

**COMUNE DI
VALLEDORIA
PROV. DI SASSARI**



TAVOLA

D

PIANO DI PROTEZIONE CIVILE

ELABORATO

RELAZIONE PER IL RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO

AGGIORNAMENTO

DATA
NOVEMBRE 2017

- RESPONSABILE AREA AMBIENTE : GEOM. MARTINO MURRONI
- RESPONSABILE AREA TECNICA LL. PP. : DOTT. ING. GIAN PIETRO OGGIANO

GRUPPO DI LAVORO :

DOTT. ING. FRANCESCO BOSINCU

-- STUDIO DI INGEGNERIA CIVILE --

DOTT. ING. ELENA DEMARTIS

VIA MANNO 7

DOTT. ING. ANNA ACHENZA

07100 SASSARI - TEL. 079238513

IL SINDACO
PAOLO SPEZZIGA

IL PROGETTISTA

COMUNE DI VALLEDORIA (SS)

**PIANO DI PROTEZIONE CIVILE
COMUNALE**

ALLEGATO D

**RELAZIONE
PER IL RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO**

Novembre 2017 – Rev. 1

1 – STUDIO E RISCHIO IDRAULICO

A – LO STUDIO DEL FIUME COGHINAS NEL PGRA

Nel Piano di gestione del rischio alluvioni viene riportato un ampio studio relativo a: “Scenari di intervento strategico e coordinato: Coghinas – Relazione idraulica”.

Dal PGRA: Scenari di intervento strategico e coordinato: Coghinas – Relazione idraulica, riportiamo testualmente:

“Sulla sponda sinistra la larghezza degli allagamenti si riduce con l’approssimarsi del tratto fluviale costiero ove, alla sommità del terrazzo esistente, l’abitato di Valledoria non presenta particolari criticità a carico delle aree edificate mentre nella periferia est, che invece presenta una morfologia spondale con pendenze assai attenuate, si riscontra l’allagamento di alcune aree edificate o in corso di edificazione e completamento con particolare riferimento alla via S. Giuseppe lungo la quale si riscontra un massimo di circa 160 cm di battente per la piena cinquantennale (190 cm per quella bicentenaria) e all’impianto di depurazione dei reflui.

Presso lo svincolo tra la SP 13/M e la SP 33, una parte degli edifici di un insediamento commerciale è interessato da allagamenti che, per l’evento con $Tr=50$ anni, interessano gli impianti di trattamento dei reflui (battente pari a circa 100 cm) a servizio delle attività mentre, sia per la piena centenaria che per quella con $Tr=200$ anni, riguardano anche le aree degli edifici commerciali con 50 cm di battente idrico per la piena bicentenaria.

In corrispondenza della foce, l’allagamento interessa circa 4 ettari occupati da un’attività turistica stagionale (camping “La Foce”) che si estendono sia lungo le sponde dell’alveo fluviale che lungo i fossati collettori che sversano nel canale di scolo principale e quindi al fiume mediante l’impianto idrovro più a valle, con battenti idrici variabili tra 30 e 100 cm in relazione alle zone e al tempo di ritorno dell’evento.

Lungo la sponda destra, dal ponte lungo la SP 90 verso valle si osservano gli ampi allagamenti che interessano la zona della bonifica con battenti idrici variabili tra 120 e 310 cm, delimitati esclusivamente dalla sponda morfologica fino al compendio dunale della costa.

Nel tratto fluviale che si estende parallelo alla costa, superati gli stretti meandri fluviali delle portate di magra, le scarpate sabbiose sono esposte all’erosione idrica intensa determinata sia dalla curvatura (della quale peraltro non si è tenuto conto nell’analisi idraulica) avendosi per la parte corrispondente alla sponda destra una velocità calcolata pari a circa 1.8 m/s (0.5 m/s lungo la parte allagata esterna all’arginatura sinistra. Tale aspetto, unito alle considerazioni riguardanti l’assetto geomorfologico del tronco fluviale (individuate dagli studi monografici degli anni 70-80, ripresi nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali) delinea una evidente potenzialità erosiva a carico della sponda

esterna che andrà inevitabilmente a interessare porzioni planimetricamente sempre maggiori della zona dunale, accentuata dalla presenza della traversa di Casteldoria, la quale sottrae all'alveo di valle i sedimenti provenienti dai tratti più montani, facendo propendere il bilancio del processo di mobilitazione-deposizione verso la prima componente.

Lo studio, di ampie proporzioni, ha portato ad una completa analisi idraulica dello stato attuale.

Per l'analisi idraulica sono state utilizzati i dati disponibili nel patrimonio informativo e cartografico a scala locale e a scala regionale. In particolare, le ortofoto ad alta risoluzione della zona costiera sono state utili alla definizione del tracciato attuale dell'alveo.

La geometria delle sezioni fluviali dell'alveo naturale deriva dai dati della rilevazione aerea ad alta definizione (LIDAR) con dettaglio di 1 metro, che ha consentito la elaborazione dei profili longitudinali con un ottimo livello qualitativo di dettaglio e di precisione.

Infine, l'esistenza di un modello idraulico già costruito, fornito dall'Amministrazione Regionale, ha consentito di valutare gli aspetti relativi alle scabrezze e alle strutture senza necessità di ulteriori rilievi, traducendo quei dati ivi contenuti nella geometria del nuovo modello idraulico elaborato nello studio.

Superfici soggette a inondazione

- Aree di inondazione dovute al fiume Coghinas	ha 839,52
- Rio Cuggiani (asta principale)	ha 128,70
- Rio Santina (asta principale)	<u>ha 19,16</u>
Totale	ha 987,38

pari al 41% circa dell'intero territorio comunale.

Per opportuna conoscenza, dal testo di M. Maxia: "I nomi di luogo dell'Anglona e della Bassa Valle del Coghinas", riportiamo:

Ciaccia (la). = probm. "il (sito del) ginepro rosso". Il topon. nelle parlate della zona suona la jàccia in gall. e la giàccia in sedin. Questa origine è avvalorata dalla presenza nella località di numerosi alberi di ginepro.

Cuggiani mannu. E' una variante del toponimo Cuggiani riferita da G. Spano che cita anche una variante Coggianu.

Riu bratzu Bainzoni "braccio fluviale (del Coghinas) di cavinone", nome pr., accr. di Gavino. E' la denominazione del deverticolo più occidentale dell'apparato deltizio del fiume Coghinas. Si tratta di un antico braccio fluviale secondario, ora canalizzato dopo le bonifiche del ventennio fascista e utilizzato come collettore fognario. E' da tener presente che il titolo riu è riportato dalla cartografia catastale relativamente ai rami che interessano la riva sinistra del fiume, mentre i due deverticoli che si sviluppano sulla riva destra sono riportati semplicemente con la forma bratzu, così come riferisce la tradizione locale. Per le denominazioni degli altri deverticoli di sinistra vedi Riu Bratzu catzenti, Riu Bratzu longu, Riu Bratzu mutzu e Riu Bratzu di lu monagu; per quelli di destra vedi Bratzu Michela e Bratzu di colbu. L'attestazione di ben sette diramazioni fluviali si rivela preziosa per avere un quadro della idrografia

storica del fiume e del Campo del Coghinas.

Riu bratzu catzenti (Cat. f. 1: Brazzu Cazente) = lettm. "braccio fluviale regolare, lineare", dallo sp. caz = "canale". L'uso del suffisso -ènte, -i in luogo del suff. -ante, -i per i verbi della prima coniugazione è frequente nell'area gall. e logud. e forse ha origine nell'analogia confusione attestata in Corsica. Questa diramazione fluviale termina nella chiavica che chiude il sistema di regolazione idraulica del settore sinistro del Campo di Coghinas.

Riu bratzu longu (Cat. f.4 e 8) = "braccio fluviale lungo". E' il deverticolo più lungo dell'apparato deltizio (riva sinistra) del fiume Coghinas.

Riu bratzu di lu monagu = "braccio fluviale del monaco". Non si conoscono i motivi per cui si è originata questa denominazione anche perchè la storia del Campo di Coghinas durante la dominazione spagnola, caratterizzata dal deserto demografico e dalle scorrerie dei fuorilegge aggesi, è pressochè sconosciuta.

