

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

SCUOLA DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E
NATURALI

Dipartimento di Geoscienze

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE GEOLOGICHE

**"ANALISI SEDIMENTOLOGICA NELLA BARENA DI SAN
FELICE (LAGUNA DI VENEZIA): IMPLICAZIONI PER
L'EVOLUZIONE MORFODINAMICA"**

Relatore: Dott. Massimiliano Ghinassi
Correlatore: Dott. Andrea D'Alpaos

Laureando: Gabriele Fontanel

ANNO ACCADEMICO 2013 / 2014

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze salt marsh deposits of the Lagoon of Venice through the study of undisturbed samples of sediment. Nowadays the Venetian Lagoon is often studied for its peculiar environment and for its history, especially since it has been declared World Heritage Site by UNESCO in 1987. One of the features that makes Venice unique is that it was built over salt marshes, a relatively unstable environment for a city that was destined to flourish for seven centuries, thanks to the continuous balancing between human activities and safeguard of the lagoon. This study comes from the importance of salt marshes in the lagoon environment and in its evolution during the last centuries.

The studied area is located about 10 km towards E-NE from Venice, close to Lido di Jesolo. Since there are no previous sedimentological studies about the morphodynamic evolution of salt marshes in this area, this paper aims at clarifying the sedimentary of salt marshes through the recognition of different types of sedimentary facies and statistical analysis.

The work consist of four main chapters: geomorphological overview, sampling and surveying methods, results, discussion and interpretation.

The first chapter has the purpose to describe the studied area from a morphogenetic point of view. The second one aims at clarifying the sampling procedure and the statistical methods. The third chapter shows the results of sedimentological and statistical analysis. The last chapter deals with the interpretation of the sedimentary sequence and reconstruction of depositional history.

Indice

| | |
|--|-----------|
| Introduzione..... | 1 |
| 1. Inquadramento geomorfologico..... | 3 |
| 2. Metodi utilizzati..... | 5 |
| 2.1 Campionamento delle carote..... | 5 |
| 2.2 Stoccaggio e conservazione delle carote..... | 6 |
| 2.3 Analisi sedimentologica delle carote..... | 6 |
| 2.4 Analisi quantitativa e statistica della distribuzione dei vari tipi di depositi..... | 7 |
| 3. Risultati ottenuti..... | 8 |
| 3.1 Tipologie di depositi..... | 8 |
| 3.2 Associazioni di facies..... | 11 |
| 3.3 Tavole illustrative..... | 13 |
| 4. Discussione..... | 25 |
| 5. Conclusioni..... | 26 |
| 6. Bibliografia..... | 27 |

Introduzione

Lo scopo di questo lavoro è quello di analizzare una tipica successione di barena della Laguna di Venezia attraverso lo studio di campioni indisturbati di sedimento. La Laguna veneta è oggi un'area molto studiata sia dal punto di vista ambientale sia da quello storico specialmente da quando è stata dichiarata Patrimonio dell'Umanità dall'UNESCO (1987). Una delle caratteristiche che rende unica la città di Venezia è che essa è stata edificata su un centinaio di barene, un ambiente relativamente instabile per una città che sarebbe stata destinata a fiorire per ben sette secoli, grazie al continuo compromesso tra espansione delle attività commerciali e salvaguardia della laguna.



Fig. 1: Laguna di Venezia (tratto da “L’evoluzione morfologica della Laguna di Venezia” – L. D’Alpaos - 2010).

Questo lavoro nasce quindi dalla grande importanza che le barene rivestono nell'ambiente lagunare e nella loro evoluzione nel tempo storico.

L'area studiata si trova a circa 10 km in direzione E-NE rispetto alla città di Venezia, vicino alla località Treporti, nella zona subito retrostante al lido di Jesolo (Fig. 2).



Fig. 2: Ubicazione dell'area studiata.

Non essendo presenti studi sedimentologici precedenti riguardo l'evoluzione morfodinamica delle barene in quest'area, il presente lavoro ha il fine di chiarire le caratteristiche sedimentarie della barena attraverso il riconoscimento dei diversi tipi di sedimento e la successiva elaborazione statistica del dato ottenuto.

Il presente lavoro si suddivide in cinque capitoli principali: inquadramento geomorfologico, metodi di raccolta dati e d'indagine utilizzati, esposizione dei risultati conseguiti, discussione e conclusioni. Il primo capitolo serve a presentare l'area presa in esame dal punto di vista morfogenetico contestualizzandola nell'ambito della Laguna di Venezia. Il secondo mira a chiarire la procedura utilizzata per campionare ed analizzare le carote e per illustrare i metodi statistici utilizzati per portare a compimento lo studio. Nel terzo capitolo verranno esposti i dati ottenuti sia a livello sedimentologico sia statistico. Infine discussione e conclusioni, costituiscono i capitoli conclusivi con i quali si vuole esporre l'interpretazione completa della successione sedimentaria ricostruendo la storia evolutiva.

1. Inquadramento geomorfologico: genesi, evoluzione e problemi aperti

La Laguna di Venezia ha un'età di circa 6.000 anni, momento in cui la linea di costa raggiunse l'attuale configurazione, ma per comprendere la sua origine bisogna partire dall'ultima grande glaciazione risalente a circa 20.000 anni fa. Durante tale evento il livello medio del mare era dai 65 ai 110 metri più basso rispetto all'attuale e la linea di costa era situata nei pressi di Ancona-Pesaro (Fig. 3). Durante il periodo postglaciale il progressivo ritiro dei ghiacciai provocò la graduale sommersione della vasta pianura che avrebbe poi ospitato il Mare Adriatico Settentrionale. Tale evento avvenne circa 10.000 anni fa, col passaggio da ambiente continentale pleistocenico fluvio-palustre (documentato dai depositi localmente nominati “caranto”) alla deposizione olocenica dei primi sedimenti lagunari,



Fig. 3: Presunto aspetto della penisola italiana durante la glaciazione Würmiana.

comunemente associata ad un locale incremento di subsidenza dovuto alla compattazione della successione pleistocenica. I primi specchi d'acqua salmastra si svilupparono per diffusione di acqua marina (salata) nel bacino paludoso (acqua dolce) retrostante le foci dei grandi fiumi preesistenti (*Scortegagna U., Primon S., Baschieri P., 2009*).

A partire dall'insediamento in ambiente lagunare da parte delle prime comunità antropiche, sono state attuate profonde modifiche al fine di garantire la sopravvivenza dei centri abitati, tanto dal punto di vista ambientale quanto da quello economico. Attorno al 1.000 d.C. la Laguna di Venezia era delimitata dalle foci dei fiumi Adige (a Sud) e Piave (a Nord), mentre al suo interno si immettevano il Bacchiglione, il Brenta ed altri corsi di risorgiva tra i quali il Dese ed il Sile. In questo periodo, il considerevole volume di sedimenti di origine fluviale causava comunemente fenomeni di interrimento. Canali e fondali diminuivano di profondità, le barene si espandevano e lungo costa il cordone litoraneo si accresceva, chiudendo alcune delle bocche di porto, tra cui Albiola e Lio Mazzor, rendendo difficile la navigazione.

Per risolvere questo grave disagio economico, a partire dal '300, i “Savi alle acque” intrapresero le imponenti opere di diversione fluviale allo scopo di eliminare l'abbondante apporto di sedimenti permettendo così alle navi di giungere a Venezia in sicurezza. Il Brenta fu fatto confluire nel Bacchiglione a Sud di Chioggia, mentre Piave e Sile furono deviati verso Nord.

Tuttavia questi provvedimenti hanno risolto il problema dell'interrimento solo nell'immediato, portando ad una grande inversione di tendenza con cui Venezia sta tuttora facendo i conti: il prevalere dell'erosione. In passato, la drammatica espansione dell'ambiente lagunare, ha avuto conseguenze disastrose, come la scomparsa di alcuni centri abitati come Costanziano e Ammiana. Le principali contromisure intraprese dalla Serenissima furono la costruzione dei Murazzi (nel 1700), per difendere i lidi, e la Conterminazione, a protezione del perimetro interno della laguna. Quando però la Repubblica cadde, i successivi governi si preoccuparono maggiormente di sviluppare i commerci sottovalutando la questione ambientale. Alcuni esempi sono: l'allargamento dei canali navigabili; l'approfondimento delle *bocche di porto* e la costruzione dei *moli foranei* (fino al 1935); l'escavo del Canale dei Petroli (1970); la costruzione dell'Aeroporto "Marco Polo" sulla barena di Tesserà (1958); la costruzione del Porto Industriale di Marghera (1919) con l'approfondimento di canali come quello della Giudecca; la chiusura delle valli da pesca e l'avvio alla costruzione del Mose (*Scortegagna U., Primon S., Baschieri P., 2009*).

Di conseguenza la laguna tende a perdere le sue forme originali, caratterizzate da fondali poco profondi, innervati da una fitta rete di canali che, partendo dalle bocche, presentano ramificazioni sempre più minute verso l'interno, contribuendo in modo decisivo al ricambio dell'acqua attraverso le maree. Le zone più interne (*laguna morta*) sono caratterizzate dalla presenza di *barene*, tipiche isole lagunari vegetate composte prevalentemente da depositi argillosi, sufficientemente elevate da essere sommerse solo durante le fasi di più spinta alta marea. Esse sono solcate da numerosi canali sinuosi di piccole dimensioni, in grado di drenare l'acqua fino alle zone più interne, inoltre presentano spesso *chiari*, ossia specchi d'acqua poco profondi. La morfologia risultante è estremamente articolata e sta progressivamente scomparendo. La laguna, soprattutto durante l'ultimo secolo, ha visto ridurre drasticamente le superfici occupate dalle *barene*, anche a causa dell'innalzamento del livello medio del mare e della subsidenza. Parallelamente sui fondali e sulle *velme* si ha avuto un notevole incremento delle profondità (rispetto al passato i bassifondi della *laguna viva* non si scoprono nemmeno durante eventi di bassa marea eccezionale). Ciò ha provocato la progressiva cancellazione dell'idrografia sommersa, l'incremento del moto ondoso e di fenomeni erosivi lungo canali principali e bocche di porto, l'annullamento del ruolo idrodinamico dei canali nel controllo della propagazione delle maree ed infine la modifica radicale delle correnti con forti ripercussioni sull'idrodinamica e quindi sulla geomorfologia della laguna (*D'Alpaos L., 2010*). Inoltre esistono altri fenomeni in grado di destabilizzare il sedimento come la scomparsa delle fanerogame ed alcune tecniche di pesca "turbosoffianti".

