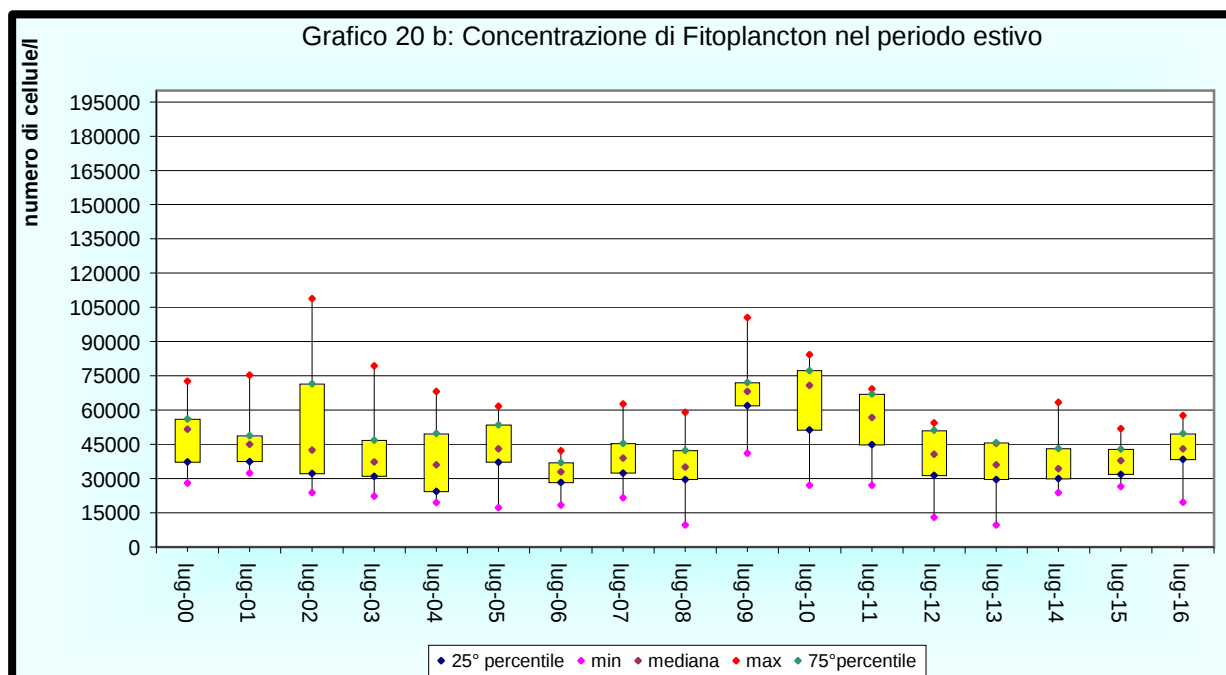
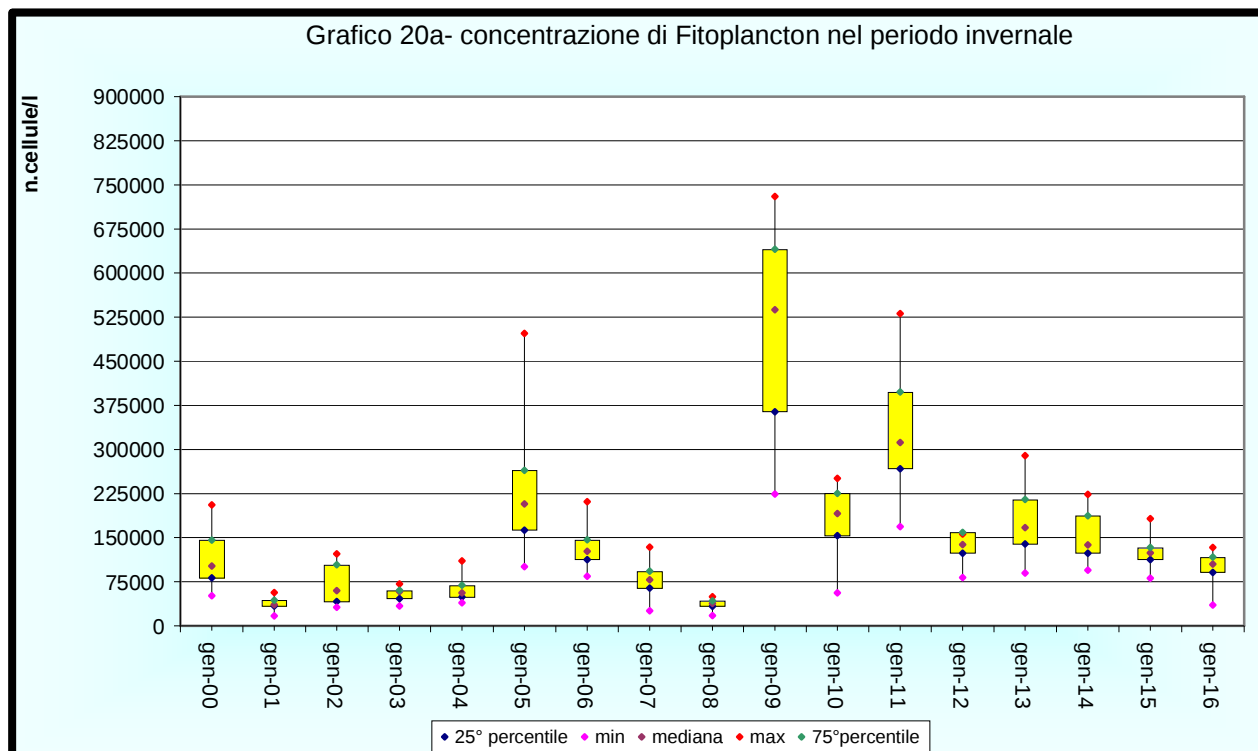
MACROALGHE- Biomassa totale