Riu bratzu mutzu = "braccio fluviale corto". E' un antico deverticolo dell'apparato deltizio del Coghinas. E' stato canalizzato dopo i lavori di sistemazione idraulica del Campo di Coghinas, avvenuti durante il ventennio fascista, e utilizzato come collettore fognario. E' detto mutzu in opposizione all'altro braccio detto Bratzu longu.

Mudditza (la) = "il (sito del) lentischio, il lentischieto" (lat. mollis = "soffice" per il tenerume del lentischio. Questa località è ancora oggi detta dagli anziani la Mudditza castiddana per distinguerla dalla Mudditza di Santu Petru, che ricadeva in territorio sedinese. E' la più popolosa frazione del comune (circa cinquecento abitanti). Il suo sviluppo è avvenuto principalmente durante gli ultimi quarant'anni, mentre l'origine pare si debba ad uno stanziamento della famiglia Baduena (cognome tutt'oggi vitale e fra quelli che hanno più individui) durante il secolo scorso.

Mudditza di Santu Petru (Cat. f.7: M. di S. Pietro) = "il lentischieto (della località) di San Pietro". L'agiotponimo in questione è riferito alla chiesetta di S. Pietro a mare. Del lentischieto non restano che poche tracce dopo la piantumazione dell'attuale boschetto di eucalipti, detto impropriamente "pineta". L'area relativa al topn. è quella in cui sorge il cimitero.

A.1 – VALUTAZIONI SULLE PORTATE DI DEFLUSSO – ASPETTI GENERALI DI CALCOLO

Lo studio idraulico del tronco fluviale della bassa valle del f. Coghinas ha analizzato gli eventi di piena corrispondenti ai tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni lungo il tratto delimitato a monte dalla diga di Casteldoria fino alla foce. La portata in arrivo relativa al tempo di ritorno di 2 anni è stata utilizzata al fine di individuare l'alveo della piena ordinaria per delimitare trasversalmente i contorni bagnati e fornire una indicazione circa l'applicazione del coefficiente di scabrezza di Manning alle sezioni di scorrimento più frequenti.

A.2 – GEOMETRIA DELL'ALVEO E DELLE STRUTTURE

La simulazione ha riguardato una lunghezza fluviale di circa 15.9 km misurata in asse all'alveo di magra attualmente individuabile dalle ortofoto, tra la sezione a valle dello sbarramento di Casteldoria fino alla foce, con 56 sezioni trasversali originate dal modello a base LIDAR e 4 ponti sui 6 effettivamente presenti.

Tra i vari aspetti trattati, si citano:

1 – Analisi idraulica dello stato attuale

- 1.1 – Dati utilizzati per la simulazione
- 1.2 – Valutazioni sulle portate di deflusso – Aspetti generali di calcolo
- 1.3 – Geometria dell'alveo e delle strutture
- 1.4 – Scabrezza, condizioni al contorno e portate
- 1.5 – Risultati dell'analisi idraulica dello stato attuale

- 1.5.1 – Tronco di monte
- 1.5.2 – Tronco intermedio
- 1.5.3 – Tronco di valle
- 1.5.4 – Velocità
- 1.5.5 – Comportamento delle Strutture allo stato attuale.

2 – Analisi idraulica degli scenari di intervento

- 2.1 – Geometria degli elementi considerati nella simulazione
- 2.2 – Condizioni al contorno e portate
- 2.3 – Risultati della simulazione idraulica degli scenari
 - 2.3.1 – Corrente idrica e dimensionamento delle arginature
 - 2.3.2 – Condizioni idrodinamiche in corrispondenza dei ponti
 - 2.3.3 – Velocità.

A.3 – SINTESI DELLE CONCLUSIONI

Nel PRGA e nel PSFF è riportata cartograficamente tutta la piana della bassa valle del Coghinas, piana che interessa 4 comuni: Badesi, Viddalba, S. Maria Coghinas e Valledoria.

Le aree a rischio idraulico comprendono gran parte della piana e interessano superfici appartenenti al comune di Valledoria per circa 987,38 ha.

B – IL RIO CUGGIANI

L'asta fluviale del rio Cuggiani si sviluppa quasi interamente nel territorio di Valledoria, ricevendo apporti idrici dalle colline di S. Giovanni e M. Osoni (Castelsardo) e dai bacini dei rii Pedra Mulschitta, Preaddu e Monti Longu (asta n° 4882) in territorio di Sedini.

Nel 2006 venne redatto un progetto per "La sistemazione idraulica del rio Cuggiani" riguardante sostanzialmente solo la parte finale, in particolare da 480 ml a monte del ponte sulla S.P. 90 fino allo sbocco in mare (a circa 190 mt dal ponte di Baia Verde).

Tale progetto si concretizzò con alcuni lavori, tra i quali il più importante è stato il ponte sulla strada di accesso al villaggio Baia Verde (luce = 16 mt), mentre il ponte sulla S.P. 90 (previsto di 14 mt di luce) non è mai stato realizzato in sostituzione di quello esistente di 12 mt di luce.

Il bacino idrografico del Rio Cuggiani è individuabile nella cartografia in scala 1:25.000 dell'I.G.M. nel Foglio 442, sezioni I Castelsardo, e III Sedini, e nel Foglio 441, sezione II Sorso.

L'area del bacino, sotteso dalla sezione di chiusura posta in prossimità della foce, immediatamente a valle del ponte di accesso al residence Baia Verde, è pari a $A = 29,52 \text{ Km}^2$ (per lo studio contenuto nel P.U.C. $A = 30,38 \text{ Km}^2$); la lunghezza e la pendenza media dell'asta principale sono pari rispettivamente a $L=111,2 \text{ km}$ e $i_m = 0,01$.

Nel PAI erano state individuate due sezioni denominate B3CHTC024 e B3CHTC025.

Il rio Cuggiani è in gran parte canalizzato con sezione trapezia rivestita in calcestruzzo, larghezza del fondo 4 mt, scarpe delle sponde pari a 3/2, altezza del fondo 2,20 mt.

C - RELAZIONE IDROLOGICA DEL P.U.C.

Dalla relazione idrologica riportiamo i dati per:

- Riu Cuggiani
- Riu Preadu (in gran parte in territorio di Sedini)
- Asta 4882 (in gran parte in territorio di Sedini – rio di Monti Longu)
- Riu Santina.

La portata di piena, corrispondente ai tempi di ritorno richiesti (50/100/200/500 anni), è stata calcolata applicando il metodo indiretto basato sulla formula razionale.

RIU CUGGIANI

La sezione di chiusura del bacino è individuata alla foce.
Si riportano di seguito in forma tabellare i dati morfometrici del bacino.

Superficie	A	30.38	km ²
Lunghezza dell'asta principale	L	11.23	km
Altitudine media	H _m	163.80	m
Altitudine massima	H _{max}	438.20	m s.l.m.
Altitudine minima	H _{min}	0.20	m s.l.m.
Sezione di chiusura	H _o	0.20	m s.l.m.
Pendenza media del bacino	i _b	17.90%	%
Pendenza media dell'asta principale	i _m	0.00999	i _m

Valori di portata

PORTATE DI PIENA		RIO CUGGIANI VALLE				
tempo di ritorno	Tr	[anni]	50	100	200	500
SIRCHIA - FASSO'						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	405.45	405.45	405.45	405.45
LAZZARI						
TCEV						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	74.64	90.35	106.06	126.83
RAZIONALE CAO - PUDDU						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	123.20	142.90	163.05	190.47
RAZIONALE PIGA - LIGUORI						
portata di piena (CN)	Q	[m ³ /s]	131.55	154.06	177.28	209.11
RAZIONALE DEIDDA - PIGA - SECHI						

portata di piena (CN) [m³/s] 181.26 219.43 258.29 310.42

Poiché il sistema del rio Cuggiani è piuttosto articolato, per il calcolo della portata di piena delle aste minori e dei tratti intermedi dell’asta principale dello stesso Cuggiani, si è deciso di operare nel seguente modo:

- si è scelto il bacino rappresentativo, quello più esteso e che racchiude tutte le aste secondarie;
- per il bacino rappresentativo si sono valutate le portate corrispondenti ai 4 tempi di ritorno e quindi sono stati determinati i contributi unitari per unità di area q [mc/s*Km²];
- si sono individuati 3 bacini;
- per tutti i sottobacini appartenenti al sistema omogeneo e inclusi nel bacino rappresentativo si sono valutate in modo proporzionale le portate defluenti con il metodo del contributo unitario, assumendo la similitudine idrologica tra il sottobacino e il bacino rappresentativo del sistema.