2. Metodi utilizzati

Il presente capitolo ha il fine di esporre le metodologie utilizzate durante le varie fasi dello studio: raccolta dei campioni, stoccaggio e conservazione delle carote, analisi sedimentologica delle carote, analisi quantitativa e statistica della distribuzione dei vari tipi di depositi.

2.1 Campionamento delle carote

Il lavoro di tesi è stato condotto su undici carote lunghe circa 50cm. Per ottenere dati statisticamente rappresentativi dei diversi sottoambienti di barena si è deciso di prelevare un campione ogni 20m circa, lungo tre transetti principali aventi un vertice comune, in modo tale da formare i due lati adiacenti e la diagonale di un parallelogramma (Fig. 4). Il metodo di campionamento utilizzato è alquanto innovativo per questo tipo di studi. Solitamente in questi casi si effettua un sondaggio verticale che provoca compattazione e quindi la perdita dello spessore originario dei depositi, mentre in questo caso le carote sono state ricavate in modo da mantenere inalterati gli spessori degli strati. Nello specifico, tale risultato è stato possibile grazie al seguente

procedimento: dapprima si è scavata una trincea, successivamente si è appoggiata verticalmente una cornice rettangolare (50x10x15cm) al bordo della trincea in modo che il lato corto superiore venisse a combaciare con la superficie della barena e la si è infissa lateralmente nel sedimento, così da isolare una carota a forma di parallelepipedo. Successivamente il campione è stato estratto a mano aiutandone il distacco con un coltello, facendo attenzione a non perdere materiale. La collocazione dei campioni è stata determinata tramite l'utilizzo di un GPS.

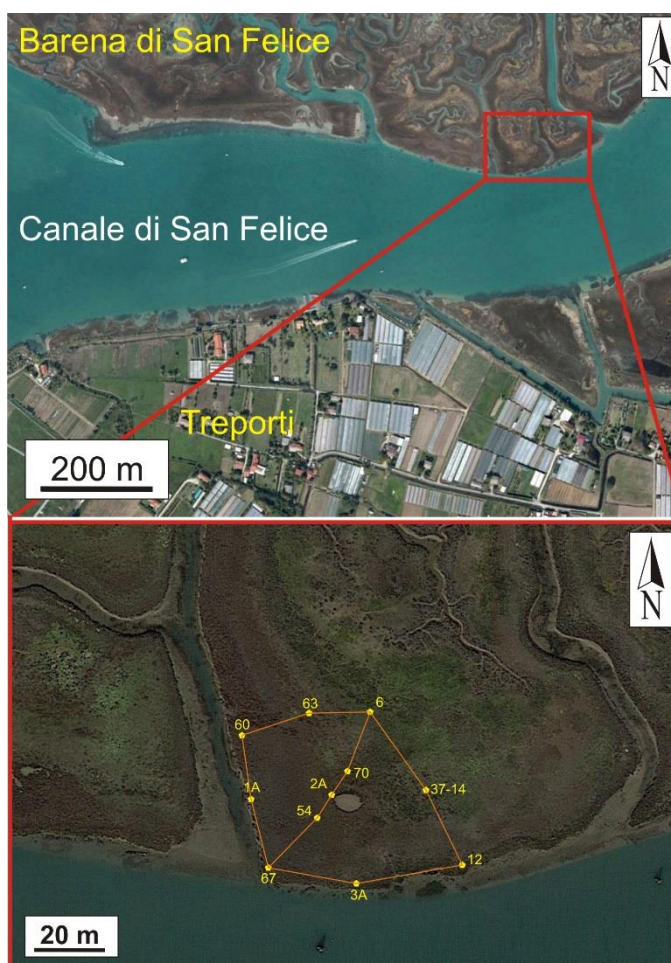


Fig. 4: Zoom-in dell'area studiata illustrante la posizione originaria delle carote.

2.2 Stoccaggio e conservazione delle carote

Poiché la progressiva perdita di umidità avrebbe provocato l'alterazione dei campioni, in quanto costituiti da materiale sciolto, questi sono stati lasciati all'interno delle cornici e ricoperti con diversi strati di pellicola di nylon.

Lo stoccaggio è avvenuto all'interno del magazzino del Dipartimento di Geoscienze.

2.3 Analisi sedimentologica delle carote

Questa è stata la fase centrale dello studio, su cui si è maggiormente focalizzato il lavoro della tesi. L'analisi sedimentologica ha compreso tre stadi:

- Preparazione dei campioni: per prima cosa le carote sono state liberate dal nylon e posate sul tavolo per rimuovere le cornici senza danneggiarle. Per studiare superfici fresche, ed avere una contro-parte in caso di ambiguità, al distacco delle cornici si è preso un pannello metallico e lo si è utilizzato per tagliare longitudinalmente i campioni a metà. A questo punto per ogni campione si è scelta la metà-carota con la miglior definizione dei caratteri sedimentologici, il resto è stato nuovamente stoccato in magazzino. I campioni sono stati quindi appoggiati su appositi sostegni e nuovamente chiusi col nylon, in attesa di poter essere fotografati.
- Fotografia dei campioni: i campioni sono stati fatti passare sopra un tavolo scorrendo su di un sostegno a rotelle mentre un sistema di bracci ha sorretto la macchina fotografica con l'obiettivo orientato verso il basso. Allo scopo di mettere maggiormente in risalto le litologie dei diversi livelli, prima di sistemare le carote sul sostegno sono state grattate con un coltello per togliere la patina più superficiale. Ciò è stato fondamentale per aumentare la nitidezza delle fotografie in modo da poter studiare i campioni in modo comodo, veloce e preciso. A questo punto le carote sono state caricate una alla volta sul carrello, sono state affiancate ad un metro con lo zero rivolto verso il tetto e poi, partendo da esso, sono state fatte scorrere cosicché la macchina potesse scattare foto di diverse altezze per ogni carota. Le fotografie sono state successivamente ricomposte tramite l'utilizzo di un apposito software (Agisoft Photoscan).

- Utilizzo di Corel Draw nell'analisi sedimentologica dei campioni: da questa fase è iniziato lo studio a computer sulle foto per ricavarne dati sia qualitativi che quantitativi. Infatti grazie al programma di grafica Corel Draw si è costruita una *tabella a scacchiera delle facies* in scala che associa ad ogni livello la corrispondente tipologia di deposito.

2.4 Analisi quantitativa e statistica della distribuzione dei vari tipi di depositi:

L'ultima fase è consistita nell'elaborazione statistica dei dati di spessore ottenuti. Per prima cosa si è ricostruita una tabella in Excell per ogni carota riportando il valore dello spessore di ogni strato, partendo dall'alto (cioè dalla superficie della barena) e scendendo stratigraficamente fino ai livelli più antichi.

Successivamente, si sono calcolati gli *spessori totali* per ogni tipologia di deposito (facies), ed è stato possibile ricavare la *percentuale delle diverse facies* presente in ogni carota (espressa più chiaramente per mezzo di grafici a torta). E' stato inoltre effettuato un conteggio del numero di livelli presenti per ogni facies (la somma dei quali sarà pari al numero totale degli strati di ogni carota) e si sono calcolati gli *spessori massimi, minimi e medi* su ogni carota per ogni facies.

Per ogni carota, si è costruita una seconda tabella nella quale sono stati inseriti gli *spessori cumulati* al fine di evidenziare graficamente come variano le diverse associazioni di facies con la profondità.

3. Risultati ottenuti

3.1 Tipologie di depositi

Tutti gli strati riscontrati nei campioni sono in realtà dati dalla combinazione di tre sole componenti: fango, sabbia e materia organica vegetale. La descrizione e l'interpretazione di tali depositi, è basata sul lavoro “*Principles of tidal sedimentology (Davis R.A., Dalrymple JR. R.W., 2012)*”. Nello specifico sono state riconosciute sei tipologie di depositi o facies.

1) Facies a: deposito argilloso-limoso, compatto, abbastanza omogeneo, di colore grigio-grigio scuro. Si tratta di depositi accumulati per lenta decantazione che hanno formato livelli di dimensione mediamente centimetrica compresa tra 0.5 e 55mm; che presentano rari frammenti vegetali e, specialmente nella porzione superiore della carota, sono attraversati da radici. Deposizione associata a decantazione di fango in sospensione in acque calme.

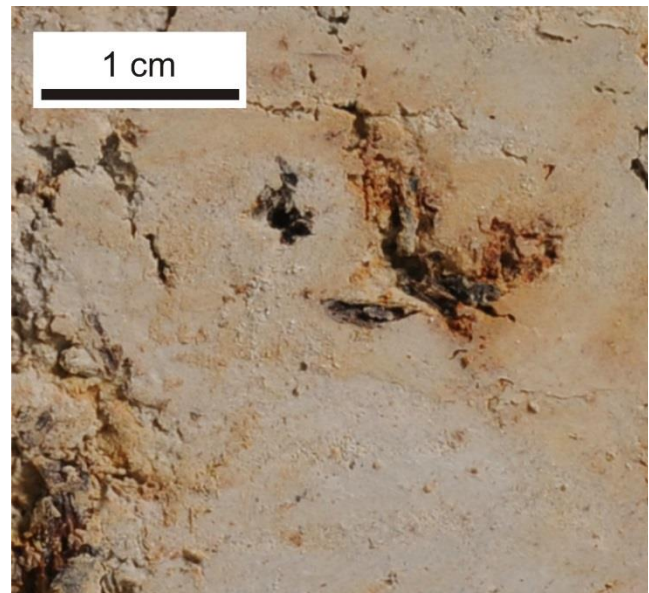


Fig. 5: Facies a (Carota 54).

