



Comuni di Barattili San Pietro, Cabras, Riola Sardo, San Vero Milis
 Sede operativa: Comune di Cabras – Piazza Eleonora 1 – 09072 Cabras (OR) Sede legale: Comune di Riola Sardo – Via Roma
 C.F. – P. IVA 01211910953

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, DIREZIONE LAVORI,
 COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA, RELAZIONE GEOLOGICA PER LAVORI DI
 "PT-27/INT-20 TORREGRANDE SOSTENIBILE - INTERVENTI AMBIENTALI"
 CIG 9105846DD2 CUP F13B19000140006**



FASE PROGETTUALE
PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO ELABORATO
RELAZIONE TECNICA AGRONOMICA

MANDATARIA Piazza San Marcellino, 6/5b, 16124 Genova tel. +39.010.2759057 info@dodimoss.eu		MANDANTE Studio Solmona S.r.l. Piazza d'Italia, 34, 07100 Sassari tel: +39 079231771		MANDANTE Via Pievaiola, 15, 06128 Perugia +39 075.5012011 info@sabeng.it	
Arch. Gabriella Innocenti	Responsabile integrazione discipline specialistiche, coordinamento del progetto, progettazione architettonica e paesaggistica Direttore Operativo	Ing. Renzo Solmona	Direzione lavori Progettazione architettonica	Ing. Vincenzo Puja	Progettazione architettonica
Arch. e Paes. Egizia Gasparini	Progettazione architettonica e paesaggistica Sostenibilità ambientale e CAM	Ing. Dario Solmona	CSP - CSE Progettazione architettonica	Ing. Chiara Adriani	Progettazione impianto adduzione e scarico acque
Arch. Valentina Dallaturca	Progettazione architettonica e paesaggistica Direttore Operativo			Ing. Barbara Bottausci	Progettazione architettonica
Arch. Matteo Rocca	Progettazione architettonica e paesaggistica			Arch. Sergio Tucci	Progettazione architettonica
Ing. Andrea Guerra	Progettazione impianto adduzione e scarico acque Direttore Operativo				
Agr. Ettore Zauli	Aspetti agronomici, botanici, fitoiatrici Direttore Operativo				
Nat. Fabrizio Oneto	Aspetti naturalistici Direttore operativo				

Rilievo a cura di Studio Solmona S.r.l. in data 23.04.2022

TIMBRI E FIRME

AGGIORNAMENTI						
REV.	Data	Descrizione aggiornamento	Redatto	Verificato	Approvato	Scala
0	GIU.2022	EMISSIONE	EZ	VD	GI	--

TAVOLA N°:
OTGN_D_DOC_04_0

A termine di legge si riserva la proprietà di questo elaborato con divieto di riprodurlo o di renderlo comunque noto senza autorizzazione scritta

SOMMARIO

1	AREA DI INTERVENTO	2
2	OPERE DI RINATURALIZZAZIONE	4
2.1	Preparazione del terreno	5
2.2	Messa a dimora delle piantine	6
2.3	Scelta della vegetazione	9
3	NUOVE SISTEMAZIONI A VERDE	14
3.1	Messa a dimora	14
3.2	Scelta delle specie arboree ed arbustive	16
3.3	Impianto di irrigazione	20

1 AREA DI INTERVENTO

L'area di intervento corrisponde al tratto di litorale compreso tra la Villa Badino ed il porticciolo turistico.

Si tratta di una area completamente pianeggiante confinante sul lato nord con la Via Millelire e sul lato sud con il litorale attraversata in modo disordinato da percorso sterrati carrabili che in alcune zone si trasformano in piazzali che vengono utilizzati per il parcheggio delle autovetture dei fruitori della spiagge e dei servizi ad essa annessi.

Le superfici non interessate dai percorsi risultano coperte da vegetazione soprattutto erbacea con presenza di elementi arbustivi e di alcune macchie arboree.

Il progetto preliminare individua alcune delle specie vegetali presenti che vengono riportate nella seguente tabella.