Utilizzando il criterio su descritto per i sottobacini su riportati, si perviene a determinare tutti i valori delle portate relative, partendo dal contributo unitario.

Di seguito vengono riportate in forma tabellare:

PARZIALIZZAZIONE RIO CUGGIANI					
	S	Q Tr 50 anni	Q Tr 100 anni	Q Tr 200 anni	Q Tr 500 anni
	[km ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
RIO CUGGIANI VALLE	30.37	181.26	219.43	258.29	310.42
q unitario [m ³ /s*km ²]		5.97	7.22	8.50	10.22
Rio CUGGIANI MONTE	12.64	75.42	91.30	107.47	129.16
Rio CUGGIANI MEDIANO	27.60	164.69	199.37	234.68	282.04

RIU SANTINA

Si riportano di seguito in forma tabellare i dati morfometrici del bacino.

Superficie	A	2.61	km ²
Lunghezza dell'asta principale	L	2.62	km
Altitudine media	H _m	52.20	m
Altitudine massima	H _{max}	150.60	m s.l.m.
Altitudine minima	H _{min}	5.00	m s.l.m.
Sezione di chiusura	H ₀	5.00	m s.l.m.
Pendenza media del bacino	i _b	6.89%	%
Pendenza media dell'asta principale	i _m	0.020678	i _m

tempo di ritorno	Tr	[anni]	50	100	200	500
SIRCHIA - FASSO'						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	151.91	151.91	151.91	151.91
LAZZARI						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	5.22	6.88	8.87	12.06
TCEV						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	7.74	9.37	11.00	13.15
RAZIONALE CAO - PUDDU						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	19.94	23.61	27.41	32.66
RAZIONALE PIGA - LIGUORI						
portata di piena (CN)	Q	[m ³ /s]	21.67	26.05	30.64	37.04
RAZIONALE DEIDDA - PIGA - SECHI						
portata di piena (CN)		[m ³ /s]	23.85	28.58	33.44	40.14

RIU PREADU (O PREADDU) che comprende il bacino che, in territorio di Sedini, viene percorso dal rio Burrosu, Pischina di S. Giorgio, Pala di Li Chelchi, Pedra Mulschitta).

Dati morfometrici del bacino	Superficie	A	6.43	km ²
	Lunghezza dell'asta principale	L	4.57	km
	Altitudine media	H _m	281.60	m
	Altitudine massima	H _{max}	438.20	m s.l.m.
	Altitudine minima	H _{min}	48.90	m s.l.m.
	Sezione di chiusura	H _o	48.90	m s.l.m.
	Pendenza media del bacino	i _b	19.31%	%
	Pendenza media dell'asta principale	i _m	0.037316	i _m

tempo di ritorno	Tr	[anni]	50	100	200	500
SIRCHIA - FASSO'						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	217.88	217.88	217.88	217.88
LAZZARI						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	35.95	47.42	61.10	83.08
TCEV						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	17.79	21.54	25.28	30.24
portata di piena	Q	[m ³ /s]	37.94	44.71	51.71	61.32
RAZIONALE CAO - PUDDU						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	37.94	44.71	51.71	61.32
RAZIONALE PIGA - LIGUORI						
portata di piena (CN)	Q	[m ³ /s]	41.02	48.98	57.29	68.82
RAZIONALE DEIDDA - PIGA - SECHI						
portata di piena (CN)		[m ³ /s]	51.22	62.28	73.62	89.05

ASTA 4882 (rio di Montilongu)

Superficie	A	3.195525	km ²
Lunghezza dell'asta principale	L	3.50	km
Altitudine media	H _m	167.40	m
Altitudine massima	H _{max}	395.80	m s.l.m.
Altitudine minima	H _{min}	37.00	m s.l.m.
Sezione di chiusura	H ₀	37.00	m s.l.m.
Pendenza media del bacino	i _b	26.49%	%
Pendenza media dell'asta principale	i _m	0.050048	i _m

tempo di ritorno	Tr	[anni]	50	100	200	500
SIRCHIA - FASSO'						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	164.72	164.72	164.72	164.72
LAZZARI						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	14.48	19.10	24.61	33.45
TCEV						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	9.33	11.29	13.26	15.85
RAZIONALE CAO - PUDDU						
portata di piena	Q	[m ³ /s]	22.27	26.49	30.87	36.92
RAZIONALE PIGA - LIGUORI						
portata di piena (CN)	Q	[m ³ /s]	24.25	29.28	34.56	41.95
RAZIONALE DEIDDA - PIGA - SECHI						
portata di piena (CN)		[m ³ /s]	27.19	32.80	38.58	46.56

Dal progetto elencato nel precedente paragrafo B, si riporta, integralmente:

“Per quanto concerne il ponte sulla S.P. n° 90, esso avrà un’unica campata di luce libera pari a 14 m ed altezza netta all’intradosso di 3,00 m, tale da assicurare il passaggio della portata dei 500 anni con un franco di almeno 30 cm. Al di sotto del ponte, la sezione di deflusso, sarà rettangolare in calcestruzzo in quanto costituita dalle spalle del ponte, per quanto riguarda le sponde, e dal fondo rivestito. A valle del ponte e sino alla fine del presente intervento, localizzato fra le sezioni 19 a e 20 di progetto, le sezioni saranno larghe al fondo 14,00 m, alte circa 2,05 m e avranno sagoma trapezia asimmetrica. La sponda sinistra, infatti, realizzata in terra, avrà scarpa 3/2 mentre la sponda destra, a ridosso della strada diretta verso la spiaggia, realizzata in terra rinforzata, avrà un’inclinazione di 60° rispetto all’orizzontale. Anche il fondo del canale sarà in terra. Tale scelta progettuale deriva dall’impossibilità di poter conformare la sponda destra del canale in modo analogo a quella sinistra, vista la presenza della viabilità esistente. La soluzione proposta, a basso impatto ambientale, permette di realizzare una sponda stabile, capace di sostenere i carichi stradali, evitando l’impiego del calcestruzzo per la realizzazione di eventuali muri di sostegno, favorendo l’inserimento dell’opera nel contesto circostante. Il tratto, oggetto della progettazione definitiva *‘Protezione spondale e sistemazione idraulica Rio Cuggiani a protezione dell’abitato di Valledoria’* avrà inizio immediatamente a valle degli interventi fin qui descritti (vedansi Allegati 3 e 4). Per assicurare l’uniformità di questi ultimi ed evitare che eventuali cambi nelle tipologie delle sezioni diano luogo ad improvvise perturbazioni dei livelli idrici con risalti localizzati, saranno adottate, anche in tale progetto delle sezioni di deflusso della stessa tipologia delle sezioni a valle del ponte sulla S.P. 90. Tali sezioni saranno perciò trapezie e asimmetriche, larghe al fondo 14,00 m e alte mediamente 2,05 m. Anche in questo caso, la sponda sinistra sarà realizzata in terra e avrà scarpa 3/2 mentre la sponda destra sarà realizzata in terra rinforzata, con un’inclinazione rispetto all’orizzontale di 60°. Tale soluzione progettuale si estenderà sino alla sezione 28. Il ponte di accesso al villaggio ‘Baia Verde’, ubicato alla sezione 31, sarà demolito e ricostruito con una sezione di deflusso rettangolare di larghezza pari a 16 m e altezza pari a 2,65 m, in modo da assicurare il passaggio della portata dei 500 anni con un franco superiore a 30 cm.”