2) Facies b: deposito fangoso con livelli di sabbia. Si tratta di depositi eterogenei di spessore compreso tra 0.5 e 200mm, caratterizzati dalla presenza di sabbia fine o molto fine, che può presentarsi in sottili lenti discontinue spesse 1-2 mm, o come mescolanza caotica di fango e sabbia. Deposizione associata a decantazione di fango in sospensione in acque calme. La deposizione dei livelli di sabbia è associata a rari eventi di lieve energia, durante i quali parte del fango viene risospeso permettendo la formazione di “pavimenti” di sabbia.



Fig. 6: Facies b (Carota 1A).

3) Facies c: si tratta di livelli di spessore non superiore ai 55mm, costituiti da fango e sostanza organica sotto forma di detrito vegetale. Il deposito è caratterizzato da un forte contenuto in radici che hanno la tendenza a concentrarsi in livelli orizzontali di colore grigio-brunastro e di aspetto e consistenza spugnose.

Deposizione di fango e frammenti vegetali in condizioni di bassa energia. L'elevata concentrazione di radici evidenzia la discontinua presenza di acqua.

4) Facies d: depositi rari, ritrovati solo nella Carota 67 (indicati dalle frecce rosse) e comunque rappresentati da pochi livelli il cui spessore non supera i 5mm. La facies è caratterizzata dalla coesistenza di tutte e tre le tipologie di sedimenti note: fango, sabbia fine e resti vegetali. La sabbia, come nel caso 2, si presenta in modo diffuso, ed è chiara l'elaborazione da parte delle radici, le quali crescendo hanno rimescolato il sedimento rendendo molto difficile il riconoscimento di livelli ben definiti. Decantazione di fango e frammenti vegetali in condizioni di acque calme, occasionalmente interrotte da eventi di maggior energia. L'elevata concentrazione di radici evidenzia la discontinua presenza di acqua.

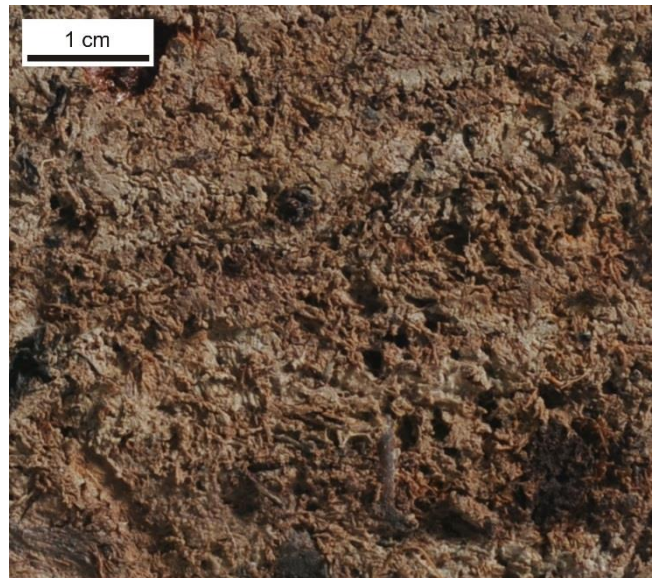


Fig. 7: Facies c (Carota 12).

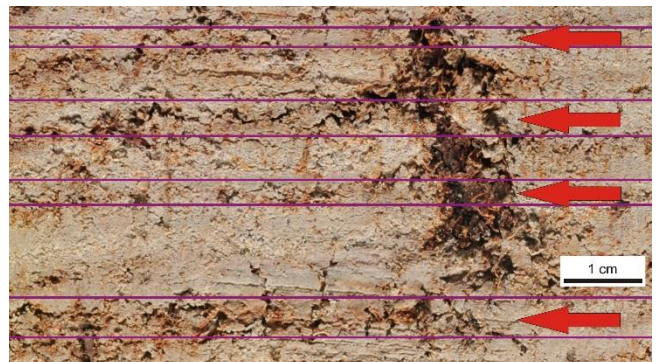


Fig. 8: Facies d (Carota 67).

5) Facies e: depositi costituiti quasi interamente da sabbia, mediamente lo spessore è compreso tra 0.5 e 37mm. Questi livelli sono ben riconoscibili in quanto di colore chiaro: dal bianco sporco al giallo-arancione, a seconda del grado di ossidazione. Possono contenere rari frammenti vegetali. Tendono a collassare a causa del basso grado di coesione tra le particelle. Le sabbie sono ben cernite e presentano granulometria generalmente fine. Sedimentazione in condizioni trattive, possibilmente associate a eventi eccezionali in cui il moto ondoso era in grado di sciacquare il fondo.

6) Facies f: si tratta di livelli in cui la sabbia forma lenti anche compatte, spesse da 0.8 a 19mm, ma che non hanno una continuità laterale molto persistente o comunque presenta marcate variazioni di spessore. La sedimentazione avviene in condizioni trattive, possibilmente associate a eventi durante i quali il moto ondoso era in grado di sciacquare il fondo. La discontinuità dei depositi potrebbe essere dovuta a modificazioni post-deposizionali.



Fig. 9: Facies e (Carota 6).

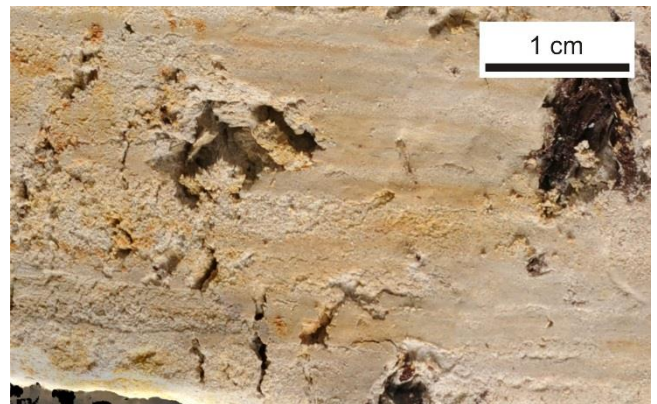


Fig. 10: Facies f (Carota 6).

3.2 Associazione di facies

Osservando la distribuzione delle facies all'interno delle carote studiate si nota come le tipologie di sedimenti riconosciute tendano a raggrupparsi secondo due principali associazioni.

3.2.1 Associazione di facies di Barena o Salt Marsh

Questa associazione, riscontrata nella porzione superiore di tutte le carote, è caratterizzata dalla presenza delle **facies a, b, c e d**, con netta dominanza di **a e c**. Tale associazione è quindi ricca di fango e radici (anche centimetriche e legnose) e priva di livelli di sabbia. Si tratta di depositi tipici delle barene interne, in quanto le maree non sono abbastanza competenti per portare la sabbia dei canali a deporsi sulla barena.

Le carote raccolte in prossimità del canale (60, 1A e 67), si discostano leggermente dalle altre in quanto contengono un minor numero di radici e presentano sporadici sottili livelli di sabbia (delle **facies b e d**). Questi depositi denotano la capacità delle maree di trasportare anche sedimenti più grossolani al di sopra della barena durante le fasi di alta marea eccezionale.

3.2.2 Associazione di facies di Bassofondo o Mudflat

Questa associazione, riscontrata nella porzione inferiore di tutte le carote, è costituita dalle **facies a, b, e e f**, e risulta pertanto caratterizzata dall'assenza di radici materiali organici. La diversa percentuale di **facies e** ed **f** permette di distinguere all'interno di questa associazione due principali categorie di depositi. La prima categoria è caratterizzata dalla dominanza di **facies a e b**, ed è riferibile ad un sottoambiente di bassofondo di limitata estensione areale ("chiaro").

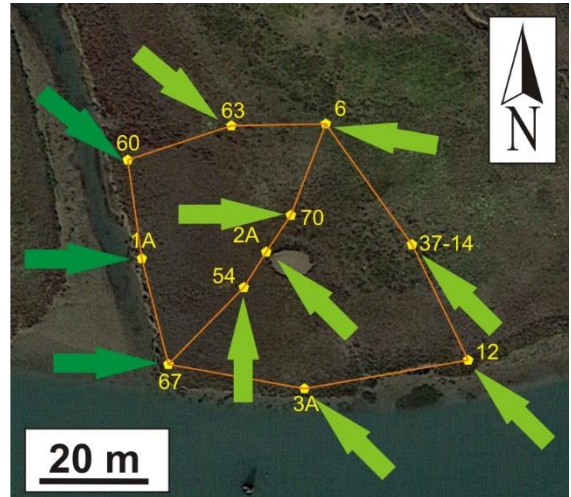


Fig. 11: Localizzazione delle Facies di Barena: suddivisione in sottoambienti di barena interna (verde chiaro) ed esterna o di bordo-canale (verde scuro).

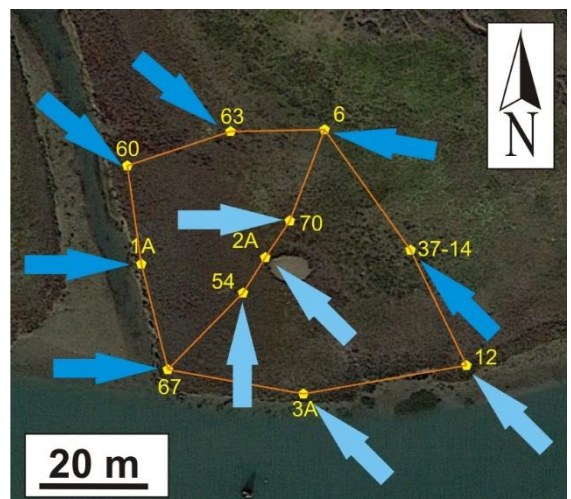


Fig. 12: Localizzazione delle Facies di Mudflat: suddivisione in sottoambienti di bassofondo interno o chiaro (azzurro chiaro) ed esterno (azzurro scuro).

Il sottoambiente di chiaro è quindi ricchissimo di fango puro e compatto, con rari frammenti vegetali e particolarmente povero di livelli di sabbia organizzati in lenti singole, non collegate tra loro o in livelli sottili. Questi depositi si sono originati per lentissima decantazione in bacini interni; solo verso il fondo di alcune carote i livelli di sabbia diventano appena più regolari e frequenti, ma rimangono sempre di importanza secondaria.