MACROALGHE- biomassa *Caulerpa prolifera*



FITOPLANKTON



ALLEGATO 2
TAVOLE

LEGENDA

natura del fondale

sabbioso

roccioso

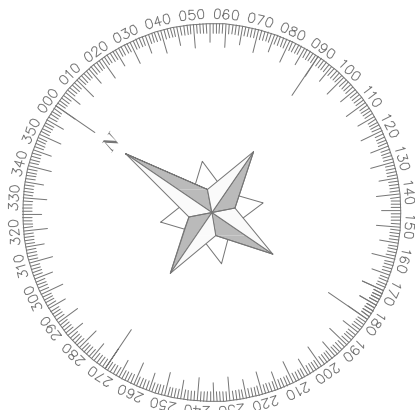
matte

classe di copertura fogliare di posidonia

classe 1 (1 - 20 %)

classe 2 (21 - 80 %)

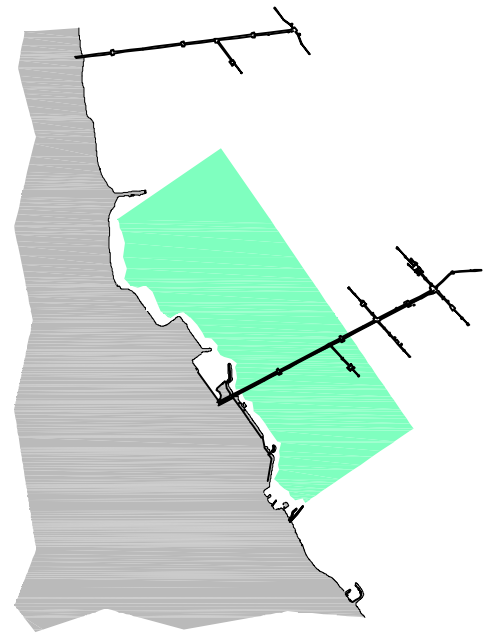
classe 3 (80 - 100 %)



200 m.

MAPPATURA DELLA POSIDONIA
E DEI FONDALI ANTISTANTI LA
RAFFINERIA SARAS - SARROCH

PLANIMETRIA



Data: Ottobre/Novembre 2006

Scala: 1 / 2000

Specifiche tecniche: sistema di riferimento Gauss-Boaga, Ellissoida Internazionale di Hayford con orientamento Monte Mario (Roma Datum 1940).
Quote riferite al Livello Medio Mare rete I.G.M. (mareografo del porto di Cagliari).
Note: Pubblicazione della linea di costa e del pontile SARAS hanno scopo indicativo e di inquadramento del rilievo a mare.