Occorre puntualizzare che il ponte di accesso al villaggio Baia Verde è stato realizzato, mentre il rio Cuggiani perpendicolarmente alla S.P. 90 è superato da una passerella ciclopedonale in legno con travi da 12 ml di lunghezza, in parallelo con il ponte (con travi in c.a.) della provinciale.

D – RISCHIO IDRAULICO DEL RIO CUGGIANI

Appare evidente che:

- la criticità maggiore è rappresentata dal sottodimensionamento del ponte sulla S.P. 90, nonché dalle 2 tubazioni e dalla passerella che lo affiancano e presentano tutte lo stesso problema del sormonto (per $Tr = 200$ anni pari a 1,57 mt).

La S.P. 90 rappresenta la strada di accesso principale a Valledoria.

Tutti i ponti, realizzati in occasione del rinalveamento del corso d'acqua (1960 / 1965), risultano sottodimensionati, così come quello della vecchia S.P. La Muddizza – Codaruina (ponte ad arco in pietra).

L'area circostante il fiume è indicata a rischio idraulico in tutti i piani di settore e anche in quello del P.U.C.

E - RISCHIO IDRAULICO A LA CIACCIA

Regimazione delle acque a La Ciaccia – Acque di 1^ pioggia

La borgata di La Ciaccia si caratterizza per le seguenti problematiche:

1. criticità dovute alla probabile commistione tra acque naturali e reflue urbane;
2. criticità di tipo strutturale (sollevamento terminale insufficiente per le massime portate di valle) (vedi anche D.G.R. n° 34/45 del 20.07.2009: VIA Schema n° 65 – Piano Ambito Valledoria);
3. criticità di tipo igienico-sanitario e paesaggistico (scarichi sulla battigia delle acque di 1^ pioggia);
4. criticità dovute alla vetustà delle reti e criticità locali (collettori insufficienti).

E' indispensabile l'elaborazione di un Piano Generale del Sistema del Drenaggio urbano, che preveda:

- esame del P.P. "La Ciaccia" e previsioni del nuovo P.U.C., studio dei venti e dati meteorologici;
- valutazione delle portate reflue; indagine sulla separazione tra acque bianche e nere;
- studio pluviometrico, idrografico, delle portate di piena, del sottosuolo e della falda freatica.

Tempi di ritorno

Parametro fondamentale per la determinazione del valore della portata massima di pioggia da assumere per il dimensionamento delle opere idrauliche, per il quale si prevede un periodo di ritorno:

- A) Per tutto il territorio servito dal reticolo idrografico minore esterno = 200 anni;
- B) Per le aste principali del reticolo nei tratti che attraversano il territorio urbano = 50 anni.

L'andamento della pendenza del terreno verso il mare e delle numerose traverse della via Colombo, tutte perpendicolari alla linea di costa, ha reso inevitabile l'attuale situazione con numerosi scarichi, alcuni dei quali conferiscono al mare a cielo libero (con erosione del pendio più o meno marcata) o intubati (in almeno 4 casi). Considerato l'ulteriore sviluppo edilizio previsto, il volume dei deflussi è destinato a crescere. A tal fine, si richiama la normativa regionale e le norme comunitarie sull'inquinamento del mare (Dir. 2000/60/CE). L'art. 10 della Direttiva Regionale: "Disciplina degli scarichi" (D.G.R. n° 69/25 del 10.12.2008) recita: "Non sono ammessi nuovi scarichi a mare, ad eccezione di quelli derivanti da scarico di acqua di mare utilizzata per allevamenti ittici, processi di raffreddamento, piscine e impianti di dissalazione. Le acque di 1^ pioggia (corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera sup. scolante, che si verifichi in 15 minuti) sono soggette all'art. 22 della citata direttiva, per acque che provengano da aree di sosta di estensione superiore a 1000 mq (escludendo le aree verdi e le coperture) e da aree destinate a deposito e stoccaggio di rifiuti, ecc. Appare evidente che si ricade in tale obbligo con la necessità di rispettare l'art. 24 della citata direttiva e quindi con la urgente realizzazione di:

- specifica rete di raccolta e convogliamento, la cui portata di dimensionamento deve essere calcolata assumendo che l'evento meteorico si verifichi in quindici minuti;
- dispositivi (vasche di prima pioggia) per garantire la separazione delle acque di prima pioggia;
- svuotamento della vasca di prima pioggia tra le 48 e le 72 ore dal termine delle precipitazioni;
- successivo recapito nella rete fognaria nera con le modalità stabilite da Abbanoa.

Quanto sopra andrà verificato in sede di progetto, anche in considerazione della (teorica) possibilità di soluzioni diverse come una elevata concentrazione (in solo 2 o 3 punti) e condotte sottomarine di disperdimento a mare a lunga distanza (100–300 mt), eventualmente abbinate agli scaricatori di emergenza delle stazioni di sollevamento fognarie esistenti. A tal uopo, si dovrà perimetrare l'area drenata, con:

- bacino 1: aree agricole gravanti su via Tempio a sud della Ciaccia: ha 52 circa (ricadenti in comune di Castelsardo)
- bacino 2: area urbanizzata a sud di via Colombo e fino a via Tempio;
- bacino 3: area urbanizzata tra via Colombo ed il mare;
- bacino 4: area a est di via Marco Polo (non urbanizzata);
- bacino 5: area villaggio Fiorida.

Si ritiene che la via Tempio debba essere dotata di un vero e proprio canale di gronda (che dovrebbe essere a cielo aperto) sversante (quale 1° livello di protezione) nel dreno naturale che fa da confine con il comune di Castelsardo. Si eviterebbero così afflussi alle aree già urbanizzate (es. via Pizzarro). Il bacino più problematico è il n° 3 (area urbana di La Ciaccia) che, a sua volta, può essere suddiviso in 8 sottobacini corrispondenti alle 8 traverse esistenti con relative aree scolanti:

- Via dei Navigatori
- via Caboto
- Via Vespucci
- via Pigafetta
- Via Magellano
- via Deperu
- Via Genova
- via Foscolo.

Con appositi software si dovranno dimensionare le eventuali vasche di laminazione ed i collettori.

Strada provinciale 8/M: bivio Valledoria – La Ciaccia – Attraversamento critico del rio Santina.

La strada (di grande traffico) è affiancata da una pista ciclopedonale sul lato mare.

Supera, all'inizio del camping Internazionale, il rio Santina con un semplice tubolare D 100 cm, peraltro spesso riempito da detrito (sabbia) per una parte della sezione.

E' evidente che questo punto singolare è una forte criticità dal momento che, in caso di forti piogge, le acque invaderebbero la strada trasportando anche materiale solido.

F - RISCHIO IDRAULICO CONNESSO ALLA PRESENZA DI INVASI MINORI

Sull'affluente del rio Cuggiani, rio di Prèaddu (rispettivamente uno più a valle in territorio di Valledoria e uno più a monte in territorio di Sedini) sono presenti 2 bacini per uso agricolo, così censiti nel PGRA:

Comune	ID	Tipo	Diga h	Volume invaso mc	Materiale diga
Valledoria	103	B2	10	76.500	Materiali sciolti
Sedini	130	C	5	14.809	Materiali sciolti
Totale	--	--	--	91.309	--

In definitiva, in caso di rottura delle dighe, potrebbero riversarsi nel rio di Prèaddu e, quindi, nel rio Cuggiani oltre 90.000 mc di acqua.

E' evidente che ciò costituisce un rischio idraulico ulteriore e occorre che i 2 bacini siano controllati periodicamente dagli organi della protezione civile, in considerazione delle presenze, nella parte finale del rio Cuggiani di attività turistiche (villaggio Baia Verde e "Gabetti"), nonché del ponte sulla S.P. 90 (strada e pista ciclabile).

Nel rimandare alle specifiche tavole grafiche, si fa presente:

- rischio esondazione fiume Coghinas;
- rischio esondazione rio Cuggiani;
- rischio sormonto ponti, praticamente tutti eccetto il viadotto della piana della S.P. 13/M;
- rischio connesso agli invasi minori.