La seconda categoria è definita dalla presenza di abbondanti depositi delle **facies e e f**, ed è riferibile ad un sottoambiente di bassofondo caratterizzato da una maggiore estensione areale (“*mudflat*”).

I livelli di fango sono normalmente meno puri e compatti rispetto a quelli tipici dei chiari e spesso presentano sottilissime lenti di sabbia aventi un andamento appena ondulato e con limiti ben definiti. Questi livelli possono contenere rari frammenti vegetali e sporadiche radici, comunemente associate a vegetazione attecchita su livelli più recenti. Il fango pulito e compatto così come gli spessi livelli di sabbia continua diventano più rari nella porzione medio-superiore delle carote. La frazione sabbiosa è abbondante e, verso l’alto, tende a diminuire in favore di quella fangosa.

In termini di strutture sedimentarie, nei depositi di *mudflat* sono riconoscibili strutture tipiche dei *tidal bedding* come la laminazione ondulata dei livelli di sabbia (*wavy bedding*), la presenza di sottili laminazioni orizzontali piane, e la presenza di lenti sabbiose più o meno collegate tra (*lenticular bedding*). Durante la fase di *Flood* (marea entrante) si ha la rimobilizzazione ed il trasporto in sospensione del sedimento verso le

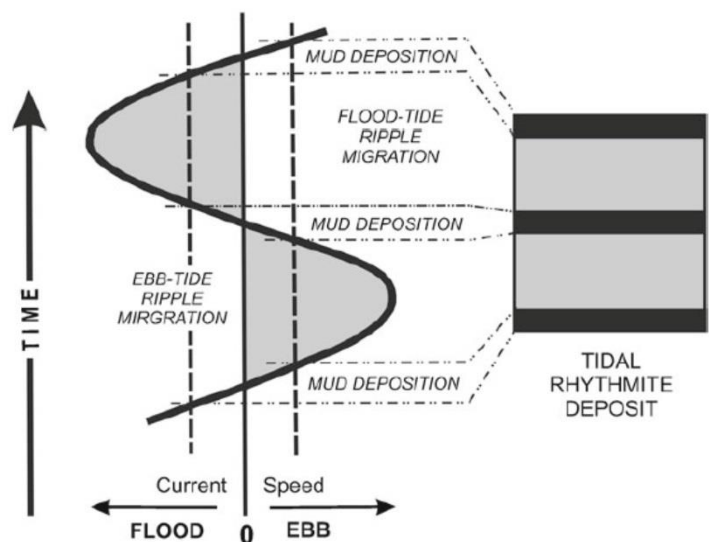


Fig. 13: Diagramma che illustra la natura e l’evoluzione dei Tidal Bedding (from Dalrymple 1992)

zone interne, mentre nella fase di *Ebb* (marea uscente) il sedimento viene sciacquato e si ha la cernita granulometrica per cui la frazione sabbiosa si deposita mentre quella fangosa viene risospinta in zone più esterne (Davis R.A., Dalrymple JR. R.W., 2012). Anche il moto ondoso può concorrere alla classazione dei sedimenti anche se naturalmente è di secondaria importanza rispetto alle maree. Le morfologie assunte dai depositi in queste condizioni idrodinamiche sono i ripples, mentre durante gli stadi di alta o bassa marea (fasi tranquille in cui la corrente è nulla) si deposita lentamente per decantazione il sedimento fine.

3.3 Tavole illustrative

Le prossime pagine riportano i risultati conseguiti attraverso il presente lavoro di tesi. In particolare per ogni campione è stata creata una tavola contenente:

- Nome e quota
- Foto della carota
- Tabella a scacchiera delle facies
- Foto satellitare per la localizzazione
- Grafico a torta della composizione delle facies
- Grafico degli spessori cumulati

Carota: 1A

Quota: non pervenuta

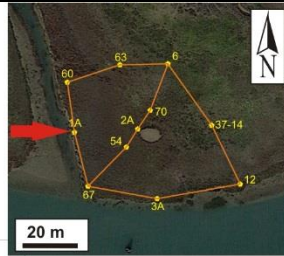


Grafico della composizione delle facies (Carota 1A)

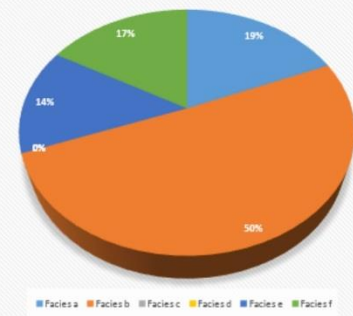
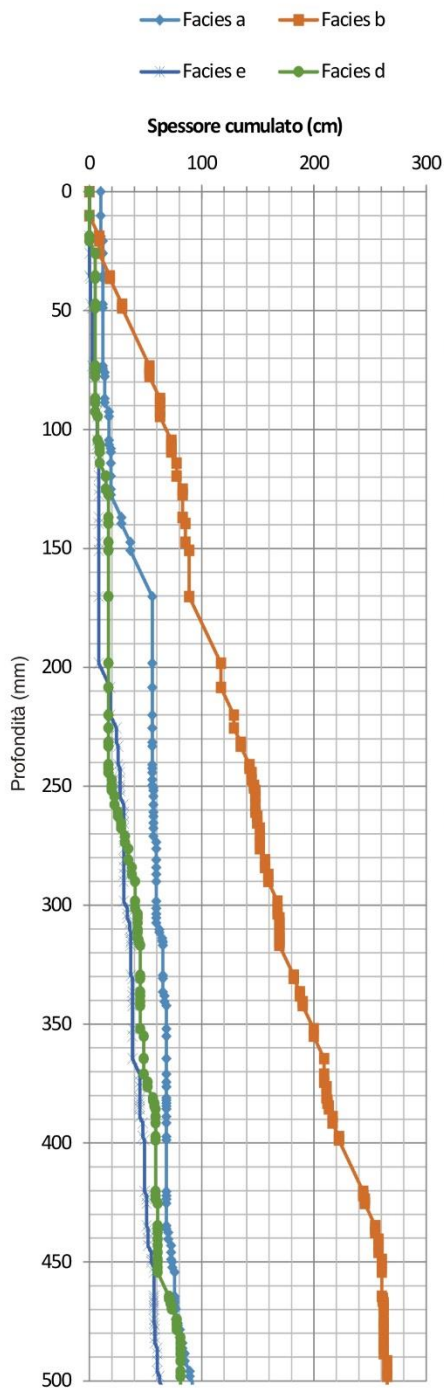


Grafico degli Spessori Cumulati (C. 1A)



Associazione di facies di Barena (bordo-canale)

Associazione di facies di Bassofondo (Mudflat)



Carota: 2A

Quota: non pervenuta

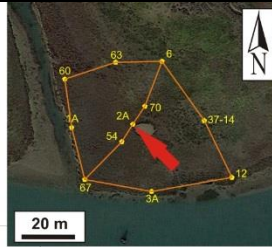


Grafico della composizione delle facies (Carota 2A)

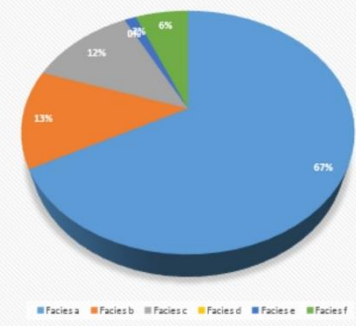
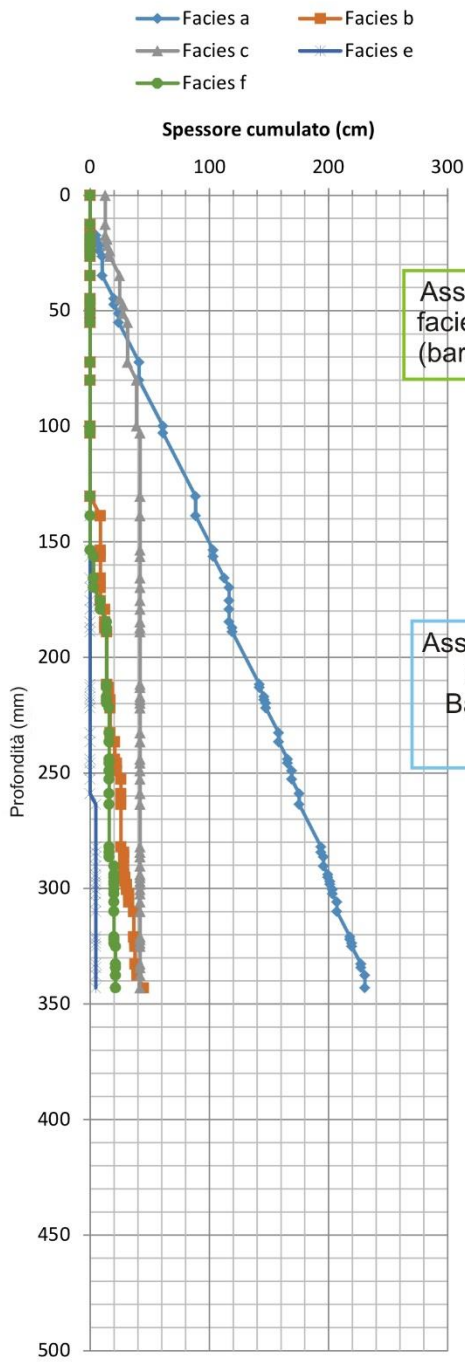


Grafico degli Spessori Cumulati (C. 2A)



Carota: 3A

Quota: non pervenuta

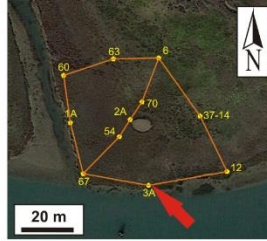


Grafico della composizione delle facies (Carota 3A)