SPECIE	NOME COMUNE	TIPOLOGIA	ORIGINE	NOTE
<i>Acacia sp.</i>				
<i>Arthorcnenum sp.</i>	Salicornia	cespuglio	Mediterranea	Utile per avifauna
<i>Beta vulgaris subsp. maritima</i>	Bietola marittima	erbacea	Mediterranea	Commestibile
<i>Cakile maritima</i>	Ravastrelli	erbacea	Mediterranea	Nettarifera
<i>Carpobrotus acinaciformis</i>	Fico degli ottentotti	erbacea succulenta	Sud Africa	Frutto commestibile
<i>Eucalyptus sp.</i>	Eucalipto	albero	Australia	
<i>Euphorbia peplis</i>	Euforbia delle spiagge	erbacea	Mediterranea	Tossica
<i>Ferula communis</i>	Ferula comune	erbacea	Mediterranea	Tossica
<i>Halimione portulacoides</i>	Porcellana di mare	erbacea	Mediterranea	commestibile
<i>Lagunaria</i>	Lagunaria	albero/arbusto	Australia	ornamentale
<i>Limbarda (Inula) crithmoides</i>	Enula longifolia	suffruticosa	Mediterranea	
<i>Phragmites australis</i>	Cannuccia di palude	erbacea	Eurasia	Commestibile Officinale
<i>Salicornia sp.</i>	Asparago di mare	erbacea	Eurimediterranea	Commestibile
<i>Salsola kali</i>	Salsola	erbacea	Eurasia	
<i>Tamarix gallica</i>	Tamerice comune	albero	Mediterraneo orientale	
<i>Urginea maritima</i>	Scilla marittima	erbacea bulbosa	Mediterranea	

La copertura vegetale attuale, pur se disomogenea ed in alcune zone carente, rappresenta sin da ora un valido mezzo di difesa della superficie dall'erosione eolica e da quella marina. Per tale ragione la stessa va in gran parte protetta e conservata intervenendo solo sulle specie alloctone invasive quando non compatibili con quelle tipiche mediterranee ed in particolare del territorio sardo.

Il progetto in linea generale si propone quindi:

1. Di eliminare l'uso improprio della superficie limitando l'accesso veicolare ai soli mezzi di servizio e a quelli destinati al rifornimento delle strutture presenti ed autorizzate;
2. Spostare quindi le aree destinate a parcheggio lungo il margine nord dell'area in adiacenza alla viabilità di Via Millelire (intervento comunale in fase di progettazione);
3. Limitare i percorsi di attraversamento e di accesso al litorale recuperando ampie superfici da destinare all'inserimento di nuova vegetazione;
4. Integrare la vegetazione esistente utilizzando specie idonee alle condizioni del luogo in grado di svilupparsi e moltiplicarsi nelle severe condizioni climatiche che caratterizzano l'area;
5. Favorire lo sviluppo di una copertura vegetale in grado di mantenersi e riprodursi autonomamente con limitati interventi di manutenzione.

Considerata la situazione di stabilità esistente non vengono in questa fase previste opere di ingegneria naturalistica quali sistemi frangivento di differente forma e dimensione, barriere basali in viminate frangivento e per lo smorzamento del moto ondoso, opere di contenimento e consolidamento delle sabbie con viminate associate a bioreti in fibra di cocco, ecc.

Tutte le superfici da rinaturalizzare oggetto dell'intervento verranno adeguatamente interdette al calpestio mediante delimitazione delle stesse. Cartelli indicatori posizionati su paline descriveranno il lavoro in corso di realizzazione al fine di sensibilizzare i fruitori dell'area al rispetto delle zone sulle quali saranno messe a dimora le nuove piantine.



Figura 1: l'area oggetto dell'intervento. Le macchie arboree ed arbustive verranno conservate

2 OPERE DI RINATURALIZZAZIONE

La superficie complessiva dell'area interessata dal progetto ammonta a mq 157.424 ma quella realmente interessata alle nuove piantagioni (aree sottratte ai percorsi ed ai piazzali di parcheggio) si limita a 15.226 mq pari all'11 % circa della area di intervento. Oltre a queste superfici si prevede di intervenire su altri 2000 mq circa di spazi complessivi distribuiti in modo diffuso sull'area, spazi in cui la vegetazione è per cause diverse si presenta più rada.

Il numero medio di piantine erbacee da mettere a dimora viene calcolato in 5 a mq per un totale complessivo di 95.130 piantine che dovranno essere reperite prioritariamente nei vivai locali che utilizzano materiale di propagazione autoctono.

Dovrà essere data priorità nella scelta ai vivai che utilizzano per la coltivazione substrati formati con terreni provenienti dalle stesse stazioni naturali delle piante allevate in modo tale che sia garantita la naturale micorrizzazione degli apparati radicali.

Le giovani piante dovranno essere coltivate in fitocella di almeno 200 cc e possedere un apparato radicale sano ed esteso a tutta la fitocella che favorisca un rapido attecchimento della giovane piantina.