G - ATTRAVERSAMENTI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA / STRADE

	Corso d'acqua	Descrizione	ID Sez.	Franco T=2	Franco T=50	Franco T= 100	Franco T=200	Franco T=500	Tipologia viabilità
1	Rio Cuggiani	Ponte loc. Monte Cuggiani (vecchia S.P.)	3.3	0,84	-1,09	-1,32	-1,43	-1,53	Locale
2	Rio Cuggiani	Ponte SP 90 Castelsardo – S. Teresa	2.3	0,14	-1,39	-1,49	-1,57	-1,66	Principale
3	Rio Cuggiani	Ponte loc. Villaggio Baia Verde	1.3	-0,93	-1,43	-1,53	-1,63	-1,74	Locale
4	Rio Cuggiani	Guado loc. Pabizzone	4.3	-0,29	-0,89	-0,97	-1,05	-1,14	Locale second.
5	Rio Cuggiani	Ponte S.P. 13/M (viadotto)	verificato						Principale
6	Rio Cuggiani	La Muddizza – S. Maria Coghinas	Coperto da vegetazione						
7	Fiume Coghinas	Ponte Baduboi S.P. 90	Non oggetto di rilevamento						
8	Fiume Coghinas	Ponte Baduboi S.P. 13/M (nuovo ponte)	Non oggetto di rilevamento						
9	Rio Santina	S.C. La Muddizza – La Ciaccia	D = 100 cm						
10	Rio Santina	S.P. 8/M Prima Guardia	D = 100 cm (Intasato di sabbia)						

I ponti elencati, il cui elenco proviene da dati regionali, risultano tutti sormontabili dalle piene.

Si noti la situazione del ponte (n° 2) della litoranea S.P. 90, molto trafficato (tra La Muddizza e Valledoria), affiancato da passerella pedonale in legno e da tubi in ghisa (fognatura Abbanoa e acquedotto Consorzio Bonifica).

COMUNE	Den_Strada	Den_Fiume	Tipo	Codice
VALLEDORIA	Nuova strada per Sedini	RIU CUGGIANI	Provincia (accesso a Sedini)	L604_SS_0040
VALLEDORIA	SP90	RIU CUGGIANI	Provinciale	L604_SP_0039
VALLEDORIA	SP90	CANALE COLLETTORE DI SCOLO	Provinciale	L604_SP_0035
VALLEDORIA	SP90	CANALE_133	Provinciale	L604_SP_0037
VALLEDORIA	SP90	CANALE MEDIANO	Provinciale	L604_SP_0036
VALLEDORIA	SP90	FIUME COGHINAS	Provinciale	L604_SP_0038
VALLEDORIA	SP13/M	090079_FIUME_73195	Provinciale	L604_SP_0033
VALLEDORIA	SP13/M	090079_FIUME_79399	Provinciale	L604_SP_0034
VALLEDORIA	Via La Ciaccia	RIU SANTINA	Comunale	L604_SC_0005
VALLEDORIA		RIU CUGGIANI	Comunale	L604_SC_0023
VALLEDORIA		RIU CUGGIANI	Comunale	L604_SC_0024
VALLEDORIA		090079_FIUME_85640	Comunale	L604_SC_0015
VALLEDORIA		090079_FIUME_79413	Comunale	L604_SC_0014
VALLEDORIA		RIU CUGGIANI	Comunale	L604_SC_0025
VALLEDORIA	Via Coghinas	RIU BRAZZU BAINZONI	Comunale	L604_SC_0003
VALLEDORIA	Via Coghinas	RIU BRAZZU BAINZONI	Comunale	L604_SC_0004
VALLEDORIA		CANALE COLLETTORE DI SCOLO	Comunale	L604_SC_0016
VALLEDORIA		CANALE_136	Comunale	L604_SC_0020
VALLEDORIA		CANALE MEDIANO	Comunale	L604_SC_0017
VALLEDORIA	Via Coghinas	CANALE COLLETTORE DI SCOLO	Comunale	L604_SC_0001
VALLEDORIA	Via Coghinas	CANALE MEDIANO	Comunale	L604_SC_0002
VALLEDORIA		RIU SANTINA	Comunale	L604_SC_0030
VALLEDORIA		RIU SANTINA	Comunale	L604_SC_0031
VALLEDORIA		090079_FIUME_70946	Comunale	L604_SC_0012
VALLEDORIA		CANALE	Comunale	L604_SC_0018

ALL. D - RELAZIONE RISC IDR E IDROGEOL PP CIVILE

		MEDIANO		
VALLEDORIA		FIUME_143245	Comunale	L604_SC_0021
VALLEDORIA		RIU CUGGIANI	Comunale	L604_SC_0026
VALLEDORIA		RIU SANTINA	Comunale	L604_SC_0032
VALLEDORIA		090023_FIUME_713 16	Comunale	L604_SC_0011
VALLEDORIA		RIU CUGGIANI	Comunale	L604_SC_0027
VALLEDORIA		RIU CUGGIANI	Comunale	L604_SC_0028
VALLEDORIA		FIUME_143245	Comunale	L604_SC_0022
VALLEDORIA		RIU CUGGIANI	Comunale	L604_SC_0029
VALLEDORIA		CANALE MEDIANO	Comunale	L604_SC_0019
VALLEDORIA	Viadotto Coghinas	FIUME COGHINAS	Comunale	L604_SC_0006
VALLEDORIA	Viadotto Cuggiani	RIU CUGGIANI	Comunale	L604_SC_0007
VALLEDORIA	Viadotto Della Piana	CANALE COLLETTORE DI SCOLO	Comunale	L604_SC_0008
VALLEDORIA	Viadotto Della Piana	CANALE_133	Comunale	L604_SC_0009
VALLEDORIA	Viadotto Muddizza II	090079_FIUME_745 25	Comunale	L604_SC_0010
VALLEDORIA		090079_FIUME_770 77	Comunale	L604_SC_0013

I riferimenti numerici (codici) dei fiumi sono quelli dell'Ass. Regionale LL.PP.

G.1 - BACINO RIO CUGGIANI

N°	ID RAS	TIPOLOGIA ATTRAVERSAMENTO	STRADA	NOTE
1	0023	3 tubolari DN 600	Vicinale	
2	0027	3 tubolari DN 600	Vicinale	
3	0024/A	4 tubolari DN 600	Vicinale	non indicato nel tabulato RAS
4	0024/B	Ponticello L = 9,00 mt H = 2 mt	Vicinale	non indicato nel tabulato RAS
5	0026	Ponticello travi in c.a.	Vicinale	
6	0026/A	Ponticello L = 7,00 mt H = 2,40 mt	Vicinale	non indicato nel tabulato RAS
7	0028	Ponticello L = 5,00 mt H = 2,60 mt	Vicinale	
8	0028A	Ponticello L = 9,00 mt H = 2,00 mt	Vicinale	non indicato nel tabulato RAS
9	0029	Manufatto in cls rivestito totalmente in pietra su entrambi i lati Ponte ad arco	Vecchia strada provinciale La Muddizza - Valledoria	
10	0039	Ponte in c.a. S.P. 90 Ponte in legno pista ciclabile (L = 12,00 mt)	S.P. 90	
11	0025	Ponte in prefabbricato tipo Tensiter (L = 16 mt)	Ingresso a Baia Verde	

G.2 - BACINO RIO SANTINA

N°	ID RAS	TIPOLOGIA ATTRAVERSAMENTO	STRADA	NOTE
12	0030	Tubolare D 100	Strada comunale La Ciaccia – La Muddizza	
13	0030/A	Tubolare D 60	Schiacciato con forma ellittica	Non indic.
14	0030/B	6 tubi D 50	Schiacciati con forma ellittica	Non indic.
15	0005	Soletta L = 2,40 mt (*) H = 0,70 mt	S.P. 8/M per la Ciaccia	

(*) Dato tratto dalla relazione del P.U.C., che sembrerebbe non veritiero, almeno per ciò che riguarda l'attraversamento sotto la strada (tubolare D 100).