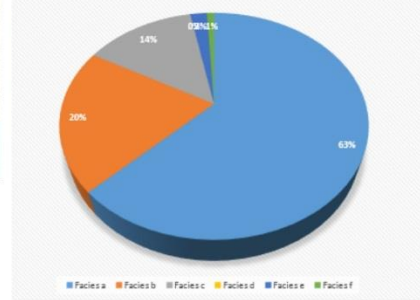
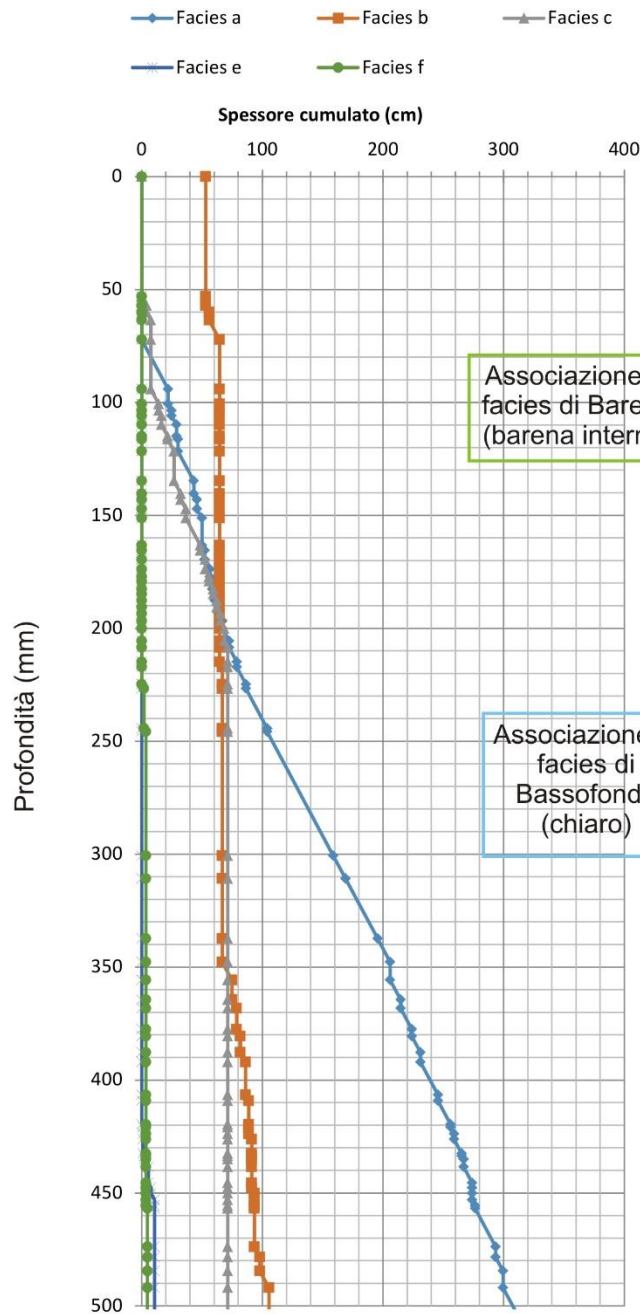
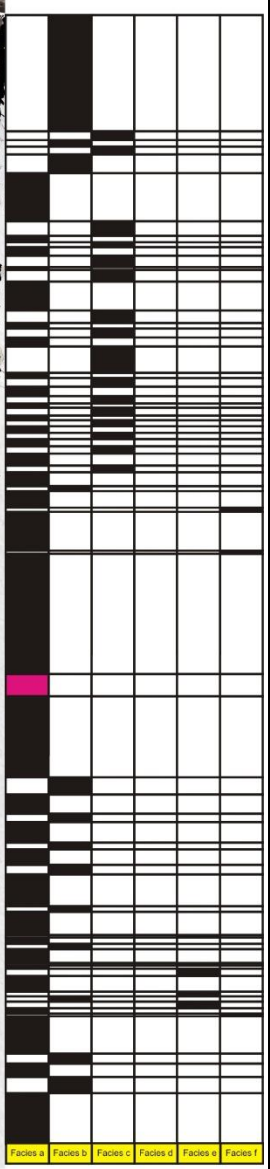


Grafico degli Spessori Cumulati (C. 3A)



Associazione di facies di Barena (barena interna)

Associazione di facies di Bassofondo (chiaro)



Carota: 6

Quota: 0,225 m

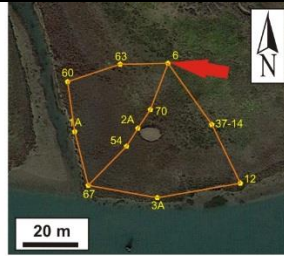


Grafico della composizione delle facies (Carota 6)

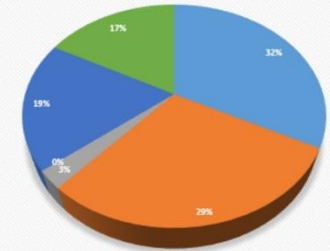
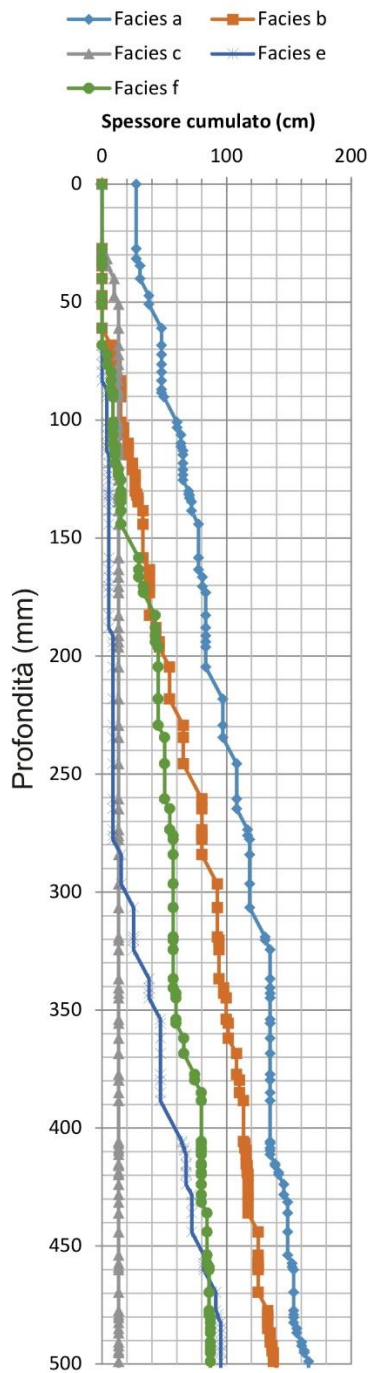


Grafico degli Spessori Cumulati (C. 6)



Associazione di facies di Barena (barena interna)

Associazione di facies di Bassofondo (Mudflat)



Carota: 12

Quota: 0,27 m

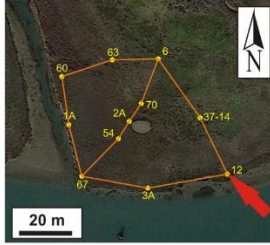


Grafico della composizione delle facies (Carota 12)

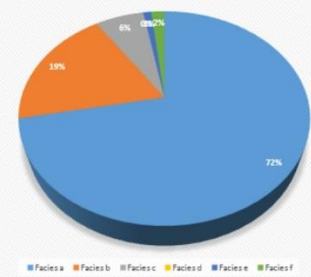
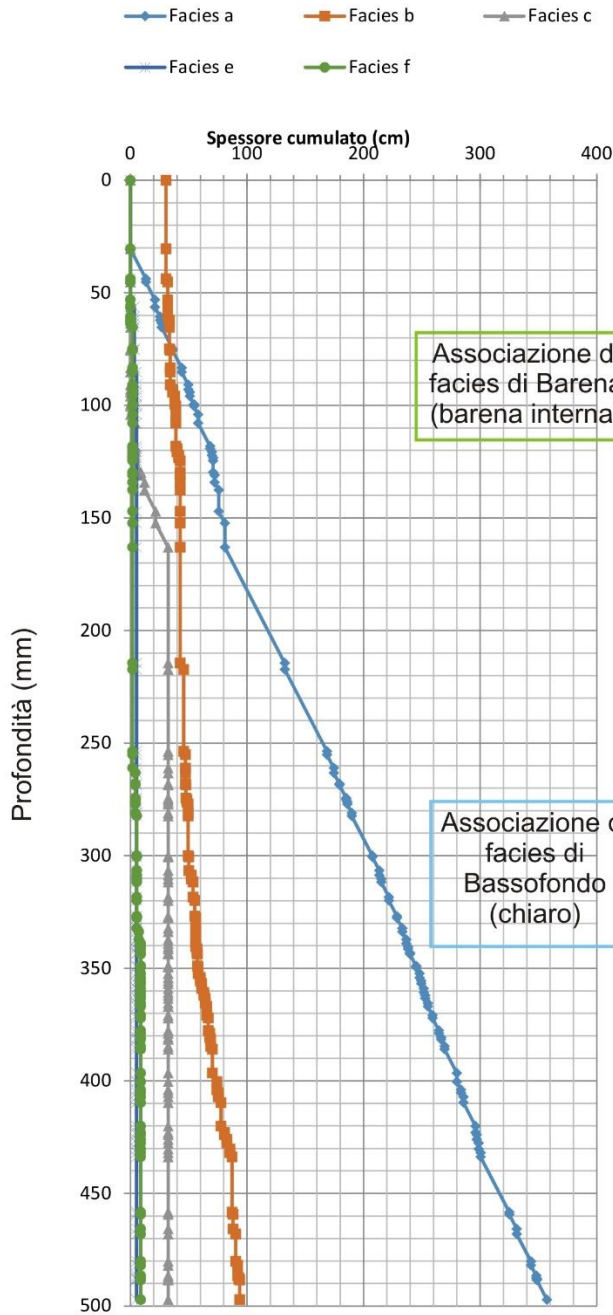


Grafico degli Spessori Cumulati (C. 12)



Carota: 37-14

Quota: 0,239 m

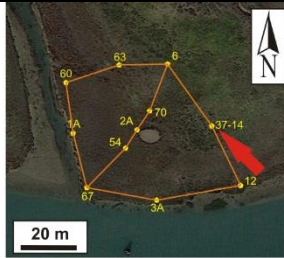


Grafico della composizione delle facies (Carota 37-14)