Figura 2: esempio di giovane piantina ben radicata coltivata in fitocella

2.1 PREPARAZIONE DEL TERRENO

Le superfici da destinare agli interventi di rinaturalizzazione dovranno essere adeguatamente preparate in modo che le giovani piantine vengano a trovarsi nelle migliori condizioni al momento del trapianto. Si tratta di superfici in gran parte utilizzate per la sosta ed il transito delle autovetture sulle quali il compattamento ed il calpestio del suolo ha impedito l'insediarsi e lo svilupparsi della vegetazione naturale.

Su tali superfici dovranno essere eseguite due successive lavorazioni:

- a) Preparazione del terreno al trapianto consistente in lavorazione meccanica meccanica alla profondità di 40 cm, erpicatura e affinamento meccanico (codice prezzo Assoverde 2511093). Lavoro da effettuarsi almeno un mese prima del trapianto;
- b) Preparazione meccanica del terreno al trapianto mediante lavorazione meccanica fino a 15 cm e con successivi passaggi di affinamento meccanico e manuale, eliminazione di ciottoli, sassi ed erbe,

completamento a mano nelle parti non raggiungibili meccanicamente (codice prezzo Assoverde 25010024). Lavoro da eseguirsi nei giorni immediatamente precedenti al trapianto.

2.2 MESSA A DIMORA DELLE PIANTINE

Una volta preparate le superfici si dovrà procedere al trapianto da effettuarsi nella stagione autunno invernale evitando in ogni caso di lavorare nelle giornate eccessivamente ventose o in quelle in cui la temperatura si dovesse avvicinare agli zero gradi.

Al fine di evitare danneggiamenti alle giovani piantine le stesse verranno trasportate in cantiere in piccole quantità in modo tale che possano essere messe a dimora senza restare accantonate nei contenitori e nelle fitocelle per lunghi periodi. La fornitura delle piante al cantiere dovrà essere quindi commisurata alla quantità di piante che possono giornalmente essere sistemate.

Il sesto di impianto da utilizzare sarà di 5 piantine a mq, numero sufficiente a garantire una rapida copertura di tutta la superficie.

Le diverse specie utilizzate dovranno essere distribuite su tutta l'area di intervenendo evitando di creare ampie macchie della stessa specie. Sarà poi la selezione naturale a favorire le piante che più si adatteranno alle condizioni locali.

Per procedere al trapianto si opererà nel modo seguente:

- 1) Preparazione della buca per il trapianto: trattandosi di terreno da poco lavorato e smosso la buca per accogliere le giovani piantine non presenta difficoltà e potrà essere fatta direttamente al momento della messa a dimora mediante l'uso di una zappa o di una trivella meccanica. La buca dovrà essere di dimensioni appena superiori a quella della fitocella e dovrà avere una profondità tale da poter accogliere tutta la parte radicale evitando che la zona del colletto resti sopraelevata rispetto alla superficie;