2 – STUDIO E RISCHIO GEOMORFOLOGICO

H – INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area sulla quale ricade il territorio di Valledoria rientra nel foglio 180 della Carta Geologica d'Italia.

I terreni più antichi sono rappresentati da vulcaniti del ciclo magmatico terziario, sottostanti un complesso sedimentario costituito da marne arenacee giallognole, marne grigio scure ricche di resti carboniosi vegetali, arenarie e tuffiti.

Al di sopra di tale complesso poggiano sabbie grossolane e conglomerati di origine fluvio-deltizia, o sedimenti marini calcarei organogeni.

Al di sopra giace una formazione marnoso-calcareo sedimentaria miocenica.

Al di sopra delle formazioni mioceniche giacciono direttamente i sedimenti del Quaternario, di origine marina, eolica, fluvio-deltizia o lacustre.

Siamo in prossimità della foce del Coghinas, le cui alluvioni interessano il sito in esame.

Molte aree sono state inserite sia nel PAI che nel PSFF che nel PGRA come zone ad elevata o elevatissima pericolosità idraulica.

I – QUADRO GEOLOGICO GENERALE

Una parte del territorio è geologicamente inquadrabile nell'ambito delle formazioni detritiche costiere ed alluvionali quaternarie del sistema fluviale del Coghinas che ricoprono un basamento tufaceo – marnoso terziario.

La quasi totalità delle litologie affioranti nell'area circostante la zona in studio sono infatti costituite da sabbioni di origine eolica delle dune post tirreniane (Wurm) la cui origine è da mettere in relazione con lo smantellamento delle coste ad opera dei venti di maestrale battenti sulle coste occidentali.

Alluvioni recenti

Il materiale alluvionale più recente (Olocene) è costituito da materiale ciottoloso-sabbioso sciolto, a granulometria medio grossolana o grossolana, di natura essenzialmente tufacea e granitica.

Si tratta di materiale che ha subito un certo trasporto e che pertanto presenta un grado di elaborazione medio ed elevato.

Sabbioni post tirreniani

Sono dei sabbioni, di colore prevalentemente rossastro, con un grado di cementazione debole, talvolta con elementi ciottolosi. La formazione è fossilifera, con fauna costituita da gusci di molluschi e frustoli di piante.

L'età della formazione è attribuibile a post tirreniano, cioè ad un periodo corrispondente alla glaciazione wurmiana la quale, a causa dell'abbassamento generalizzato del livello dei mari, ha dato origine ad un periodo caratterizzato prevalentemente da fenomeni di erosione continentale.

La formazione, potente fino a qualche decina di metri, si spinge nell'entroterra per qualche chilometro.

Tufi e marne

La formazione sabbiosa poggia sopra un basamento costituito prevalentemente da litologie vulcano sedimentarie e marnose.

Si ritrova infatti una successione alternata di tufi pomicei, marne argillose e sabbie variamente cementate, databili al langhiano.

Intercalati si ritrovano dei sottili livelli lavici terachandesitici, da eruzione sottomarina.

Geomorfologia

La zona non presenta alcuna emergenza geomorfologica o fenomeno dinamico tale da potere influire sulla fattibilità delle opere in progetto.

Idrogeologia

Il quadro idrogeologico dell'area è caratterizzato dalla presenza di acquiferi multistrato, le cui falde più superficiali si trovano a piccola profondità dal piano di campagna.

La buona permeabilità delle formazioni detritiche più superficiali, nelle quali la componente sabbiosa o ghiaiosa è dominante, quella limosa subordinata e quella argillosa pressochè assente, consente la formazione di un sistema acquifero sotterraneo, il quale trova, nel sistema fluviale costiero del Coghinas, il proprio livello di base e viene da questo, oltre che dal livello del mare, drenato.

Il quadro delle piezometrie è pertanto caratterizzato da una direzione del flusso nord – nord ovest.

L – DATI GEOTECNICI

Si può fare riferimento locale alle indagini geognostiche realizzate per il palazzetto dello sport.

Nell'area del palazzetto furono realizzati dall'impresa GEO LAVORI di Sassari alcuni sondaggi di profondità variabile tra 10 e 6.5 metri.

I sondaggi a carotaggio continuo rivelarono che, sotto il materiale di riporto superficiale (spessore circa 1.50 m), era presente una formazione detritica di colore generalmente marroncino, costituita prevalentemente da sabbie grosse, a tratti limose, con inclusioni ciottolose.

Lo stato di consistenza di questa formazione è piuttosto debole (risultati SPT 8/8/4 – 5/7/9 – 3/6/9, ecc.) ed il livello freatico è stato misurato intorno a 3 m.

M – GEOLOGIA DELL'AREA

Il territorio comunale comprende il litorale e la fascia retrolitorale di un'area nella quale sfociano due importanti corsi d'acqua: il Rio Cuggiani e il Fiume Coghinas, il più importante della Sardegna settentrionale, il terzo dell'isola per lunghezza e il secondo per ampiezza di bacino. Il substrato litoide è rappresentato dalle litologie della **Formazione di Castelsardo** (Oligocene sup.? - Aquitaniano).

Si tratta di una formazione di ambiente fluviale passante a lagunare e a marino di piattaforma, costituita da arenarie e sabbie, argille siltose, tufiti, conglomerati, tufi e intercalazioni di marne più o meno siltose; subordinatamente da banchi di calcari grigio bruni, selci, argilliti, conglomerati e breccie a ciottoli eterometrici di granitoidi, metamorfiti e vulcaniti, in matrice siltoso-sabbiosa. Presenta una stratificazione molto marcata, con spessori degli strati che variano da alcuni metri, nei sedimenti più grossolani, fino a straterelli di pochi centimetri in quelli più fini.

La giacitura è sub-orizzontale o con deboli inclinazioni prevalentemente verso i quadranti orientali. Costituisce la formazione più antica del primo ciclo sedimentario oligo-miocenico della Sardegna settentrionale e forma i versanti delle colline retrostanti l'area litorale fino alla linea di costa.

Sopra questo basamento litoide sono presenti i **depositi sabbiosi eolici**, del Pleistocene sup.. Si tratta di potenti spessori di arenarie e sabbie quarzoso-feldspatiche giallastre o rossastre di origine eolica, a cemento carbonatico e con stratificazione incrociata; affiorano da Punta Prima Guardia fino a Valledoria, formando una fascia retrolitorale che si estende verso l'entroterra per circa 2 Km e fino a quote di 60 metri s.l.m. A La Ciaccia, in particolare, poggiano sulla Formazione di Castelsardo, con contatto stratigrafico osservabile lungo la falesia ad una quota di 1-2 metri s.l.m..

I depositi quaternari recenti sono rappresentati dalle **sabbie** che formano le spiagge e, nell'immediata fascia retrolitorale, le dune e dalle **alluvioni fluviali**, che occupano le aree degli alvei di piena del Rio Cuggiani, con spessori di alcuni metri, e del Fiume Coghinas, con spessori di diverse decine di metri. Il litorale sabbioso si estende da La Ciaccia fino a Badesi con continuità, con l'eccezione della scogliera di Maragnani, formando quindi uno dei litorali più estesi della costa nord occidentale; le dune, per lo più stabilizzate da una vegetazione perenne, occupano la fascia retrolitorale da La Ciaccia fino a San Pietro a mare.

N – LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'area costiera di Valledoria è rappresentata dal litorale formatosi attorno alle foci del Fiume Coghinas e del Rio Cuggiani: si tratta quindi di un territorio che, dal punto di vista geomorfologico, è caratterizzato dalla dinamica costiera e dalla dinamica fluviale dei due corsi d'acqua che vi sfociano, uno dei quali fra i più importanti dell'isola, sebbene regimato lungo il suo corso da due sbarramenti. Precedentemente alla creazione degli sbarramenti il Coghinas è stata infatti la principale fonte di approvvigionamento dei sedimenti sabbiosi, rielaborati dal mare e dal vento, che hanno creato gli estesi depositi dunari, sia antichi che attuali, che caratterizzano la geomorfologia di questo tratto di costa. La strutturazione geologica è piuttosto semplice: la formazione vulcano-sedimentaria miocenica in giacitura suborizzontale o debolmente inclinata rappresenta il substrato litoide; su questo si sono depositate le formazioni eoliche sia nel Pleistocene, dando luogo ad una formazione per lo più cementata, sia nell'Olocene formando le dune attuali.