Esecuzione:
Dott. Carlo Cottiglia - Biologo
con la collaborazione

Committente:

REVISIONI	X	DATA	
	1		
	2		
	3		

RAFFINERIA SARAS

LEGENDA

natura del fondale

mobile

matte

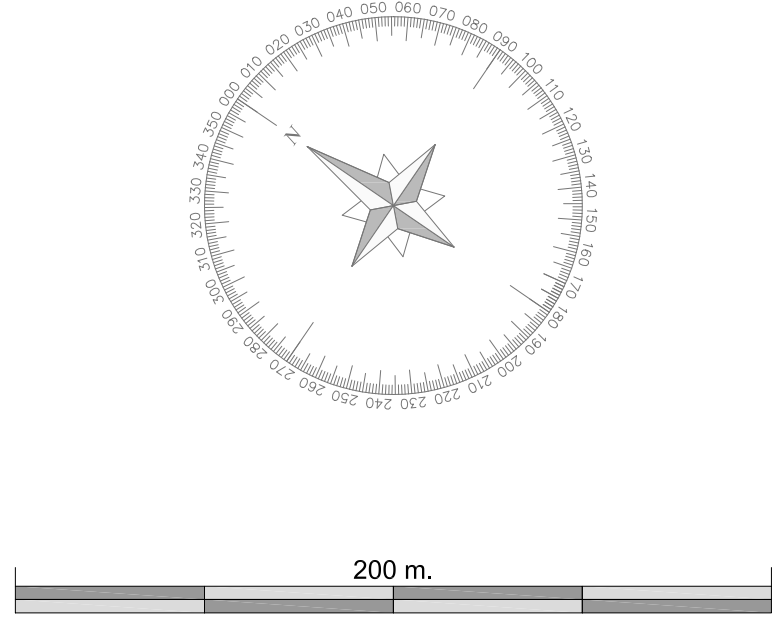
ciottoli

classe di copertura fogliare di posidonia

classe 1 (1 - 20 %)

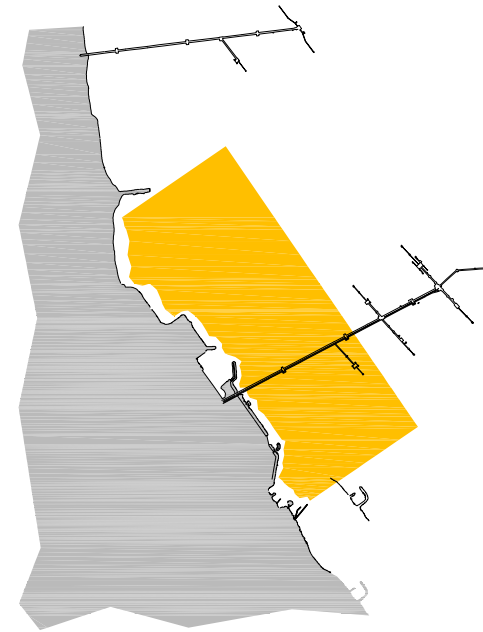
classe 2 (21 - 80 %)

classe 3 (80 - 100 %)



Impianto Complesso Raffineria, IGCC e Impianti Nord
Adeguamento tecnologico del Terminale Marittimo Impianti Sud
Progetto di fattibilità tecnica ed economica

MAPPATURA DELLA POSIDONIA, DEI FONDALI
E RILIEVI BATIMETRICI DEL TRATTO DI MARE
ANTISTANTE LA RAFFINERIA SARAS - SARROCH



PLANIMETRIA

Data rilievi: dal 14 al 21 settembre 2017

Scala: 1 / 2000

Specifiche tecniche: sistema di riferimento Gauss-Boaga, Ellissoida Internazionale di Hayford con orientamento Monte Mario (Roma Datum 1940), Quote riferite al Livello Medio Mare rete I.G.M. (manografato dal porto di Cagliari).
Note: Pubblicazione della linea di costa e del portile SARAS hanno scopo indicativo e di inquadramento del rilievo a mare.

Esecuzione:
Dott. Carlo Cottiglia - Biologo
con la collaborazione 

Committente:


SARAS Refining & Power

Rif. elaborato: 17 - 047 - 01 - 01_PLA		
REVISIONI	X	DATA
	1	
	2	
	3	

RAFFINERIA SARAS