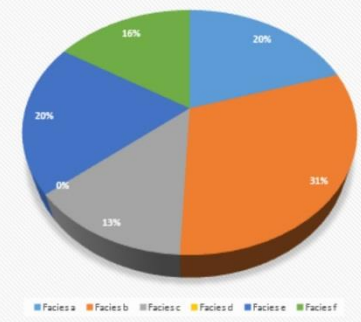
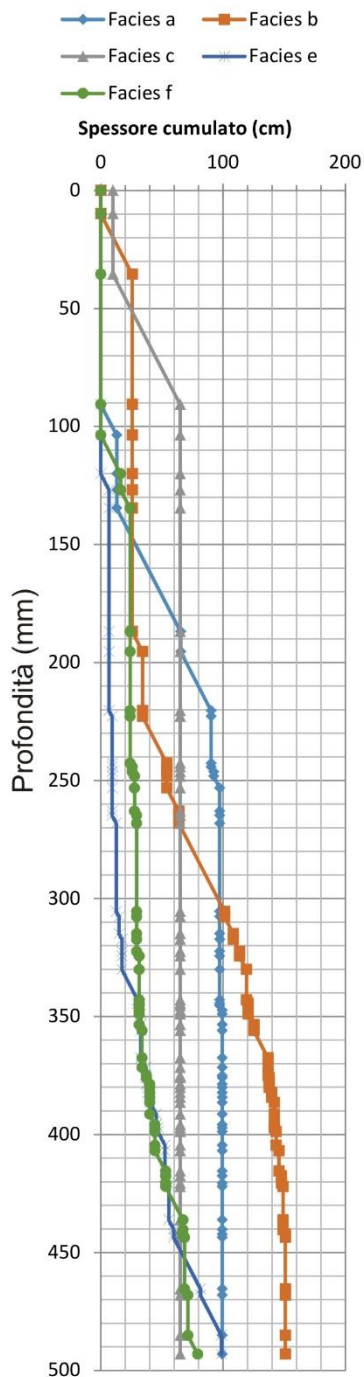


Grafico degli Spessori Cumulati (C. 37-14)



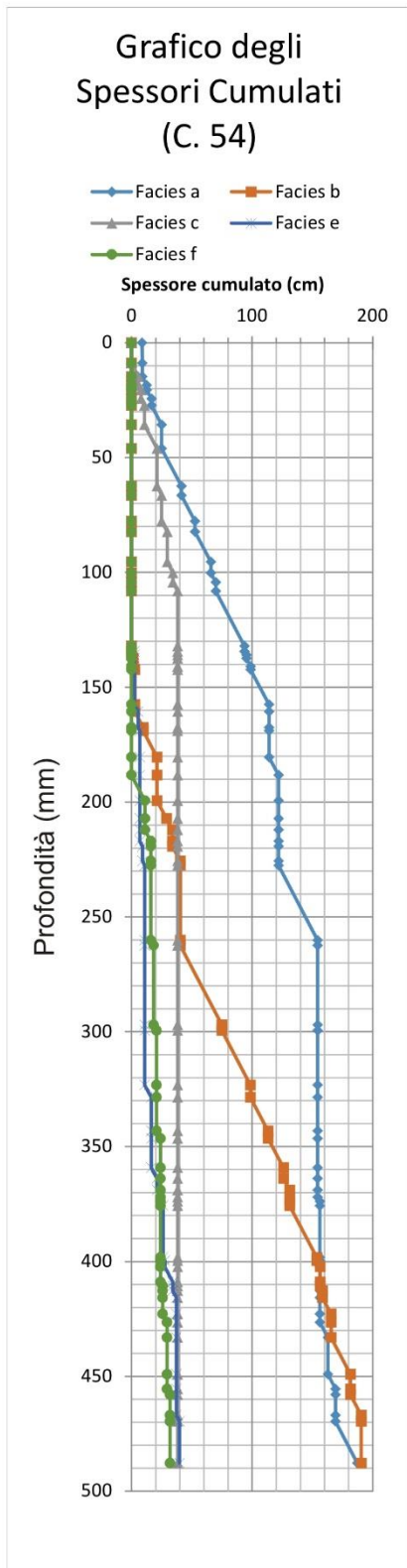
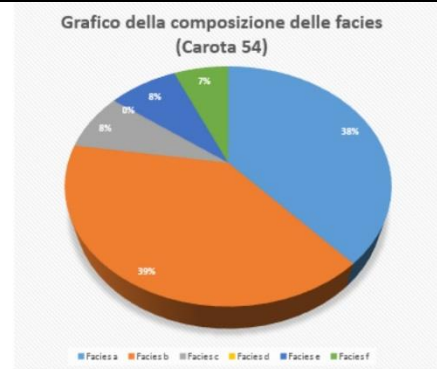
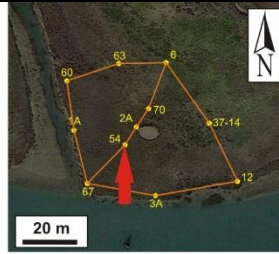
Associazione di facies di Barena (barena interna)

Associazione di facies di Bassofondo (Mudflat)



Carota: 54

Quota: 0,317 m



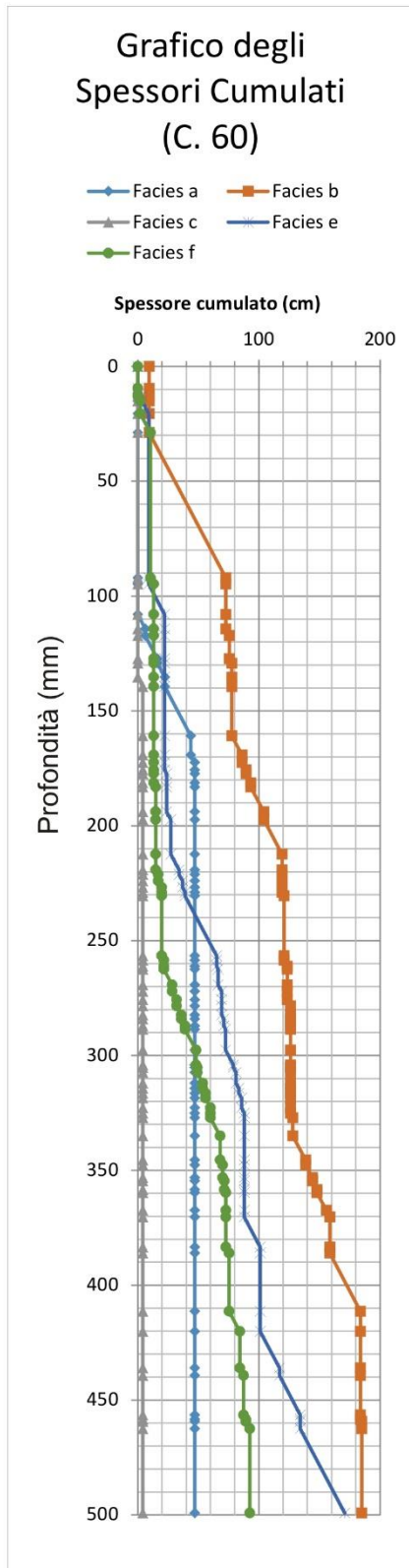
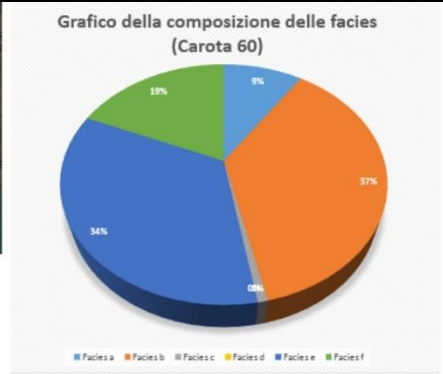
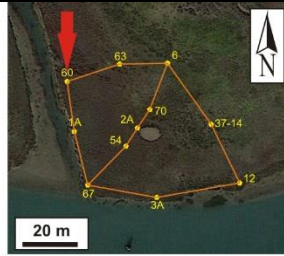
Associazione di facies di Barena (barena interna)

Associazione di facies di Bassofondo (chiaro)