A La Ciaccia il substrato litoide affiora esclusivamente in corrispondenza della linea di costa fino ad una quota di 1-2 metri s.l.m. e forma una piattaforma sommersa che funge da frangiflutti, smorzando l'azione del mare alla base della scarpata; sopra questo substrato è presente la formazione sabbiosa eolica pleistocenica, che da luogo a morfologie pianeggianti o leggermente degradanti verso il mare e, quando

affiora quando si spinge fino alla costa come a La Ciaccia, forma una scarpata alta fino a 22 metri, che a tratti è una vera e propria falesia.

Su una costa così conformata la naturale evoluzione morfologica prevede il progressivo arretramento che avviene principalmente secondo due meccanismi:

- a) *Erosione basale*: si esplica lungo le coste alte da parte dell'azione marina che determina l'asportazione di materiale al piede della falesia causando l'instabilità della massa di terreno soprastante.
- b) *Azione meccanica dell'acqua dilavante*: agisce per lo più sulle pareti costituite da materiali sciolti e a debole coesione in versanti privi di vegetazione.

In questo tratto di costa il substrato litoide, che affiora fino ad una quota di 1-2 metri s.l.m., crea una base stabile alla scarpata soprastante costituita dalla formazione sabbioso-arenacea; inoltre lo stesso substrato litoide forma una piattaforma sommersa per una fascia di 25-40 metri che funge da frangiflutti, allontanando la linea di costa.

La scarpata formata dalle litologie sabbioso-arenacee non presenta una pendenza eccessiva, per lunghi tratti ha raggiunto il suo angolo di equilibrio e la vegetazione bassa, per lo più erbosa, ha colonizzato la superficie proteggendola nei confronti dell'erosione superficiale.

Tuttavia, dove la scarpata è in posizione più avanzata verso la linea di riva subisce l'azione diretta del moto ondoso che, agendo direttamente sulla formazione detritica, forma delle sottoescavazioni in corrispondenza del contatto con il substrato litoide (**Foto 1**); mancando l'appoggio alla base, i livelli arenacei crollano provocando degli smottamenti nelle porzioni detritiche soprastanti (**Foto 2**), innescando la prosecuzione del fenomeno franoso più a monte.



Foto 1: Sottoescavazione in corrispondenza del contatto tra il substrato litoide e la soprastante formazione sabbioso-arenacea.



Foto 2: Smottamento in corrispondenza del crollo di un livello arenaceo sottescavato.

Il tratto interessato da questo tipo di fenomeno è quello compreso nelle zone dove si osservano le due aree di smottamento più ampie; a monte di una di queste è presente un edificio (**Foto 3**).



Foto 3: Smottamenti nel tratto compreso tra le sezioni A e 2.

Un altro fenomeno di instabilità che interessa la scarpata riguarda l'azione delle acque dilavanti provenienti dalla piana retrostante: i terreni della formazione sabbioso-arenacea hanno elevati valori di

permeabilità quindi, in una situazione di naturalità del versante, la maggior parte delle acque piovane si infiltrano nel sottosuolo e solo una piccola parte dilavano lungo la scarpata.

Tuttavia l'urbanizzazione sviluppatasi a monte della scarpata ha creato una maggiore impermeabilizzazione dei terreni e inoltre ha concentrato lungo gli accessi orientati secondo la massima pendenza lo scorrimento delle acque superficiali che arrivando sulla scarpata formano dei solchi di erosione sulla superficie mettendo a nudo le formazioni sabbiose e favorendo nuovi e ulteriori fenomeni di erosione.

Tutte queste aree risultano inserite all'interno di perimetri classificati con un grado di pericolo di frana elevato (**Hg3**) all'interno del "Piano Stralcio di Bacino per L'Assetto Idrogeologico" (PAI) della Regione Sardegna. Le Tavole del PAI contenenti l'area in oggetto sono le **B3_Eg74/91**, **B3_Hg74/91**, **B3_Rg74/91**, mentre la relativa scheda di riferimento del movimento franoso è la **B3Fr161**.

O - FISIOGRAFIA

Possiamo individuare tre unità morfologiche ben differenziate tra di loro: **le dune, le alluvioni, i terrazzi**. Le dune comprendono la spiaggia e il sistema della foce del Coghinas. A partire dalla spiaggia si incontrano per prime le dune mobili, procedendo verso l'interno, si rinviene una serie di dune sempre meno mobili in virtù della presenza della vegetazione, sia spontanea che introdotta, sino ad arrivare alle alluvioni. I terrazzi sono presenti come confine lungo il bordo della valle, la loro matrice litologica è ascrivibile a due elementi principali: le trachiti e le trachandesiti e i basalti sono rappresentati nella chiusura della valle verso Castelsardo.

P – CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

L'area è caratterizzata dalla presenza di suoli sabbiosi, che appartengono al gruppo dei typical xeropsamments, caratterizzati da tessitura sabbiosa, debole aggregazione, elevata permeabilità e povertà in elementi nutritivi. Il forte drenaggio di questi suoli e la conseguente limitata quantità d'acqua disponibile costituisce un elemento limitante per lo sviluppo della vegetazione.

Q - RISCHIO GEOMORFOLOGICO

Stabilità della falesia della Ciaccia

Il substrato litoide è rappresentato dalle litologie della **Formazione di Castelsardo** (Oligocene sup.? - Aquitaniano), formazione di ambiente fluviale passante a lagunare e a marino di piattaforma, costituita da arenarie e sabbie, argille siltose, tufiti, conglomerati, tufi e intercalazioni di marne più o meno siltose; subordinatamente da banchi di calcari grigio bruni, selci, argilliti, conglomerati e brecce a ciottoli eterometrici di granitoidi, metamorfiti e vulcaniti, in matrice siltoso-sabbiosa, giacitura sub-orizzontale o con deboli inclinazioni prevalentemente verso i quadranti orientali.

Costituisce la formazione più antica del primo ciclo sedimentario oligo-miocenico e forma i versanti delle colline retrostanti l'area litorale fino alla linea di costa. Sopra questo basamento litoide sono presenti i **depositi sabbiosi eolici** del Pleistocene sup., potenti spessori di arenarie e sabbie quarzoso-feldspatiche giallastre o rossastre di origine eolica, a cemento carbonatico e con stratificazione incrociata. I depositi quaternari recenti sono rappresentati dalle **sabbie** che formano le spiagge e, nell'immediata fascia retrolitorale, le dune e dalle **alluvioni fluviali**, che occupano l'area dell'alveo di piena del Rio Cuggiani, con spessori di alcuni metri. La spiaggia, con l'eccezione della scogliera di Maragnani, forma uno dei litorali più estesi della costa nord occidentale; le dune, occupano la fascia retrolitorale da La Ciaccia fino a San Pietro a mare.

Lineamenti Geomorfologici

L'area è caratterizzata dalla dinamica costiera e dalla dinamica fluviale dei due corsi d'acqua che vi sfociano. La formazione vulcano-sedimentaria miocenica in giacitura suborizzontale o debolmente inclinata rappresenta il substrato litoide; su questo si sono depositate le formazioni eoliche sia nel Pleistocene, dando luogo ad una formazione per lo più cementata, sia nell'Olocene formando le dune attuali. Il substrato litoide affiora esclusivamente in corrispondenza della linea di costa fino ad una quota di 1-2 metri s.l.m. e forma una piattaforma sommersa che funge da frangiflutti, smorzando l'azione del mare alla base della scarpata; sopra questo substrato è presente la formazione sabbiosa eolica pleistocenica, che da luogo a morfologie pianeggianti o leggermente degradanti verso il mare e, quando affiora si spinge fino alla costa, formando una scarpata alta fino a 22 metri, che a tratti è una vera e propria falesia. La evoluzione morfologica prevede l'arretramento che avviene secondo due meccanismi.