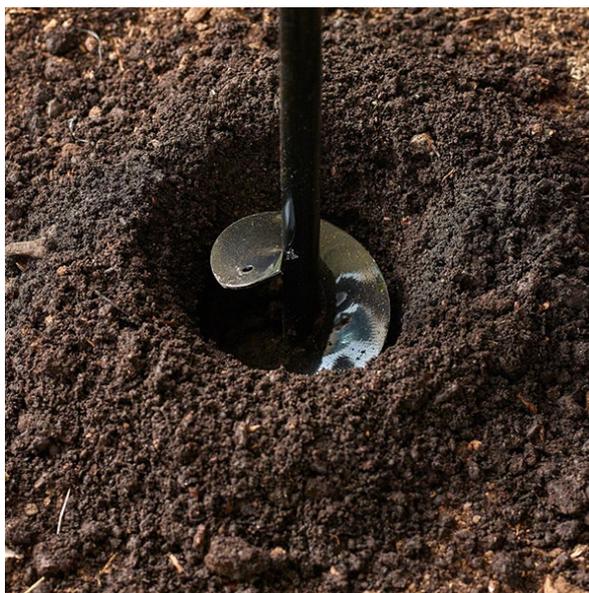


Figura 3: buca per il trapianto effettuata con trivella

- 2) Il contenitore in materiale plastico della fitocella dovrà essere completamente rimosso senza danneggiare l'apparato radicale ed il pane di terra. I contenitori della fitocella dovranno essere immediatamente riposti in sacchi per evitare che si disperdano sulla superficie e dovranno quindi essere smaltiti in modo adeguato secondo le normative vigenti;
- 3) Una volta che il contenitore sarà stato rimosso, il pane di terra dovrà essere manipolato con delicatezza allo scopo di esporre la maggior parte del volume del pane stesso al contatto con il suolo umido circostante comprimendo il terreno in modo tale da farlo aderire alla zolla evitando la formazione di possibili sacche di aria. A differenza di quanto si effettua normalmente nel caso degli alberi e degli arbusti, nella piantagione delle perenni il livello della zolla originario dovrà mantenersi leggermente al di sotto del livello finale. La piantagione tendenzialmente profonda ed il terreno tendenzialmente sabbioso incoraggiano il rinvigorimento della pianta senza che questa abbia a soffrire delle condizioni di asfissia dell'apparato radicale che possono occorrere invece nelle specie legnose arbustive ed arboree. Nelle piante erbacee l'apparato radicale tende infatti a riorganizzarsi rapidamente;
- 4) Prima della chiusura della buca con la terra rimossa per lo scavo dovrà essere posizionato all'interno della stessa un polimero idroretentore per piante nella quantità di 2 grammi per ogni piantina. Il polimero è in grado di assorbire fino a 300 volte il suo peso in acqua mantenendo umido il suolo anche in ambiente con un'elevata esposizione al sole e nei periodi di prolungata siccità favorendo così l'attecchimento e aumentando la crescita della pianta e delle sue radici. Oltre al polimero e sempre prima della chiusura della buca dovrà essere posizionato all'interno della stessa

un concime complesso con azoto a lenta cessione (tipo 15/9/15) con funzione starter per aiutare lo sviluppo delle radici nella delicata fase post trapianto;

- 5) Le specie da utilizzare per i nuovi impianti sono quelle riportate nella seguente tabella. Sono possibili variazioni rispetto ai rapporti previsti dalla tabella in quanto le piante dovranno essere reperite nei vivai di coltivazione esistenti nella Regione Sardegna e, come è noto, i quantitativi e le specie disponibili possono variare di anno in anno e da vivaio a vivaio. L'impresa esecutrice dei lavori dovrà reperire le piante previste dal progetto e comunicare alla D.L ed ai progettisti dove intende procurarsi il materiale vegetale necessario indicando se le specie ed i quantitativi corrispondono. I progettisti e/o la D.L. potranno allora visionare preventivamente le piante nei vivai di produzione oppure richiedere che vengano portate in cantiere le piante campione corrispondenti nelle misure e nella qualità a quelle che saranno in seguito utilizzate per la piantagione. Solo dopo l'approvazione da parte della D.L. le piante potranno essere prelevate dai vivai e portate in cantiere per il loro utilizzo.

SPECIE	NOME COMUNE	TIPOLOGIA	%
<i>Agropyron junceum</i>	Gramigna delle spiagge	erbacea	13
<i>Allium roseum</i>	Aglione roseo	erbacea	3
<i>Ammophila arenaria</i>	Sparto meridionale	erbacea	54
<i>Anchusa litoranea</i>	Buglossa litorale	erbacea	1
<i>Anthemis maritima</i>	Camomilla marina	erbacea	4
<i>Arenaria balearica</i>	Arenaria balearica	erbacea	2
<i>Calystegia soldanella</i>	Vilucchio marittimo	erbacea	2
<i>Elymus athericus</i> (<i>Agropyron pungens</i>)	Gramigna acuta	erbacea	5
<i>Eryngium maritimum</i>	Calcatreppola marittima	erbacea	3
<i>Euphorbia paralias</i>	Euforbia marittima	erbacea	2
<i>Medicago littoralis</i>	Erba medica litorale	erbacea	3
<i>Medicago marina</i>	Erba medica marina	erbacea	2
<i>Salicornia fruticosa</i>	Salicornia fruticosa	erbacea	3
<i>Sporobolus pungens</i>	Sporobolo delle spiagge	erbacea	3
		totale	100

- 6) Le specie arbustive dovranno essere piantate singolarmente o a piccoli gruppi di 10/15 piante.

2.3 SCELTA DELLA VEGETAZIONE

Nelle immagini seguenti vengono rappresentate alcune delle specie che saranno impiegate per la rinaturalizzazione dell'area.