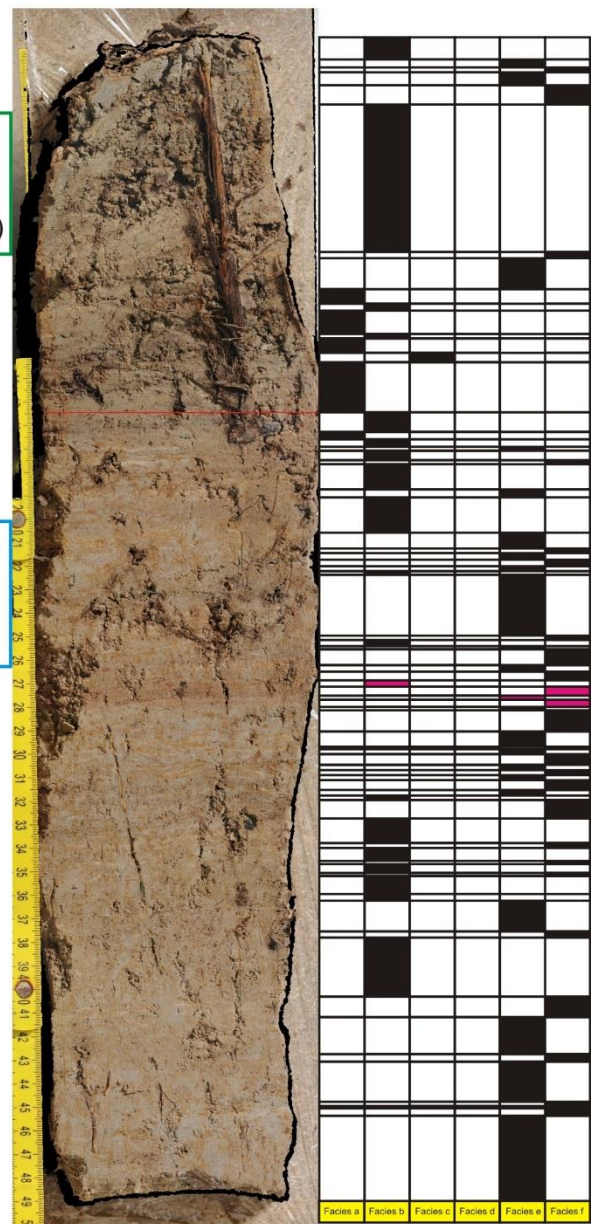
Carota: 60

Quota: 0,381 m



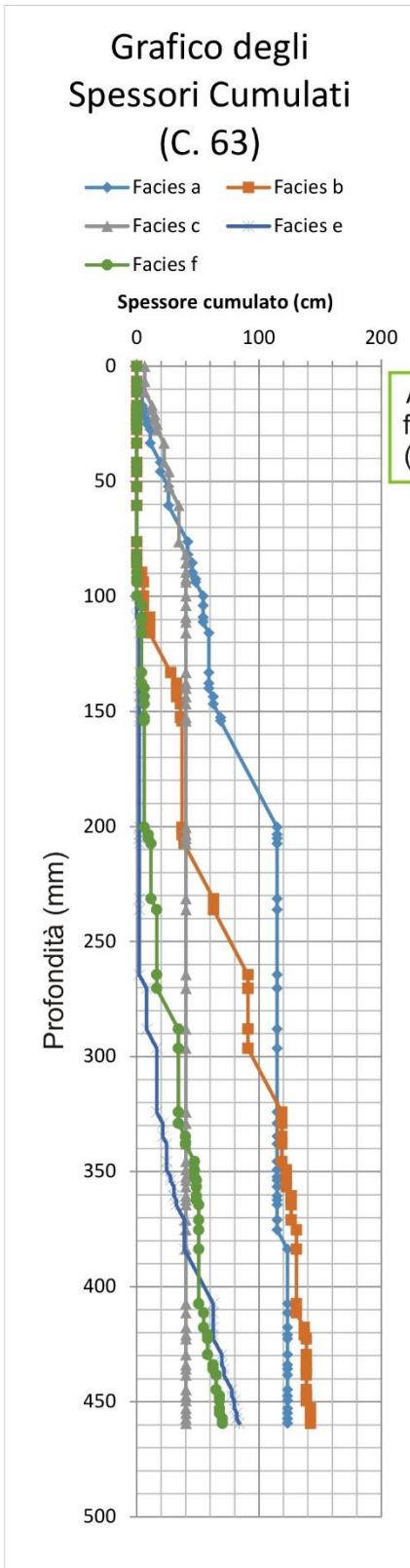
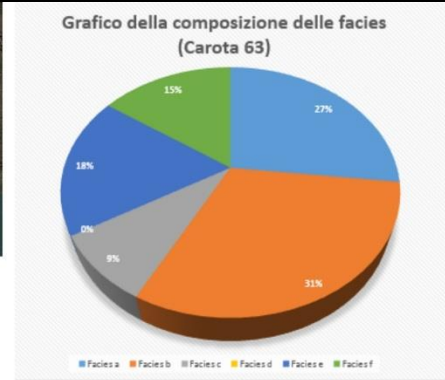
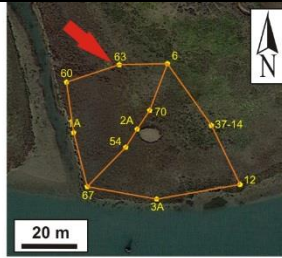
Associazione di facies di Barena (bordo-canale)

Associazione di facies di Bassofondo (Mudflat)



Carota: 63

Quota: 0,291 m



Associazione di facies di Barena (barena interna)

Associazione di facies di Bassofondo (Mudflat)



Carota: 67

Quota: 0,413 m

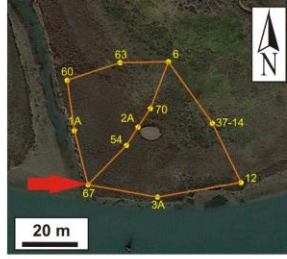


Grafico della composizione delle facies (Carota 67)

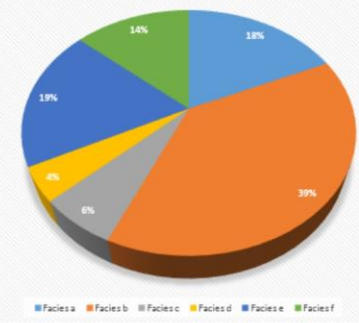
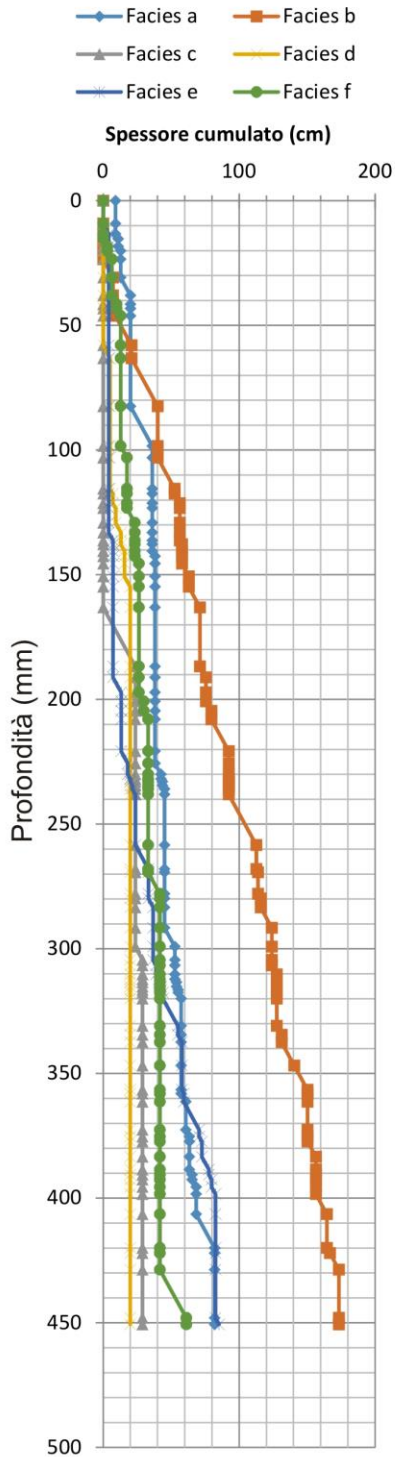
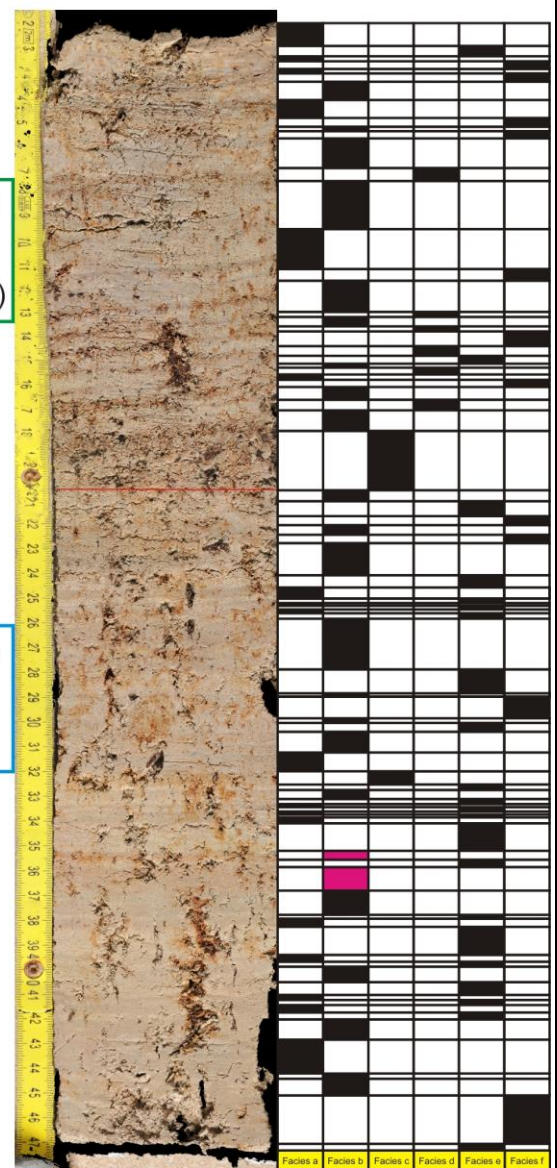


Grafico degli Spessori Cumulati (C. 67)



Associazione di facies di Barena (bordo-canale)

Associazione di facies di Bassofondo (Mudflat)



Carota: 70

Quota: 0,278 m

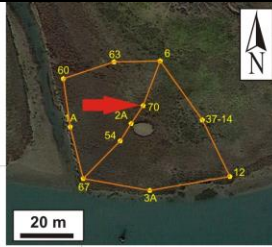


Grafico della composizione delle facies (Carota 70)