R – PROPOSTE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO SULLA FALESIA DI LA CIACCIA

Si rende necessario intervenire in punti singolari con:

- 1 – pulizia superficie di appoggio, scogliera basale ciclopica inferiore;
- 2 – terre armate rinverdite (h = 10 mt circa) con opportuno 1° elemento di sostegno;
- 3 – colonizzazione verde con specie autoctone (es. artemisia);
- 4 – rifinitura nella parte superiore con piccoli riporti e modellazione.

La scogliera, in massi ciclopici con blocchi non inferiori a 2 mc, si disporrà secondo una geometria “a molo” con inclinazioni di circa 30° dall'orizzontale, su di essa verrà impostata una struttura di sostegno in terra armata rinverdita con essenze autoctone.

Unitamente alla riprofilatura, in sede esecutiva, e nelle aree dove non è opportuno arretrare il ciglio della scarpata per la presenza di costruzioni, potrà essere previsto il consolidamento con resine organo minerali bi componenti (prodotti innovativi di ultima generazione) e micro cementi, tramite perforazione e successiva iniezione dei fori di lunghezza pari a circa 3,00 mt e con diametro di 28 mm.

Questo sistema permette di aumentare le caratteristiche dell'ammasso nelle porzioni dove esse sono scadenti e dove la matrice del terreno risulta essere erosa ed in parte disgregata. Rispetto alle normali miscele cementizie sia la resina organo minerale che i micro cementi possono essere accelerati fino a qualche decina di secondi in modo da evitare fenomeni di dilavamento.

Un altro fenomeno di instabilità che interessa la scarpata riguarda l'azione delle acque dilavanti provenienti dalla piana retrostante: i terreni della formazione sabbioso-arenacea hanno elevati valori di permeabilità quindi, in una situazione di naturalità del versante, la maggior parte delle acque piovane si infiltrano nel sottosuolo e solo una piccola parte dilavano lungo la scarpata.

Tuttavia l'urbanizzazione ha creato una sempre maggiore impermeabilizzazione dei terreni e ha concentrato lungo le vie, secondo la massima pendenza, lo scorrimento delle acque superficiali che, arrivando sulla scarpata, formano dei solchi di erosione sulla superficie mettendo a nudo le formazioni sabbiose e favorendo nuovi e ulteriori fenomeni di erosione. La sistemazione di alcuni compluvi (dreni naturali) potrà avvenire con semplici cunettoni rivestiti in pietra, realizzati con piccoli salti per diminuire la velocità dell'acqua.

Gli interventi si potranno concentrare in corrispondenza dei tratti dove si sviluppano questi due tipi di instabilità.

Tutte queste aree risultano inserite all'interno di perimetri classificati, con un grado di pericolo di frana elevato (**Hg3**), all'interno del PAI, le cui tavole, contenenti l'area in oggetto, sono le **B3_Eg74/91**, **B3_Hg74/91**, **B3_Rg74/91**, mentre la scheda di riferimento è la **B3Fr161**.

Il progetto sarà corredato, come previsto dall'art. 25 delle N.A. del PAI, da un nuovo studio di compatibilità geologica e geotecnica, e avrà lo scopo di dimostrare che gli interventi di consolidamento proposti non aumenteranno il livello di pericolosità esistente.

I lavori già eseguiti negli anni scorsi (2014-2016) sono stati rivolti soprattutto alla soluzione dei problemi dell'arenile di S. Pietro, mentre le problematiche delle acque meteoriche di La Ciaccia devono essere ancora risolte.

S – CONSIDERAZIONI SINTETICHE FINALI

S.1 - VALLEDORIA CENTRO (CODARUINA)

L'abitato (circa 3200 abitanti) ha una forma compatta e sorge in un modesto penepiano, posto a quota variabile da 11 a 26 mt sul livello del mare.

Nell'abitato sono presenti, oltre alle residenze e ai principali servizi pubblici, una serie di attività turistiche e commerciali di notevole importanza.

Sono presenti 2 distributori di carburante, impianti sportivi, locali Enel e Telecom, caserma dei Carabinieri, 2 case di riposo per anziani, un notevole numero di edifici commerciali.

La margine nord del paese sorge il camping la Foce (700 posti) nei pressi dell'idrovora che permette lo smaltimento delle acque dei canali di bonifica.

La vulnerabilità dell'abitato è costituita da:

- rischio idraulico dovuto al fiume Coghinas.

I molti studi redatti convergono sull'evidenziare un ridotto rischio sulla parte più a est dell'abitato (uscita del corso Europa / S.P. 90 verso Badesi) e nella parte della zona artigianale posta a sud del paese, sul lato est della S.P. 33 per S. Maria Coghinas.

Gran parte del camping La Foce e delle aree limitrofe è a rischio idraulico elevato.

Anche le aree limitrofe alla fascia fluviale dell'asta del rio Cuggiani sono indicate a rischio idraulico (pineta di S. Pietro a mare, complesso Baia Verde), con particolare riferimento al ponte della S.P. 90.

- Rischio geomorfologico

Questo tipo di rischio è limitato al pendio che si sviluppa tra la foce del Coghinas e S. Pietro a mare per un'altezza di circa 10 mt.

La costa, da S. Pietro verso la foce del rio Cuggiani, e poi verso Maragnani è a rischio erosione ed è stata parzialmente oggetto di recenti lavori, limitati al tratto immediatamente a ovest della chiesa di S. Pietro.

- Altri rischi

Si sottolineano i rischi derivanti dal clima che sono strettamente connessi al rischio idraulico e geomorfologico.

S.2 - MITIGAZIONE DEI RISCHI NELL'ABITATO DI CODARUINA (E AREE LIMITROFE)

La riduzione dei rischi presenti passa attraverso una serie di lavori quali:

- attuazione dei previsti lavori di sopralzo dell'argine in sin. idraulica del fiume Coghinas, per la possibilità di esondazione del fiume (opera prevista da specifici studi);
- completamento delle opere di mitigazione del rischio idraulico dovuto al rio Cuggiani (costruzione ex novo del ponte sulla S.P. 90 e della relativa passerella ciclopedonale con ampiezza tale da rispettare il franco idraulico e verifica puntuale dei numerosissimi attraversamenti del rio da valle verso monte);
- presenza di numerosi pontini e attraversamenti sul rio Santina e sui canali di bonifica (scolo Pischinazza e colatore mediano) tutti sottodimensionati e quindi sormontabili;
- realizzazione di rete di idranti che "copra" l'abitato di Codaruina con almeno 6 (sei) idranti, spingendosi da una parte fino alla zona artigianale sud (S.P. 33 per S. Maria Coghinas) e dall'altra fino a La Muddizza;
- realizzazione di un piano di emergenza soprattutto per le unità turistiche di S. Pietro a Mare, Baia Verde e per i 3 camping.

S.3 - LA CIACCIA

In sintesi, la notevole vulnerabilità dell'abitato di La Ciaccia è costituita da:

- rischio idrogeologico (elevata pericolosità per frana) della falesia costiera interessante anche direttamente alcune costruzioni poste nelle vicinanze della cresta del pendio a mare; rischio presente su tutta la fascia a mare dall'hotel Locanda del mare al confine con Castelsardo
- rischio idraulico per le carenze del sistema di drenaggio urbano in gran parte inesistente e per la possibilità di essere interessati da acque provenienti dalle pendici di M. Ossoni in territorio di Castelsardo;
- l'attraverso sul rio Santina della S.P. 8/M di accesso alla borgata di La Ciaccia è palesemente sottodimensionato e deve essere sostituito quanto prima da un'opera d'arte che possieda misure tali da evitare il costante insabbiamento e garantisca un franco adeguato.

Emerge la necessità di apposita segnaletica per il pericolo frana della falesia da porre nei diversi (precarie) accessi alla costa.

Emerge la necessità di apposito piano di emergenza, per allertare i residenti (e la popolazione fluttuante), soprattutto in caso di eventi eccezionali climatici (vento, nubifragio), meteomari e per il rischio di incendi di interfaccia, considerata la presenza di vie di fuga insufficienti.