Figura 4: Atriplex halimus



Figura 5: Sporobolus pungens



Figura 6: Ammophila littoralis



Figura 7: Anthemis maritima



Figura 8: Elymus atericus (Agropyron pungens)



Figura 9: Eryngium maritimum



Figura 10: Salicornia fruticosa



Figura 11: Euphorbia paralias



Figura 12: Calystegia soldanella



Figura 13: Medicago marina



Figura 14: Anchusa litoranea



Figura 15: Allium roseum



Figura 16: Arenaria balearica



Figura 17: Medicago littoralis

3 NUOVE SISTEMAZIONI A VERDE

Il progetto definitivo i cui dettagli saranno approfonditi in sede di progettazione esecutiva, prevede inoltre di mettere a dimora 30 alberature ed alcuni arbusti autoctoni in prossimità delle nuove aree di sosta al fine di apportare un maggior confort ai nuovi luoghi del progetto.

3.1 MESSA A DIMORA

Per ogni albero da mettere a dimora sarà realizzata una buca avente le dimensioni di metri 1,00 x 1,00 x 1 di profondità. Dalle buche sarà asportato il materiale estratto che potrà viste le esigue quantità essere ricollocato in loco, e lo stesso verrà sostituito con un substrato specifico di terreno da coltivo e terriccato.

Una volta ultimata la preparazione delle buche si procederà con la messa a dimora delle nuove alberature che sarà eseguita previa individuazione e scelta del materiale vegetale che dovrà essere visionato ed accettato dalla D.L. nei vivai di produzione prima del loro trasporto in cantiere. Per le operazioni di messa a dimora si dovrà fare riferimento a quanto previsto per questa operazione dal capitolato speciale mettendo la massima cura alle operazioni di ancoraggio fondamentali per la riuscita dell'impianto in una zona fortemente battuta dai venti di mare.

Gli ancoraggi verranno effettuati prevedendo l'impiego di ancore sotterranee e pali tutori. Considerando la natura sabbiosa del suolo la possibilità di movimenti da parte delle piante nella fase di affrancamento delle radici è reale e va quindi prevista. Per maggiore sicurezza, in fase di progettazione esecutiva, si potrà prevedere anche l'impiego di pali tutori da mantenere comunque in sito per una sola stagione vegetativa vista la loro antiestetività. Nell'anno successivo all'impianto i pali tutori verranno rimossi lasciando alle ancore il compito di mantenere stabili gli alberi sino alla completa stabilizzazione degli stessi che avverrà in via definitiva 3/5 anni dopo l'impianto;

Per le specie arbustive, analogamente si prevede lo scavo di una buca della profondità di 50 cm. Dalle buche sarà asportato il materiale estratto che potrà viste le esigue quantità essere ricollocato in loco, e lo stesso verrà sostituito con un substrato specifico di terreno da coltivo e terriccato.



Figura 18: sistema di ancoraggio sotterraneo a tre ancore



Figura 19: protezione e stabilizzazione della zolla tramite ancore sotterranee

3.2 SCELTA DELLE SPECIE ARBOREE ED ARBUSTIVE

In una situazione come quella del lungomare di Torre Grande la scelta delle specie da impiegare risulta di primaria importanza per il successo di tutta l'operazione di riorganizzazione del lungomare. A tal fine si sono esaminate le diverse possibilità prediligendo specie autoctone e resistenti al vento di mare.

Le specie arboree scelte sono: *Quercus ilex*, *Tamarix gallica* e *Arbutus unedo*.

Queste ultime saranno messe a dimora in brevi filati misti formati da 2/4/5 elementi.



Figura 20: *Quercus ilex*



Figura 21: *Tamarix gallica*



Figura 22: *Arbutus unedo*

In prossimità delle aree di sosta è prevista la messa a dimora di gruppi di arbusti della macchia mediterranea, collocati in varietà: *Chamaerops humilis*, *Juniperus phoenicea ssp. turbinata*, *Juniperus oxycedrus L.*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis L.*, *Rosmarinus officinalis*.



Figura 23: *Chamaerops humilis*



Figura 24: Juniperus phoenicea ssp. turbinata



Figura 25: Juniperus oxycedrus L



Figura 26: Phillyrea angustifolia



Figura 27: Pistacia lentiscus



Figura 28: Myrtus communis L.



Figura 29: Rosmarinus officinalis

3.3 IMPIANTO DI IRRIGAZIONE

Visto l'obiettivo del progetto, la natura delle opere e le specie scelte, non è stata prevista l'installazione di un impianto di irrigazione ma solo bagnature di soccorso nei periodi di messa a dimora e di attecchimento.