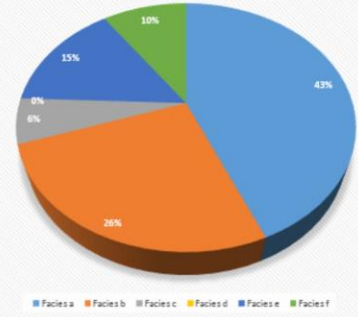
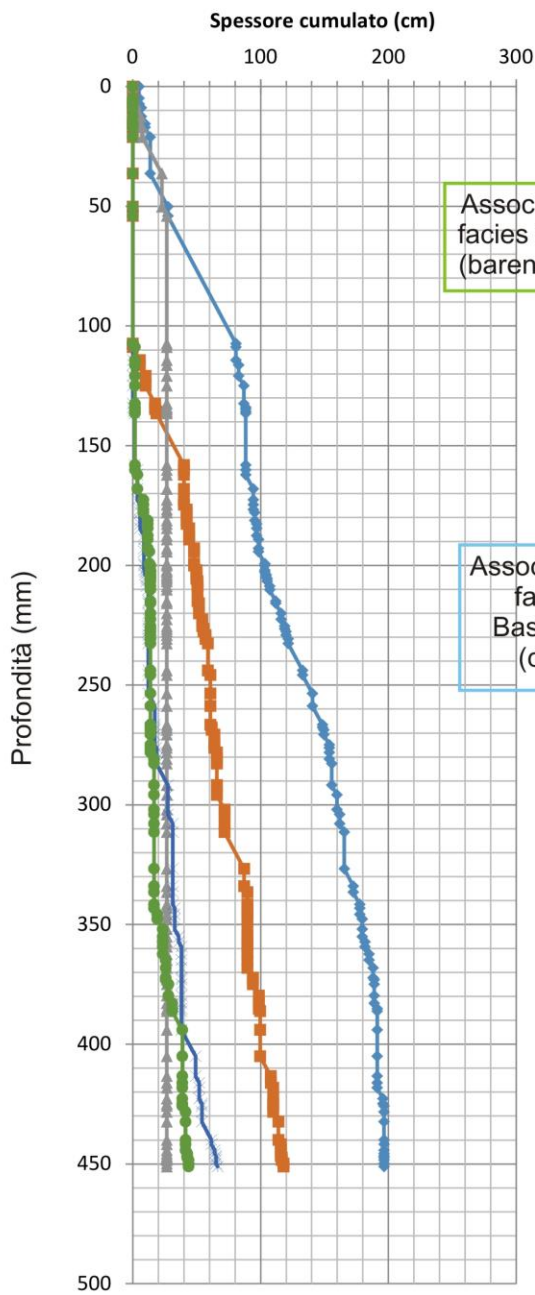


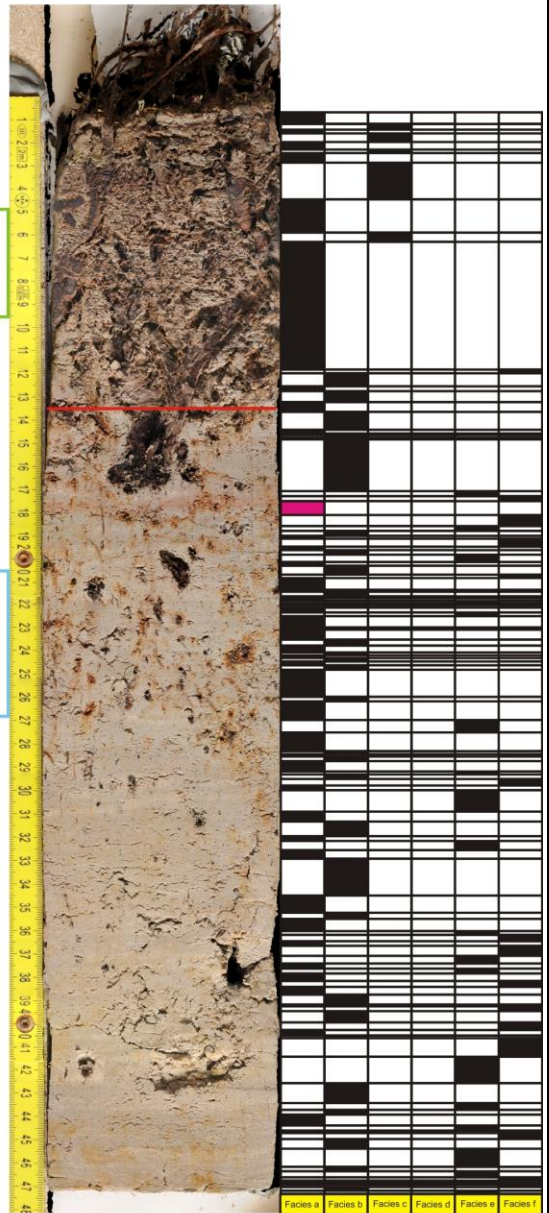
Grafico degli Spessori Cumulati (C. 70)

- Facies a
- Facies b
- Facies c
- Facies e
- Facies f



Associazione di facies di Barena (barena interna)

Associazione di facies di Bassofondo (chiaro)



4. Discussione

La prima importante caratteristica che emerge studiando i campioni raccolti dal punto di vista sedimentologico è che per ogni carota è possibile distinguere una porzione inferiore, maggiormente ricca in frazione sabbiosa e rappresentata dall'associazione di facies di bassofondo, ed una superiore, in cui invece sono di gran lunga più abbondanti radici e frammenti vegetali e rappresentata dall'associazione di facies di barena. Questa semplice considerazione è fondamentale per capire l'evoluzione della barena analizzata perché suggerisce una condizione di crescita verticale dovuta alla progressiva colonizzazione di zone precedentemente occupate da *velme interne* o *chiari*, da parte di vegetazione tipicamente terrestre, e quindi la graduale tendenza a passare da ambienti deposizionali di *mudflat* ad ambienti di *barena*.

Inoltre, dato che il tasso di innalzamento del livello di base (risalita eustatica + subsidenza locale) è di circa 3.5 mm annui (Carbognin et al., 2004), poiché mediamente sono presenti almeno 10-15cm di deposito barenicolo in ciascuna carota si può calcolare che da circa 30-40 anni l'area in esame è stata colonizzata da un ambiente di barena sviluppatasi a discapito di un sistema di bassofondo. Laddove i depositi di barena sono caratterizzati da uno spessore di circa 20cm (carote 12, 3A e 67) è possibile ipotizzare che la crescita della barena sia iniziata addirittura intorno ai 60 anni fa. Tale barena è stata caratterizzata da un'accrezione verticale in grado di tenere il passo con la locale risalita del livello relativo del mare (Fig. 14).

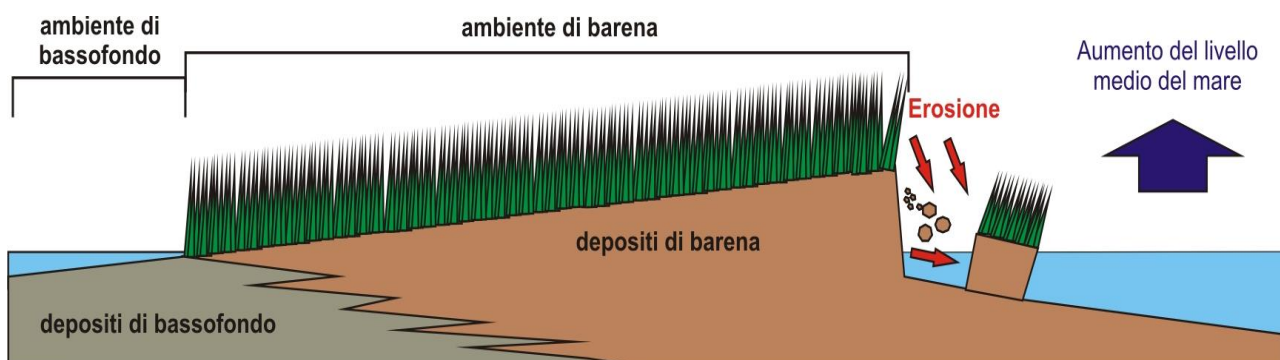


Fig. 14: Modello schematico per l'evoluzione dell'area in esame. Notare come l'erosione di sponda della barena (parte destra dello schema) sia compensata dalla progressiva espansione di questa verso i bassifondi adiacenti (parte sinistra dello schema).

La presenza di depositi di barena molto ricchi in fango nelle carote 3A e 12 potrebbe apparire in contrasto con la loro presenza sul bordo di un canale, che durante gli eventi di marea eccezionali dovrebbe fornire sedimenti più grossolani. In realtà, tale configurazione riflette il progressivo smantellamento del bordo della barena.

Tale processo, infatti comporta che depositi formati in aree interne della barena vengano a trovarsi in prossimità del bordo della stessa a causa del continuo arretramento di quest'ultima.

Questo processo evidenzia come la sopravvivenza della barena sia legata al delicato equilibrio tra lo sviluppo di nuove barene a discapito di bassifondi e chiari ed il loro smantellamento dovuto all'erosione di sponda.

5. Conclusioni

I risultati del presente lavoro di tesi possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- Si è appresa una metodologia di campionamento (sondaggio orizzontale in trincea per mezzo di una cornice rettangolare) delle successioni di barena del tutto innovativa, potenzialmente applicabile a qualsiasi deposito sedimentario non cementato;
- Grazie allo studio sedimentologico e statistico dei campioni è stato possibile descrivere in maniera dettagliata l'organizzazione delle diverse facies presenti nei campioni, nel tentativo di comprendere la storia deposizionale ed interpretare l'evoluzione di una parte della barena di San Felice;
- L'area esaminata documenta come negli ultimi decenni sia stata interessata dalla progressiva espansione dell'ambiente di barena a discapito di quello di bassofondo. Tale progressiva espansione della barena verso aree interne è comunque contrastata da un progressivo smantellamento della stessa lungo i bordi in conseguenza dell'attività del moto ondoso;

6. Bibliografia

Bartholdy J., 2012, Salt Marsh Sedimentation, (Davis R.A., Dalrymple JR. R.W. - Principles of Tidal Sedimentology. Cap 8, pp 151-185).

D'Alpaos L., 2010, L'evoluzione morfologica della Laguna di Venezia attraverso la lettura di alcune mappe storiche e delle sue carte idrografiche, Comune di Venezia, Istituzione Centro Previsioni e Segnalazioni Maree.

Davis R.A., Dalrymple JR. R.W., 2012, Principles of Tidal Sedimentology. Cap 3, pp 35-75.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Magistrato alle Acque di Venezia, Concessionario Consorzio Venezia nuova, Attività per la salvaguardia di Venezia e della laguna (www.salve.it).

Rizzetto F., Tosi L., 2011, Aptitude of modern salt marshes to counteract relative sea- level rise, Venice Lagoon (Italy), Geology, Highlights (CNR) Habitat & Vita, Effetti morfologici delle oscillazioni del livello marino sulle barene.

Rosso A., 1984, La Laguna di Venezia prima dei Romani, Archeologia Viva.

Scortegagna U., Primon S., Baschieri P., 2009, La Laguna di Venezia: Genesi ed Evoluzione (Città di Venezia, Assessorato Ambiente, Osservatorio Naturalistico della Laguna, Centro Studi Riviera del Brenta).